

# 电子信息学院课程教学大纲

学院（部）教学委员会主任签字：

学院（部）教学院长（主任）签字：

学院（部）盖章：

二〇二一年 九月十五日

# 目 录

## 一. 电气工程及其自动化专业

工程基础课程:

|                      |    |
|----------------------|----|
| 1..... 电气类专业概论.....  | 1  |
| 2..... 电路理论.....     | 8  |
| 3..... C 语言程序设计..... | 18 |
| 4..... 模拟电子技术.....   | 27 |
| 5..... 信号与系统.....    | 33 |
| 6..... 数字电子技术.....   | 39 |
| 7..... 工程制图基础.....   | 49 |
| 8..... 工程电磁场.....    | 56 |
| 9..... 单片机原理及应用..... | 62 |
| 10... 工程管理.....      | 72 |
| 11... 工程伦理.....      | 76 |
| 12... 工程经济学.....     | 81 |

### 专业必修课程

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 13... 电机学.....      | 87  |
| 14... 自动控制原理.....   | 95  |
| 15... 电力电子技术.....   | 105 |
| 16... 电力拖动控制系统..... | 115 |
| 17... 电力系统分析.....   | 124 |
| 18... 发电厂电气部分.....  | 134 |

### 专业限选课程

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 19... 感测技术.....         | 142 |
| 20... 可编程序控制器原理及应用..... | 157 |
| 21... 高电压技术.....        | 165 |
| 22... 电力系统自动化.....      | 175 |
| 23... 电力系统继电保护.....     | 183 |

### 专业任选课程:

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 24... 微特电机及系统..... | 191 |
| 25... 计算机控制技术..... | 201 |

### 工程实践与毕业设计

|                     |          |
|---------------------|----------|
| 26... 电子工艺实习.....   | 208 电路实验 |
| .....               | 213      |
| 27... 模拟电子技术实验..... | 219      |
| 28... 数字电子技术实验..... | 224      |
| 29... 电力系统综合实验..... | 231      |
| 30... 程序设计训练.....   | 237      |
| 31... 电子技术课程设计..... | 247      |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 32.. 电子工程实训.....     | 252 |
| 33.. 智能控制系统课程设计..... | 258 |
| 34.. 生产实习.....       | 264 |
| 35.. 电气工程课程设计.....   | 269 |
| 36.. 毕业设计.....       | 274 |

## 二. 电气工程及其自动化专业“荆楚卓越人才”计划

### 工程基础课程

|                      |          |
|----------------------|----------|
| 1..... 电气类专业概论.....  | 详见第 1 页  |
| 2..... 电路理论.....     | 详见第 8 页  |
| 3..... C 语言程序设计..... | 详见第 18 页 |
| 4..... 模拟电子技术.....   | 详见第 27 页 |
| 5..... 信号与系统.....    | 详见第 33 页 |
| 6..... 数字电子技术.....   | 详见第 39 页 |
| 7..... 工程制图基础.....   | 详见第 49 页 |
| 8..... 工程电磁场.....    | 详见第 56 页 |
| 9..... 单片机原理及应用..... | 详见第 62 页 |
| 10.. 工程管理.....       | 详见第 72 页 |
| 11.. 工程伦理.....       | 详见第 76 页 |
| 12.. 工程经济学.....      | 详见第 81 页 |

### 专业必修课程

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| 13.. 电机学.....      | 详见第 87 页  |
| 14.. 自动控制原理.....   | 281       |
| 15.. 电力电子技术.....   | 详见第 105 页 |
| 16.. 电力拖动控制系统..... | 292       |
| 17.. 电力系统分析.....   | 详见第 124 页 |
| 18.. 感测技术.....     | 301       |
| 19.. 发电厂电气部分.....  | 详见第 134 页 |

### 专业选修课程

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| 20.. 高电压与绝缘技术.....     | 312       |
| 21.. 电力系统自动化.....      | 详见第 175 页 |
| 22.. 电力系统继电保护.....     | 详见第 183 页 |
| 23.. 可编程序控制器原理及应用..... | 详见第 157 页 |
| 24.. 微特电机及系统.....      | 详见第 191 页 |
| 25.. 计算机控制技术.....      | 详见第 201 页 |

### 工程实践与毕业设计

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| 26.. 电子工艺实习.....   | 详见第 208 页 |
| 27.. 电路实验.....     | 详见第 213 页 |
| 28.. 模拟电子技术实验..... | 详见第 219 页 |
| 29.. 数字电子技术实验..... | 详见第 224 页 |
| 30.. 电力系统综合实验..... | 详见第 231 页 |
| 31.. 程序设计训练.....   | 详见第 237 页 |
| 32.. 电子技术课程设计..... | 详见第 247 页 |
| 33.. 企业认知实习.....   | 321       |

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| 34.. 电气工程课程设计..... | 详见第 269 页 |
| 35.. 企业工程实训.....   | 327       |
| 36.. 毕业设计.....     | 332       |

### 三. 自动化专业

#### 工程基础课程

|                      |          |
|----------------------|----------|
| 1..... 电气类专业概论.....  | 详见第 1 页  |
| 2..... 电路理论.....     | 详见第 8 页  |
| 3..... C 语言程序设计..... | 详见第 18 页 |
| 4..... 模拟电子技术.....   | 详见第 27 页 |
| 5..... 信号与系统.....    | 340      |
| 6..... 数字电子技术.....   | 详见第 39 页 |
| 7..... 工程制图基础.....   | 详见第 49 页 |
| 8..... 单片机原理及应用..... | 346      |
| 9..... 工程管理.....     | 详见第 72 页 |
| 10.. 工程伦理.....       | 详见第 76 页 |
| 11.. 工程经济学.....      | 详见第 81 页 |

#### 专业必修课程

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 12.. 感测技术.....      | 356 |
| 13.. 电机与拖动.....     | 369 |
| 14.. 自动控制原理.....    | 378 |
| 15.. 电力电子技术.....    | 388 |
| 16.. 现代控制理论.....    | 398 |
| 17.. 运动控制系统.....    | 405 |
| 18.. 过程控制系统及装置..... | 414 |

#### 专业限选课程

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 19.. 可编程序控制器原理及应用..... | 422 |
| 20.. 控制系统数字仿真.....     | 433 |
| 21.. 智能控制.....         | 442 |
| 22.. 机器人学导论.....       | 449 |
| 23.. 机器视觉.....         | 454 |

#### 专业任选课程:

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| 24.. 计算机控制技术.....       | 详见第 201 页 |
| 25.. ARM 与嵌入式系统.....    | 460       |
| 26.. 集散控制系统及现场总线技术..... | 468       |
| 27.. 电气工程基础.....        | 476       |

#### 工程实践与毕业设计

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| 28... 电子工艺实习.....     | 详见第 208 页 |
| 29... 电路实验.....       | 详见第 213 页 |
| 30... 模拟电子技术实验.....   | 详见第 219 页 |
| 31... 数字电子技术实验.....   | 详见第 224 页 |
| 32... 单片机原理及应用实验..... | 482       |
| 33... 程序设计训练.....     | 详见第 237 页 |
| 34... 电子工程实训.....     | 详见第 252 页 |

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| 35... 电子技术课程设计.....  | 详见第 247 页 |
| 36... 单片机系统课程设计..... | 488       |
| 37... 生产实习.....      | 494       |
| 38... 控制系统课程设计.....  | 499       |
| 39... 毕业设计.....      | 505       |

#### 四. 自动化专业“产业计划”实验班

##### 工程基础课程

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| 1..... 电气类专业概论.....  | 详见第 1 页   |
| 2..... 电路理论.....     | 详见第 8 页   |
| 3..... C 语言程序设计..... | 详见第 18 页  |
| 4..... 模拟电子技术.....   | 详见第 27 页  |
| 5..... 数字电子技术.....   | 详见第 39 页  |
| 6..... 工程制图基础.....   | 详见第 49 页  |
| 7..... 单片机原理及应用..... | 详见第 346 页 |
| 8..... 工程管理.....     | 详见第 72 页  |
| 9..... 工程伦理.....     | 详见第 76 页  |
| 10... 工程经济学.....     | 详见第 81 页  |

##### 专业必修课程

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| 11... 感测技术.....      | 详见第 356 页 |
| 12... 电机与拖动.....     | 详见第 369 页 |
| 13... 自动控制原理.....    | 详见第 378 页 |
| 14... 电力电子技术.....    | 详见第 388 页 |
| 15... 运动控制系统.....    | 详见第 405 页 |
| 16... 过程控制系统及装置..... | 详见第 414 页 |
| 17... 现代控制理论.....    | 详见第 398 页 |

##### 专业限选课程

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| 18... 可编程序控制器原理及应用..... | 详见第 422 页 |
| 19... 智能控制.....         | 详见第 442 页 |
| 20... 机器人学导论.....       | 详见第 449 页 |
| 21... 机器视觉.....         | 详见第 454 页 |

##### 专业任选课程:

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| 22... 计算机控制技术.....       | 详见第 201 页 |
| 23... 集散控制系统及现场总线技术..... | 详见第 468 页 |
| 24... ARM 与嵌入式系统.....    | 详见第 460 页 |

##### 工程实践与毕业设计

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| 25... 电子工艺实习.....     | 详见第 208 页 |
| 26... 电路实验.....       | 详见第 213 页 |
| 27... 模拟电子技术实验.....   | 详见第 219 页 |
| 28... 数字电子技术实验.....   | 详见第 224 页 |
| 29... 单片机原理及应用实验..... | 详见第 482 页 |
| 30... 程序设计训练.....     | 详见第 237 页 |
| 31... 电子技术课程设计.....   | 详见第 247 页 |
| 32... 电子工程实训.....     | 详见第 252 页 |

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| 33... 单片机系统课程设计..... | 详见第 488 页 |
| 34... 生产实习.....      | 详见第 494 页 |
| 35... 企业工程实习.....    | 511       |
| 36... 控制系统课程设计.....  | 详见第 499 页 |
| 37... 毕业设计.....      | 详见第 505 页 |

# 电气工程及其自动化专业

## 《电气类专业概论》教学大纲

课程名称：电气类专业概论（Introduction to Electrical Engineering）

课程编号：1501XK001

课程类别：工程基础—必修

学分：1 学时

总学时：16 学时，其中，授课学时：16 学时

适用专业：电气类专业

先修课程：大学物理，高等数学

执笔人：杨友平

审定人：叶刚

### 一、课程性质

本课程是电气工程及其自动化专业必修课程。通过本课程的学习，学生会全面、系统地了解所要学习的专业，包括电气工程及其自动化专业的人才培养目标及教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系与学习方法等；其次是对自己将要从事的专业有全面的认识，特别是电气工程及其自动化专业的发展沿革、专业的设置方向、专业的发展趋势等。这样有利于学生尽早了解与认识自己所学的专业，以便提前制定比较完善的大学学习规划。再者，明确本专业对专业人才在知识、能力和素养方面的要求，拓宽学生的视野，为学习后续课程和从事本专业打下良好的基础。

### 二、课程目标

#### 1. 育人目标

(1) 阅读相关科技文献资料，多角度了解电气工程领域前沿技术，多了解发达国家在该领域的发展现状，形成强烈的爱国情怀，激励学生奋发学习、刻苦钻研，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。

(2) 通过科学家故事学习科学精神，鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度，结合本专业的特点，了解电气工程领域相关的技术标准、技术规范、知识产权、产业政策、法律法规和相关的企业管理制度和生产流程。让学生认识到具备良好职业道德的重要性，突显工匠精神与科研态度。

(3) 通过本课程的学习，将系统论、工程论、科学思维应用到工程实际中，具有研究学习科技自信及爱国主义情怀，开展师生互动，进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

#### 2. 知识和能力目标

(1) 通过学习本课程，学生应全面、系统地了解所要学习的专业，包括电气工程及其自动化专业的人才培养目标及教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系、专业的设置方向等相关内容。（支撑毕业要求 6.1）

(2) 通过学习本专业的发展沿革，让学生对本专业有较全面的认识，结合工程实际案例，让学生懂得在解决本专业复杂工程问题时，不同学科团队对复杂工程问题的工程实践的

作用和意义；让学生学会主动与其它学科的成员进行沟通，合作共事。（支撑毕业要求 9.1）

（3）通过本课程的学习，让学生了解本专业的课程体系、教学计划，及专业的发展趋势，在未来的工作中能与国内外同行进行简单沟通和交流。（支撑毕业要求 10.3）

（4）通过本课程的学习，让学生了解学习本专业的学习方法，不断学习，不断了解本专业的发展趋势，使之具有自主学习和终身学习的意识。（支撑毕业要求 12.1）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 6.1 了解电气工程领域相关的技术标准、技术规范、知识产权、产业政策、法律法规和相关的企业管理制度和生产流程。                 |
| 课程目标 2 | 9.1 在解决电气工程复杂工程问题时，能够正确认识不同学科团队对复杂工程问题的工程实践的作用和意义，能主动与其它学科的成员有效沟通，合作共事。 |
| 课程目标 3 | 10.3 具备一定的国际视野，了解国内外电气工程领域及相关行业的发展状况，就本专业问题，能够在跨文化背景下进行简单沟通和交流。         |
| 课程目标 4 | 12.1 能够认识到电气工程领域技术快速发展的特点，以及不断探索和学习的必要性，具有自主学习和终身学习的意识。                 |

### 三、基本要求

本课程首先让学生全面、系统地了解所要学习的专业，包括电气工程及其自动化专业的人才培养目标、教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系与学习方法等；其次是要求学生对自己将要从事的专业有全面的认识，特别是电气工程及其自动化专业的发展沿革、专业的设置方向、专业的发展趋势等。这样有利于学生尽早了解与认识自己所学的专业，以便提前制定比较完善的大学学习规划；再者，结合实际案例，讲解电气科学技术艰难发展与复杂演化的漫长历程以及科学家在其中所经历的失败、突破与成功介绍，引导学生深切感受前辈科学家们实事求是的科学态度，认真学习科学家们勇于探索的理性怀疑思想，促进学生创新意识。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括授课、作业等）

以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容             | 授课学时 | 思政元素   | 教学模式               | 对应课程目标     |
|----|------------------|------|--|--------------------|------------|
| 1  | 电气工程与高等教育        | 2    | 讲述我国电力工业的发展现状，激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标，了解本专业的课程体系和专业的学习方法                    | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 课程目标 1/2/4 |
| 2  | 电磁学理论的建立与通信技术的进步 | 2    | 介绍电磁学的基本理论，了解我国电力工业所面临的困难和挑战，思考自己未来职业规划。   | 课堂授课，课后练习 3 题，     | 课程目标 1/2   |
| 3  | 电工技术与理论的发展       | 2    | 介绍电气工程领域前沿技术，讲述典型人物的故事，激励学生奋发学习、刻苦钻研。  | 课堂授课，课后练习 3 题      | 课程目标 1/3   |
| 4  | 电能利用与发电类型        | 2    | 不断开发新能源，利用新技术，生产出更多的环保型电力产品，金山银山不如绿水青山，强调人类发展与生态和谐的重要性，主张合理开发与合理利用可再生资源，为我国工农业生产提供更多的清洁能源。 | 课堂授课，课后练习 3 题      | 课程目标 1     |



|   |             |   |   |                  |         |
|---|-------------|---|---|------------------|---------|
| 5 | 电力工业的发展与特点  | 2 | 结合电力工业的发展与特点，学会利用工程管理和经济分析手段解决工程实际问题，达到本行业“优质、安全、经济”供电的目的   | 课堂授课，课后练习3题      | 课程目标3/4 |
| 6 | 电力系统简介      | 2 | 结合电力系统的运行与维护，客观评价电气设备与电力系统在生产、使用和运行过程中对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任与义务。   | 课堂授课，课后练习3题，课堂讨论 | 课程目标2   |
| 7 | 高电压与绝缘技术    | 1 | 通过高电压与绝缘这对矛盾的讲解，以搭建高电压绝缘试验平台为案例，对复杂电气工程问题进行模拟和测试，并能对测试结果有效性进行判断、对结果反映的问题进行科学地诊断分析，让学生理解实验环境与实际工程环境之间的差异性，鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度。 | 课堂授课，课后练习3题      | 课程目标1   |
| 8 | 电力电子与电力传动技术 | 1 | 增强学生间的互动交流，要求学生分组讨论和研究，形成交叉领域热点技术综述报告，并分组汇报。通过自主学习、合作研究、课堂互动，培养学生的学术研究能力、合作协同意识。  | 课堂授课，课后练习3题      | 课程目标1   |
| 9 | 自动化         | 2 | 结合电力行业与其他学科的交叉融合的讲解，拓宽学生的行业视野，增加学生的专业认同感，培育学生“爱国、敬业”的社会主义核心价值观。   | 课堂授课，课后练习3题      | 课程目标2   |

## 第一章 电气工程与高等教育

主要内容：

1. 电气工程学科包括的专业方向
2. 电气工程学科的内容
3. 电气工程学科的特点
4. 电气工程与自动化专业培养目标
5. 工科大学生学习方法

基本要求：

掌握：电气工程学科的特点；工科大学生学习方法；

了解：电气工程与自动化专业研究内容，培养目标和发展趋势；

能力：明确专业方向，学科内容与特点，找到适合自己的学习方法。

## 第二章 电磁学理论的建立与通信技术的进步

主要内容：

1. 人类对电磁现象的早期研究
2. 电流磁效应的研究
3. 电磁场理论的建立
4. 通讯技术的进步

基本要求：

了解：人类对电磁现象的早期观察；人类对电磁现象的早期实验研究；通讯技术的基本内容

掌握：电流磁效应的研究历史，电磁场理论基础及电磁感应现象和基本定律

能力：应用电磁场基本定律和基础理论解释一些日常生活中的电磁现象。

## 第三章 电工技术与理论的发展

主要内容：

1. 电工技术的初期发展
2. 电工理论的建立
3. 电与新技术革命
4. 理论新材料对电工技术的影响

基本要求：

了解：电工技术发展的历史；电工基础理论的建立；

掌握：电与新技术革命及新理论新材料对电工技术的影响。

能力：通过学习能清楚当前电工技术与理论的发展趋势。

#### 第四章 电能利用与发电类型

主要内容：

1. 电能利用

2. 现有的发电类型

3. 新型发电方式

4. 发电、供电和用电的基本设备

基本要求：

了解：各种发电的基本原理、电力系统主要的设备；

掌握：火力发电，水电发电和核能发电的基本原理。

能力：清楚我国当前电力工业的发电类型，明白未来我国电力工业的新型发电方式。

#### 第五章 电力工业的发展与特点

主要内容：

1. 电力工业发展概况

2. 中国电力工业发展

3. 电力工业特点

4. 电力工业在国民经济中的地位

基本要求：

了解：发电厂，断路器，电力传输，电力系统继电保护和电力网的基本内容

掌握：电力工业特点和电力工业在国民经济中的地位和作用

能力：清楚我国电力工业的发展过程，明确电力工业在国民经济中的作用和地位。

#### 第六章 电力系统简介

主要内容：

1. 电力系统及其组成

2. 发电厂

3. 变电站

基本要求：

了解：变电厂和发电站的基本构造和作用。

掌握：电力系统的组成及运行、规划与调度。

能力：对我国电力系统的发、配、输、送各生产环节有所了解。

#### 第七章 高电压与绝缘技术

主要内容：

1. 高电压与绝缘技术的产生和发展

2. 高电压与绝缘技术的基本任务及特点

3. 高电压与绝缘技术的理论基础及主要研究内容

基本要求：

了解：高电压与绝缘技术的产生和发展；高电压与绝缘技术的基本任务及特点

掌握：高电压与绝缘技术的理论基础及主要研究内容

能力：明白了高电压与绝缘技术是电气工程领域中的一个研究方向。

#### 第八章 电力电子与电力传动技术

主要内容：

1. 电力电子技术的发展，应用，作用和在现代工业中的地位

2. 电气传动技术

基本要求：

了解：电力电子技术的发展与特点与应用；

掌握：电气传动技术所包含的内容及特点；电力电子技术的主要应用领域

能力：能明白电力电子与电力传动技术作为电气工程领域中的另一个研究方向。

#### 第九章 自动化

主要内容:

1. 自动化概念和应用
2. 自动化和控制技术发展历史简介
3. 自动控制系统的组成和类型
4. 自动化的现状与未来
5. 自动化类专业介绍

基本要求:

了解: 自动化和控制技术发展历史; 机械制造自动化; 工业过程自动化, 机器人技术及飞行器的智能控制

掌握: 自动控制系统的组成和类型

能力: 清楚认识到电气装备方面应用了大量的现代控制技术。

## 五、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的工程基础课程。为了提高教学质量, 增强学生分析问题和解决问题的能力, 本课程的教学采用课堂教学、课后作业等相结合的教学方式方法, 达到使学生全面、系统地了解所要学习的专业; 明确本专业对专业人才在知识、能力和素养方面的要求。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导, 在这一教学环节, 学生以听课为主, 并参与讨论, 采用多媒体和板书相结合的教学手段, 以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上, 教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生对本专业的理解和认识, 同时开展作业分析, 精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源: 国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、电气工程及其自动化学习论坛, 让学生开阔眼界, 共享优质教学资源, 培养学生自主学习的意识和能力。

## 六、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、大作业两个部分。

平时成绩(百分制), 包括作业及课堂讨论等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 通过学习本课程, 学生应全面、系统地、了解所要学习的专业, 包括电气工程及其自动化专业的人才培养目标及教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系、专业的设置方向等相关内容。<br>通过学习本专业的发展沿革, 让学生对本专业有较全面的认识, 结合工程实际案例, 让学生懂得在解决本专业复杂工程问题时, 不同学科团队对复杂工程问题 | 能全面、系统地了解所要学习的专业, 包括电气工程及其自动化专业的人才培养目标、教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系与学习方法等;<br>能对自己将要从事的专业有全面的认识, 特别是电气工程及其自 | 能较全面地了解所要学习的专业, 包括电气工程及其自动化专业的人才培养目标、教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系与学习方法等;<br>能对自己将要从事的专业有较全面的认识, 特别是电气工程及其 | 能了解所要学习的专业, 包括电气工程及其自动化专业的人才培养目标、教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系等;<br>能对自己将要从事的专业有所认识, 如电气工程及其自动化专业的发展沿革、专业的设置方向、 | 对自己所要学习的专业不甚了解, 如电气工程及其自动化专业的人才培养目标、教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系与学习方法等不大清楚;<br>对自己将要从事的专业认识不足, 如电气工程及其自动化专业 |

|   |  |   |                            |  |
|---|--|---|----------------------------|--|
| <p>的工程实践的作用和意义；让学生学会主动与其它学科的成员进行沟通，合作共事。</p> <p>通过本课程的学习，让学生了解本专业的课程体系、教学计划，及专业的发展趋势，在未来的工作中能与国内外同行进行简单沟通和交流。</p> <p>通过本课程的学习，让学生了解学习本专业的学习方法，不断学习，不断了解本专业的发展趋势，使之具有自主学习和终身学习的意识。</p> | <p>自动化专业的发展沿革、专业的设置方向、专业的发展趋势等。提前制定比较完善的大学学习规划；且有创新意识。</p> | <p>自动化专业的发展沿革、专业的设置方向、专业的发展趋势等。提前制定较为完善的大学学习计划；有创新意识。</p> | <p>专业的发展趋势等。有四年大学学习规划。</p> | <p>的发展沿革、专业的设置方向、专业的发展趋势等知之甚少。没有制定四年的大学学习规划。</p> |
|---|--|---|----------------------------|--|

大作业：学习报告、小论文、对本专业的认识体会等。

课程期末考核内容与评价标准

|      | 基本要求   | 评价标准  |  |   |   | 比例 (%) |
|------|--|---|--|---|---|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |        |
| 目标 1 | 通过学习本课程，学生应全面、系统地了解所要学习的专业，包括电气工程及其自动化专业的人才培养目标及教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系、专业的设置方向等相关内容。                        | 能全面、系统地地了解所要学习的专业，包括电气工程及其自动化专业的人才培养目标、教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系与学习方法等； | 能较全面地了解所要学习的专业，包括电气工程及其自动化专业的人才培养目标、教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系与学习方法等； | 能了解所要学习的专业，包括电气工程及其自动化专业的人才培养目标、教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系等； | 对自己所要学习的专业不甚了解，如电气工程及其自动化专业的人才培养目标、教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系与学习方法等不大清楚； | 50     |
| 目标 2 | 通过学习本专业的发展沿革，让学生对本专业有较全面的认识，结合工程实际案例，让学生懂得在解决本专业复杂工程问题时，不同学科团队对复杂工程问题的工程实践的作用和意义；让学生学会主动与其它学科的成员进行沟通，合作共事。 | 能对自己将要从事的专业有全面的认识，特别是电气工程及其自动化专业的发展沿革、专业的设置方向、专业的发展趋势等。             | 能对自己将要从事的专业有较全面的认识，特别是电气工程及其自动化专业的发展沿革、专业的设置方向、专业的发展趋势等。         | 能对自己将要从事的专业有所认识，如电气工程及其自动化专业的发展沿革、专业的设置方向、专业的发展趋势等。     | 对自己将要从事的专业认识不足，如电气工程及其自动化专业的发展沿革、专业的设置方向、专业的发展趋势等知之甚少。              | 20     |

|     |   |                              |                                |                       |                       |    |
|-----|---|------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|----|
| 目标3 | 通过本课程的学习，让学生了解本专业的课程体系、教学计划，及专业的发展趋势，在未来的工作中能与国内外同行进行简单沟通和交流。 | 通过学习后具有较好的与同业人员进行简单沟通和交流能力。  | 通过学习后具有与同业人员进行简单沟通和交流能力。       | 通过学习后能与同业人员进行简单沟通和交流。 | 不能与同业人员进行简单沟通和交流。     | 20 |
| 目标4 | 通过本课程的学习，让学生了解学习本专业的学习方法，不断学习，不断了解专业的发展趋势，使之具有自主学习和终身学习的意识。   | 能了解学习本专业的学习方法，提前制定比较完善的学习规划。 | 对学习本专业的学习方法有所了解，提前制定比较完善的学习规划。 | 对学习本专业的学习方法有所了解。      | 不了解学习本专业的学习方法，没有学习规划。 | 10 |

注：该表格中的比例为大作业成绩比例。

成绩评定为：大作业成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电气类专业概论》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |   |            |         |       |  |      |
|--|---|------------|---------|-------|--|------|
| 课程名称   | 电气类专业概论   | 课程性质       | 工程基础，必修 |       | 学时学分   | 16/1 |
| 开课学期   |   | 专业班级       |         | 考核方式  | 大作业  |      |
| 任课教师：  |   |            |         |       |  |      |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师  |   |            |         |       |  |      |
| 二、课程目标达成评估   |   |            |         |       |  |      |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源      |         |       |  |      |
|  |   | 评价依据       | 分值      | 平均分   | 达成度值 $KM$ 评价方式   |      |
| 毕业要求 6.1 了解电气工程领域相关的技术标准、技术规范、知识产权、产业政策、法律法规和相关的企业管理制度和生产流程。                 | 目标 1: 通过学习本课程，学生应全面、系统地了解所要学习的专业，包括电气工程及其自动化专业的人才培养目标及教学计划、电气工程及其自动化专业的课程体系、专业的设置方向等相关内容。 | 大作业 (50 分) | T10=50  | T1=38 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$ $= 0.79$ |      |
|  |   | 平时作业       | A10=100 | A1=85 |  |      |
| 毕业要求 9.1 在解决电气工程复杂工程问题时，能够正确认识不同学科团队对复杂工程问题的工程实践的作用和意义，能主动与其它学科的成员有效沟通，合作共事。 | 目标 2: 通过学习本专业的发展沿革，让学生对本专业有较全面的认识，结合工程实际案例，让学生懂得在解决本专业复杂工程问题时，不同学科团队对复杂工程问题的工程实践          | 大作业 (20 分) | T20=20  | T2=15 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$ $= 0.78$ |      |

|  |  |          |         |       |  |
|--|--|----------|---------|-------|--|
|  | 的作用和意义；让学生学会主动与其它学科的成员进行沟通，合作共事。                                   | 平时作业     | A20=100 | A2=85 |  |
| 毕业要求 10.3 具备一定的国际视野，了解国内外电气工程领域及相关行业的发展状况，就本专业问题，能够在跨文化背景下进行简单沟通和交流。 | 目标 3：通过本课程的学习，让学生了解本专业的课程体系、教学计划，及专业的发展趋势，在未来的工作中能与国内外同行进行简单沟通和交流。 | 大作业(20分) | T30=20  | T3=15 | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A3}{A30} * 0.3 = 0.78$ |
|  |  | 平时作业     | A30=100 | A3=85 |  |
| 毕业要求 12.1 能够认识到电气工程领域技术快速发展的特点，以及不断探索和学习的必要性，具有自主学习和终身学习的意识。         | 目标 4：通过本课程的学习，让学生了解学习本专业的学习方法，不断学习，不断了解本专业的发展趋势，使之具有自主学习和终身学习的意识。  | 大作业(10分) | T40=20  | T4=15 | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A4}{A40} * 0.3 = 0.78$ |
|  |  | 平时作业     | A40=100 | A4=85 |  |
| 三、课程评价与分析  |  |          |         |       |  |
| 存在的主要问题  |  |          |         |       |  |
| 持续改进方法   |  |          |         |       |  |

### 七、教学参考书

1. 孙元章, 李裕能,《走进电世界----电气工程与自动化(专业)概论》, 中国电力出版社, 2018 年
2. 范瑜,《电气工程概论》(第 2 版), 高等教育出版社, 2013 年

## 《电路理论》教学大纲

课程名称：电路理论 (Circuit Theory)

课程编码： 1501XK0

课程类别：工程基础一必修

学 分：4.5 分

总 学 时：72 学时

适用专业：电气工程及自动化、自动化

先修课程：高等数学 (A) 上

执 笔 人：刘焰

审 订 人：王昌杰

### 一、课程性质

《电路理论》课程是电气工程及自动化专业和自动化专业的一门专业基础必修课程，课

程理论严密，逻辑性强，有广阔的工程背景。本课程以基尔霍夫定律为基础，电路分析方法及定理为核心，讲述了直流电路，交流电路，动态电路及其复频率分析、双口网络。主要内容包括基尔霍夫定律、电路元件、电阻等效变换、电源等效变换、电路分析方法及定理、交流电路及功率、三相电路、互感电路、动态电路及其拉普拉斯变换分析、双口网络等章节。

学生学习该课程后，能够掌握电路分析的基本概念和基本理论，具备分析各种复杂电路能力，并为后续课程的学习和应用打好基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

从培养学生由红有专、德才兼备全面发展的中国特色社会主义建设者和接班人出发，将育人要素和电路理论专业知识嵌入到课堂中教学，培养学生踏实严谨、求真务实、精益求精。使学生成长为心系社会并有时代担当的技术性人才，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。课堂上让学生既学习基尔霍夫定律、戴维南和诺顿定理，同时也学习科学家 Kirchhoff, Thevenin、Norton 科学精神，教学中把马克思主义哲学辩证法与电路发展联系起来，提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力；通过学习最终让学生不仅具有专业知识，同时具备爱党、爱国、爱家积极向上正能量。

### （二）知识和能力目标

1、掌握电路的基本概念、基本理论。熟练应用公式，掌握电路基本计算方法，熟悉电路、模型及其变换，具备分析计算简单电路的能力，能建立双口网络特性方程。（毕业要求 1.3）；

2、掌握电路分析方法、电路定理，能够分析并计算直流、交流及动态电路中电流、电压、功率等物理量，具备分析计算复杂电路的能力。（毕业要求 2.1）；

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 1.3 对所建立的数学模型和原理方程进行推演，分析其是否能满足电气工程领域中复杂系统要求。  |
| 课程目标 2 | 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、描述和分析电气设备与电力系统中的各单元电路组成和主要参数，并能对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行表达和建模。 |

## 三、基本要求

本课程以基尔霍夫定律，欧姆定律为基础、以电阻电路的基本方法及定理为重点、以相量分析为核心，主要介绍：无源网路等效电路、电源等效电路、电路基本分析法及定理、正弦交流电路及功率、三相交流电路、互感电路、动态电路及其拉普拉斯变换分析，双口网络等，密切联系电路的各种电路分析方法，做到知识的融会贯通。

教学过程中要注意课程前后章节的联系，掌握电路基本分析法及定理在电阻性电路及交流电路中的应用、动态元件构成动态电路。

在电路分析的讲述中，注意培养学生综合运用所学知识的能力，对同一电路掌握电路不

同的分析方法。

#### 四、课程教学内容与学时分配

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点、主要教学模式（包括授课、自学、课堂讨论、作业等）。

课程教学内容及学习要求

| 章节内容             | 学时 | 教学模式               | 对应课程目标 |
|------------------|----|--------------------|--------|
| 1 电路分析的基本知识      | 4  | 课堂授课，每大节课后练习 2~3 题 | 1      |
| 2 简单电阻电路         | 4  | 课堂授课，每大节课后练习 2~3 题 | 1      |
| 3 等效变换与等效电路      | 6  | 课堂授课，每大节课后练习 2~3 题 | 1      |
| 4 电路分析的基本方法及定理   | 10 | 课堂授课，每大节课后练习 2~3 题 | 1/2    |
| 5 正弦稳态电路         | 10 | 课堂授课，每大节课后练习 2~3 题 | 1/2    |
| 6 正弦稳态功率         | 4  | 课堂授课，每大节课后练习 2~3 题 | 1/2    |
| 7 三相电路           | 4  | 课堂授课，每大节课后练习 2~3 题 | 1/2    |
| 8 互感电路           | 6  | 课堂授课，每大节课后练习 2~3 题 | 1/2    |
| 9 滤波器与多频率电路      | 6  | 课堂授课，每大节课后练习 2~3 题 | 1/2    |
| 10 动态电路的时域分析     | 10 | 课堂授课，每大节课后练习 2~3 题 | 1/2    |
| 11 动态电路的拉普拉斯变换分析 | 4  | 课堂授课，每大节课后练习 2~3 题 | 1/2    |
| 12 双口网络          | 4  | 课堂授课，每大节课后练习 2~3 题 | 1      |

#### 第 1 章 电路分析的基本知识

##### 主要内容：

- 1、电路和电路模型。
- 2、电路变量及参考方向。
- 3、基尔霍夫定律。
- 4、电阻元件及欧姆定律。二极管的电路模型。
- 5、电压源与电流源及受控源。
- 6、功率的计算。

##### 基本要求：

建立实际电路与电路模型的概念。

熟练掌握以下内容：电路变量（电压和电流）及其参考方向；电路元件及其约束关系；电功率的计算方法；基尔霍夫定律，并能正确应用 KCL 和 KVL 列写电路方程。

了解线性和非线性的概念。

能力：能够应用基尔霍夫定律分析计算简单电路。



## 第2章 简单电阻电路

### 主要内容:

- 1、串联电路和单回路电路。
- 2、并联电路和单节点电路。
- 3、电位的计算。
- 4、串-并联电路的等效电阻。
- 5、分压公式和分流公式的应用。

### 基本要求:

熟练掌握以下内容:电阻串联和并联;单回路电路和单节点电路的计算;电路中开路和短路的概念。

掌握电位的计算、分压和分流公式的应用。

能力:能够简化电路,且正确应用分压公式及分流公式。

## 第3章 等效变换与等效电路

### 主要内容:

- 1、无源网络等效变换。
- 2、电源等效变换。
- 3、含受控源的等效变换。
- 4、电阻的Y- $\Delta$ 等效变换。
- 5、电桥电路
- 6、运算放大器电路,含运算放大器电路分析。

### 基本要求:

熟练掌握等效和等效变换概念;串联和并联电阻电路的计算;星形联接与三角形联接的等效变换;电桥电路与对称网络;非理想电源的等效变换,含受控源的等效电阻的计算。

能力:能够对无源网路计算等效电阻,特别是含受空源等效电阻的计算,有源电路等效变换。

## 第4章 电路分析的基本方法

### 主要内容:

- 1、网孔分析法。
- 2、节点分析法和弥尔曼定理。
- 3、齐性原理与叠加定理。
- 4、替代定理。
- 5、戴维南和诺顿定理。
- 7、最大功率传输定理。

8、对偶原理。

**基本要求：**

牢固掌握网孔法、节点法的原理、方程的列写和计算。

掌握两个节点的节点方程（弥尔曼定理）。

熟练掌握叠加定理；戴维南定理和诺顿定理的内容、适用条件及应用。

理解匹配的概念和掌握最大功率传输定理及应用。

能力：能够应用网孔法、节点法、叠加定理；戴维南定理和诺顿定理、最大功率传输定理分析并计算复杂电阻性电路。

## 第5章 正弦稳态电路

**主要内容：**

- 1、正弦波与相量。
- 2、频域下的三个基本元件。
- 3、频域下的电路定律
- 4、RLC 串联和 RLC 并联电路。
- 5、简单电路分析。
- 6、复杂电路分析。
- 7、相量图分析

**基本要求：**

深刻理解下列概念：正弦波的振幅（最大值）、角频率、相位和初相位，正弦波的瞬时值、有效值、相位差、超前、落后，正弦波的相量，相量图，电压三角形，电流三角形，感性、容性、阻抗、导纳、电抗、电纳。

熟练掌握电路元件 RLC 的电压—电流关系的相量形式；阻抗、导纳及其等效互换。

深刻理解相量法的基本概念及其在正弦稳态电路分析中的作用，并能熟练运用相量法计算正弦稳态电路。

能力：相量形式下能够分析简单交流电路及复杂交流电路，应用相量图分析简单电路。

## 第6章 正弦稳态功率

**主要内容：**

- 1、正弦稳态电路的功率及意义。
- 2、功率因数及其提高。
- 3、最大功率传输。

**基本要求：**

深刻理解下列概念：有功功率、无功功率、视在功率、复功率和功率因数；功率三角形。

熟练计算正弦稳态电路的有功功率。

了解功率因数及其提高和最大功率传输。

能力：能够计算交流电路各种功率，灵活应用功率三角形分析计算功率因数及其提高。理解最大功率传输。

## 第7章 三相电路

### 主要内容：

- 1、三相电路的基本概念
- 2、对称三相电路的计算
- 3、不对称三相电路的计算
- 4、三相电路的功率及测量
- 5、三相系统的配电方式

### 基本要求：

深刻理解三相电路的连接方式，对称三相制的概念，相序、相电压、相电流、线电压、线电流、三相电路功率等概念。

熟练掌握对称三相电路的分析与计算。了解不对称三相电路的分析与计算。

能力：利用线电量与相电量的关系，分析并计算对称三相电路。简单不对称三相电路能够计算。

## 第8章 互感电路

### 主要内容：

- 1、耦合电感的伏安关系。
- 2、含耦合电感电路的计算。
- 3、空心变压器电路分析。
- 4、理想变压器电路分析。
- 5、特殊变压器，实际变压器的特性。

### 基本要求：

理解耦合电感的伏安关系，同名端。

熟练运用相量法计算含耦合电感电路的电压、电流及功率；

掌握去耦等效电路的方法。

了解空心变压器电路的反映阻抗法。

理解理想变压器模型的伏安关系；掌握理想变压器的阻抗变换作用以及含理想变压器的分析方法。了解特殊变压器，实际变压器的特性。

能力：能够应用耦合电感的伏安关系、去耦等效电路、空心变压器电路的反映阻抗法分析并计算耦合电路；能够应用理想变压器模型的伏安关系分析并计算含理想变压器电路。

## 第9章 滤波器与多频率电路

**主要内容：**

- 1、电路频率响应。
- 2、带通网络与串联谐振。
- 3、并联谐振。
- 4、谐振滤波器，有源滤波器
- 5、多频率电路的平均功率和有效值。
- 6、多频率电路的分析。

**基本要求：**

掌握串联谐振、并联谐振、谐振频率、特性阻抗、品质因素、通频带和选频的概念；低通、高通和带通的概念。

熟练掌握有效值、平均值、平均功率和多频电路的计算。

了解滤波及滤波电路的概念。

能力：能够分析并计算谐振电路及多频电路电路。

**第10章 动态电路的时域分析**

**主要内容：**

- 1、动态网络与换路定律。
- 2、RC 电路的响应。
- 3、一阶电路的三要素法。
- 4、二阶电路方程的建立。
- 5、零输入响应的性质。
- 6、直流输入的全响应。

**基本要求：**

深刻理解和掌握动态元件、动态电路、过渡过程、换路定则、初始条件和时间常数等概念。

熟练掌握一阶动态电路微分方程的建立和求解；熟练计算零输入响应、零状态响应、全响应、暂态分量和稳态分量的计算。

牢固掌握求解一阶动态电路的三要素法。

深刻理解 RLC 电路有可能产生过阻尼、临界阻尼、欠阻尼、自由振荡的四种工作状态的概念及产生的条件。

了解二阶 RLC 串联与 RLC 并联电路微分方程的建立与各类响应的求解。

能力：能够分析并计算一阶电路，深刻理解二阶电路的四种工作状态。

**第11章 动态电路的拉普拉斯变换分析**

**主要内容：**

- 1、拉普拉斯变换与反变换。
- 2、单个元件的 S 域模型。
- 3、动态电路的 S 域模型。
- 4、动态电路 S 域计算。

基本要求：

掌握几个基本常用函数的拉普拉斯变换，部分分式法的反变换方法。理解 R、L、C 单个元件的 S 域模型，几种 S 域模型的关系。掌握一般动态电路的 S 域模型的步骤，用拉普拉斯变换分析动态电路的方法。

能力：能够有拉普拉斯变换及反变换分析动态电路。

## 第12章 双口网络

主要内容：

- 1、双口网络的基本概念。
- 2、双口网络的 Z 参数和 Y 参数。
- 3、双口网络的 T 参数和 H 参数。
- 4、双口网络的等效电路。

基本要求：

掌握双口不含独立电源时的 Z 和 Y 方程及其参数。

了解二端口的等效电路，具有端接二端口的分析方法。

能力：能够对电路建立特性方程。

## 五、教学方法

本课程具有基本概念多、电路分析方法灵活等特点，是大学阶段最难学的课程之一。是本专业第一门专业基础课，与先修课程相比，无论在基本概念还是分析方法等方面都有很大的不同，使得学生在初学阶段极不适应。因此，任课教师在上课期间应加强对学生学习思维和学习方法的引导和转变。其教学方法和手段如下：

1. 以“互动式”方法为主导，实施“以学生为主体、以教师为主导”的基于探索和研究的教学模式。精选讲课内容，精讲重点难点，精讲电路分析方法，注重解题的灵活性。
2. 采用线上与线下教学及答疑形式，每次课后布置习题。
3. 为学生推荐与本课程相关的慕课，在课外观看部分教学内容的视频，扩大学生的知识面，分享一流大学的优质教学资源。

## 六、考核及成绩评定方式

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括考勤课堂讨论、作业等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
|  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 掌握电路的基本概念、基本理论。熟练应用公式，掌握电路基本计算方法，熟悉电路、模型及其变换，具备分析计算简单电路的能力。掌握电路分析方法、电路定理，能够分析并计算直流、交流及动态电路中电流、电压、功率等物理量，具备分析计算复杂电路的能力。 | 全勤，作业中基本概念清晰、公式应用正确、应用电路分析方法、电路定理，正确分析并计算直流、交流及动态电路中电流、电压、功率等物理量。 | 缺一次课，作业中基本概念清晰公式应用正确、应用电路分析方法、电路定理，正确分析并计算直流、交流及动态电路中电流、电压、功率等物理量。 | 缺课，作业中基本概念清晰、公式应用正确、应用电路分析方法、电路定理，分析并计算直流、交流及动态电路中电流、电压、功率等物理量时出现错误。 | 缺课，作业中基本概念清晰、公式应用正确、应用电路分析方法、电路定理，分析并计算直流、交流及动态电路中电流、电压、功率等物理量时错误较多。 |

期末考试（百分制）闭卷，题型包括：选择填空题、分析与计算题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求  | 评价标准  |  |  |   | 比例 (%) |
|------|---|---|--|--|---|--------|
|      |   | 优秀 (0.9-1)                                      | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)                                      | 不合格 (0-0.59)  |        |
| 目标 1 | 掌握电路的基本概念、基本理论。熟练应用公式，掌握电路基本计算方法，熟悉电路、模型及其变换，具备分析计算简单电路的能力，能建立双口网络特性方程。 | 基本概念清晰、基本理论熟练、公式应用正确、熟悉电路、模型及其变换，对简单电路能很好地分析计算。 | 基本概念清晰、基本理论熟练、公式应用正确、熟悉电路、模型及其变换，对简单电路能较好地分析计算。      | 基本概念清晰基本理论熟练、公式应用正确、电路、模型及其变换不太熟练，对简单电路分析计算比较模糊。   | 基本概念、基本理论不太熟练、公式应用模糊、电路、模型及其变换出现较多错误，对简单电路分析计算比较模糊。 | 40     |
| 目标 2 | 掌握电路分析方法、电路定理，能够分析并计算直流、交流及动态电路中电流、电压、功率等物理量，具备分析计算复杂电路的能力。             | 应用电路分析方法、电路定理，正确分析并计算直流、交流及动态电路中电流、电压、功率等物理量。   | 应用电路分析方法、电路定理，正确分析并计算直流、及动态电路中电流、电压、功率等物理量。交流电路计算良好。 | 应用电路分析方法、电路定理，正确分析计算直流中电流、电压、功率等物理量。动态电路、交流电路计算一般。 | 应用电路分析方法、电路定理，分析并计算直流、交流及动态电路中电流、电压、功率等物理量时错误较多。    | 60     |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

表 2 《电路理论》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |   |                       |                      |       |   |        |
|--|---|-----------------------|----------------------|-------|---|--------|
| 课程名称   | 电路理论  | 课程性质                  | 工程基础, 必修             |       | 学时学分  | 72/4.5 |
| 开课学期   |   | 专业班级                  |                      | 考核方式  | 考试, 闭卷  |        |
| 任课教师:  |   |                       |                      |       |   |        |
| 评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师   |   |                       |                      |       |   |        |
| 二、课程目标达成评估   |   |                       |                      |       |   |        |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源                 |                      |       |   |        |
|  |   | 评价依据                  | 分值                   | 平均分   | 达成度值 $K_M$ 评价方式   |        |
| 1.3 对所建立的数学模型和原理方程进行推演, 分析其是否能满足电气工程领域中复杂系统要求。   | 目标 1: 掌握电路的基本概念、基本理论。熟练应用公式, 掌握电路基本计算方法, 熟悉电路、模型及其变换, 具备分析计算简单电路的能力, 能建立双口网络特性方程。 | 期末考试: 电路理论的基本知识 (40分) | T10=40<br>试题构成<br>说明 | T1=24 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br><br>=0.675 |        |
|  |   | 平时作业                  | A10=100              | A1=85 |   |        |
| 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理, 识别、描述和分析电气设备与电力系统中的各单元电路组成和主要参数, 并能对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行表达和建模。 | 目标 2: 掌握电路分析方法、电路定理, 能够分析计算直流、交流及动态电路中电流、电压、功率等物理量, 具备分析计算复杂电路的能力。                | 期末考试: 电路分析与计算 (60分)   | T20=60<br>试题构成<br>说明 | T2=32 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br><br>=0.63  |        |
|  |   | 平时作业                  | A20=100              | A2=85 |   |        |
| 三、课程评价与分析  |   |                       |                      |       |   |        |
| 考核结果总结   |   |                       |                      |       |   |        |
| 持续改进方法   |   |                       |                      |       |   |        |

## 七、教材和参考书

1. 《电路分析》金波. 高等教育出版社, 2011 年
2. 《电路分析基础》金波. 西安电子科技大学出版社, 2008
3. 《电路分析基础 (第 5 版) (上)》.李翰荪. 高等教育出版社, 2017 年
4. 《电路分析基础 (第 5 版) (下)》.李翰荪. 高等教育出版社, 2017 年
5. 《电路分析基础 (第 2 版)》周蓉.巨辉. 高等教育出版社, 2018 年
6. 《电路分析 (第 3 版)》.胡翔骏. 高等教育出版社, 2016 年
7. 《电路 (第七版)》. Jams W.Nilsson, Susan A.Riedel. 周玉坤等译. 电子工业出版社, 2005
8. 《工程电路分析(第七版)》 William H.Hayt,Jr., Jack E.Kemmerly, Steven M.Durbin. 周

玲玲等译. 电子工业出版社, 2007

## 《C 语言程序设计》教学大纲

课程名称: C 语言程序设计 (The C Programming Language)

课程编码: 1501XK014

课程类别: 工程基础-必修

学 分: 4 分

总 学 时: 64 学时, 其中, 理论学时: 48 学时; 上机学时: 16 学时

适用专业: 电子信息类专业、电气类专业

先修课程: 高等数学

执 笔 人: 周笋鱼

审 订 人: 杜 红

### 一、课程性质

本课程是电子信息类专业、电气类专业的一门工程基础课, 以介绍 C 语言程序设计的基本知识和程序设计方法为教学目标, 是一门理论性、实践性很强的科学素养课程。通过对 C 语言的相关概念、语法规则及其程序设计思想和方法的理论和实践教学, 培养学生的科学思维方式, 使学生掌握 C 语言编程的基本知识和编程技术, 树立严谨的科学态度, 培养学生规范的工程意识, 促进学生基本程序设计综合素养的培养和工作作风的训练, 使其具备一定的软件分析和软件设计的能力。

### 二、课程目标

#### (一) 育人目标

从培养学生的职业理想、家国使命感、纪律观念、价值观、人生观、工匠精神、人文精神、科研态度、团队协作等方面入手, 将育人要素和 C 语言专业知识水乳相融到教学中, 凝聚成学生对国家、民族、团队和自己的认同和自信。

通过基本语法、规则的学习, 培养学生遵守纪律, 尊重规则, 敬畏法律; 通过计算机发展的故事和计算机解决问题的方法, 培养学生正确的人生观、价值观、团结合作、乐于助人的意识形态; 通过模块化编程、结构化设计的思想奠定科学研究态度和工匠精神; 通过复杂数据处理、复杂类型定义, 培养学生专业素质和大局观, 锻炼学生分析问题和解决问题的能力, 培养学生成为德才兼备, 对国家和对社会有益的人才。

#### (二) 知识和能力目标

1、掌握 C 语言的相关概念、语法规则等基本知识及其程序设计思想, 能够将其应用于电子信息系统单元的软件分析、设计和仿真 (毕业要求 1.3)。

2、掌握自顶向下, 模块化编程思想和科学思维方法, 能够针对电子信息软件系统特定需求及性能指标, 完成单元模块的软件设计 (毕业要求 3.2)。



课程目标与毕业要求指标点对应关系

|        |                                    |
|--------|------------------------------------|
| 课程目标   | 毕业要求指标点                            |
| 课程目标 1 | 1.3 能运用计算机相关基础知识对电子信息系统单元模块进行推演与分析 |
| 课程目标 2 | 3.2 能够根据电子信息系统特定性能指标需求设计系统的各单元模块   |

### 三、基本要求

本课程是一门理论性、实践性很强的工程基础课。主要讲述 C 语言的基本语法规则、模块化编程思想和基本算法。培养学生程序设计、开发与测试能力，应用计算思维方法去分析和解决问题的能力，为学习后续课程和进一步获得程序设计相关知识等奠定坚实的基础。

在 C 语言课程讲述及其上机过程中，注重培养学生的软件分析、设计和仿真的能力，树立其模块化编程思想和科学思维方法，运用结构化编程、模块化设计的方法进行问题的分析和建模，结合基本算法使学生能够针对不同问题的性能指标及特定需求，完成相应的软件设计。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、上机实践、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容         | 学时 | 思政元素   | 教学模式               | 对应课程目标 |
|----|--------------|----|--|--------------------|--------|
| 1  | C 语言概述       | 2  | 通过计算机行业发展前景，软件工具的发展和现状，硬件、软件和计算机语言的发展历史，引发学生对未来职业愿景，激发学生对国家和民族的认同感，确立自己的发展目标，厘清新时代与个人成才的关系，从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 1      |
| 2  | 数据类型、运算符与表达式 | 4  | 通过语法、规则的讲述，使学生建立对规则的遵守，要学会遵守制度、敬畏法律，为自己的行为负责，树立正确的价值观和人生观；让学生了解编程开发规范的重要性，培养学生的职业素养，体现工匠精神。              | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 1      |
| 3  | 顺序结构程序设计     | 4  | 分析程序的基本结构和流程，培养学生逻辑思维和一致的态度；注重文化修养、道德修养的输入，为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。  | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 1      |
| 4  | 选择结构程序设计     | 4  | 通过选择结构的判断和处理，引导学生在人生道路上面对不同境遇时，做出正确判断和处理；面临个人利益与国家利益相冲突时，要以国家利益为重。                                       | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 1      |
| 5  | 循环结构程序设计     | 4  | 培养学生持之以恒，百折不挠，不断打磨专业能力的品质和工匠精神。  | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 1      |
| 6  | 数组           | 6  | 以物以类聚、人以群分，近朱者赤、近墨者黑的思想，鼓励学生多与正能量的人交往，树立正确的社会价值取向。   | 课堂授课，课后练习 6 题，上机实践 | 1      |

|    |         |   |   |                        |     |
|----|---------|---|---|------------------------|-----|
| 7  | 函数      | 8 | 以分而治之的思想，将复杂问题简单化，强调团队的重要，团员要分工合理、团结协作，凸显人文精神与科研态度，增强同学之间团结友爱、互帮互助精神。   | 课堂授课，课后练习 6 题，上机实践     | 1/2 |
| 8  | 指针      | 8 | 指针灵活，但万变不离其宗，可以锻炼学生的耐心和战胜困难意志力，也坚定同学们做事的恒心。   | 课堂授课，课后练习 5 题部分自学，上机实践 | 1/2 |
| 9  | 结构体与共用体 | 5 | 在解决复杂问题时，通过用户自我设计和实现类型，将不同类型的数据集合一起，封装数据，简化操作，培养学生团队意识，引导学生从全局考虑，达成“分析->设计->研究->解决问题”的方法，建立大局观，培养学生的学习和研究能力、合作协同意识。 | 课堂授课，课后练习 3 题部分自学，上机实践 | 1/2 |
| 10 | 文件      | 3 | 学会保存资料和资源共享，提高信息安全和保密意识；学会储备知识、储备素养、储备能力，为自己的人生奠定基础。  | 课堂授课，课后练习 2 题部分自学，上机实践 | 1/2 |

### 第一章 C 语言概述

- 1、C 语言的发展简史和特点
- 2、C 语言的程序结构与书写规则
- 3、C 语言的语句及关键字
- 4、VC++ 6.0 集成开发环境

本章重点：

了解计算机语言的发展及 C 语言的特点；

掌握 C 程序上机方法和步骤。

### 第二章 数据类型、运算符与表达式

- 1、C 语言的数据类型
- 2、整型数据、实型数据和字符型数据
- 3、算术、赋值运算符及其表达式
- 4、C 语言特有的运算符与表达式

本章重点：

了解变量和常量的概念和表示方法；

掌握基本数据类型；

掌握常用运算符和 C 语言特有的运算符及表达式的用法。

能力：能够将 C 语言特有的运算符及表达式用于电子信息系统单元的软件设计问题。

### 第三章 顺序结构程序设计

- 1、数据的输入和输出
- 2、顺序结构程序设计

本章重点：

掌握数据输入/输出函数的使用方法；

掌握顺序结构程序设计的基本方法。

能力：能够用顺序结构程序设计解决电子信息系统单元的软件中的程序设计问题。

#### 第四章 选择结构程序设计

- 1、关系运算符、逻辑运算符及其表达式
- 2、if 语句和条件表达式
- 3、switch 语句
- 4、程序举例

本章重点：

理解关系运算符和逻辑运算符及表达式的用法；

掌握 if 语句的三种形式和 switch 语句的用法；

掌握选择结构程序设计的基本方法。

能力：能够用选择结构程序设计解决电子信息系统单元的软件中的程序设计问题。

#### 第五章 循环结构程序设计

- 1、while 语句、do-while 语句和 for 语句
- 2、break 语句和 continue 语句
- 3、循环的嵌套
- 4、程序举例

本章重点：

理解 break 语句和 continue 语句的使用及区别；

掌握三种循环语句的用法；

掌握循环结构程序设计的基本方法。

能力：能够用循环结构程序设计解决电子信息系统单元的软件中的程序设计问题。

#### 第六章 数组

- 1、一维数组的定义和使用
- 2、二维数组的定义和使用
- 3、字符数组的定义和使用
- 4、数组应用实例

本章重点：

掌握一维数组的定义和引用，并能够灵活运用；

掌握字符数组及字符串的定义和使用；

掌握一维和二维数组编程的方法与典型算法；

掌握字符串函数的用法。

能力：能够在电子信息系统单元的软件中的程序设计问题中正确使用数组。

#### 第七章 函数

- 1、函数概述及定义
- 2、函数的调用
- 3、数组作为函数的参数传递
- 4、变量的作用域和生存期

本章重点：

- 理解函数的意义；
- 理解函数调用中值传递的意义和用法；
- 理解函数调用中地址传递的意义和用法；
- 掌握函数定义、调用和声明的用法；
- 理解变量的作用域和存储类别。

能力：能够在电子信息系统单元的软件编程中，根据模块的要求及性能指标，完成各模块函数的软件设计。

## 第八章 指针

- 1、指针和地址
- 2、指针变量的定义、初始化及使用
- 3、指针与数组及字符串
- 4、指针数组和多级指针

本章重点：

- 掌握指针变量的定义和应用；
- 掌握指向数组的指针变量；
- 掌握指针与字符串的关系；
- 掌握指针变量作为函数参数的用法。

能力：能够在电子信息系统单元的软件中模块程序设计中正确使用指针。

## 第九章 结构体与共用体

- 1、结构体类型及变量的定义和使用
- 2、共用体(联合体)类型
- 3、动态存储分配及链表
- 4、枚举类型
- 5、类型重定义 typedef
- 6、位操作及位段

本章重点：

- 理解结构体数组的定义和数组元素的引用；
- 掌握结构体与共用体类型数据的定义、初始化及引用方法；
- 掌握位操作运算符的运算规则、优先级和实际应用。

## 第十章 文件

- 1、文件概述
- 2、文件类型指针
- 3、文件的操作

本章重点：

理解文件类型指针的概念；

掌握文件打开与关闭、文件读写操作的相关标准函数。

能力：能够在电子信息系统单元设计中应用文件操作实现数据的存取。

### 五、上机实践与学时分配

上机项目与类型

| 序号 | 实验项目     | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|----------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |          |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |
| 1  | 顺序结构程序设计 | 2  |      | √  |    |    | 1      | 1.3       |
| 2  | 选择结构程序设计 | 2  |      | √  |    |    | 1      | 1.3       |
| 3  | 循环结构程序设计 | 2  |      | √  |    |    | 1      | 1.3       |
| 4  | 数组       | 2  |      | √  |    |    | 1      | 1.3       |
| 5  | 函数       | 2  |      | √  |    |    | 1、2    | 1.3、3.2   |
| 6  | 指针       | 2  |      | √  |    |    | 1、2    | 1.3、3.2   |
| 7  | 结构体与共用体  | 2  |      | √  |    |    | 1、2    | 1.3、3.2   |
| 8  | 文件       | 2  |      | √  |    |    | 1、2    | 1.3、3.2   |

#### 上机一顺序结构程序设计

##### 1. 内容及要求

熟悉编程环境，掌握赋值语句的使用方法，掌握各种类型数据的输入输出方法，掌握上机步骤，掌握顺序结构编程。

##### 2. 编程环境

Microsoft Visual C++ 6.0(VS 其他版本均可)

#### 上机二选择结构程序设计

##### 1. 内容及要求

了解 C 语言表示逻辑量的方法，能够正确使用逻辑运算符及表达式，熟练掌握 if 语句和 switch 语句，结合程序掌握一些简单算法。

##### 2. 编程环境

Microsoft Visual C++ 6.0(VS 其他版本均可)

#### 上机三循环结构程序设计

##### 1. 内容及要求

熟练掌握 while 语句、do...while 语句和 for 语句实现循环的方法；掌握穷举、迭代、

递推等常用算法，进一步学习调试程序。

## 2. 编程环境

Microsoft Visual C++ 6.0(VS 其他版本均可)

上机四数组

### 1. 内容及要求

掌握一维数组和二维数组的定义、赋值和输入输出的方法；掌握字符数组和字符串函数的使用；掌握与数组有关的算法，特别是排序算法。

## 2. 编程环境

Microsoft Visual C++ 6.0(VS 其他版本均可)

上机五函数

### 1. 内容及要求

熟悉函数定义和函数声明的方法，掌握函数调用的方法及其利用函数实现指定的任务；学习对多文件的程序的编译和运行。

## 2. 编程环境

Microsoft Visual C++ 6.0(VS 其他版本均可)

上机六指针

### 1. 内容及要求

掌握指针和间接访问的概念并能够定义和使用指针变量；能正确使用数组的指针和指向数组的指针变量；能正确使用字符串指针和指向字符串的指针变量。

## 2. 编程环境

Microsoft Visual C++ 6.0(VS 其他版本均可)

上机七结构体与共用体

### 1. 内容及要求

掌握结构体类型变量的定义和使用；掌握结构体类型数组的定义和使用；了解链表的概念和操作方法。

## 2. 编程环境

Microsoft Visual C++ 6.0(VS 其他版本均可)

上机八文件

### 1. 内容及要求

了解文件和文件指针的概念；学会使用文件操作函数实现对文件打开、关闭、读、写等操作；学会对数据文件进行简单的操作。

## 2. 编程环境

Microsoft Visual C++ 6.0(VS 其他版本均可)

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科基础性课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、上机实践等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握 C 语言基础知识和编程思想的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生阅读程序和分析程序能力的目的，同时开展作业分析，精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、编程论坛，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 上机教学

C 语言程序设计是一门实践性很强的课程。为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的编程能力和思维方式。本课程配合理论学习，安排有 16 学时的上机。上机课要求学生在教师的指导下，能独立完成相关上机程序，实现所要求的功能。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及上机等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 掌握 C 语言的相关概念、语法规则等基本知识及其程序设计思想,能够将其应用于电子信息系统单元的软件分析、设计和仿真<br>掌握自顶向下,模块化编程思想和科学思维方法,能够针对电子信息软件系统特定需求及性能指标,完成单元模块的软件设计 | C 语言的相关概念、语法知识不清晰,具备非常好的软件分析、设计和仿真的能力。<br>具有非常好模块化编程思想及习惯,所设计的软件模块能够正常工作。并具备调试及优化软件的能力 | C 语言的相关概念、语法知识较为清晰,具备较好的软件分析、设计和仿真的能力。<br>具有较好的模块化编程思想及习惯,所设计的软件模块能够正常工作。初步具备了调试及优化软件的能力 | C 语言的相关概念、语法知识基本清晰,具备初步的软件分析、设计和仿真的能力。<br>具有基本的模块化编程思想及习惯,所设计的软件模块语法错误和逻辑错误较少。 | C 语言的相关概念、语法知识不清晰,不具备软件分析、设计和仿真的能力。<br>不具有模块化编程思想及习惯,所设计的软件模块存在较多的语法错误和逻辑错误。 |

期末考试（百分制）闭卷，题型包括：选择题、填空题、程序分析题、编程题。

### 课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求   | 评价标准                                   |  |   |  | 比例 (%) |
|------|--|--|--|---|--|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)                             | 良好 (0.7-0.89)                          | 合格 (0.6-0.69)                             | 不合格 (0-0.59)                           |        |
| 目标 1 | 掌握 C 语言的相关概念、语法规则等基本知识及其程序设计思想, 能够将其应用于电子信息系统单元的软件分析、设计和仿真 | C 语言的相关概念、语法规则知识不清晰, 具备非常好的软件分析、设计的能力。 | C 语言的相关概念、语法规则知识较为清晰, 具备较好的软件分析、设计的能力。 | C 语言的相关概念、语法规则知识基本清晰, 具备初步的软件分析、设计和仿真的能力。 | C 语言的相关概念、语法规则知识不清晰, 不具备软件分析、设计的能力。    | 40     |
| 目标 2 | 掌握自顶向下, 模块化编程思想和科学思维方法, 能够针对电子信息软件系统特定需求及性能指标, 完成单元模块的软件设计 | 具有非常好模块化编程思想及习惯, 所设计的软件模块能够正常工作。       | 具有较好的模块化编程思想及习惯, 所设计的软件模块能够正常工作。       | 具有基本的模块化编程思想及习惯, 所设计的软件模块语法错误和逻辑错误较少。     | 不具有模块化编程思想及习惯, 所设计的软件模块存在较多的语法错误和逻辑错误。 | 60     |

注: 该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为: 考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《C 语言程序设计》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |   |                             |                  |       |   |
|--|---|-----------------------------|------------------|-------|---|
| 课程名称   | C 语言程序设计  | 课程性质                        | 工程基础, 必修         | 学时学分  | 64/4  |
| 开课学期   |   | 专业班级                        |                  | 考核方式  | 考试, 闭卷  |
| 任课教师:  |   |                             |                  |       |   |
| 评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师   |   |                             |                  |       |   |
| 二、课程目标达成评估   |   |                             |                  |       |   |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源                       |                  |       |   |
|  |   | 评价依据                        | 分值               | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式   |
| 毕业要求 1.3 能运用计算机的基础知识对电子信息工程专业中信号处理与传输领域复杂工程问题电子信息软件系统模块进行合理简化、建模与推演。 | 目标 1: 掌握 C 语言的相关概念、语法规则等基本知识及其程序设计思想, 能够将其应用于电子信息软件系统单元的软件分析、设计和仿真。 | 期末考试: C 语言的基本概念、基本语法 (20 分) | T10=20<br>试题构成说明 | T1=15 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3 = 0.78$ |
|  |   | 期末考试: C 语言的基本应用 (20 分)      | T20=20<br>试题构成说明 | T2=15 |   |
|  |   | 平时成绩                        | A10=100          | A1=85 |   |
| 毕业要求 3.2 能够根据电子信息软件系统特定性能指标需求设计系统的各单元模块;                             | 目标 2: 掌握自顶向下, 模块化编程思想和科学思维方法, 能够针对电子信息软件系统特定需求及性能指标, 完成单元模块的软件设计。   | 期末考试: C 语言的程序分析 (30 分)      | T30=30<br>试题构成说明 | T3=22 | $\frac{T3+T4}{T30+T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.75$ |
|  |   | 期末考试: C 语言的编程实践 (30 分)      | T40=30<br>试题构成说明 | T4=20 |   |
|  |   | 平时成绩                        | A20=100          | A2=85 |   |
| 三、课程评价与分析  |   |                             |                  |       |   |
| 考核结果总结   |   |                             |                  |       |   |
| 持续改进方法   |   |                             |                  |       |   |



## 八、教学参考书

教材：

1. 谭浩强,《C 程序设计》(第五版),清华大学出版社,2017年。
2. 谭浩强,《C 程序设计》(第五版)学习辅导,清华大学出版社,2017年。

教学参考书：

1. 杜红, C 语言程序设计(第 1 版),清华大学出版社,2013 年
2. 伍鹏, C 语言习题集与上机指导(第 1 版),清华大学出版社,2013 年
3. (美) Stephen Prata, C Primer Plus(第六版)中文版,人民邮电出版社,2019 年
4. 中国大学 MOOC,, 2018 年国家精品在线开放课程, C 程序设计, 浙江大学翁恺教授, <https://www.icourse163.org/>
5. 中国大学 MOOC, 2018 年国家精品在线开放课程, C 语言程序设计, 大连理工大学(5 位教师), <https://www.icourse163.org/>

## 《模拟电子技术》教学大纲

课程名称：模拟电子技术 (Analogue Electronics)

课程编号：1501XK015

课程类别：工程基础-必修

学分：3.5 分

总学时：56 学时，其中，授课学时：56 学时

适用专业：电气类专业

先修课程：高等数学、大学物理、电路理论

执笔人：余新平

审订人：邹学玉

### 一、课程性质

本课程是电气工程及其自动化专业的工程基础课，具有很强的实践性和工程性。通过本课程学习，学生能够掌握模拟电路的基本概念、基本结构、基本理论，使学生了解电路分析等先修课程在模拟电路中的应用，具备模拟电子系统及其单元电路的分析、设计和应用能力，并为后续课程的学习和应用打好基础。

### 二、课程目标

#### (一) 育人目标

结合各个专业的人才培养要求，立足学校办学定位，从“家国情怀”、“专业素养”、“人文知识”、“辩证唯物主义观”四个方面入手，以“人和事”为主线，由国家到地方，由团队到个人，由远及近，由历史传承到时政热点，培养学生的家国情怀、专业素养、人文知识、分析问题解决问题的能力。

#### (二) 知识和能力目标

1、掌握模拟电路的基本概念和基础知识，对半导体器件、集成运算放大器以及由它们构成的常用模拟电路有较系统的认识，熟悉典型单元电路的结构特点、建模方法和性能指标。(毕业要求 1.3)

2、掌握模拟电路的基本分析方法，能够对模拟电路进行定性的功能分析和相关参数的定量计算。熟悉典型模拟单元电路的基本应用，初步具备模拟电路的设计与实现的能力。（毕业要求 2.1）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.3 对所建立的数学模型和原理方程进行推演,分析其是否能满足电气工程领域中复杂系统要求  |
| 课程目标 2 | 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别、描述和分析电气设备与电力系统中的各单元电路组成和主要参数,并能对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行表达和建模 |

### 三、基本要求

本课程以半导体器件为基础、以放大电路为重点、以集成运放为核心,主要介绍常用模拟电路:电压放大电路、差分放大电路、功率放大电路、负反馈放大电路、信号运算与滤波电路、信号产生与变换电路、直流稳压电源等,密切联系模拟电路的分析和设计,具有很强的实用性。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系,掌握半导体器件的基本特性、各类放大电路、集成运放电路的结构特点与建模方法,能够运用电路理论分析电路性能指标。

在模拟电路分析的讲述中,注意培养学生综合运用所学知识的能力,掌握模拟电路在不同工作状态下的建模与分析方法。

在模拟电路设计与应用的讲述中,应结合电子系统性能指标需求,根据不同功能电路的特点,提出合适的解决方案。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容,课时安排,并说明教学重点与难点、主要教学模式(包括授课、自学、实验、课程设计、大作业等)以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容          | 学时 | 思政元素  | 教学模式                    | 对应课程目标 |
|----|---------------|----|---|-------------------------|--------|
| 1  | 绪论            | 2  | 通过我国电子技术的发展历史和应用,培养学生学习该课程的兴趣                     | 课堂授课,课后练习 2 题           | 1      |
| 2  | 集成运放及其基本应用    | 6  | 国产集成运放器件的发展;模拟集成电路的发展状况,引导学生了解电子技术的最新发展动态         | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 6 题、测验   | 1/2    |
| 3  | 半导体二极管及其基本电路  | 4  | 第 3 代半导体介绍;我国半导体产业发展的不足,培养学生的忧患意识和责任意识            | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 4 题      | 1/2    |
| 4  | 晶体三极管及其基本放大电路 | 12 | 华为公司介绍;美国打压华为事件,培养学生的创新意识和国家意识                    | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 8 题      | 1/2    |
| 5  | 场效应管放大电路      | 4  | 通过央视“大国工匠”案例介绍,培养学生精益求精的大国工匠精神                    | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 2 题、测验   | 1/2    |
| 6  | 集成运算放大器电路     | 6  | 神州系列飞船发射成功案例分析,培养学生家国情怀、专业素养和责任担当                 | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 4 题,部分自学 | 1/2    |
| 7  | 反馈放大电路        | 6  | 穿插一些人文趣事和科学家故事,引导学生具有家国情怀和责任担当                    | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 6 题,测验   | 1/2    |
| 8  | 信号的运算与滤波电路    | 4  | 结合集成运放工作在不同区域、具有不同特点、适合不同应用场合这一课程内容,引导学生分析解决问题的能力 | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 3 题,部分自学 | 1/2    |

|    |           |   |   |                            |     |
|----|-----------|---|---|----------------------------|-----|
| 9  | 信号产生与变换电路 | 8 | 信号如何实现从无到有？培养学生从量变到质变的辩证唯物主义观                 | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 6 题         | 1/2 |
| 10 | 直流电源      | 4 | 让学生在开始本章前查阅现有电子产品的各种电源。了解不同产品的电源要求，培养学生的专业素养。 | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 3 题，部分自学，测验 | 1/2 |

## 第一章 绪论

- 1、电信号与电子信息系统的基本概念
- 2、电子电路 EDA 工具简介

### 本章重点：

- 了解信号的分类方法及电子信息系统的分类
- 掌握电子信息系统的基本概念及组成
- 了解模拟电路的特点及模块分析方法

## 第二章 集成运放及其基本应用

- 1、放大电路的概念、模型、及其主要性能指标
- 2、集成运放的符号、模型与工作特点
- 3、理想运放组成的基本运算（比例、加、减、积分和微分）电路
- 4、理想运放组成的电压比较器

### 本章重点：

- 熟悉放大电路的基本概念与主要技术指标
- 掌握理想运放组成线性与非线性运算电路的结构特点及其分析方法
- 掌握典型线性与非线性运算电路的特点与应用

能力：能够将理想运放模型用于推演、识别、分析与简单设计信号处理电路

## 第三章 半导体二极管及其基本电路

- 1、半导体的基本知识
- 2、PN 结的形成及特点
- 3、半导体二极管的结构、V-I 特性、参数、等效模型及基本应用电路

### 本章重点：

- 了解半导体材料的基本结构、PN 结的形成
- 掌握 PN 结的单向导电工作原理
- 掌握二极管（包括稳压管）的 V-I 特性、等效模型及其基本应用。

能力：能够将根据半导体二极管的模型用于推演、识别、分析二极管应用电路

## 第四章 晶体三极管及其基本放大电路

- 1、晶体三极管的结构及电流放大原理
- 2、放大电路的组成原则
- 3、放大电路的基本分析方法（静态、动态分析）——图解法、等效电路法
- 4、静态工作点对非线性失真的影响
- 5、用 H 参数小信号等效模型近似计算共射极放大电路的主要性能指标
- 6、共集放大电路和共基放大电路的分析
- 7、三极管放大电路的三种组态比较
- 8、晶体管放大电路的频率响应

### 本章重点：

- 了解半导体三极管的电流放大原理、特性曲线及主要参数
- 了解静态工作点与非线性失真的关系
- 熟练掌握放大电路静态工作点的设置和估算，用小信号等效模型估算放大电路动态

### 指标

- 掌握 BJT 放大电路三种组态的结构及性能的特点
- 掌握放大电路的频率响应的基本概念

了解各元件参数对放大电路的频率响应性能的影响

能力：能够应用晶体三极管模型与模拟电路的静态与动态分析方法推演和分析晶体三极管放大电路性能指标

## 第五章 场效应管放大电路

- 1、场效应管的结构、类型及工作原理
- 2、场效应管放大电路的静态偏置及动态分析

本章重点：

了解场效应管类型、工作原理、特性曲线及主要参数

掌握用小信号等效模型分析场效应管放大电路的动态指标

了解双极型三极管（BJT）和场效应管两种放大电路各自的特点

能力：能够应用场效应管模型与模拟电路的静态与动态分析方法推演和分析场效应管放大电路的性能指标

## 第六章 集成运算放大器电路

- 1、多级放大电路
- 2、集成电路运算放大电路简介
- 3、差分式放大电路
- 4、功率放大电路
- 5、集成运放中的电流源
- 6、集成运放的分类简介

本章重点：

了解多级放大电路的特点及分析方法

了解差分放大电路的工作原理和特点

了解镜像电流源、微电流源的工作原理、特点和主要用途

了解差模信号、共模信号、差模电压增益、共模电压增益和共模抑制比等基本概念

理解差分放大电路的静态和动态指标的计算

掌握 OCL 功率放大器的分析、计算与设计

了解集成运算放大器的基本组成和主要技术指标

能力：能够应用多级放大电路的模型推演和分析信号的多级放大电路问题

## 第七章 反馈放大电路

- 1、反馈的基本概念、分类及特点
- 2、闭环增益的一般表达式及反馈深度
- 3、负反馈对放大电路性能的影响
- 4、深度负反馈条件下闭环增益的近似计算

本章重点：

掌握反馈的基本概念

掌握反馈放大电路中反馈极性和反馈组态的判断

掌握各种组态的负反馈对放大电路的输入电阻、输出电阻、增益及其它性能的影响

掌握深度负反馈条件下“虚短”和“虚断”的概念，并利用这两个概念近似估算负

反馈放大电路的闭环电压增益

能力：能够应用电路的反馈模型推演、识别、分析反馈放大电路

## 第八章 信号的运算与滤波电路

- 1、指数、对数、乘法运算电路
- 2、实现逆运算的方法
- 3、滤波电路的基本概念，有源滤波器

本章重点：

了解指数、对数、乘法/除法运算电路的组成、特点、及应用

利用“虚短”和“虚断”的概念，理解实现逆运算电路的组成方法及其应用

掌握四种类型有源滤波电路的幅频响应特点及其应用

能力：能够应用集成运放线性电路模型推演、识别和分析信号的运算与滤波电路

#### 第九章 信号产生与变换电路

- 1、正弦波振荡电路的振荡条件
- 2、RC 正弦波振荡电路
- 3、LC 与石英晶体正弦波振荡电路
- 4、非正弦信号产生电路
- 5、波形变换电路

本章重点：

掌握产生正弦波振荡的相位平衡条件、幅值平衡条件

掌握 RC 串并联桥式正弦波振荡电路的工作原理、起振条件、稳幅原理与振荡频率的计算

了解 LC、石英晶体正弦波振荡电路的工作原理、起振条件，以及振荡频率的计算  
理解非正弦信号产生电路的工作原理、电路分析与频率计算

了解波形变换电路的工作原理与分析

能力：能够应用电路的正、负反馈振荡模型推演、识别、分析和简单设计正弦波与非正弦波信号产生电路

#### 第十章 直流电源

- 1、直流电源的组成及各部分的作用
- 2、单相整流、滤波电路
- 3、线性稳压电路
- 4、开关型稳压电路

本章重点：

掌握单相桥式整流电容滤波电路的工作原理及输入、输出电压的关系

掌握线性稳压电路的稳压原理及输出电压的计算、集成线性稳压器的应用

了解开关型稳压电源的工作原理及特点

能力：能够应用电路的整流、滤波、稳压的基本原理识别、分析与简单设计直流电源

## 五、教学方法

本课程具有基本概念多、工程性强、定性分析与近似处理广等特点，是大学阶段最难学的课程之一。与先修课程相比，无论在基本概念、电路形式、计算的参数还是分析方法等方面都有很大的跨越，使得学生在初学阶段极不适应。因此，任课教师在上课期间应加强对学生学习思维和学习方法的引导和转变。其教学方法和手段如下：

1. 以“互动式”方法为主导，实施“以学生为主体、以教师为主导”的基于探索和研究的教学模式。精选讲课内容，精讲重点难点，明确哪些内容属于“了解”或“掌握”或“定性分析”或“定量计算”，强调常用单元电路的典型电路形式，注重介绍电路所得表达式或者结论的实际意义。适当安排易于理解的内容或与已讲知识相似的内容供学生自学，培养学生自主学习的意识和能力。
2. 对于大部分单元电路采取理论讲解与电路软件仿真演示相结合的方式，让电路运行过程和结果直观、可视，提高学生的学习兴趣。
3. 为学生推荐与本课程相关的慕课，在课外观看部分教学内容的视频，扩大学生的知识面，分享一流大学的优质教学资源。
4. 教学过程中，注意强调原理电路与实际电路是有差别的，应结合实际电子产品或电子设备，介绍所学理论知识的实际应用及现代电子技术发展动态和趋势。

## 六、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括课堂讨论与测验、作业等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 能够根据模拟电路的基本概念和基础知识，对半导体器件、集成运算放大器以及由它们构成的常用模拟电路有较系统的认识，判断、讨论与分析典型单元电路的结构特点、建模方法和性能指标。<br>能够根据模拟电路的基本分析方法，能够对模拟电路进行定性的功能分析和相关参数的定量计算。应用典型模拟单元电路进行模拟电路的初步设计与实现。 | 模拟电子系统的器件、电路与系统的基本概念清晰，回答问题正确，电路图符合规范。<br>模拟电路的功能分析与指标计算正确，典型模拟单元电路的应用与设计正确。 | 模拟电子系统的器件、电路与系统的基本概念清晰，回答问题较正确，电路图较规范。<br>模拟电路的功能分析与指标计算较正确，典型模拟单元电路的应用与设计较正确。 | 模拟电子系统的器件、电路与系统的基本概念基本正确，电路图基本符合规范。<br>模拟电路的功能分析与指标计算基本正确，典型模拟单元电路的应用与设计基本正确。 | 模拟电子系统的器件、电路与系统的基本概念不清晰，电路图错误较多。<br>模拟电路的功能分析与指标计算错误较多，典型模拟单元电路的应用与设计错误较多。 |

期末考试（百分制）闭卷，题型包括：选择题、分析与计算题、设计与应用等。

课程期末考试考核内容与评价标准

|         | 基本要求  | 评价标准  |  |   |   | 比例 (%) |
|---------|---|---|--|---|---|--------|
|         |   | 优秀 (0.9-1)                                  | 良好 (0.7-0.89)                                | 合格 (0.6-0.69)                                 | 不合格 (0-0.59)                                  |        |
| 目标<br>1 | 掌握模拟电路的基本概念和基础知识，对半导体器件、集成运算放大器以及由它们构成的常用模拟电路有较系统的认识，熟悉典型单元电路的结构特点、建模方法和性能指标。 | 应用模拟电子系统的器件、电路与系统的基本概念判断、识别电路的结构与功能，电路建模正确。 | 应用模拟电子系统的器件、电路与系统的基本概念判断、识别电路的结构与功能，电路建模较正确。 | 应用模拟电子系统的器件、电路与系统的基本概念判断、识别电路的结构与功能，电路建模基本正确。 | 应用模拟电子系统的器件、电路与系统的基本概念判断、识别电路的结构与功能，电路建模错误较多。 | 30     |

|     |   |  |   |  |  |    |
|-----|---|--|---|--|--|----|
| 目标2 | 掌握模拟电路的基本分析方法，能够对模拟电路进行定性的功能分析和相关参数的定量计算。熟悉典型模拟单元电路的基本应用，初步具备模拟电路的设计与实现的能力。 | 应用模拟电路的静态与动态基本分析方法定性分析电路的功能正确，定量计算典型单元电路的相关指标参数正确。 | 应用模拟电路的静态与动态基本分析方法定性分析电路的功能基本正确，定量计算典型单元电路的相关指标参数较正确。 | 应用模拟电路的静态与动态基本分析方法定性分析电路的功能基本正确，定量计算典型单元电路的相关指标参数基本正确。 | 应用模拟电路的静态与动态基本分析方法定性分析电路的功能基本正确，定量计算典型单元电路的相关指标参数错误较多。 | 60 |
|     |   | 模拟基本电路的设计与应用，设计方案与电路正确，应用合理。                       | 模拟基本电路的设计与应用，设计方案与电路较正确，应用较合理。                        | 模拟基本电路的设计与应用，设计方案与电路基本正确，应用基本合理。                       | 模拟基本电路的设计与应用，设计方案与电路错误多，应用不合理。                         | 10 |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平时成绩\*30%。

### 3. 课程目标达成评价

表2 《模拟电子技术》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |   |                      |                  |       |   |
|---|---|----------------------|------------------|-------|---|
| 课程名称  | 模拟电子技术  | 课程性质                 | 工程基础，必修          | 学时学分  | 56/3.5  |
| 开课学期  |   | 专业班级                 |                  | 考核方式  | 考试，闭卷   |
| 任课教师：   |   |                      |                  |       |   |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师   |   |                      |                  |       |   |
| 二、课程目标达成评估  |   |                      |                  |       |   |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标  | 评价数据源                |                  |       |   |
|   |   | 评价依据                 | 分值               | 平均分   | 达成度值 $K_M$ 评价方式   |
| 毕业要求 1.3 对所建立的数学模型和原理方程进行推演，分析其是否能满足电气工程领域中复杂系统要求   | 目标 1：掌握模拟电路的基本概念和基础知识，对常用模拟电路有较系统的认识，熟悉典型单元电路的特点、结构和性能技术指标。                 | 期末考试：模拟电路的基本知识（30分）  | T10=30<br>试题构成说明 | T1=20 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.73        |
|   |   | 平时作业                 | A10=100          | A1=85 |   |
| 毕业要求 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、描述和分析电气设备与电力系统中的各单元电路组成和主要参数，并能对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行表达和建模； | 目标 2：掌握模拟电路的基本分析方法，能够对模拟电路进行定性分析和相关参数的计算。熟悉各种模拟单元电路的基本应用，初步具备模拟电路的设计与实现的能力。 | 期末考试：模拟电路的分析与计算（60分） | T20=60<br>试题构成说明 | T2=40 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.73        |
|   |   | 模拟电路的基本应用与设计（10分）    | T30=10<br>试题构成说明 | T3=6  | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.68        |
|   |   | 平时作业                 | A20=100          | A2=85 | $\frac{T2+T3}{T20+T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.72 |
| 三、课程评价与分析   |   |                      |                  |       |   |

|         |  |
|---------|--|
| 存在的主要问题 |  |
| 持续改进方法  |  |

### 七、教学参考书

1. 华成英,《模拟电子技术基本教程》,清华大学出版社,2006年
2. 康华光,《电子技术基础模拟部分》(第六版),高等教育出版社,2014年
3. 李立华译,《模拟电子技术》(第九版)[美],电子工业出版社,2011年
4. 王燕平译,《模拟电子技术基础》(双语版)[美],清华大学出版社,2007年

## 《信号与系统》教学大纲

课程名称: 信号与系统 (Signals and Systems)

课程编码: 1501XK045

课程类别: 工程基础课程-必修

学 分: 2分

总学时: 32学时, 其中, 授课学时: 32学时

适用专业: 电气类专业

先修课程: 电路分析基础、高等数学、大学物理 B

执 笔 人: 黄金平

审 订 人: 张正炳

### 一、课程性质

本课程是电气工程专业的工程基础课, 具有很强的实践性和工程性。通过本课程学习, 学生能够掌握模拟信号与系统的基本概念和基本理论, 使学生了解傅里叶变换、Z变换的性质和特点, 具备对连续信号、连续 LTI 系统和离散 LTI 系统进行准确识别、表达、建模与分析的能力, 并为后续课程的学习和应用打好基础。

### 二、课程目标

#### (一)育人目标

从培养学生的辩证思维方式, 爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手, 将育人要素和信号与系统专业知识嵌入到课堂中教学, 凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神, 通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维, 利用电气工程实际应用研究学习科技自信及爱国主义情怀, 师生互动进行“三观”教育和学习方法指导, 培养学生的专业素质和职业道德, 全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力, 培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

#### (一)知识和能力目标

1. 掌握信号和线性系统分析的基本概念、基本原理和基本方法, 能够在后续课程的学习和之后的工作中灵活应用这些理论、知识与方法解决可能遇到的问题 (毕业要求 1.2);
2. 掌握连续与离散两类系统的时域和变换域分析方法, 掌握连续信号的傅里叶级数分析、傅里叶变换分析及采样信号的傅里叶分析的基本理论和方法; 能对实际信息系统进行识别、表达、建模与分析 (毕业要求 2.2)。

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点                               |
|--------|---------------------------------------|
| 课程目标 1 | 1.2 能运用工程制图、电路、电子线路、信号与系统等工程基础知识, 对电子 |



|        |   |
|--------|---|
|        | 信息工程专业中信号处理与传输领域复杂工程问题进行合理简化与建模。                        |
| 课程目标 2 | 2.2 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，对信息处理与传输系统工程问题进行准确识别、表达、建模与分析； |

### 三、基本要求

本课程以信号与系统基本概念为基础，以连续系统时域分析、离散系统的时域与变换域分析和信号分析为重点。主要介绍：信号与系统基本概念、连续系统时域分析法、离散系统时域分析法、离散系统 Z 域分析法、连续信号的傅里叶级数分析、连续信号的傅里叶变换分析、信号采样等，密切联系实用电子技术实践，具有很强的实用性。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，掌握连续与离散两类系统基本特性、结构特点与建模方法，能够运用相关基础理论分析与设计简单模块。

在连续系统与离散系统基本特性、结构特点与建模方法讲述中，注意培养学生综合运用所学知识的能力，掌握不同的系统的建模与分析方法。

在系统设计与应用的讲述中，应结合电子系统性能指标需求，根据不同功能系统的特点，提出合适的解决方案。

### 四、课程教学内容与学时分配

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括授课、自学、实验、课程设计、大作业等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容         | 授课学时 | 教学模式                    | 对应课程目标   |
|----|--------------|------|-------------------------|----------|
| 1  | 信号与系统概念      | 4    | 课堂授课，课后练习 2 题           | 课程目标 1   |
| 2  | 连续系统的时域分析    | 6    | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 6 题、测验   | 课程目标 1/2 |
| 3  | 离散系统的时域分析    | 4    | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 8 题      | 课程目标 1/2 |
| 4  | 离散系统的 Z 变换分析 | 6    | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 2 题、测验   | 课程目标 1/2 |
| 5  | 连续信号的傅里叶级数分析 | 4    | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 4 题，部分自学 | 课程目标 1/2 |
| 6  | 连续信号的傅里叶变换分析 | 6    | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 6 题，测验   | 课程目标 1/2 |
| 7  | 采样信号的傅里叶分析   | 2    | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 3 题，部分自学 | 课程目标 1/2 |

#### 第一章 信号与系统概念

1. 信号的概念
2. 基本连续信号
3. 冲激函数
4. 信号的运算
5. 信号的时域分解
6. 系统的概念和性质

本章重点：

了解信号、系统的概念、分类方法

掌握冲激信号的定义及性质，信号时域分解，系统的性质及应用

#### 第二章 连续系统的时域分析

1. 系统模型的建立
2. 微分方程的经典解法

3. 零输入响应和零状态响应
4. 冲激响应和阶跃响应
5. 卷积积分
6. 系统的互联

本章重点:

了解系统的数学模型的构建方法  
熟悉微分方程的经典解法, 系统互联的含义  
掌握零输入响应和零状态响应的定义、求法, 掌握冲激响应和阶跃响应的定义、含义、相互关系, 掌握卷积积分的定义与求法。

### 第三章 离散系统的时域分析

1. 离散时间信号及其时间特性
2. 离散系统的描述及其性质
3. 差分方程的解法
4. 冲激序列响应与阶跃序列响应
5. 离散卷积
6. 系统的互联

本章重点:

熟悉离散信号及特性、离散系统描述和分类  
掌握差分方程的求解, 掌握冲激序列响应与阶跃序列响应的定义、关系、求法  
掌握离散卷积的定义、含义、性质、求法  
熟悉离散系统互联知识

### 第四章 离散系统的 $z$ 变换分析

1.  $z$  变换及收敛域
2.  $z$  变换的性质
3.  $z$  反变换
4. 差分方程的  $z$  变换解
5. 系统函数与系统特性
6. 系统实现
7. 离散系统的频率响应
8.  $z$  变换与拉普拉斯变换的关系

本章重点:

熟悉  $Z$  变换定义、收敛域定义及确定、 $z$  变换与拉普拉斯变换的关系  
掌握  $Z$  变换的性质, 反  $Z$  变换, 差分方程的  $Z$  变换解, 离散系统函数和系统特性, 离散系统实现, 离散系统频率响应

### 第五章 连续信号的傅里叶级数分析

1. 三角型傅里叶级数
2. 指数型傅里叶级数
3. 周期信号的频谱分析
4. 傅里叶级数的性质
5. 周期信号激励下的系统响应
6. 电力系统中的应用: 电力系统谐波分析

本章重点:

熟悉周期信号的三角型、指数型傅里叶级数、傅里叶级数的性质  
掌握周期信号的频谱分析, 周期信号激励下的系统响应  
了解电力系统谐波分析

### 第六章 连续信号的傅里叶变换分析

1. 傅里叶变换

2. 傅里叶变换的性质
3. 周期信号的傅里叶变换
4. 傅里叶反变换
5. 无失真传输与理想滤波器
6. 通信系统中的应用：调制与解调

本章重点：

掌握傅里叶变换定义、含义

掌握傅里叶变换的性质，并灵活运用这些性质，掌握傅里叶反变换

掌握周期信号的傅里叶变换

掌握傅里叶变换的三大应用：无失真传输、理想滤波器、调制与解调

## 第七章 采样信号的傅里叶分析

1. 时域采样与采样定理
2. 采样定理的应用

本章重点：

掌握采样定理

了解采样定理的应用

## 五、教学方法

本课程采用理论教学与课堂、课后习题等相结合的教学方式方法，主要教学环节包括课堂教学、课堂和课后习题练习以及课后自学。

**1. 课堂教学** 课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并适当参与讨论，每次课程开始或课程中间进行提问，课后留有思考题、基本练习题和复习提高题。教师主要讲授课程的基本概念、基本理论和基本方法。同时，有意识设计一些讨论性问题，引导学生运用已有的知识进行思考。考虑到本课程涉及内容多，故采用多媒体教学手段，以提高课堂效率。

**2. 课堂、课后习题和自学** 课堂上，教师会有针对性的提出一些问题。其中，教师简要介绍理论方法，具体由学生独立完成，教师批改后，再逐一给学生讲解存在的问题。对于本课程中主要知识点，布置适当习题，让学生在课堂和课后进行练习，使学生进一步理解和巩固课程所学的基本概念、基本理论和方法。

精选讲课内容，精讲重点难点，安排同学自学易于理解的内容，以培养学生自主学习的意识和能力以及抓住要点的能力。

## 六、考核及成绩评定方式

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括课堂讨论与测验、作业等。

平时成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |
|      |            |               |               |              |

|  |   |  |  |   |
|--|---|--|--|---|
| 能够根据模拟信号与系统的基本概念和基础知识,根据傅里叶变换、Z变换的性质,对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统进行准确识别、表达、建模与分析。 | 模拟信号与系统的基本概念正确,傅里叶变换、拉普拉斯变换、Z变换的理解正确,对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别准确、表达正确、分析与建模合理。 | 模拟信号与系统的基本概念比较正确,傅里叶变换、Z变换的理解比较正确,对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别和表达比较正确。 | 模拟信号与系统的基本概念基本正确,傅里叶变换、Z变换的理解部分正确,对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别和表达基本正确。 | 模拟信号与系统的基本概念错误,傅里叶变换、Z变换的理解错误,对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别表达错误。 |
|--|---|--|--|---|

期末考试(百分制)闭卷,题型包括:是非判断题(10分)、选择题(15分)、填空题(15分)、作图题(15分)、分析与计算题(45分)

#### 课程期末考试考核内容与评价标准

|     | 基本要求  | 评价标准   |  |  |   | 比例(%) |
|-----|---|--|--|--|---|-------|
|     |   | 优秀(0.9-1)  | 良好(0.7-0.89)                                       | 合格(0.6-0.69)                                     | 不合格(0-0.59)                                   |       |
| 目标1 | 掌握信号和线性系统分析的基本概念、基本原理和基本方法,能够在后续课程的学习和之后的工作中灵活应用这些理论、知识与方法解决可能遇到的问题。                    | 信号与系统的基本概念、基本理论正确,并能进行正确的运用                              | 信号与系统的基本概念、基本理论比较正确,并能进行比较正确的运用                    | 信号与系统的基本概念、基本理论基本正确,并能进行基本的运用                    | 信号与系统的基本概念、基本理论错误,无法进行相关的运用                   | 60    |
| 目标2 | 掌握连续与离散两类系统的时域和变换域分析方法,掌握连续信号的傅里叶级数分析、傅里叶变换分析及采样信号的傅里叶分析的基本理论和方法;能对实际信息系统进行识别、表达、建模与分析。 | 对傅里叶变换、Z变换的理解正确,对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别准确、表达正确、分析与建模合理。 | 对傅里叶变换、Z变换的理解比较正确,对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别和表达比较正确。 | 对傅里叶变换、Z变换的理解正确,对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别和表达基本正确。 | 对傅里叶变换、Z变换的理解错误,对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别表达错误。 | 40    |

注:该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为:考试成绩\*70%+平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

表2 《信号与系统》课程目标达成评价分析报告

|                     |       |       |         |      |                 |
|---------------------|-------|-------|---------|------|-----------------|
| 一、课程基本信息            |       |       |         |      |                 |
| 课程名称                | 信号与系统 | 课程性质  | 工程基础,必修 | 学时学分 | 32/2            |
| 开课学期                |       | 专业班级  |         | 考核方式 | 考试,闭卷           |
| 任课教师:               |       |       |         |      |                 |
| 评价人员:课程组长,命题教师,阅卷教师 |       |       |         |      |                 |
| 二、课程目标达成评估          |       |       |         |      |                 |
| 课程目标支撑指标点           | 课程目标  | 评价数据源 |         |      |                 |
|                     |       | 评价依据  | 分值      | 平均分  | 达成度值 $K_M$ 评价方式 |

|  |   |   |                  |       |  |
|--|---|---|------------------|-------|--|
| 毕业要求 1.2 能运用工程制图、电路、电子线路、信号与系统等工程基础知识,对电子信息工程专业中信号处理与传输领域复杂工程问题进行合理简化与建模 | 目标 1: 掌握信号和线性系统分析的基本概念、基本原理和基本方法,能够在后续课程的学习和之后的工作中灵活应用这些理论、知识与方法解决可能遇到的问题。                    | 期末考试:<br>信号与系统的基本概念、基本理论 (60分)  | T10=60<br>试题构成说明 | T1=40 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3 = 0.71$ |
|  |   | 平时作业  | A10=100          | A1=81 |  |
| 毕业要求 2.2 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理,对电子信息工程专业中电子系统工程问题进行准确识别、表达与分析;            | 目标 2: 掌握连续与离散两类系统的时域和变换域分析方法,掌握连续信号的傅里叶级数分析、傅里叶变换分析及采样信号的傅里叶分析的基本理论和方法;能对实际信息系统进行识别、表达、建模与分析。 | 期末考试: (1) 连续信号与LTI系统的拉普拉斯变换分析; (2) 连续信号与LTI系统的傅里叶变换分析; (3) 离散信号与LTI系统的Z变换分析。(40分) | T20=40<br>试题构成说明 | T2=33 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.82$ |
|  |   | 平时作业  | A20=100          | A2=8  |  |
| 三、课程评价与分析  |   |   |                  |       |  |
| 存在的主要问题  |   |   |                  |       |  |
| 持续改进方法   |   |   |                  |       |  |

## 七、推荐教材与主要参考书

### (一) 推荐教材:

金波, 张正炳. 信号与系统分析. 北京: 高等教育出版社, 2011.

### (二) 主要参考书:

1. 郑君里, 应启珩, 杨为理. 信号与系统. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2011.
2. B. P. Lathi 著. 线性系统与信号. 第2版. 刘树棠等译. 西安: 西安交通大学出版社, 2016
3. 管致中. 信号与线性系统. 第4版. 北京: 高等教育出版社, 2014.
4. 吴大正. 信号与线性系统分析. 第5版. 北京: 高等教育出版社, 2016

## 《数字电子技术》教学大纲

课程名称: 数字电子技术 (Digital Electronics)

课程编号: 1501XK039

课程类别: 工程基础-必修

学分: 3.5分

总学时: 56学时, 其中, 理论学时: 56学时

适用专业：电子信息类专业、电气类专业

先修课程：高等数学、大学物理（B）、电路分析基础 模拟电子技术

执笔人：覃洪英

审订人：郑恭明

## 一、课程性质

本课程是电子信息工程、电气类专业的工程基础课，具有很强的实践性和工程性。本课程通过对常用数字集成电路器件、数字电路、数字系统及硬件描述语言和可编程器件的学习，使学生获得数字电路的基本概念和基本理论，掌握数字电路及其数字系统的分析和设计方法，具备良好的科学素养和爱国情怀，具有道德意识、创新意识和节约意识，具备数字系统及其单元电路的分析、设计和应用能力，为后续课程的学习及其在专业中的应用打下基础。

## 二、课程目标

### （一）、育人目标

以培养合格的社会主义建设者和接班人为目标，将育人要素融于数字电子技术课程教学，通过引入集成电路研究中的科学家故事及数字电路应用中的典型案例，重点培育学生求真务实、实践创新、精益求精的精神，培养学生踏实严谨、吃苦耐劳、追求卓越等优秀品质，同时培养学生树立正确的世界观、人生观、价值观，培养具有爱国情怀、民族自信、追求社会至善和谐、德智体美劳全面发展的社会主义人才。

### （二）、知识和能力目标

1、掌握数制与编码、逻辑门和逻辑代数等数字电路的基础知识，掌握可编程器件的使用和硬件描述语言的编程技术，以用于数字电路的分析和设计；掌握存储器、D/A 转换器与 A/D 转换器、脉冲波形的产生与变换等数字电路的基本知识与应用，以熟悉相关数字元件的功能。（毕业要求 1.2）

2、掌握组合逻辑电路和时序逻辑电路的分析和设计方法，能够对数字电路进行软件仿真分析，具有数字电路及数字系统的实际分析和设计能力；掌握可编程逻辑器件软硬件开发平台的使用方法，针对电子信息领域的工程问题，能采用自上而下的设计方式，进行分析和分模块设计，具备利用可编程器件实现数字系统设计的能力。（毕业要求 2.1）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 1.2 能运用工程与电子信息的基础知识，对电子信息系统的电子线路、信号与传输工程问题进行合理简化、建模。 |
| 课程目标 2 | 2.1 能运用相关科学原理对电子系统复杂工程问题的关键模块进行准确识别、表达与分析。           |

## 三、基本要求

本课程以逻辑门、逻辑代数和硬件描述语言为基础，以组合逻辑电路和时序逻辑电路的

分析和设计为重点，以集成译码器、数据选择器、计数器为核心，主要介绍常用的集成逻辑门功能、逻辑代数的化简方法、常用的中规模组合逻辑器件、电路的分析和设计方法、常用计数器的功能和设计、模数和数模转换、555 定时器的功能等内容，密切围绕数字电路及其可编程实现电路的分析和设计，进行相关知识的教学，课程具有很强的实用性。

在教学过程中一方面注重理论与实际的联系，结合实际应用介绍各种电路和集成器件的功能和应用，学会看懂功能表，结合功能表理解更多集成器件的功能；另一方面注重基本数字元器件设计和可编程设计的联系和区别，理解两种数字电路的不同实现方法。

在数字电路分析的讲述中，注意培养学生综合运用所学知识的能力，掌握数字电路的基本分析方法。

在数字电路设计与应用的讲述中，应结合数字系统性能指标和设计要求，根据一般集成元件和可编程器件的特点及不同的设计实现方法，提出合适的解决方案。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点、主要教学模式（包括授课、自学、实验、课程设计、大作业等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容       | 学时 | 思政元素  | 教学模式                      | 对应课程目标 |
|----|------------|----|---|---------------------------|--------|
| 1  | 第一章 数字逻辑基础 | 4  | 通过电子技术的发展史激发学生刻苦专研、自主创新的精神，通过科学家的事迹激发学生的爱国情怀及奉献精神。讲授 0 和 1 蕴含的哲学关系，如舍与得，是与非。                          | 课堂授课，课后练习 4 题             | 1      |
| 2  | 第二章 逻辑门    | 4  | 举例加州大学伯克利分校的“鳍式晶体管”，让二维半导体可以“变平房为高楼”，还可以使晶体管缩小到 1 纳米，引导学生正确看待事物发展的新方向，坚持量变与质变相统一，做到创新从基础做起，一步一个脚印。    | 课堂授课，课后练习 3 题，部分内容看慕课视频自学 | 1/2    |
| 3  | 第三章 逻辑代数基础 | 4  | 讲授“卡诺”的故事，培养工匠精神。讲授化简中的消去法，说明人生中，会面临无数次困难和竞争，在竞争中会因能力不足而被淘汰。引导学生要不断充电，增加个人实习，提高自身的核心竞争力，才能成为各行各业的佼佼者。 | 课堂授课，课后练习 4 题             | 1/2    |
| 4  | 第四章 组合逻辑电路 | 8  | 从分析和设计电路的步骤和方法中，引导学生正确看待整体与部分的关系，了解统筹全局的重要  | 课堂授课，课后练习 8 题             | 1/2    |

|    |                           |    |   |                            |     |
|----|---------------------------|----|---|----------------------------|-----|
|    |                           |    | 性,培养学生树立全局观念。在电路的设计中,所选元器件越少,将会越经济,资源浪费越少,对环境污染程度越低,培养学生的节约意识、浪费可耻意识、“绿水青山”意识。  |                            |     |
| 5  | 第五章 硬件描述语言 Verilog HDL 基础 | 8  | 通过硬件描述语言的发展历史及应用价值,说明我国的科技发展现状,激发学生树立科技兴国的理想信念,了解制造业智能制造、绿色制造的发展趋势。   | 课堂授课,课后练习 4 题              | 1   |
| 6  | 第六章 触发器                   | 2  | 讲述存储和非存储,即有记忆无记忆的概念时,引导学生排解存在心里的不良情绪,养成豁达心境   | 课堂授课,课后练习 2 题              | 1/2 |
| 7  | 第七章 时序逻辑电路                | 10 | 讲述时序逻辑电路分析设计方法时,从时序逻辑方程组和电路的五种描述方法中理解辩证法中事物的多样性,坚持正确的方法论。   | 课堂授课,课后练习 8 题,             | 1/2 |
| 8  | 第八章 硬件描述语言 Verilog HDL 使用 | 2  | 通过硬件描述语言撰写时必须符合其语言使用规则,引导学生理解规则的重要性,作为社会群体的一员,要尊重社会发展规律,严于律己,遵纪守法,追求社会至善和谐。   | 课堂授课,课后练习 1 题              | 1/2 |
| 9  | 第九章 半导体存储器                | 2  | 华为麒麟 960 手机芯片,实现高性能和长续航的突破;华中科技大学基于相变存储器的 3D XPOINT 存储技术的研制;结合学生的各类专业竞赛,鼓励学生刻苦专研、勇于创新。  | 课堂授课,课后练习 2 题,部分内容、看慕课视频自学 | 1/2 |
| 10 | 第十章 可编程数字系统设计             | 4  | 通过数字系统的编程实例,讲解模块化的设计思想,讲解仿真调试方法,引导学生理解团队合作和动手实践的重要性。无论是工作还是生活,不仅要有理想,还要勇于探索和实践,实践是检验真理的唯一标准;同时还要加强与他人的团队协作,一人的力量是弱小的,众人拾柴火焰高。 | 课堂授课,课后练习 2 题              | 1/2 |
| 11 | 第十一章 脉冲波形的产生与变换           | 4  | 综合课程所学,构建复杂的数字系统。“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行。”理论知识不能只停留在原理性内容,做到“知行合一”,就要有实  | 课堂授课,课后练习 4 题              | 1/2 |



|    |                       |   |  |               |     |
|----|-----------------------|---|--|---------------|-----|
|    |                       |   | 践,正所谓“知者行之始,行者知之成”。在实践中不断总结创新经验,深入学习,迎难而上。   |               |     |
| 12 | 第十二章 D/A 转换器与 A/D 转换器 | 4 | 通过数字技术无论如何发展,模拟信号的处理始终存在的特点,说明万物相辅相成的意义,引导学生树立自信心,以螺丝钉的精神,努力创造自己的价值,成为新时代合格的社会主义建设者。 | 课堂授课,课后练习 2 题 | 1/2 |

## 第一章 数字逻辑基础

- 1、数字信号与数字电路的基本概念
- 2、数制及不同进制的相互转换
- 3、码制
- 4、带符号二进制数的加、减运算

本章重点:

了解数字信号的特点及表示方法

掌握常用二 - 十、二 - 八、二 - 十六进制的转换

掌握常用的编码形式

能力:能够应用数制与码制基本表示法推演、识别和分析数字电路中二进制数的表示与计算问题

## 第二章 逻辑门

- 1、半导体器件的开关特性
- 2、CMOS 逻辑门
- 3、TTL 逻辑门
- 4、OC 门和三态门
- 5、集成逻辑门电路的主要参数及其应用

本章重点:

掌握基本逻辑门(与、或、与非、或非、异或门)、三态门、OC 门的逻辑功能,了解内部电路结构及工作原理

掌握集成逻辑门的主要参数及在应用中的接口问题

能力:能够基本逻辑门电路模型推演、识别和分析数字电路中二进制数的表示与计算问题

## 第三章 逻辑代数基础

- 1、逻辑代数的基本定律及规则
- 2、逻辑函数的化简

本章重点:

熟悉常用逻辑代数的基本定律及规则, 掌握逻辑函数表达式的变换

掌握逻辑函数的代数化简和卡诺图化简法

能力: 能够应用逻辑代数的知识推演、简化、识别、分析数字逻辑电路的功能表达形式

#### 第四章 组合逻辑电路

- 1、组合逻辑电路的分析方法
- 2、组合逻辑电路的设计方法
- 3、组合逻辑电路的竞争冒险
- 4、编码器、译码器及其应用
- 5、数据选择器、数值比较器及其应用
- 6、加法器的功能及其应用
- 7、组合可编程逻辑器件

本章重点:

掌握用小规模逻辑器件构成的组合电路的分析方法

掌握用小规模逻辑器件构成的组合电路的设计方法

掌握编码器、译码器、数据选择器/数据分配器、数值比较器、加法器、等常用组合逻辑器件的功能及应用

学会阅读常用 MSI 组合逻辑器件功能表, 并能应用于电路的设计

能力: 能够应用逻辑代数的知识和组合逻辑电路的分析方法推演、简化、识别、分析组合逻辑电路的功能, 并且能够设计简单功能的组合逻辑电路

#### 第五章 硬件描述语言 Verilog HDL 基础

- 1、引言
- 2、Verilog HDL 硬件描述语言基本结构
- 3、数据类型及常量、变量
- 4、运算符及表达式
- 5、语句
- 6、QuartusII 软件的使用

本章重点:

了解可编程设计思路和可编程硬件开发语言的特点

掌握 Verilog HDL 硬件描述语言的基本结构和基本语法知识

掌握 QuartusII 可编程开发软件的使用方法

能力: 能够应用硬件描述语言基本语法知识分析和识别简单的组合逻辑电路的功能, 并应用可编程软件进行编程、编译、仿真和硬件下载实现简单组合逻辑电路的设计。

#### 第六章 触发器

- 1、RS、JK、D、T 触发器的逻辑功能及描述方法
- 2、基本 RS 触发器、同步触发器、主从触发器、边沿触发器的电路结构、工作原理及逻辑功能

本章重点：

- 了解基本 RS、同步、主从、边沿触发器的电路结构
- 理解触发器的工作特性及主要参数
- 掌握 RS、JK、D、T 触发器的逻辑功能及描述方法

能力：能够应用逻辑代数的知识和时序逻辑电路的分析方法推演、识别、分析常用触发器

## 第七章时序逻辑电路

- 1、时序逻辑电路的结构及特点
- 2、时序逻辑电路的逻辑功能的描述方法
- 3、时序逻辑电路的逻辑功能的分析方法
- 4、同步时序逻辑电路的逻辑功能的设计方法
- 5、寄存器、移位寄存器的电路组成、工作原理及应用
- 6、计数器的电路组成、功能及应用
- 7、集成计数器的功能和应用

本章重点：

- 了解时序逻辑电路的结构及相关特点
- 掌握时序逻辑电路的逻辑功能的描述方法
- 掌握同步、异步时序逻辑电路的分析方法
- 掌握同步时序逻辑电路的设计方法
- 掌握二进制计数器、8421BCD 码十进制计数器、移位寄存器的逻辑功能及其应用
- 掌握用 MSI 器件设计 N 进制计数器的方法

能力：能够应用逻辑代数的知识、时序电路存储元件模型和时序逻辑电路的分析方法推演、识别、分析时序逻辑电路，并且能够设计简单功能的同步时序逻辑电路

## 第八章 硬件描述语言 Verilog HDL 使用

- 1、语句的顺序执行与并行执行
- 2、不同抽象级别的 Verilog HDL 模型
- 3、Verilog HDL 设计技巧

本章重点：

- 掌握 Verilog HDL 语言中赋值语句、块语句、编译预处理语句等不同语句的执行顺序
- 掌握算法级、RTL 级、系统级等不同抽象级别的 Verilog HDL 模型
- 掌握可综合的 Verilog HDL 语言的基本设计技巧

能力：能够应用硬件描述语言语法知识分析和识别常用的组合和时序逻辑电路的功能，能够应用 Verilog HDL 语言的基本设计技巧实现基本数字电路的设计。

## 第九章 半导体存储器

1、RAM 的电路结构、工作原理及存储器的扩展

2、ROM 的电路结构及工作原理

本章重点：

了解 RAM 和 ROM 的特点、电路结构和存储容量的计算

能力：能够应用半导体存储器和逻辑电路的基本知识推演、识别、分析简单的含存储器的数字电路

## 第十章 可编程数字系统设计

1、数字系统设计方法

2、设计实例介绍

本章重点：

掌握基于数字系统的功能需求进行方案分析及分模块设计的方法

掌握常用的综合性数字电路的可编程设计实现方法

能力：能够应用硬件描述语言语法知识和使用技巧分析和识别综合性数字电路的功能，能应用可编程数字系统的基本设计方法实现综合数字系统的设计。

## 第十一章 脉冲波形的产生与变换

1、多谐振荡器的工作原理及相关计算

2、单稳态触发器工作原理及相关计算

3、施密特触发器工作原理及相关计算

4、555 定时器的工作原理及其应用

本章重点：

理解多谐、单稳、施密特电路工作原理

掌握典型的集成单稳、施密特触发器的功能应用及相应指标参数计算

掌握由 555 定时器组成的多谐、单稳、施密特电路工作原理及指标参数的计算

能力：能够应用脉冲信号产生的基本方法和电路知识推演、识别、分析脉冲波形电路

## 第十二章 D/A 转换器与 A/D 转换器

1、倒 T 形电阻网络 D/A 转换器

2、集成 D/A 转换器 AD7520

3、并行 A/D 转换器、逐次比较 A/D 转换器及双积分 A/D 转换电路及工作原理

本章重点：

掌握倒 T 形电阻网络 D/A 转换器、集成 D/A 转换器 7520 的工作原理及相关计算

理解并行比较、逐次比较、双积分 A/D 转换器的工作原理及工作特点

能力：能够应用 A/D、D/A 的基本知识推演、识别、分析简单的模数、数模转换电路

## 五、教学方法

本课程具有基本概念多、工程性强、实际应用广等特点，是一门比较有趣、易学的课程。但从数学思维跨越到逻辑思维，学生最初还不太适应，需要任课教师在上课期间加强对学生学习思维和学习方法的引导和转变。其教学方法和手段如下：

1. 以“互动式”方法为主导，实施“以学生为主体、以教师为主导”的基于探索和研究的教学模式。精选讲课内容，精讲重点难点，结合实际应用多举例多提问，围绕所学知识逐步引导，层层展开，吸引学生探索问题、研究问题、解决问题。
2. 大部分电路和集成器件的功能介绍采取理论讲解与电路软件仿真演示相结合的方式，让电路运行过程和结果直观、可视，提高学生的学习兴趣。
3. 硬件描述语言的介绍采取边介绍边列举实例进行调试、仿真验证等方式，以加深学生对可编程设计的认识，理解一般数字集成器件和可编程器件设计的区别。
4. 为学生推荐与本课程相关的慕课，在课外观看部分教学内容的视频，扩大学生的知识面，分享一流大学的优质教学资源。
5. 教学过程中，注意强调各知识点的衔接，以及重要电路及集成器件的实际应用，注重结合实际电子产品或电子设备，介绍所学理论知识的实际应用及现代电子技术发展的动态和趋势。

## 六、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括课堂测验、作业等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准  |   |  |  |
|--|---|---|--|--|
|  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 根据数字电路的基本概念、基础知识和数字运算方法，对逻辑门、触发器及由它们构成的常用数字电路以及一些常用的中规模集成器件有较系统的认识，判断和讨论相关电路的结构、功能和应用。<br>能够结合逻辑门和常用的中规模集成逻辑器件以及硬件描述语言，分析和设计组合逻辑电路。能结合组合逻辑电路和触发器以及可编程设计方法进行各种时序逻辑电路的分析计算和简单设计。 | 数字电路的相关概念和硬件描述语言基本语法知识清楚，数字运算准确，集成逻辑器件的功能、应用及硬件语言描述清晰，回答问题正确，电路图符合规范。数字电路的功能分析计算正确。基本数字电路设计步骤合理，设计结果符合要求。 | 数字电路的相关概念和硬件描述语言基本语法知识清楚，数字运算较准确，集成逻辑器件的功能、应用及语言描述较清晰，回答问题较正确，电路图表较规范。数字电路的功能分析计算较正确。基本数字电路设计步骤比较合理，设计结果比较符合要求。 | 数字电路的相关概念和硬件描述语言基本语法知识清楚，数字运算基本准确，集成逻辑器件的功能、应用及语言描述基本清晰，回答问题基本正确，电路图表基本规范。数字电路的功能分析计算基本正确。基本数字电路设计步骤基本合理，设计结果基本符合要求。 | 数字电路的相关概念和硬件描述语言基本语法知识不清楚，数字运算准确，集成逻辑器件的功能、应用及语言描述不清晰，电路图表错误较多。数字电路的功能分析计算错误较多。基本数字电路设计不合理，设计错误较多。 |

期末考试（百分制）闭卷，题型包括：选择题、分析与计算题、设计与应用等。  
课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求  | 评价标准   |   |  |  | 比例 (%) |
|------|---|--|---|--|--|--------|
|      |   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |        |
| 目标 1 | 掌握硬件描述语言基本语法知识，掌握数字电路的基本概念、基础知识和数字运算方法，对逻辑门、触发器及由它们构成的常用数字电路以及一些常用的中规模集成器件有较系统的认识，熟悉相关电路的结构、功能和应用。  | 熟悉硬件描述语言基本语法知识和数字电路的相关概念，常用逻辑门和集成逻辑器件的功能和应用理解准确，数字运算和逻辑化简正确。 | 较熟悉硬件描述语言基本语法知识和数字电路的相关概念，常用逻辑门和集成逻辑器件的功能和应用理解较准确，数字运算和逻辑化简较正确。 | 基本熟悉硬件描述语言基本语法知识和数字电路的相关概念，常用逻辑门和集成逻辑器件的功能和应用理解基本准确，数字运算和逻辑化简基本正确。 | 不熟悉硬件描述语言基本语法知识和数字电路的相关概念，常用逻辑门和集成逻辑器件的功能和应用理解不准确，数字运算和逻辑化简错误较多。 | 30     |
| 目标 2 | 掌握电路的分析及电路的传统设计和可编程逻辑设计方法，能够结合逻辑门和常用的中规模集成逻辑器件分析电路、确定组合电路功能，能够根据功能要求设计出符合要求的组合逻辑电路，能结合组合逻辑电路、触发器以及集成计数器进行各种时序逻辑电路的分析计算、功能确定，以及按功能要求进行简单的时序逻辑电路设计和可编程逻辑设计。 | 熟悉重要集成器件的使用方法，具有很好的电路分析和图表绘制能力。电路逻辑功能判断准确。                   | 较熟悉重要集成器件的使用方法，具有较好的电路分析和图表绘制能力。电路逻辑功能判断较准确。                    | 基本熟悉重要集成器件的使用方法，具有基本的电路分析和图表绘制能力。电路逻辑功能判断基本准确。                     | 基本熟悉重要集成器件的使用方法，电路分析和图表绘制错误较多。电路逻辑功能判断不太正确                       | 35     |
|      |   | 根据逻辑电路的传统设计和可编程逻辑设计方法，电路设计过程描述正确，逻辑电路设计合理。                   | 根据逻辑电路的传统设计和可编程逻辑设计方法，电路设计过程描述较正确，逻辑电路设计较合理。                    | 根据逻辑电路的传统设计和可编程逻辑设计方法，电路设计过程描述基本正确，逻辑电路设计基本合理。                     | 根据逻辑电路的传统设计和可编程逻辑设计方法，电路设计过程描述错误较多，逻辑电路设计不太合理。                   | 35     |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《数字电子技术》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |  |                         |                      |       |  |
|---|--|-------------------------|----------------------|-------|--|
| 课程名称  | 数字电子技术   | 课程性质                    | 工程基础，必修              | 学时学分  | 48/3   |
| 开课学期  |  | 专业班级                    |                      | 考核方式  | 考试，闭卷  |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师                              |  |                         |                      |       |  |
| 二、课程目标达成评估  |  |                         |                      |       |  |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源                   |                      |       |  |
|   |  | 评价依据                    | 分值                   | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式  |
| 毕业要求 1.2 能运用工程与电子信息的基础知识，对电子信息系统的电子线路、信号与传输工程问题进行合理简化、建模。 | 目标 1: 掌握数制与编码、逻辑门和逻辑代数等数字电路的基础知识，掌握可编程器件的使用和硬件描述语言的编程技术，以用于数字电路的分析 | 期末考试：<br>数字电路的基础知识(30分) | T10=30<br>试题构成<br>说明 | T1=22 | $\frac{T_1}{T_{10}} * 0.7 + \frac{A_1}{A_{10}} * 0.3 = 0.77$ |
|   |  | 平时作业                    | A10=100              | A1=85 |  |

|   |  |                     |                  |       |   |
|---|--|---------------------|------------------|-------|---|
|   | 和设计;掌握存储器、D/A转换器与A/D转换器、脉冲波形的产生与变换等数字电路的基本知识与应用,以熟悉相关数字元件的功能。  |                     |                  |       |   |
| 毕业要求 2.1 能运用相关科学原理对电子系统复杂工程问题的关键模块进行准确识别、表达与分析。 | 目标 2: 掌握组合逻辑电路和时序逻辑电路的分析和设计方法,能够对数字电路进行软件仿真分析,具有数字电路及数字系统的实际分析和设计能力;掌握可编程逻辑器件软件开发平台的使用方法,针对电子信息领域的工程问题,能采用自上而下的设计方式,进行分析和分模块设计,具备利用可编程器件实现数字系统设计的能力。 | 期末考试: 数字的分析与计算(35分) | T20=35<br>试题构成说明 | T2=28 | $\frac{T2+T3}{T20+T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.76$ |
|   |  | 数字电路的基本应用与设计(35分)   | T30=35<br>试题构成说明 | T3=22 |   |
|   | 平时作业   | A20=100             | A2=85            |       |   |
| 三、课程评价与分析                                       |  |                     |                  |       |   |
| 考核结果总结  |  |                     |                  |       |   |
| 持续改进方法  |  |                     |                  |       |   |

### 七、教学参考书

1. 余新平, 蔡昌新主编,《数字电子技术》(第三版), 华中科技大学出版社, 2019 年
2. 余新平主编,《数字电路设计·仿真·测试》(第 2 版), 华中科技大学出版社, 2018 年
3. 康华光,《电子技术基础数字部分》(第五版), 高等教育出版社, 2006 年
4. 阎石《数字电子技术基础》(第五版), 高等教育出版社, 2006 年
5. Adel S. Sedra&KennethC.Smith. Microelectronic Circuits. 4th ed. Oxford University Press, Inc., 1998 年

## 《工程制图基础》教学大纲

课程名称: 工程制图基础                      Element of Engineering Drawing

课程编码: 1410xk026                      课程类别: 学科基础课程-必修

学 分: 2.5 分

总 学 时: 40 学时, 其中, 理论学时: 40 学时

适用专业: 电气工程及其自动化

先修课程: 无

执 笔 人: 王新宇

审 订 人: 吕志鹏

## 一、课程性质

《工程制图基础》是非机类各专业的一门必修的既有系统理论又有较强实践性的技术基础课程，是培养非机类学生综合素质和工程基础的基本训练。它既包含了空间思维与想象和形体表达的基本理论与方法，又涉及机械设计制图的基本规定、标准和画法，对于学生的创新思维的建立具有重要的作用。

本课程的目的：培养空间想象和表达，初步阅读和绘制简单工程图样；了解一种计算机绘图软件和绘制简单二维图形的能力。

本课程的主要任务是：学习正投影法的基本原理及其应用；培养绘制和阅读机械图样的基本能力；培养图解简单空间几何问题的能力；培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力 and 形象思维能力；培养计算机绘图的初步能力；培养自学、分析问题和解决问题的能力，以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

通过课程介绍培养学生马克思主义哲学的辩证思维观，从社会责任、民族自信等方面入手，帮助学生形成认真负责的工作态度、严谨细致的工作作风，培养遵守国家标准规定，严格按照国家标准执行的工程意识。

### （二）知识和能力目标

1、掌握正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法。了解轴测投影的基本知识，并掌握其基本画法。能绘制比较简单的零件图和装配图，并应用于解决电气工程的实际问题（支撑毕业要求 1.2）。

2、能正确使用绘图工具和仪器，做到投影正确、视图选择恰当、尺寸齐全、图线分明、字体工整、图面整洁。掌握并遵守机械制图国家标准的有关规定。能阅读常见零件的零件图和不太复杂的装配图，完成电气工程施工图纸的设计和仿真计算（支撑毕业要求 5.2）。

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 1.2 能应用高等数学、工程数学、物理学和工程基础知识，针对电气工程领域中复杂系统建立合适的数学模型并求解。                 |
| 课程目标 2 | 5.2 能够针对电气工程领域复杂工程问题，选择并合理使用计算机虚拟仿真软件、软硬件设计开发平台等工具，完成电气工程施工图纸的设计和仿真计算。 |

## 三、基本要求

学生学完本课程后，应达到如下要求：

- 1、掌握正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法。
- 2、能正确使用绘图工具和仪器，做到投影正确、视图选择恰当、尺寸齐全、图线分明、字体工整、图面整洁。
- 3、了解轴测投影的基本知识，并掌握其基本画法。
- 4、掌握并遵守机械制图国家标准的有关规定。
- 5、能阅读常见零件的零件图和不太复杂的装配图。
- 6、能绘制比较简单的零件图和装配图。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点、主要教学模式（包括授课、自学、课堂讨论、作业等）。



| 章节 | 教学内容         | 授课学时 | 思政元素                              | 教学模式   | 对应课程目标 |
|----|--------------|------|-----------------------------------|--|--------|
| 1  | 绪论           | 0.5  | 介绍李诚《营造法式》，增强民族自豪感。               | 课堂授课，课堂讨论  | 课程目标 1 |
| 2  | 制图的基本知识和基本技能 | 3.5  | 介绍国标，培养工程意识。                      | 课堂授课，课堂讨论，线型练习与几何作图  | 课程目标 1 |
| 3  | 正投影法基础       | 4    | 辩证思维观，从不同角度观察物体。                  | 课堂授课，课后练习，课堂讨论   | 课程目标 1 |
| 4  | 组合体          | 14   | 辩证思维观从不同角度表达模型。                   | 课堂授课，课堂讨论，根据实物模型画物体的三视图（截交与相贯模型 4 个）<br>根据实物模型画物体三视图并标注尺寸（组合体模型 3 个） | 课程目标 1 |
| 5  | 轴测图          | 2    | 轴测图的观测方向不同，得到的效果不同，需要大局观。         | 课堂授课，课后练习，课堂讨论   | 课程目标 1 |
| 6  | 机件形状的表达方法    | 6    | 剖视图、断面图、规定画法，遵守国家标准规定，严格按照国家标准执行。 | 课堂授课，课后练习：机件表达，课堂讨论  | 课程目标 2 |
| 7  | 零件图          | 4    | 表面粗糙度、公差配合，反映大国制造，综合国力，反映产品的质量。   | 课堂授课，课后练习，课堂讨论   | 课程目标 2 |
| 8  | 标准件和常用件      | 2    | 螺纹的加工，精确制作，培养产品的经济性观念。            | 课堂授课，课后练习，课堂讨论   | 课程目标 2 |
| 9  | 装配图          | 4    | 装配图表达，各种零件的作用，培养认真负责、一丝不苟的工作作风。   | 课堂授课，课后练习，课堂讨论   | 课程目标 2 |

## 第一章 绪论

本课程的性质和任务，以及学习方法。

## 第二章 制图的基本知识和基本技能

- 1、国家标准《机械制图》；
- 2、绘图工具和仪器的使用方法；
- 3、几何作图；尺寸注法和线段分析；
- 4、平面图形的画法。
- 5、绘图的方法和步骤。

本章重点：几何作图；尺寸注法和线段分析；平面图形的画法。

能力：能够将制图的基本知识和基本技能用于分析电气工程实际问题。

## 第三章 正投影法基础

- 1、投影方法概述
- 2、三视图的形成及其投影特性
- 3、平面立体视图的画法
- 4、立体的投影分析
- 5、回转体

本章重点：平面立体视图的画法；立体的投影分析；回转体

能力：能够将平面立体视图的画法；立体的投影分析；回转体基本概念用于分析电气工程的复杂工程问题。

#### 第四章 组合体

- 1、组合体的构形
- 2、组合体视图的画法
- 3、截交线的画法
- 4、相贯线的画法
- 5、组合体视图的尺寸标注
- 6、看组合体视图的方法

本章重点：组合体视图的画法；截交线的画法；相贯线的画法；看组合体视图的方法

能力：能够将组合体视图的画法；截交线的画法；相贯线的画法；看组合体视图的方法用于分析解决电气工程的复杂工程问题。

#### 第五章 轴测图

- 1、轴测图的基本知识；
- 2、正等轴测图的画法和斜二等轴测图的画法。

本章重点：正等轴测图的画法和斜二等轴测图的画法。

能力：能够将轴测图的基本知识用于分析电气工程的复杂工程问题。

#### 第六章 机件形状的表达方法

- 1、视图
- 2、剖视图
- 3、断面图
- 4、局部放大图
- 5、简化画法
- 6、其它规定画法

本章重点：剖视图；断面图；局部放大图；简化画法

能力：能够将机件表达的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电气工程的复杂工程问题。

#### 第七章 零件图

- 1、零件图的作用和内容
- 2、零件上的常见结构
- 3、零件的视图选择和尺寸标注
- 4、表面粗糙度代号及其注法
- 5、公差与配合
- 6、看零件图

本章重点：零件的视图选择和尺寸标注；表面粗糙度代号及其注法；看零件图

能力：能够将零件图的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电气工程的复杂工程问题。

#### 第八章 标准件和常用件

- 1、螺纹紧固件(螺栓、螺柱、螺钉、螺母、垫圈)的规定画法和标注
- 2、齿轮的规定画法

本章重点：齿轮的规定画法

能力：能够将标准件和常用件的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电气工程

的复杂工程问题。

## 第九章 装配图

- 1、装配图中的视图表达方法
- 2、装配图的尺寸标注
- 3、装配图中的零、部件序号和明细栏
- 4、装配图的画法
- 5、装配结构的合理性简介
- 6、看装配图及由装配图拆画零件图的方法

本章重点：装配图中的视图表达方法；装配图的尺寸标注；装配图中的零、部件序号和明细栏；装配图的画法

能力：能够将装配图的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电气工程的复杂工程问题。

## 五、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科基础性课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业相结合的教学方式方法，达到使学生掌握工程制图基础知识的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生看图和分析图的目的，同时开展作业分析，精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源：国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

## 六、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

平时成绩（百分制），包括作业考勤等。

平时成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |

|  |   |  |   |   |
|--|---|--|---|---|
| <p>掌握正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法。了解轴测投影的基本知识，并掌握其基本画法。能绘制比较简单的零件图和装配图，并应用于解决电气工程的实际问题。</p> <p>能正确使用绘图工具和仪器，做到投影正确、视图选择恰当、尺寸齐全、图线分明、字体工整、图面整洁。掌握并遵守机械制图国家标准的有关规定。能阅读常见零件的零件图和不太复杂的装配图，完成电气工程施工图纸的设计和仿真计算。</p> | <p>掌握正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法。熟悉轴测投影的基本知识，并掌握其基本画法。能绘制一般零件图和装配图，并应用于解决电气工程的实际问题。</p> <p>能正确使用绘图工具和仪器，做到投影正确、视图选择恰当、尺寸齐全、图线分明、字体工整、图面整洁。掌握并遵守机械制图国家标准的有关规定。能阅读常见零件的零件图和不太复杂的装配图，完成电气工程施工图纸的设计和仿真计算。</p> | <p>掌握正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法较好。了解轴测投影的基本知识，并掌握其基本画法。能绘制比较简单的零件图和装配图，并应用于解决电气工程的实际问题。</p> <p>能正确使用绘图工具和仪器，做到投影正确、视图选择恰当、尺寸齐全、图线分明、字体工整、图面整洁。掌握并遵守机械制图国家标准的有关规定。能阅读常见零件的零件图和不太复杂的装配图，完成电气工程施工图纸的设计和仿真计算。</p> | <p>了解正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法。了解轴测投影的基本知识，并掌握其基本画法。能绘制比较简单的零件图和装配图。</p> <p>能正确使用绘图工具和仪器。掌握并遵守机械制图国家标准的有关规定。能阅读常见零件的零件图和不太复杂的装配图。</p> | <p>对正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法理解不够。对轴测投影的基本知识及其基本画法掌握不够。不能绘制比较简单的零件图和装配图。</p> <p>不能阅读常见零件的零件图和装配图。</p> |
|--|---|--|---|---|

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求  | 评价标准   |  |  |   | 比例 (%) |
|------|---|--|--|--|---|--------|
|      |   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |        |
| 目标 1 | 掌握正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法。了解轴测投影的基本知识，并掌握其基本画法。能绘制比较简单的零件图和装配图，并应用于解决电气工程的实际问题。 | 对正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法掌握很好。熟悉轴测投影的基本知识，并掌握其基本画法。能绘制一般的零件图和装配 | 掌握正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法。了解轴测投影的基本知识，并掌握其基本画法。能绘制比较简单的零件图和装配图，并应用 | 对正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法基本掌握。基本了解轴测投影的基本知识，并掌握其基本画法。能绘制简单的零件图。 | 对正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法掌握不够。对轴测投影的基本知识理解不够，不能绘制简单的零件图。 | 60     |

|      |  |  |   |  |  |    |
|------|--|--|---|--|--|----|
|      |  | 图，并应用于解决电气工程的实际问题。   | 于解决电气工程的实际问题。   |  |  |    |
| 目标 2 | 能正确使用绘图工具和仪器，做到投影正确、视图选择恰当、尺寸齐全、图线分明、字体工整、图面整洁。掌握并遵守机械制图国家标准的有关规定。能阅读常见零件的零件图和不太复杂的装配图，完成电气工程施工图纸的设计和仿真计算。 | 能很好地使用绘图工具和仪器，做到投影正确、视图选择恰当、尺寸齐全、图线分明、字体工整、图面整洁。掌握并遵守机械制图国家标准的有关规定。能阅读一般零件的零件图和装配图，完成电气工程施工图纸的设计和仿真计算。 | 能正确使用绘图工具和仪器，做到投影正确、视图选择恰当、尺寸齐全、图线分明、字体工整、图面整洁。掌握并遵守机械制图国家标准的有关规定。能阅读常见零件的零件图和不太复杂的装配图。 | 使用绘图工具和仪器基本正确，投影基本正确、视图选择基本恰当、尺寸齐全。了解机械制图国家标准的有关规定。能阅读简单零件的零件图和不太复杂的装配图。 | 不能正确使用绘图工具和仪器，投影、视图选择不当。对机械制图国家标准的相关规定了解不够。不能阅读零件的零件图和装配图。 | 40 |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

## 2. 课程目标达成评价

### 《工程制图基础》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |  |  |           |      |   |
|--|--|--|-----------|------|---|
| 课程名称   | 工程制图基础   | 课程性质                                       | 学科基础，必修   | 学时学分 | 40/2.5  |
| 开课学期   | 第三个学期  | 专业班级                                       | 电气工程及其自动化 | 考核方式 | 考试，闭卷   |
| 任课教师：  |  |  |           |      |   |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师                                    |  |  |           |      |   |
| 二、课程目标达成评估   |  |  |           |      |   |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标   | 评价数据源                                      |           |      |   |
|  |  | 评价依据                                       | 分值        | 平均分  | 达成值评价方式   |
| 1.2 能应用高等数学、工程数学、物理学和工程基础知识，针对电气工程领域中复杂系统建立合适的数学模型并求解。 | 目标 1：掌握正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法。了解轴测投影的基本知识，并掌握其基本画法。能绘制比较简单的零件图和装配图，并应用于解决电气工程的实际问题。 | 期末考试：                                      | T10=20    | T1   | $(T1/T10 + T2/T20 + T3/T30) * 0.7 + A1/A10 * 0.3$ |
|  |  | 正投影的基本理论及其应用和正投影的绘图方法；轴测投影的基本知识及画法；简单的零件图和 | 试题构成说明    |      |   |
|  |  |  | T20=20    | T2   |   |
|  |  |  | T30=20    | T3   |   |

|  |  |  |                  |    |   |
|--|--|--|------------------|----|---|
|  |  | 装配图（60）。   | 试题构成说明           |    |   |
|  |  | 平时作业   | A10=100          | A1 |   |
| 5.2 能够针对电气工程领域复杂工程问题，选择并合理使用计算机虚拟仿真软件、软硬件设计开发平台等工具，完成电气工程施工图纸的设计和仿真计算。 | 目标 2：能正确使用绘图工具和仪器，做到投影正确、视图选择恰当、尺寸齐全、图线分明、字体工整、图面整洁。掌握并遵守机械制图国家标准有关规定。能阅读常见零件的零件图和不太复杂的装配图，完成电气工程施工图纸的设计和仿真计算。 | 期末考试：<br>绘图工具和仪器用法；机械制图国家标准；零件图和装配图阅读；电气工程施工图纸的设计（40）。 | T40=15<br>试题构成说明 | T4 | $(T4/T40 + T5/T50 + T6/T60) * 0.7 + A2/A20 * 0.3$ |
|  |  |  | T50=15<br>试题构成说明 | T5 |   |
|  |  |  | T60=10<br>试题构成说明 | T6 |   |
|  |  | 平时作业   | A20=100          | A2 |   |
| 三、课程评价与分析  |  |  |                  |    |   |
| 存在的主要问题  |  |  |                  |    |   |
| 持续改进方法   |  |  |                  |    |   |

## 八、教材和参考书

1. 唐克中、朱同钧主编，西安交通大学编，《画法几何及工程制图》第五版，高等教育出版社，2017年。
2. 朱冬梅、胥北澜主编，华中理工大学等院校编，《画法几何及机械制图》第五版，高等教育出版社，2000年。
3. 何铭新、钱可强主编，同济大学、上海交通大学等院校编，《机械制图》第五版，高等教育出版社，2004年。
4. 万勇、夏俊芳主编，武汉理工大学等六院校编，《工程制图基础》第三版，高等教育出版社，2019年。

## 《工程电磁场》课程教学大纲

课程名称：工程电磁场 (engineering electromagnetic field)

课程编码：1501XK037

课程类别：工程基础课程-必修

学 分： 2.5 分

总学时： 40 学时，其中，授课学时：40 学时

适用专业：电气类专业

先修课程：电路分析基础、高等数学、大学物理、工程数学

执 笔 人：蒋涛

审 订 人：杨友平

## 一、课程性质

本课程是电气信息学科的学科基础课，是继电路分析基础课程后，电气、电子信息类专业学生在电子信息技术方面的技术基础课。学生通过本课程的学习，掌握工程电磁场与电磁波的基本概念、基本理论及基本分析方法，培养分析问题和解决实际问题的能力，为学习后续的通信原理、微波技术与天线等有关课程打下基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

紧密围绕从培养学生的辩证思维方式，爱国情怀、社会责任、个人价值、民族自信等方面入手，将育人要素和工程电磁场专业知识嵌入到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过知名科学大家故事学习科学精神，注重在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来，提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力；通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，突出强电与弱电、工程电磁场与前沿科学与工程技术的结合，利用师生互动进行社会主义核心价值观的引领和学习方法指导，培养学生将电磁理论与工程实践相结合的专业素质和精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当，让学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1. 掌握电场、磁场、电磁波的基本概念，理解电磁场的基本理论麦克斯韦方程组（推广形式）。（支撑毕业要求 1.3）

2. 掌握静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法，并能应用于导体电阻、电感、（部分）电容的分析和计算，掌握均匀平面波在均匀媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射。（支撑毕业要求 4.1）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.3 对所建立的数学模型和原理方程进行推演，分析其是否能满足电气工程领域中复杂系统要求。                   |
| 课程目标 2 | 4.1 能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。 |

## 三、基本要求

本课程系统的介绍了工程电磁场中的各种基本知识，包括电场、磁场以及电磁波之间的关系，静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法，均匀平面波在均匀媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射等，为今后学习其它后续课或在电磁场与电磁波方面进一步深入学习打下了必要的基础。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，掌握高等数学微积分的原理及其运用，能够结合三重积分、矢量分析和场论以及偏导数计算出电磁场中相关物理量的数值；掌握电、磁二者之间的基本区别与联系，了解电磁场中的基本概念。

在电磁场数学物理基础的讲述中，注意培养学生综合运用所学知识的能力，锻炼学生的计算能力、独立思考能力、思维建模能力等，掌握矢量分析的方法。

在电磁场的基本规律中，结合麦克斯韦方程组（推广形式），深刻地理解电场、磁场与电荷密度、电流密度之间关系，建立四者之间的思维模型，熟练地进行各个物理量之间的相互转换。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括授课、自学、实验、课程设计、大作业等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容                  | 授课学时 | 课程思政融合元素   | 教学模式                | 对应课程目标   |
|----|-----------------------|------|--|---------------------|----------|
| 1  | 电磁场的数学物理基础            | 6    | 在讲述电磁场理论发展历程中,对重要事件和典型人物进行分析解读,进行马克思科学唯物主义史观的引导,定位自己的社会责任,从而明确本课程学习的目标。                                | 课堂授课,课后练习 8 题       | 课程目标 1   |
| 2  | 静态电磁场 I : 静电场         | 12   | 讲述边值问题时,突出工程电磁场与前沿科学与工程之间的结合,引导定位自己的社会责任,从而明确本课程学习的目标。   | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 10 题 | 课程目标 1/2 |
| 3  | 静态电磁场 II : 恒定电流的电场和磁场 | 12   | 在恒定电流的电磁中,突出对典型问题和与工程应用密切联系的磁场问题的分析,进行马克思科学唯物主义史观的引导,定位自己的社会责任,从而明确本课程学习的目标。                           | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 12 题 | 课程目标 1/2 |
| 4  | 动态电磁场 I : 基本理论与准静态电磁场 | 6    | 在讲解宏观电磁现象时,对电磁理论发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,并结合典型工程背景(远场涡流监测、感应加热等),进行马克思科学唯物主义史观的引导,定位自己的社会责任,从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 4 题  | 课程目标 1/2 |
| 5  | 动态电磁场 II : 电磁辐射与电磁波   | 4    | 在讲述位电磁辐射与电磁波工程中的应用原理过程中,突出对典型问题和与工程应用密切联系的电磁场与电磁波问题的分析,进行马克思科学唯物主义史观的引导,定位自己的社会责任,从而明确本课程学习的目标。        | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 6 题  | 课程目标 1/2 |

## 第一章 电磁场的数学物理基础

- 1.1 电磁场物理模型的构成
- 1.2 矢量分析
- 1.3 场论基础
- 1.4 电磁场的基本规律麦—克斯韦方程组

本章重点:

了解论的有关基础知识(散度定理、斯托克斯定理和亥姆霍兹定理);

掌握电磁感应定律的推广形式,掌握麦克斯韦方程组的微分形式。

**能力:** 能够将实际电磁装置中的电磁现象和过程理想化假设为电磁场的物理模型。

## 第二章 静态电磁场 I : 静电场

- 2.1 基本方程与场的特性
- 2.2 自由空间中的电场
- 2.3 导体和电介质
- 2.4 电介质中的电场
- 2.5 边值问题
- 2.6 镜像法
- 2.8 电容 部分电容
- 2.9 静电场能量
- 2.10 电场力

本章重点:

掌握静电场的基本方程,并理解其物理意义;



掌握叠加定理；

掌握电位所满足的偏微分方程以及在不同媒质分界面上的衔接条件以及运用分离变量法求出直角坐标系下二维边值问题的解；

掌握镜像法；

掌握电容参数计算的原则与方法；

掌握基于电场强度定义公式的电场力的求取方法。

**能力：**能够对典型问题和与工程应用密切联系的电场问题，采用镜像法和边值问题分析求解。

### 第三章 静态电磁场 II：恒定电流的电场和磁场

#### 3.1 恒定电场的基本方程与场的特性

#### 3.2 恒定电场与静电场的比拟 接地系统

#### 3.3 恒定磁场的基本方程与场的特性

#### 3.4 自由空间中的磁场

#### 3.5 媒质中的磁场

#### 3.6 电感

#### 3.7 磁场能量

#### 3.7 磁场力

本章重点：

掌握电位所满足的微分及电场、电流密度和电位在不同媒质分界面上的衔接条件方程，并能解答；

掌握恒定磁场的基本方程并理解其物理意义；

掌握叠加原理；

掌握恒定磁场的镜像法；

**能力：**能够应用安培力、洛仑兹力计算公式、虚位移法及法拉第观点求磁场力并能根据场图分析受力情况。

### 第四章 动态电磁场 I：基本理论与准静态电磁场

#### 4.1 动态电磁场的基本方程与边界条件

#### 4.2 时谐电磁场

#### 4.3 电磁场能量 · 坡印廷定理

#### 4.4 准静态电磁场

本章重点：

掌握电准静态场和磁准静态场的基本方程，并理解其物理意义；

掌握时谐电磁场的复数表示法；

掌握恒定磁场的镜像法；

**能力：**根据导电媒质中涡流的产生及其分布规律，掌握典型问题和与工程应用密切联系的电磁场问题中的一般方法和措施。

### 第五章 动态电磁场 II：电磁辐射与电磁波

#### 5.1 电磁辐射

#### 5.2 理想介质中的均匀平面电磁波

#### 5.3 均匀平面电磁波的反射与透射

- 5.5 有损媒质中的均匀平面电磁波
- 5.6 导引电磁波

本章重点：

- 掌握动态电磁场方程组及其物理意义；
- 掌握电磁位的定义，以及与场量之间的关系；
- 掌握均匀平面电磁波在理想媒质和导电媒质中的传播规律；

**能力：** 能够阐明理想媒质和导电媒质中平面波传播特性的异同点。

## 五、教学方法

本课程采用理论教学与课堂、课后习题等相结合的教学方式方法，主要教学环节包括课堂教学、课堂和课后习题练习以及课后自学。

**1. 课堂教学** 课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并适当参与讨论，每次课程开始或课程中间进行提问，课后留有思考题、基本练习题和复习提高题。教师主要讲授课程的基本概念、基本理论和基本方法。同时，有意识设计一些讨论性问题，引导学生运用已有的知识进行思考。考虑到本课程涉及内容多，故采用多媒体教学手段，以提高课堂效率。

**2. 课堂、课后习题和自学** 课堂上，教师会有针对性的提出一些问题。其中，教师简要介绍理论方法，具体由学生独立完成，教师批改后，再逐一给学生讲解存在的问题。对于本课程中主要知识点，布置适当习题，让学生在课堂和课后进行练习，使学生进一步理解和巩固课程所学的基本概念、基本理论和方法。

精选讲课内容，精讲重点难点，安排同学自学易于理解的内容，以培养学生自主学习的意识和能力以及抓住要点的能力。

## 六、考核及成绩评定方式

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括课堂讨论与测验、作业等。

平时成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
| 能够掌握电场、磁场、电磁波的基本概念，理解电磁场的基本理论麦克斯韦方程组（推广形式）。掌握静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法，并能应用于导体电阻、电感、（部分）电容的分析和计算。掌握均匀平面波在均匀媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射。 | 电场、磁场、电磁波的基本概念正确。电磁场的基本理论麦克斯韦方程组（推广形式）、静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法表达正确、分析与建模合理。准确掌握均匀平面波在均匀媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射。 | 电场、磁场、电磁波的基本概念比较正确。电磁场的基本理论麦克斯韦方程组（推广形式）、静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法表达比较正确、分析与建模比较合理。较好掌握均匀平面波在均匀媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射。 | 电场、磁场、电磁波的概念基本正确。电磁场的基本理论麦克斯韦方程组（推广形式）、静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法表达基本正确、分析与建模基本合理。基本掌握均匀平面波在均匀媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射。 | 电场、磁场、电磁波的基本概念错误。电磁场的基本理论麦克斯韦方程组（推广形式）、静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法表达错误、分析与建模不合理。不能掌握均匀平面波在均匀媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射。 |
|--|--|--|--|---|

### 课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求  | 评价标准  |  |   |  | 比例 (%) |
|------|---|---|--|---|--|--------|
|      |   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |        |
| 目标 1 | 掌握电场、磁场、电磁波的基本概念，理解电磁场的基本理论-麦克斯韦方程组（推广形式）。  | 电场、磁场、电磁波的基本概念、电磁场的基本理论、麦克斯韦方程组（推广形式）理解正确。  | 电场、磁场、电磁波的基本概念、电磁场的基本理论、麦克斯韦方程组（推广形式）理解比较正确。   | 电场、磁场、电磁波的基本概念、电磁场的基本理论、麦克斯韦方程组（推广形式）理解基本正确。  | 电场、磁场、电磁波的基本概念、电磁场的基本理论、麦克斯韦方程组（推广形式）理解错误。   | 60     |
| 目标 2 | 掌握静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法，并能应用于导体电阻、电感、（部分）电容的分析和计算，掌握均匀平面波在媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射。 | 对静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法运用正确，并正确应用于导体电阻、电感、（部分）电容的分析和计算，正确掌握均匀平面波在媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射。 | 对静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法运用比较正确，并较正确应用于导体电阻、电感、（部分）电容的分析和计算，比较正确掌握均匀平面波在媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射。 | 对静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法运用基本正确，并基本能够应用于导体电阻、电感、（部分）电容的分析和计算，基本掌握均匀平面波在媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射。 | 对静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法运用错误，不能应用于导体电阻、电感、（部分）电容的分析和计算，不能掌握均匀平面波在媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射。 | 40     |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*80%+平时成绩\*20%。

## 2. 课程目标达成评价

表 2 《工程电磁场》课程目标达成评价分析报告

|          |       |      |         |      |        |
|----------|-------|------|---------|------|--------|
| 一、课程基本信息 |       |      |         |      |        |
| 课程名称     | 工程电磁场 | 课程性质 | 工程基础，必修 | 学时学分 | 40/2.5 |
| 开课学期     | 4     | 专业班级 | 电气类     | 考核方式 | 考试，闭卷  |

| 任课教师:   |   |                                 |                  |       |  |
|---|---|---------------------------------|------------------|-------|--|
| 评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师  |   |                                 |                  |       |  |
| 二、课程目标达成评估  |   |                                 |                  |       |  |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标  | 评价数据源                           |                  |       |  |
|   |   | 评价依据                            | 分值               | 平均分   | 达成度值 $K_M$ 评价方式                                      |
| 毕业要求 1.3 对所建立的数学模型和原理方程进行推演, 分析其是否能满足电气工程领域中复杂系统要求                      | 目标 1: 掌握电场、磁场、电磁波的基本概念, 理解电磁场的基本理论-麦克斯韦方程组 (推广形式)   | 期末考试:<br>工程电磁场的基本概念、基本理论 (60 分) | T10=60<br>试题构成说明 | T1=40 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3 = 0.71$ |
|   |   | 平时作业                            | A10=100          | A1=81 |  |
| 毕业要求 4.1 能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究, 对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模, 拟定解决方案, 选择研究路线。 | 目标 2: 掌握静电场、电流场、恒定磁场及时变电磁场的基本计算方法, 并能应用于导体电阻、电感、(部分)电容的分析和计算, 掌握均匀平面波在均匀媒质中的传播规律及对平面分界面的垂直入射。 | 期末考试:                           | T20=40<br>试题构成说明 | T2=33 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.82$ |
|   |   | 平时作业                            | A20=100          | A2=80 |  |
| 三、课程评价与分析   |   |                                 |                  |       |  |
| 考核结果总结  |   |                                 |                  |       |  |
| 持续改进方法  |   |                                 |                  |       |  |

## 七、推荐教材与主要参考书

### (一) 推荐教材:

1. 倪光正, 《工程电磁场原理》第三版, 高等教育出版社, 2016 年.

### (二) 主要参考书:

2. 谢处方, 《电磁场与电磁波》第四版, 高等教育出版社, 2006 年.

3. 杨儒贵, 《电磁场与电磁波》, 高等教育出版社, 2003 年.

4. 威廉·H·海特, 《工程电磁场》第八版, 西安交通大学出版社, 2013 年.

## 《单片机原理及应用》教学大纲

课程名称: 单片机原理及应用 (Microcontroller Theory and Applications)

课程编号: 1501XK033 课程类别: 工程基础-必修

学分: 3 分

总学时: 48 学时, 其中, 理论学时: 48 学时

适用专业: 电气工程及其自动化专业

先修课程: 模拟电子技术、数字电子技术、C 语言程序设计

执笔人: 孙先松

审订人：陈晓静

## 一、课程性质

本课程是自动化、电气工程及其自动化专业的工程基础必修课，具有很强的理论性、实践性和应用性，已成为电子信息类学生必须掌握的一门专业技术。课程通过对 MCS-51 单片机的内部结构、各硬件单元的工作原理、汇编语言程序设计、典型外围接口应用和单片机综合应用系统设计等内容学习，使学生掌握单片机的基本原理和应用方法，学生通过本课程的学习可以具备单片机应用系统设计的基本能力，并为应用各种类型单片机、后续课程以及人工智能方面的学习打好基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

从培养学生的辩证思维方式，爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手，将育人要素和单片机专业知识嵌入到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，利用单片机实际应用研究学习科技自信及爱国主义情怀，师生互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质、学术和职业道德，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1、掌握单片机的基本概念和基础知识，对单片机内部结构、存储器组织、指令系统、并行输入/输出端口、中断系统、定时/计数器、异步串行口以及常用的外围器件接口有较系统的认识，熟悉常用的单片机指令、内部部件的工作方式以及常用外围接口芯片的性能技术指标。（毕业要求 1.4）

2、能够分析和编写简单的汇编程序；对单片机各模块进行定性的功能分析和定量计算（包括控制字、定时初值、译码地址等）；熟悉常用的接口电路的设计，初步具备接口电路设计与实现的能力。（毕业要求 4.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法，用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护。 |
| 课程目标 2 | 4.2 能够根据研究路线设计可行的实验方案，选用或搭建实验平台，设计合理的算法，开展实验，正确地采集实验数据。 |

## 三、基本要求

本课程以汇编程序设计和电路设计为基础、以单片机系统的基本原理为重点，主要介绍单片机的内部结构、存储器组织、指令系统及汇编语言程序设计、并行输入/输出端口、中

断系统、定时器/计数器、异步串行口、外围功能扩展等，与各行各业的通信、测控、智能化控制等密切联系，具有很强的实用性、工程性特点。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，理解单片机的指令系统，并能分析简单的汇编程序；掌握中断、定时器/计数器、串口的结构和工作原理，能够利用汇编语言对各硬件进行编程控制；掌握存储器扩展、并行口扩展、键盘、数码管显示器、数模转换器和模数转换器的接口工作原理，能够利用汇编语言实现系统扩展、人机交互和数据采集等微机系统的重要功能。

在单片机系统分析的讲述中，培养学生对系统模块定性分析和定量分析、流程设计、初始化程序设计、中断服务程序设计和接口程序设计以及系统集成、调试的能力，掌握单片机编程的基本方法。

在单片机系统设计和应用的讲述中，注意培养学生分析系统功能、指标参数以及查阅相关资料的能力，使学生能够综合运用所学知识设计出具有检测、通信和控制功能的单片机应用系统。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括授课、课后习题等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容                 | 学时 | 思政元素   | 教学模式          | 对应课程目标 |
|----|----------------------|----|--|---------------|--------|
| 1  | 第一章 单片机概述与硬件基础       | 4  | 讲述单片机发展历程中，介绍国产单片机发展的历史及现状，激发学生爱国情怀和专业认同感，讲述“汉芯一号”事件，告诫学生不能学术造假，要有踏实严谨的学术态度和优良的学术道德，要追求“求真”、“求实”的科学精神。还要结合身边单片机应用实例，分析从事单片机工作的行业与所需的技术水平，鼓励学生学好本课程，明确学习目标。 | 课堂授课，课后练习 4 题 | 1      |
| 2  | 第二章 单片机的应用方法与 I/O 端口 | 4  | 介绍华为的麒麟芯片产品的性能及设计、生产情况，从专业视角分析我国芯片技术瓶颈，认识自我，激发学生爱国热情和立志报国的决心。涉及 CPU 内部结构时给学生讲述“自制  | 课堂授课，课后练习 3 题 | 1      |

|   |                      |   |  |                         |     |
|---|----------------------|---|--|-------------------------|-----|
|   |                      |   | CPU”的故事，克服学生畏难情绪。  |                         |     |
| 3 | 第三章 单片机指令系统与汇编语言程序设计 | 6 | 中国共产党我们国家的核心，一系列的法律、法规、制度是国家长治久安、人民幸福的保障。单片机也正如此，CPU是核心，指令系统、时序等是系统正常工作的保障。告诫学生时刻遵守制度、规则、敬畏法律，树立正确的价值观和人生观；<br>让学生了解编程开发规范的重要性，有一个字符出错程序都不能运行。告诫学生学术必须严谨，求真务实。 | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>6题，测试 | 1   |
| 4 | 第四章 单片机中断系统          | 6 | 航空、航天、军事等高端技术领域实时性至关重要，而此技术核心就是中断系统。将单片机中断系统全过程讲述分别与高端技术实现环节、所需性能结合介绍，鼓励学生在透彻理解单片机中断基础上创新、突破。  | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>4题，测试 | 1/2 |
| 5 | 第五章 定时器/计数器的应用       | 6 | 定时器的1ms可以执行近1000条指令，我们的一节课学到了多少知识，一天又做了多少事，要有规划。   | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>4题，测试 | 1/2 |
| 6 | 第六章 串行口及其应用          | 5 | 串口通信有严格的协议规范，如果不能收到数据，故障可能是收方，也有可能是发送方，全方位、多角度分析才能解决问题。我们做人做事也应该具有同样的思维方式。教学中要经常性地培养学生这种思维能力。  | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>3题    | 1/2 |
| 7 | 第七章 单片机扩展应用          | 6 | 单片机通过总线扩展系统功能，挂在总线的器件必须遵守总线规则，加强学生规则意识的培养。   | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>4题    | 1/2 |
| 8 | 第八章 键盘与显示器           | 4 | 介绍国内光电和显示面板  | 课堂授课，课堂                 | 1/2 |

|    |                    |   |  |                        |     |
|----|--------------------|---|--|------------------------|-----|
|    |                    |   | 龙头企业的产品、生产状况、国外市场等情况, 让学生感受到国内制造业的强大。  | 讨论、课后练习<br>2 题, 部分自学   |     |
| 9  | 第九章 DAC 及 ADC 接口扩展 | 4 | 享受当今数字时代的红利时, 要明白 ADC 和 DAC 是最基础的关键技术。特别要让学生明白高端 ADC 和 DAC 芯片是我国卡脖子的问题, 并要了解关键技术点。         | 课堂授课, 课堂讨论、课后练习<br>2 题 | 1/2 |
| 10 | 第十章 单片机综合应用系统设计    | 3 | 从讲述国外有些综合应用系统在国内被限制使用的现状引入研究综合系统的重要性、紧迫性。让学生熟悉综合应用系统设计、集成的环节和方法, 培养学生团队协作精神, 拓展学生视野, 把握全局。 | 课堂授课, 课堂讨论、课后练习<br>1 题 | 1/2 |

## 第一章 单片机概述与硬件基础

- 1、微型机、单片机及单片机系统概述
- 2、MCS-51 单片机硬件原理

本章重点:

- 了解微型机与单片机的相关概念, 单片机的分类、特点、应用领域
- 熟悉单片机的 CPU 时序和特殊功能寄存器 SFR
- 掌握单片机的内部结构和工作原理
- 掌握单片机时钟电路和复位电路原理
- 掌握单片机存储器结构及使用方法

能力: 能够根据单片机的资源分析其具有的功能和应用场合, 能够设计单片机最小系统。

## 第二章 单片机的应用方法与 I/O 端口

- 1、单片机开发软件应用方法
- 2、单片机的应用方法
- 3、MCS-51 输入/输出端口

本章重点:

- 掌握单片机开发软件的使用方法
- 掌握 MCS-51 单片机的 I/O 口工作原理及应用方法

能力: 了解多种单片机的开发应用方法, 掌握 MCS-51 单片机的开发方法, 能够设计简单的 I/O 应用电路。



### 第三章 单片机指令系统与汇编语言程序设计

- 1、指令和助记符
- 2、寻址方式及指令系统
- 3、汇编语言格式与伪指令，简单汇编语言程序设计

本章重点：

了解单片机的寻址方式、指令系统和常用伪指令

了解指令书写的限制性规则，能区分正确指令和错误指令

掌握用单片机汇编语言实现顺序、分支和循环三种程序结构的方法

掌握用单片机汇编语言实现常用子程序的方法

能力：能够应用汇编语言的基本语法知识分析和设计常用的汇编子程序

### 第四章 单片机中断系统

- 1、中断的概念
- 2、MCS-51 的中断系统
- 3、中断处理过程
- 4、中断应用

本章重点：

了解单片机中断的概念以及查询式数据处理和中断式数据处理的区别

掌握单片机中断系统的结构和工作原理

掌握单片机中断初始化和中断服务程序的设计方法

掌握应用中断进行实时处理的方法

能力：能够应用单片机中断模型推演、识别、分析含有中断的单片机系统软硬件结构，并能够应用中断原理设计简单的单片机实时处理系统

### 第五章 定时器/计数器的应用

- 1、定时器/计数器的原理
- 2、定时器/计数器的工作方式与控制
- 3、定时器/计数器应用

本章重点：

了解单片机片内定时器/计数器的结构与工作原理

掌握单片机定时器/计数器的定时初值计算和模式配置控制字的计算。

理解查询式定时和中断式定时的区别

掌握应用定时器/计数器产生方波和占空比可调的脉宽调制波形（PWM）的方法

能力：能够应用定时/计数器的工作原理推演、分析定时器初值计算和定时控制方法，并能够应用定时/计数器解决实际定时或计数的问题

### 第六章 单片机串行口原理及应用

- 1、串行通信基础
- 2、MCS-51 串口工作原理与控制
- 3、串行通信应用

本章重点：

了解单片机串行通信的概念和常用的一些串行通信接口  
掌握 MCS-51 单片机串口的结构和工作原理  
掌握串口工作方式配置和波特率配置的方法  
掌握应用串口进行单片机和上位机通信的方法  
能力：能够应用串口工作原理推演、识别、分析单片机和 PC 机的串口通信过程，设计单片机与 PC 机的串口通信程序。

## 第七章 单片机扩展应用

- 1、单片机存储器扩展
- 2、单片机 I/O 口扩展
- 3、其它类型串口扩展

本章重点：

了解单片机总线扩展的概念  
掌握单片机存储器扩展的方法和存储器地址范围分析方法  
掌握单片机并行 I/O 扩展的方法和接口芯片地址范围分析方法  
掌握利用 SPI 和 IIC 总线扩展外部存储器的方法  
能力：能够应用计算机总线知识推演、识别、分析单片机外部扩展电路芯片地址范围，并能够设计简单的存储器扩展电路和并行 I/O 扩展电路

## 第八章 键盘与显示器

- 1、独立式键盘和矩阵式键盘
- 2、LED 数码管显示
- 3、LCD 液晶显示

本章重点：

了解按键消抖原理  
了解利用行扫描法和线反转法进行按键识别的原理  
了解 LED 数码管的静态显示和动态显示原理，掌握数码管接口设计方法  
了解 LCD 液晶显示原理，掌握 LCD 液晶显示器接口设计方法  
能力：能够应用并口、总线等知识推演、识别、分析键盘显示器接口电路，并能够设计按键识别及按键处理程序和数码管显示程序

## 第九章 DAC 及 ADC 接口扩展

- 1、A/D 及 D/A 转换器的主要技术指标

2、DAC 接口技术

3、ADC 接口技术

本章重点：

了解常用转换器的主要技术指标

了解单片机数据采集系统的组成原理

了解常用 A/D 转换器芯片工作原理，掌握 A/D 转换器接口设计的方法

了解 D/A 转换器的内部结构和工作原理，掌握 D/A 转换器接口设计的方法

能力：能够应用并口、总线、A/D、D/A 等知识推演、识别、分析 DAC 和 ADC 与单片机的接口电路，并能够设计相应的控制程序

## 第十章 单片机综合应用系统设计

1、单片机常用数据处理方法

2、单片机常用控制算法

3、单片机可靠性设计方法

4、综合应用系统实例分析

本章重点：

掌握系统设计指标分析方法、功能模块定性分析和定量分析方法

掌握基本数据处理方法和控制方法，熟悉单片机可靠性设计技术

掌握系统软件、硬件设计方法

能力：能够结合特定系统功能指标要求，应用单片机基础知识设计综合性单片机应用系统

## 五、教学方法

本课程主要围绕单片机的组成结构、指令系统、功能部件、扩展接口等内容展开讲述，是一门具有较强实践应用性的课程。在课程教学中着重培养学生的动手能力和综合分析能力，其教学方法和手段如下：

1. 在课堂教学中采用多媒体课件和板书相结合的方式，采取“启发式”教学方法，鼓励和引导积极学生思考。通过单片机应用实例的讲解，理论联系实际，激发学生学习兴趣。

2. 通过课堂提问、课后习题查看学生对所学知识的掌握情况。在课堂教学过程中，从基础知识出发，通过对特定应用实例的提问，引发学生思考，扩展学生思维，培养学生的思维能力和创新能力。

3. 在实验教学过程中，学生利用计算机网路资源查阅各种文献资料完成实验要求内容。通过实践进一步加深学生对单片机原理与及其应用的认识，培养学生分析问题、解决问题的能力。

4. 鼓励学生利用课外实践观看与课程相关的慕课，巩固学生对所学知识的理解。

## 六、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），主要包括课后作业。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
|  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展有较系统的认识，判断、讨论与分析单片机系统工作原理和程序设计原理。掌握单片机并行 I/O 口、定时器、中断原理并能解决相关实际问题；熟悉各种典型外围功能扩展器件的基本应用，初步具备电子信息系统软硬件的设计能力。 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念清晰，回答问题正确。<br>对单片机系统的功能分析与定量计算正确，能正确分析单片机程序并能独立设计较复杂的单片机程序。 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念清晰，回答问题较正确。<br>对单片机系统的功能分析与定量计算较正确，能正确分析单片机程序，能独立设计简单的单片机程序。 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念理解基本正确。<br>对单片机系统的功能分析与定量计算基本正确，能正确分析单片机程序，但不能独立设计单片机程序。 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念不清晰，错误较多。<br>对单片机系统的功能分析与定量计算错误较多，不能正确分析单片机程序。 |

期末考试（百分制）闭卷，题型包括：判断题、选择题、填空题、简答题、分析题、设计题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求   | 评价标准  |   |   |   | 比例 (%) |
|------|--|---|---|---|---|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |        |
| 目标 1 | 掌握单片机的基本概念和基础知识，对单片机内部结构、存储器组织、指令系统、并行 I/O 口、定时器、中断系统以及常用的外围器件接口有较系统的认识，熟悉常用的单片机指令、内部资源的工作方式以及常用外围接口芯片的性能技术指标。 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念认识正确，对单片机指令、内部资源的工作方式以及典型外围接口原理认识正确 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念认识较正确，对单片机指令、内部资源的工作方式以及典型外围接口原理认识较正确 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念认识基本正确，对单片机指令、内部资源的工作方式以及典型外围接口原理认识基本正确 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念认识不正确，对单片机指令、内部资源的工作方式以及典型外围接口原理认识不正确 | 35     |
| 目标 2 | 能够分析和编写简单的汇编程序；对单片机模块进行定性的功能分析和定量计算（控制字、延时子程序时间、定时初值、地址范围等）；熟悉常用的接口电路的设计，初步具备接口电路设计与实现的能力。                     | 对单片机系统的功能分析与定量计算正确，分析和编写汇编程序正确。<br>应用单片机总线扩展方法设计数模转换或模数转换接口正确。        | 对单片机系统的功能分析与定量计算较正确，分析和编写汇编程序基本正确。<br>应用单片机总线扩展方法设计数模转换或模数转换接口较正确。      | 对单片机系统的功能分析与定量计算基本正确，分析和编写汇编程序有较多错误。<br>应用单片机总线扩展方法设计数模转换或模数转换接口基本正确。     | 对单片机系统的功能分析与定量计算错误，分析和编写单片机程序完全不正确。<br>应用单片机总线扩展方法设计数模转换或模数转换接口错误较多。    | 65     |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。  
成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

《单片机原理及应用》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |  |                               |         |       |  |      |
|---|--|-------------------------------|---------|-------|--|------|
| 课程名称  | 单片机原理及应用   | 课程性质                          | 工程基础，必修 |       | 学时学分   | 48/3 |
| 开课学期  |  | 专业班级                          |         | 考核方式  | 考试，闭卷  |      |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师                            |  |                               |         |       |  |      |
| 二、课程目标达成评估  |  |                               |         |       |  |      |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源                         |         |       |  |      |
|   |  | 评价依据                          | 分值      | 平均分   | 达成度值 $K_M$ 评价方式  |      |
| 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法，用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护。 | 目标 1: 掌握单片机的基本概念和基础知识,对单片机内部结构、存储器组织、指令系统、并行 I/O 口、定时器、中断系统以及常用的外围器件接口有较系统的认识,熟悉常用的单片机指令、内部资源的工作方式以及常用外围接口芯片的性能技术指标。 | 期末考试:<br>单片机的基本概念和基础知识 (35 分) | T10=35  | T1=27 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$ $= 0.81$ |      |
|   |  | 平时作业                          | A10=100 | A1=84 |  |      |
| 4.2 能够根据研究路线设计可行的实验方案,选用或搭建实验平台,设计合理的算法,开展实验,正确地采集实验数据。 | 目标 2: 能够分析和编写简单的汇编程序;对单片机模块进行定性的功能分析和定量计算(控制字、延时子程序时间、定时初值、地址范围等);熟悉常用的接口电路的设计,初步具备接口电路设计与实现的能力                      | 期末考试: 汇编程序设计、功能模块分析和计算 (65 分) | T20=65  | T2=52 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$ $= 0.81$ |      |
|   |  | 平时作业                          | A20=100 | A2=85 |  |      |
| 三、课程评价与分析   |  |                               |         |       |  |      |
| 考核结果总结  | 0.86   |                               |         |       |  |      |
| 持续改进方法  |  |                               |         |       |  |      |

## 七、教学参考书

1. 孙先松等,《单片机原理及应用》,石油工业出版社,2021
2. 徐爱钧,《单片机原理实用教程—基于 Proteus 虚拟仿真》(第 4 版),电子工业出版社,2018
3. 李朝青,《单片机原理及接口技术》(第 5 版),北京航空航天大学出版社,2017
4. 李广弟,《单片机基础》(第 3 版),北京航空航天大学出版社,2007

# 《工程管理》教学大纲

课程名称：工程管理（Engineering Management）

课程编号：1502TS004

课程类别：人文社科通识教育课程-限选

学分：0.5 分

总学时：10 学时，其中，授课学时：10 学时

适用专业：电气类专业

执笔人：李山山

审订人：

## 一、课程性质

本课程是电气类专业的通识教育课程，具有很强的理论性和工程性。课程采用概述式讲解，让学生对工程和工程管理有一个总体的、宏观的认识，便于学生在多学科环境下进行后续学习或实际工程应用。在学习过程中，学生能够对工程全周期、全流程阶段所涉及的问题、经济问题、法律问题有较为深入的了解，具有进度管理、质量管理、成本管理的能力，为后续学习或工作打好基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

从多学科融合的角度出发在培养学生专业能力的同时增强学生品德素质的培养，将全方位育人和多元化育人相结合，提升学生的内在素养和职业道德。通过重大工程引导学生不再仅仅局限于专业知识的学习，更要有工程管理的综合能力。工程中涉及的专业技术、经济、法律等理论体系是多个知识的集成、工程施工过程中由多个责任主体方构成，这要求学生既有专业知识，又有多学科学习的能力。在课程教学的过程中要突破传统的观念和方式，立足于新经济和新产业，强化学生综合素质的培养和价值理念的培育。

### （二）知识与能力目标

1、在多学科环境下，运用工程管理和经济决策方法，以实际工程管理为例，让学生在从事电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护中学会使用工程管理和经济决策方法。

（毕业要求 11.1）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 11.1 具有初步的经济学和管理学知识，在从事电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等工程实践中，理解并掌握工程管理原理与经济决策方法。 |

## 三、基本要求

本课程是以工程及工程系统概念为基础、以工程管理的对象、问题、内容为核心，主要介绍工程管理对象中工程的系统结构、全寿命期和相关者，工程管理问题中的合同问题、经济问题、法律问题，工程管理内容中的进度管理、质量管理、成本管理，并以实际工程为例，

从工程管理的全周期、全流程中分析工程，理解工程，进而学会设计开发工程。

在工程和工程管理知识讲述中，注意培养学生综合运用所学知识的能力，将实际工程具化到工程管理中的全周期、全流程。

在实际工程案例讲述中，应结合工程指标需求，根据工程管理的对象、问题和内容的特点，提出合适的设计方案。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括授课、习题、课堂考核等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容    | 学时 | 思政元素  | 教学模式               | 对应课程目标 |
|----|---------|----|---|--------------------|--------|
| 1  | 绪论      | 2  | 通过列举现代工程管理领域中重大工程案例，如：京张铁路、三峡工程、嫦娥四号探月工程，引导学生理解工程和工程管理涉及的内容，从重大工程出发，激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己在工程管理中所起的作用，从而明确本课程对应的学习目标。 | 课堂授课，课后习题 2 题      | 1      |
| 2  | 工程管理的对象 | 2  | 通过分析工程管理的对象，让学生明白工程的作用和影响，从多个角度分析工程带来的利与弊，引导学生在今后从事工程的全寿命期阶段都要考虑工程的可持续性发展。  | 课堂授课，课后习题 2 题      | 1      |
| 3  | 工程管理的问题 | 2  | 分析工程管理涉及到的合同问题、法律问题，引导学生在工程领域树立正确的合同意识和法律意识。分析工程管理领域的经济问题，引导学生理解工程全寿命期费用的构成，逐步形成工程管理经济分析的能力。                        | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 4 题 | 1      |
| 4  | 工程管理的内容 | 2  | 分析工程管理的内容，引导学生建立正确的进度管理、质量管理、成本管理的观念，通过对施工现场的不当管理后果分析，培养学生应有的责任担当和意识。   | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 4 题 | 1      |
| 5  | 工程管理案例  | 2  | 通过重点分析工程管理在电气工程的案例，引导学生从专业角度出发，建立正确工程管理的理念，从工程管理的角度出发考虑自己未来的职业规划。   | 课堂授课，课堂讨论、课堂考核     | 1      |

### 第一章 绪论

1. 工程管理问题的提出
2. 工程管理的概念及工程管理体系构建
3. 工程管理的历史发展
4. 现代工程管理的内容

本章重点：

- 了解工程管理的来源及工程管理体系
- 掌握现代工程管理的内容

### 第二章 工程管理的对象

1. 工程的概念及作用
2. 工程的分类

3. 工程的系统结构
4. 工程的全寿命期
5. 工程的相关者

本章重点：

了解工程的作用，并从多个角度对工程进行理解

掌握工程技术系统结构、工程全寿命期阶段划

熟悉工程相关者，明确不同主体在工程中的角色

能力：能够将生活中的工程具化到全寿命期的不同阶段，明白不同工程相关者承担的责任

### 第三章 工程管理的问题

1. 工程管理的合同问题
2. 工程管理的经济问题
3. 工程管理的法律问题

本章重点：

掌握工程管理中工程合同的作用、制定原则和基本要求

掌握工程管理涉及到的经济学理论和方法，工程全寿命期费用构成和计算方法，工程全寿命期费用管理方法

了解工程法律基础，包括工程涉及的法律和工程合同适用的法律

能力：能够模拟一个简易工程涉及到的工程管理的各种问题

### 第四章 工程管理的內容

1. 工程进度管理
2. 工程质量管理
3. 工程成本管理

本章要点：

掌握工程进度计划编制方法，进度控制的流程、工具和措施以及网络计划技术的应用

掌握工程质量及管理的基本含义，明确质量控制在前期策划、工程勘察设计、工程施工和工程验收 4 个阶段的控制要点

掌握工程成本管理的意义、管理方法以及管理原则

能力：能够编制工程进度，把握 4 个阶段的质量控制，拟定成本管理方案

### 第五章 工程管理案例

电气工程管理

本章重点：

了解如何制定电气工程生命期，工程涉及到的合同、经济、法律问题，工程的进度、质



量、成本管理方法。

能力：能够从工程管理的角度对电气工程项目进行分析，并扩展到其他工程项目

## 五、教学方法

本课程具有基本概念多、工程性强等特点，是大学阶段宏观性较强的课程之一。与其他课程相比，在基本概念、知识储备、宏观把握上跨度较大，使得学生在初学阶段极不适应。因此，任课教师在上課期间应加强“以学生为中心”的基本教学原则。其教学方法和手段如下：

1. 以“新三中心”理论为主导，实施“以学生发展为中心、以学生学习为中心、以学生学习效果为中心”的学生为主体的探索和研究的教學模式。精选讲课内容，精讲重点难点，明确哪些内容属于“了解”、“熟悉”或“掌握”，以实际工程做引导，分析涉及到的工程管理的各个方面的内容。
2. 为学生推荐与本课程相关的慕课，在课外观看部分教学内容的视频，扩大学生的知识面，分享一流大学的优质教学资源。

## 六、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业等。

平时成绩评价标准

| 基本要求                                  | 评价标准   |   |  |  |
|---------------------------------------|--|---|--|--|
|                                       | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 能在多学科环境下，在设计开发解决方案的过程中，运用工程管理与经济决策方法。 | 工程系统总体概念模型、工程全寿命期阶段理解清楚，工程管理涉及的对象、问题、内容理解清楚。学科交叉中涉及到的工程管理的理论和方法运用正确。 | 工程系统总体概念模型、工程全寿命期阶段理解较清楚，工程管理涉及的对象、问题、内容理解较清楚。学科交叉中涉及到的工程管理的理论和方法运用较正确。 | 工程系统总体概念模型、工程全寿命期阶段理解基本清楚，工程管理涉及的对象、问题、内容理解基本清楚。学科交叉中涉及到的工程管理的理论和方法运用基本正确。 | 工程系统总体概念模型、工程全寿命期阶段理解不清楚，工程管理涉及的对象、问题、内容理解不清楚。学科交叉中涉及到的工程管理的理论和方法运用错误较多。 |

期末考试（百分制）开卷，主要反映学生在学习过程的心得和体会。

课程期末考试内容与评价标准

|      | 基本要求                | 评价标准   |  |  |   | 比例 (%) |
|------|---------------------|--|--|--|---|--------|
|      |                     | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |        |
| 目标 1 | 能在多学科环境下，在设计开发解决方案的 | 应用工程系统总体模型、树立全寿命期意识，对涉及到的工程管理的对象、问题、内容理解正确，回答问题正确。 | 应用工程系统总体模型、树立全寿命期意识，对涉及到的工程管理的对象、问题、内容理解较正确，回答问题较正确。 | 应用工程系统总体模型、树立全寿命期意识，对涉及到的工程管理的对象、问题、内容理解基本正确，回答问题基本正确。 | 应用工程系统总体模型、树立全寿命期意识，对涉及到的工程管理的对象、问题、内容理解不清晰，回答问题错误较多。 | 60     |

|                                   |  |   |   |   |    |
|-----------------------------------|--|---|---|---|----|
| 过程中，<br>运用工程<br>管理与经<br>济决策<br>法。 |  |   |   |   |    |
|                                   | 分析实际工程案例，将电气类的专业知识融入到工程管理中，能从工程管理角度正确分析工程。 | 分析实际工程案例，将电气类的专业知识融入到工程管理中，能从工程管理角度较正确分析工程。 | 分析实际工程案例，将电气类的专业知识融入到工程管理中，从工程管理角度分析工程基本正确。 | 分析实际工程案例，将电气类的专业知识融入到工程管理中，从工程管理角度分析工程存在较大问题。 | 40 |

注：该表格中的比例为期末考核成绩比例。

成绩评定为：考核成绩\*70%+课后作业 30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《工程管理》课程目标达成评价分析报告

|   |  |                          |                      |       |   |
|---|--|--------------------------|----------------------|-------|---|
| 一、课程基本信息  |  |                          |                      |       |   |
| 课程名称  | 工程管理   | 课程性质                     | 人文社科通识教育课程, 限选       | 学时学分  | 10/0.5  |
| 开课学期  |  | 专业班级                     |                      | 考核方式  | 考核、开卷   |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师                    |  |                          |                      |       |   |
| 二、课程目标达成评估                                      |  |                          |                      |       |   |
| 课程目标支撑指标点                                       | 课程目标   | 评价数据源                    |                      |       |   |
|   |  | 评价依据                     | 分值                   | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式   |
| 毕业要求 11.1 能在多学科环境下，在设计开发解决方案的过程中，运用工程管理与经济决策方法。 | 目标 1：在多学科环境下，运用工程管理和经济决策方法，以实际工程管理为例，让学生在从事电气类相关产品的的设计、开发、生产、应用和维护中学会使用工程管理和经济决策方法 | 期末考核：工程管理的基<br>本知识（60 分） | T10=60<br>试题构成<br>说明 | T1=45 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.78  |
|   |  | 平时成绩                     | A10=100              | A1=85 |   |
|   |  | 期末考核：工程<br>案例分析（40<br>分） | T20=40<br>试题构成<br>说明 | T2=32 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.815 |
|   |  | 平时成绩                     | A20=100              | A2=85 |   |
| 三、课程评价与分析                                       |  |                          |                      |       |   |
| 考核结果总结  |  |                          |                      |       |   |
| 持续改进方法  |  |                          |                      |       |   |

## 七、教学参考书

1. 成虎、宁延，《工程管理概论》，机械工业出版社，2018 年。
2. 孙绍荣、沈妙妙，《工程管理学》，机械工业出版社，2014 年
3. 任宏、陈圆，《工程管理概论》（第二版），中国建筑工业出版社，2013

## 《工程伦理》教学大纲

课程名称：工程伦理（Engineering Ethics）

课程编号：1502TS003

课程类别：人文社科通识教育课程一限选

学分：0.5

总学时：10 学时，其中，授课学时：10 学时

适用专业：电气类

先修课程：

执笔人：何小英

审定人：

### 一、课程性质

本课程是电气类的通识教育课程，旨在探讨所有工程实践都可能面对的一些共性问题，通过本课程学习，使学生能够提高自身道德敏感性，增加对执业行为标准的了解，增强自身对伦理规范的认知，使学生在具体的工程实践中，具备良好的工程决策能力，并建立保护自然的意识、在社会经济利益与自然权力之间做出平衡，从而通过工程推动社会经济的可持续发展，实现人与自然的协同进化。

### 二、课程目标

#### （一）育人目标

工程伦理课程培养学生在工程技术活动中，不仅要关注工程技术活动中的伦理问题，而且还要关注工程活动中非技术要素中的伦理问题；既要技术伦理为指导，对公众和社会负责，又要协调工程共同体间的利益关系，实现效益和公平的统一，更要承担相应的职业责任，以确保工程的质量、安全，实现公众、社会的福祉和对环境的保护。引导学生建立正确的人生观、道德观、价值观，提升学生的工程伦理素养和社会责任感。

#### （二）知识和能力目标

掌握工程伦理相关概念和理论，培养工程伦理意识，系统把握工程伦理的基本规范，具备工程伦理的决策能力，能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、环境、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。（毕业要求 6.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 6.2 能合理分析和评价专业工程实践对社会、健康、安全、法律、文化的影响，并理解应承担的责任。 |

### 三、基本要求

本课程以工程伦理的基本概念、基本理论为基础，以工程实践过程中人们要面对的共性问题为重点，以职业伦理教育为核心，主要探讨工程实践中的伦理问题：责任伦理和伦理责任、利益分配与公正、环境伦理与环境正义、工程师的职业伦理等。

教学过程中要注意结合电子信息类、电气类专业特点，以案例教学法引导学生理解、思考，培养学生准确和坚定的伦理意识，加强学生对伦理规范的认知，能够在具体的工程实践中具备良好的工程决策能力。

在工程伦理概念的讲述中，注意立足工程实践特点，以树立与强化工程活动的伦理意识为基本目标。

在探讨所有工程实践都可能面对的共性问题时，注意引导学生将“责任、公正、环境”作为面对伦理问题时必须坚持的基本伦理原则。

在工程师的职业伦理的讲述中，注重倡导工程师的职业伦理并引导工程师恪守职业伦理规范，针对性的分析专业领域面对的特殊问题，以及共性的伦理问题在该领域的特殊表现与工程伦理规范。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括授课、作业等）

以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容         | 学时 | 思政元素   | 教学模式               | 对应课程目标 |
|----|--------------|----|--|--------------------|--------|
| 1  | 工程与伦理        | 2  | 引导学生在为人处事中，要遵守一定的规矩和规范，且要遵循一定的自然规律，同时也要合乎人理。                 | 课堂授课，课后练习 2 题      | 1      |
| 2  | 工程中的风险、安全与责任 | 2  | 引导学生建立风险意识，能正确评估和防范风险，能正确认识自己所承担的责任，要时刻把社会公众的安全、健康和福祉置于首要位置。 | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 2 题 | 1      |
| 3  | 工程中的价值、利益与公正 | 2  | 引导学生树立正确的价值观和人生观。  | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 2 题 | 1      |
| 4  | 工程活动中的环境伦理   | 2  | 引导学生要时刻把社会公众的安全、健康和福祉置于首要位置。                                 | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 2 题 | 1      |
| 5  | 工程师的职业伦理     | 2  | 引导学生要夯实自己的专业基础，学会自我管理。一名合格的工程师要以人民为中心，具有家国情怀，坚守职业道德和匠心精神。    | 课堂授课，课堂讨论、测验       | 1      |

#### 第一章 工程与伦理

- 1、如何理解工程
- 2、如何理解伦理
- 3、工程实践中的伦理问题
- 4、如何处理工程实践中的问题

本章重点：

理解工程与技术二者的关系

理解道德与伦理的区别与联系

了解主要的工程伦理问题

能力：能够通过对工程伦理基本概念的理解，辨析工程实践中的伦理问题

#### 第二章 工程中的风险、安全与责任

- 1、工程风险的来源及防范
- 2、工程风险的伦理评估
- 3、工程风险中的伦理责任

本章重点：

理解工程风险的可接受性

理解和掌握工程风险的伦理评估原则

理解伦理责任的内涵

能力：能够辨识具体的工程实践中存在的风险，并能对存在的风险进行合理评估

#### 第三章 工程中的价值、利益与公正

- 1、工程的价值及其特点
- 2、工程所服务的对象与可及性
- 3、工程实践中的攸关方与社会成本承担
- 4、公正原则在工程中的实现

本章重点：

理解工程的价值在诸多方面发挥的作用

理解工程实践中的基本公正原则，以及实现工程公正的机制和途径

能力：能够从工程服务的普及范围来审视公正问题，树立工程活动的社会成本意识，关注利益攸关方的合理诉求

#### 第四章 工程活动中的环境伦理

1、工程活动中环境伦理观念的确立

2、工程活动中的环境价值与伦理原则

3、工程师的环境伦理

本章重点：

了解环境伦理思想流派及其相互关系，自然价值的确立和人对自然的道德义务

理解尊重自然的环境价值观念和伦理原则的确立

能力：能够树立尊重自然的环境价值观念、遵循工程活动中的环境伦理规范、承担环境伦理责任的意识

#### 第五章 工程师的职业伦理

1、工程职业

2、工程职业伦理

3、工程师的职业伦理规范

本章重点：

理解作为职业的工程的自治组织形式

理解工程职业伦理的性质、作用及实践指向

能力：能够把握工程师的首要责任原则、工程师的权利与责任，区分工程实践伦理困境中冲突的不同类别

### 五、教学方法

本课程以《工程伦理》（第2版）（清华大学出版社2019年出版）教材为基础，根据电气类专业特点，选择教材中“通论”和“分论”部分相关内容重点展开，以学生价值塑造为核心，以工程职业伦理教育为重点，因此，任课教师在上课期间应重在引导学生提高伦理意识，增强其遵循伦理规范的自觉性，提升其应对工程伦理问题的能力。其教学方法和手段如下：

1、以重点知识讲授为基础，以案例教学为特点，以职业伦理教育为核心。采用课堂讲授和案例研讨

相结合的方式教学。

2、给学生推荐教材各章节二维码及参考文献，作为课程内容的延伸阅读，启发学生对工程伦理相关

问题的思考。

### 六、考核与评价方式及标准

#### 1.考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考核两个部分。

平时成绩（百分制），课后作业。

#### 平时成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准      |              |              |             |
|------|-----------|--------------|--------------|-------------|
|      | 优秀（0.9-1） | 良好（0.7-0.89） | 合格（0.6-0.69） | 不合格（0-0.59） |

|  |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|
| 能够根据工程伦理的基本概念和基础知识,对工程伦理的基本规范有系统性的把握,掌握具体工程领域的理论规范要求,具备一定的工程伦理决策能力,初步具备解决工程实践中复杂伦理问题的能力。 | 工程伦理基本概念清晰,对工程、伦理以及工程实践中的伦理问题有整体性认识,回答问题正确,对工程实践中的伦理问题能给出清晰的解决思路。 | 工程伦理基本概念清晰,对工程、伦理以及工程实践中的伦理问题的认识较全面,回答问题较正确,对工程实践中的伦理问题能给出基本的解决思路。 | 工程伦理基本概念基本正确,对工程、伦理以及工程实践中的伦理问题的认识较全面,回答问题基本正确,对工程实践中的伦理问题能给出基本的解决思路。 | 工程伦理基本概念不清晰,对工程、伦理以及工程实践中的伦理问题的认识不全面,对工程实践中的伦理问题分析不透彻。 |
|--|---|--|---|--|

期末考试(百分制),题型:案例分析题。

课程期末考核内容与评价标准

|     | 基本要求  | 评价标准  |  |   |   | 比例 (%) |
|-----|---|---|--|---|---|--------|
|     |   | 优秀 (0.9-1)                                    | 良好 (0.7-0.89)                                  | 合格 (0.6-0.6)                                    | 不合格 (0-0.59)                                  |        |
| 目标1 | 掌握工程伦理相关概念和理论,培养工程伦理意识,系统把握工程伦理的基本规范,具备工程伦理的决策能力,能够基于工程相关背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、环境、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。 | 应用工程伦理的基本概念及工程伦理的基本规范,对实践中的工程伦理问题作出辨识,回答问题正确。 | 应用工程伦理的基本概念及工程伦理的基本规范,对实践中的工程伦理问题作出辨识,回答问题较正确。 | 应用工程伦理的基本概念及工程伦理的基本规范,对实践中的工程伦理问题作出辨识,回答问题基本正确。 | 应用工程伦理的基本概念及工程伦理的基本规范,对实践中的工程伦理问题作出辨识,回答问题错误。 | 60     |
|     |   | 应用工程伦理的基本概念及工程伦理的基本规范,对案例分析全面,评价合理。           | 应用工程伦理的基本概念及工程伦理的基本规范,对案例作出较全面的分析,评价较合理。       | 应用工程伦理的基本概念及工程伦理的基本规范,对案例分析基本全面,评价基本合理。         | 应用工程伦理的基本概念及工程伦理的基本规范,对案例分析不合理。               | 40     |

注:该表格中的比例为期末考核成绩比例。

成绩评定为:考核成绩\*70%+平时成绩\*30%。

## 2.课程目标达成评价

### 《工程伦理》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |   |                       |                  |       |   |        |
|---|---|-----------------------|------------------|-------|---|--------|
| 课程名称  | 工程伦理  | 课程性质                  | 人文社科通识教育课程, 限选   |       | 学时学分  | 10/0.5 |
| 开课学期  |   | 专业班级                  |                  | 考核方式  | 考核  |        |
| 任课教师:   |   |                       |                  |       |   |        |
| 评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师                            |   |                       |                  |       |   |        |
| 二、课程目标达成评估  |   |                       |                  |       |   |        |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标  | 评价数据源                 |                  |       |   |        |
|   |   | 评价依据                  | 分值               | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式   |        |
| 毕业要求 6.2 能合理分析和评价专业工程实践对社会、健康、安全、法律、伦理的影响, 并理解应承担 | 目标 1: 掌握工程伦理相关概念和理论, 培养工程伦理意识, 系统把握工程伦理的基本规范, 具备工 | 期末考试: 工程伦理基础知识 (60 分) | T10=60<br>试题构成说明 | T1=52 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7$<br>$+\frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.82 |        |

|           |   |                    |                  |       |  |
|-----------|---|--------------------|------------------|-------|--|
| 担的责任。     | 程伦理的决策能力,能够基于工程相关背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、环境、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。 | 期末考核:工程伦理案例分析(40分) | T20=40<br>试题构成说明 | T2=30 |  |
|           |   | 平时成绩               | A10=100          | A1=82 |  |
| 三、课程评价与分析 |   |                    |                  |       |  |
| 考核结果总结    |   |                    |                  |       |  |
| 持续改进方法    |   |                    |                  |       |  |

### 七、教学参考书

- 1、李正风、丛杭青、王前,《工程伦理》(第2版),清华大学出版社,2019年
- 2、张恒里,《工程伦理引论》,中国社会科学出版社,2018年
- 3、查尔斯·E. 哈里斯等,《工程伦理:概念与案例》(第五版),浙江大学出版社,2017年
- 4、张永强,《工程伦理学》,北京理工大学出版社,2011年

## 《工程经济学》教学大纲

课程名称: 工程经济学 (Engineering Economics)

课程编号: 1502ZY223

课程类别: 人文社科通识教育课程—限选

学分: 1分

总学时: 16学时, 其中理论授课学时: 16学时

适用专业: 电子信息类专业、电气类专业、测控技术与仪器

先修课程: 无

执笔人: 胡洲

审订人: 刘美华

### 一、课程性质

工程经济学是运用经济方法评价设计和选择工程方案的一门科学,研究工程项目各种可行工程方案未来经济效果差异的分析理论与计算方法的科学。通过本课程学习,使学生理解并掌握工程经济学的基本概念和基本原理,并能运用基本原理进行工程方案的经济效果评价和选优,理解国家部门和企业制定的各种技术政策,技术措施和技术方案,掌握提高工程技术方案经济效果的途径,创造可行方案。

本课程分为两个部分:第一部分为基础理论与方法。分为5章,包括工程经济分析思想、现金流及资金的时间价值、工程经济要素、经济评价方法、不确定性分析;第二部分为实物应用部分。分为4章,包括财务评价、费用效益分析、设备更新、价值工程。课程将经典知

识点离散化与实物应用有机结合,打基础与拓展应用兼顾,可成为工程经济分析的入门课程,也可促进工程经济分析能力的有效提升与与时俱进的深入学习。

## 二、课程目标

本课程以建设工程为对象,讲授如何运用经济学原理和方法,研究工程建设中的决策问题。

课程目标 1: 要求学生掌握工程经济学的基本原理和方法,包括成本与收益的识别与度量、现金流量的计算与应用、单方案与多方案评价方法、风险与不确定性分析、融资方案等。

课程目标 2: 同时要求学生能够灵活应用这些理论和方法对工程项目进行多角度的分析和评价,重点是财务评价。

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 毕业要求 11.1 具有初步的经济学和管理学知识,在从事电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等工程实践中,理解并掌握工程管理原理与经济决策方法                                  |
| 课程目标 2 | 11.2 了解电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成,理解其中涉及的工程管理与经济决策问题;并能在多学科环境下,在电气类相关产品设计研发解决方案的过程中,运用工程管理与经济决策方法 |

## 三、基本要求

通过本课程的学习,可以使学生对投资项目实施过程有一个全面的了解,对投资决策、项目管理在实现工程项目经济效益最大化方面的重要性有一个清晰的认识,在介绍正确进行投资决策的可行性研究的基础上,帮助学生重点解决项目实施过程中如何提高项目管理水平和实现项目经济效益最大化等问题,使他们真正成为掌握有关技术、经济及管理理论与方法的复合型人才。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容,课时安排,并说明教学重点、主要教学模式(包括授课、自学、实验、堂讨论、作业等)。

课程教学内容及学习要求

| 章节 | 教学内容         | 学时 | 教学模式 | 对应课程目标 |
|----|--------------|----|------|--------|
| 1  | 绪论;BCA 分析    | 1  | 课堂授课 | 1、2    |
| 2  | 成本与折旧        | 2  | 课堂授课 | 1、2    |
| 3  | 资金的时间价值      | 2  | 课堂授课 | 1、2    |
| 4  | 经济效果的静态和动态评价 | 2  | 课堂授课 | 1、2    |
| 5  | 多方案评价与比选     | 2  | 课堂授课 | 1、2    |
| 6  | 风险与不确定性分析    | 1  | 课堂授课 | 1、2    |
| 7  | 市场分析与预测方法    | 1  | 课堂授课 | 1、2    |
| 8  | 资金来源与融资方案    | 2  | 课堂授课 | 1、2    |
| 9  | 实物期权分析方法     | 1  | 课堂授课 | 1、2    |
| 10 | 国民经济评价       | 1  | 课堂授课 | 1、2    |
| 11 | 可行性研究:期末串讲   | 1  | 课堂授课 | 1、2    |



## **第一章 工程经济学绪论**

了解工程经济学课程的地位、作用、学习方法等。

掌握工程经济学的基本概念、作用、研究对象与方法，以及与相关学科的联系与区别。

重点：工程经济学的基本概念、研究对象与方法。

难点：工程经济学研究方法。

## **第二章 工程经济分析要素**

了解投资的概念，能正确理解工程经济分析中的要素。

掌握工程经济学经济分析要素的基本概念、作用、研究对象与方法，以及与相关学科的联系与区别。

## **第三章 资金时间价值**

了解现金流量的和现金流量图的绘制；了解资金时间价值的概念及其影响因素，掌握一次支付型和多次支付型资金等值的计算；掌握名义利率和实际利率的区别与计算。

重点：次支付型和多次支付型资金等值的计算；名义利率和实际利率的区别与计算。

难点：名义利率和实际利率的区别与计算。

## **第四章 工程项目单方案的经济评价**

了解经济效益的概念和投资项目经济效益的指标体系内容。掌握投资项目经济效益的评价原则，项目经济效益评价的静态投资回收期和投资收益效率和外部收益率等评价指标的概念计算，并能针对实际工程进行方案的比选。

重点：项目经济效益评价的净现值、净现值指数、将来值、净年值、费用现值、费用年值。

难点：内部收益效率和外部收益效率等评价指标的概念及计算。

## **第五章 工程项目多方案经济评价**

运用项目经济效益评价的净现值、净现值指数、将来值、净年值、内部收益率来进行多方案的经济评价。

重点：多方案的类型及比选方法。

难点：多方案的比选方法。

## **第六章 不确定性分析**

了解不确定性分析的不确定性和风险产生的原因及相关的计算方法，概念分析和模拟仿真计算方法。掌握不确定性分析中盈亏平衡分析的基本原理和敏感性分析的计算方法。

重点：不确定性分析中盈亏平衡分析的基本原理和敏感性分析的计算方法。

难点：不确定性分析中盈亏平衡分析的基本原理和敏感性分析的计算方法。

## **第七章 工程建设项目资金筹措**

理解融资决策及其方法，掌握融资决策主要三种方式理解工程项目的投资风险与融资风险、风险分析与防范。掌握投资与融资风险决策方法。

重点：融资的方式方法和融资方案分析。

难点：融资方案的分析。

## 第八章 工程项目的财务评价

了解项目寿命周期的阶段划分和内容，熟悉可行性研究的定义和程序。掌握可行性研究报告的内容以及各类财务评价指标的计算。

重点：可行性研究报告的内容以及财务评价基本报表的内容。

难点：可行性研究报告。

## 第九章 经济费用效益分析

了解经济费用效益分析的必要性以及经济费用效益分析的对象。

掌握经济费用效益分析参数的确定方法，熟悉经济费用效益分析与财务评价的关系以及经济费用效益分析程序。

重点：经济费用效益分析的评价指标和计算方法。

难点：经济费用效益分析。

## 第十章 设备更新

掌握当量年平均成本、设备的经济寿命、经济寿命的数学模型、等经济寿命下的设备更新、不等寿命下的设备更新决策。

重点：设备的经济寿命、经济寿命的数学模型。

难点：设备的经济寿命、经济寿命的数学模型。

## 第十一章 价值工程

了解价值工程的基本概念、用途。掌握价值工程的工作程序、价值工程的寿命周期和成本寿命周期等分析方法。

重点：价值工程的工作程序、价值工程的寿命周期和成本寿命周期等分析方法。

难点：价值工程的寿命周期和成本寿命周期等分析方法。

## 五、教学方法

在课程的教学过程中，始终坚持以学生为中心，采用启发式、讨论式等教学方法，注意调动学生的学习主动性和积极性。重视培养学生的逻辑思维能力、准确分析解决问题能力和创新能力，课堂学习气氛活跃。讲课思路要清晰，要有问题的提出，分析解决问题的思路、总结等，概念要准确，重点要突出。上课精神要饱满，教书育人，为人师表。以人格魅力和精神气质，激发学生的求知欲和思维活力，在潜移默化中影响学生。

**1. 课堂教学** 课堂教学以教师教授为主，学生以听课为主，并参与讨论，每次课程开始或课程中间进行提问，课后留有思考题或作业题。教师授课突出重点、讲透难点，贯穿少而精的原则精讲基本理论，指导学生自学实践应用性内容，启发学生如何发现问题、分析问题，解决问题；对于计算复杂、运算量大的技能可以提示采用现代技术手段加以实现。

**2. 课后习题和自学** 课后习题要求学生独立完成，教师批改后对错误较多的问题进行讲解。通过作业达到加深理解、增强学生分析问题和解决问题能力的目的，效果良好。对于本课程中主要知识点，通过每章小结、每章适当习题，每章重点内容的实验验证，让学生在课

堂和课后进行练习，使学生进一步理解和巩固课程所学的基本概念、基本理论和方法。

3. **应用举例与专题研讨教学法** 通过安排专题研讨培养学生独立的文献检索阅读问题，归纳分析和语言表达能力，激发学生学习兴趣，收到了较好的学习效果和社会实践的意义。

## 六、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。平时成绩、期末考试采用百分制，成绩评定为：考试成绩\*80%+平时成绩\*20%。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 掌握工程经济学的基本原理和方法，包括成本与收益的识别与度量、现金流量的计算与应用、单方案与多方案评价方法、风险与不确定性分析、融资方案等。能够灵活应用这些理论和方法对工程项目进行多角度的分析和评价，重点是财务评价。 | 工程经济学的基本原理和方法，包括成本与收益的识别与度量、现金流量的计算与应用、单方案与多方案评价方法、风险与不确定性分析、融资方案等概念清晰。能够灵活应用这些理论和方法对工程项目进行多角度的分析和评价，重点是财务评价。 | 工程经济学的基本原理和方法，包括成本与收益的识别与度量、现金流量的计算与应用、单方案与多方案评价方法、风险与不确定性分析、融资方案等概念比较清晰。能够较熟练地应用这些理论和方法对工程项目进行多角度的分析和评价，重点是财务评价。问题分析准确率 80% 以上。 | 工程经济学的基本原理和方法，包括成本与收益的识别与度量、现金流量的计算与应用、单方案与多方案评价方法、风险与不确定性分析、融资方案等概念了解。基本能够应用这些理论和方法对工程项目进行多角度的分析和评价，重点是财务评价。问题分析准确率 70% 以上。 | 工程经济学的基本原理和方法，包括成本与收益的识别与度量、现金流量的计算与应用、单方案与多方案评价方法、风险与不确定性分析、融资方案等概念不太了解。不能够应用这些理论和方法对工程项目进行多角度的分析和评价，重点是财务评价。问题分析准确率低于 60%。 |

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求  | 评价标准   |  |  |   | 比例 (%) |
|------|---|--|--|--|---|--------|
|      |   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |        |
| 目标 1 | 掌握工程经济学的基本原理和方法，包括成本与收益的识别与度量、现金流量的计算与应用、单方案与多方案评价方法、风险与不确定性分析、融资方案等。 | 成本与收益的识别与度量、现金流量的计算与应用、单方案与多方案评价方法、风险与不确定性分析、融资方案等工程经济学的基本原理和方法概念清楚。 | 成本与收益的识别与度量、现金流量的计算与应用、单方案与多方案评价方法、风险与不确定性分析、融资方案等工程经济学的基本原理和方法概念比较清楚。 | 成本与收益的识别与度量、现金流量的计算与应用、单方案与多方案评价方法、风险与不确定性分析、融资方案等工程经济学的基本原理和方法概念比较清楚。但存在一定错误。 | 成本与收益的识别与度量、现金流量的计算与应用、单方案与多方案评价方法、风险与不确定性分析、融资方案等工程经济学的基本原理和方法概念不清晰。 | 60     |

|      |  |                                    |                                      |  |                                   |    |
|------|--|------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|----|
| 目标 2 | 能够灵活应用这些理论和方法对工程项目进行多角度的分析和评价,重点是财务评价。 | 能熟练运用这些理论和方法对工程项目进行多角度的分析和评价,结果正确。 | 能熟练运用这些理论和方法对工程项目进行多角度的分析和评价,结果基本正确。 | 基本理论知识比较清晰;能熟练运用这些理论和方法对工程项目进行多角度的分析和评价,分析结果有一定错误。 | 不能运用这些理论和方法对工程项目进行多角度的分析和评价,结果错误。 | 40 |
|------|--|------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|----|

注:该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

## 2. 课程目标达成评价

### 《工程经济学》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |   |                |                             |       |   |
|--|---|----------------|-----------------------------|-------|---|
| 课程名称   | 工程经济学   | 课程性质           | 人文社会科学类通识教育类-必修             | 学时学分  | 16/2.0  |
| 开课学期   |   | 专业班级           |                             | 考核方式  | 考试,闭卷   |
| 任课教师:  |   |                |                             |       |   |
| 评价人员:课程组长,命题教师,阅卷教师  |   |                |                             |       |   |
| 二、课程目标达成评估   |   |                |                             |       |   |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源          |                             |       |   |
|  |   | 评价依据           | 分值                          | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式                                 |
| 毕业要求 11.1 具有初步的经济学和管理学知识,在从事电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等工程实践中,理解并掌握工程管理原理与经济决策方法                                    | 课程目标 1: 要求学生掌握工程经济学的基本原理和方法,包括成本与收益的识别与度量、现金流量的计算与应用、单方案与多方案评价方法、风险与不确定性分析、融资方案等。 | 期末考试:<br>(60分) | T10=60<br>试题构成说明(填空、计算、应用题) | T1=49 | $\frac{T1}{T10} * 0.8 + \frac{A1}{A10} * 0.2 =$ |
|  |   | 平时作业           | A10=100                     | A1=81 |   |
| 毕业要求 11.2 了解电气类相关产品的开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成,理解其中涉及的工程管理与经济决策问题;并能在多学科环境下,在电气类相关产品设计研发解决方案的过程中,运用工程管理与经济决策方法 | 课程目标 2: 同时要求学生能够灵活应用这些理论和方法对工程项目进行多角度的分析和评价,重点是财务评价。                              | 期末考试:<br>(40分) | T20=40<br>试题构成说明(填空、计算、应用题) | T2=28 | $= \frac{T2}{T20} * 0.8 + \frac{A2}{A20} * 0.2$ |
|  |   | 平时作业           | A20=100                     | A2=89 |   |
| 三、课程评价与分析  |   |                |                             |       |   |
| 考核结果总结   |   |                |                             |       |   |
| 持续改进方法   |   |                |                             |       |   |

## 七、教学参考书

- 1、魏法杰主编,《工程经济学》,第三版,电子工业出版社。
- 2、杨克磊主编,《工程经济学》第一版,复旦大学出版社。

3、沙立文（美）著，邵颖红译《工程经济学》第一版，清华大学出版社 2007。

4、黄渝祥编著，《工程经济学》第三版，同济大学出版社 2005。

## 《电机学》教学大纲

课程名称：电机学（Electric Machinery）

课程编码：1501ZY041

课程类别：专业基础-必修

学 分：4 分

总 学 时：64 学时，其中，理论学时：56 学时；实验学时：8 学时

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：电路理论、模拟电子技术、数字电子技术

执 笔 人：唐桃波

审 定 人：邹必昌

### 一、课程性质

《电机学》课程是电气工程及其自动化专业的一门专业基础必修课程，具有很强的工程性和实践性。通过本课程的学习，帮助学生掌握各种电机（含变压器）的结构、电磁关系、基础理论知识、基本运行特性和一般分析方法。为学习后续的专业课程和将来从事电气工程领域的工作打下坚实的理论基础。

### 二、课程目标

#### （一）育人目标

通过积极践行社会主义核心价值观，以培养学生爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线，将育人要素嵌入到电机学课堂教学中。通过积极培育和践行社会主义核心价值观，运用马克思主义哲学的方法论，引导学生正确做人 and 做事；注重在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来，提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力；注重强化学生工程伦理教育，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。让学生成为德才兼备、又红又专、全面发展的人才。

#### （二）知识和能力目标

1. 了解电机的发展概况，铁磁材料的特性，掌握电机中使用的基本电磁定律；掌握直流电机的基本原理和基本结构，学会分析其磁路系统和电路系统，重点掌握研究不同运行状态时的电磁过程及工作特性。（支撑毕业要求 1.4）

2. 掌握单相变压器的运行性能，研究三相变压器的特殊问题，能够运用所学的知识对集中特殊变压器的理论和运行进行分析；掌握交流绕组的基本要求、电动势和磁动势等基本理论。了解感应电机和同步发电机的结构与工作原理以及它们运行时的电磁过程，能熟练运用等效电路和相量图分析计算感应电机和同步电机的性能和主要运行数据；掌握三相感应电动机的功率和转矩，三相感应电动机的工作特性和机械特性及计算；熟练掌握同步发电机的功率和转矩及计算；了解同步发电机的参数测定的意义；掌握同步发电机与电网并联运行的条件及起动方法。（支撑毕业要求 2.3）

3. 能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括建模与仿真、设计实验、分析与解释数据、并通过信息

综合得到合理有效的结论。(支撑毕业要求 4.1)

课程目标与毕业要求指标点对应关系

|        |  |
|--------|--|
| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
| 课程目标 1 | 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法,用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护。                                |
| 课程目标 2 | 2.3 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理,评价电气工程领域中复杂工程问题分析过程中的影响因素,给出正确的电气工程领域中复杂工程问题解决方案,并评价解决方案的合理性。 |
| 课程目标 3 | 4.1 能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究,对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模,拟定解决方案,选择研究路线。                        |

### 三、基本要求

本课程系统的介绍了各种电机(含变压器)的结构、电磁关系、基础理论知识、基本运行特性和一般分析方法。能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究,对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模,拟定解决方案,选择研究路线,具有很强的实用性。

在直流电机的讲述中,了解直流电机工作原理、基本结构和励磁方式;掌握直流电机磁场及电枢反应,感应电动势和电磁转矩,学会分析直流电动机的运行特性,掌握直流电动机的起动和调速方法。

在变压器的教学中,掌握变压器空载运行,变压器负载运行的特点;掌握变压器基本方程式,等效电路和相量图及相关计算,理解变压器的运行特性,三相变压器的联结组别,变压器的并联运行的条件。

在异步电机和同步发电机的讲述中,了解感应电机和同步发电机的结构和工作原理,掌握其电枢反应,能熟练运用等效电路和相量图分析计算同步电机的性能和主要运行数据;熟练掌握同步发电机的功率和转矩及计算;掌握同步发电机与电网并联运行的条件及起动方法。

在实验中,应结合实际电机性能指标需求,能够设计实验,并对实验结果进行评价。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容,课时安排,并说明教学重点、主要教学模式(包括授课、自学、实验、课堂讨论、作业等)。

| 章节 | 教学内容        | 授课学时 | 教学模式               | 对应课程目标 |
|----|-------------|------|--------------------|--------|
| 1  | 导论          | 4    | 课堂授课,课后练习 2 题,课堂讨论 | 1/2    |
| 2  | 直流电机        | 8    | 课堂授课,课后练习 3 题,实验   | 1/3    |
| 3  | 变压器         | 10   | 课堂授课,课后练习 3 题,实验   | 1/3    |
| 4  | 交流电机绕组的基本要求 | 6    | 课堂授课,课后练习 3 题      | 2      |
| 5  | 异步电机        | 10   | 课堂授课,课后练习 3 题,实验   | 1/3    |

|   |        |    |                |     |
|---|--------|----|----------------|-----|
| 6 | 同步电机   | 10 | 课堂授课, 课后练习 6 题 | 2   |
| 7 | 电机瞬态过程 | 8  | 课堂授课, 课后练习 3 题 | 1/2 |

## 第一章 导论

- 1、概述
- 2、电机发展简史
- 3、电机中的基本电磁定律
- 4、铁磁材料特性
- 5、磁路基本定律及计算方法
- 6、电机中的机电能量转换过程
- 7、电机的发热和冷却
- 8、电机的分析研究方法

### 本章重点:

了解电机的发展概况, 铁磁材料的特性, 掌握电机中使用的基本电磁定律。

能力: 能够将电机基本概念、模型、主要性能指标用于分析电机系统的复杂工程问题。

## 第二章 直流电机

- 1、概述
- 2、直流电机的电枢绕组
- 3、直流电机的磁场
- 4、直流发电机的基本特性
- 5、直流电动机的基本特性
- 6、直流电力传动
- 7、直流电机的换向
- 8、特殊用途的直流电机

### 本章重点:

了解直流电机工作原理, 基本结构和励磁方式;

掌握直流电机磁场及电枢反应, 感应电动势和电磁转矩, 直流电动机的运行特性, 直流电动机的起动和调速。

能力: 能够将直流电机电路与磁路分析与计算用于分析发电机与直流电动机基本特性。

## 第三章 变压器

- 1、概述
- 2、变压器的运行原理与特性
- 3、三相变压器
- 4、变压器的并联运行
- 5、变压器的不对称运行
- 6、变压器的瞬变工程
- 7、特殊用途的变压器

### 本章重点:

掌握变压器空载运行, 变压器负载运行的特点;

掌握变压器基本方程式, 等效电路和相量图及相关计算, 理解变压器的运行特性, 三相变压器的联结组别, 变压器的并联运行的条件。

能力: 根据变压器的基本原理, 建立单相变压器和三相变压器的系统模型, 分析单相变压器和三相变压器的空载运行和负载运行。

## 第四章 交流电机绕组的基本理论

- 1、交流绕组的基本概念
- 2、三相交流绕组
- 3、交流绕组的电动势
- 4、交流绕组的磁动势

本章重点：

了解交流绕组的基本概念，掌握三相双层绕组，三相单层绕组的联接规律；  
掌握交流绕组的感应电动势的计算，了解单相绕组的磁动势，三相绕组的磁动势的计算。

能力：根据交流电机磁场建立的基本知识、分析异步电机与同步电机磁场建立的数学模型与运行规律。

## 第五章 异步电机

- 1、概述
- 2、三相异步电动机的运行原理
- 3、三相异步电动机的运行特性
- 4、三相异步电动机的启动与调速
- 5、单相异步电动机
- 6、特殊用途的异步电机

本章重点：

了解感应电机的结构与工作原理，了解感应电动机运行时的电磁过程；  
能熟练运用等效电路和相量图分析计算感应电机的性能和主要运行数据；  
掌握三相感应电动机的功率和转矩，三相感应电动机的工作特性和机械特性及计算；  
了解感应电动机的起动的原理。

能力：能够将异步电机旋转磁场的基础知识、建立异步电机的工作特性和机械特性模型、分析异步电机在各种人为机械特性状态下的工作状态。

## 第六章 同步电机

- 1、概述
- 2、同步电机的运行原理
- 3、同步电机的运行特性
- 4、同步电机的并联运行
- 5、同步电机和调相机
- 6、同步电机的不对称运行
- 7、同步电机的突然短路
- 8、特殊用途的同步电机

本章重点：

了解同步发电机的结构和工作原理，掌握同步发电机的电枢反应；  
能熟练运用等效电路和相量图分析计算同步电机的性能和主要运行数据；  
熟练掌握同步发电机的功率和转矩及计算，了解同步发电机的运行特性；  
了解同步发电机的参数测定的意义，掌握同步发电机与电网并联运行的条件及起动方法；  
了解同步电动机和同步调相机的原理。

能力：能够将同步电机基本概念、模型、主要性能指标用于分析同步发电机与同步电动机系统的复杂工程问题。

## 第七章 电机瞬态过程

- 1、交流电机在相坐标系中的瞬态分析模型
- 2、交流电机在正交坐标系中的瞬态分析模型
- 3、状态方程的数值求解



- 4、异步电机动态行为数值仿真
- 5、同步电机动态行为数值仿真

本章重点：

理解电机瞬态过程的理论知识；  
掌握电机瞬态过程的计算机数值仿真方法。

能力：能够将异步电机与同步电机基本概念、模型用于建立瞬态分析模型、分析交流电机瞬态的复杂工程问题。

## 五、实验与学时分配

### 实验项目与类型

| 序号 | 实验项目      | 学时 | 实验性质 |    |    |    |
|----|-----------|----|------|----|----|----|
|    |           |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |
| 1  | 直流并励电动机实验 | 2  |      | √  |    |    |
| 2  | 变压器实验     | 2  |      | √  |    |    |
| 3  | 三相异步电动机实验 | 4  |      | √  |    |    |

#### 实验一 直流并励电动机

##### 1. 目的要求

掌握用实验方法测取直流并励电动机的工作特性和机械特性；掌握直流并励电动机的调速方法。

##### 2. 主要实验仪器及材料

电机试验台、直流并励电动机、万用表。

##### 3. 掌握要点

掌握直流并励电动机的机械特性与调速方法。

##### 4. 实验内容

测量直流电动机的固有机械特性；改变电枢电源电压测量直流电动机的机械特性；改变电枢电阻测量直流电动机的机械特性，对结果进行分析，完成实验报告。

#### 实验二 变压器实验

##### 1. 目的要求

用实验方法求取变压器的空载特性和短路特性；通过空载和短路实验求取变压器的参数和损耗；计算变压器的电压变化百分比和效率。

##### 2. 主要实验仪器及材料

电机试验台、万用表。

##### 3. 掌握要点

掌握变压器的短路参数与空载参数的测量方法与折算方法。

##### 4. 实验内容

通过空载实验，测量变压器的  $R_m$  和  $X_m$ ，通过短路实验，测量变压器的  $R_k$  和  $X_k$ ，对结果进行分析，完成实验报告。

#### 实验三 三相异步电动机实验

##### 1. 目的要求

掌握电机定子绕组的联结方法；掌握电机的启动方式及实现正反转的方法；三相异步电动机的参数测定和工作特性。

##### 2. 主要实验仪器及材料

电机试验台、三相绕线式异步电动机、万用表。

### 3. 掌握要点

掌握三相异步电动机的固有机械特性与人为机械特性的测量方法。

### 4. 实验内容

测量三相异步电动机的固有机械特性；降低供电电压测量机械特性；在三相异步电动机的转子里面串联对称电阻测量机械特性，对结果进行分析，绘制机械特性曲线，完成实验报告。

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握各种电机（含变压器）的结构、电磁关系、基础理论知识、基本运行特性和一般分析方法等教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学

采用多媒体课件和板书相结合的方式，穿插使用提问、回答、启发、互动等方法，课堂教学以讲授为主，注重培养学生运用知识的实际能力和创新意识。引导、激励学生的学习积极性和自主性，多举一些生活中常见的电机实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对课程学习产生兴趣。授课过程中采用学生课前自学、课堂讨论、教师总结、课后答疑的双向教学方式。

### 2. 课堂提问、课后习题

作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效的手段。为了达到能让学生不仅吸收所学知识，并且将知识融会贯通、学以致用，课堂上教师采取引导性的提问，培养学生的思维能力和创新能力；布置作业时，从基础知识出发，引发学生思考，扩展学生思维。让学生在完成作业的过程中，使学生进一步理解和巩固课程所学的基本概念、基本理论和方法。

### 3. 实验教学

为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的思维方式和动手能力。本课程配合理论学习，安排有8学时的实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验要求，进一步加深对电机基础理论的理解；通过亲身实践，掌握课程基本知识内容，从而培养学生分析问题与解决问题的思路和方法，提高学生创造能力和适应变化能力。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核由平时成绩、期末考试两个部分进行成绩评定。

平时成绩（百分制），包括课堂测验、作业、实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准      |              |              |             |
|------|-----------|--------------|--------------|-------------|
|      | 优秀（0.9-1） | 良好（0.7-0.89） | 合格（0.6-0.69） | 不合格（0-0.59） |
|      |           |              |              |             |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| 掌握各种电机（含变压器）的结构、电磁关系等基本理论知识，掌握各种电机的基本运行特点、启动方式以及一般分析方法<br>能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括建模与仿真、设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论 | 电机学的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力。<br>能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 电机学的相关理论知识较为清晰，具备非常较好的分析、计算和实践的能力。<br>基本能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 电机学的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力。<br>初步能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 电机学的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力。<br>不能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 |
|---|--|---|--|--|

实验成绩评价标准

|     | 基本要求   | 评价标准  |   |   |   |
|-----|--|---|---|---|---|
|     |  | 优秀（0.9-1）   | 良好（0.7-0.89）  | 合格（0.6-0.69）  | 不合格（0-0.59）   |
| 目标3 | 能够根据实验项目1~2的内容开展实验，观察实验现象，分析实验结果；根据实验项目3的内容，给出实验方案，并开展实验，得出有效实验结果。 | 能够根据直流电机、变压器和三相异步电动的基本原理开展实验，实验结果正确，结果分析全面；设计性实验的方案正确。报告书写工整、清晰，符号、单位等符合规范。 | 能够根据直流电机、变压器和三相异步电动的基本原理开展实验，实验结果较正确，有结果分析；设计性实验的方案较正确。报告书写清晰，主要符号、单位等符合规范。 | 基本上能够根据直流电机、变压器和三相异步电动的基本原理开展实验，实验结果基本正确，部分结果分析；设计性实验的方案基本正确。报告极小部分抄袭，符号、单位等基本规范。 | 基本上能够根据直流电机、变压器和三相异步电动的基本原理开展实验，实验结果不正确，无结果分析；设计性实验的方案不正确。报告抄袭。 |

期末考试成绩：70%，考试方式为闭卷，题型包括：单选题、填空题、判断对错题、简答题、画图题、计算题、应用题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|     | 基本要求   | 评价标准                            |                                    |                                 |                                | 比例（%） |
|-----|--|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------|
|     |  | 优秀（0.9-1）                       | 良好（0.7-0.89）                       | 合格（0.6-0.69）                    | 不合格（0-0.59）                    |       |
| 目标1 | 掌握各种电机（含变压器）的结构、电磁关系等基本理论知识，掌握各种电机的基本运行特点、启动方式以及一般分析方法 | 电机学的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力。 | 电机学的相关理论知识较为清晰，具备非常较好的分析、计算和实践的能力。 | 电机学的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力。 | 电机学的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力。 | 40    |

|     |  |   |   |   |  |    |
|-----|--|---|---|---|--|----|
| 目标2 | 能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据 | 能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据。 | 基本能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据。 | 初步能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据。 | 不能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据。 | 60 |
|-----|--|---|---|---|--|----|

注:该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为:考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电机学》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |  |                       |                  |       |  |      |
|--|--|-----------------------|------------------|-------|--|------|
| 课程名称   | 电机学  | 课程性质                  | 工程基础,必修          |       | 学时学分   | 64/4 |
| 开课学期   |  | 专业班级                  |                  | 考核方式  | 考试,闭卷  |      |
| 任课教师:  |  |                       |                  |       |  |      |
| 评价人员:课程组长,命题教师,阅卷教师  |  |                       |                  |       |  |      |
| 二、课程目标达成评估   |  |                       |                  |       |  |      |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标   | 评价数据源                 |                  |       |  |      |
|  |  | 评价依据                  | 分值               | 平均分   | 达成度值 $KM$ 评价方式                                       |      |
| 毕业要求 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法,用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护。 | 目标 1:了解电机的发展概况,铁磁材料的特性,掌握电机中使用的基本电磁定律;掌握直流电机的基本原理和基本结构,学会分析其磁路系统和电路系统,重点掌握研究不同运行状态时的电磁过程及工作特性。 | 期末考试:<br>电机的基本知识(40分) | T10=40<br>试题构成说明 | T1=32 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3 = 0.81$ |      |
|  |  | 平时作业                  | A10=100          | A1=84 |  |      |

|   |   |                         |                  |       |  |
|---|---|-------------------------|------------------|-------|--|
| 毕业要求 2.3 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，评价电气工程领域中复杂工程问题分析过程中的影响因素，给出正确的电气工程领域中复杂工程问题解决方案，并评价解决方案的合理性。 | 目标 2: 掌握单相变压器的运行性能；掌握交流绕组的基本要求、电动势和磁动势等基本理论。了解感应电机和同步发电机的结构与工作原理以及它们运行时的电磁过程，能熟练运用等效电路和相量图分析计算感应电机和同步电机的性能和主要运行数据；熟练掌握同步发电机的功率和转矩及计算。 | 期末考试：电机的分析与计算<br>(60 分) | T20=60<br>试题构成说明 | T2=42 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.74$ |
|   |   | 平时作业                    | A20=100          | A2=84 |  |
| 毕业要求 4.1 能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。                        | 目标 3: 能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括建模与仿真、设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。  | 实验项目 1~3: 实验成绩(100 分)   | T30=100          | T3=87 | $\frac{T3}{T30} = 0.87$                              |
| 三、课程评价与分析   |   |                         |                  |       |  |
| 存在的主要问题   |   |                         |                  |       |  |
| 持续改进方法  |   |                         |                  |       |  |

## 八、教材和参考书

- 1) 辜承林主编《电机学》(第四版), 华中科技大学出版社, 2019。
- 2) 汤蕴璆主编《电机学》(第三版), 机械工程出版社, 2018。

## 《自动控制原理》教学大纲

课程名称: 自动控制原理 (Principle of Automatic Control)

课程编码: 1501ZY042

课程类别: 工程基础-必修

学 分: 4 分

总 学 时: 64 学时, 其中, 理论学时: 56 学时; 实验学时: 8 学时

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：高等数学、复变函数与积分变换、模拟电子技术、数字电子技术、电路理论

执笔人：朱清祥

审订人：胡洲

## 一、课程性质

《自动控制原理》是自动化、电气工程及其自动化等专业的一门专业基础课，必修课。

本课程是以原理为主的理论性课程；主要从数学模型出发，讲述自动控制基本原理和控制系统分析与设计的基本方法。通过本课程的学习，使学生能够正确理解和运用课程的基本概念和理论，掌握一套较完整的分析、设计自动控制系统的方法。为专业课的学习打好基础，而且为以后从事实际工作和科研奠定一定的理论基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

紧紧围绕坚定学生理想信念，以爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线，将育人要素嵌入到自动控制原理课堂教学中。通过积极培育和践行社会主义核心价值观，运用马克思主义哲学的方法论，引导学生正确做人和做事；注重在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来，提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力；注重强化学生工程伦理教育，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。让学生成为德才兼备、又红又专、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1. 熟练掌握简单过程机理模型的方法；熟练掌握方框图的等效简化、梅森增益公式等求取传递函数的方法；理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念。通过数学模型来研究自动控制系统，可以摆脱不同类型系统的外部特征，研究他们内在的、共性的运动规律。（支撑毕业要求 1.4）

2. 熟练掌握时域分析法；掌握绘制根轨迹的基本规则；理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系，能熟练使用频率特性分析系统稳定性和动静态指标；掌握超前、滞后、滞后——超前校正的设计方法和流程。（支撑毕业要求 2.1）

3.能够根据自动控制技术解决实际需求，进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。（支撑毕业要求 4.1）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法，用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护                                 |
| 课程目标 2 | 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、描述和分析电气设备与电力系统中的各单元电路组成和主要参数，并能对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行表达和建模。 |
| 课程目标 3 | 4.1 能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。                        |

### 三、基本要求

本课程详细介绍建立控制系统数学模型的方法、控制系统的时域及频域分析方法、根轨迹法、控制系统的校正与设计方法等。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，掌握高等数学、复变函数与积分变换的基本知识，具有良好的数学知识储备。

学生通过本课程的学习，应熟练掌握简单过程机理模型的建立方法；熟练掌握方框图的等效简化、梅森增益公式等求取传递函数的方法；熟练掌握时域分析法；掌握绘制根轨迹的基本规则；理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系，能熟练使用频率特性分析系统特性；掌握超前、滞后、滞后——超前校正的设计方法和流程。

使学生能够正确理解和运用课程的基本概念和理论，掌握一套较完整的分析，设计自动控制系统方法。

通过课外研习，学生分组进行本课程最新研究进展调研，培养学生的团队协作、文献检索、语言表达陈述、沟通交流等能力。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、上机实践、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容        | 学时 | 思政元素   | 教学模式               | 对应课程目标 |
|----|-------------|----|--|--------------------|--------|
| 1  | 绪论          | 2  | 通过对自动控制理论发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读，引导学生向钱学森等老一辈科学家学习，激发学生科技强国的使命感。   | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 1/2/3  |
| 2  | 自动控制系统的数学模型 | 8  | 在教会学生用数学模型描述控制系统的一般方法时，引导学生学习辩证唯物主义的世界观和方法论，学会在工作中抓主要矛盾和矛盾的注意方面。 | 课堂授课，课后练习 3 题      | 1      |
| 3  | 自动控制系统的时域分析 | 12 | 可通过系统时域响应的分析，引导学生运用好内因和外因的辩证关系。                                  | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 1      |
| 4  | 根轨迹分析法      | 10 | 通过主导极点的分析，引导学生建立正确的政治意识、大局意识、核心意识、看齐意识。                          | 课堂授课，课后练习 3 题      | 2      |
| 5  | 频率特性分析法     | 12 | 通过分析对数频率特性与实际系统参数的关系，培养学生理论联系实际的能力。                              | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 2      |
| 6  | 自动控制系统的校正   | 10 | 通过讲述控制系统设计的基本思想，培养学生以人民为中心的理念，坚持实践是检验真理的唯一标准；建立社会主义的道路自信、理论自信、制度 | 课堂授课，课后练习 6 题，上机实践 | 2/3    |

|   |              |    |   |                  |       |
|---|--------------|----|---|------------------|-------|
|   |              |    | 自信、文化自信。  |                  |       |
| 7 | 非线性控制系统的分析方法 | 10 | 非线性控制系统理论目前还很不完善，在课堂讲述中要注意培养学生改革创新的精神、职业责任感和科学精神。 | 课堂授课，课后练习6题，上机实践 | 1/2/3 |

## 第一章 绪论

- 1、 控制理论的形式与发展
- 2、 自动控制系统的基本概念
- 3、 自动控制系统性能的基本要求
- 4、 自动控制系统的分类
- 5、 教学内容与要求

本章重点：

理解自动控制、反馈等概念；

掌握自动控制系统的基本要求和系统的组成。

能力：能够将自动控制系统的概念、分类、性能要求用于分析自动控制系统的复杂工程问题。

## 第二章 线性控制系统的数学模型

- 1、 微分方程描述法
- 2、 传递函数描述法
- 3、 方框图描述法
- 4、 信号流图描述法
- 5、 控制系统的经典传递函数

本章重点：

控制系统微分方程的编写；

求取自动控制系统的传递函数；

控制系统的结构图及其等效变换。

能力：能够将自动控制系统建模的一般方法用于构造及简化实际物理系统的数学模型。

## 第三章 控制系统的时域分析

- 1、 经典输入信号
- 2、 线性定常系统的时域响应与性能指标
- 3、 一阶系统的时域响应
- 4、 二阶系统的时域响应
- 5、 高阶系统的时域响应
- 6、 线性定常系统的稳定性
- 7、 系统的稳态误差

本章重点：

理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念；



掌握劳斯判据、稳态误差计算方法；

掌握一、二阶系统阶跃响应计算方法；

了解高阶系统的动态性能、基本控制规律的分析。

能力：从系统的数学模型出发，用微分方程求解的理论，分析系统的动态性能指标。

#### 第四章 根轨迹法

1、根轨迹的基本概念

2、根轨迹方程

3、常规根轨迹绘制规则

4、广义根轨迹及其绘制

5、控制系统的根轨迹分析

本章重点：

掌握绘制根轨迹的基本规则；

掌握最小相位系统的参数根轨迹的画法；

了解闭环极点，零点分布和控制系统性能指标之间的关系。

能力：从系统的数学模型出发，根据复变函数理论，通过求取闭环极点的位置，分析系统的动态性能指标。

#### 第五章 控制系统的频域分析

1、频率特性的基本概念

2、典型环节的频率特性

3、系统开环频率特性

4、控制系统的频域稳定性判据

5、控制系统的相对稳定性

6、控制系统的闭环频率特性

7、频域性能指标与时域性能指标的关系

本章的重点：

理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系；

掌握用频率特性的方法来分析系统的稳定性，以及相对稳定性；

掌握开环频率特性与控制系统性能指标间的关系。

能力：从系统的数学模型出发，根据复变函数理论，通过系统频率特性分析系统的动态性能指标。

#### 第六章 控制系统的校正与设计

1、控制系统校正的概念

2、常用校正装置及其特性

3、用频率法进行串联校正

4、反馈校正及其参数确定

本章重点：

了解系统为什么需要校正及校正方法的分类；  
 掌握超前、滞后、滞后——超前校正系统设计的方法和流程；  
 掌握按系统的期望频率特性进行校正的方法；  
 了解并联校正装置的设计。

能力：根据控制系统校正的概念、方法，通过求取期望的数学模型，实现控制系统性能指标的优化。

## 第七章 非线性控制系统

- 1、 非线性系统概述
- 2、 描述函数法
- 3、 相平面法

本章重点：

掌握非线性控制系统和线性控制系统的基本区别；

对包含有饱和特性、死区特性、间隙特性、继电器特性以及变放大系数特性的非线性控制系统，掌握运用描述函数法和相平面分析法进行分析的基本方法。

能力：根据非线性系统数学模型的特点，用描述函数法和相平面分析法分析控制系统的复杂工程问题。

## 五、实验内容与学时分配

| 序号 | 实验项目         | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点   |
|----|--------------|----|------|----|----|----|--------|-------------|
|    |              |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |             |
| 1  | 典型系统瞬态响应和稳定性 | 2  |      | √  |    |    | 1      | 1.4/2.1     |
| 2  | 控制系统的频率特性研究  | 2  |      | √  |    |    | 2      | 2.1         |
| 3  | 系统校正         | 2  |      |    |    | √  | 1/2    | 1.4/2.1     |
| 4  | 非线性系统        | 2  |      |    | √  |    | 1/2/3  | 1.4/2.1/4.1 |

### 实验项目与类型

#### 实验一 典型系统瞬态响应和稳定性

##### 1. 目的要求

掌握典型系统瞬态性能指标的测试技巧，了解参数对系统瞬态性能及稳定性的影响。

##### 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

##### 3. 掌握要点

各种典型环节的运放电路模拟方法。

##### 4. 实验内容

用比例、积分、比例积分、惯性环节等构成典型的二阶和三阶系统，观测系统的阶跃响应曲线；对结果进行分析；完成实验报告。

#### 实验二 控制系统的频率特性研究

##### 1. 目的要求

掌握控制系统频率特性测试方法；对系统的频率特性进行实验验证。

## 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

## 3. 掌握要点

系统开环和闭环频率特性的定义及测试方法。

## 4. 实验内容

利用 ACS+系统中的 DAC 单元提供频率和幅值均可调的基准正弦信号源，作为被测对象的输入信号，而 ACS+系统中测量单元的 CH1 通道用来观测被测环节的输出，选择不同角频率及幅值的正弦信号源作为对象的输入，测得相应的系统输出，并在 PC 机屏幕上显示，根据所测得的数据正确描述对象的幅频和相频特性图。对结果进行分析；完成实验报告。

### 实验三 系统校正

#### 1. 目的要求

设计校正电路，将校正系统加到二阶系统中，观测校正前、后系统的稳定性及性能指标，分析校正对系统有何影响。

#### 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

#### 3. 掌握要点

典型串联校正装置数学模型的设计、校正装置的模拟电路设计方法。

#### 4. 实验内容

观察系统校正前后阶跃响应曲线，并测出超调量  $M_p$  和调节时间  $t_s$ ，将曲线及参数记录下来；对结果进行分析；完成实验报告。

### 实验四 非线性系统

#### 1. 目的要求

学习实现典型非线性环节的方法，掌握非线性环节特性的测量方法；学习绘制非线性二阶系统的相轨迹。

#### 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

#### 3. 掌握要点

各种典型非线性环节的运放电路模拟方法。

#### 4. 实验内容

以运算放大器为基本元件，在输入端和反馈网络中设置相应元件（稳压管、二极管、电阻和电容）构成典型非线性系统的模拟电路；测试继电型非线性系统的相轨迹。对结果进行分析；完成实验报告。

## 六、教学方法

本课程理论性较强、内容广泛且抽象，讲述过程中应注意多举例。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、上机实践等相结合的教学方式方法，使学生能够灵活的运用知识点。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师应有针对性的提出作业要求。学生通过完成作业加深对控制原理和方法的理解，增强运用基本理论分析实际系统的能力。适时进行作业分析，精选精讲作业的重点难点。

关于用 Matlab 进行控制系统辅助分析设计的方法，可安排学生课后自学。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、编程论坛，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

自动控制原理是一门重要专业基础课。为了使学生加深对理论教学内容的理解，帮助学生更加直观地认识自动控制系统，训练学生的分析实际问题能力，本课程配合理论学习，安排有 8 学时的实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成所要求的设计和测试工作。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 熟练掌握简单过程机理建模的方法；熟练掌握方框图的等效简化、用梅森增益公式等求取传递函数的方法；理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念。<br>掌握时域分析法；掌握绘制根轨迹的基本规则；理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系，使用频率特性分析系统稳定性和动态静态指标；掌握超前、滞后、滞后——超前校正的设计方法和流程；<br>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解 | 能够熟练掌握简单过程机理建模的方法；自动控制原理的基本知识点非常清晰。<br>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，熟练运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 能够较为熟练地掌握简单过程机理建模的方法；自动控制原理的基本知识点较为清晰。<br>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，能较为熟练地运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 基本掌握简单过程机理建模的方法；基本理解自动控制原理的基本知识点。<br>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，基本能运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 没有掌握简单过程机理建模的方法；自动控制原理的基本知识点理解错误。<br>进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力差。不具备运用自动控制技术解决实际工程需求的能力， |

|                             |  |  |  |  |
|-----------------------------|--|--|--|--|
| 决方案。进行团队合作，用自动控制技术解决实际工程需求。 |  |  |  |  |
|-----------------------------|--|--|--|--|

实验成绩评价标准

|          | 基本要求                                  | 评价标准   |  |  |   |
|----------|---------------------------------------|--|--|--|---|
|          |                                       | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |
| 目标 1/2/3 | 能够根据实验项目 1~4 的内容开展实验, 观察实验现象, 分析实验结果。 | 能够根据《自动控制原理》课程的基本原理开展实验, 实验结果正确, 结果分析全面; 设计性实验的方案正确。报告书写工整、清晰, 符号、单位等符合规范。 | 能够根据《自动控制原理》课程的基本原理开展实验, 实验结果较正确, 有结果分析; 设计性实验的方案较正确。报告书写清晰, 主要符号、单位等符合规范。 | 基本上能够根据《自动控制原理》课程的基本原理开展实验, 实验结果基本正确, 部分结果分析; 设计性实验的方案基本正确。报告极小部分抄袭, 符号、单位等基本规范。 | 基本上能够根据《自动控制原理》课程的基本原理开展实验, 实验结果不正确, 无结果分析; 设计性实验的方案不正确。报告抄袭。 |

期末考试 (百分制) 闭卷, 题型包括: 选择题、填空题、分析计算题。

课程期末考试考核内容与要求

|      | 基本要求   | 评价标准               |                      |                   |                   | 比例 (%) |
|------|--|--------------------|----------------------|-------------------|-------------------|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)         | 良好 (0.7-0.89)        | 合格 (0.6-0.69)     | 不合格 (0-0.59)      |        |
| 目标 1 | 熟练掌握简单过程机理建模的方法; 熟练掌握方框图的等效简化、掌握用梅森增益公式等求取传递函数的方法。                                     | 能够熟练掌握简单过程机理建模的方法。 | 能够较为熟练掌握简单过程机理建模的方法。 | 基本掌握简单过程机理建模的方法。  | 没有掌握简单过程机理建模的方法。  | 15     |
| 目标 2 | 理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念; 掌握时域分析、根轨迹分析、频率特性分析方法; 掌握波特图和系统结构参数的关系; 掌握超前、滞后、滞后---超前校正的设计方法和流程。 | 自动控制原理的基本知识点非常清晰。  | 自动控制原理的基本知识点较为清晰。    | 自动控制原理的基本知识点掌握一般。 | 自动控制原理的基本知识点理解错误。 | 70     |

|     |  |  |   |  |   |    |
|-----|--|--|---|--|---|----|
| 目标3 | 进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力强。能熟练运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 能进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。能较为熟练地运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 具备一定的进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力。能运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 不具备进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力。运用自动控制技术解决工程实际需求的能力差。 | 15 |
|-----|--|--|---|--|---|----|

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《自动控制原理》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |  |                                   |                   |      |   |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|------|---|
| 课程名称  | 自动控制原理   | 课程性质                              | 工程基础，必修           | 学时学分 | 64/4  |
| 开课学期  | 第五个学期  | 专业班级                              | 电气工程及其自动化         | 考核方式 | 考试，闭卷   |
| 任课教师：   |  |                                   |                   |      |   |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师   |  |                                   |                   |      |   |
| 二、课程目标达成评估  |  |                                   |                   |      |   |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源                             |                   |      |   |
|   |  | 评价依据                              | 分值                | 平均分  | 达成值 $KM$ 评价方式   |
| 毕业要求 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法，用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护 | 目标 1: 熟练掌握简单过程机理模型的建立方法; 熟练掌握方框图的等效简化、梅森增益公式等求取传递函数的方法; 通过数学模型来研究自动控制系统, 可以摆脱不同类型系统的外部特征, 研究他们内在的、共性的运动规律。 | 期末考试:<br>控制的基本概念、数学模型的建立及简化 (15分) | T10=15<br>试题构成说明: | T1=  | $\frac{T}{T_0} \times 0.7 + \frac{A}{A_0} \times 0.3 =$ |
|   |  | 平时作业                              | A10=100           | A1=  |   |

|   |   |                               |                   |     |   |
|---|---|-------------------------------|-------------------|-----|---|
| 毕业要求 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、描述和分析电气设备与电力系统中的各单元电路组成和主要参数，并能对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行表达和建模。 | 目标 2：理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念；掌握时域分析、根轨迹分析、频率特性分析方法；波特图和系统结构参数的关系；掌握超前、滞后、滞后——超前校正的设计方法和流程。 | 期末考试：分析系统稳定性、准确性及动态性能指标（70 分） | T20=70<br>试题构成说明： | T2= | $\frac{T_2}{T_{20}} \times 0.7 + \frac{A_2}{A_{20}} \times 0.3 =$ |
|   |   | 平时作业                          | A20=100           | A2= |   |
| 毕业要求 4.1 能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。                        | 目标 3：能够根据自动控制技术解决实际需求，进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。                                     | 期末考试：非线性控制系统(15 分)            | T30=15            | T3= | $\frac{T_3}{T_{30}} \times 0.7 + \frac{A_3}{A_{30}} \times 0.3 =$ |
|   |   | 平时作业                          | A30=100           | A3= |   |
| 三、课程评价与分析   |   |                               |                   |     |   |
| 存在的主要问题   |   |                               |                   |     |   |
| 持续改进方法  |   |                               |                   |     |   |

## 八、教材和参考书

教材：

1、吴怀宇，自动控制原理（第三版），华中科技大学出版社，2017 年。

教学参考书：

1、高国燊主编，《自动控制原理》，华南理工大学出版社，2017 年第四版。

2、胡寿松主编，《自动控制原理》，科学出版社，2021 年第七版。

3、卢京潮主编，《自动控制原理》，清华大学出版社，2013 年。

## 《电力电子技术》教学大纲

课程名称：电力电子技术 Power Electronics Technique

课程编码：1501ZY011

课程类别：专业基础课程-必修

学 分：3 分

总 学 时：48 学时，其中，理论学时：42 学时；实验学时：6 学时

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：电路原理、模拟电子技术、数字电子技术

执 笔 人：聂汉平

审 订 人：陈永军

## 一、课程性质

《电力电子技术》是电气工程及其自动化专业的专业课，必修。电力电子技术又称为电力电子学或半导体变流技术，它是利用电力电子器件对电能进行变换和控制的一门跨学科的技术，包括对电压、电流、频率和相位的变换。电力电子技术由三部分内容组成，即电力电子器件、电力电子电路、电力电子系统及其控制。本课程着重学习电能变换电路的基本工作原理。《电力电子技术》是电气工程及其自动化专业一门重要的专业基础课。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

培养学生的辩证思维方式，从爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手，把育人要素和电力电子技术专业知识嵌入到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，利用电力电子实际应用研究学习科技自信及爱国主义情怀，师生互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质和职业道德，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1、熟悉电力电子器件的特性、主要参数、驱动及保护，熟悉单相可控整流、三相可控整流电路的组成并了解其工作原理，了解触发电路的类型；理解交流调压电路的组成并了解其工作原理，理解开关电源的组成；熟悉变频器的组成并了解其工作原理。（支撑毕业要求 1.4）

2、能正确识别、选用电力电子器件，能组建、调试单节晶体管触发电路和简单的直流调速系统；能检查维修开关电源，能使用和维护变频器，学会搜集资料，阅读资料和利用资料。（支撑毕业要求 2.2）

3、能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案，设计满足用户特定需求的电气设备与电力系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。（支撑毕业要求 3.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法，用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护。                                   |
| 课程目标 2 | 2.2 能够应用所学数学、自然科学和工程科学知识，并通过查阅文献资料，能认识到解决此问题有多种方案可选择，分析电气工程领域中复杂工程问题，判断在当前条件下解决该问题的可行性方案。 |
| 课程目标 3 | 3.2 能够在解决方案的框架下，设计/开发满足方案要求的电气系统，对电气系统中关键器件的选型和参数进行优化和计算。                                 |

## 三、基本要求

本书的内容涉及各种电力电子器件，DC/DC、DC/AC、AC/DC 和 AC/AC 四类电力转换电路，电力电子变换系统中的辅助器件和控制系统，谐振变换电路，以及电力电子技术在电力传输和电力控制、电力补偿的应用技术。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，通过本课程的学习，培养学生

- 1、了解电力电子技术的发展概况、技术动向和新的应用领域。
- 2、了解与熟悉常用的电力电子器件的工作机理、电气特性和主要参数。
- 3、理解和掌握基本的电力电子电路的工作原理、电路结构、电气性能、波形分析方法和参数计算，并能进行初步的系统设计。
- 4、具有一定的电力电子电路实验和调试的能力。



## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点、主要教学模式（包括授课、自学、实验、课堂讨论、作业等）。

| 章节 | 教学内容       | 学时 | 思政元素   | 教学模式               | 对应课程目标   |
|----|------------|----|--|--------------------|----------|
| 1  | 电力电子技术概述   | 2  | 对电力电子技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情怀和专业认同感,定位自己的社会责任,从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课,课后练习 2 题,课堂讨论 | 课程目标 1   |
| 2  | 电力电子器件     | 4  | 从电力电子器件的发展历史,了解技术进步对国民经济、国防科技的重要意义,激发学生的爱国情怀,定位自己的社会责任,从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课,课后练习 3 题,课堂讨论 | 课程目标 1   |
| 3  | DC/DC 变换电路 | 12 | 讲述 DC/DC 变换电路及电力电子技术的特点、国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战,培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。    | 课堂授课,课后练习 5 题,课堂讨论 | 课程目标 2、3 |
| 4  | DC/AC 逆变电路 | 8  | 讲述 DC/AC 变换电路及电力电子技术的特点、国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战,培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。    | 课堂授课,课后练习 4 题,课堂讨论 | 课程目标 2、3 |
| 5  | AC/DC 变换电路 | 12 | 讲述 AC/DC 变换电路及电力电子技术的特点、国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战,培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。    | 课堂授课,课后练习 5 题,课堂讨论 | 课程目标 2、3 |
| 6  | AC/AC 变换电路 | 4  | 讲述 AC/AC 变换电路及电力电子技术的特点、国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战,培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。    | 课堂授课,课后练习 3 题,课堂讨论 | 课程目标 2、3 |

## 第一章 电力电子技术

- 1、电力电子技术的概念
- 2、电力电子技术研究的主要内容
- 3、电力电子技术的发展概况
- 4、电力电子技术的应用

### 本章重点：

了解电力电子的概念，研究的主要内容及电力电子技术研究的发展概况及应用。

能力：能够将电力电子技术的基本概念、模型用于分析电力电子技术的复杂工程问题。

## 第二章 电力电子器件

- 1、电力电子器件概述
- 2、不可控器件——电力二极管
- 3、半控型器件——晶闸管
- 4、全控性器件
- 5、功率集成电路
- 6、电力电子器件的保护

### 本章重点：

掌握晶闸管结构、理解其工作原理；

熟悉电力电子的基本特性；

掌握电力电子器件的主要参数。

能力：能够将电力电子器件的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力电子的复杂工程问题。

## 第三章 DC/DC 变换电路

- 1、直流 PWM 控制技术基础
- 2、基本的直流斩波电路
- 3、复合斩波电路

### 本章重点：

掌握 PWM 控制技术；重点掌握四种基本的直流-直流变换电路的结构、工作原理及主要数量关系。

掌握直流 PWM 控制技术的工作原理；

掌握基本的直流斩波电路的工作原理、波形分析、参数计算、基本电路设计方法；

掌握复合斩波电路的工作原理、基本电路设计方法。

能力：能够将 PWM 控制技术、DC/DC 变换电路的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力电子技术的复杂工程问题。

## 第四章 DC/AC 变换电路

- 1、逆变概念
- 2、电压型逆变电路
- 3、电流型逆变电路
- 4、多重逆变电路

### 本章重点：

掌握电压型逆变电路的工作原理、波形分析、基本电路设计方法；

掌握电流型逆变电路的工作原理。

能力：能够将 DC/AC 变换电路的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力电子技术的复杂工程问题。

## 第五章 AC/DC 变换电路

- 1、整流器的性能指标
- 2、单相相控整流电路
- 3、三相相控整流电路
- 4、变压器漏感对相控整流电路的影响
- 5、相控整流电路的晶闸管触发电路

### 本章重点：

熟悉整流器的性能指标；

掌握单相相控整流电路的工作原理、波形分析、基本电路设计方法；

掌握三相相控整流电路的工作原理、波形分析、基本电路设计方法；

理解变压器漏感对相控整流电路的影响，掌握其基本计算方法；

掌握相控整流电路的晶闸管触发电路的工作原理。

能力：能够将 AC/DC 变换电路的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力电子技术复杂工程问题。

## 第六章 AC/AC 变换电路

- 1、交流调压电路
- 2、相控 AC/DC 变频电路
- 3、矩阵式 AC/AC 变频电路

### 本章重点：

掌握交流调压电路的工作原理、波形分析、基本电路设计方法；

理解相控 AC/AC 变频电路的工作原理；

了解矩阵式 AC/AC 变频电路的工作原理。

能力：能够将 AC/AC 变换电路的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力电子技术复杂工程问题。

## 五、实验与学时分配

### 实验项目与类型

| 序号 | 实验项目                            | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|---------------------------------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |                                 |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |
| 1  | 三相半波可控整流电路实验<br>(选做)            | 2  |      |    | √  |    | 1、2    | 2.2、1.4   |
| 2  | 三相桥式全控整流电路实验<br>(必做)            | 2  |      |    | √  |    | 2、3    | 2.2、3.2   |
| 3  | 锯齿波同步移相触发电路与单相桥式半控整流实验 (选做)     | 2  |      | √  |    |    | 1、2    | 2.2、1.4   |
| 4  | 直流斩波电路实验 (选做)                   | 2  |      |    | √  |    | 3      | 3.2       |
| 5  | 电力晶体管 (GTR) 特性与驱动电路研究 (选做)      | 2  |      | √  |    |    | 3      | 3.2       |
| 6  | 绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 特性与驱动电路研究 (选做) | 2  |      | √  |    |    | 3      | 3.2       |

### 实验一 三相半波可控整流电路实验 (选做)

#### 1. 目的要求

了解三相半波可控整流电路的工作原理,研究可控整流电路在电阻负载和电阻—电感性负载时的工作。

#### 2. 主要实验仪器及材料

教学实验台主控制屏、触发电路及晶闸主回路组件、电阻负载组件、二踪示波器、万用表。

#### 3. 掌握要点

掌握三相半波可控整流电路带电阻性负载、电阻—电感性负载时的工作原理。

#### 4. 实验内容

研究三相半波可控整流电路供电给电阻性负载时的工作;研究三相半波可控整流电路供电给电阻—电感性负载时的工作。

### 实验二 三相桥式全控整流电路实验(必做)

#### 1. 目的要求

熟悉触发电路及晶闸管主回路组件、熟悉三相桥式全控整流电路的接线及工作原理。

#### 2. 主要实验仪器及材料

教学实验台主控制屏、触发电路及晶闸主回路组件、电阻负载组件、二踪示波器、万用表。

#### 3. 掌握要点

熟悉三相桥式全控整流电路的接线及工作原理、了解集成触发器的调整方法及个别波形。

#### 4. 实验内容

三相桥式全控整流电路、观察整流状态下模拟电路故障现象时的波形。

### 实验三 锯齿波同步移相触发电路与单相桥式半控整流实验(选做)

#### 1. 目的要求

加深理解锯齿波同步移相触发电路的工作原理及各元件的作用;掌握锯齿波同步触发电路的调试方法;研究单相桥式半控整流电路在电阻负载,电阻—电感性负载及反电势负载时的工作;进一步理解可控硅的开关条件,了解续流二极管在电路中的作用。

#### 2. 主要实验仪器及材料

教学实验台主控制屏、触发电路及晶闸主回路组件、电阻负载组件、二踪示波器、万用表。

#### 3. 掌握要点

理解锯齿波同步移相触发电路的工作电路的原理及各元件的作用;掌握锯齿波同步触发电路的调试方法。

#### 4. 实验内容

锯齿波同步触发电路的调试;锯齿波同步触发电路各点波形观察,分析;单相桥式半控整流电路供电给电阻性负载;单相桥式半控整流电路供电给电阻—电感性负载(带续流二极管)。

### 实验四 直流斩波电路实验(必做)

#### 1. 目的要求

熟悉直流斩波电路的工作原理;熟悉直流斩波电路的组成及其工作特点;了解PWM控制与驱动电路的原理。

#### 2. 主要实验仪器及材料

电力电子教学试验台主控制屏;挂箱 NMCL-22 或下组件 NMCL-22A;2#导线若干;

示波器；万用表。

3. 掌握要点

熟悉直流斩波电路的工作原理，掌握掌握斩波电路的工作状态及波形情况。

4. 实验内容

PWM 波形测试；斩波电路的连接；斩波电路的电流连续与断续波形观察及电压测试。

实验五 电力晶体管（GTR）特性与驱动电路研究（选做）

1. 目的要求

掌握 GTR 对基极驱动电路的要求；掌握一个实用驱动电路的工作原理与调试方法；熟悉(GTR)的开关特性与二极管的反向恢复特性及其测试方法；掌握 GTR 缓冲电路的工作原理与参数设计要求。

2. 主要实验仪器及材料

MCL-07 电力电子实验箱；双踪示波器；万用表；教学实验台主控制屏。

3. 掌握要点

掌握 GTR 对基极驱动电路的要求；掌握一个实用驱动电路的工作原理与调试方法

4. 实验内容

连接实验线路组成一个实用驱动电路；PWM 波形发生器频率与占空比测试；光耦合器输入、输出延时时间与电流传输比测试；贝克箝位电路性能测试；过流保护电路性能测试；不同负载时的 GTR 开关特性测试；不同基极电流时的开关特性测试；有与没有基极反压时的开关过程比较。

实验六 绝缘栅双极型晶体管（IGBT）特性与驱动电路研究（选做）

1. 目的要求

熟悉 IGBT 主要参数与开关特性的测试方法；掌握混合集成驱动电路 EXB840 的工作原理与调试方法。

2. 主要实验仪器及材料

MCL-07 电力电子实验箱中的 IGBT 与 PWM 波形发生器部分；双踪示波器；毫安表；电压表；电流表；MCL 系列教学实验台主控制屏。

3. 掌握要点

熟悉 IGBT 主要参数与开关特性的测试方法；掌握混合集成驱动电路 EX840 的工作原理及调试方法。

4. 实验内容

IGBT 主要参数测试；EXB840 性能测试；IGBT 开关特性测试；过流保护性能测试。

学时分配：6 学时，其中 2 学时为必做，另外 4 学时从选做实验项目中根据需要选择

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科基础性课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握电力电子基础知识的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题

练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生看电路和分析波形的目的，同时开展作业分析，精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

电力电子技术是一门实践性很强的课程。为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的动手能力和观察能力。本课程配合理论学习，安排有6学时的实验。实验课要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验，达到预期波形。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 熟悉电力电子器件的特性、主要参数、驱动及保护，熟悉单相可控整流、三相可控整流电路的组成并了解其工作原理，了解触发电路的类型；理解交流调压电路的组成并了解其工作原理，理解开关电源的组成；熟悉变频器的组成并了解其工作原理。<br>能正确识别、选用电力电子器件，能组建、调试单节晶体管触发电路和简单的直流调速系统；能检查维修开关电源，能使用和维护变频器，学会搜集资料，阅读资料和利用资料<br>能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方 | 电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理掌握的十分清晰，对开关电源的组成，变频器的组成以及工作原理理解的十分透彻。<br>具有非常好的动手能力，能够正确的识别和选用电力电子器件。<br>能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案，能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保 | 电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理掌握的比较清晰，对开关电源的组成，变频器的组成以及工作原理比较理解。<br>具有较好的动手能力，对电力电子器件的识别和选用基本正确。<br>基本能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案，基本能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、 | 电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理基本掌握，对开关电源的组成，变频器的组成以及工作原理基本理解。<br>动手能力一般，电力电子器件选择和使用有少许的错误。<br>能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案但不能在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 对电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理，以及对开关电源的组成，变频器的组成和工作原理几乎没有掌握。<br>动手能力较差，不能正确选择和识别电力电子器件。<br>不能设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案。 |

|   |          |               |  |  |
|---|----------|---------------|--|--|
| 案,设计满足用户特定需求的电气设备与电力系统,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 等诸方面的因素。 | 安全、环保等诸方面的因素。 |  |  |
|---|----------|---------------|--|--|

期末考试(百分制)闭卷,题型包括:选择题、填空题、简答题、分析计算题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求  | 评价标准  |  |   |   | 比例 (%) |
|------|---|---|--|---|---|--------|
|      |   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |        |
| 目标 1 | 熟悉电力电子器件的特性、主要参数、驱动及保护,熟悉单相可控整流、三相可控整流电路的组成并了解其工作原理,了解触发电路的类型;理解交流调压电路的组成并了解其工作原理,理解开关电源的组成;熟悉变频器的组成并了解其工作原理。 | 电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理掌握的十分清晰,对开关电源的组成,变频器的组成以及工作原理理解的十分透彻。 | 电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理掌握的比较清晰,对开关电源的组成,变频器的组成以及工作原理比较理解。 | 电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理基本掌握,对开关电源的组成,变频器的组成以及工作原理基本理解。       | 对电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理,以及对开关电源的组成,变频器的组成和工作原理几乎没有掌握。 | 40     |
| 目标 2 | 能正确识别、选用电力电子器件,能组建、调试单节晶体管触发电路和简单的直流调速系统;能检查维修开关电源,能使用和维护变频器,学会搜集资料,阅读资料和利用资料                                 | 具有非常好的动手能力,能够正确的识别和选用电力电子器件。                              | 具有较好的动手能力,对电力电子器件的识别和选用基本正确。                           | 动手能力一般,电力电子器件选择和使用有少许的错误。                                 | 动手能力一般,电力电子器件选择和使用有少许的错误。                           | 46     |
| 目标 3 | 能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案,设计满足用户特定需求的电气设备与电力系统,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。                               | 能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案,能够在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 基本能设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案,基本能够在设计环节中体现创新意识,等诸方面的因素。     | 能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案但不能在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 不能设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案。                            | 14     |

注:该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电力电子技术》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |   |  |                  |       |  |       |
|---|---|--|------------------|-------|--|-------|
| 课程名称  | 电力电子技术  | 课程性质   | 专业基础，必修          |       | 学时学分   | 48/3  |
| 开课学期  | 第五个学期   | 专业班级   | 电气工程及其自动化        |       | 考核方式   | 考试，闭卷 |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师  |   |  |                  |       |  |       |
| 二、课程目标达成评估  |   |  |                  |       |  |       |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标  | 评价数据源  |                  |       |  |       |
|   |   | 评价依据   | 分值               | 平均分   | 达成值评价方式  |       |
| 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法,用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护。                                   | 目标 1: 熟悉电力电子器件的特性、主要参数、驱动及保护,熟悉单相可控整流、三相可控整流电路的组成并了解其工作原理,了解触发电路的类型;理解交流调压电路的组成并了解其工作原理,理解开关电源的组成;熟悉变频器的组成并了解其工作原理。 | 期末考试:<br>电力电子器件基本知识、整流电路工作原理<br>交流调压电路工作原理、开关电源、变频器组成(40分) | T10=15<br>试题构成说明 | T1=12 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81               |       |
|   |   |  | T20=10<br>试题构成说明 | T2=8  | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81               |       |
|   |   |  | T30=15<br>试题构成说明 | T3=12 | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81               |       |
|   |   | 平时作业   | A10=100          | A1=85 | $\frac{T1+T2+T3}{T10+T20+T30} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81 |       |
| 2.2 能够应用所学数学、自然科学和工程科学知识,并通过查阅文献资料,能认识到解决此问题有多种方案可选择,分析电气工程领域中复杂工程问题,判断在当前条件下解决该问题的可行性方案。 | 目标 2: 能正确识别、选用电力电子器件,能组建、调试单节晶体管触发电路和简单的直流调速系统;能检查维修开关电源,能使用和维护变频器,学会搜集资料,阅读资料和利用资料。                                | 期末考试:<br>DC/DC、DC/AC AC/DC、AC/AC 电路工作原理及分析(46分)            | T40=18<br>试题构成说明 | T4=14 | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80               |       |
|   |   |  | T50=14<br>试题构成说明 | T5=11 | $\frac{T5}{T50} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80               |       |
|   |   |  | T60=14<br>试题构成说明 | T6=11 | $\frac{T6}{T60} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80               |       |
|   |   | 平时作业   | A20=100          | A2=85 | $\frac{T4+T5+T6}{T40+T50+T60} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80 |       |



|   |   |               |                      |       |  |
|---|---|---------------|----------------------|-------|--|
| 3.2 能够在解决方案的框架下,设计/开发满足方案要求的电气系统,对电气系统中关键器件的选型和参数进行优化和计算。 | 目标 3: 能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案,设计满足用户特定需求的电气设备与电力系统,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等方面的因素 | 期末考试<br>(14分) | T70=14<br>试题构成<br>说明 | T7=11 | $\frac{T7}{T70} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br><br>=0.80 |
|   |   | 平时作业          | A30=100              | A3=85 |  |
| 三、课程评价与分析   |   |               |                      |       |  |
| 存在的主要问题   |   |               |                      |       |  |
| 持续改进方法  |   |               |                      |       |  |

## 八、教材和参考书

1. 廖冬初主编,《电力电子技术》,华中科技大学出版社,2015
2. 王兆安主编,《电力电子技术》,第5版,机械工业出版社,2016
3. 南余荣主编,《电力电子技术》,第2版,电子工业出版社,2021
4. 贺益康主编,《电力电子技术》,第3版,科学出版社,2019

## 《电力拖动控制系统》教学大纲

课程名称: 电力拖动控制系统 (Electrical Towage Control Systems)

课程编码: 1501ZY023

课程类别: 专业基础课程-必修

学 分: 3分

总 学 时: 48学时, 其中, 理论学时: 40学时; 实验学时: 8学时

适用专业: 电气工程及其自动化专业

先修课程: 自动控制理论、电力电子技术、电机学、电机与拖动

执 笔 人: 聂汉平

审 订 人: 朱清祥

### 一、课程性质

《电力拖动控制系统》是电气工程及其自动化专业的专业课, 必修。

本课程应用自动控制理论解决电力拖动控制系统的分析和设计问题, 通过本课程的学习, 使学生掌握电力拖动控制的基本概念、基本理论, 掌握常见电气自动控制系统方案组成、工作原理、工程应用等方面知识, 在教学与实践过程中注重学生知识的综合应用能力、新技术应用能力的培养。《电力拖动控制系统》是电气工程及其自动化专业一门重要的专业基础课程。

### 二、课程目标

#### (一) 育人目标

从培养学生的辩证思维方式, 爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手,

将育人要素和电力拖动控制系统专业知识嵌入到课堂中教学,凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神,通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维,利用电力拖动控制系统实际应用研究学习科技自信及爱国主义情怀,师生互动进行“三观”教育和学习方法指导,培养学生的专业素质和职业道德,全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力,培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

## (二) 知识和能力目标

1、熟悉电力拖动控制系统的特性、主要参数,熟悉单闭环调速系统、双闭环调速系统、脉宽调速系统和位置随动系统的组成结构、其工作原理。(支撑毕业要求 1.4)

2、能够根据实际生产要求设计相应的电力拖动控制系统,计算系统稳态和动态性能指标,对系统进行稳态分析和动态分析。学会搜集资料,阅读资料和利用资料。(支撑毕业要求 2.3)

3、能够设计针对电力拖动领域复杂控制工程问题的解决方案,设计满足用户特定需求的电力拖动控制系统,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。(支撑毕业要求 3.3)

4.能够针对电力拖动领域复杂控制工程问题设计合理的算法,搭建实验平台,分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。(支撑毕业要求 4.2)

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法,用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护。                                       |
| 课程目标 2 | 2.3 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理,借助文献研究,评价电气工程领域中复杂工程问题分析过程中的影响因素,给出正确的电气工程领域中复杂工程问题解决方案,并评价解决方案的合理性。 |
| 课程目标 3 | 3.3 能够在解决方案的框架下,对所设计的方案进行优化,体现创新意识。   |
| 课程目标 4 | 4.2 能够根据研究路线设计可行的实验方案,选用或搭建实验平台,设计合理的算法,开展实验,正确地采集实验数据  |

## 三、基本要求

本课程的内容涉及到单闭环调速系统、双闭环调速系统、脉宽调速系统和位置随动系统的稳态分析与设计、动态分析与设计。教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系,通过本课程的学习,培养学生

- 1、了解电力拖动控制技术的发展概况、技术动向和新的应用领域。
- 2、了解与熟悉电力拖动控制系统的工作机理、主要参数和设计方法。
- 3、理解和掌握电力拖动控制系统稳态分析与设计、动态分析与设计原理和方法,并能进行初步的系统设计。
- 4、具有一定的电力拖动控制系统实验和调试的能力。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容,课时安排,融入思政元素,并说明教学重点、主要教学模式(包括授课、自学、实验、课堂讨论、作业等)。

| 章节 | 教学内容        | 学时 | 思政元素   | 教学模式               | 对应课程目标   |
|----|-------------|----|--|--------------------|----------|
| 1  | 闭环控制的直流调速系统 | 10 | 讲述闭环控制的直流调速系统过程中,对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情 | 课堂授课,课后练习 2 题,课堂讨论 | 课程目标 1、2 |

|   |             |    |  |                      |          |
|---|-------------|----|--|----------------------|----------|
|   |             |    | 怀和专业认同感, 定位自己的社会责任, 从而明确本课程学习的目标。  |                      |          |
| 2 | 多环控制的直流调速系统 | 12 | 讲述多环控制直流调速系统过程中, 对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读, 激发学生的爱国情怀和专业认同感, 定位自己的社会责任, 从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课, 课后练习 2 题, 课堂讨论 | 课程目标 2、3 |
| 3 | 可逆调速系统      | 8  | 讲述可逆调速系统过程中, 对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读, 激发学生的爱国情怀和专业认同感, 定位自己的社会责任, 从而明确本课程学习的目标。     | 课堂授课, 课堂讨论           | 课程目标 3、4 |
| 4 | 直流脉宽调速系统    | 6  | 讲述直流脉宽调速系统过程中, 对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读, 激发学生的爱国情怀和专业认同感, 定位自己的社会责任, 从而明确本课程学习的目标。   | 课堂授课, 课堂讨论           | 课程目标 2、3 |
| 5 | 位置随动系统      | 4  | 讲述位置随动系统过程中, 对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读, 激发学生的爱国情怀和专业认同感, 定位自己的社会责任, 从而明确本课程学习的目标。     | 课堂授课, 课后练习 1 题, 课堂讨论 | 课程目标 3、4 |

## 第一章 闭环控制的直流调速系统

主要内容:

- 1、晶闸管—电动机系统
- 2、反馈控制闭环调速系统的稳态分析和设计
- 3、反馈控制闭环调速系统的动态分析和设计
- 4、电压反馈电流补偿控制调速系统

本章重点:

- 了解和熟悉晶闸管—电动机系统的特性及问题
- 掌握反馈控制闭环调速系统的稳态分析、参数计算和设计方法

掌握反馈控制闭环调速系统的动态分析、稳定判定、动态校正和参数计算

掌握电压反馈电流补偿控制调速系统的工作原理和反馈控制规律

能力：能够将单闭环控制系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力拖动控制系统的复杂工程问题。

## 第二章 多环控制的直流调速系统

主要内容：

1、转速、电流双闭环调速系统及其静特性

2、双闭环调速系统的动态性能

3、调节器的工程设计方法

4、双闭环调速系统的工程设计方法

5、带转速微分负反馈的双闭环调速系统

本章重点：

掌握双闭环调速系统的结构、静特性和稳态参数计算

掌握双闭环调速系统的动态数学模型、起动过程分析、动态性能

掌握调节器的工程设计方法

掌握双闭环调速系统的工程设计方法

掌握用转速微分负反馈抑制转速超调的基本工作原理

能力：能够将双闭环控制系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力拖动控制系统的复杂工程问题。

## 第三章 可逆调速系统

主要内容：

1、晶闸管—电动机可逆系统线路

2、晶闸管—电动机系统的回馈制动

3、有环流可逆调速系统

4、无环流可逆调速系统

本章重点：

了解晶闸管—电动机可逆系统线路的组成及环流问题

理解晶闸管—电动机系统回馈制动的工作状态

掌握有环流可逆调速系统的工作原理、制动过程分析、环流控制方法

掌握逻辑无环流可逆调速系统和错位控制无环流可逆调速系统的工作原理

能力：能够用可逆系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力拖动控制系统的复杂工程问题。

## 第四章 直流脉宽调速系统

主要内容：

1、脉宽调制变换器

2、PWM 系统控制电路

本章重点：

掌握脉宽调制变换器的基本工作原理、机械特性

掌握脉宽调速系统控制电路的组成、工作原理和基极驱动电路

能力：能够用直流脉宽调速系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力拖动控制系统的复杂工程问题。

## 第五章 位置随动系统

主要内容：

1、位置随动系统与位置检测

2、自整角机随动系统

本章重点：

掌握位置随动系统的结构、工作原理、位置信号检测方法

掌握基于自整角机的随动系统的结构、误差分析及参数计算

能力：能够用位置随动系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力拖动控

制系统的复杂工程问题。

## 五、实验与学时分配

实验项目与类型

| 序号 | 实验项目                  | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点   |
|----|-----------------------|----|------|----|----|----|--------|-------------|
|    |                       |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |             |
| 1  | 晶闸管直流调速系统主要单元调试实验（选做） | 2  |      | √  |    |    | 1、1    | 1.4、2.3     |
| 2  | 单闭环直流调速系统实验（选做）       | 2  |      |    | √  |    | 2、4    | 2.3、4.2     |
| 3  | 双闭环晶闸管直流调速系统实验（必做）    | 3  |      |    | √  |    | 2、3、4  | 2.3、3.3、4.2 |
| 4  | 双闭环直流脉宽调速系统实验（选做）     | 3  |      |    | √  |    | 2、3、4  | 2.3、3.3、4.2 |
| 5  | 逻辑无环流可逆直流调速系统实验（选做）   | 3  |      |    | √  |    | 2、3    | 2.3、3.3     |

### 实验一 晶闸管直流调速系统主要单元调试实验（选做）

#### 1. 目的要求

熟悉直流调速系统主要单元部件的工作原理及调速系统对其提出的要求；掌握直流调速系统主要单元部件的调试步骤和方法。

#### 2. 主要实验仪器及材料

MCL 系列教学实验台主控制屏；MCL—18 组件；MCL—34 组件；MEL-11 挂箱；双踪示波器；万用表

#### 3. 掌握要点

晶闸管直流调速系统主要单元工作原理；晶闸管直流调速系统主要单元的调试方法。

#### 4. 实验内容

调节器的调试；电平检测器的调试；反号器的调试；逻辑控制器的调试。

### 实验二 单闭环直流调速系统实验（选做）

#### 1. 目的要求

研究晶闸管直流电动机调速系统在反馈控制下的工作；研究直流调速系统中速度调节器 ASR 的工作及其对系统静特性的影响；学习反馈控制系统的调试技术。

#### 2. 主要实验仪器及材料

MCL 系列教学实验台主控制屏；MCL—18 组件；MCL—34 组件；MEL-11 挂箱；双踪示波器；万用表

#### 3. 掌握要点

单闭环直流调速系统的接线及工作原理；单闭环直流调速系统结构、参数和系统调试方法。

#### 4. 实验内容

各控制单元调试；测定开环机械特性及闭环静特性；闭环控制特性的测定；观察，记录系统动态波形。

### 实验三 双闭环晶闸管直流调速系统实验（必做）

#### 1. 目的要求

了解双闭环不可逆直流调速系统的原理，组成及各主要单元部件的原理；熟悉电力电子及教学实验台主控制屏的结构及调试方法；熟悉 MCL-18, MCL-33 的结构及调试方法；掌握双闭环直流调速系统的调试步骤，方法及参数的整定。

#### 2. 主要实验仪器及材料

MCL 系列教学实验台主控制屏；MCL—18 组件；MCL—34 组件；MEL-11 挂箱；双踪示波器；万用表

#### 3. 掌握要点

双闭环直流调速系统的接线及工作原理；双闭环直流调速系统结构、参数和系统调试方法。

#### 4. 实验内容

各控制单元调试；测定电流反馈系数；测定开环机械特性及闭环静特性；闭环控制特性的测定；观察，记录系统动态波形。

### 实验四 双闭环直流脉宽调速系统实验（选做）

#### 1. 目的要求

掌握双闭环可逆直流脉宽调速系统的组成、原理及各主要单元部件的工作原理；熟悉直流 PWM 专用集成电路 SG3525 的组成、功能与工作原理；熟悉 H 型 PWM 变换器的各种控制方式的原理与特点；掌握双闭环可逆直流脉宽调速系统的调试步骤、方法及参数的整定。

#### 2. 主要实验仪器及材料

教学实验台主控制屏；现代电力电子及直流脉宽调速组件；负载组件；直流调速控制单元组件；电机导轨及测速发电机（或光电编码器）、直流发电机；直流电动机；双踪示波器；万用表。

#### 3. 掌握要点

双闭环直流脉宽调速系统的接线及工作原理；双闭环直流脉宽调速系统结构、参数和系统调试方法。

#### 4. 实验内容

PWM 控制器 SG3525 性能测试；控制单元调试；系统开环调试；系统闭环调试；系统稳态、动态特性测试；H 型 PWM 变换器不同控制方式时的性能测试。

### 实验五 逻辑无环流可逆直流调速系统实验（选做）

#### 1. 目的要求

了解并熟悉逻辑无环流可逆直流调速系统的原理和组成；掌握各控制单元的原理，作用及调试方法；掌握逻辑无环流可逆调速系统的调试步骤和方法；了解逻辑无环流可逆调

速系统的静特性和动态特性

## 2. 主要实验仪器及材料

MCL 系列教学实验台主控制屏；MCL—18 组件；MCL—34 组件；MEL-11 挂箱；双踪示波器；万用表

## 3. 掌握要点

逻辑无环流可逆直流调速系统的接线及工作原理；逻辑无环流可逆直流调速系统结构、参数和系统调试方法。

## 4. 实验内容

控制单元调试；系统调试；正反转机械特性  $n=f(I_d)$  的测定；正反转闭环控制特性  $n=f("I"$ 脚) 的测定；系统的动态特性的观察。

学时分配：8 学时，其中 3 学时为必做，另外 5 学时从选做实验项目中根据需要选择

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科基础性课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握电力拖动控制系统基础知识的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生看电路和分析波形的目的，同时开展作业分析，精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源：国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

电力拖动控制系统是一门实践性很强的课程。为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的动手能力和观察能力。本课程配合理论学习，安排有 8 学时的实验。实验课要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |
|------|------------|---------------|---------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) |

|  |  |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
| <p>熟悉单闭环直流调速系统的结构、主要参数和性能指标，能够进行稳态分析和设计，能够进行动态分析和设计；</p> <p>熟悉双闭环直流调速系统的结构、主要参数和性能指标，能够进行稳态分析和设计，能够进行动态分析和设计；</p> <p>熟悉双闭环直流可逆调速系统的结构、主要参数和性能指标，能够进行系统调试、分析和设计；</p> <p>熟悉直流脉宽调速系统的结构、主要参数和性能指标，能够进行系统调试、分析和设计；</p> <p>熟悉直流位置随动系统的结构、主要参数和性能指标，能够对系统进行稳态误差分析和设计，能够进行系统调试、分析和设计。</p> | <p>对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、主要参数和性能指标掌握得十分清晰，能够根据生产实际情况进行控制系统的稳态分析、设计和系统调试，能够根据生产实际情况对控制系统的进行动态分析、设计和系统调试；具有非常好的动手能力。能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。</p> | <p>对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、主要参数和性能指标掌握得比较清晰，基本能够根据生产实际情况进行控制系统的稳态分析、设计和系统调试，基本能够根据生产实际情况进行控制系统的动态分析、设计和系统调试，具有较好的动手能力，基本能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。</p> | <p>对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、主要参数和性能指标基本掌握，能够根据生产实际情况对控制系统进行基本的稳态分析和设计，基本的动态分析与设计。</p> | <p>对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、主要参数和性能指标掌握程度不够，动手能力较差，没有设计一个完整的电力拖动控制系统的基本能力。</p> |
|--|--|--|---|--|

期末考试（百分制）闭卷，题型包括：选择题、填空题、简答分析题、分析计算题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求  | 评价标准  |   |   |  | 比例 (%) |
|------|---|---|---|---|--|--------|
|      |   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |        |
| 目标 1 | 熟悉单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标。 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标掌握的十分清晰，理解的十分透彻。 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标掌握的比较清晰，理解的比较透彻。 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标掌握的基本清晰，理解的基本透彻。 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标掌握的不够清晰，理解不够。 | 33     |



|      |  |   |   |  |                                 |    |
|------|--|---|---|--|---------------------------------|----|
| 目标 2 | 单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统进行稳态分析设计，进行动态分析设计，学会搜集资料，阅读资料和利用资料 | 具有非常好的动手能力，能够对控制系统正确地进行稳态分析设计，动态分析设计                                      | 具有较好的动手能力，对控制系统稳态分析和动态分析设计基本正确  | 动手能力一般，对控制系统稳态分析和动态分析设计有少许的错误。                         | 动手能力一般，对控制系统行稳态分析设计和动态分析设计错误很多。 | 37 |
| 目标 3 | 能够根据生产实际要求设计系统解决方案，设计满足用户特定需求的电力拖动控制系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。    | 能够根据生产实际要求设计系统解决方案，设计满足用户特定需求的电力拖动控制系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 基本能够根据生产实际要求设计系统解决方案，设计基本满足用户特定需求的电力拖动控制系统，并能够在设计环节中基本体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 基本能够根据生产实际要求设计系统解决方案，不能在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 不能根据生产实际要求设计系统解决方案。             | 30 |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电力拖动控制系统》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |  |                                      |                  |       |  |
|---|--|--------------------------------------|------------------|-------|--|
| 课程名称  | 电力拖动控制系统   | 课程性质                                 | 专业基础，必修          | 学时学分  | 48/3   |
| 开课学期  | 第六个学期  | 专业班级                                 | 电气工程及其自动化        | 考核方式  | 考试，开卷  |
| 任课教师：   |  |                                      |                  |       |  |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师                             |  |                                      |                  |       |  |
| 二、课程目标达成评估                                      |  |                                      |                  |       |  |
| 课程目标支撑指标点                                       | 课程目标   | 评价数据源                                |                  |       |  |
|   |  | 评价依据                                 | 分值               | 平均分   | 达成值评价方式  |
| 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法，用于解决电气设计与开发、制造和维护。 | 目标 1: 熟悉电力拖动控制系统的特性、主要参数，熟悉单闭环调速系统、双闭环调速系统、脉宽调速系统和位置随动系统的组成结构、其工作原理。 | 期末考试：<br>电力拖动控制系统的基本知识、工作原理<br>(33分) | T10=18<br>试题构成说明 | T1=14 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.80 |
|   |  |                                      | T20=15<br>试题构成说明 | T2=12 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.80 |

|  |   |   |                      |       |   |
|--|---|---|----------------------|-------|---|
|  |   | 平时作业  | A10=100              | A1=85 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.80 |
| 2.3 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，借助文献研究，评价电气工程领域中复杂工程问题分析过程中的影响因素，给出正确的电气工程领域中复杂工程问题的解决方案，并评价解决方案的合理性。 | 目标 2: 能够根据实际生产要求设计相应的电力拖动控制系统，计算系统稳态和动态性能指标，对系统进行稳态分析和动态分析。学会搜集资料，阅读资料和利用资料。                      | 期末考试:<br>单闭环直流调速系统、可逆调速系统、位置随动系统、双闭环直流调速系统、直流脉宽调速系统工作原理及分析 (37 分) | T30=21<br>试题构成<br>说明 | T3=17 | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.81        |
|  |   |   | T40=16<br>试题构成<br>说明 | T4=12 | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.79        |
|  |   | 平时作业  | A20=100              | A2=85 | $\frac{T3+T4}{T30+T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80 |
| 3.3 能够在解决方案的框架下，对所设计的方案进行优化，体现创新意识   | 目标 3: 设计/开发解决方案: 能够设计针对电力拖动领域复杂控制工程问题的解决方案，设计满足用户特定需求的电力拖动控制系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 期末考试<br>(30 分)  | T50=15<br>试题构成<br>说明 | T5=12 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81        |
|  |   |   | T60=15<br>试题构成<br>说明 | T6=12 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81        |
|  |   | 平时作业  | A30=100              | A3=85 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81 |
| 三、课程评价与分析  |   |   |                      |       |   |
| 存在的主要问题  |   |   |                      |       |   |
| 持续改进方法   |   |   |                      |       |   |

## 八、教材和参考书

1. 阮毅、杨影、陈伯时主编，《电力拖动自动控制系统——运动控制系统》第 5 版，机械工业出版社，2017 年
2. 潘月斗、李擎、李华德主编，《电力拖动自动控制系统》第 3 版，机械工业出版社，2020 年
3. 班华主编，《运动控制系统》第 2 版，电子工业出版社，2019 年

## 《电力系统分析》教学大纲

课程名称：电力系统分析 (Power System Analysis)

课程编码：1501ZY059

课程类别：专业基础-必修

学 分：4.5 分

总 学 时：72 学时，其中，理论学时：64 学时；上机学时：8 学时

适用专业：电气工程及其自动化专业

先修课程：高等数学、电路理论、电机学

执笔人：唐桃波

审订人：杨友平

## 一、课程性质

《电力系统分析》是电气工程及其自动化专业的最重要的专业核心课之一，是必修课。通过本课程的学习，使学生从电力系统的全面观点出发对其中元件的特征、作用及相互关系有比较全面的认识；能正确运用电路理论和电机理论等知识综合的分析电力系统的有关问题；训练和培养学生的计算、分析和解决工程实际问题的能力；能对简单电力系统进行短路计算，掌握电力系统的实用短路计算，短路电流计算曲线的绘制原理及其应用。理解电力系统暂态稳定的基本概念、掌握电力系统暂态稳定的基本分析方法。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

通过积极践行社会主义核心价值观，以培养学生爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线，将育人要素嵌入到电力系统分析课堂教学中。通过积极培育和践行社会主义核心价值观，运用马克思主义哲学的方法论，引导学生正确做人和做事；注重在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来，提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力；注重强化学生工程伦理教育，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。让学生成为德才兼备、又红又专、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1、能运用数学、物理、电路原理、电磁场和电机学的理论知识建立电力系统元件模型，并能进行元件参数计算；能够运用电力系统的原理知识表达电力系统规划、运行与控制方面的工程问题，建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型，并正确求解。（支撑毕业要求 1.4）。

2、结合工程问题，运用电力系统分析的原理知识，计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态，发现影响电力系统运行的关键因素。（支撑毕业要求 2.2）

3、能基于电力系统计算的基本理论，根据电力系统运行的特征和基本要求，针对一个电力系统运行和控制的工程问题，设计并实现电力系统仿真计算，分析仿真计算结果。（支撑毕业要求 3.3）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法，用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护。                                   |
| 课程目标 2 | 2.2 能够应用所学数学、自然科学和工程科学知识，并通过查阅文献资料，能认识到解决此问题有多种方案可选择，分析电气工程领域中复杂工程问题，判断在当前条件下解决该问题的可行性方案。 |
| 课程目标 3 | 3.3 能够在解决方案的框架下，对所设计的方案进行优化，体现创新意识。   |

### 三、基本要求

本课程是一门理论性、实践性很强的工程基础课。通过本课程的学习，使学生从电力系统的全面观点出发对其中元件的特征、作用及相互关系有比较全面的认识。学生要掌握电力系统的基本概念；掌握潮流分析与计算的方法；掌握故障的分析与计算；掌握电力系统频率与电压的调整方法；掌握提高电力系统稳定性的措施。

在课程讲述及其实验过程中，注重培养学生的设计和仿真以及动手的能力，结合所学的知识使学生能够针对不同的实际问题拟定解决措施。

在上机中，应结合实际电力系统性能指标需求，能够设计实验，并对实验结果进行评价。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、上机实践、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容                  | 授课学时 | 教学模式                   | 对应课程目标   |
|----|-----------------------|------|------------------------|----------|
| 1  | 电力系统的概述               | 2    | 课堂授课，课后练习 2 题，<br>课堂讨论 | 课程目标 1/2 |
| 2  | 电力网的各元件的等值电路<br>和参数计算 | 4    | 课堂授课，课后练习 3 题          | 课程目标 1   |
| 3  | 同步发电机的基本方程            | 4    | 课堂授课，课后练习 3 题          | 课程目标 1   |
| 4  | 电力网络的数学模型             | 4    | 课堂授课，课后练习 3 题          | 课程目标 1/3 |
| 5  | 电力系统三相短路的暂态过程         | 6    | 课堂授课，课后练习 6 题          | 课程目标 1   |
| 6  | 电力系统三相短路电流的实用计算       | 6    | 课堂授课，课后练习 6 题          | 课程目标 1   |
| 7  | 电力系统各元件的序阻抗和<br>等值电路  | 6    | 课堂授课，课后练习 6 题          | 课程目标 1/2 |
| 8  | 电力系统不对称故障的分析和<br>计算   | 4    | 课堂授课，课后练习 5 题<br>部分自学  | 课程目标 1/2 |
| 9  | 电力系统的负荷               | 2    | 课堂授课，课后练习 2 题<br>部分自学  | 课程目标 1/2 |
| 10 | 电力传输的基本概念             | 4    | 课堂授课，课后练习 3 题<br>部分自学  | 课程目标 1/2 |
| 11 | 电力系统的潮流计算             | 6    | 课堂授课，课后练习 4 题          | 课程目标 2/3 |
| 12 | 电力系统的无功功率平衡和<br>电压调整  | 4    | 课堂授课，课后练习 3 题<br>部分自学  | 课程目标 1/2 |
| 13 | 电力系统的有功功率平衡和<br>频率调整  | 4    | 课堂授课，课后练习 3 题<br>部分自学  | 课程目标 1/2 |
| 14 | 电力系统的经济运行             | 2    | 课堂授课，课后练习 2 题<br>部分自学  | 课程目标 1/2 |
| 15 | 电力系统运行稳定性的基本          | 2    | 课堂授课，课后练习 2 题          | 课程目标 1/2 |

|    |             |   |                        |          |
|----|-------------|---|------------------------|----------|
|    | 概念          |   | 部分自学                   |          |
| 16 | 电力系统的电磁功率特性 | 2 | 课堂授课, 课后练习 2 题<br>部分自学 | 课程目标 1/2 |
| 17 | 电力系统暂态稳定性   | 2 | 课堂授课, 课后练习 2 题<br>部分自学 | 课程目标 1/2 |

### 第一章 电力系统的概述

- 1、电力系统的组成、额定电压和额定频率
- 2、对电力系统运行的基本要求
- 3、电力系统的接线方式
- 4、电力系统分析课程的主要内容

#### 本章重点:

理解并掌握电能生产的特点及对电力系统运行的基本要求

掌握电力系统的概念、电力系统的负荷掌握电力系统的接线方式。

能力: 能够将电力系统基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力系统的复杂工程问题。

### 第二章 电力网的各元件的等值电路和参数计算

- 1、架空输电线路的参数
- 2、架空输电线路的等值电路
- 3、变压器的一相等值电路和参数
- 4、标么值

#### 本章重点:

掌握电力线路结构及等值电路

掌握变压器的等值电路和参数计算、标么制

能力: 能够计算架空输电线路的参数与  $\pi$  型变换; 能够计算电力变压器的参数。

### 第三章 同步发电机的基本方程

- 1、基本前提
- 2、同步发电机的原始方程
- 3、dq0 坐标系的同步电机方程
- 4、基本方程的拉式运算模式
- 5、同步电机的对称稳态运行

#### 本章重点:

掌握建立 d、q、0 坐标系的同步电机电势方程和磁链方程的基本方程, 为电力系统暂态过程研究准备基础知识。

能力: 能够根据同步发电机的基本原理, 建立同步发电机的数学模型, 回路方程与稳态分析。

### 第四章 电力网络的数学模型

- 1、节点导纳矩阵
- 2、网络方程的解法
- 3、节点阻抗矩阵

#### 本章重点:

掌握采用节点导纳矩阵和节点阻抗矩阵描述电力网稳态的方法, 学会使用高斯消去法简化网络及求解网络方程的有效方法

能力: 能够根据电路网络的基本概念、模型建立电网的结点导纳矩阵和结点阻抗矩阵。

### 第五章 电力系统三相短路的暂态过程

- 1、短路的一般概念

- 2、 恒定电势源电路的三相短路
- 3、 同步电机突然三相短路的物理分析
- 4、 无阻尼绕组同步电机三相短路电流计算
- 5、 有阻尼绕组同步电机的突然三相短路
- 6、 强行励磁对短路暂态过程的影响

本章的重点:

本章着重讨论突然短路时的电磁暂态现象及对其进行分析的原理和方法掌握恒电势源电路的短路过程分析。

掌握基于磁链守恒原则的同步发电机突然短路暂态过程的物理分析和同步电机常用暂态参数的引出及应用, 根据磁链平衡关系的定、转子各绕组有关电流分量的初值计算等。

能力: 能够根据恒定电势源电路的基本概念与数学模型建立三相短路电流的方程。

## 第六章 电力系统三相短路电流的实用计算

- 1、 短路电流计算的基本原理和方法
- 2、 起始次暂态电流和冲击电流的实用计算
- 3、 短路电流计算曲线及其应用
- 4、 短路电流周期分量的近似计算

本章重点:

掌握基于节点方程的三相短路计算的原理和方法, 短路发生瞬间和以后不同时刻短路电流周期分量的计算。。

能力: 能够电力系统三相短路的基础知识, 建立三相短路的数学模型, 推导短路参数的计算方法。

## 第七章 电力系统各元件的序阻抗和等值电路

- 1、 称分量法在不对称短路计算中的应用
- 2、 同步发电机的负序和零序电抗
- 3、 变压器的零序等值电路及其参数
- 4、 架空输电线路的零序阻抗及其等值电路
- 5、 综合负荷的序阻抗
- 6、 电力系统各序网络的制订

本章重点:

掌握对称分量法、序阻抗、对称分量法在不对称短路计算中的应用;

掌握电力系统元件的序阻抗(发电机、变压器、输电线路、综合负荷)和等值电路、电力系统正负零序网络的制定。

能力: 能够根据对称分量法的基本概念建立正序、负序和零序电路图。

## 第八章 电力系统不对称故障的分析和计算

- 1、 简单不对称短路的分析
- 2、 电压和电流对称分量经变压器后的相位变换
- 3、 非全相断线的分析计算
- 4、 应用节点阻抗矩阵计算不对称故障

本章重点:

掌握简单不对称短路的分析, 电压和电流对称分量经变压器后的相位变换, 非全相断线的分析计算。

能力: 能够根据复合序网的基本概念建立不对称短路的复合序网, 用来计算短路电流。

## 第九章 电力系统的负荷

- 1、 负荷的组成
- 2、 负荷曲线
- 3、 负荷特性与负荷模型

本章重点：理解负荷的组成，负荷曲线和负荷特性及其数学描述等问题。

能力：能够根据负荷的基本概念建立负荷曲线与负荷特性曲线。

#### 第十章 电力传输的基本概念

- 1、 网络元件的电压降落和功率损耗
- 2、 输电线路的功率特性
- 3、 沿长线的功率传送
- 4、 单端供电系统的功率特性

本章重点：

掌握网络元件的电压降落、电压损耗、电压偏移和功率损耗；

掌握输电系统的功率特性和功率极限；了解沿长线的功率传送和了解单端供电系统的功率特性。

能力：能够根据电压降落的基本概念与数学模型计算电压降落的横分量与纵分量。

#### 第十一章 电力系统的潮流计算

- 1、 开式网络的电压和功率分布计算
- 2、 简单闭式网络的功率分布计算
- 3、 复杂电力系统潮流计算的数学模型
- 4、 牛顿—拉夫逊法潮流计算

本章重点：

掌握开式网络的电压和功率分布计算、简单闭式网络的电压和功率分布计算；

掌握牛顿—拉夫逊法潮流计算和P-Q分解法潮流计算。

能力：能够电力系统潮流计算的基本概念与数学模型对电力系统进行潮流计算。

#### 第十二章 电力系统的无功功率平衡和电压调整

- 1、 电力系统的无功功率平衡
- 2、 电压调整的基本概念
- 3、 电压调整的措施
- 4、 调压措施的应用

本章重点：

掌握电压调整的基本概念，调压措施的应用；

掌握电力系统的无功功率平衡。

能力：能够根据电力系统的无功功率与电压的关系进行中枢点与用户端的电压调整。

#### 第十三章 电力系统的有功功率平衡和频率调整

- 1、 频率调整的必要性
- 2、 电力系统的频率特性
- 3、 电力系统的频率调整
- 4、 有功功率平衡和系统负荷在各类发电厂间的合理分配

本章重点：

了解频率调整的必要性，有功功率平衡和系统负荷在各类发电厂间的合理；

分配掌握电力系统的频率特性和电力系统的频率调整。

能力：能够根据有功功率与频率调整的关系对电力系统的频率进行调整。

#### 第十四章 电力系统的经济运行

- 1、 电力网中的能量损耗
- 2、 火电厂间有功功率负荷的经济分配
- 3、 无功功率负荷的经济分配

本章重点：

掌握电力网中的能量损耗和无功功率负荷的经济分配了解水、火电厂间有功功率负荷的经济分配。

能力：能够根据耗量微增率的的基本概念与数学模型来进行负荷在各种电厂间的经济分配。

#### 第十五章 电力系统运行稳定性的基本概念

- 1、 角的概念
- 2、 静态稳定的初步概念
- 3、 暂态稳定的初步概念
- 4、 负荷稳定的概念
- 5、 电压稳定性的概念
- 6、 发电机转子运动方程

本章重点：

掌握功角的概念和负荷稳定的概念、电压稳定性的概念

掌握发电机转子运动方程和了解静、动态稳定的初步概念。

能力：能够根据电力系统稳定性的基本概念与数学模型分析电力系统的静态稳定与动态稳定。

#### 第十六章 电力系统的电磁功率特性

- 1、 简单电力系统的功率特性
- 2、 网络接线及参数对功率特性的影响
- 3、 自动励磁调节器对功率特性的影响

本章重点：

掌握简单电力系统的功率特性、网络接线及参数对功率特性的影响。

能力：能够根据电力系统功率特性的基本概念与数学模型对简单电力系统的功率特性进行建模与分析。

#### 第十七章 电力系统暂态稳定性

- 1、 暂态稳定性分析计算的基本假设
- 2、 简单电力系统暂态稳定的分析计算
- 3、 发电机转子运动方程的数值解法

本章重点：

掌握简单电力系统暂态稳定的分析计算。

能力：能够根据电力系统暂态稳定性的基本概念与数学模型建立发电机转子运动方程。

### 五、实验内容与学时分配

#### 实验项目与类型

| 序号 | 实验项目                   | 学时 | 实验性质 |    |    |    |
|----|------------------------|----|------|----|----|----|
|    |                        |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |
| 1  | 柱上自动开关的操作，断路器接地电阻的测量，柱 | 4  |      | √  |    |    |



|   |                           |   |  |   |  |  |
|---|---------------------------|---|--|---|--|--|
|   | 上联络开关核相                   |   |  |   |  |  |
| 2 | 柱上配电变压器的停、送电操作，停电更换跌落式熔断器 | 4 |  | √ |  |  |

实验一 柱上自动开关的操作，断路器接地电阻的测量，柱上联络开关核相

#### 1. 目的要求

了解柱上自动开关的操作；掌握断路器接地电阻的测量，柱上联络开关核相的方法。

#### 2. 主要实验仪器及材料

计算机、软件 ANSYS 和 OWVlab。

#### 3. 掌握要点

掌握断路器接地电阻的测量，柱上联络开关核相。

#### 4. 实验内容

10kV 线路柱上开关是配网的重要设备，实验内容是操作柱上开关和隔离刀闸实现停电和送电。接地装置是确保电气设备在正常及故障情况下，都能可靠和安全运行的主要保护措施之一。接地装置的接地电阻关系到保护接地（零）的有效性及电力系统的运行，接地装置投入使用前和使用中都要测量接地电阻的实际值，以判断其是否符合要求。新建、改建、扩建后的变电所和输电线路在向用户送点钱都必须进行三相电路核相操作。

实验二 柱上配电变压器的停、送电操作，停电更换跌落式熔断器

#### 1. 目的要求

了解停电更换跌落式熔断器的方法；掌握柱上配电变压器的停、送电操作的方法。

#### 2. 主要实验仪器及材料

计算机、软件 ANSYS 和 OWVlab。

#### 3. 掌握要点

掌握柱上配电变压器的停、送电操作。

#### 4. 实验内容

柱上配电变压器的停、送电操作是配电网的常规操作，主要目的是进行停电检修或者相关设备的更换。操作重点是高压跌落式熔断器的断开与闭合。停电更换跌落式熔断器主要目的是进行旧跌落式熔断器的更换。

## 六、教学方法

本课程以“以学生为主体、以教师为主导”为教学理念。为了提高教学质量，增强学生的动手能力和综合分析能力，采用理论教学、课堂提问、课后习题、实验相结合的教学方法，达到使学生掌握电力系统的基本理论、基础知识和分析方法的教学目标。

### 1. 课堂教学

采用多媒体课件和板书相结合的方式，穿插使用提问、回答、启发、互动等方法，课堂教学以讲授为主，注重培养学生运用知识的实际能力和创新意识。引导、激励学生的学习积极性和自主性，多举一些生活中常见的电力系统实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，

对课程学习产生兴趣。授课过程中采用学生课前自学、课堂讨论、教师总结、课后答疑的双向教学方式。

## 2. 课堂提问、课后习题

作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效的手段。为了达到能让学生不仅吸收所学知识，并且将知识融会贯通、学以致用，课堂上教师采取引导性的提问，培养学生的思维能力和创新能力；布置作业时，从基础知识出发，引发学生思考，扩展学生思维。让学生在独立完成作业的过程中，使学生进一步理解和巩固课程所学的基本概念、基本理论和方法。

## 3. 实验教学

《电力系统分析》是电气工程及其自动化专业的最重要的专业核心课之一。为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的编程能力和思维方式，还能有效帮助学生更加直观的认识电力系统。本课程配合理论学习，安排有8学时的上机实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立实现所要求的功能，从而培养学生分析问题与解决问题的思路和方法，提高学生创造能力和适应变化能力。

# 七、考核与评价方式及标准

## 1. 考核标准与成绩评定

课程考核由平时成绩、期末考试两个部分进行成绩评定。

平时成绩（百分制），包括课堂测验、作业、上机实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 能够运用电力系统的原理知识表达电力系统规划、运行与控制方面的工程问题，建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型，并正确求解。<br>结合工程问题，运用电力系统分析的理论知识，计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态，发现影响电力系统运行的关键因素。<br>能基于电力系统计算的基本理论，根据电力系统运行的特征和基本要求，针对一个电力系统运行和控制的工程问题，设计并实现电力系统仿真计算，分析仿真计算结果 | 能够熟练运用电力系统的原理知识，建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型，并正确求解。<br>能够熟练计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态，发现影响电力系统运行的关键因素。能够解决一个电力系统运行和控制的工程问题，设计并实现电力系统仿真计算 | 能够运用电力系统的原理知识，建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型，并正确求解。<br>能够计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态，发现影响电力系统运行的关键因素。基本能够解决一个电力系统运行和控制的工程问题，设计并实现电力系统仿真计算 | 基本能够运用电力系统的原理知识，建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型，结果可能有错误。<br>基本能够计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态，发现影响电力系统运行的关键因素。能够解决一个电力系统运行和控制的工程问题，但设计电力系统仿真计算有困难 | 不能运用电力系统的原理知识，建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型，并正确求解。<br>不能计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态，发现影响电力系统运行的关键因素。无法解决一个电力系统运行和控制的工程问题 |

上机实验成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |
|      |            |               |               |              |

|     |  |  |  |  |  |
|-----|--|--|--|--|--|
| 目标3 | 能够根据实验项目1~2的内容开展实验,观察实验现象,分析实验结果;根据实验项目3、4的内容,给出实验方案,并开展实验,得出有效实验结果。 | 能够根据电力系统的基本原理开展实验,实验结果正确,结果分析全面;设计性实验的方案正确。报告书写工整、清晰,符号、单位等符合规范。 | 能够根据电力系统的基本原理开展实验,实验结果较正确,有结果分析;设计性实验的方案较正确。报告书写清晰,主要符号、单位等符合规范。 | 基本上能够根据电力系统的基本原理开展实验,实验结果基本正确,部分结果分析;设计性实验的方案基本正确。报告极小部分抄袭,符号、单位等基本规范。 | 基本上能够根据电力系统的基本原理开展实验,实验结果不正确,无结果分析;设计性实验的方案不正确。报告抄袭。 |
|-----|--|--|--|--|--|

期末考试成绩:70%,考试方式为闭卷,题型包括:单选题、填空题、判断对错题、简答题、画图题、计算题、应用题。

课程考试考核内容与要求

|     | 基本要求  | 评价标准  |   |   |   | 比例 (%) |
|-----|---|---|---|---|---|--------|
|     |   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)                                     | 合格 (0.6-0.69)                                       | 不合格 (0-0.59)                                    |        |
| 目标1 | 能够运用电力系统的原理知识表达电力系统规划、运行与控制方面的工程问题,建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型,并正确求解。      | 能够熟练运用电力系统的原理知识,建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型,并正确求解。 | 能够运用电力系统的原理知识,建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型,并求解基本正确。 | 基本能够运用电力系统的原理知识,建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型,结果可能有错误。 | 不能运用电力系统的原理知识,建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型,并正确求解。 | 30     |
| 目标2 | 结合工程问题,运用电力系统分析的原理知识,计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态,发现影响电力系统运行的关键因素。              | 能够熟练计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态,发现影响电力系统运行的关键因素。       | 能够计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态,发现影响电力系统运行的关键因素。         | 基本能够计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态,发现影响电力系统运行的关键因素。         | 不能计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态,发现影响电力系统运行的关键因素        | 40     |
| 目标3 | 能基于电力系统计算的基本理论,根据电力系统运行的特征和基本要求,针对一个电力系统运行和控制的工程问题,设计并实现电力系统仿真计算,分析仿真计算结果 | 能够解决一个电力系统运行和控制的工程问题,设计并实现电力系统仿真计算                | 基本能够解决一个电力系统运行和控制的工程问题,设计并实现电力系统仿真计算              | 能够解决一个电力系统运行和控制的工程问题,但设计电力系统仿真计算有困难                 | 无法解决一个电力系统运行和控制的工程问题                            | 30     |

注:该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为:考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电力系统分析》课程目标达成评价分析报告

|          |        |      |           |      |        |
|----------|--------|------|-----------|------|--------|
| 一、课程基本信息 |        |      |           |      |        |
| 课程名称     | 电力系统分析 | 课程性质 | 专业基础,必修   | 学时学分 | 72/4.5 |
| 开课学期     | 第六个学期  | 专业班级 | 电气工程及其自动化 | 考核方式 | 考试,闭卷  |

| 任课教师:  |  |                           |                  |       |  |
|--|--|---------------------------|------------------|-------|--|
| 评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师   |  |                           |                  |       |  |
| 二、课程目标达成评估   |  |                           |                  |       |  |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标   | 评价数据源                     |                  |       |  |
|  |  | 评价依据                      | 分值               | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式                                      |
| 毕业要求 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法, 用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护                                     | 目标 1: 能够运用电力系统的原理知识表达电力系统规划、运行与控制方面的工程问题, 建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型, 并正确求解。         | 期末考试:<br>电力系统的分析与计算 (60分) | T10=60<br>试题构成说明 | T1=42 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3 = 0.74$ |
|  |  | 平时作业                      | A10=100          | A1=84 |  |
| 毕业要求 2.2 能够应用所学数学、自然科学和工程科学知识, 并通过查阅文献资料, 能认识到解决问题有多种方案可选择, 分析电气工程领域中复杂工程问题, 判断在当前条件下解决该问题的可行性方案 | 目标 2: 结合工程问题, 运用电力系统分析的原理知识, 计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态, 发现影响电力系统运行的关键因素。                | 期末考试: 电力系统的基本知识(40分)      | T20=40<br>试题构成说明 | T2=32 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.81$ |
|  |  | 平时作业                      | A20=100          | A2=84 |  |
| 毕业要求 3.3 能够在解决方案的框架下, 对所设计的方案进行优化, 体现创新意识  | 目标 3: 能基于电力系统计算的基本理论, 根据电力系统运行的特征和基本要求, 针对一个电力系统运行和控制的工程问题, 设计并实现电力系统仿真计算, 分析仿真计算结果。 | 实验项目 1~2: 实验成绩(100分)      | T30=100          | T3=87 | $\frac{T3}{T30} = 0.87$                              |
| 三、课程评价与分析  |  |                           |                  |       |  |
| 考核结果总结   |  |                           |                  |       |  |
| 持续改进方法   |  |                           |                  |       |  |

## 八、教材和参考书

1. 何仰赞等编,《电力系统分析》(上、下册)(第四版), 华中科技大学出版社, 2019年
2. 陈珩编《电力系统稳态分析》, 水利电力出版社, 2018年
3. 李光琦编《电力系统暂态分析》, 水利电力出版社, 2019年

## 《发电厂电气部分》教学大纲

课程名称: 发电厂电气部分 (Electrical Systems of Power Plants)

课程编码: 1501ZY047

课程类别: 专业基础-必修

学 分: 3分

总学时：48 学时，其中，授课学时：48 学时

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：电路原理、电子技术、电机学、电力系统分析

执笔人：常秀莲

审订人：聂汉平

## 一、课程性质

《发电厂电气部分》是电气工程及其自动化专业的一门重要的专业基础必修课；发电厂是电力系统的重要组成环节，它直接影响整个电力系统的安全与经济运行。本课程主要讲述发电厂的电气部分。通过课程学习，使学生掌握大中型发电厂、变电站的电气主系统设计与运行的基本理论与方法，具备分析解决工程实际问题的初步能力，了解新理论、新技术、新产品在发电厂电气主系统中的应用。

## 二、课程教学目标

### （一）育人目标

通过积极践行社会主义核心价值观，以培养学生爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线，将育人要素嵌入到发电厂电气部分课堂教学中。通过科学家故事学习科学精神，在课程教学中注重把马克思主义立场观点的教育方法与科学精神的培养目标结合起来，注重强化学生的工程伦理教育，提高学生理论联系实际、正确认识问题、分析和解决工程实际问题的能力；培养学生具有主动参与、积极进取、崇尚科学、探究科学的思想意识；培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1. 掌握不同类型发电厂的电能生产过程及其特点，掌握载流导体的发热和电动力的理论及最大短路电动力的计算方法；掌握电气主接线的基本概念及发电厂、变电站电气主接线的设计原则和程序及主变压器的选择方法；熟悉不同类型发电厂、变电站电气主接线的特点、适用范围以及主接线运行中典型的倒闸操作的原则和步骤；掌握限制短路电流的方法；掌握发电厂和变电站的控制方式、二次接线图及断路器的控制方式。（支撑毕业要求2.3）

2. 掌握电气设备选择的一般条件，掌握开关电器的电弧理论及高压断路器和隔离开关的选择方法；掌握互感器的原理、误差、准确度等级与相应额定容量的定义及选择方法；掌握裸导体的选择方法；熟悉电缆、绝缘子和套管的选择方法。（支撑毕业要求 3.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 2.3 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，借助文献研究，评价电气工程领域中复杂工程问题分析过程中的影响因素，给出正确的电气工程领域中复杂工程问题解决方案，并评价解决方案的合理性。 |
| 课程目标 2 | 3.2 能够在解决方案的框架下，设计/开发满足方案要求的电气系统，对电气系统中关键器件的选型和参数进行优化和计算。                                     |

## 三、基本要求

本课程的教学目的在于让学生理解和掌握发电、变电和输电的电气系统的构成、设计和运行的基本理论和计算方法，熟悉和掌握主要电气设备的原理和性能，了解同步发电机和电力变压器运行方面的简单知识。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，让学生对所学基础知识进一步巩固和掌

握，具备分析解决工程实际问题的初步能力。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点、主要教学模式（包括授课、自学、实验、课堂讨论、作业等）。

| 章节 | 教学内容          | 学时 | 思政元素  | 教学模式                  | 对应课程目标   |
|----|---------------|----|---|-----------------------|----------|
| 1  | 概述            | 2  | 对发电厂电气部分技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读，激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课，课后练习 4 题，部分自学    | 课程目标 1   |
| 2  | 载流导体的发热和电动势   | 6  | 讲述载流导体的发热和电动力的原理、国内外相关技术的发展现状，激发学生科技报国的家国情怀和责任担当。                       | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 4 题    | 课程目标 1   |
| 3  | 灭弧原理及主要开关电器   | 6  | 讲述灭弧原理及主要开关电器及国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战，激发学生科技报国的家国情怀和责任担当。                  | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 4 题    | 课程目标 1   |
| 4  | 电气主接线及其设计     | 10 | 讲述电气主接线及其设计原理，介绍国内外相关技术的发展现状，培养学生理论联系实际的能力。                             | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 5 题、测验 | 课程目标 1、2 |
| 5  | 厂用电接线及设计      | 6  | 讲述厂用电接线及设计原理，介绍国内外相关技术的发展现状，培养学生理论联系实际的能力。                              | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 4 题    | 课程目标 1、2 |
| 6  | 导体和电气设备的原理与选择 | 10 | 讲述导体和电气设备的原理与选择，介绍国内外相关技术的发展现状，培养学生的社会责任感和大国工匠精神。                       | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 4 题    | 课程目标 2   |
| 7  | 配电装置          | 4  | 讲述配电装置原理，介绍国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战，培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。                    | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 3 题，测验 | 课程目标 1   |
| 8  | 发电厂和变电站的      | 4  | 讲述发电厂和变电站的控制与信号原理，介绍国内  | 课堂授课，课堂讨论、课后          | 课程目标 1   |

|  |       |  |                                       |             |  |
|--|-------|--|---------------------------------------|-------------|--|
|  | 控制与信号 |  | 外相关技术的发展现状和中国面临的挑战，培养学生的社会责任感和大国工匠精神。 | 练习 2 题，部分自学 |  |
|--|-------|--|---------------------------------------|-------------|--|

## 第一章 概述

- 1、电力工业发展概况
- 2、发电厂类型
- 3、变电站类型
- 4、发电厂和变电站电气部分概述

### 本章重点：

发电厂和变电所的类型和电能的生产过程。

能力：了解发电厂和变电所的类型和电能的生产过程。

## 第二章 载流导体的发热和电动力

- 1、概述
- 2、导体的发热和散热
- 3、导体的长期发热及其载流量的计算
- 4、短路时导体的发热及其最高温度的计算
- 5、短路时导体电动力的计算

### 本章重点：

掌握导体和电气设备长期发热和短期发热的特点；

掌握导体载流量的计算；

掌握短路时导体的发热及其最高温度的计算及最大电动力的计算。

能力：根据导体长期和短期发热的特点，掌握导体载流量的计算和短路时导体最高温度及最大电动力的计算。

## 第三章 灭弧原理及主要开关电器

- 1、电弧的形成和熄灭
- 2、切断交流电路时电压的恢复过程
- 3、交流电弧熄灭的基本方法
- 4、高压断路器原理及主要结构
- 5、特高压断路器和智能断路器

### 本章重点：

掌握电弧的形成与维持所需经过的三个阶段；

掌握长弧和短弧熄灭的差异以及几种常见的灭弧方法。

能力：根据电弧形成和熄灭时的特点，掌握灭弧原理及熄灭交流电弧的基本方法；掌握主要开关电器的工作原理和主要结构。

## 第四章 电气主接线及其设计

- 1、电气主接线的基本要求和设计程序
- 2、主接线的基本接线形式
- 3、主变压器的选择
- 4、限制短路电流的方法

## 5、电气设备及主接线的可靠性分析

## 6、电气主接线设计举例

本章重点：

掌握电气主接线的基本要求及各种基本接线形式的特点和适用范围；

掌握发电厂和变电所主变压器的选择、限制短路电流的方法；

掌握发电厂电气主接线的设计举例；了解各种类型发电厂和变电所主接线的特点

能力：根据电气主接线的基本要求和设计程序，掌握电气主接线各种接线形式的特点、适用范围及倒闸操作方法，能够完成发电厂、变电所电气主接线的初步设计及变压器的选择，掌握限制短路电流的方法。

## 第五章 厂用电接线及设计

### 1、厂用电接线的设计原则和接线形式

### 2、不同类型发电厂的厂用电接线

### 3、厂用变压器的选择

### 4、厂用电动机的选择和自启动校验

本章重点：

了解厂用变压器的选择、厂用电动机的选择和自启动校验；

不同类型发电厂的厂用电接线及特点；

掌握厂用电率、厂用电负荷分类及对厂用电接线的基本要求和厂用电接线的设计原则。

能力：根据厂用电设计的基本要求和设计原则，掌握不同类型发电厂的厂用电接线特点和各种厂用电源的引接方法，掌握厂用变压器的选择和厂用电动机的选择和自启动校验方法。

## 第六章 导体和电气设备的原理与选择

### 1、电气设备选择的一般条件

### 2、高压断路器和隔离开关的原理与选择

### 3、互感器的原理与选择

### 4、限流电抗器的选择

### 5、高压熔断器的选择

### 6、裸导体的选择

### 7、电缆、绝缘子和套管的选择

本章重点：

了解导体和电气设备选择的一般条件；

掌握各种主要电气设备的原理及选择的条件；

掌握互感器的原理及选择。

能力：根据导体和电气设备的工作原理，掌握导体和电气设备选择的一般条件；

掌握各种主要电气设备的原理及选择的条件；掌握互感器的原理及选择。

## 第七章 配电装置

### 1、屋内配电装置

### 2、屋外配电装置

### 3、成套配电装置

本章重点：

掌握屋内外配电装置的最小安全净距的概念及分类；

掌握配电装置的类型及各自的特点；



了解配电装置的基本要求及设计原则；  
掌握发电厂和变电所的电气设施的布置特点。

能力：根据配电装置的基本要求及设计原则，掌握屋内外配电装置的最小安全净距的概念及分类；掌握各种配电装置的类型及特点。

## 第八章 发电厂和变电站的控制与信号

- 1、发电厂和变电站的控制方式
- 2、二次回路接线图
- 3、断路器的传统控制装置
- 4、传统的中央信号系统

本章重点：

掌握发电厂和变电站的控制方式、归总式二次接线原理图与展开图及断路器的控制方式；  
了解中央信号系统、变电站自动化系统

能力：根据发电厂和变电站的控制方式，掌握二次回路接线图及断路器的控制方式；  
了解中央信号系统、变电站自动化系统。

## 五、教学方法

本课程采用理论教学与课堂、课后习题等相结合的教学方式，主要教学环节包括课堂教学、课堂和课后习题以及课后自学。

### 1. 课堂教学

课堂教学以“互动式”方法为主导，教师采用多媒体课件和板书相结合的授课方式，在这一教学环节，学生以听课为主，并适当参与讨论，每次课程开始或课程中间进行提问，课后布置思考题、基本练习题和复习提高题。教师主要讲授课程的基本概念、基本理论和基本方法。同时，有意识设计一些讨论性问题，引导学生运用已有的知识进行思考。

### 2. 课堂、课后习题和自学

课堂上，教师有针对性的提问，启发学生独立思考，对于课程中的主要知识点，布置适当习题，让学生在课堂和课后独立完成，教师批改后，统一给学生讲解存在的问题，使学生进一步理解和巩固课程所学的基本概念、基本理论和方法。

精选讲课内容，精讲重点难点，安排同学自学易于理解的内容，以培养学生自主学习的意识和能力以及抓住要点的能力。

## 六、考核及成绩评定方式

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括课堂讨论与测验、作业等。

平时成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
| 掌握不同类型发电厂的电能生产过程及特点；掌握载流导体的发热和电动力的理论及最大短路电动力的计算方法。掌握电气主接线的基本概念及倒闸操作的原则和步骤。掌握电气设备选择的一般条件；掌握发电厂和变电站的控制方式、二次接线图及断路器的控制方式。 | 掌握不同类型发电厂的电能生产过程及特点；掌握载流导体的发热和电动力的理论及最大短路电动力的计算方法。掌握电气主接线的概念及倒闸操作的原则和步骤。掌握电气设备选择的一般条件；掌握发电厂和变电站的控制方式、二次接线图及断路器的控制方式。 | 熟悉不同类型发电厂的电能生产过程及特点；熟悉载流导体的发热和电动力的理论及最大短路电动力的计算方法。熟悉电气主接线的概念及倒闸操作的原则和步骤。熟悉电气设备选择的一般条件；熟悉发电厂和变电站的控制方式、二次接线图及断路器的控制方式。 | 了解不同类型发电厂的电能生产过程及特点；了解载流导体的发热和电动力的理论及最大短路电动力的计算方法。了解电气主接线的概念及倒闸操作的原则和步骤。了解电气设备选择的一般条件；了解发电厂和变电站的控制方式、二次接线图及断路器的控制方式。 | 不了解不同类型发电厂的电能生产过程及特点；没掌握载流导体的发热和电动力的理论及最大短路电动力的计算方法。不了解电气主接线的概念及倒闸操作的原则和步骤。没掌握电气设备选择的一般条件；没掌握发电厂和变电站的控制方式、二次接线图及断路器的控制方式。 |
|--|--|--|--|---|

期末考试（百分制）开卷，题型包括：填空题（30分）、判断题（10分）、简答题（28分）、计算题（32分）

#### 课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求  | 评价标准  |   |   |   | 比例 (%) |
|------|---|---|---|---|---|--------|
|      |   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |        |
| 目标 1 | 掌握不同类型发电厂的电能生产过程及其特点，掌握载流导体的发热和电动力的理论和最大短路电动力的计算方法；掌握电气主接线的概念及发电厂、变电站电气主接线的设计原则和程序及主变压器的选择方法；熟悉不同类型发电厂、变电站电气主接线的特点、适用范围以及主接线运行中典型的倒闸操作的原则和步骤；掌握限制短路电流的方法；掌握发电厂和变电站的控制方式、二 | 掌握不同类型发电厂的电能生产过程及特点，掌握载流导体的发热和电动力的理论和计算方法；掌握电气主接线的概念、设计原则和程序以及主变压器的选择方法；掌握不同类型电气主接线的特点、适用范围及倒闸操作的原则和步骤；掌握限制短路电流 | 熟悉不同类型发电厂的电能生产过程及特点，熟悉载流导体的发热和电动力的理论和计算方法；熟悉电气主接线的概念、设计原则和程序以及主变压器的选择方法；熟悉不同类型电气主接线的特点、适用范围及倒闸操作的原则和步骤；熟悉限制短路电流的方法；熟悉发电 | 了解不同类型发电厂的电能生产过程及特点，了解载流导体的发热和电动力的理论和计算方法；了解电气主接线的概念、设计原则和程序以及主变压器的选择方法；了解不同类型电气主接线的特点、适用范围及倒闸操作的原则和步骤；了解限制短路电流 | 不了解不同类型发电厂的电能生产过程及其特点，不理解载流导体的发热和电动力的理论和计算方法；没掌握最大短路电动力的计算方法；没掌握电气主接线的概念，不熟悉电气主接线运行中典型的倒闸操作的原则和步骤；没掌握限制短路电流的方法；没掌握发电厂和变电站的控制方式、二次 | 68     |

|     |  |   |   |   |  |    |
|-----|--|---|---|---|--|----|
|     | 次接线图及断路器的控制方式。   | 的方法；掌握发电厂和变电站的控制方式、二次接线图及断路器的控制方式。                              | 厂和变电站的控制方式、二次接线图及断路器的控制方式。                                      | 的方法；了解发电厂和变电站的控制方式、二次接线图及断路器的控制方式。                              | 接线图及断路器的控制方式。  |    |
| 目标2 | 掌握电气设备选择的一般条件及校验方法。掌握开关电器的电弧理论及高压断路器和隔离开关的选择方法；掌握互感器的工作原理、误差定义、准确度等级与相应额定容量的定义，以及互感器的选择方法；掌握裸导体的选择方法；熟悉电缆、绝缘子和套管的选择方法。 | 掌握主要电气设备选择的一般条件及校验方法。掌握开关电器的电弧理论；掌握互感器的工作原理、准确度等级与额定容量的定义及选择方法。 | 熟悉主要电气设备选择的一般条件及校验方法。熟悉开关电器的电弧理论；熟悉互感器的工作原理、准确度等级与额定容量的定义及选择方法。 | 了解主要电气设备选择的一般条件及校验方法。了解开关电器的电弧理论；了解互感器的工作原理、准确度等级与额定容量的定义及选择方法。 | 没掌握主要电气设备选择的一般条件及校验方法。没掌握开关电器的电弧理论；没掌握互感器的工作原理、准确度等级与额定容量的定义及选择方法。 | 32 |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

表2 《发电厂电气部分》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |  |   |                  |       |  |
|--|--|---|------------------|-------|--|
| 课程名称   | 发电厂电气部分  | 课程性质  | 专业基础，必修          | 学时学分  | 48/3   |
| 开课学期   | 第七学期   | 专业班级  | 电气工程及其自动化        | 考核方式  | 考试，开卷  |
| 任课教师：  |  |   |                  |       |  |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师  |  |   |                  |       |  |
| 二、课程目标达成评估   |  |   |                  |       |  |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标   | 评价数据源   |                  |       |  |
|  |  | 评价依据  | 分值               | 平均分   | 达成度值 $KM_i$ 评价方式                                     |
| 2.3 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，借助文献研究，评价电气工程领域中复杂工程问题分析过程中的影响因素，给出正确的电气工程领域中复杂工程问题解决方案，并评价解决 | 掌握不同类型发电厂的电能生产过程及其特点，掌握载流导体的发热和电动力的理论和计算方法，掌握最大短路电动力的计算方法；熟悉电气主接线可靠性的分析方法；熟悉技术经济分析的基 | 期末考试：<br>发电厂及变电所主要电气设备的类型、特征及基本概念和基本原理<br>(30分) | T10=30<br>试题构成说明 | T1=22 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3 = 0.77$ |

|  |  |  |                  |       |   |   |
|--|--|--|------------------|-------|---|---|
| 方案的合理性。  | 本原则和常用的分析方法。   | 平时作业   | A10=100          | A1=85 |   |   |
|  | 掌握电气主接线的基本概念、设计原则和程序；掌握各典型电气主接线的特点和适用范围；掌握主变压器的选择方法；掌握限制短路电流的方法；了解不同类型电气主接线的特点；熟悉电气主接线运行中典型的倒闸操作的原则和步骤。          | 期末考试：<br>主要电气设备的工作特性，短路的特征、限制短路电流的方法（10分）    | T20=10<br>试题构成说明 | T2=7  |   | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.75        |
|  |  | 期末考试：<br>短路计算点的选择，电气主接线倒闸操作的原则和步骤，二次接线图（28分） | T30=28<br>试题构成说明 | T3=20 |   | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.75        |
|  |  | 平时作业   | A20=100          | A2=85 |   | $\frac{T2+T3}{T20+T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.75 |
| 3.2 能够在解决方案的框架下，设计/开发满足方案要求的电气系统，对电气系统中关键器件的选型和参数进行优化和计算 | 掌握电气设备选择的一般条件，掌握开关电器的电弧理论以及高压断路器和隔离开关的选择方法；掌握互感器的原理、误差定义、准确度等级与相应额定容量的定义，以及互感器的选择方法；掌握裸导体的选择方法；熟悉电缆、绝缘子和套管的选择方法。 | 期末考试：<br>发电厂主要电气设备的选择和校验（32分）                | T40=32           | T4=25 | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A3}{A30} * 0.3$<br>=0.8 |   |
|  |  | 平时作业   | A30=100          | A3=85 |   |   |
| 三、课程评价与分析  |  |  |                  |       |   |   |
| 存在的主要问题  |  |  |                  |       |   |   |
| 持续改进方法   |  |  |                  |       |   |   |

## 七、推荐教材与主要参考书

1. 苗世洪、朱永利主编，《发电厂电气部分》（第五版），中国电力出版社，2015年（教材）
2. 熊信银主编，《发电厂电气部分》（第四版），中国电力出版社，2009年（参考书）
3. 西北电力设计院编《电力工程电气设计手册》，水利电力出版社，1989年（参考书）
4. 华中工学院编《发电厂电气部分》，水利电力出版社，1984年（参考书）

## 《感测技术》教学大纲

课程名称：感测技术（Sensor and Measurement Technique）

课程编码：1502ZY112

课程类别：专业课程-选修

学 分：3.0分

总学时：48学时，其中，理论学时：40学时；实验学时：8学时

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：大学物理、电路分析、模拟电子技术、数字电子技术

执笔人：孙长河

审订人：李刚

## 一、课程性质

《感测技术》课程是电气工程及其自动化专业的一门专业选修课，它是该专业唯一研讨信息传感、获取与测量问题的一门课程。通过本课程的学习，能够让学生了解各种电学信号参数的常见测量电路方法、用于获取各种信号的传感器基本理论与设计等专业基础知识性质，培养学生具有比较熟练的工程能力和综合运用所学知识去分析解决问题的能力，该课程属测控系统及其自动化方面各专业学生知识结构中不可或缺的组成部分。了解感测技术与机械、光学、微电子、计算机、材料等其他学科的相互渗透和联系，一方面不断汲取其他科技领域的新成果，促进了自身的更新和发展；另一方面也使传感器与测量技术方面的新进展、新方法更广泛地应用到诸多领域，为将来从事信息技术领域工作打下良好基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

感测技术课程教学中有丰富的技术发展背景与应用实例，深入挖掘其中蕴含的思政元素并将其融入教学，可以提升学生的综合素质。从爱国主义教育、家国使命感、社会主义核心价值观、工匠精神、法制教育、创新创业教育、等方面入手，通过改革课堂教学方法和教学手段，将思政教育元素巧妙融入专业课教学，引导培养学生的职业理想、纪律观念、人文精神、科研态度、团队协作精神和正确的人生观与价值观，凝聚学生对国家、民族、团队和自己的认同和自信。

讲授传感器的应用和发展趋势时，以传感器在军事上的应用为切入点，播放 2019 年国庆阅兵仪式上首次公开亮相的巨浪-2、东风-41、东风-17、长剑-100、天问一号等国产新型高精尖武器装备，给学生讲授红外成像、激光、雷达等传感器在这些装备中发挥重要作用，帮助他们体会传感器在现代科技及军事装备中的重要性，引导学生明白维护国家安全与荣誉是每个青年的责任与使命，而要完成这样的使命，必须有过硬的本领，要认真学习专业知识，增强专业能力，为祖国的强大、民族复兴贡献自己的力量。在传感器教学中，通过教、学、做相结合，在润物细无声中培养学生的工匠精神。在传感器教学过程中，可以巧妙地利用传感器知识引起学生对法律法规的重视，例如在气敏传感器教学中，以酒精检测仪为切入点，引导学生不醉驾，培养其遵纪守法的意识，敬畏生命。同时，引导学生积极参加创新创业大赛，提升自己创新思维方式和创新能力，引导他们敢于创新，勇于创新，善于创新。在实践环节中，将班级学生分成若干小组，实践教学目标分成若干单元，小组合作完成，以此培养学生精诚合作的团队精神与精益求精的职业精神，在实验完成后小组成员共同整理实验台，引导学生做事细致严谨规范、互帮互助。通过对实验数据处理、分析与总结，培养学生专业素质和大局观，锻炼学生分析问题和解决问题的能力，培养学生成为德才兼备，对国家和社会有益的人才。

### （二）知识和能力目标

1. 了解感测技术的地位、作用和发展趋势，清楚传感器的定义、分类和基本结构组成，重点掌握电流、电压、频率、时间和相位、阻抗（电阻、电容、电感）等常见电学信息的基本测量电路方法，特别是重点掌握平衡电桥与非平衡电桥法，熟悉各种桥式电路的特点并能灵活应用。了解当前新型的一些传感器技术（如微型传感器、智能传感器、网络传感器、虚

拟仪器等), 熟悉阻抗型(电阻式、电容式、电感式)传感器、电压型(压电式、磁电感应式、热电偶、霍尔元件、光电式)传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法。(支撑毕业要求 2.1)

2. 结合传感器与测量技术了解针对几何量、机械量、热工量、成分与含量的基本测量方法和实现途径, 具备自主设计简单测控系统的开发能力。(支撑毕业要求 7.2)

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理, 识别、描述和分析电气设备与电力系统中的各单元电路组成和主要参数, 并能对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行表达和建模。 |
| 课程目标 2 | 7.2 针对实际中仪器设备以及测控系统, 能评价其资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施, 判断产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患, 并提出合理化的改进建议。     |

### 三、基本要求

通过本课程的学习, 掌握感测技术的相关概念、测量电路、各类传感器等基本知识及其应用设计思想, 具备电子技术、计算机应用技术和信号检测与控制技术的基础理论, 能够将其应用于测控信息系统单元的硬件分析、设计和应用, 该课程属测控及其自动化方面各专业学生知识结构中不可或缺的组成部分。能够基于测控技术与仪器专业领域中科学原理和文献研究, 对仪器设备与测控系统中复杂工程问题进行工程建模, 拟定解决方案, 选择研究路线, 是一门实用性很强的专业课程。

掌握自信息获取到信息处理的完整测控系统设计方法, 结合具体的测量案例能针对性地实现对常见几何量、机械量、热工量、成分和含量的电学测量, 能清楚感测技术发展新趋势, 将前沿新型感测技术应用在以后感测系统设计中。在信息检测与控制、计算机应用技术等方面得到综合训练, 具备一定的工业测控技术、仪器与系统设计和开发的能力, 能够针对电子信息软硬件系统特定需求, 完成传感器模块的测控软、硬件系统设计。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容, 课时安排, 并说明教学重点与难点、主要教学模式(包括课堂授课、自学、实验操作、课程小设计、课后练习、课堂讨论等)以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容                      | 授课学时 | 思政元素  | 教学模式                       | 对应课程目标 |
|----|---------------------------|------|---|----------------------------|--------|
| 1  | 感测技术的地位、作用、发展趋势、基本概念和系统组成 | 2    | 通过传感器技术发展前景及其在现代科技及军事装备中的重要性, 培养学生责任感与使命感, 引发学生对未来职业愿景, 激发学生对国家和民族的认同感, 确立自己的发展目标, 厘清新时代与个人发展的关系, 从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课, 作品展示, 课后练习 2 题, 课后思考 | 课程目标 1 |
| 2  | 电流、电压和功率的测量               | 2    | 引导学生在人生道路上面对不同境遇时, 做  | 课堂授课, 课后练习 2 题,            | 课程目标 1 |

|   |                          |   |   |                                    |        |
|---|--------------------------|---|---|------------------------------------|--------|
|   |                          |   | 出正确判断和处理; 面临个人利益与国家利益相冲突时, 要以国家利益为重。  |                                    |        |
| 3 | 频率、时间和相位的测量              | 2 | 引导学生在人生道路上面对不同境遇时, 做出正确判断和处理; 面临个人利益与国家利益相冲突时, 要以国家利益为重。                          | 课堂授课, 课后练习 2 题, 实验 1               | 课程目标 1 |
| 4 | 阻抗的测量                    | 4 | 引导学生在人生道路上面对不同境遇时, 做出正确判断和处理; 面临个人利益与国家利益相冲突时, 要以国家利益为重。                          | 课堂授课, 课后练习 2 题, 实验 2               | 课程目标 1 |
| 5 | 阻抗型 (电阻、电容、电感) 传感器       | 6 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律, 为自己的行为负责, 树立正确的价值观和人生观; 培养学生的职业素养, 体现工匠精神, 为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。 | 课堂授课, 课堂研讨, 课后练习 4 题, 实验 2+3       | 课程目标 1 |
| 6 | 电压型 (压电式、磁电式、热电偶、霍尔) 传感器 | 6 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律, 为自己的行为负责, 树立正确的价值观和人生观; 培养学生的职业素养, 体现工匠精神, 为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。 | 课堂授课, 课堂研讨, 课堂演示, 课后练习 4 题, 实验 1+4 | 课程目标 1 |
| 7 | 光电式传感器                   | 4 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律, 为自己的行为负责, 树立正确的价值观和人生观; 培养学生的职业素养, 体现工匠精神, 为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。 | 课堂授课, 课后练习 2 题, 实验 1               | 课程目标 1 |

|    |         |   |   |                  |       |
|----|---------|---|---|------------------|-------|
| 8  | 数字式传感器  | 2 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律，为自己的行为负责，树立正确的价值观和人生观；培养学生的职业素养，体现工匠精神，为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。      | 课堂授课，课后练习2题      | 课程目标1 |
| 9  | 半导体传感器  | 2 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律，为自己的行为负责，树立正确的价值观和人生观；培养学生的职业素养，体现工匠精神，为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。      | 课堂授课，课堂研讨，课后练习2题 | 课程目标1 |
| 10 | 波与射线传感器 | 2 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律，为自己的行为负责，树立正确的价值观和人生观；培养学生的职业素养，体现工匠精神，为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。      | 课堂授课，课后练习2题，课堂讨论 | 课程目标1 |
| 11 | 几何量电测法  | 2 | 以物以类聚、人以群分，近朱者赤、近墨者黑的思想，鼓励学生多与正能量的人交往，树立正确的社会价值取向，培养学生持之以恒，百折不挠，不断打磨专业能力的品质和工匠精神。 | 课堂授课，课堂研讨，课后练习2题 | 课程目标2 |
| 12 | 机械量电测法  | 2 | 以物以类聚、人以群分，近朱者赤、近墨者黑的思想，鼓励学生多与正能量的人交往，树立正确的社会价值取向，培养学生持之以恒，百折不挠，不断打磨专业能力的品质和工匠精神。 | 课堂授课，课堂研讨，课后练习2题 | 课程目标2 |
| 13 | 热工量电测法  | 2 | 以物以类聚、人以群   | 课堂授课，课堂研         | 课程目标2 |



|    |          |   |   |                      |        |
|----|----------|---|---|----------------------|--------|
|    |          |   | 分, 近朱者赤、近墨者黑的思想, 鼓励学生多与正能量的人交往, 树立正确的社会价值取向, 培养学生持之以恒, 百折不挠, 不断打磨专业能力的品质和工匠精神。          | 讨, 课后练习 2 题          |        |
| 14 | 成分与含量的测量 | 2 | 以物以类聚、人以群分, 近朱者赤、近墨者黑的思想, 鼓励学生多与正能量的人交往, 树立正确的社会价值取向, 培养学生持之以恒, 百折不挠, 不断打磨专业能力的品质和工匠精神。 | 课堂授课, 课堂研讨, 课后练习 2 题 | 课程目标 2 |

## 第 1 章 绪论

### 1.1 现代感测技术的地位与作用

#### 1.1.1 感测技术的概念

#### 1.1.2 感测技术的地位

#### 1.1.3 感测技术的作用

### 1.2 传感器的定义、分类及应用

#### 1.2.1 传感器的定义

#### 1.2.2 传感器的分类

#### 1.2.3 传感器的应用

#### 1.2.4 传感器发展趋势

### 1.3 检测仪表与系统的组成原理

#### 1.3.1 基本组成

#### 1.3.2 模拟式检测仪表

#### 1.3.3 数字式检测仪表

#### 1.3.4 微机化检测仪表

### 1.4 课堂小结

基本要求: .

- 1、了解感测技术的基本概念;
- 2、了解感测技术的地位及作用;
- 3、了解感测技术的发展趋势;
- 4、理解什么是传感器及其基本组成;
- 5、了解常见的检测仪表类型和结构框图;

学时分配: 2

## 第 2 章 电流、电压和功率的测量

### 2.1 电流的测量

### 2.2 电压的测量

## 2.3 功率的测量

基本要求:

- 1、熟悉电流的测量电路方法;
- 2、重点掌握电压的测量电路方法;
- 3、熟悉功率的测量电路方法;

学时分配: 2

## 第3章 频率、时间和相位的测量

### 3.1 频率的测量方法

### 3.2 时间间隔的数字测量方法

### 3.3 相位差的数字测量方法

基本要求:

- 1、重点掌握频率的模拟与数字测量方法;
- 2、了解时间间隔的数字测量方法
- 3、了解相位差的数字测量方法。

学时分配: 2

## 第4章 阻抗的测量

### 4.1 电桥法

#### 4.1.1 惠斯登电桥

#### 4.1.2 平衡电桥法

#### 4.1.3 非平衡电桥法

### 4.2 阻抗-电压转换法

### 4.3 阻抗-频率转换法

### 4.4 阻抗-数字转换法

基本要求:

- 1、掌握阻抗的定义,电阻、电容与电感的等效电路模型,阻抗-电压转换原理;
- 2、掌握欧姆法、比例运算法、差动脉冲调宽法
- 3、了解调频法、积分法;
- 4、了解电阻、电感、电容的数字转换测量法。

学时分配: 4

## 第5章 阻抗型传感器

### 5.1 电阻式传感器

#### 5.1.1 电位器式传感器

#### 5.1.2 应变式传感器与压阻式传感器

#### 5.1.3 热电阻与热敏电阻

#### 5.1.4 气敏电阻

#### 5.1.5 湿敏电阻

### 5.2 电容式传感器

#### 5.2.1 基本原理与结构类型

#### 5.2.2 输入-输出特性(变极距型、变面积型、变介质型)

#### 5.2.3 等效电路分析

#### 5.2.4 应用示例

#### 5.2.5 科技前沿知识拓展

### 5.3 电感式传感器

#### 5.3.1 自感式电感传感器

### 5.3.2 互感式电感传感器

### 5.3.3 压磁式传感器

### 5.3.4 电涡流式传感器

## 5.4 课题小结

基本要求：

- 1、重点掌握电阻式传感器的基本原理和设计方法；
- 2、掌握电容式传感器的基本原理和典型应用；
- 3、了解电感式传感器的基本原理、组成和特点。

学时分配：6

## 第6章 电压型传感器

### 6.1 压电式传感器

#### 6.1.1 压电效应及其表达式

#### 6.1.2 常用的压电材料

#### 6.1.3 压电元件

#### 6.1.4 接口电路

#### 6.1.5 压电传感器的应用

#### 6.1.6 压电传感器的新技术

### 6.2 磁电感应式传感器

#### 6.2.1 基本原理和组成

#### 6.2.2 结构类型

#### 6.2.3 测量电路

#### 6.2.4 应用

### 6.3 热电偶传感器

#### 6.3.1 热电效应

#### 6.3.2 热电偶测温

### 6.4 霍尔传感器

#### 6.4.1 霍尔效应

#### 6.4.2 霍尔传感器组成与基本特性

#### 6.4.3 霍尔传感器的应用

#### 6.4.4 测量误差及其补偿方法

#### 6.4.5 霍尔传感器的应用

基本要求：

- 1、重点掌握压电式传感器的基本原理、串并联特点和典型应用。
- 2、了解磁电式传感器的基本原理和结构组成；
- 3、掌握热电偶传感器的基本原理和设计方法，能灵活计算温度值；
- 4、了解霍尔传感器的基本原理、误差补偿方法及典型应用。

学时分配：6

## 第7章 光电式传感器

### 7.1 普通光电式传感器

#### 7.1.1 光电器件（光敏元件）

#### 7.1.2 光电传感器的基本组成和类型

#### 7.1.3 普通光电式传感器应用

### 7.2 光纤传感器

#### 7.2.1 光导纤维的结构和传光原理

## 7.2.2 光纤传感器的基本原理和类型

## 7.3 CCD 传感器

### 7.3.1 CCD 的工作原理

### 7.3.2 CCD 图像传感器的结构

## 7.4 激光和红外传感器

### 7.4.1 激光传感器

### 7.4.2 红外传感器

基本要求：

- 1、了解光电发射型光电器件、光导型光电器件和光伏型光电器件的基本原理；
- 2、重点掌握光纤传感器的基本结构、原理、常见类型及应用；
- 3、了解 CCD、激光和红外传感器的工作原理、结构。

学时分配：4

## 第 8 章 数字式传感器

### 8.1 编码器

### 8.2 光栅

### 8.3 频率式传感器

基本要求：

- 1、掌握直接编码器、增量编码器的基本原理和组成；
- 2、了解光栅的组成和工作原理；
- 3、了解振弦式传感器、振筒式传感器的工作原理。

学时分配：2

## 第 9 章 半导体传感器

### 9.1 半导体管传感器

### 9.2 半导体集成传感器

### 9.3 课程拓展：感测前沿技术

基本要求：

- 1、重点掌握磁敏管、气敏管、湿敏管、光敏管、温敏管；
- 2、了解半导体集成传感器；
- 3、了解微型传感器、智能传感器、网络传感器、虚拟仪器等。

学时分配：2

## 第 10 章 波与射线传感器

### 10.1 超声波传感器

### 10.2 声表面传感器

### 10.3 红外与微波传感器

### 10.4 核辐射传感器

基本要求：

- 1、重点掌握超声波传感器的基本原理、设计方法和典型应用；
- 2、了解声表面波传感器、红外与微波传感器和核辐射传感器的基本原理和应用。

学时分配：2

## 第 11 章 几何量电测法

### 11.1 位移电测法

### 11.2 倾角电测法

### 11.3 厚度电测法

### 11.4 物（液）位电测法

基本要求:

- 1、了解位移、倾角的测量方法;
- 2、重点掌握厚度与物位的测量方法。

学时分配: 2

#### 第 12 章 机械量电测法

- 12.1 转速的电测法
- 12.2 振动的电测法
- 12.3 力与荷重的电测法
- 12.4 力矩的电测法

基本要求:

- 1、重点掌握转速和振动的测量方法;
- 2、了解力和力矩的的测量方法。

学时分配: 2

#### 第 13 章 热工量电测法

- 13.1 压力、压强、差压的测量
- 13.2 温度的测量
- 13.3 流量的测量

基本要求:

- 1、掌握压力、压强、差压的测量的测量方法;
- 2、了解温度和流量的测量方法。

学时分配: 2

#### 第 14 章 成分与含量的测量

- 14.1 水分与湿度的测量
- 14.2 密度的测量
- 14.3 气体分析与检测

基本要求:

了解热导仪、磁氧量分析仪、光学吸收式分析仪、质谱仪的基本原理。

学时分配: 2

### 五、实验与学时分配

#### 实验项目与类型

| 序号 | 实验项目   | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|--------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |        |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |
| 1  | 电子秤实验  | 2  |      |    | √  |    | 1+2    | 2.1+7.2   |
| 2  | 压力测量实验 | 2  |      |    | √  |    | 1+2    | 2.1+7.2   |
| 3  | 温度测量实验 | 2  |      |    | √  |    | 1+2    | 2.1+7.2   |
|    | 转速测量实验 | 2  |      |    | √  |    | 1+2    | 2.1+7.2   |

#### 实验一 电子秤实验

##### 1. 内容及要求

验证全桥、半桥、单臂桥的灵敏度和非线性误差;用应变片构成电子秤测量系统,使输出显示等于砝码的重量。

##### 2. 实验装置

应变式传感器实验模板、应变式传感器、托盘、砝码、数显表、±15V 电源、±4V 电

源、万用表、导线若干。

### 3. 实验目的

- ①了解金属箔式应变片的应变效应，电桥的工作原理。
- ②了解单臂电桥、半桥、全桥的性能，并比较其灵敏度和非线性度。

## 实验二 压力测量实验

### 1. 基本原理

扩散硅压阻式压力传感器在单晶硅的基片上扩散出 P 型或 N 型电阻条，接成电桥。在压力作用下根据半导体的压阻效应，基片产生应力，电阻条的电阻率产生很大变化，引起电阻的变化，我们把这一变化引入测量电路，则其输出电压的变化反映了所受到的压力变化。

### 2. 实验装置

压力源（已在主控箱）、压力表、压阻式压力传感器、压力传感器实验模板、流量计、三通连接导管、数显单元、直流稳压源 $\pm 4V$ 、 $\pm 15V$ 。

### 3. 实验目的

了解扩散硅压阻式压力传感器测量压力的原理和方法。

## 实验三 温度测量实验

### 1. 内容及要求

用 AD590 构成温度测量系统；测量 PT100 的温度特性。

### 2. 实验装置

加热源、K 型热电偶、集成温度传感器(AD590)、Pt100 热电阻（两个）、温度控制单元(调节仪)、温度传感器实验模板、数显单元、万用表、导线若干。

### 3. 实验目的

- ①了解热电阻的特性与应用和 K 型热电偶测量温度的性能与应用范围。
- ②了解常用的集成温度传感器基本原理、性能与应用。

## 实验四 转速测量实验

### 1. 内容及要求

用光电传感器、霍尔传感器和电磁传感器三种传感器分别构成转速测量系统；测量电机供电电压与转速之间的关系（转速的单位是：每分钟转）。

### 2. 实验装置

霍尔转速传感器、磁电传感器、光电转速传感器、直流电源 $+5V$ 、转动源 $2-12V$ 、数显单元、导线若干。

### 3. 实验目的

- ①熟悉和掌握霍尔传感器、磁电传感器、光电传感器测量转速的工作原理。
- ②了解转速的测量方法。

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科专业课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课堂研讨、课后作业、自主设计和实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握常见传感器的基本原理、性能特点、测量方法和典型应用，了解针对特定的被测量信息获取的实现方法，掌握阻抗型传感器、电压型传感器、光电式传感器与半导体传感器等一些基础理论的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、课堂研讨、习题练习以及课后自主设计。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并结合线下实体教室与线上雨课堂录课以便课后复习巩固的教学方式，以此提高课堂效率和学生多维度学习的能力。

## 2. 课后作业和自主设计

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生对传感器及其测量技术理解能力的目的，开展作业分析，精选精讲作业的重点难点，同时鼓励同学自主设计一个小型感测系统，提升知识技能综合应用能力。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、感测技术相关期刊杂志网站、微信公众号等，让学生们开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

## 3. 实验教学

为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的思维方式和动手能力。本课程配合理论学习，安排有8学时的实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验要求。

# 七、考核与评价方式及标准

## 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |
|      |            |               |               |              |

|   |  |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
| <p>掌握测控电路和传感器基本概念, 电流、电压、频率、时间和阻抗的基本测量方法, 阻抗型、电压型、光电式、数字式和半导体等传感器的基本原理和典型应用案例。</p> <p>掌握自信息获取到信息处理的完整测控系统设计方法, 结合具体的测量案例针对性地实现对常见几何量、机械量、热工量、成分和含量的电学测量, 能清楚感测技术发展新趋势, 将前沿新型感测技术应用在以后感测系统设计中。</p> | <p>感测技术中的相关理论知识清晰, 具备非常好的分析、计算和实践的能力, 且能正确分析和实现对特定信号的传感与检测。</p> <p>能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据, 并设计简单的测控系统。</p> | <p>感测技术中的相关理论知识较为清晰, 具备非常好的分析、计算和实践的能力, 且能较好地分析和实现对特定信号的传感与检测。</p> <p>基本能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据, 并设计简单的测控系统。</p> | <p>感测技术中的相关理论知识基本清晰, 初步具备分析、计算和实践的能力, 且能分析和实现对特定信号的传感与检测。</p> <p>初步能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据, 并设计简单的测控系统。</p> | <p>感测技术中的相关理论知识不清晰, 不具备的分析、计算和实践的能力, 且不能正确分析和实现对特定信号的传感与检测。</p> <p>不能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据, 并设计简单的测控系统。</p> |
|---|--|---|--|---|

期末考试（百分制）课程设计，包括：课程设计内容展示与课程设计报告。

#### 课程期末考试考核内容与评价标准

|  | 基本要求 | 评价标准       |               |               |              | 比例 (%) |
|--|------|------------|---------------|---------------|--------------|--------|
|  |      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |        |
|  |      |            |               |               |              |        |



|      |  |   |  |   |   |    |
|------|--|---|--|---|---|----|
| 目标 1 | 了解感测技术的地位、作用和发展趋势,清楚传感器的定义、分类和基本结构组成,重点掌握电流、电压、频率、时间和相位、阻抗(电阻、电容、电感)等常见电学信息的基本测量电路方法,特别是重点掌握平衡电桥与非平衡电桥法,熟悉各种桥式电路的特点并能灵活应用。了解当前新型的一些传感器技术(如微型传感器、智能传感器、网络传感器、虚拟仪器等),熟悉阻抗型(电阻式、电容式、电感式)传感器、电压型(压电式、磁电感应式、热电偶、霍尔元件、光电式)传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法。 | 感测技术中的相关理论知识清晰,具备非常好的分析、计算和实践的能力。能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据。 | 感测技术中的相关理论知识较为清晰,具备非常较好的分析、计算和实践的能力。基本能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据。 | 感测技术中的相关理论知识基本清晰,初步具备分析、计算和实践的能力。初步能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据。 | 感测技术中的相关理论知识不清晰,不具备的分析、计算和实践的能力。不能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据。 | 70 |
| 目标 2 | 结合传感器与测量技术了解针对几何量、机械量、热工量、成分与含量的基本测量方法和实现途径,具备自主设计简单测控系统的开发能力。   | 能正确分析和实现对特定信号的传感与检测并设计简单的测控系统。  | 能较好地分析和实现对特定信号的传感与检测并设计简单的测控系统。  | 能分析和实现对特定信号的传感与检测并设计简单的测控系统。  | 不能正确分析和实现对特定信号的传感与检测并设计简单的测控系统。   | 30 |

注:该表格中的比例为期末考试成绩评价指标占比。

成绩评定为:课程设计成绩\*70%+平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《感测技术》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |  |                                   |                  |       |  |
|--|--|-----------------------------------|------------------|-------|--|
| 课程名称   | 感测技术   | 课程性质                              | 专业课程, 选修         | 学时学分  | 48/3.0   |
| 开课学期   |  | 专业班级                              |                  | 考核方式  | 考试, 闭卷   |
| 任课教师:<br>评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师  |  |                                   |                  |       |  |
| 二、课程目标达成评估   |  |                                   |                  |       |  |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标   | 评价数据源                             |                  |       |  |
|  |  | 评价依据                              | 分值               | 平均分   | 达成度值 $K_M$ 评价方式  |
| 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理, 识别、描述和分析电气设备与电力系统中的各单元电路组成和主要参数, 并能对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行表达和建模。 | 目标 1: 了解感测技术的地位、作用和发展趋势, 清楚传感器的定义、分类和基本结构组成, 重点掌握电流、电压、频率、时间和相位、阻抗 (电阻、电容、电感) 等常见电学信息的基本测量电路方法, 特别是重点掌握平衡电桥与非平衡电桥法, 熟悉各种桥式电路的特点并能灵活应用。了解当前新型的一些传感器技术 (如微型传感器、智能传感器、网络传感器、虚拟仪器等), 熟悉阻抗型 (电阻式、电容式、电感式) 传感器、电压型 (压电式、磁电感应式、热电偶、霍尔元件、光电式) 传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法。 | 期末考试: 感测技术的基本概念、基本原理 (20 分)       | T10=20<br>试题构成说明 | T1=18 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.900                      |
|  |  | 期末考试: 感测技术的测量电路方法 (20 分)          | T20=20<br>试题构成说明 | T2=16 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.830                      |
|  |  | 期末考试: 感测技术中常见传感器基本原理及其性能分析 (20 分) | T30=20<br>试题构成说明 | T3=15 | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.795                      |
|  |  | 期末考试: 感测技术中常见传感器的典型应用 (20 分)      | T40=20<br>试题构成说明 | T4=14 | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.76                       |
|  |  | 平时作业                              | A10=100          | A1=90 | $\frac{T1+T2+T3+T4}{T10+T20+T30+T40} * 0.7 + \frac{A1}{A20} * 0.3$<br>=0.821 |
|  |  | 实验                                | A20=100          | A2=85 | $\frac{A3}{A30} = 0.85$  |
| 7.2 针对实际中电气设备与电力系统, 能评价其资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施, 判断产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患, 并提出合理化的改进建议。      | 目标 2: 结合传感器与测量技术了解针对几何量、机械量、热工量、成分与含量的基本测量方法和实现途径, 具备自主设计简单测控系统的开发能力。  | 期末考试: 感测技术综合应用分析与系统设计 (20 分)      | T50=20<br>试题构成说明 | T5=14 | $\frac{T5}{T50} * 0.7 + \frac{A3}{A30} * 0.3$<br>=0.73                       |
|  |  | 平时作业                              | A30=100          | A3=80 |  |

|           |  |
|-----------|--|
| 三、课程评价与分析 |  |
| 存在的主要问题   |  |
| 持续改进方法    |  |

## 七、教材和参考书

### 1、教材：

孙传友、吴爱平 编. 感测技术基础（第4版）. 电子工业出版社，2016

### 2、参考书：

- (1) 蔡萍、赵辉 编著，《现代检测技术与系统》，高等教育出版社，2005
- (2) 张洪润 编著，《传感技术与应用教程》，清华大学出版社，2006
- (3) 林玉池、曾周末 编著，《现代传感技术与系统》，机械工业出版社，2009
- (4) 刘传玺、袁照平、程丽平 编著，《传感与检测技术》，机械工业出版社，2017

## 《可编程序控制器原理及应用》教学大纲

课程名称：可编程序控制器原理及应用（The Principle and Application of Programmable Logic Controller）

课程编号：1502ZY017 课程类别：专业基础课程-选修

学分：3分

总学时：48学时，其中：理论学时 36学时；实验学时：12学时

适用专业：电气工程及其自动化专业

先修课程：模拟电子技术、数字电子技术、单片原理与应用、工程制图基础

执笔人：

审订人：

### 一、课程性质

本课程是自动化、电气工程及其自动化专业的专业选修课，涉及低压电器基础知识、可编程控制器软硬件设计等内容，是一门具有较强实践与应用性的课程。课程通过对西门子 S7-1200 PLC 的硬件系统组成、软硬件设计方法等内容的讲解，使学生掌握 PLC 的基本原理和应用方法。学生通过本课程的学习可以具备基本的电气控制系统应用设计，为今后从事现代计算机控制自动化生产线系统的维护、开发、应用与管理打下良好的基础。

### 二、课程目标

#### （一）育人目标

从培养学生的辩证思维方式，爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手，将育人要素和可编程序控制器专业知识嵌入到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观

的共识。通过科学家故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，利用可编程序控制器实际应用研究学习科技自信及爱国主义情怀，师生互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质、学术和职业道德，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

## （二）知识和能力目标

1、掌握 PLC 的基本概念，对 S7-1200 PLC 的硬件系统组、工作原理、存储器结构、指令系统等内容深入的认识。熟悉西门子 PLC 开发环境，能利用 PLC 的基本指令、逻辑指令、定时器和计数器指令以及各种功能指令等进行简单梯形图程序设计。（毕业要求 3.2）

2、了解电气控制设计的基本软硬件设计方法，能合理的分析电气控制系统各部分作用与功能，并通过制图软件绘制相应的电气工程原理图、接线图与布局图，并利用控制设计法与经验法进行控制系统软件设计。（毕业要求 5.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 2.3 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，借助文献研究，评价电气工程领域中复杂工程问题分析过程中的影响因素，给出正确的电气工程领域中复杂工程问题解决方案，并评价解决方案的合理性。 |
| 课程目标 2 | 5.2 能够针对电气工程领域复杂工程问题，选择并合理使用计算机虚拟仿真软件、软硬件设计开发平台等工具，完成电气工程施工图纸的设计和仿真计算。                        |

## 三、基本要求

本课程主要围绕可编程序控制器的基本原理及其在电气控制系统的应用展开讲解，主要介绍了常用低压电气及电气控制线路基础、PLC 的硬件组成与工作原理、指令系统、应用程序设计方法以及 PLC 的通信与网络等内容，具有很强的实用性。

教学过程中要注意与先修课程内容的联系，帮助学生了解电气控制系统中低压电气系统的基本设计方法，能够理解电气工程制图的基本内容，并进行简单的电气控制系统的设计。通过重点讲解 PLC 的硬件组成结构及其指令系统，使学生能利用基本指令、逻辑指令、定时器和计数器指令以及各种功能指令等进行简单的 PLC 程序设计。

在可编程控制系统应用的讲述中，注意培养学生分析系统指标以及查阅相关资料的能力，重点培养学生对电气控制系统各模块功能与作用的分析能力，使学生了解电气控制系统的设计方法，具备一定的软、硬件综合设计能力。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括授课、课后习题等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容             | 学时 | 思政元素   | 教学模式                          | 对应课程目标 |
|----|------------------|----|--|-------------------------------|--------|
| 1  | 常用低压电气及电气控制线路基础  | 4  | 从低压电气及其控制线路绘制中重点器件和操作软件进行讲解与分析, 激发学生的专业认同感, 定位自己的社会责任                | 课堂授课, 课后练习 2 题, 实验一           | 2      |
| 2  | PLC 概述           | 2  | 对 PLC 发展历程中的重要事件进行分析解读, 激发学生的爱国情怀和专业认同感, 定位自己的社会责任, 从而明确本课程学习的目标。    | 课堂授课, 课堂讨论、课后练习 2 题           | 1      |
| 3  | PLC 的硬件组成与工作原理   | 4  | 讲述 PLC 的硬件组成与工作原理, 使学生了解当前国内外 PLC 设计开发的特点, 激发学生的爱国情怀, 定位自己的社会责任。     | 课堂授课, 课堂讨论、课后练习 2 题           | 1      |
| 4  | PLC 程序设计基础及基本指令  | 4  | 重点讲解 PLC 的程序基础与基本指令, 培养学生良好的程序开发规范, 激发学生自主学习能力。                      | 课堂授课, 课堂讨论、课后练习 4 题           | 1/2    |
| 5  | PLC 的应用程序设计方法    | 8  | 重点讲解 PLC 的应用程序设计方法, 培养学生良好的程序开发规范, 激发学生对所学知识的总结能力, 树立其为国家建设做贡献的责任心。  | 课堂授课, 课堂讨论、课后练习 4 题, 实验二, 实验三 | 1/2    |
| 6  | PLC 的功能指令        | 4  | 重点讲解 PLC 的功能指令, 培养学生良好的程序开发规范, 激发学生对所学知识的总结能力, 树立其为国家建设做贡献的责任心。      | 课堂授课, 课堂讨论、课后练习 2 题           | 1/2    |
| 7  | PLC 的通信与网络       | 2  | 重点讲解 PLC 的通信与网络, 使学生了解国内外工业信息化发展现状, 激发学生的爱国情怀, 定位自己的社会责任。            | 课堂授课, 课堂讨论、思考题, 实验四           | 1/2    |
| 8  | PLC 在模拟量闭环控制中的应用 | 4  | 重点讲解 PLC 在模拟量闭环控制中的应用, 使学生了解 PLC 的主要应用环境与发展现状, 激发学生的爱国情怀, 定位自己的社会责任。 | 课堂授课, 课堂讨论、课后练习 2 题           | 1/2    |

## 第一章 常用低压电气及电气控制线路基础

### 1 概述

#### 2 常用低压电器

#### 3 电气控制线路基础

#### 4 常用电气控制线路

本章重点：

掌握电器相关的基本概念。几种常用低压电器、电气控制电路图的相关知识和三相异步电动机的基本控制电路环节分析与设计。

能力：能够理解与设计简单的电气控制系统设计图纸。

## 第二章 PLC 概述

### 1 PLC 的产生及发展

### 2 PLC 的定义及特点

### 3 PLC 的分类及功能

### 4 PLC 与其它控制系统的比较及应用领域

本章重点：

了解 PLC 的基本知识。

能力：能够了解 PLC 的基本功能、应用领域及其发展特点。

## 第三章 PLC 的硬件组成与工作原理

### 1 PLC 的基本结构

### 2 PLC 的组成部分

### 3 PLC 的工作原理

### 4 PLC 硬件系统的组成

### 5 PLC 的数据存储器及寻址方式

本章重点：

掌握 PLC 的硬件组成及工作原理。

能力：能够了解 PLC 的硬件基本结构，并为后续软件设计打下基础。

## 第四章 PLC 程序设计基础及基本指令

### 1 PLC 的编程语言及程序结构

### 2 位逻辑指令

### 3 逻辑堆栈指令

#### 4 定时器与计数器指令

本章重点：

掌握 PLC 的基本编程指令。

能力：能够利用 PLC 的基本指令进行简单的程序设计。

### 第五章 PLC 的应用程序设计方法

#### 1 梯形图的编程规则

#### 2 典型控制功能的程序设计

#### 3 PLC 程序的经验设计法

#### 4 PLC 程序的顺序控制设计法

本章重点：

熟悉 PLC 应用程序的设计方法。

能力：能够利用经验设计法与顺序控制法进行简单的程序设计。

### 第六章 PLC 的功能指令

#### 1 功能指令概述

#### 2 程序控制指令

#### 3 数据处理指令

#### 4 数学运算与逻辑运算指令

#### 5 中断程序与中断指令

本章重点：

了解部分功能指令的应用和复杂程序的设计。

能力：能够利用 PLC 的基本指令进行简单的程序设计。

### 第七章 PLC 的通信与网络

#### 1 通信与网络概述

#### 2 PLC 的网络类型及配置

本章重点：

了解数据通信方式和通信参数的设置。

能力：能够利用 PLC 的通信指令进行简单的网络控制。

### 第八章 PLC 在模拟量闭环控制中的应用

#### 1 闭环控制系统与 PID 控制器设计

#### 2 模拟量 PID 控制实例

本章重点：

熟悉模拟量控制程序的设计。

能力：能够了解控制电气控制系统的基本结构与基本设计思路。

## 五、实验内容与学时分配

| 序号 | 实验项目                     | 学时 | 实验性质 |    |    |
|----|--------------------------|----|------|----|----|
|    |                          |    | 验证   | 综合 | 设计 |
| 1  | 电机正反转继电器控制线路实验           | 2  | √    |    |    |
| 2  | 基于 PLC 的交通灯模拟控制          | 4  |      |    | √  |
| 3  | 基于 WinCC 的交通灯控制界面设计      | 2  |      |    | √  |
| 4  | 基于 Modbus RTU 协议实现电机变频调速 | 4  |      |    | √  |

### 实验一电机正反转继电器控制线路实验

#### 1. 目的要求

掌握接触器的工作原理并理解其主要技术参数；了解热继电器的工作原理和用法；了解控制按钮的结构和使用；了解电气原理图及其绘制原则；掌握三相交流电机的起停及正反转控制线路。

#### 2. 主要实验仪器及材料

电力电子综合实训平台。

#### 3. 掌握要点

掌握传统电气控制系统的基本接线方法。

### 实验二基于 PLC 的交通灯模拟控制

#### 1. 目的要求

学习使用博途 TIA 软件，掌握 PLC 的硬件组态与软件编程；掌握顺序功能图的程序设计方法；学习使用 PLCSIM 仿真软件。

#### 2. 主要实验仪器及材料

计算机、博图 TIA 软件、西门子 S7-1200PLC。

#### 3. 掌握要点

掌握基于顺序功能图的程序设计方法。

### 实验三基于 WinCC 的交通灯控制界面设计

#### 1. 目的要求

学习使用 WinCC 软件，掌握 PLC 的组态软件编程。

#### 2. 主要实验仪器及材料

计算机、博图 TIA 软件。

#### 3. 掌握要点

掌握基于 WinCC 的组态软件设计方法。



## 实验四基于 Modbus RTU 协议实现电机变频调速

### 1. 目的要求

了解 S7-1200 的通信资源；初步了解变频器的使用，学习 S7-1200 Modbus RTU 通信协议。

### 2. 主要实验仪器及材料

计算机、博图 TIA 软件、PowerFlex 520 变频器、三相交流电机

### 3. 掌握要点

掌握基于 Modbus RTU 的 S7-1200 通信程序设计。

## 六、教学方法

本课程主要围绕电气控制系统中各个环节展开讲述，是一门具有较强实践应用性的课程。在课程教学中着重培养学生的动手能力和综合分析能力，其教学方法和手段如下：

1. 在课堂教学中采用多媒体课件和板书相结合的方式，采取“启发式”教学方法，鼓励和引导积极学生思考。通过可编程控制器系统应用实例的讲解，理论联系实际，激发学生学习兴趣。

2. 通过课堂提问、课后习题查看学生对所学知识的掌握情况。在课堂教学过程中，从基础知识出发，通过对特定应用实例的提问，引发学生思考，扩展学生思维，培养学生的思维能力和创新能力。

3. 在实验教学过程中，学生利用计算机网路资源查阅各种文献资料完成实验要求内容。通过实践进一步加深学生对可编程序控制器的软硬设计方法的认识，培养学生分析问题、解决问题的能力。

4. 鼓励学生利用课外实践观看与课程相关的慕课，巩固学生对所学知识的理解。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），主要包括课后作业。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 掌握可编程序控制器的基本概念及其硬件的组成，掌握可编程序控制器的指令系统，掌握可编程序控制器的程序设计方法。 | 对可编程序控制器的基本概念及其硬件组成有深入的理解。独立正确的课堂作业，回答课堂提问。能熟练的应用可编程序控制器程序设计思路独立进行复杂的程序设计。 | 对可编程序控制器的基本概念及其硬件组成有清晰的理解。独立正确的课堂作业，回答课堂提问。能熟练的应用可编程序控制器程序设计思路独立进行简单的程序设计。 | 对可编程序控制器的基本概念及其硬件组成有一定的理解。独立正确的课堂作业，回答课堂提问。能应用可编程序控制器程序设计思路独立进行简单的程序设计。 | 对可编程序控制器的基本概念及其硬件组成未掌握。无法应用可编程序控制器程序设计思路独立进行简单的程序设计。 |

实验成绩评价标准

|     | 基本要求                                     | 评价标准  |   |  |   |
|-----|--|---|---|--|---|
|     |  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)                                |
| 目标3 | 能够根据实验项目1~4的内容开展实验,设计实验方案,观察实验现象,分析实验结果。 | 能够根据实验要求开展相应实验,实验方案设计清晰、正确,实验结果正确,对实验结果进行全面的分析与归纳。报告书书写工整、清晰,符号等符合规范。 | 能够根据实验要求开展相应实验,实验方案设计较清晰、正确,实验结果正确,对实验结果进行较全面的分析与归纳。报告书书写工整、清晰,符号等符合规范。 | 基本上能根据实验要求开展相应实验,设计实验方案,实验结果正确,对实验结果进行一定的分析与归纳。报告书书写工整、清晰,符号等符合规范。 | 基本上能根据实验要求开展相应实验,实验结果不正确,无结果分析;设计性实验的方案不正确。 |

期末成绩: 70%, 考试方式为考察, 主要包括随堂测试与课堂大作业等方式。

课程期末考试考核内容与评价标准

|     | 基本要求   | 评价标准  |  |  |  | 比例 (%) |
|-----|--|---|--|--|--|--------|
|     |  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |        |
| 目标1 | 掌握 PLC 的基本概念和基础知识, 对 S7-1200 PLC 的硬件系统组、工作原理、存储器结构、指令系统等内容。熟悉西门子 PLC 开发环境, 能利用 PLC 的基本指令、逻辑指令、定时器和计数器指令以及各种功能指令等进行简单梯形图程序设计。(毕业要求 3.2) | 对 PLC 的基本概念、硬件组成、工作原理、存储器结构、指令系统等内容回答正确。对 PLC 指令系统及其应用回答正确。 | 对 PLC 的基本概念、硬件组成、工作原理、存储器结构、指令系统等内容回答较正确。对 PLC 指令系统及程序设计回答较正确。 | 对 PLC 的基本概念、硬件组成、工作原理、存储器结构、指令系统等内容回答基本正确。对 PLC 指令系统及程序设计回答基本正确。 | 对 PLC 的基本概念、硬件组成、工作原理、存储器结构、指令系统等内容回答错误较多。对 PLC 指令系统及程序设计回答错误较多。 | 70     |
| 目标2 | 了解电气控制设计的基本软硬件设计方法, 能合理的分析电气控制系统各部分作用与功能, 并通过制图软件绘制相应的电气工程原理图、接线图与布局图, 并利用控制设计法与经验法进行控制系统软件设计。   | 对电气控制系统设计的各个环节的功能与作用回答正确。利用控制设计法与经验法进行控制系统软件设计正确。           | 对电气控制系统设计的各个环节的功能与作用回答较正确。利用控制设计法与经验法进行控制系统软件设计较正确。            | 对电气控制系统设计的各个环节的功能与作用回答基本正确。利用控制设计法与经验法进行控制系统软件设计基本正确。            | 对电气控制系统设计的各个环节的功能与作用回答错误较多。利用控制设计法与经验法进行控制系统软件设计错误较多。            | 30     |

注: 该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。  
成绩评定为: 考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

《可编程序控制器原理及应用》课程目标达成评价分析报告

|                        |              |      |          |      |      |
|------------------------|--------------|------|----------|------|------|
| 一、课程基本信息               |              |      |          |      |      |
| 课程名称                   | 可编程序控制器原理及应用 | 课程性质 | 专业基础, 选修 | 学时学分 | 48/3 |
| 开课学期                   |              | 专业班级 |          | 考核方式 | 考察   |
| 任课教师:                  |              |      |          |      |      |
| 评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师 |              |      |          |      |      |
| 二、课程目标达成评估             |              |      |          |      |      |

| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源                    |                  |       |  |
|--|---|--------------------------|------------------|-------|--|
|  |   | 评价依据                     | 分值               | 平均分   | 达成值 $K_i$ 评价方式                                       |
| 毕业要求 1.4 能将信号处理与传输等基础知识应用于信息的表示、信号的处理与传输等工程问题。                                       | 目标 1: 掌握通信系统的概念的基本概念,掌握模拟和数字通信系统信息传输的主要性能指标、基本原理、基本技术和基本分析方法,能够应用于解决实际通信系统。 | 期末考试: 可编程序逻辑器基础知识(60分)   | T10=70<br>试题构成说明 | T1=49 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3 = 0.74$ |
|  | 平时成绩  | A10=100                  | A1=84            |       |  |
| 毕业要求 2.1 能运用相关科学原理对电子系统复杂工程问题的关键模块进行准确识别、表达与分析。                                      | 目标 2: 掌握通信系统的组成和工作原理,以及各主要组成部分的功能和实现方法;具有实际通信系统建模、分析、比较的能力。                 | 期末考试: 可编程序逻辑器系统设计知识(40分) | T20=30<br>试题构成说明 | T2=24 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.81$ |
|  |   | 平时成绩                     | A20=100          | A2=84 |  |
| 毕业要求 4.1 掌握获取电子信息性能指标的方法,具备测试与调试电子信息系统的基本技能,能够利用所学的专业知识或文献资料,根据对象特征选择研究线路,设计可行的实验方案。 | 目标 3: 能够针对通信系统工程问题进行系统建模分析和实验系统设计,并对实验数据进行分析,得出有效结论。                        | 实验项目 1~6: 实验成绩(100分)     | T30=100          | T3=87 | $\frac{T3}{T30} = 0.87$                              |
| 三、课程评价与分析  |   |                          |                  |       |  |
| 考核结果总结   |   |                          |                  |       |  |
| 持续改进方法   |   |                          |                  |       |  |

## 八、教学参考书

1. 吴凌云, 谭超. 《电气控制与 PLC 技术及应用》. 华中科技大学出版社, 2013 年.
2. 廖常初. 《S7-1200 PLC 编程及应用 (第 3 版)》. 机械工业出版社, 2017 年.
3. 廖常初. 《PLC 编程及应用 (第 4 版)》. 机械工业出版社, 2014.

## 《高电压技术》教学大纲

课程名称: 高电压技术 (High Voltage Technology)

课程编码: 1502ZY136

课程类别: 专业课程-选修

学 分: 3 分

总 学 时: 48 学时, 其中, 理论学时: 44 学时; 实验学时: 6 学时

适用专业: 电气工程及其自动化

先修课程: 电路理论、工程电磁场、电机学

执 笔 人: 杨友平

审 订 人: 叶刚

## 一、课程性质

《高电压技术》课程是电气工程及其自动化专业的一门专业课，选修课。它是唯一研讨电力系统过电压和绝缘问题的一门课程，通过本课程的学习，能够让学生了解各种电介质的电气特性、分布参数在电路中的行波理论等专业基础知识性质，该课程属强电方面各专业学生知识结构中不可或缺的组成部分。了解高电压技术与其他学科的相互渗透和联系，一方面不断汲取其他科技领域的新成果，促进了自身的更新和发展；另一方面也使高电压技术方面的新进展、新方法更广泛地应用到诸多领域。为将来从事专业工作打下良好基础。

## 二、课程目标

### 1. 育人目标

(1) 阅读相关科技文献资料，多角度了解电气工程领域高电压方面前沿技术，多了解发达国家在该领域的发展现状，形成强烈的爱国情怀，激励学生奋发学习、刻苦钻研，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。

(2) 鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度，结合本专业课的特点，能客观评价电气设备与电力系统在生产、使用和运行过程中对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任与义务。让学生认识到具备良好职业道德的重要性，突显工匠精神与科研态度。

(3) 通过本课程基本原理的学习，将系统论、工程论、科学思维应用到工程实际中，具有研究学习科技自信及爱国主义情怀，加强师生间交流互动，进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### 2. 知识和能力目标

(1) 掌握气体、液体及固体绝缘主要电气特性（特别是击穿过程）的基本概念，了解电气设备绝缘结构的基本特性和试验方法，掌握电力系统中雷电过电压和主要内部过电压的产生机理、影响因素及防护措施等基本知识。（支撑毕业要求 3.1）

(2) 了解高电压试验及绝缘预防性试验中常用的高压试验装置及测试仪器的原理与用法，以及高电压试验的特点、基本程序和安全措施等。（支撑毕业要求 5.3）

(3) 正确理解电力系统绝缘配合的基本概念、理论依据和处理原则。（支撑毕业要求 6.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 3.1 能够对复杂电气工程问题进行抽象、分解和建模，设计合理的总体解决方案和各个子问题的解决方案。  |
| 课程目标 2 | 5.3 能够选择和使用先进电子仪器设备或计算机软件工具，搭建实验平台，对复杂电气工程问题进行模拟和测试，并能对测试结果有效性进行判断、对结果反映的问题进行科学地诊断分析，能理解实验环境与实际工程环境之间的差异性。 |
| 课程目标 3 | 6.2 能客观评价电气设备与电力系统在生产、使用和运行过程中对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任与义务。  |

## 三、基本要求

通过本课程的学习，能够让学生了解各种电介质的电气特性、分布参数在电路中的行波理论等专业基础知识性质，该课程属强电方面各专业学生知识结构中不可或缺的组成部分。能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线，是一门实用性很强的专业课程。

掌握气体、液体及固体绝缘主要电气特性（特别是击穿过程）的基本概念，了解电气设备绝缘结构的基本特性和试验方法，掌握电力系统中雷电过电压和主要内部过电压的产生机理、影响因素及防护措施等基本知识。了解高电压试验及绝缘预防性试验中常用的高压试验装置及测试仪器的原理与用法，以及高电压试验的特点、基本程序和安全措施等。正确理解电力系统绝缘配合的基本概念、理论依据和处理原则。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、上机实践、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容         | 授课学时 | 思政元素  | 教学模式               | 对应课程目标   |
|----|--------------|------|---|--------------------|----------|
| 1  | 气体的放电基本物理过程  | 6    | 讲述我国高电压技术发展现状，激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标  | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 课程目标 1   |
| 2  | 气体介质的电气强度    | 4    | 介绍高电压技术两个理论，了解我国高电压技术方面面临的困难和挑战，思考自己未来职业规划。   | 课堂授课，课后练习 3 题，     | 课程目标 1/3 |
| 3  | 液体和固体介质的电气特性 | 4    | 介绍高电压方面前沿技术，讲述典型人物的故事，激励学生奋发学习、刻苦钻研。  | 课堂授课，课后练习 3 题，实验   | 课程目标 1/3 |
| 4  | 电气设备绝缘预防性试验  | 6    | 分析电气设备绝缘预防性试验时，通过数学建模和分析，使学生建立数学现象和物理本质的联系，培养学生将工程问题抽象成数学模型的能力。   | 课堂授课，课后练习 3 题，实验   | 课程目标 2/3 |
| 5  | 绝缘的高电压试验     | 8    | 搭建高电压绝缘试验平台，对复杂电气工程问题进行模拟和测试，并能对测试结果有效性进行判断、对结果反映的问题进行科学地诊断分析，能理解实验环境与实际工程环境之间的差异性，鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度。 | 课堂授课，课后练习 3 题，实验   | 课程目标 1/3 |
| 6  | 线路及绕组中的波过程   | 6    | 结合架空线路的运行与维护，客观评价电气设备与电力系统在生产、使用和运行过程中对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任与义务。                                 | 课堂授课，课后练习 3 题，课堂讨论 | 课程目标 2   |
| 7  | 雷电及防雷保护装置    | 3    | 结合防雷保护装置系统讲解，学会利用工程管理和经济分析手段解决工程实际问题，达到本行业“优质、安全、经济”供电的目的。  | 课堂授课，课后练习 3 题      | 课程目标 1/2 |
| 8  | 电力系统防雷保护     | 4    | 结合防雷案例讲解，提高安全意识，设计出安全环保的电气产品，是本行业人员应承担的责任和义务。   | 课堂授课，课后练习 3 题      | 课程目标 1/2 |

|    |           |   |  |                    |        |
|----|-----------|---|--|--------------------|--------|
| 9  | 电力系统内部过电压 | 4 | 增强学生间的互动交流，要求学生分组讨论和研究，形成交叉领域热点技术综述报告，并分组汇报。通过自主学习、合作研究、课堂互动，培养学生的研究能力、合作协同意识。 | 课堂授课，课后练习 3 题      | 课程目标 3 |
| 10 | 电力系统绝缘配合  | 3 | 结合电力系统绝缘配合问题的讲解，拓宽学生的行业视野，增加学生的专业认同感，培育学生“爱国、敬业”的社会主义核心价值观。                    | 课堂授课，课后练习 3 题，课堂讨论 | 课程目标 3 |

## 第一章 气体的放电基本物理过程

主要内容：

- 1、带电粒子的产生和消失；
- 2、电子崩；
- 3、自持放电条件；
- 4、起始电压与气压的关系；
- 5、气体放电的流注理论；
- 6、不均匀电场中的放电过程；
- 7、放电时间和冲击电压下的气隙击穿；
- 8、沿面放电和污闪事故。

基本要求： .

详细分析汤逊理论是气体放电的理论基础；

掌握流注的形式以及放电转入自持放电的基本过程；

掌握自持放电条件的物理意义；

了解汤逊理论和流注理论的适用范围；

了解提高外绝缘强度的常用措施；

掌握气体间隙击穿及沿面放电的物理过程。

能力：应用汤逊理论和流注理论能解释和分析日常生活中所发生的一些放电和击穿现象。

## 第二章 气体介质的电气强度

- 1、均匀和稍不均匀电场气隙的击穿特性；
- 2、极不均匀电场气隙的击穿特性；
- 3、大气条件对气隙击穿特性的影响及其校正；
- 4、提高气体介质电气强度的方法；
- 5、六氟化硫和气体绝缘电气设备。

基本要求：

了解均匀、稍不均匀和极不均匀电场气隙击穿特性；

了解大气条件对气隙击穿特性的影响；

了解提高气体介质电气强度的方法；

了解六氟化硫理化特性及对电气设备绝缘影响。

能力：能应用气体介质的电气强度特性分析大气条件下气隙击穿现象；应用基本理论能提出提高气体介质电气强度的方法。

## 第三章 液体和固体介质的电气特性

主要内容：

- 1、液体和固体介质的极化、电导和损耗；
- 2、液体介质的击穿；

3、固体介质的击穿；

4、组合绝缘的电气强度；

基本要求：

掌握固体及液体电介质电导、极化、介质损耗、击穿等物理过程；

了解组合绝缘的电气强度及绝缘老化问题。

能力：应用液体和固体介质的电气特性，能解释固体及液体电介质电导、极化、介质损耗、击穿等物理过程。

#### 第四章电气设备绝缘预防性试验

主要内容：

1、绝缘的老化；

2、绝缘电阻、吸收比和泄漏电流的测量；

3、介质损耗角正切的测量；

4、局部放电的测量；

5、电压分布测量；

6、绝缘状态的综合判断。

基本要求：

掌握各种预防性试验的基本原理和方法。

能力：能应用试验的基本原理和方法，通过高压仪器设备去完成一些简单的测试性实验。

#### 第五章绝缘的高电压试验

主要内容：

1、工频高电压试验；

2、直流高电压试验；

3、冲击高电压试验；

4、高电压测量技术。

基本要求：

掌握工频、直流、冲击高压产生的原理和试验方法及高电压下测量的特点。

能力：应用绝缘高电压试验和方法，借助高压试验设备进行特性试验。

#### 第六章 输电线路和绕组中的波过程

主要内容：

1、波沿均匀无损单导线的传播；

2、行波的折射与反射；

3、行波的多次折、反射；

4、波在多导线系统的传播；

5、波在有损耗线路上的传播；

6、变压器绕组中的波过程；

7、旋转电机绕组中的波过程。

基本要求：

掌握波的折、反射和多导线系统中的波过程，L、C在波过程中的作用，以及无限长直角波作用于L-C-K分布参数回路时，不同状态下的电位分布（ $t=0$ ， $t=\infty$ 时及振荡过程中的对地电位、梯度电压），及入口电容的意义。

了解波在传播过程中的衰减与绕组中的波过程。

能力：应用输电线路和绕组中的波过程，能对所建立的电路模型进行波过程的分析。

#### 第七章 雷电放电及防雷保护装置

主要内容：

- 1、雷电放电和雷电过电压；
- 2、防雷保护装置。

基本要求：

重点掌握避雷器的电气性能和选择原则，特别是金属氧化物避雷器；  
了解防雷接地的作用和性能。

能力：能应用雷电的产生和放电过程，提出采取防雷的一些措施。

## 第八章 电力系统防雷保护

主要内容：

- 1、架空输电线路的防雷保护；
- 2、变电所的防雷保护；
- 3、旋转电机的防雷保护。

基本要求：

掌握线路防雷的原则、措施和计算方法，重点是计算有避雷线线路的耐雷水平及雷击跳  
闸率；

掌握避雷器与变压器之间的伏秒特性和伏安特性配合；  
了解直配电机典型防雷线路及其中各元件的作用。

能力：能应用雷电的产生和放电过程，对电力系统采取一些防雷措施。

## 第九章 电力系统内部过电压

主要内容：

- 1、切除空载线路过电压；
- 2、空载线路合闸过电压；
- 3、切空载变压器过电压；
- 4、断续电弧接地过电压；
- 5、有关操作过电压若干总的概念与结论；
- 6、工频电压升高；
- 7、谐振过电压。

基本要求：

掌握电力系统产生过电压的机理及各种过电压保护装置的原理及应用，以及对电力系统  
过电压进行防护的基本方法。

能力：应用电力系统产生过电压机理和各种过电压保护装置的原理及应用，对电力系统  
中出现的过电压现象采取相应的对策。

## 第十章 电力系统绝缘配合

主要内容：

- 1、绝缘配合的基本概念；
- 2、中性点接地方式对绝缘水平的影响；
- 3、绝缘配合惯用法；
- 4、架空输电线路的绝缘配合；
- 5、绝缘配合统计法。

基本要求：

掌握绝缘配合惯用法；  
了解绝缘配合统计法。

能力：应用绝缘配合的基本概念，用绝缘配合惯用法和绝缘配合统计法分析一些电力系  
统绝缘配合案例。

## 五、实验与学时分配



## 实验项目与类型

| 序号 | 实验项目           | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|----------------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |                |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |
| 1  | 固体介质损耗测试虚拟仿真实验 | 2  |      |    | √  |    | 1/3    | 3.1/6.2   |
| 2  | 变压器交流耐压仿真试验    | 2  |      |    | √  |    | 2/3    | 5.3/6.2   |
| 3  | 电力电缆直流耐压仿真实验   | 2  |      |    | √  |    | 1/3    | 3.1/6.2   |

### 实验一 固体介质损耗测试虚拟仿真实验

#### 1. 内容及要求

- ①对电介质材料的基本介电性能有一定的认识，了解对电介质性能的测试方法；
- ②了解软件 ANSYS 和 OWVLab；
- ③了解电容器的基本结构和物理模型；
- ④了解复数电流法测量电容、介质损耗的原理。

#### 2. 实验装置

计算机、软件 ANSYS 和 OWVlab

### 实验二 变压器交流耐压仿真试验

#### 1. 内容及要求

- ①通过实验验证生产的变压器质量；
- ②实验时确保配电变压器满足规程和标准；
- ③实验过程中确定配电变压器的性能随时间的变化；
- ④能够了解故障原因。

#### 2. 实验装置

计算机、交流耐压操作箱、试验变压器、测试线、接地线、接地棒。

### 实验三 电力电缆直流耐压仿真实验

#### 1. 内容及要求

直流耐压试验是指通过直流高压发生器与倍压筒在被试品上施加直流电压，电缆在经过一定的耐压时间后，可判断电缆的耐压性能是否合格；掌握用电力电缆直流耐压试验的方法；在试验过程中要注意安全和试验接线。

#### 2. 实验装置

计算机、直流高压发生器、倍压筒、放电棒、测试线、接地线。

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科专业课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握气体、液体及固体绝缘主要电气特性（特别是击穿过程）的基本概念，了解电气设备绝缘结构的基本特性和试验方法，掌握电力系统中雷电过电压和主要内部过电压的产生机理、影响因素及防护措施等一些基础知识的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

## 2. 课后作业和自学

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生对高压电气设备理解能力的目的，同时开展作业分析，精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、高电压技术学习论坛，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

## 3. 实验教学

为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的思维方式和动手能力。本课程配合理论学习，安排有6学时的实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验要求。

# 七、考核与评价方式及标准

## 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |  |  |   |
|---|--|--|--|---|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |
| <p>掌握气体、液体及固体绝缘主要电气特性（特别是击穿过程）的基本概念，了解电气设备绝缘结构的基本特性和试验方法,掌握电力系统中雷电过电压和主要内部过电压的产生机理、影响因素及防护措施等基本知识。</p> <p>了解高电压试验及绝缘预防性试验中常用的高压试验装置及测试仪器的原理与用法，以及高电压试验的特点、基本程序和安全措施等。</p> <p>正确理解电力系统绝缘配合的基本概念、理论依据和处理原则。</p> | <p>高电压技术中的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力，且能正确分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。</p> <p>能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。</p> | <p>高电压技术中的相关理论知识较为清晰，具备非常较好的分析、计算和实践的能力，且能较好地分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。</p> <p>基本能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。</p> | <p>高电压技术中的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力，且能分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。</p> <p>初步能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。</p> | <p>高电压技术中的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力，且不能正确分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。</p> <p>不能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。</p> |

期末考试（百分制）开卷，题型包括：简答题、分析题、综合分析题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求  | 评价标准  |   |   |  | 比例 (%) |
|------|---|---|---|---|--|--------|
|      |   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |        |
| 目标 1 | 掌握气体、液体及固体绝缘主要电气特性（特别是击穿过程）的基本概念，了解电气设备绝缘结构的基本特性和试验方法,掌握电力系统中雷电过电压和主要内部过电压的产生机理、影响因素及防护措施等基本知识。 | 高电压技术中的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力。                                | 高电压技术中的相关理论知识较为清晰，具备非常较好的分析、计算和实践的能力。                               | 高电压技术中的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力。                                  | 高电压技术中的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力。                                  | 50     |
| 目标 2 | 了解高电压试验及绝缘预防性试验中常用的高压试验装置及测试仪器的原理与用法，以及高电压试验的特点、基本程序和安全措施等。                                     | 能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 基本能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 初步能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 不能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 30     |
| 目标 3 | 正确理解电力系统绝缘配合的基本概念、理论依据和处理原则。  | 能正确分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。   | 能较好地分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。  | 能分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。   | 不能正确分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。   | 20     |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《高电压技术》课程目标达成评价分析报告

|                     |       |       |         |      |        |
|---------------------|-------|-------|---------|------|--------|
| 一、课程基本信息            |       |       |         |      |        |
| 课程名称                | 高电压技术 | 课程性质  | 专业课程，选修 | 学时学分 | 40/2.5 |
| 开课学期                |       | 专业班级  |         | 考核方式 | 考试，闭卷  |
| 任课教师：               |       |       |         |      |        |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师 |       |       |         |      |        |
| 二、课程目标达成评估          |       |       |         |      |        |
| 课程目标支撑指标点           | 课程目标  | 评价数据源 |         |      |        |

|   |   | 评价依据                              | 分值               | 平均分   | 达成度值 $KM$ 评价方式   |
|---|---|-----------------------------------|------------------|-------|--|
| 毕业要求 3.1 能够对复杂电气工程问题进行抽象、分解和建模,设计合理的总体解决方案和各个子问题的解决方案。  | 目标 1: 掌握气体、液体及固体绝缘主要电气特性(特别是击穿过程)的基本概念,了解电气设备绝缘结构的基本特性和试验方法,掌握电力系统中雷电过电压和主要内部过电压的产生机理、影响因素及防护措施等基本知识。 | 期末考试: 高电压技术的基本概念、基本理论(20分)        | T10=20<br>试题构成说明 | T1=15 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>= 0.78        |
|   |   | 期末考试: 高电压技术的基本应用(30分)             | T20=30<br>试题构成说明 | T2=25 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>= 0.85        |
|   |   | 平时作业                              | A10=100          | A1=85 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>= 0.81 |
| 毕业要求 5.3 能够选择和使用先进电子仪器设备或计算机软件工具,搭建实验平台,对复杂电气工程问题进行模拟和测试,并能对测试结果有效性进行判断、对结果反映的问题进行科学地诊断分析,能理解实验环境与实际工程环境之间的差异性。 | 目标 2: 了解高电压试验及绝缘预防性试验中常用的高压试验装置及测试仪器的原理与用法,以及高电压试验的特点、基本程序和安全措施等。                                     | 期末考试: 高电压技术的高电压试验及绝缘预防分析(20分)     | T30=20<br>试题构成说明 | T3=15 | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>= 0.78        |
|   |   | 期末考试: 高电压技术的高电压试验及绝缘预防实验仪器应用(10分) | T40=10<br>试题构成说明 | T4=7  | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>= 0.72        |
|   |   | 平时作业                              | A20=100          | A2=85 | $\frac{T3+T4}{T30+T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>= 0.77 |
|   |   | 实验                                | A30=100          | A3=90 | $\frac{A3}{A30} = 0.90$  |
| 毕业要求 6.2 能客观评价电气设备与电力系统在生产、使用和运行过程中对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任与义务。  | 目标 3: 正确理解电力系统绝缘配合的基本概念、理论依据和处理原则。  | 期末考试: 高电压技术的绝缘配合分析及综合应用分析(20分)    | T50=20<br>试题构成说明 | T5=15 | $\frac{T5}{T50} * 0.7 + \frac{A4}{A40} * 0.3$<br>= 0.78        |
|   |   | 平时作业                              | A40=100          | A4=85 |  |
| 三、课程评价与分析   |   |                                   |                  |       |  |
| 存在的主要问题   |   |                                   |                  |       |  |

|        |  |
|--------|--|
| 持续改进方法 |  |
|--------|--|

## 八、教材和参考书

- 1) 赵智大主编,《高电压技术》(第四版),中国电力出版社,2018。(教材)
- 2) 常美生主编,《高电压技术》(第二版),高等教育出版社,2006。(参考书)
- 3) 吴广宁主编,《高电压技术》(第二版),机械工业出版社,2014。(参考书)
- 4) 王伟主编,《高电压技术》(第一版),机械工业出版社,2013。(参考书)

## 《电力系统自动化》教学大纲

课程名称: 电力系统自动化 (Automation of Power systems)

课程编码: 1502ZY177

课程类别: 专业课程-选修

学 分: 2.5 分

总 学 时: 40 学时, 其中, 理论学时: 40 学时

适用专业: 电气工程及其自动化

先修课程: 电路理论、电机学、电力系统分析、自动控制原理

执 笔 人: 叶刚

审 订 人: 杨友平

### 一、课程性质

《电力系统自动化》课程是电气工程及其自动化专业的一门专业课, 选修课。它是依照复杂系统控制的规律研究电力系统运行自动化问题的一门课程, 通过本课程的学习, 能够让学生了解发电机自动同步并列、电力系统励磁自动控制、电力系统频率与电压自动调整以及调度所、变电所、馈线自动化的原理等专业基础知识, 该课程属强电方面各专业学生知识结构中不可或缺的组成部分。了解电力系统自动化与其他学科的相互渗透和联系, 一方面不断汲取其他科技领域的新成果, 促进了自身的更新和发展; 另一方面也使电力系统自动化方面的新进展、新方法更广泛地应用到诸多领域。为将来从事专业工作打下良好基础。

### 二、课程目标

#### (一) 育人目标

从培养学生的辩证思维方式, 爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手, 将育人要素和电力系统自动化专业知识嵌入到课堂中教学, 凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过电力系统行业发展历程学习科学精神, 通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维, 利用电力系统自动化系统实际应用研究学习科技自信及爱国主义情怀, 师生互动进行“三观”教育和学习方法指导, 培养学生的专业素质和职业道德, 全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力, 培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

1. 掌握发电机同步并列的自动化原理, 了解将同步发电机一台投入系统进行并列运行, 组成电力系统的基本原理; 掌握电力系统励磁自动控制系统中发电机端电压自动调整的原理、影响因素及防护措施等基本知识。(支撑毕业要求 3.1)

2. 掌握电力系统的频率与电压特性, 了解自动调频与调节控制电压水平的原理与方法, 以及电力系统重要的反事故措施, 建立最优电压控制模型等。(支撑毕业要求 4.1)

3. 掌握调度所、变电所、馈线的自动化基本概念，正确理解基于计算机技术及通信技术的发展而兴起的现代电力系统的综合自动化系统及数字化变电所，相应调度所、变电所及馈线设计的理论依据和处理原则。（支撑毕业要求 7.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 3.1 能够对复杂电气工程问题进行抽象、分解和建模，设计合理的总体解决方案和各个子问题的解决方案。                                |
| 课程目标 2 | 4.1 能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。                  |
| 课程目标 3 | 7.2 针对实际中电气设备与电力系统，能评价其资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施，判断产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患，并提出合理化的改进建议。 |

### 三、基本要求

通过本课程的学习，能够让学生了解发电机自动同步并列、电力系统励磁自动控制、电力系统频率与电压自动调整以及调度所、变电所、馈线自动化的原理等专业基础知识，该课程属强电方面各专业学生知识结构中不可或缺的组成部分。能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线，是一门实用性很强的专业课程。

掌握发电机同步并列的自动化原理，了解将同步发电机一台台投入系统进行并列运行，组成电力系统的基本原理。

掌握电力系统励磁自动控制系统中发电机端电压自动调整的原理、影响因素及防护措施等基本知识。

掌握电力系统的频率与电压特性，了解自动调频与调节控制电压水平的原理与方法，以及电力系统重要的反事故措施、最优电压控制措施等。

掌握调度所、变电所、馈线的自动化基本概念，正确理解基于计算机技术及通信技术的发展而兴起的现代电力系统的综合自动化系统及数字化变电所，相应调度所、变电所及馈线设计的理论依据和处理原则。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容          | 学时 | 思政元素  | 教学模式               | 对应课程目标   |
|----|---------------|----|---|--------------------|----------|
| 1  | 发电机的自动并列      | 6  | 通过对国内电力发展的重要事件和典型人物进行分析解读，将国内外发电机并列方式发展过程进行对比，激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 课程目标 1   |
| 2  | 同步发电机励磁自动控制系统 | 6  | 通过对国内同步发电机励磁控制系统的发展历程和发展现状进行对比，培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。                                   | 课堂授课，课后练习 2 题      | 课程目标 1/2 |

|   |                  |   |  |               |          |
|---|------------------|---|--|---------------|----------|
| 3 | 电力系统频率及有功功率的自动调节 | 8 | 采用案例教学法，以长江大学校内有功负荷类型的组成为例进行分析，解读当负荷发生变化时对应的频率变化关系，引导学生形成面对电气复杂工程问题建立模型的思维                               | 课堂授课，课后练习 2 题 | 课程目标 1/2 |
| 4 | 电力系统电压及无功功率的控制技术 | 4 | 采用案例教学法，以荆州市电力系统内无功电源类型的组成为例进行分析，解读当无功负荷发生变化时对应的系统电压变化关系，引导学生形成面对电气复杂工程问题建立模型的思维                         | 课堂授课，课后练习 2 题 | 课程目标 1/2 |
| 5 | 电力系统调度自动化        | 6 | 可引入 5G 移动通信先进技术对于电力系统调度自动化的发展影响的介绍，拓宽学生的行业视野，增加学生的专业认同感，培育学生“爱国、敬业”的社会主义核心价值观。                           | 课堂授课，课后练习 2 题 | 课程目标 1/3 |
| 6 | 配电管理系统           | 6 | 可通过介绍配电管理系统中 DTU、FTU、TTU 在不同场景下的应用，保证电能资源的有效安全利用，引导学生在解决复杂工程问题过程中充分考虑各种影响因素和各项边界条件，建立全面思考、系统均衡的全局性的工程思维。 | 课堂授课，课后练习 2 题 | 课程目标 3   |
| 7 | 变电所综合自动化和数字化变电所  | 4 | 可采用互动教学法，要求学生分组讨论和研究，形成交叉领域热点技术综述报告，并分组汇报。通过自主学习、合作研究、课堂互动，培养学生的学术研究能力、合作协同意识。                           | 课堂授课，课后练习 2 题 | 课程目标 1/2 |

## 第一章 发电机的自动并列

- 1、准同期并列的基本原理；
- 2、恒定越前时间并列装置；
- 3、数字式并列装置；

本章重点： .

- 1、掌握同步发电机组并列应遵循的原则；
- 2、掌握同步发电机的准同期并列的条件；
- 3、理解电压幅值差、合闸相角差、频率差对准同期并列的影响；
- 4、了解自动准同期装置的原理及合闸信号的控制方法；
- 5、了解线性整步电压、恒定越前时间、滑差、电压差检测、频差压差控制的原理；
- 6、了解数字式并列装置的软硬件设计结构。

能力：能够将同步发电机并列的基本条件、模型用于分析发电系统准同期并列的复杂工程问题，并具备初步设计并列装置软硬件电路的能力。

## 第二章 同步发电机励磁自动控制系统

- 1、同步发电机励磁控制系统的任务；
- 2、同步发电机励磁控制系统的基本要求；
- 3、同步发电机励磁系统的励磁功率单元的结构；
- 4、励磁系统中转子磁场的建立与灭磁；

本章重点：

- 1、掌握同步发电机励磁控制系统的任务；
- 2、了解同步发电机励磁系统的类型；
- 3、掌握不同类型励磁机的时间常数；
- 4、掌握发电机组的安全灭磁方法。

能力：能够将同步发电机励磁控制系统的基本要求和结构参数，用于分析不同类型发电机的灭磁能力。

## 第三章 电力系统频率及有功功率的自动调节

- 1、电力系统的频率特性；
- 2、电力系统调频与调频方程式；
- 3、电力系统的经济负荷分配；
- 4、电力系统低频减载；

本章重点：

- 1、掌握电力系统负荷随频率的分类；
- 2、掌握发电机组和电力系统的功率-频率特性；
- 3、掌握电力系统调频和有功功率自动调节的方法；
- 4、掌握等微增率原理的内容及不考虑网损时负荷的经济分配；
- 5、掌握自动低频减载的工作原理

能力：能够结合电力系统负荷的特性，将发电机和电力系统的功频特性用于分析电力系统频率调整的影响和负荷的经济分配。

## 第四章 电力系统电压及无功功率的控制技术

- 1、电力系统电压控制的意义；
- 2、电力系统无功平衡与电压的关系；
- 3、电力系统电压控制的措施；
- 4、电力系统电压的综合控制；

本章重点：

掌握无功电源的类型，负荷点的电压控制与调节方法。

能力：根据电力系统电压质量的要求，将电力系统的无功功率与电压关系用于分析电力系统电压调节特性。

## 第五章 电力系统调度自动化

- 1、远方终端 RTU；
- 2、数据通信的通信规约；
- 3、调度中心的计算机系统；
- 4、自动发电控制；
- 5、EMS 的网络分析功能

本章重点：



掌握远动终端 RTU 的含义与作用；电力系统调度的远动技术，相应控制系统的构成及基本任务。

能力：根据远动终端的基础概念和数据通信的基本规约，分析电力系统调度自动化远动技术中所传输的具体信号，并依据该信号建立相应的自动发电控制系统。

## 第六章 配电管理系统

- 1、配电管理系统概述；
- 2、馈线自动化；
- 3、负荷控制技术 & 需方用电管理；
- 4、配电图资地理信息系统；
- 5、远程自动抄表计费系统。

本章重点：

- 1、掌握馈线终端中 FTU、DTU、TTU 的功能与相应应用场合。
- 2、掌握辐射状网与环状开环运行的故障隔离等就地控制馈线自动化的原理。
- 3、了解负荷控制技术；
- 4、了解配电图资地理信息系统的结构；
- 5、了解远程自动抄表计费系统的结构。

能力：根据馈线终端中的 FTU、DTU、TTU 的基础功能，建立不同类型网络的就地控制模型，并依据该模型实现故障隔离区域特性。

## 第七章 变电所综合自动化和数字化变电所

- 1、变电所综合自动化；
- 2、数字化变电所。

本章重点：

1、重点掌握变电所综合自动化中对继电保护、控制方式、测量手段、通信与管理模式的变革内容；

- 2、了解数字化变电所的功能。

能力：根据变电所自动化的基础概念和数字化变电所的发展趋势，分析变电所系统设计的复杂工程问题。

## 五、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科专业课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握发电机自动同步并列、电力系统励磁自动控制、电力系统频率与电压自动调整以及调度所、变电所、馈线自动化的原理等专业基础知识的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生对电力系统自动化理解能力的目的，同时开展作业分析，精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源：国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、电力系统自动

化学习论坛，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

## 六、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| <p>掌握发电机同步并列的自动化原理，了解将同步发电机一台投入系统进行并列运行，组成电力系统的基本原理；掌握电力系统励磁自动控制系统中发电机端电压自动调整的原理、影响因素及防护措施等基本知识。</p> <p>掌握电力系统的频率与电压特性，了解自动调频与调节控制电压水平的原理与方法，以及电力系统重要的反事故措施、最优电压控制措施等。</p> <p>了解调度所、变电所、馈线的自动化基本概念，正确理解基于计算机技术及通信技术的发展而兴起的现代电力系统的综合自动化系统及数字化变电所、相应调度所、变电所及馈线设计的理论依据和处理原则。</p> | <p>电力系统自动化中的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力，且能正确分析电力系统自动化功能特点。</p> <p>能基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。</p> | <p>电力系统自动化中的相关理论知识较为清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力，且能较好地分析电力系统自动化功能特点。</p> <p>基本能基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。</p> | <p>电力系统自动化中的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力，且能分析电力系统自动化功能特点。</p> <p>初步能基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。</p> | <p>电力系统自动化中的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力，且不能正确分析电力系统自动化功能特点。</p> <p>不能基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。</p> |

期末考试（百分制）开卷，题型包括：简答题、分析题。

课程期末考试考核内容与评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              | 比例 (%) |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|--------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |        |
|      |            |               |               |              |        |

|     |   |   |   |   |  |    |
|-----|---|---|---|---|--|----|
| 目标1 | 掌握发电机同步并列的自动化原理，了解将同步发电机一台投入系统进行并列运行，组成电力系统的基本原理；掌握电力系统励磁自动控制系统中发电机端电压自动调整的原理、影响因素及防护措施等基本知识。 | 电力系统自动化中的发电厂自动化相关知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力。                    | 电力系统自动化中的发电厂自动化相关知识较为清晰，具备非常较好的分析、计算和实践的能力。                   | 电力系统自动化中的发电厂自动化相关知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力。                      | 电力系统自动化中的发电厂自动化相关知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力。                      | 50 |
| 目标2 | 掌握电力系统的频率与电压特性，了解自动调频与调节控制电压水平的原理与方法，以及电力系统重要的反事故措施、最优电压控制措施等。                                | 能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。 | 基本能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。 | 初步能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。 | 不能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。 | 30 |
| 目标3 | 了解调度所、变电所、馈线的自动化基本概念，正确理解基于计算机技术及通信技术的发展而兴起的现代电力系统的综合自动化系统及数字化变电所，相应调度所、变电所及馈线设计的理论依据和处理原则。   | 能正确分析电力系统自动化功能特点。   | 能较好地分析电力系统自动化功能特点。  | 能分析电力系统自动化功能特点。   | 不能正确分析电力系统自动化功能特点。   | 20 |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电力系统自动化》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |  |                                    |                  |       |   |
|---|--|------------------------------------|------------------|-------|---|
| 课程名称  | 电力系统自动化  | 课程性质                               | 专业课程, 选修         | 学时学分  | 40/2.5  |
| 开课学期  |  | 专业班级                               |                  | 考核方式  | 考试, 闭卷  |
| 任课教师:<br>评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师                                       |  |                                    |                  |       |   |
| 二、课程目标达成评估  |  |                                    |                  |       |   |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源                              |                  |       |   |
|   |  | 评价依据                               | 分值               | 平均分   | 达成度值 $KM$ 评价方式  |
| 毕业要求 3.1 能够对复杂电气工程问题进行抽象、分解和建模, 设计合理的总体解决方案和各个子问题的解决方案。               | 目标 1: 掌握发电机同步并列的自动化原理, 建立将同步发电机一台投入系统进行并列运行模型, 组成电力系统的基本原理; 掌握电力系统励磁自动控制系统中发电机端电压自动调整的原理、影响因素及防护措施等基本知识。 | 期末考试:<br>发电厂自动化的基本概念、基本语法 (20 分)   | T10=20<br>试题构成说明 | T1=   | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=        |
|   |  | 期末考试:<br>发电厂自动化的基本应用 (30 分)        | T20=30<br>试题构成说明 | T2=   | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=        |
|   |  | 平时作业                               | A10=100          | A1=   | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>= |
| 毕业要求 4.1 基于电气工程领域中科学原理和文献研究, 对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模, 拟定解决方案, 选择研究路线。 | 目标 2: 掌握电力系统的频率与电压特性, 了解自动调频与调节控制电压水平的原理与方法, 以及电力系统重要的反事故措施、最优电压控制措施等。                                   | 期末考试: 电力系统的频率与电压特性 (20 分)          | T30=20<br>试题构成说明 | T3=   | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=        |
|   |  | 期末考试: 电力系统重要的反事故措施、最优电压控制措施 (10 分) | T40=10<br>试题构成说明 | T4=   | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=        |
|   |  | 平时作业                               | A20=100          | A2=85 |   |
| 毕业要求 7.2 针对实际中电气设备与电力系统, 能评价其资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施, 判断产品周期中可能对人类和环境造  | 目标 3: 了解调度所、变电所、馈线的自动化基本概念, 正确理解基于计算机技术及通信技术的发展而兴起的现代电力系统的综合   | 期末考试: 调度所、变电所、馈线的自动化基本概念 (20 分)    | T50=20<br>试题构成说明 | T5=   | $\frac{T5}{T50} * 0.7 + \frac{A4}{A40} * 0.3$<br>=        |

|                    |  |      |         |     |  |
|--------------------|--|------|---------|-----|--|
| 成损害的隐患,并提出合理化改进建议。 | 自动化系统及数字化变电所,相应调度所、变电所及馈线设计的理论依据和处理原则。 | 平时作业 | A40=100 | A4= |  |
| 三、课程评价与分析          |  |      |         |     |  |
| 存在的主要问题            |  |      |         |     |  |
| 持续改进方法             |  |      |         |     |  |

## 七、教材和参考书

- [1] 丁坚勇, 胡志坚. 主编《电力系统自动化》, 中国电力出版社, 2019。(教材)
- [2] 王葵, 主编《电力系统自动化》(第三版), 中国电力出版社, 2012。(参考书)
- [3] 李岩松, 主编《电力系统自动化》, 中国电力出版社, 2014。(参考书)
- [4] 李先彬, 主编《电力系统自动化》, 中国电力出版社, 2014。(参考书)

## 《电力系统继电保护》教学大纲

课程名称: 电力系统继电保护 (Relay Protection of Power System)

课程编码: 1502ZY072

课程类别: 专业课程-选修

学 分: 3 分

总 学 时: 48 学时, 其中, 理论学时: 42 学时; 实验学时: 6 学时

适用专业: 电气工程及其自动化

先修课程: 电路理论、电子技术、电机学、电力系统分析

执 笔 人: 邹必昌

审 订 人: 唐桃波

### 一、课程性质

《电力系统继电保护》课程是电气工程及其自动化专业的一门专业选修课, 是一门理论性和实践性都很强的专业课。主要任务: 通过本课程学习, 应使学生深刻地认识到, 电力系统继电保护在保证电力系统的安全稳定运行中所起的重要作用; 使学生掌握电力系统继电保护的基本原理、基本概念、基本实验技能, 毕业后为从事本专业范围内的实际工作奠定基础。

### 二、课程目标

#### (一) 育人目标

从培养学生的辩证思维方式, 爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手, 将育人要素和电力系统继电保护专业知识嵌入到专业教学课堂中, 凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。运用马克思主义哲学的方法论, 引导学生正确做人和做事; 注重在课程教学

中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来，提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力；注重强化学生工程伦理教育，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。让学生成为德才兼备、又红又专、全面发展的人才。

## （二）知识和能力目标

1. 掌握电力系统的运行状态与继电保护的联系，熟悉电网的过电流保护，距离保护的基本原理及保护整定值的计算；熟悉各种继电器的结构，原理及整定值的调整和故障分析；

（支撑毕业要求 4.2）

2. 掌握输电线路纵联保护的概念，基本原理，能读懂并设计相应的保护方案；（支撑毕业要求 3.2）

3. 理解输电线路自动重合闸的意义和使用场合，掌握变压器保护、发电机保护和母线保护的基本配置原则并从经济和社会效益等方面进行合理评价；（支撑毕业要求 6.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 3.2 能够在解决方案的框架下，设计/开发满足方案要求的电气系统，对电气系统中关键器件的选型和参数进行优化和计算。       |
| 课程目标 2 | 4.2 能够根据研究路线设计可行的实验方案，选用或搭建实验平台，设计合理的算法，开展实验，正确地采集实验数据。         |
| 课程目标 3 | 6.2 能客观评价电气设备与电力系统在生产、使用和运行过程中对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任与义务。 |

## 三、基本要求

通过本课程的学习，使学生认识和了解电力系统继电保护的基本概念、基本要求和基本方法，同时，学会分析和计算电力系统中电网保护，变压器保护，发电机保护，母线保护的整定值，掌握各种保护的配置原则，为电力系统的规划设计及运行和可靠性计算分析打好基础。能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线，是一门实用性很强的专业课程。

电力系统继电保护配置可靠性与经济性之间是矛盾的，要掌握根据实际情况合理分析处理电力系统继电保护配置与经济性的矛盾，促进电力系统经济可靠的运行，满足国民经济发展的需要。

实验中主要掌握各种继电器的特性和使用，并能根据需要调整整定值，能够运用继电器设计相应的保护。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容 | 授课学时 | 教学模式 | 对应课程目标 |
|----|------|------|------|--------|
|    |      |      |      |        |

|   |          |   |                         |     |
|---|----------|---|-------------------------|-----|
| 1 | 绪论       | 2 | 课堂授课, 出课后练习 2-3 题, 课堂讨论 | 1   |
| 2 | 电网的电流保护  | 8 | 课堂授课, 课后练习 3 题, 实验      | 1   |
| 3 | 电网的距离保护  | 8 | 课堂授课, 课后练习 3 题,         | 1   |
| 4 | 输电线路纵联保护 | 6 | 课堂授课, 课后练习 3 题,         | 2   |
| 5 | 自动重合闸    | 4 | 课堂授课, 课后练习 3 题,         | 3   |
| 6 | 电力变压器的保护 | 6 | 课堂授课, 课后练习 3 题, 课堂讨论    | 1/3 |
| 7 | 发电机保护    | 4 | 课堂授课, 课后练习 4 题          | 1/3 |
| 8 | 母线保护     | 4 | 课堂授课, 课后练习 2 题          | 3   |

### 第一章绪论

- 1、电力系统的正常运行状态、不正常运行状态和故障状态继电保护的基本要求及它们之间的关系
- 2、继电保护的基本原理及其组成
- 3、对继电保护的基本要求
- 4、继电保护发展简史

本章重点:

重点掌握继电保护的四个基本要求: 选择性, 速动性, 灵敏性, 可靠性

了解继电保护的原理、组成、继电保护技术的发展

能力: 能运用掌握继电保护的四个基本要求对工程中保护设计是否合理做出基本的判断。

### 第二章电网的电流保护

- 1、单侧电源电网相间短路的电流保护
- 2、双侧电源网络相间短路的方向性电流保护
- 3、中性点直接接地电网中接地短路的零序电流及方向保护
- 4、中性点非直接接地电网中单相接地故障保护

本章重点:

掌握三段式电流保护的作用、原理、整定计算原则、保护的接线图

理解电流保护的接线方式及特点

了解功率方向继电器的工作原理

能力: 能够利用电流继电器对配电网进行过电流保护设计。

### 第三章电网的距离保护

- 1、距离保护的基本原理与构成
- 2、阻抗继电器及其动作特性
- 3、阻抗继电器的实现方法
- 4、距离保护的整定计算与对距离保护的评价
- 5、距离保护的振荡闭锁
- 6、故障类型判别和故障选相

本章重点:

理解距离保护的基本原理和阻抗继电器的动作特性

掌握阻抗继电器的接线方式

能力：能够利用阻抗继电器实现电网的距离保护，并根据工程实际需要调整保护整定值。

#### 第四章 输电线路纵联保护

- 1、输电线路的纵联保护的概念
- 2、输电线路纵联保护两侧信息的交换
- 3、方向比较式纵联保护
- 4、纵联电流差动保护

本章重点：

掌握输电线路的纵联动保护的工作原理

了解方向比较式纵联保护

掌握纵联电流差动保护的原理

能力：对纵联保护所需通讯通道能根据保护的可靠性和经济性进行合理配置，能够分析保护中可能出现的失效问题并提出改进措施。

#### 第五章 自动重合闸

- 1、自动重合闸的作用及对它的基本要求输电线路三相一次自动重合闸工作原理
- 2、高压输电线路的单相自动重合闸
- 3、高压输电线路的综合自动重合闸简介

本章重点：

重点掌握单电源三相一次自动重合闸工作原理及继电保护与重合闸的配合

掌握双电源线路采用重合闸的特殊要求和类型

能力：能够根据需要对输电线路配置重合闸装置。

#### 第六章 电力变压器的保护

- 1、电力变压器的故障类型，不正常运行状态及其保护措施
- 2、变压器纵联差动保护
- 3、变压器的励磁涌流及其鉴别方法
- 4、变压器相间短路的后备保护
- 5、变压器接地短路的后备保护
- 6、变压器零序电流的差动保护
- 7、变压器保护配置原则

本章重点：

理解变压器瓦斯保护的工作原理

掌握变压器纵联差动保护的基本原理

了解变压器接地和相间保护的工作原理

了解变压器的零序电流保护

能力：能够根据变压器的容量以及在电网中的作用合理配置变压器的主保护和后备保护。

#### 第七章 发电机保护

- 1、了解发电机的故障类型，不正常运行状态及其相应的保护方式
- 2、发电机定子绕组短路故障的保护
- 3、发电机定子绕组单相接地保护
- 4、发电机的负序电流保护
- 5、发电机的失磁保护
- 6、发电机的失步保护
- 7、发电机励磁回路接地保护

本章重点：

掌握发电机故障类型，不正常运行状态



掌握发电机的主要保护方式

了解发电机失步保护和发电机励磁回路接地保护

能力：能够根据发电机的容量以及重要性合理配置发电机的主保护和后备保护。

## 第八章 母线保护

主要内容：

- 1、 母线故障和装设母线保护基本原则
- 2、 母线差动保护基本原理
- 3、 母线保护的特殊问题及其对策
- 4、 断路器失灵保护简介

本章重点：

掌握母线保护的配置原则

掌握母线差动保护基本原理

了解母线保护的特殊问题及其对策

能力：能针对不同等级的变电站母线设计合理的保护。

## 五、实验与学时分配

### 实验项目与类型

| 序号 | 实验项目             | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|------------------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |                  |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |
| 1  | 电磁型电流继电器和电压继电器实验 | 2  |      | √  |    |    | 1/3    | 3.2/4.2   |
| 2  | 电磁型时间继电器实验       | 2  |      | √  |    |    | 3      | 6.2       |
| 3  | 信号继电器、中间继电器实验    | 2  |      | √  |    |    | 2/3    | 4.2/6.2   |

#### 实验一 电磁型电流继电器和电压继电器实验

##### 1.目的要求

掌握 DL 型电流继电器和 DY 型电压继电器的实际结构，工作原理、基本特性。

掌握动作电流、动作电压参数的整定。

了解继电器返回系数的定义；

##### 2. 实验装置和材料

电力系统继电保护专用实验平台中，DL-20C 电流继电器和 DY-20C 电压继电器，连接导线若干。

#### 实验二电磁型时间继电器实验

##### 1.目的要求

了解 DS-20C 系列时间继电器的实际结构，工作原理，基本特性；

掌握时限的整定和试验调整方法

掌握数字电秒表的使用方法；

##### 2. 实验装置

电力系统继电保护专用实验平台，DS-20C 时间继电器，电秒表，连接导线若干。

#### 实验三 信号继电器、中间继电器实验

##### 1.目的要求

了解中间继电器和信号继电器的实际结构，工作原理、基本特性，掌握对中间继电器的测试和调整方法；

掌握 DX-8 型继电器的工作原理，实际结构，基本特性及工作参数。在试验过程中要注意安全和试验接线。

## 2. 实验装置

电力系统继电保护专用实验平台，DX-8 信号继电器和 DZ30 系列中间继电器，电秒表，连接导线若干。

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科专业课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握继电保护的基本概念、原理和方法，重点掌握电网的过电流保护尤其是三段式过电流保护和距离保护，熟悉高频保护的原理和应用特点，了解变压器保护和发电机保护的配置原则以及自动重合闸的作用与意义。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅视频仿真教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生对高压电气设备理解能力的目的，同时开展作业分析，精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、继电保护学习论坛，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

根据本课程理论联系实际的特点，安排有 6 学时的实验，主要为验证性实验，使学生通过实验亲自动手，进一步加深对继电保护基础理论的理解；继电保护的实验平台还可以做多种综合性实验，有兴趣的学生也可以通过申请做其他实验，通过亲身实践，掌握课程基本知识内容，从而培养学生分析问题与解决问题的思路和方法，提高学生创造能力和适应变化能力。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业，实验课堂问题回答等。

平时成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |

|   |   |   |  |   |
|---|---|---|--|---|
| <p>电网保护当中，要求掌握过电流保护和距离保护的基本原理与构成，特别是三段式电流保护的整定计算原则、保护的接线图；</p> <p>掌握距离中阻抗继电器的实现方法，整定计算以及距离保护的一些特殊问题；</p> <p>输电线路保护中掌握纵联保护的原理与构成，特别理解全线速动的含义，掌握自动重合闸的配置原则和使用场合；</p> <p>熟悉变压器故障类型和继电保护的配置原则，特别是变压器纵差保护的原理与实现方法，掌握发电机故障类型，不正常运行状态，掌握发电机的主要保护方式，了解发电机失步保护和发电机励磁回路接地保护；</p> <p>掌握母线保护的配置原则，掌握母线差动保护基本原理，了解母线保护的特殊问题及其对策。</p> | <p>对电力系统继电保护概念理解透彻，能使用常用继电器及继电保护装置；能够对常用的电磁继电器进行整定值调整，能熟练做出系统各种故障状态下的等值网络并计算相应的短路电流，从而对继电保护的整定值进行整定和调整，能熟练对变压器，发电机，母线等重要设备和线路进行继电保护的合理配置。能够分析继电保护的原理图和绘制继电保护相关图纸；实验动手能力强。</p> | <p>对电力系统继电保护概念理解清晰，能使用常用继电器及继电保护装置；能够对常用的电磁继电器进行整定值调整，能做出系统各种故障状态下的等值网络并对继电保护的整定值进行计算和调整，能对变压器，发电机，母线等重要设备和线路进行继电保护的合理配置。会分析继电保护的原理图和绘制继电保护相关图纸；实验动手能力较强。</p> | <p>对电力系统继电保护概念理解较为清晰，对用常用继电器及继电保护装置较为熟悉；能够对常用的电磁继电器进行整定值调整，基本具备对继电保护的整定值进行计算和调整的能力，能对变压器，发电机，母线等重要设备和线路的主保护进行合理配置。基本能看懂分析继电保护的原理图和绘制继电保护相关图纸；实验动手能力一般。</p> | <p>对电力系统继电保护概念理解不清晰，不会使用常用继电器及继电保护装置，不具备对继电保护的整定值进行计算和调整的能力，对对变压器，发电机，母线等重要设备和线路的继电保护配置分不清主次。不会分析继电保护的原理图或绘制继电保护相关图纸，实验动手能力差。</p> |
|---|---|---|--|---|

期末考试（百分制）开卷，题型包括：填空题、简答题、计算题、综合分析题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求   | 评价标准  |  |   |  | 比例 (%) |
|------|--|---|--|---|--|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)                                    | 良好 (0.7-0.89)                                  | 合格 (0.6-0.69)                                   | 不合格 (0-0.59)                                   |        |
| 目标 1 | <p>掌握继电保护的基本概念，基本要求，掌握过电流保护和距离保护的基本原理与构成，特别是三段式电流保护的整定计算原则、保护的接线图；</p> <p>掌握距离中阻抗继电器的实现方法，整定计算以及距离保护的一些特殊问题；</p> | <p>对电力系统继电保护概念理解透彻，能熟练地对三段式电流保护，距离保护进行整定。</p> | <p>对电力系统继电保护概念理解清晰，较为熟练地对三段式电流保护，距离保护进行整定。</p> | <p>电力系统继电保护概念基本清晰，基本掌握对三段式电流保护，距离保护进行整定的方法。</p> | <p>电力系统继电保护概念不清晰，不能掌握对三段式电流保护，距离保护进行整定的方法。</p> | 50     |

|      |   |   |   |  |  |    |
|------|---|---|---|--|--|----|
| 目标 2 | 熟练运用数学方法对故障状态下的线路, 设备进行短路电流计算, 并合理配置相应的保护如变压器的差动保护等。                | 能够应用数学工具对电力系统故障状态下的各种状况进行计算分析, 并配置相应的保护, 保护设置合理。        | 基本能够应用数学工具对电力系统故障状态下的各种状况进行计算分析, 并配置相应的保护, 保护设置较合理。         | 初步能够应用数学工具对电力系统故障状态下的各种状况进行计算分析, 并配置相应的保护, 保护设置较合理。  | 不能够应用数学工具对电力系统故障状态下的各种状况进行计算分析, 配置保护不能满足继电保护的基本要求。 | 30 |
| 目标 3 | 熟悉主保护, 后备保护的配置原则, 掌握各种保护的使用场合, 对继电保护的逻辑关系非常清楚, 会根据原理图分析继电保护配置方案的优劣。 | 能正确为线路, 设备配置主保护和后备保护, 能根据保护的逻辑关系分析继电保护的可靠性, 会绘制继电保护原理图。 | 基本能正确为线路, 设备配置主保护和后备保护, 基本能根据保护的逻辑关系分析继电保护的可靠性, 会绘制继电保护原理图。 | 初步掌握为线路, 设备配置主保护和后备保护的能力, 基本能看懂保护的逻辑关系初步掌握绘制继电保护原理图。 | 对继电保护的主保护, 后备保护的保护区范围分不清楚, 不会分析继电保护原理中的逻辑关系。       | 20 |

注: 该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为: 考试成绩\*7%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电力系统继电保护》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |   |                                    |                      |       |  |
|---|---|------------------------------------|----------------------|-------|--|
| 课程名称  | 电力系统继电保护  | 课程性质                               | 专业课程, 选修             | 学时学分  | 48/3   |
| 开课学期  |   | 专业班级                               |                      | 考核方式  | 考试, 开卷   |
| 任课教师: 邹必昌   |   |                                    |                      |       |  |
| 评价人员: 邹必昌, 唐桃波, 叶刚                                      |   |                                    |                      |       |  |
| 二、课程目标达成评估  |   |                                    |                      |       |  |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标  | 评价数据源                              |                      |       |  |
|   |   | 评价依据                               | 分值                   | 平均分   | 达成度值 $KM$ 评价方式   |
| 毕业要求 3.1 能够对复杂电气工程问题进行抽象、分解和建模, 设计合理的总体解决方案和各个子问题的解决方案。 | 目标 1: 掌握继电保护的基本概念, 基本要求, 掌握过电流保护和距离保护的基本原理与构成, 特别是三段式电流保护的整定计算原则、保护的接线图; 掌握距离中阻抗继电器的实现方法, 整定计算以及距离保护的一些特殊问题;。 | 期末考试:<br>电力系统继电保护的基本概念、基本方法 (30 分) | T10=30<br>试题构成<br>说明 | T1=22 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.77         |
|   |   | 期末考试:<br>电力系统继电保护选择题 (30 分)        | T20=30<br>试题构成<br>说明 | T2=25 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.84         |
|   |   | 平时作业                               | A10=100              | A1=85 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.803 |

|   |   |                         |                  |       |   |
|---|---|-------------------------|------------------|-------|---|
| 毕业要求 5.3 能够选择和使用先进电子仪器设备或计算机软件工具,搭建实验平台,对复杂电气工程问题进行模拟和测试,并能对测试结果有效性进行判断、对结果反映的问题进行科学地诊断分析,能理解实验环境与实际工程环境之间的差异性. | 目标 2: 熟练运用数学方法对故障状态下的线路,设备进行短路电流计算,并合理配置相应的保护如变压器的差动保护等。              | 期末考试: 电力系统继电保护计算题(30分)  | T30=30<br>试题构成说明 | T3=23 | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.792$ |
|   |   | 平时作业                    | A20=100          | A2=85 |   |
| 业要求 6.2 能客观评价电气设备与电力系统在生产、使用和运行过程中对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任与义务.   | 目标 3: 熟悉主保护,后备保护的配置原则,掌握各种保护的适用场合,对继电保护的逻辑关系非常清楚,会根据原理图分析继电保护配置方案的优劣。 | 期末考试: 电力系统继电保护判断题 (10分) | T40=10<br>试题构成说明 | T4=8  | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A3}{A30} * 0.3 = 0.815$ |
|   |   | 平时作业                    | A30=100          | A3=85 |   |
| 三、课程评价与分析   | 学生对于基本概念掌握较好,整定值计算稍差  |                         |                  |       |   |
| 存在的主要问题   |   |                         |                  |       |   |
| 持续改进方法  | 今后要加强对基本原理和实际应用方面的教学  |                         |                  |       |   |

## 七、教材及教学参考书

教材:

张保会,尹项根编,《电力系统继电保护》 中国电力出版社,2010,第2版

参考教材:

1.Stanley H.Horowitz,Power System Relaying,John Wiley & Sons Ltd,3rd edition,2008

2.詹红霞编,《电力系统继电保护原理与性技术应用》,人民邮电出版社,2015,第1版

3.贺家李,宋从矩,电力系统继电保护原理,第5版,中国电力出版社,2018

## 《微特电机及系统》教学大纲

课程名称: 微特电机及系统 Micromotors and System

课程编码: 1502ZY179

课程类别: 专业基础-选修

学分: 2分

总学时：32学时，其中，理论学时：26学时 实验学时：6学时

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：电机学、电力电子技术、电路、数电、模电、自控原理

执笔人：陈永军

审订人：聂汉平

## 一、课程性质

《微特电机及系统》在工农业生产、国防、航空航天，以及一切自动化领域具有非常广泛的用途，在课程体系上是电机学的延伸与深化，理论性与实践性均较强，是电气工程及其自动化专业的一门重要的专业课。本课程的主要任务是通过讲课、练习和实验使学生掌握电气工程领域中常用微特电机及控制系统的基本结构、基本原理、基本性能和控制系统的设计。

《微特电机及系统》是电气工程及其自动化专业一门重要的专业课。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

培养学生的辩证思维方式，从爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手，把育人要素和微特电机及其控制技术专业知识嵌入到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，利用高性能电机驱动系统实际应用研究学习科技自信及爱国主义情怀，师生互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质和职业道德，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1、掌握微特电机及系统的基本知识，理解微特电机系统的功能，了解微特电机系统发展过程和前沿技术，培养学生发现问题、解决问题的能力；掌握微特电机系统各种类型电机的基本理论和方法，具备电机分析的能力。（支撑毕业要求 1.4）

2、掌握微特电机系统的基本概念和常用控制电机的一般原理，熟悉微特电机的结构、原理与应用，掌握微特电机在不同应用领域的性能参数与指标，具备一般微特电机系统的分析和设计能力。（支撑毕业要求 2.2）

3、能够设计针对微特电机控制工程领域复杂工程问题的解决方案，设计满足用户特定需求的掌握微特电机系统性能分析和系统设计的基本方法，具备一般自动控制系统的初步设计能力，培养学生的实践能力，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。（支撑毕业要求 3.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法，用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护。                                   |
| 课程目标 2 | 2.2 能够应用所学数学、自然科学和工程科学知识，并通过查阅文献资料，能认识到解决此问题有多种方案可选择，分析电气工程领域中复杂工程问题，判断在当前条件下解决该问题的可行性方案。 |
| 课程目标 3 | 3.2 能够在解决方案的框架下，设计/开发满足方案要求的电气系统，对电气系统中关键器件的选型和参数进行优化和计算。                                 |

## 三、基本要求

本课程的教学内容包含绪论、伺服电动机与伺服系统、步进电动机、旋转变压器、永磁无刷直流电机、永磁同步电机六大部分，并按照：基本概念、工作原理、分析方法、工程应用

体系组织教学。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，通过本课程的学习，培养学生

1、理解微电机的基本用途和主要类型。掌握自动化领域对微电机的基本要求，了解微特电机的发展历史，掌握微特电机的主要发展趋势。

2、了解与熟悉常用的微特电机的结构与工作机理，掌握其运行特性与主要控制方法。

3、理解和掌握基本的微特电机驱动电路的工作原理、电路结构、电气性能、波形分析方法和参数计算，并能进行初步的系统设计。

4、具有一定的微特电机及其控制系统建模、仿真和调试的能力。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点、主要教学模式（包括授课、自学、实验、课堂讨论、作业等）。

| 章节 | 教学内容      | 学时 | 思政元素  | 教学模式               | 对应课程目标   |
|----|-----------|----|---|--------------------|----------|
| 1  | 绪论        | 2  | 对微特电机技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情怀和专业认同感,定位自己的社会责任,从而明确本课程学习的目标。  | 课堂授课,课后练习 2 题,课堂讨论 | 课程目标 1   |
| 2  | 伺服电机与伺服系统 | 3  | 从伺服电机与伺服系统的发展历史,了解伺服技术进步对国民经济、国防科技的重要意义,激发学生的爱国情怀,定位自己的社会责任。          | 课堂授课,课后练习 3 题,课堂讨论 | 课程目标 1   |
| 3  | 步进电动机     | 4  | 讲述步进电动机的工作原理、国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战,培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。                | 课堂授课,课后练习 4 题,课堂讨论 | 课程目标 2、3 |
| 4  | 旋转变压器     | 3  | 牢固掌握正余弦旋转变压器的工作原理和工作特性、技术特点、国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战,培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。 | 课堂授课,课后练习 5 题,课堂讨论 | 课程目标 2、3 |
| 5  | 永磁无刷直流电动机 | 6  | 讲述永磁无刷直流电动机及其无位置控制技术,国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战,培养                          | 课堂授课,课后练习 3 题,课堂讨论 | 课程目标 2、3 |

|   |         |   |   |                    |          |
|---|---------|---|---|--------------------|----------|
|   |         |   | 学生家国情怀、职业认同感和责任担当。  |                    |          |
| 6 | 永磁同步电动机 | 6 | 讲述永磁同步电动机及其磁场定向控制技术，国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战，培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。 | 课堂授课，课后练习 3 题，课堂讨论 | 课程目标 2、3 |

## 第一章 绪论

- 1、微特电机的用途和分类
- 2、微特电机的基本要求
- 3、微特电机发展概况和发展趋势
- 4、本课程的学习方法

### 本章重点：

理解微特电机的基本用途和主要类型。掌握自动化领域对微特电机的基本要求，了解微特电机的发展历史，掌握微特机的主要发展趋势。理解本课程的特点和学习方法。

能力：能够根据自动控制系统需求对微电机进行选型和分类，并能根据实际工业控制需求，选择性能优良、性价比高的微特电机。

## 第二章 伺服电动机与伺服系统

- 1、直流伺服电动机
- 2、交流伺服电动机
- 3、数字化交流伺服系统
- 4、伺服电动机应用

### 本章重点：

掌握直流伺服电机的结构分类，理解其工作原理；

掌握交流伺服电机的结构分类，理解其工作原理；

掌握数字化交流伺服系统的结构和控制原理。

能力：能够将伺服系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析伺服控制系统的复杂工程问题。

## 第三章 步进电动机

- 1、步进电动机的结构和工作原理；
- 2、步进电动机的驱动电源；
- 3、步进电动机的应用。

### 本章重点：

掌握步进电动机的结构与工作原理、静态特性和动态特性；

掌握永磁式步进电动机和混合式步进电动机的工作原理和特点；

掌握步进电动机驱动电源的组成，掌握步进电动机的典型驱动方式；

了解步进电动机的应用。

能力：能够结合自动控制系统的性能指标，对步进电动机的驱动器进行设计，解决控制系统的复杂工程问题。



#### 第四章 旋转变压器

- 1、正余弦旋转变压器
- 2、线性旋转变压器
- 3、数字式旋转变压器

本章重点:

掌握正余弦旋转变压器的工作原理和工作特性,理解正余弦变压器负载后输出特性畸变的原因;

掌握线性旋转变压器的构成方法和原理,了解旋转变压器的误差、产生误差的原因以及改进措施;

掌握数字式旋转变压器的构成原理,了解旋转变压器的主要应用。

能力:能够将旋转变压器用于精密角度、位置、速度的检测,特别是高温、严寒、潮湿、高速、高震动等旋转编码器无法正常工作的场合,用于解决特种工况的复杂工程问题。

#### 第五章 永磁无刷直流电动机

- 1、永磁无刷直流电动机的基本结构和工作原理
- 2、永磁无刷直流电动机的运行特性
- 3、永磁无刷直流电动机的控制方法
- 4、专用集成驱动电路介绍

本章重点:

掌握永磁无刷直流电动机的基本结构与工作原理;

掌握其运行特性与控制方法;

掌握常用集成驱动电路的特点。

能力:能够对无刷直流电机进行建模,同时具有解决有位置和无位置两种控制算法实现对其控制的的复杂工程问题。

#### 第六章 永磁同步电动机

- 1、永磁同步电动机的基本结构和工作原理
- 2、永磁同步电动机的运行特性
- 3、永磁同步电动机的控制方法
- 4、专用集成驱动电路介绍

本章重点:

掌握永磁同步电机的结构、工作原理、波形分析、基本电路设计方法;

掌握磁场定向控制模型的工作原理;

掌握使用 DSP 对永磁同步电机控制的方法。

能力:能够将磁场定向控制的基本概念、模型用于永磁同步电机控制的复杂工程问题。

### 五、实验与学时分配

| 序号 | 实验项目 | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |      |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |

|   |                        |   |  |  |   |   |     |         |
|---|------------------------|---|--|--|---|---|-----|---------|
| 1 | 交流伺服电机控制实验（选做）         | 2 |  |  | √ |   | 1、2 | 2.2、1.4 |
| 2 | 三相开关磁阻电机驱动实验（选做）       | 2 |  |  | √ |   | 2、3 | 2.2、3.2 |
| 3 | 三相无刷直流电机控制实验（选做）       | 2 |  |  | √ |   | 1、2 | 2.2、1.4 |
| 4 | 永磁同步电机控制技术实验（必做）       | 2 |  |  | √ |   | 3   | 3.2     |
| 5 | DSP 控制永磁同步电机控制技术实验（必做） | 2 |  |  |   | √ | 3   | 3.2     |

实验项目与类型

### 实验一 交流伺服电机控制实验（选做）

#### 1. 目的要求

掌握交流伺服电机磁场定向控制的工作原理，研究采用增量式编码器和带负载时的工作。

#### 2. 主要实验仪器及材料

PSIM 软件

#### 3. 掌握要点

掌握异步伺服电机磁场定向控制带负载时的工作原理。

#### 4. 实验内容

研究解耦控制的原理，设计速度环和电流环的控制参数；研究负载变化时对电机输出电流的影响分析。

### 实验二 三相开关磁阻电机驱动实验（选做）

#### 1. 目的要求

掌握驱动系统的构成和实现方法，学会位置的解算方法和驱动信号的产生方法。

#### 2. 主要实验仪器及材料

PSIM 软件

#### 3. 掌握要点

掌握控制系统的硬件构成和电机参数的设置，重点掌握位置的解算方法。

#### 4. 实验内容

实现驱动系统的设计与实现方法，研究各个关键信号的波形并对其进行分析。

### 实验三 三相无刷直流电机控制实验（选做）

#### 1. 目的要求

掌握无刷直流电机驱动系统的构成和实现方法，掌握转子位置的检测方法和驱动信号的产生方法。

#### 2. 主要实验仪器及材料

PSIM 软件

#### 3. 掌握要点

掌握无刷直流电机控制系统的硬件构成和电机参数的设置，重点掌握速度环和电流环的设计方法。

#### 4. 实验内容

实现方波驱动无刷直流电机控制系统的设计与实现,研究各个关键信号的波形并对其进行分析;并对控制系统进行加减载实验。

#### 实验四 永磁同步电机控制实验(必做)

##### 1. 目的要求

掌握正弦波驱动永磁同步电机控制系统的数学模型、磁场定向控制的方法,掌握使用旋转变压器对转子位置的检测方法。

##### 2. 主要实验仪器及材料

PSIM 软件

##### 3. 掌握要点

掌握永磁同步电机控制系统的硬件构成和电机参数的设置,重点掌握磁场定向控制的设计方法。

##### 4. 实验内容

实现正弦波驱动永磁同步电机控制系统的算法设计,研究各个关键信号的波形并对其进行分析;并对控制系统进行加减载实验。

#### 实验五 DSP 控制永磁同步电机控制技术实验(必做)

##### 1. 目的要求

掌握永磁同步电机驱动系统的构成和实现方法,掌握使用 TI 公司电机控制套件对永磁同步电机进行控制。

##### 2. 主要实验仪器及材料

PSIM 软件及 TI 电机控制套件

##### 3. 掌握要点

掌握 TI 公司电机控制套件的硬件构成和电机参数的设置,重点掌握电机转速控制算法的设计。

##### 4. 实验内容

搭建基于 TI 公司电机控制套件的硬件平台,使用 PSIM 软件研究各个关键信号的波形并对其进行分析;并对控制系统进行增减速实验。

学时分配:6 学时,其中 4 学时为必做,另外 2 学时从选做实验项目中根据需要选择

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的专业课程。为了提高教学质量,增强学生分析问题和解决问题的能力,本课程的教学采用课堂教学、课后作业、课下仿真实验等相结合的教学方式方法,达到使学生掌握微电机及其系统知识的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导,在这一教学环节,学生以听课为主,并参与讨论,采用多媒体和板书相结合的教学手段,并辅以程序实例演示和教学,以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上,教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生看电路和分析波形的目的,同时开展作业分析、精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课,让学生开阔眼界,共享优质教学资源,培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 课下实验教学

微特电机及其系统是一门实践性很强的课程。为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的动手能力和观察能力。本课程配合理论学习,安排有6学时的实验。实验课要求学生在教师的指导下,能独立完成相关实验,达到预期工程实践能力的培养。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩(百分制),包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
|  | 优秀(0.9-1)   | 良好(0.7-0.89)   | 合格(0.6-0.69)   | 不合格(0-0.59)  |
| 理解微特电机的基本用途和主要类型。掌握自动化领域对微特电机的基本要求,了解微特电机的发展历史,掌握微特电机的主要发展趋势。理解本课程的特点和学习方法。<br>掌握微特电机系统各种类型电机的基本理论和方法,具备电机分析的能力。掌握微特电机系统的基本概念和常用控制电机的一般原理,熟悉微特电机的结构、原理与应用,掌握微特电机在不同应用领域的性能参数与指标,具备一般微特电机系统的分析和设计能力。<br>掌握微特电机系统性能分析和系统设计的基本方法,具备一般自动控制系统的初步设计能力,培养学生的实践能力。 | 各种类型电机的基本理论和方法掌握的十分清晰,微特电机的结构、原理与应用理解的十分透彻。<br>具有非常好的动手能力,能够设计微特电机在不同应用领域的性能参数与指标。<br>能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案,能够在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 各种类型电机的基本理论和方法掌握的比较清晰,微特电机的结构、原理与应用理解的比较透彻。<br>具有较好的动手能力,能够较好地设计微特电机在不同应用领域的性能参数与指标。<br>能够较好地提出电气工程领域复杂工程问题的解决方案,能够在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 各种类型电机的基本理论和方法工作原理基本掌握,微特电机的结构、基本理解。<br>动手能力一般,微特电机选择和使用有少许的指标参数理解错误。<br>能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案但不能在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 各种类型电机的基本理论和方法掌握的比较清晰,微特电机的结构、原理几乎没有掌握。<br>动手能力较差,不能正确选择微电机及其相应的控制器。<br>不能设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案。 |

期末考试(百分制)闭卷,题型包括:选择题、填空题、简答题、分析计算题。

课程期末考试考核内容与评价标准

| 基本要求 | 评价标准      |              |              |             | 比例<br>(%) |
|------|-----------|--------------|--------------|-------------|-----------|
|      | 优秀(0.9-1) | 良好(0.7-0.89) | 合格(0.6-0.69) | 不合格(0-0.59) |           |
|      |           |              |              |             |           |

|     |   |  |   |   |                                    |    |
|-----|---|--|---|---|------------------------------------|----|
| 目标1 | 掌握微特电机及系统的基本知识，理解微特电机系统的功能，了解微特电机系统发展过程和前沿技术，培养学生发现问题、解决问题的能力；掌握微特电机系统各种类型电机的基本理论和方法，具备电机分析的能力。                             | 微特电机及系统的基本知识、微特电机系统的功能、工作原理掌握的十分清晰，微特电机系统各种类型电机的基本理论和方法、工作原理理解的十分透彻。 | 微特电机及系统的基本知识、微特电机系统的功能、工作原理比较清晰，微特电机系统各种类型电机的基本理论和方法、工作原理理解的比较透彻。 | 微特电机及系统的基本知识、微特电机系统的功能、工作原理基本掌握，微特电机系统各种类型电机的基本理论和方法、工作原理基本理解。  | 微特电机及系统的基本知识、微特电机系统的功能、工作原理几乎没有掌握。 | 40 |
| 目标2 | 掌握微特电机系统的基本概念和常用控制电机的一般原理，熟悉微特电机的结构、原理与应用，掌握微特电机在不同应用领域的性能参数与指标，具备一般微特电机系统的分析和设计能力。   | 具有非常好的分析和设计能力，能够正确依据工作需求，给出正确清晰的设计方案。                                | 具有较好的分析和设计能力，能够正确依据工作需求，给出较清晰的设计方案。                               | 有一般的分析和设计能力，微特电机及控制系统能有一定的基本设计能力。                               | 设计能力一般，微特电机选项及控制系统设计使用有少许的错误。      | 46 |
| 目标3 | 能够设计针对微电机控制工程领域复杂工程问题的解决方案，设计满足用户特定需求的掌握微特电机系统性能分析和系统设计的基本方法，具备一般自动控制系统的初步设计能力，培养学生的实践能力，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 能够设计针对微特电机伺服控制系统及其应用领域复杂工程问题的解决方案，能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。  | 基本能设计针对微特电机及系统工程领域复杂工程问题的解决方案，基本能够在设计环节中体现创新意识，等诸方面的因素。           | 能够设计针对微电机设计级控制工程领域复杂工程问题的解决方案但不能在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 不能针对微电机及其控制工程领域复杂工程问题提出解决方案。       | 14 |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《微特电机及系统》课程目标达成评价分析报告

|          |         |      |        |      |      |
|----------|---------|------|--------|------|------|
| 一、课程基本信息 |         |      |        |      |      |
| 课程名称     | 微特电机及系统 | 课程性质 | 专业课，选修 | 学时学分 | 32/2 |

| 开课学期  | 第六个学期  | 专业班级  | 电气工程及其自动化            | 考核方式    | 考试, 开卷   |
|---|--|---|----------------------|---------|--|
| 任课教师:   |  |   |                      |         |  |
| 评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师  |  |   |                      |         |  |
| 二、课程目标达成评估  |  |   |                      |         |  |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源                                       |                      |         |  |
|   |  | 评价依据  | 分值                   | 平均分     | 达成值评价方式  |
| 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法,用于解决微特电机及控制系统的设计、开发、制造和维护。                                   | 掌握微特电机及系统的基本知识,理解微特电机系统的功能,了解微特电机系统发展过程和前沿技术,培养学生发现问题、解决问题的能力;掌握微特电机系统各种类型电机的基本理论和方法,具备电机分析的能力。  | 期末考试:<br>微特电机基本知识、控制电路、控制系统<br>(40分)        | T10=15<br>试题构成<br>说明 | T1=12   | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81               |
|   |  |   | T20=10<br>试题构成<br>说明 | T2=8    | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81               |
|   |  |   | T30=15<br>试题构成<br>说明 | T3=12   | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81               |
|   |  | 平时作业  | A10=100              | A1=85   | $\frac{T1+T2+T3}{T10+T20+T30} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81 |
| 2.2 能够应用所学数学、自然科学和工程科学知识,并通过查阅文献资料,能认识到解决此问题有多种方案可选择,分析电气工程领域中复杂工程问题,判断在当前条件下解决该问题的可行性方案。 | 目标2: 掌握微特电机系统的基本概念和常用控制电机的一般原理,熟悉微特电机的结构、原理与应用,掌握微特电机在不同应用领域的性能参数与指标,具备一般微特电机系统的分析和设计能力。         | 期末考试: 伺服电机、步进电机、无刷直流电机、永磁电机工作原理及分析<br>(46分) | T40=18<br>试题构成<br>说明 | T4=14   | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80               |
|   |  |   | T50=14<br>试题构成<br>说明 | T5=11   | $\frac{T5}{T50} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80               |
|   |  |   | T60=14<br>试题构成<br>说明 | T6=11   | $\frac{T6}{T60} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80               |
|   |  | 平时作业  | A20=100              | A2=85   | $\frac{T4+T5+T6}{T40+T50+T60} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80 |
| 3.2 能够在解决方案的框架下,设计/开发满足方案要求的电气系统,对电气系统中关键器件的选型和参数进行优化和计算。                                 | 目标3: 能够设计针对微电机控制工程领域复杂工程问题的解决方案,设计满足用户特定需求的掌握微特电机系统性能分析和系统设计的基本方法,具备一般自动控制系统的初步设计能力,培养学生的实践能力,并能 | 期末考试<br>(14分)                               | T70=14<br>试题构成<br>说明 | T7=11   | $\frac{T7}{T70} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80               |
|   |  |   | 平时作业                 | A30=100 | A3=85  |

|           |                                  |  |  |  |
|-----------|----------------------------------|--|--|--|
|           | 够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 |  |  |  |
| 三、课程评价与分析 |                                  |  |  |  |
| 存在的主要问题   |                                  |  |  |  |
| 持续改进方法    |                                  |  |  |  |

## 八、教材和参考书

1. 程明主编，《微特电机及系统》，第3版，中国电力出版社，2020
2. 杨渝钦主编，《控制电机》，第5版，机械工业出版社，2019
3. 陈隆昌主编，《控制电机》，第4版，西安电子科技大学出版社，2018
4. 王晓明主编，《电动机的单片机控制》，第3版，北京航空航天大学出版社，2019

## 《计算机控制技术》教学大纲

课程名称：计算机控制技术 (Computer Controlled Systems)

课程编号：1502ZY023

课程类别：专业基础-选修

学分：2.5分

总学时 40 学时，其中，理论学时：32 学时；实验学时：8 学时

适用专业：自动化专业、电气工程及其自动化专业

先修课程：电路分析基础、模拟电子技术、数字电子技术、感测技术、单片机原理及嵌入式系统、自动控制理论

执笔人：肖红翼

审订人：翁惠辉

### 一、课程性质

《计算机控制技术》是自动化与电气自动化选修的一门专业核心课。

本课程是自动化、电气工程及其自动化专业的一门专业选修课。通过本课程的学习，使学生掌握计算机控制系统的基本设计方法。使学生从系统的角度对实践中的控制问题提出理论上的依据及实现的方案。学生在修完单片微机原理及应用的基础上，掌握输入输出接口电路设计方法；进而学习将生产现场各种物理量引入计算机中的方法，为实现计算机对生产现场的检测、控制提供必要的硬件基础；在经典控制理论的指导下，针对不同被控对象和系统性能指标要求，研究数字控制器的一般设计方法；结合控制理论发展的新动向，介绍新型控制策略的设计与实现；通过学习典型计算机控制系统设计举例，培养学生的计算机控制系统设计能力。

### 二、课程目标

#### (一) 育人目标

从培养学生的辩证思维方式，爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手，将育人要素和测控系统原理与设计专业知识嵌入到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维。培养学生思辩的能力，动手动脑解决问题的能力。

## （二）知识和能力目标

1、掌握计算机控制技术的基本概念，掌握计算机控制系统原理与设计的主要性能指标、基本原理、基本技术和基本分析方法，能够应用于计算机控制技术所学解决设计实际工程问题（毕业要求 1.4）；

2、掌握计算机控制技术原理与设计的组成和离散控制系统的原理，以及各主要组成部分的功能和实现方法；具有实际计算机对控制系统进行理论上的分析与数学建模的能力、对控制方案分析、比较的能力（毕业要求 2.2）；

3、能够根据实验要求开展实验，观察实验现象，分析实验结果；能够针对计算机控制系统原理与设计工程问题进行系统建模分析和实验系统设计，并对实验数据进行分析，得出有效结论（毕业要求 4.1）。

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标      | 毕业要求指标点   |
|-----------|---|
| 课程目标<br>1 | 1.3 应用计算机控制技术中的原理解决控制系统中控制算法，并对控制算法进行选择、比较及方法实现，建立的数学模型和原理方程进行推演，设计计算机接口电路，实现数据的采集及控制，根据不同类型的控制对象设计执行机构的方案。 |
| 课程目标<br>2 | 2.2 能够应用所学数学、自然科学和工程科学知识，并通过查阅文献资料，能认识到解决此问题有多种方案可选择，分析计算机控制系统领域中复杂工程问题，判断在当前条件下解决该问题的可行性方案。                |
| 课程目标<br>3 | 3.2 能够在解决方案的框架下，设计/开发满足方案要求的检测与控制系统，对系统中算法及关键参数进行优化和计算。   |

## 三、基本要求

本课程的教学是以现代测控系统原理与设计为背景、以计算机控制技术为主线，讲述计算机控制技术的基本原理、基本技术和设计性能的分析方法，使学生从系统的角度对实践中的控制问题提出理论上的依据及实现的方案。本课程主要内容包括绪论、过程输入输出通道接口技术、数字控制器的连续设计方法、数字 PID 控制器设计、数字控制器的离散设计方法、数字控制器的计算机实现及量化误差分析、计算机控制系统应用实例等章节。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，掌握计算机控制系统原理与设计的主要技术指标、基本概念、基本原理、基本分析方法。



计算机控制技术在控制方法及接口技术等讲述中,注意培养学生综合运用所学知识的能力,掌握控制系统中原理与设计中的设计方法(如数字PID算法的原理及实现方法,并达到学生根据原理,自己能够推出他们未学过的新算法,比如微分先行PID控制算法等)。能够对实践中的控制系统的问题进行推理和分析。

在实验中,应结合实际问题进行原理上的分析,并根据设计性能指标需求,能够设计实验,并对实验结果进行评价。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容,课时安排,融入思政元素,并说明教学重点、主要教学模式(包括授课、自学、实验、课堂讨论、作业等)。

| 章节 | 教学内容         | 学时 | 思政元素  | 教学模式             | 对应课程目标 |
|----|--------------|----|---|------------------|--------|
| 1  | 计算机控制技术概述    | 2  | 可对国内外计算机控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情怀和专业认同感,定位自己的社会责任,从而明确本课程学习的目标。主要包括计算机控制技术的一般概念、计算机控制系统的组成、计算机控制系统的分类                                 | 课堂授课,课后练习1题      | 1      |
| 2  | 过程输入输出通道接口技术 | 4  | 掌握模拟量和数字量的通道接口技术,主要内容包括计算机对外围通道的控制、模拟量输入输出通道设计、数字量输入输出通道设计、通道的抗干扰问题等。   | 课堂授课,课堂讨论、课后练习2题 | 1      |
| 3  | 数字控制器的连续设计方法 | 2  | 引导学生分析了连续设计的步骤、掌握连续设计的方法。主要内容包括使用连续设计方法的条件、连续化设计步骤、D(S)的离散化方法、各种离散化方法的比较。   | 课堂授课,课堂讨论、课后练习2题 | 1      |
| 4  | 数字PID控制器设计   | 8  | 主要讲述数字PID控制算法、数字PID控制器的参数选择,本章节是控制方法讲授中的重点内容,因为PID控制方法是应用最为广泛的控制方法,其主要内容包括连续系统PID控制、数字PID控制、数字PID的改进算法、数字PID控制器参数选择、常用的PID控制系统。                 | 课堂授课,课堂讨论、课后练习4题 | 1      |
| 5  | 数字控制器的离散设计方法 | 8  | 本章节是直接控制系统控制方法设计中的重点,在讲述过程中引导学生通过直接控制系统的原理及设计要求推导出一些经典的控制方法,增强学生的动手动脑能力的培养,了解复杂控制系统设计方法。主要内容包括直接控制系统基本原理、最少拍随动系统设计、最少拍无纹随动系统设计、大林控制算法、复杂控制系统设计。 | 课堂授课,课堂讨论、课后练习4题 | 1      |
| 6  | 数字控制器的计算机实现及 | 6  | 让学生了解数字控制器的误差产生的类型及原因、掌握量化误差数字控制器的实现。   | 课堂授课,课堂讨论、课后     | 1      |

|   |             |   |  |                |   |
|---|-------------|---|--|----------------|---|
|   | 量化误差分析      |   | 主要内容包括三种量化误差、输出信号量化误差、死区和极限环、数字控制器实现的其他问题。   | 练习 2 题.        |   |
| 7 | 计算机控制系统应用实例 | 2 | 引导学生建立“发现问题—系统简化—原理分析—问题求解—系统设计”这一测控系统设计的基本思想;主要包括包括两个具体的例子: 计算机温度控制系统; 磁盘驱动器的伺服控制系统。其中都要用到讲课中所学的 PID 控制方法及电路设计中的接口技术。 | 课堂授课, 课堂讨论、思考题 | 1 |

## 第一章 计算机控制技术概述

主要内容:

1. 计算机控制系统的一般概念
2. 计算机控制系统的组成
3. 计算机控制系统的分类

基本要求:

- 了解计算机控制系统的基本概念
- 掌握计算机控制系统的组成

学时要求: 2 学时

## 第二章 过程输入输出通道接口技术

主要内容:

1. 计算机对外围通道的控制
2. 模拟量输入输出通道
3. 数字量输入输出通道
4. 通道的抗干扰问题

基本要求:

- 掌握模拟量和数字量的通道技术

学时要求: 4 学时

## 第三章 数字控制器的连续设计方法

主要内容:

1. 使用连续设计方法的条件。
2. 连续化设计步骤
3.  $D(S)$  的离散化方法。
4. 各种离散化方法的比较。

基本要求:

- 了解连续设计的步骤
- 掌握连续设计的方法

学时要求: 2 学时

## 第四章 数字 PID 控制器设计

主要内容:

1. 数字 PID 控制。
2. 数字 PID 的改进算法。
3. 数字 PID 控制器参数选择。
4. 常用的 PID 控制系统

基本要求:

- 理解数字 PID 控制算法
- 掌握数字 PID 控制器的参数选择

学时要求：8 学时

### 第五章 数字控制器的离散设计方法

主要内容：

1. 最少拍随动系统设计
2. 最少拍无纹随动系统设计
3. 大林控制算法
4. 复杂控制系统设计

基本要求：

了解复杂控制系统设计方法  
掌握理解最少拍和大林算法

学时要求：8 学时

### 第六章 数字控制器的计算机实现及量化误差分析

主要内容：

1. 数字控制器的实现，
2. 三种量化误差；
3. 输出信号量化误差，
4. 死区和极限环，
5. 数字控制器实现的其他问题

基本要求：

了解数字控制器的实现  
掌握量化误差

学时要求：6 学时

### 第八章 计算机控制技术应用实例

主要内容：

1. 计算机温度控制系统；磁盘驱动器的伺服控制系统

基本要求：

理解控制系统的实际运行

学时要求：2 学时

## 五、实验内容与学时分配

- 1、过程通道及数据采集处理（包括输入输出通道、数据保持及采样、数字滤波）  
（2 学时）
- 2、开环控制系统（包括步进及直流电机调速）  
（2 学时）
- 3、数字 PID 调节  
（4 学时）

## 六、教学方法

本课程以“以学生为主体、以教师为主导”为教学理念。为了提高教学质量，增强学生的动手能力和综合分析能力，采用理论教学、课堂提问、课后习题的教学方法，达到使学生掌握测控系统原理与设计的基本理论、基础知识和分析方法的教学目标。

### 1. 课堂教学

采用多媒体课件和板书相结合的方式，穿插使用提问、回答、启发、互动等方法，课堂教学以讲授为主，注重培养学生运用知识的实际能力和创新意识。引导、激励学生的学习积

极性和自主性，多举一些生活中常见的测控系统实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对课程学习产生兴趣。授课过程中采用学生课前自学、课堂讨论、教师总结、课后答疑的双向教学方式。

在讲课过程中争取做到每一个控制系统数学原理的分析都有 MATLAB 仿真，每一个接口电路的设计都有实际的方案及 Protuse 仿真，每一个控制系统的控制算法都有理论分析（MATLAB 仿真）、Protuse 仿真及计算机 C 语言的程序来实现。这样对学生有一个直观的对理论及实践的认识，并使其明白所有的计算机控制技术的方法都非纸上谈兵，都会在解决实际中的控制问题时起到不可替代的作用。同时详实的例子也有利用学生在课后进行验证及研究。

## 2. 课堂提问、课后习题

作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效的手段。为了达到能让学生不仅吸收所学知识，并且将知识融会贯通、学以致用，课堂上教师采取引导性的提问，培养学生的思维能力和创新能力；布置作业时，从基础知识出发，引发学生思考，扩展学生思维。让学生在独立完成作业的过程中，使学生进一步理解和巩固课程所学的基本概念、基本理论和方法。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核由平时成绩、期末考试两个部分进行成绩评定。

平时成绩（百分制），包括课堂测验、作业等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准  |   |                                    |                                 |
|--|---|---|------------------------------------|---------------------------------|
|  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)                      | 不合格 (0-0.59)                    |
| 掌握计算机控制技术原理与设计的基本概念，掌握计算机控制系统接口电路的设计的主要性能指标、基本原理、基本技术和基本分析方法；掌握计算机控制系统中的控制算法的原理及设计、实现方法。 | 概念清晰，分析得当。方案能够解决问题，思路清晰，计算正确。独立完成作业，书写工整、清晰，符号、单位等符合规范。 | 主要概念清晰，但部分分析有误。方案主要思路、过程和计算过程正确。独立完成作业，书写清晰，主要符号、单位等符合规范。 | 基本概念基本清晰。尚能制定方案。极小部分抄袭，符号、单位等基本规范。 | 基本概念未掌握。不能制定方案。大部分抄袭或者作业不完整或未交。 |

期末考试成绩：70%，考试方式为开卷，题型包括：基础单选题、基础填空题、基础叙述问答题、基础计算题、应用题、设计分析题。

课程考试考核内容与要求

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              | 比例 (%) |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|--------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |        |
|      |            |               |               |              |        |

|     |  |  |  |  |  |    |
|-----|--|--|--|--|--|----|
| 目标1 | 掌握计算机控制技术原理与设计的基本概念,掌握计算机控制系统原理中的接口电路设计、离散控制系统理论、计算机数字程序控制技术。            | 计算机控制技术基本概念回答、判断问题正确,计算机控制系统的基本原理、基本分析方法正确,语言简练。图形规范。    | 计算机控制技术基本概念回答、判断问题正确,计算机控制系统的基本原理、基本分析方法正确,语言简练。图形规范。    | 计算机控制技术基本概念回答、判断问题正确,计算机控制系统的基本原理、基本分析方法正确,语言简练。图形规范。    | 计算机控制技术基本概念回答、判断问题正确,计算机控制系统的基本原理、基本分析方法正确,语言简练。图形规范。    | 60 |
| 目标2 | 掌握计算机控制技术中的直接控制算法,如最小拍算法、大林算法、施密斯算法,数字PID算法及其实现。掌握数字电路中的抗干扰措施以及信号的执行的应用。 | 应用计算机控制技术的工作原理、基本分析方法分析实际控制系统的算法及接口电路及执行机构等的电路及算法的计算机实现。 | 应用计算机控制技术的工作原理、基本分析方法分析实际控制系统的算法及接口电路及执行机构等的电路及算法的计算机实现。 | 应用计算机控制技术的工作原理、基本分析方法分析实际控制系统的算法及接口电路及执行机构等的电路及算法的计算机实现。 | 应用计算机控制技术的工作原理、基本分析方法分析实际控制系统的算法及接口电路及执行机构等的电路及算法的计算机实现。 | 40 |

注:该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为:考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《计算机控制技术》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |   |                                       |                  |       |  |
|--|---|---------------------------------------|------------------|-------|--|
| 课程名称   | 计算机控制技术   | 课程性质                                  | 专业基础,选修          | 学时学分  | 40   |
| 开课学期   |   | 专业班级                                  |                  | 考核方式  | 考试,开卷  |
| 任课教师:  |   |                                       |                  |       |  |
| 评价人员:课程组长,命题教师,阅卷教师  |   |                                       |                  |       |  |
| 二、课程目标达成评估   |   |                                       |                  |       |  |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源                                 |                  |       |  |
|  |   | 评价依据                                  | 分值               | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式                                      |
| 毕业要求2.2 对所建立的计算机控制技术原理与接口电路设计的方法有充分的掌握。对控制系统的数学模型和原理方程进行推演,并提出相应的控制算法。                 | 目标1:掌握计算控制技术的概念,掌握计算控制技术主要性能指标、基本原理、基本技术和基本分析方法,能够应用于解决实际的控制系统的原理与算法及接口方案的设计。 | 期末考试:计算机控制技术的基本知识(60分)                | T10=60<br>试题构成说明 | T1=42 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3 = 0.74$ |
|  |   | 平时作业                                  | A10=100          | A1=84 |  |
| 毕业要求2.2 能够应用所学数学、自然科学和工程科学知识,并通过查阅文献资料,能认识到解决此问题有多种方案可选择,分析计算机控制中复杂的工程问题,判断在当前条件下解决该问题 | 目标2:掌握计算控制技术的组成和工作原理,以及各主要组成部分的功能和实现方法;具有实际对控制系统设计数学模型、分析、并提出控制算法及相应接口及电路设计的  | 期末考试:计算机控制技术的接口电路分析及设计,控制算法设计及实现(40分) | T20=40<br>试题构成说明 | T2=32 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.81$ |
|  |   | 平时作业                                  | A20=100          | A2=84 |  |

|               |                    |  |  |  |
|---------------|--------------------|--|--|--|
| 的可行性方案、及控制算法。 | 能力 提出控制系统算法并实现的能力。 |  |  |  |
| 三、课程评价与分析     |                    |  |  |  |
| 考核结果总结        |                    |  |  |  |
| 持续改进方法        |                    |  |  |  |

## 八、教学参考书

1. 施保华等，《计算机控制技术》，华中科技大学出版社，2007年
2. 王慧，《计算机控制系统》，化学工业出版社，2002年
3. 王锦标，《计算机控制系统》，清华大学出版社，2003年
4. 孙传友，《测控电路及装置》，北京航空航天大学出版社，2002年

## 《电子工艺实习》教学大纲

课程名称：电子工艺实习 (Electronic Process Practice)

课程编号：1501SJ032

课程类别：工程实践-必修

学分：2分

周数：2周

总学时：20学时

适用专业：电子信息类专业、电气类专业

先修课程：大学物理 (B)、大学物理实验 (B)、电路分析

执笔人：余仕求

审订人：王昌杰

### 一、课程性质

本课程是电路分析课程学习之后电子技术实验之前的一个基础实践环节，是理论联系实际的桥梁。通过电子工艺实习，学生掌握常用电子仪器功能与操作方法，学会手工焊接工艺，掌握电路软件仿真、PCB设计的基本方法；学习常用电子仪器在基本电工电子技术实验测量方法，为后续电工电子技术实验打下良好的基础。

### 二、课程目标

- 1、掌握常用电子仪器操作方法；学会基本电工电子实验方法；具有正确连接简单电子线路并用实验仪器测量信号波形及参数的能力，具备利用计算机及互联网技术了解先进电气设备应用及相关新技术，为以后解决电子信息领域复杂工程问题打下基础。（毕业要求 5.1）。
- 2、基本掌握电路仿真软件使用方法；初步了解 PCB 线路板设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成；能够初步使用 EDA 开发工具对电子电路进行仿真和实验，并理解其局限性。（毕业要求 11.2）。

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 5.1 了解本专业主要资料来源及获取方法，能够利用计算机及互联网技术检索本专业文献及资料。                         |
| 课程目标 2 | 11.2 了解电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；并能在多学 |

|  |  |
|--|--|
|  | 科环境下，在电气类相关产品设计研发解决方案的过程中，运用工程管理与经济决策方法。 |
|--|--|

### 三、基本要求

#### 1、能力要求

掌握常用仪器设备操作方法，熟悉常用电子器件特性及测试方法；掌握手工焊接工艺；了解电路仿真软件操作方法及电子线路 PCB 板的设计过程；基本掌握电子线路连接、测量及数据处理能力。

#### 2、思政要求

(1) 用电安全教育：进行安全用电教育，加强安全用电意识，提高预防触电能力，树立人民生命财产安全至上的思想。

(2) 求真求实科学思想：在实验实习等活动中，始终坚持实事求是的态度和精神，不弄虚作假，加强诚信意识。

(3) 团结协作精神：在实习中，加强团结协作，互帮互助，培养集体主义精神和团队合作意识。

### 四、实习内容及任务要求

#### 1、数字万用表与常用电子元器件

##### (1) 实习目的

a) 了解万用表的结构、特性、使用方法；

b) 了解电阻、电位器、电容、电感、二极管、三极管等常用电子元器件的符号、种类、参数、标注方法、性能及使用常识。

##### (2) 实习内容

用数字万用表测量电路参数和测试常用电子元器件。

##### (3) 实习仪器与材料

实习仪器：模拟实验箱，数字万用表。

#### 2、数字示波器（包括稳压电源、函数发生器）

##### (1) 实习目的

a) 掌握数字示波器（稳压电源、函数发生器）的作用、组成、工作原理及操作方法；

b) 掌握数字示波器测量信号大小、周期和相位的方法；

c) 掌握数字示波器自动测量、光标测量、存储等测量方法。

##### (2) 实习内容

a) 数字示波器探头校准；

b) 数字示波器测量函数信号发生器输出信号参数及方法；

c) 数字示波器观察 RC 移相电路输入输出波形，测量其相位差。

##### (3) 实习仪器与材料

实习仪器：数字示波器，直流稳压电源，函数信号发生器，模拟实验箱，数字万用表。

#### 3、Proteus 仿真软件使用初步

##### (1) 实习目的

a) 熟悉 Proteus 基本操作方法；

- b) 学会编辑基本电路图;
  - c) 学会虚拟仪器仪表的使用;
  - d) 了解基本的电路仿真与分析方法。
- (2) 实习内容
- a) 设计制作RC移相电路图, 使用虚拟示波器观测输入输出, 测量其相位差;
  - b) 用Proteus软件分析电路特性。
- (3) 实习仪器与材料
- 实习仪器: 计算机, Proteus 仿真软件。

#### 4、Protel EDA 软件使用初步

- (1) 实习目的
- a) 熟悉 Protel 基本操作方法;
  - b) 学会编辑基本电路图;
  - c) 了解Protel布线印制板功能。
- (2) 实习内容
- a) 使用Protel设计电路图原理图;
  - b) 使用 Protel 设计制作 PCB 制板图;
- (3) 实习仪器与材料
- 实习仪器: 计算机, *Protel EDA 软件*。

#### 5、手工焊接工艺

- (1) 实习目的
- a) 了解手工焊接的条件及焊接步骤;
  - b) 练习及掌握手工焊接技术。
- (2) 实习内容
- a) 手工焊接工艺及准备工作介绍;
  - b) 观摩PCB板制作工艺流程;
  - c) 手工焊接练习。
- (3) 实习仪器与材料
- a) 实习仪器: 电烙铁, 数字万用表。
  - b) 实习材料: 电子元件若干、焊锡、松香、工具、PCB 电路板。

#### 6、线路板套件焊接与测试

- (1) 实习目的
- a) 掌握常用电子元器件的测试方法;
  - b) 了解电路板类型与焊接元件的安装方法。
- (2) 实习内容
- a) 清点元器件数量及规格型号;
  - b) 测量元器件参数及好坏;
  - c) 按先后顺序焊接元器件;
  - d) 调试电路。
- (3) 实习仪器与材料
- a) 实习仪器: 电烙铁, 数字万用表, 直流稳压电源;



b) 实习材料：电子套件（见清单）、焊锡、松香、工具、PCB电路板。

## 五、实习内容与学时安排

| 序号 | 教学内容  | 时间分配<br>两周（课内 20 学时） | 对应课程目标    |
|----|---|----------------------|-----------|
| 1  | 了解常用电子元件参数与特性，学会使用万用电表测量其好坏和参数              | 4 学时                 | 1         |
| 2  | 掌握数字示波器、稳压电源、函数发生器等仪器操作方法，学会基本电子线路搭建及参数测量方法 | 4 学时                 | 1         |
| 3  | 基本掌握电路仿真软件 proteus 操作方法，了解电路仿真及分析方法         | 2 学时（课外 6 学时）        | 2         |
| 4  | 基本掌握 protel 软件操作方法，学会用其绘制电路图，制作 PCB 电路板的过程  | 2 学时（课外 6 学时）        | 2         |
| 5  | 了解锡焊条件，掌握手工焊接工艺，了解 PCB 板制作方法与检测方法           | 4 学时                 | 2         |
| 6  | 了解线路板套件焊接步骤及方法，学会线路板套件测试方法。                 | 4 学时                 | 2         |
| 7  | 撰写报告  | 学生按要求撰写实习报告          | 课外<br>1/2 |

## 六、教学方法

本课程以实际操作为主，结合视频演示及讲解，使学生了解仪器设备的基本功能及工作特性，增强学生仪器操作使用的能力。

### 1、课堂教学

根据本课程理论联系实际的特点，授课过程采用学生课前预习、课堂讨论、教师辅导的双向教学方式。课堂采用视频及多媒体课件、板书和实验演示相结合的方式，穿插使用提问、回答、启发、互动等方法简单介绍实习的基本原理和方法，课堂教学以学生实践操作为主。

学生通过亲自动手实习，加深对电子工艺基础知识的理解；学会常用电子仪器和 EDA 软件的使用操作；了解 PCB 设计方法，学会焊接电子套件及电路板调试。

### 2、实习报告

学生在撰写实习报告的过程中，加深理解电子工艺实习中的知识、方法及技能；归纳实习内容，总结实习体会，提高实习效果。

报告格式如下：

封面：课题名称；专业和年级；学生姓名；指导教师。

报告的主要内容：

- (1) 实习内容概括；
- (2) 测量数据、误差处理；
- (3) 回答有关问题；
- (4) 心得体会及建议；

## 七、考核与评价方式及标准

### 1、考核标准与成绩评定

课程通过实习过程和实习报告考核来评价学生的学习效果。

过程考核（百分制）包括实践过程中仪器设备使用与实习操作、应用软件操作、电路板焊接制作、调试等完成情况。

### 过程考核评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 学会使用万用电表测量各种常用电子元件参数；掌握常用电子仪器操作方法并能使用其完成基本的电工电子实验测量；了解proteus软件的基本功能，能用其对简单电路进行仿真；了解protel软件的基本功能，学会用其绘制电路图，并制作PCB电路板；了解焊接工艺、掌握焊接技巧；测量元件参数，按要求将元件焊接至电路板上，并调试电路。 | 了解各种常用电子元件类型，并能用万用表熟练测量其参数和好坏。能正确使用常用电子仪器，并掌握电工电子实验测量方法，能排查一些简单电路故障。对proteus软件的基本功能比较了解，仿真操作快速熟练。对protel软件的基本功能比较了解，绘图、制版操作快速熟练。了解焊接工艺，焊接简单元件快速熟练，焊点无气孔、裂纹、咬边、虚焊等情况。能熟练按照参数把各种元件焊接至电路板，外观符合要求，经简单调试后电路能正常工作。 | 了解大部分常用电子元件类型，并能用万用表较快地测量其参数和好坏。能正确使用常用电子仪器，并掌握电工电子实验测量方法。对proteus软件的基本功能基本了解，仿真操作能够顺利完成。对protel软件的基本功能基本了解，绘图、制版操作能够顺利完成。了解焊接工艺，焊接简单元件较为熟练，焊点基本无气孔、裂纹、咬边、虚焊等情况。能按照参数把各种元件焊接至电路板，经多次调试后电路能正常工作。 | 了解大部分常用电子元件类型，并能用万用表测量其参数。能正确使用常用电子仪器大部分功能，基本掌握电工电子实验测量方法。对proteus软件的基本功能基本了解，仿真操作能够在指导老师和同学帮助下基本完成。对protel软件的基本功能基本了解，绘图、制版操作能够在指导老师和同学帮助下基本完成。了解焊接工艺，能焊接简单元件，焊点有一些气孔、裂纹、咬边、虚焊等情况。能按照参数把各种元件焊接至电路板，经多次调试能实现电路部分功能。 | 对大部分常用电子元件类型不了解，不会使用万用表测量。无法使用常用电子仪器，无法掌握电工电子实验测量方法。对proteus软件的基本功能不了解，仿真不成功。对protel软件的基本功能不了解，绘图、制版操作未完成。未掌握焊接工艺，焊接简单元件焊点出现大量气孔、裂纹、咬边、虚焊等情况。未能按照参数要求把各种元件焊接至电路板，经多次调试仍无法实现电路部分功能。 |

报告考核（百分制）为撰写实习报告，内容包括实习内容概括、测量数据、误差处理、回答问题、实习总结与体会等。

### 报告考核评价标准

| 基本要求                               | 评价标准  |  |  |  |
|------------------------------------|---|--|--|--|
|                                    | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)                                | 合格 (0.6-0.69)                              | 不合格 (0-0.59)                                 |
| 报告格式正确；内容全面、完整；图、表、波形等符合规范要求，字迹工整。 | 报告格式正确；内容全面、完整，层次清晰。对测量数据及误差进行合理分析进行与处理。图、表、波形等符合规范要求，字迹工整。 | 报告格式正确；内容较全面、完整，层次较清晰。图、表、波形等基本符合规范要求，字迹较工整。 | 报告格式基本正确；内容不够全面、完整，图、表、波形等部分符合规范要求，字迹不够工整。 | 报告格式基本正确；内容不全面、完整，层次不清。图、表、波形等不符合规范要求，字迹不工整。 |

成绩评定为：过程考核成绩\*70%+报告成绩\*30%。

## 2、课程目标达成度评价

| 一、课程基本信息  |  |              |         |       |  |
|---|--|--------------|---------|-------|--|
| 课程名称  | 电子工艺实习   | 课程性质         | 工程实践-必修 | 学时学分  | 2周/2学分   |
| 开课学期  |  | 专业班级         |         | 考核方式  | 过程+报告  |
| 任课教师:   |  |              |         |       |  |
| 评价人员: 课程组长, 任课教师  |  |              |         |       |  |
| 二、课程目标达成评估  |  |              |         |       |  |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源        |         |       |  |
|   |  | 评价依据         | 分值      | 平均分   | 达成度值   |
| 毕业要求 5.1 掌握电子信息相关技术资源与现代工具的使用原理和方法, 在解决复杂电子信息问题的过程中, 能有效选择与恰当使用现代工具, 并理解其局限性。 | 目标 1: 掌握常用电子仪器操作方法; 学会基本电工电子实验方法; 培养实验观察和分析问题的基本能力, 为以后解决电子信息领域复杂工程问题打下基础。       | 过程考核: 实习项目 1 | T10=100 | T1=80 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} \times 0.7 + \frac{A1}{A10} \times 0.3 = 0.798$               |
|   |  | 过程考核: 实习项目 2 | T20=100 | T2=75 |  |
|   |  | 报告考核         | A10=100 | A1=85 |  |
|   | 目标 2: 基本掌握电路仿真软件使用方法; 初步了解 PCB 设计与制作方法与过程; 能够初步使用 EDA 开发工具对电子电路进行仿真和实验, 并理解其局限性。 | 过程考核: 实习项目 3 | T30=100 | T3=80 | $\frac{T3+T4+T5+T6}{T30+T40+T50+T60} \times 0.7 + \frac{A1}{A10} \times 0.3 = 0.833$ |
|   |  | 过程考核: 实习项目 4 | T40=100 | T4=90 |  |
|   |  | 过程考核: 实习项目 5 | T50=100 | T5=80 |  |
| 过程考核: 实习项目 6  | T60=100  | T6=80        |         |       |  |
| 报告考核  | A10=100  | A1=85        |         |       |  |
| 四、课程评价与分析   |  |              |         |       |  |
| 考核结果总结  |  |              |         |       |  |
| 持续改进方法  |  |              |         |       |  |

## 八、教学参考书

- [1]余仕求、李锐主编。电工电子实习教程（第二版）[M]。  
 [2]周润景主编。PROTEUS 入门实用教程（第二版）[M]，机械工业出版社，2019 年。  
 [3]电工电子实验中心自制。常用电子仪器使用操作视频，电工电子实验中心，2008 年。

## 《电路实验》教学大纲

实验名称: 电路实验 (Circuit Analysis Experiments)

课程编号: 1501XK0

课程类别: 工程实践-必修

学时: 16学时

学分: 1

适用专业: 电气工程及其自动化

先修课程: 大学物理 (B)、大学物理实验 (B)、电路分析

执笔人: 蔡卫菊

审订人：刘焰

## 一、课程性质

《电路实验》是电气类专业本科生的一门专业基础课程，是《电路分析》课程的重要实践环节。课程的主要任务是学习常用电工测量仪表的基本原理和使用方法，掌握基本电工测试技术。通过实验使学生进一步理解电路分析的基本原理和方法，培养学生的工程实践能力，提高学生现代电子仪器设备应用、电路的安装、调试和测试电路的技能，提高学生的实验技能和分析处理实际问题的能力。了解电路和测量仪器的发展历程，树立民族自信心和家国使命感；引导学生在实践过程中采用科学态度和辩证思维分析电路性能指标优劣问题；独立安装和测试电路，培养学生规范的工程意识，建立工匠精神，学习仪器设备使用规范，建立健康的社会意识。

## 二、课程目标

### 1.价值目标

(1) 了解电路和测量仪器的发展历程，树立民族自信心和家国使命感；

(2) 通过对电路的电压、电流、频率等技术参数的测量、结果分析，引导学生在实践过程中树立良好的诚实守信作风，培养学生采用科学态度和辩证思维分析电路性能指标优劣问题；

(3) 独立安装和测试电路，培养学生规范的工程意识，建立工匠精神学习仪器设备使用规范，建立健康的社会意识。

### 2.知识和能力目标

了解常用电路元件网络信息资源的查询与使用方法，掌握常用现代电子仪器设备的使用方法，能够应用戴维南等效、功率因素提高、三相电路、一阶电路波形变换等电路基础知识，进行电路的故障诊断与排除，并正确测量实验数据，具备实验电路的安装及调试能力（毕业要求 5.1）。

### 课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标 | 毕业要求指标点                                       |
|------|---|
| 课程目标 | 5.1 了解本专业主要资料来源及获取方法，能够利用计算机及互联网技术检索本专业文献及资料。 |

## 三、实验项目与类型

| 序号 | 实验项目 | 学时 | 思政融入点 | 实验性质 |    |    | 支撑的课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|------|----|-------|------|----|----|---------|-----------|
|    |      |    |       | 验证   | 设计 | 综合 |         |           |

|   |                 |   |  |   |  |  |   |     |
|---|-----------------|---|--|---|--|--|---|-----|
| 1 | 单口网络伏安特性测试及等效电路 | 3 | (1) 了解电路和测量仪器的发展历程, 树立民族自信心和家国使命感;   | √ |  |  | 1 | 5.1 |
| 2 | 日光灯与功率因数的提高     | 3 | (2) 通过对电路的电压、电流、频率等技术参数的测量、结果分析, 引导学生在实践过程中树立良好的诚实守信作风, 培养学生采用科学态度和辩证思维分析电路性能指标优劣问题; | √ |  |  | 1 | 5.1 |
| 3 | 动态元件伏安关系的测量     | 3 |  | √ |  |  | 1 | 5.1 |
| 4 | 三相电路的观测         | 3 |  | √ |  |  | 1 | 5.1 |
| 5 | 一阶电路的响应         | 4 | (3) 独立安装和测试电路, 培养学生规范的工程意识, 建立工匠精神, 学习仪器设备使用规范, 建立健康的社会意识。                           | √ |  |  | 1 | 5.1 |

#### 四、实验内容

##### 实验一、单口网络伏安特性测试及等效电路

###### 1. 实验目的

(1) 应用戴维南定理和诺顿定理电路等效的方法对单口网络进行测试, 学会测量电源内阻及开路电压的方法。

(2) 学习现代电子仪器设备的基本测量方法, 用于测试分析端口的伏安特性。

###### 2. 实验内容

(1) 由学生选择元件自己构成单口网络, 调节负载电阻测定单口网络的伏安关系曲线。

(2) 由所测有源一端口网络的特性参数, 再构造一个与其等效的实际电压源支路, 并测定其等效电路的外特性。

(3) 由前后所测两组数据验证等效与否, 并分析产生误差的原因, 完成实验报告。

###### 3. 实验仪器与材料

实验仪器: 直流稳压电源, 电流表, 万用表。

实验材料: 可调电阻器, 电阻元件若干。

##### 实验二、日光灯与功率因数的提高

###### 1. 实验目的

- (1) 理解改善日光灯电路功率因数的意义,掌握提高日光灯电路功率因数的方法。
- (2) 掌握常用电子仪器设备测量交流日光灯电路主要指标方法,用于测试日光灯电路的主要性能指标,并且分析主要性能指标与电路参数的关系。

## 2. 实验内容

- (1) 电阻与电容串联实验。
- (2) 电感与电容串联实验。
- (3) 提高电路功率因数的实验。
- (4) 完成实验报告。

## 3. 实验仪器与材料

实验仪器: 电工实验台, 电工实验箱, 功率(功率因数)表、交流电流表。

实验材料: 白炽灯泡、40W/220V, 电感线圈(互感变压器220V/36V), 电容2.2 $\mu$ f/500V 2.2 $\mu$ f/500V 2.2 $\mu$ f/500V, 日光灯灯管、镇流器、启辉器等。

## 实验三、动态元件伏安关系的测量

### 1. 实验目的

- (1) 理解交流电路的电压、电流、相位等基本电量的意义。
- (2) 掌握示波器测量交流电路电压、电流、相位等基本电量的主要方法,用于测试RC电路的相位关系,并分析对频率的响应。

### 2. 实验内容

- (1) 使用CH1通道对示波器本身提供的校准信号自检。
- (2) 分别用示波器与万用表测量函数信号发生器输出电压 $V_{p-p}=5V$ 的不同频率的正弦波信号。
- (3) 用信号信号发生器输出的频率 $f=1\text{ KHz}$ , 电压( $V_{p-p}$ )=4V, 方波信号, 分别用示波器的不同测量法测量并记录。
- (4) 用电容和电阻组成一个串联电路, 输入端加以正弦信号, 频率1000Hz, 电压峰峰值2V, 用示波器同时观测并记录输入信号 $u_i$ 和电阻 $u_R$ 的电压波形, 并比较两者之间的相位关系。
- (5) 完成实验报告。

### 3. 实验仪器与材料

实验仪器: GOS-620 20MHz双轨迹示波器或TDS1002型数字式存储示波器。EE1641B1函数信号发生器或EE1641D函数信号发生器, 数字万用表。

实验材料: 电阻, 电容元件。

## 实验四、三相电路的观测

### 1. 实验目的

- (1) 了解三相负载作星形连接和三角形连接时, 在对称和不对称的情况下, 相电压和线电压, 相电流和线电流的关系。
- (2) 比较三相电路供电方式中, 三相三线制和三相四线制的特点以及三相四线制中中线的作用。
- (3) 学习测量三相电路功率的测量方法。

### 2. 实验内容

- (1) 测量三相负载星形连接和三角形连接的实验电路。
- (2) 完成实验报告。

### 3. 实验仪器与材料

实验仪器: 电工实验台, 电工实验箱, 功率(功率因数)表、交流电流表。

实验材料: 灯泡, 保险丝。

## 实验五、一阶电路的响应

### 1. 实验目的

- (1) 学习用示波器观察RC一阶电路的零输入响应、零状态响应及全响应。
- (2) 掌握RC一阶电路时间常数的测量方法。
- (3) 理解RC积分电路和微分电路的应用。

### 2. 实验内容

- (1) 观察RC电路的零输入响应、零状态响应, 并测量时间常数, 对电路原理分析与参数计算。
- (2) 观察微分电路的波形, 根据要求选择合适的电路参数。
- (3) 微分电路的安装、调试与各项性能指标的测试。
- (4) 完成实验报告。

### 3. 实验仪器与材料

实验仪器: GOS-620 20MHz双轨迹示波器或TDS1002型数字式存储示波器、EE1641B1函数信号发生器或EE1641D函数信号发生器。

实验材料: 电阻若干, 电容元件若干。

## 五、教学方法

本课程是本专业第一门专业基础课的实验课, 由于学生对电子仪器测量设备并不熟悉, 使得学生在初学阶段极不适应。因此, 任课教师在上课期间应加强对学生学习思维和学习方法的引导和转变。其教学方法和手段如下:

### 1. 实验教学

本课程以“以学生为主体、以教师为主导”为教学理念。根据本课程理论联系实际的特点, 授课过程采用学生课前预习、课堂讨论、教师辅导的双向教学方式。课堂采用多媒体课件、视频、板书和实验演示相结合的方式, 课堂教学以学生实践操作为主。

通过在课前给学生推送电子仪器操作的视频文件, 加深学生对仪器设备具体操作的了解; 通过使用仪器设备测量电路的性能指标, 应用电路分析基础知识分析与解决功率因素提高、三相电路、电路波形变换等工程问题; 通过直观实践操作, 引导、激励学生的开展实践积极性和自主性, 培养学生运用知识的分析、解决、研究问题的能力和创新意识。

### 2. 实验/设计报告

学生在撰写实验/设计报告的过程中, 使学生进一步理解和巩固课程的基本概念、理论和方法; 通过对实验问题的分析、数据的处理、信息综合与判断、归纳与总结, 可以培养学生的工程思维能力。

## 六、考核与成绩评定方式

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括操作成绩、实验报告成绩部分。

操作成绩(百分制), 包括仪器使用、电路布局布线、测试方法和测量结果等。

### 操作成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |   |   |  |
|--|--|---|---|--|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)                                     | 不合格 (0-0.59)                             |
| 能够根据电路的基本概念和基础知识,完成实验电路的连接,利用实验仪器实现电路的参数测量和功能的验证。<br>能够根据电路的基本原理和分析方法,能够对电路进行定性的功能分析,判断测量参数是否在合理范围之内。<br>能够正确的使用常用的实验仪器。 | 电路连接符合规范、清晰正确,测试点明确。<br>分析和判断电路中的出现的问题并纠正,得到正确的电路功能和测量参数。<br>并完成了扩展实验部分。<br>正确熟练地使用实验仪器设备。 | 电路连接较规范,测试点较明确。<br>有一定分析和判断电路中出现的问题的能力,电路功能和测量参数正确。<br>完成部分扩展实验。<br>较熟练地使用实验仪器设备。 | 能够完成电路的连接,且测量结果基本正确。<br>只完成了基础实验。<br>基本会使用实验仪器设备。 | 电路连接错误较多,且找不到错误,测量结果错误多。<br>实验仪器设备使用不正确。 |

实验报告成绩,实验报告内容包括:实验目的、设备、基本原理、内容及步骤、结果及分析、小结。

### 实验报告评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |  |   |                                     |
|---|---|--|---|-------------------------------------|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)                                      | 合格 (0.6-0.69)                                 | 不合格 (0-0.59)                        |
| 掌握报告的书写技能,利用数字电路的基本概念和基础知识,对实验内容进行具体客观的描述。能够对实验的现象或数据和结果进行逻辑归纳、综合分析并准确表达。 | 报告格式规范,内容完整;对实验的现象或数据与结果进行有效的逻辑归纳、综合分析合理,自我总结得当且表达准确。 | 报告格式规范,内容较完整;对实验的现象或数据与结果进行了一定的逻辑归纳、综合分析较合理,表达较准确。 | 报告格式较规范,内容基本完整;对实验的现象或数据与结果进行了一定的说明、综合分析基本合理。 | 报告格式不规范,内容不完整;对实验的现象或数据与结果没有进行分析说明。 |

成绩评定为:操作成绩\*70%+实验报告成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电路实验》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |   |        |         |       |  |      |
|--|---|--------|---------|-------|--|------|
| 课程名称   | 电路实验  | 课程性质   | 工程基础,必修 |       | 学时学分   | 16/1 |
| 开课学期   |   | 专业班级   |         | 考核方式  | 操作、报告  |      |
| 任课教师:  |   |        |         |       |  |      |
| 评价人员:课程组长,实验教师                                     |   |        |         |       |  |      |
| 二、课程目标达成评估   |   |        |         |       |  |      |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源  |         |       |  |      |
|  |   | 评价依据   | 分值      | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式  |      |
| 毕业要求 5.1 了解本专业主要资料来源及获取方法,能够利用计算机及互联网技术检索本专业文献及资料。 | 目标 1: 了解常用电路元件网络信息资源的查询与使用方法,掌握常用现代电子仪器设备的使用方法,能够应用戴维南等效、功率因素提高、三相电路、一阶电路波形变换等电路基础知识,进行电路的故障诊断与排除,并正确测量实验数据,具备实验电路的安装及调试能力。 | 操作成绩   | T10=100 | T1=80 | $\frac{T_1}{T_{10}} * 0.7 + \frac{A_1}{A_{10}} * 0.3 = 0.78$ |      |
|  |   | 实验报告成绩 | A10=100 | A1=74 |  |      |



|           |  |
|-----------|--|
| 三、课程评价与分析 |  |
| 考核结果总结    |  |
| 持续改进方法    |  |

## 七、实验教学指导书和参考书

1. 金波. 电路分析实验教程. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2008 年
2. 沈小丰. 电子线路实验——电路基础实验. 北京: 清华大学出版社, 2007
3. 汪建. 电路实验. 武汉: 华中科技大学出版社, 2010 年 3 月第 2 版
4. 陈晓平, 李长杰. 电路实验与 Multisim 仿真设计. 机械工业出版社, 2015 年 8 月
5. 余佩琼. 电路实验与仿真. 电子工业出版社, 2016 年 6 月
6. 王吉英, 等. 电路理论实验. 合肥: 中国科技大学出版社, 2005

## 《模拟电子技术实验》教学大纲

实验名称: 模拟电子技术实验 (Analog Electronic Technology Experiments)

课程编号: 1501XK016

课程类别: 工程实践-必修

学时: 16 学时

学分: 1

适用专业: 电子信息类专业、电气类专业

先修课程: 大学物理 (B)、大学物理实验 (B)、电路分析、电路分析实验

执笔人: 邹学玉

审订人: 余新平

### 一、课程性质

《模拟电子技术实验》是电子信息类专业本科生的一门专业基础课程, 是《模拟电子技术》课程的重要实践环节, 二者互为补充。其主要任务是巩固和加深理论知识的理解, 培养学生的实践动手能力, 提高学生现代电子仪器设备与 EDA 软件应用、电路的安装、调试和测试模拟电路的技能; 树立良好的诚实守信工作作风、严谨的科学态度、民族复兴的远大志向与职业担当; 培养学生分析问题、解决问题、开展实验研究的能力。

课程内容包括两个部分: 第一部分为现代电子仪器设备与 EDA 软件在模拟电路调试、测试的使用方法与应用; 第二部分为模拟电路中信号的放大、处理、产生与变换和直流电源等电路性能指标数据的测试与分析。

### 二、课程目标

#### 1. 价值目标

(1) 了解国内外电子元器件、测量仪器的技术发展状况, 激励学生勤奋学习、树立民族复兴的远大理想情怀与职业担当;

(2) 通过对模拟电路的电压、电流、频率等技术参数的测量、结果分析, 引导学生在实践过程中树立良好的诚实守信工作作风, 培养学生采用科学态度和辩证思维分析电路性能指标优劣问题;

(3) 通过不断调整电路参数或改进电路达成设计目标, 培养学生解决工程实践的工匠精神。

## 2. 知识和能力目标

(1) 了解常用电子线路网络信息资源的查询与使用方法, 掌握常用 EDA 软件、现代电子仪器设备的使用方法, 在理解测量工具的局限性前提下, 能够根据电路性能指标需求, 正确仿真与测量模拟电路中电压、电流、频率等技术参数, 开展电路的 EDA 仿真验证、安装与调试 (毕业要求 5.2)。

(2) 能够应用信号的放大、处理、产生与变换、和直流电源等电路基础知识, 进行电路的故障诊断与排除, 并正确测量实验数据, 分析电路性能指标结果, 获得合理有效结论 (毕业要求 2.1)。

### 课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 5.2 能够针对电子信息系统的性能指标, 开发或选用满足特定需求的现代工具进行模拟、预测、评估指标的性能, 并能分析其局限性。 |
| 课程目标 2 | 2.1 能运用相关科学原理对电子系统复杂工程问题的关键模块进行准确识别、表达与分析。                      |

## 三、实验项目与类型

| 序号 | 实验项目       | 学时 | 思政融入点   | 实验性质 |    |    | 支撑的课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|------------|----|---|------|----|----|---------|-----------|
|    |            |    |   | 验证   | 设计 | 综合 |         |           |
| 1  | 集成运放基本运算电路 | 4  | 1. 电子元器件、测量仪器的国内技术现状, 激发学生树立远大理想与职业担当;<br>2. 电路调试过程中的问题分析, 要求勤奋学习模拟电路理论知识, 用理论指导实践, 同时在实践检验理论, 培养科学的、辩证的思维分析不同电路的性能指标;<br>3. 电路参数测量要求真实有效, 通过数据结果、误差分析找影响电路性能指标的原因和不足, 培养诚实守信的工作作风;<br>4. 设计电路时, 通过不断调整电路参数、改进电路等方式方法达成设计目标, 培养精益求精的工匠精神。 | √    |    |    | 目标1/2   | 2.1, 5.2  |
| 2  | 单管共射放大电路   | 6  |   | √    |    |    | 目标1/2   | 2.1, 5.2  |
| 3  | 信号产生电路设计   | 4  |   |      | √  |    | 目标1/2   | 2.1, 5.2  |
| 4  | 集成直流稳压电源   | 2  |   | √    |    |    | 目标1/2   | 2.1, 5.2  |

## 四、实验内容

实验一、集成运放基本运算电路

### 4. 实验目的

(1) 了解运算放大器的特性和基本运算电路的组成;

- (2) 学习现代电子仪器设备的基本测量方法，用于测试分析运算电路的性能指标。

#### 5. 实验内容

- (1) 反相比例运算电路
- (2) 同相比例运算电路
- (3) 加法运算电路
- (4) 完成实验报告

#### 6. 实验仪器与材料

实验仪器：双踪示波器，直流稳压电源，函数信号发生器，实验电路板，数字万用表。

实验材料： $\mu\text{A}741$ 集成电路芯片2片、电阻 $51\Omega$ 2只、 $2\text{k}\Omega$ 2只、 $1\text{k}\Omega$ 2只、 $22\text{k}\Omega$ 4只、 $100\text{k}\Omega$ 2只、 $110\text{k}\Omega$ 2只、电位器 $10\text{k}\Omega$ 2只。

### 实验二、单管共射放大电路（含2学时仿真）

#### 4. 实验目的

- (1) 了解晶体管及相关器件的基本特性；
- (2) 掌握EDA软件对模拟电路的仿真与测试方法；
- (3) 掌握常用电子仪器设备测量放大电路主要指标方法，用于测试放大电路的主要性能指标，并且分析主要性能指标与电路参数的关系。

#### 5. 实验内容

- (1) 仿真分析单管放大电路的静态工作点、电压放大倍数、失真情况。
- (2) 电压放大倍数测量。
- (3) 输入电阻与输出电阻的测量。
- (4) 静态工作点的测量与失真分析。
- (5) 最佳静态工作点的调整。
- (6) 完成实验报告。

#### 6. 实验仪器与材料

实验仪器：双踪示波器，直流稳压电源，函数信号发生器，实验电路板，数字万用表，Proteus。

实验材料：晶体管9013 1只，电容 $10\mu\text{F}$  2只、 $100\mu\text{F}$  1只， $6.8\text{k}\Omega$  1只，电阻 $1\text{k}\Omega$  1只、 $2\text{k}\Omega$  4只、 $15\text{k}\Omega$  1只。

### 实验三、信号产生电路设计

#### 4. 实验目的

- (1) 掌握正弦波、三角波、方波产生电路的基本工作原理；
- (2) 掌握正弦波、三角波、方波产生电路的基本设计、调试和分析方法，能够通过测量结果分析主要技术指标与电路参数的关系。

#### 5. 设计任务

- (1) 输出波形：正弦波、三角波、方波；
- (2) 输出频率： $750\text{HZ}$ -- $7\text{KHZ}$  可调；
- (3) 输出峰峰值：正弦波  $U_{pp}\geq 5\text{V}$ ，方波  $U_{pp}\geq 12\text{V}$ ，三角波  $U_{pp}\geq 3\text{V}$ ；
- (4) \*输出阻抗不大于  $100\Omega$ ；

#### 6. 设计内容

- (1) 单元电路原理分析与参数计算；
- (2) 单元电路的安装、调试与各项性能指标的测试；
- (3) 系统联调与性能指标测试；
- (4) 完成实验报告。

#### 7. 实验仪器与材料

实验仪器：双踪示波器，直流稳压电源，函数信号发生器，实验电路板，数字万用表。

实验材料：集成运放 $\mu\text{A}741$ 若干，双联可调电位器1只，电位器1只，二极管若干，

电阻若干，电容若干。

#### 实验四、集成直流稳压电源

##### 2. 实验目的

- (1) 了解集成稳压器的特性和使用方法。
- (2) 学会选择变压器、整流二极管、滤波电容及集成稳压器来设计直流稳压电源。
- (3) 掌握直流稳压电路的调试及主要技术指标的测试方法，能够通过测量结果分析主要技术指标与电路参数的关系。

##### 3. 实验内容

- (1) 变压器测量；
- (2) 整流电路、整流滤波电路的测量；
- (3) 由集成稳压器构成的直流电源性能指标测试；
- (4) 完成实验报告。

##### 4. 实验仪器与材料

实验仪器：双踪示波器，直流稳压电源，函数信号发生器，实验电路板，数字万用表。

实验材料：220V/18V×2、21V变压器1个，集成稳压器LM7812、LM7912各1只，TIP 三极管若干，电1N4007二极管若干，电容器若干，电位器若干，电阻若干。

#### 五、教学方法

本课程为了提高教学质量，增强学生的实践动手能力和综合分析能力，采用实验电路原理分析、实验仪器使用方法与实验操作相结合的教学方法，使得学生能够正确使用常用电子仪器设备进行电子电路安装、调试、测试、数据采集、数据处理与分析，获得有效结论。

##### 1. 实验教学

本实验课程分为验证性和设计性实验。实验过程采用学生课前预习、课堂讨论、教师指导的双向教学方式，穿插使用提问、回答、启发、互动等方法介绍实验的基本原理和方法。实验内容采取必做与选做相结合、仿真与实做相结合、课内与课外相结合的“三结合”实验教学模式。引导、激励学生开展实践活动的积极性和自主性，培养学生运用模拟电子技术基础知识分析与解决电路信号的放大、产生、以及直流电源电路等工程问题的能力和创新意识。

##### 2. 实验/设计报告

在撰写实验/设计报告过程中，使学生进一步理解和巩固实验内容和方法；通过对实验问题的分析、实验数据的处理、综合与判断、归纳与总结，培养学生的工程思维能力。

#### 六、考核与成绩评定方式

##### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括操作成绩、实验报告成绩部分。

操作成绩（百分制），包括仪器及EDA软件使用、电路布局布线、测试方法和测量结果等。

操作成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |
|      |            |               |               |              |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| 能够根据模拟电路的基本概念和基础知识, 元器件参数手册, 完成实验电路的连接, 利用实验仪器实现电路的参数测量和功能的验证。<br>能够根据模拟信号的放大、运算、产生、电源电路的基本原理和分析方法, 对电路进行定性的功能分析和定量近似估算, 判断测量参数是否在合理范围之内。能够正确的使用常用的实验仪器和EDA软件。 | 电路连接符合规范、清晰正确, 测试点明确。<br>分析和判断电路中的出现的问题并纠正, 得到正确的电路功能和测量参数。<br>并完成了扩展实验部分。<br>正确熟练地使用实验仪器设备和EDA软件。 | 电路连接较规范, 测试点较明确。<br>有一定分析和判断电路中出现的问题的能力, 电路功能和测量参数正确。<br>完成部分扩展实验。<br>较熟练地使用实验仪器设备和EDA软件。 | 能够完成电路的连接, 且测量结果基本正确。<br>只完成了基础实验。<br>基本会使用实验仪器设备和EDA软件。 | 模拟电子电路连接错误较多, 且找不到错误, 测量结果错误多。<br>实验仪器设备和EDA软件使用不正确。 |
|--|--|---|--|--|

实验报告成绩, 实验报告内容包括: 实验目的、设备、基本原理、内容及步骤、结果及分析、小结。

### 实验报告评价标准

| 基本要求   | 评价标准  |  |  |                                      |
|--|---|--|--|--------------------------------------|
|  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)                                  | 不合格 (0-0.59)                         |
| 掌握报告的书写技能, 利用模拟电路的基本概念和基础知识, 对实验内容进行具体客观的描述。能够对模拟信号的放大、运算、处理和电源实验的现象或数据结果进行逻辑归纳、综合分析 | 报告格式规范, 内容完整; 对实验的现象或数据结果进行有效的逻辑归纳、综合分析合理, 自我总结得当且表达准确。 | 报告格式规范, 内容较完整; 对实验的现象或数据结果进行了一定的逻辑归纳、综合分析较合理, 表达较准确。 | 报告格式较规范, 内容基本完整; 对实验的现象或数据结果进行了一定的说明、综合分析基本合理。 | 报告格式不规范, 内容不完整; 对实验的现象或数据结果没有进行分析说明。 |

成绩评定为: 操作成绩\*70%+实验报告成绩\*30%。

### 《模拟电子技术实验》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |   |        |          |       |  |
|--|---|--------|----------|-------|--|
| 课程名称   | 模拟电子技术实验  | 课程性质   | 工程基础, 必修 | 学时学分  | 16/1   |
| 开课学期   |   | 专业班级   |          | 考核方式  | 操作、报告  |
| 任课教师:<br>评价人员: 课程组长, 实验教师  |   |        |          |       |  |
| 二、课程目标达成评估   |   |        |          |       |  |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源  |          |       |  |
|  |   | 评价依据   | 分值       | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式  |
| 毕业要求 5.2 能够针对电子信息系统的性能指标, 开发或选用满足特定需求的现代工具进行模拟、预测、评估指标的性能, 并能分析其局限性。 | 目标 1: 了解常用电子线路网络信息资源的查询与使用方法, 掌握常用 EDA 软件、现代电子仪器设备的使用方法, 在理解测量工具的局限性前提下, 能够根据电路性能指标需求, 正确仿真与测量模拟电路中电压、电流、频率等技术参数, 开展电路的 EDA 仿真验证、安装与调试。 | 操作成绩   | T10=100  | T1=80 | $\frac{T_1}{T_{10}} = 0.8$                                   |
| 毕业要求 2.1 能运用相关科学原理对电子系统复杂工程问题的关键模块进行准确识别、表达与分析。                      | 目标 2: 能够应用信号的放大、处理、产生与变换、和直流电源等电路基础知识, 进行电路的故障诊断与排除, 并正确测量实验数据, 分析电路性能指标结果, 获得合理有效结论  | 操作成绩   | T10=100  | T1=80 | $\frac{T_1}{T_{10}} * 0.7 + \frac{A_1}{A_{10}} * 0.3 = 0.78$ |
|  |   | 实验报告成绩 | A10=100  | A1=74 |  |
| 三、课程评价与分析  |   |        |          |       |  |

|        |  |
|--------|--|
| 考核结果总结 |  |
| 持续改进方法 |  |

### 七、实验教学指导书和参考书：

7. 邹学玉主编，《模拟电路设计·仿真·测试》，电子工业出版社，2014年
8. 陈瑜编，电子技术应用实验教程（综合设计篇），电子科技大学出版社，2016年
9. 谢自美主编，《电子线路设计·实验·测试》（第3版），华中科技大学出版社，2015年

## 《数字电子技术实验》教学大纲

实验名称：数字电子技术实验 (Digital Electronic Technology Experiments)

课程编号：1501XK040

课程类别：实践课-必修

学时：32 学时

学分：2

适用专业：电子信息类专业 电气类专业

先修课程：大学物理 B、电路分析、模拟电子技术、模拟电子技术实验

执笔人：郑恭明

审订人：覃洪英

### 一、课程性质

本课程是电子信息类专业工程性很强的一门基础课程，是《数字电子技术》课程的重要实践环节。其主要任务是通过实验进一步巩固并加深对理论知识的理解，掌握现代电子系统软件化设计和仿真方法；提高学生现代电子仪器设备与 EDA 设计、电路的安装、调试和测试数字电路的工程实践的分析与设计能力，培养学生分析问题、解决问题的能力；并为今后从事数字系统设计在新科技领域的广泛应用打下良好的基础。

课程内容体系包括三个部分：第一部分为现代电子仪器设备与 EDA 软件在数字电路调试和测试；第二部分为中规模数字集成电路的功能指标验证；第三部分为可编程逻辑数字系统的模块设计、仿真分析、测试与功能验证。

通过本课程，使学生巩固和加深理论知识，较系统地掌握数字电子技术的特点；培养学生的系统思维和逻辑思维能力，能够针对复杂工程问题设计合理的方案，正确使用仿真软件等现代工具，具备一定的电子系统设计、开发和测试的能力；树立严谨的科学态度，培养学生系统思维、工程意识、树立正确的职业理想和家国使命感；培养学生熟练使用仿真软件和电子仪器测试设备、具备正确编写测试文档的能力，促进学生电子系统设计综合素养的培养和严谨工作作风的养成。

### 二、课程目标

### 1.价值目标

将育人要素和数字电子技术专业知识嵌入到实验教学中,激励学生奋发学习、刻苦钻研,树立正确的职业理想和家国使命感。通过具体的实验过程让学生树立严肃、严密、严谨的科学态度,建立系统的概念,引导学生自主学习,自顶向下地完成设计性实验,并鼓励其创新。让学生认识到系统思维的重要性,突显工匠精神与科研方法。全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力,保证学生达成专业的相应毕业要求。

### 2.知识和能力目标:

(1). 掌握数字系统的基本分析与设计方法,能够对系统进行功能划分、模块设计、仿真分析、调试和测试、功能验证,初步具备大规模数字电路的分析与设计能力。(毕业要求 2.1)。

(2). 巩固和加深数字电路的基本概念和基础知识,掌握常用电子仪器设备与现代工具的使用,掌握典型数字集成芯片的功能和典型应用。(毕业要求 5.2)。

### 课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 2.1 能运用相关科学原理对电子系统复杂工程问题的关键模块进行准确识别、表达与分析。                    |
| 课程目标 2 | 5.2 能够针对电子信息系统的性能指标,开发或选用满足特定需求的现代工具进行模拟、预测、评估指标的性能,并能分析其局限性。 |

### 三、实验项目与类型

| 序号 | 实验项目                | 学时 | 实验性质 |    |    | 思政融入点   | 支撑的课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|---------------------|----|------|----|----|---|---------|-----------|
|    |                     |    | 验证   | 设计 | 综合 |   |         |           |
| 1  | 集成门使用及功能测试          | 4  | √    |    |    | 1. 仿真软件和电子测试设备选择:了解国内外的技术现状,激发爱国情怀;<br>2. 方案设计:训练系统思维,布局逻辑严密,测试规范准确,体现工匠精神;<br>3. 报告撰写:学会查阅资料,能辩证客观分析测试结果,提高知识产权意识。 | 1/2     | 2.1、5.2   |
| 2  | 组合逻辑电路              | 4  | √    |    |    |   | 1/2     | 2.1、5.2   |
| 3  | 组合逻辑电路-FPGA实现       | 4  | √    |    |    |   | 1/2     | 2.1、5.2   |
| 4  | 时序逻辑电路              | 4  | √    |    |    |   | 1/2     | 2.1、5.2   |
| 5  | 时序逻辑电路-FPGA实现       | 4  |      | √  |    |   | 1/2     | 2.1、5.2   |
| 6  | D/A转换器及应用           | 2  | √    |    |    |   | 1/2     | 2.1、5.2   |
| 7  | A/D转换器及应用           | 2  | √    |    |    |   | 1/2     | 2.1、5.2   |
| 8  | 综合设计性实验-FPGA实现(4选1) | 8  |      | √  | √  | 1/2   | 2.1、5.2 |           |

### 四、实验内容

#### 实验一集成门使用及功能测试

(4 学时)

##### 1. 实验目的

- (1) 熟悉 TTL 门与 CMOS 门外形、管脚排列和型号命名;
- (2) 熟悉 TTL 门电路与 CMOS 门电路的逻辑符号及逻辑功能;
- (3) 熟悉 OC 门电路与三态门电路的逻辑功能和使用方法;

(4) 掌握集成门电路的逻辑功能及管脚排列特点, 学习现代电子仪器设备的基本测量方法, 用于测试分析运算电路的性能指标。

## 2. 实验内容

- (1) 测试 TTL 门的逻辑功能;
- (2) 测试 CMOS 门的逻辑功能;
- (3) 测试 OC 门、三态门的逻辑功能并安装相应的应用电路。

## 3. 实验仪器及材料

直流稳压电源、函数信号发生器、双踪示波器、万用表。集成电路芯片 74LS00、74LS04、74HCT00、74LS125、74LS03 等。

### 实验二 组合逻辑电路

(2 学时仿真+2 学时实做)

#### 1. 实验目的

- (1) 加深理解用 MSI 集成电路构成的组合逻辑电路的分析与设计方法。
- (2) 学习 Proteus 对数字电路的仿真与测试方法, 用于分析和设计组合逻辑电路。

#### 2. 实验内容

- (1) 测试译码器 74LS138 的逻辑功能;
- (2) 编码及译码显示电路的安装及测试, 并进行软件仿真测试;
- (3) 选作部分: 用译码器 74LS138 和门电路设计一个具体特定功能的组合逻辑电路。

#### 3. 实验仪器及材料

直流稳压电源、函数信号发生器、双踪示波器、万用表。集成电路芯片 74LS00、74LS04、74LS147、74LS138、CD4511 及数码管等。

### 实验三 组合逻辑电路—FPGA 实现

(4 学时)

#### 1. 实验目的

- (1) 掌握可编程逻辑器件的开发流程;
- (2) 熟练使用 Quartus II 软件进行电路设计和仿真;
- (3) 学习组合逻辑电路的设计方法, 并能使用硬件描述语言 (HDL) 进行简单的逻辑电路设计。

#### 2. 实验内容

- (1) 利用硬件描述语言编程 (HDL) 实现 74138 逻辑功能, 进行软件仿真和硬件测试;
- (2) 在 Quartus II 软件中采用原理图输入法, 利用库中的 2 片 74138 元件构成 4-16 线译码器。画出原理图, 进行仿真, 并在 FPGA 实验箱上进行硬件测试。

#### 3. 实验仪器及材料

FPGA 实验箱、计算机、Quartus II 软件、双踪示波器、数字万用表。

### 实验四 时序逻辑电路

(4 学时)

#### 1. 实验目的



- (1) 掌握集成计数器的功能和使用方法;
- (2) 利用集成计数器设计任意进制计数器, 巩固和加深时序电路的设计方法与流程。

## 2. 实验内容

- (1) 测试 74LS161 的逻辑功能;
- (2) 利用 74LS161 设计 10 进制和 60 进制加计数器, 并测试其功能。
- (3) 选作部分: 用集成计数器 74LS161、译码器 74LS138 和门电路设计一个彩灯控制电路, 要求八只彩灯中只有一只灯亮, 且这一亮灯循环右移(或左移)(实际安装时, 彩灯用发光二极管代替)。

## 3. 实验仪器及材料

直流稳压电源、函数信号发生器、双踪示波器、万用表。集成电路芯片 74LS00、74LS04、74LS161、CD4511 及数码管等。

## 实验五 时序逻辑电路—FPGA 实现

(4 学时)

### 1. 实验目的

- (1) 巩固可编程逻辑器件的开发流程;
- (2) 掌握计数器的逻辑功能及使用方法, 并了解状态机的设计方法;
- (3) 学习时序逻辑电路的设计方法, 并能使用 Quartus II 软件进行时序电路设计和仿真的方法。

### 2. 实验内容

- (1) 利用两片 74161 进行级联构成 256 进制计数器, 在此基础上构成 60 进制计数器; 画出原理图, 并进行软件仿真和硬件测试。
- (2) 利用硬件描述语言(HDL)编程设计具有低电平异步清零功能的 60 进制 BCD 码加法计数器, 并进行软件仿真和硬件测试。
- (3) 选作部分: 利用硬件描述语言(HDL)编程设计一个 8 只彩灯控制电路, 要求 8 只彩灯中依次只有一只灯亮, 灯亮时间为 1S, 且这一亮灯循环右移(或左移)。

### 3. 实验仪器及材料

FPGA 实验箱、计算机、Quartus II 软件、双踪示波器、数字万用表。

## 实验六 D/A 转换器及应用

(2 学时)

### 1. 实验目的

理解 D/A 转换器的工作原理, 掌握 D/A 转换器的应用。

### 2. 实验内容

- (1) 搭建 D/A 转换器实验电路;
- (2) 手动输入不同数字量, 测试 DAC 输出模拟量与输入数字量的关系;
- (3) 连接计数器电路输出作为输入数字量, 自动产生连续的数字量, 用示波器观察输出波形。

### 3. 实验仪器及材料

数字电路实验箱, 双踪示波器, 万用表, DAC0832, 集成运算放大器 uA741, 集成计数器 74LS161 等。

## 实验七 A/D 转换器及应用 (2 学时)

### 1. 实验目的

理解 A/D 转换器的工作原理, 掌握 A/D 转换器的应用。

### 2. 实验内容

- (1) 搭建 A/D 转换器实验电路;
- (2) 测试 ADC 输出数字量与输入电压的关系;
- (3) 动态测试 A/D 转换。

该综合实验内容分步分阶段完成, 先讲解实验设计方案及设计步骤和方法, 然后让学生在实验箱上调试、验证。

### 3. 实验仪器及材料

直流稳压电源、函数信号发生器、双踪示波器、万用表。集成电路芯片 ADC0809、uA741、发光二极管和电阻等等。

## 实验八 综合设计性实验—FPGA 实现 (4 选 1) (8 学时)

### 1. 实验目的

- (1) 进一步学习和巩固数字系统的自顶向下的设计方法, 并应用于综合数字系统的整体构思、分步设计与仿真、整体调试的分步骤设计方法;
- (2) 具有应用数字电路的基本原理对电子系统的工程问题进行分析、识别并完善设计的能力。

### 2. 实验内容

4 选 1:

- (1) 多功能数字钟设计;
- (2) 交通灯控制与显示电路设计;
- (3) 简易频率计设计;
- (4) 出租车计价器控制电路设计;

该综合实验内容分步分阶段完成, 先讲解实验设计方案及设计步骤和方法, 然后让学生自行分步设计、仿真, 最后在实验箱上调试、验证。

### 3. 实验仪器及材料

FPGA 实验箱、计算机、Quartus II 软件、双踪示波器、信号发生器、数字万用表。

## 五、教学方法

本课程以“以学生为主体、以教师为主导”为教学理念。采用以下四个方面的教学手段

与方法，引导、激励学生动手实践的积极性和自主性，培养学生的自主学习和工程思维能力。

1. 实验内容安排上，采用必做与选做相结合。必做部分为基础实验内容，选做部分为扩展实验内容，适合学有余力的学生，让学生得到阶梯式上升的锻炼。

2. 部分实验（实验二、实验八）的时间安排上，采用课内-课外-课内的方式。课堂上对实验的要求、重难点进行分析讲解，指出参考方向和设计方法；课后学生进行设计、编程、仿真或连接电路，遇到问题与老师交流；最后进行测试和验收。培养学生自主学习和解决问题的能力。

3. 大部分实验（实验二、三、五、八）的组织形式上，采用仿真与实做相结合的方式。仿真让电路运行过程和结果直观、可视，并与实做的结果对比，引导学生进行故障分析、判断和排除，增强其实践动手能力。

4. 在设计性实验中，引入自顶向下的设计方法，对系统进行功能划分和模块化设计，培养学生的全局意识，提高学生分析、研究、解决问题的能力 and 创新意识。

## 六、考核与成绩评定方式

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括操作成绩、实验报告成绩部分。

操作成绩（百分制），包括仪器和软件使用、电路布局布线、编程调试结果、测试方法和测量结果等。

操作成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 能够根据数字电路的基本概念和基础知识，和数字集成芯片的功能表，完成实验电路的连接，利用实验仪器实现电路的参数测量和功能的验证。<br>能够根据数字电路的基本原理和分析方法，能够对电路进行定性的功能分析，判断测量参数是否在合理范围之内。<br>能够根据硬件描述语言知识及编程软件的使用，完成功能要求的可编程电路仿真和设计，并能判定电路性能是否符合设计要求。<br>能够正确的使用常用的实验仪器和开发软件。 | 电路连接符合规范、清晰正确，测试点明确。可编程设计中语言描述准确，仿真及下载调试结果符合设计要求。<br>分析和判断电路中的出现的问题并纠正，得到正确的电路功能和测量参数。<br>并完成了扩展实验部分。<br>正确熟练地使用实验仪器设备和开发软件。 | 电路连接较规范，测试点较明确。<br>有一定分析和判断电路中出现的问题的能力，电路功能和测量参数正确。<br>可编程设计中语言描述较准确，仿真及下载调试结果符合设计要求。<br>完成部分扩展实验。<br>较熟练地使用实验仪器设备和开发软件。 | 能够完成电路的连接，且测量结果基本正确。<br>可编程设计中语言描述基本准确，仿真及下载调试结果基本符合设计要求。<br>只完成了基础实验。<br>基本会使用实验仪器设备和开发软件。 | 数字电子电路连接错误较多，且找不到错误原因，测量结果错误多。<br>可编程设计中语言描述有错误或者不准确，仿真和下载调试结果不正确<br>实验仪器设备和开发软件使用不正确。 |

实验报告成绩，实验报告内容包括：实验目的、设备、基本原理、内容及步骤、结果及分析、小结。

实验报告评价标准

| 基本要求 | 评价标准 |
|------|------|
|------|------|

|   |   |  |   |                                     |
|---|---|--|---|-------------------------------------|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)                                      | 合格 (0.6-0.69)                                 | 不合格 (0-0.59)                        |
| 掌握报告的书写技能,利用数字电路的基本概念、基础知识和可编程开发流程,对实验内容进行具体客观的描述。能够对实验的现象或数据和结果进行逻辑归纳、综合分析 | 报告格式规范,内容完整;对实验的现象或数据与结果进行有效的逻辑归纳、综合分析合理,自我总结得当且表达准确。 | 报告格式规范,内容较完整;对实验的现象或数据与结果进行了一定的逻辑归纳、综合分析较合理,表达较准确。 | 报告格式较规范,内容基本完整;对实验的现象或数据与结果进行了一定的说明、综合分析基本合理。 | 报告格式不规范,内容不完整;对实验的现象或数据与结果没有进行分析说明。 |

成绩评定为:操作成绩\*70%+实验报告成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《数字电子技术实验》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |  |        |         |       |  |
|--|--|--------|---------|-------|--|
| 课程名称   | 数字电子技术实验   | 课程性质   | 工程基础,必修 | 学时学分  | 32/2   |
| 开课学期   |  | 专业班级   |         | 考核方式  | 操作、报告  |
| 任课教师:  |  |        |         |       |  |
| 评价人员:课程组长,实验教师   |  |        |         |       |  |
| 二、课程目标达成评估   |  |        |         |       |  |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标   | 评价数据源  |         |       |  |
|  |  | 评价依据   | 分值      | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式  |
| 毕业要求 2.1 能运用相关科学原理对电子系统复杂工程问题的关键模块进行准确识别、表达与分析。                    | 目标 1: 掌握数字系统的基本分析与设计方法,能够对系统进行功能划分、模块设计、仿真分析、调试和测试、功能验证,初步具备大规模数字电路的分析与设计能力。 | 操作成绩   | T10=100 | T1=80 | $\frac{T_1}{T_{10}} * 0.7 + \frac{A_1}{A_{10}} * 0.3 = 0.78$ |
|  |  | 实验报告成绩 | A10=100 | A1=74 |  |
| 毕业要求 5.2 能够针对电子信息系统的性能指标,开发或选用满足特定需求的现代工具进行模拟、预测、评估指标的性能,并能分析其局限性。 | 目标 2: 巩固和加深数字电路的基本概念和基础知识,掌握常用电子仪器设备与现代工具的使用,掌握典型数字集成电路的功能和典型应用。             | 操作成绩   | T20=100 | T2=80 | $\frac{T_2}{T_{20}} = 0.8$                                   |
| 三、课程评价与分析  |  |        |         |       |  |
| 考核结果总结   |  |        |         |       |  |
| 持续改进方法   |  |        |         |       |  |

## 七、实验教学指导书和参考书:

1. 余新平主编,《数字电路设计·仿真·测试》(第2版),华中科技大学出版社,2018年
2. 赵权科,《数字电路实验与课程设计》,电子工业出版社,2019年
3. 闫石,王红,《数字电子技术基础》(第六版),高等教育出版社,2016年
4. 陈金西,陈伯阳等,《数字电路实验与综合设计》,厦门大学出版社,2015年
5. 约翰 F. 韦克利 (John F. Wakerly),《数字设计:原理与实践》(原书第5版),机械工业出版社,2019年
6. 张春晶,张海宁,《现代数字电子技术及 Verilog 设计》,清华大学出版社,2014年
7. 斯蒂芬·布朗(加),《数字逻辑基础与 Verilog 设计(原书第3版)》,机械工业出版社,

2016

8、于斌,《Verilog HDL 数字系统设计及仿真(第2版)》,电子工业出版社,2018

## 《电力系统综合实验》教学大纲

实验名称: 电力系统综合实验 (Experiments of Power System)

课程编号: 1501ZY044

课程类别: 专业基础-必修

学时: 24 学时

学分: 1.5

适用专业: 电气工程及自动化专业

先修课程: 大学物理、电路分析、电力系统分析

执笔人: 常秀莲

审订人: 聂汉平

### 一、课程性质

《电力系统综合实验》是电气工程及自动化专业工程性很强的一门专业基础课程,是《电力系统分析》课程的重要实践环节。其主要任务是通过实验巩固和加深学生对电力系统相关理论课程的理解,达到对学生进行实验方法和操作技能训练的目的。要求学生根据实验目的、实验步骤、实验方法、测取数据,进行分析比较,从而得出正确结论。提高学生在工程实践领域的动手能力及分析、解决工程实际问题的能力;树立良好的诚实守信工作作风、严谨的科学态度、民族复兴的远大志向与职业担当;为今后从事电力系统方面的研究和工打下良好的基础。

### 二、课程目标

#### 1. 价值目标

通过引导学生积极践行社会主义核心价值观,以培养学生爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线,将育人要素和电力系统实验知识嵌入到实验教学中,通过了解国内外电气工程技术发展状况,激励学生奋发学习、刻苦钻研,树立正确的职业理想和家国使命感;通过具体的实验过程,引导学生树立良好的诚实守信工作作风,培养学生采用科学态度和辩证思维分析和解决工程实际问题,培养学生精益求精的大国工匠精神。

#### 2. 知识和能力目标

加深理解电力系统的组成原理及控制规律,理解同步发电机准同期并列原理和并列条件;理解同步发电机励磁调节原理和励磁控制系统的基本任务;初步掌握电力系统综合实验的基本方法;加深理解功率极限的概念,在实验中体会各种提高功率极限措施的作用;加深对电力系统暂态稳定内容的理解,使学生通过实际操作,从实验中观察到系统失步现象和掌握正确的处理措施;加深理解对称稳定情况下,输电系统的网络结构和各种运行状态与运行参数变化范围;理解电力系统潮流分布的概念;了解电力系统自动化的遥测,遥信,遥控,遥调等功能;了解电力系统调度的自动化;加深对电力系统有功功率平衡和频率调整、电力系统无功功率平衡和电压调整内容的理解。(毕业要求 4.3)

### 课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 4.3 能够对实验数据进行分析 and 解释, 进行信息综合得到合理有效的结论, 评价整个实验环节, 并结合影响实验结果的因素, 研究其中可以改进完善的实验环节。 |

### 三、实验项目与类型

| 序号 | 实验项目                      | 学时 | 思政融入点   | 实验性质 |    |    | 支撑的课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|---------------------------|----|---|------|----|----|---------|-----------|
|    |                           |    |   | 验证   | 设计 | 综合 |         |           |
| 1  | 电力系统设备基本操作实验              | 4  | 1. 电气设备、测量仪器的技术现状, 激发学生树立远大理想与职业担当。<br>2. 电力系统实验过程中的问题分析, 要求学生勤奋学习理论知识, 用理论指导实践, 用实践检验理论, 培养学生采用科学态度和辩证思维分析和解决工程实际问题。<br>3. 系统参数测量要求真实有效, 通过数据结果分析, 培养学生诚实守信的工作作风。<br>4. 电力系统分析与设计过程中, 通过调整系统参数、改变方案等达成设计目标, 培养学生精益求精的工匠精神。 |      |    | √  | 1       | 4.3       |
| 2  | 同步发电机准同期并列实验              | 4  |   |      |    | √  | 1       | 4.3       |
| 3  | 同步发电机励磁控制实验               | 4  |   |      |    | √  | 1       | 4.3       |
| 4  | 电力系统功率特性和功率极限实验 (与实验7二选一) | 4  |   |      |    | √  | 1       | 4.3       |
| 5  | 电力系统暂态稳定分析实验              | 4  |   |      |    | √  | 1       | 4.3       |
| 6  | 复杂电力系统运行方式实验              | 4  |   |      |    | √  | 1       | 4.3       |
| 7  | 电力系统调度自动化综合设计实验 (与实验4二选一) | 4  |   |      |    | √  | √       | 1         |

### 四、实验内容

#### 实验一 电力系统设备基本操作实验 (4 学时)

##### 4. 实验目的

- (1) 熟悉 WDT-III 和 PS-5G 综合试验台的组成部分和基本特点;
- (2) 掌握 WDT-III 和 PS-5G 综合试验台的基本操作。

##### 5. 实验内容

- (1) WDT-III 电力系统综合自动化试验台和 PS-5G 型电力系统微机监控试验系统设备

的认识；

(2) WDT-III 电力系统综合自动化试验台和 PS-5G 型电力系统微机监控试验系统设备的基本操作，学会开机、关机。

#### 6. 实验设备

(1) WDT-III 电力系统综合自动化试验台；

(2) PS-5G 型电力系统微机监控试验系统。

### 实验二 同步发电机准同期并列实验

(4 学时)

#### 1. 实验目的

(1) 加深理解同步发电机准同期并列原理，掌握准同期并列条件；

(2) 掌握微机准同期控制器及模拟式综合整步表的使用方法；

(3) 熟悉同步发电机准同期并列过程。

#### 2. 实验内容

(1) 机组启动、建压和停机；

(2) 手动准同期；

(3) 半自动准同期；

(4) 全自动准同期

(5) 系统准同期操作和准同期条件的整定。

#### 3. 实验设备

(1) WDT-III 电力系统综合自动化试验台；

(2) PS-5G 型电力系统微机监控试验系统。

### 实验三 同步发电机励磁控制实验

(4 学时)

#### 1. 实验目的

(1) 加深理解同步发电机励磁调节原理和励磁控制系统的基本任务；

(2) 了解自并励励磁方式和它励励磁方式的特点；

(3) 熟悉三相全控桥整流、逆变的工作波形；观察触发脉冲及其相位移动；

(4) 了解微机励磁调节器的基本控制方式；

(5) 了解电力系统稳定器的作用；观察强励现象及其对稳定的影响；

(6) 了解几种常用励磁限制器的作用；

(7) 掌握励磁调节器的基本使用方法。

#### 2. 实验内容

(1) 励磁电压波形的观察；

(2) 同步发电机起励和灭磁实验；

(3) 伏赫限制和强励、欠励实验；

(4) 调差实验；

(5) 过励磁限制实验。

### 3. 实验设备

WDT-III 电力系统综合自动化试验台

## 实验四 电力系统功率特性和功率极限实验（与实验 7 二选一） (4 学时)

### 1. 实验目的

- (1) 初步掌握电力系统物理模拟实验的基本方法；
- (2) 加深理解功率极限的概念，在实验中体会各种提高功率极限措施的作用；
- (3) 通过对实验中各种现象的观察，结合所学的理论知识，培养理论结合实际及分析问题的能力。

### 2. 实验内容

- (1) 无调节时功率特性和功率极限的测定；
- (2) 手动、全自动调节励磁时，功率特性和功率极限的测定；
- (3) 全自动调节励磁时，功率特性和功率极限的测定。

### 3. 实验设备

WDT-III 电力系统综合自动化试验台

## 实验五 电力系统暂态稳定分析实验 (4 学时)

### 1. 实验目的

- (1) 通过实验加深对电力系统暂态稳定内容的理解，使课堂理论教学与实践结合，提高学生的感性认识；
- (2) 学生通过实际操作，从实验中观察到系统失步现象和掌握正确处理的措施；
- (3) 用数字式记忆示波器测出短路时短路电流的非周期分量波形图，并进行分析。

### 2. 实验内容

- (1) 短路对电力系统暂态稳定的影响；
- (2) 研究提高暂态稳定的方法。

### 3. 实验设备

WDT-III 电力系统综合自动化试验台

## 实验六 复杂电力系统运行方式实验 (4 学时)

### 1. 实验目的

- (1) 了解和掌握对称稳定情况下，输电系统的网络结构和各种运行状态与运行参数值变化范围；
- (2) 理论计算和实验分析，掌握电力系统潮流分布的概念；
- (3) 加深对电力系统暂态稳定内容的理解，使课堂理论教学与实践相结合，提高学生的感性认识。

### 2. 实验内容



- (1) 网络结构变化对系统潮流的影响；
- (2) 负荷变化对系统潮流的影响。

### 3. 实验设备

- (1) WDT-III 电力系统综合自动化试验台；
- (2) PS-5G 型电力系统微机监控试验系统。

## 实验七 电力系统调度自动化综合设计实验（与实验 4 二选一） (4 学时)

### 1. 实验目的

- (1) 了解电力系统自动化的遥测，遥信，遥控，遥调等功能；
- (2) 了解电力系统调度的自动化；
- (3) 根据自主设计不同输电系统的网络结构和各种运行状态，进一步理解电力系统潮流分布的概念；
- (4) 通过综合设计实验，加深对电力系统有功功率平衡和频率调整、电力系统无功功率平衡和电压调整内容的理解。

### 2. 实验内容

- (1) 电力网的电压和功率分布实验；
- (2) 电力系统有功功率平衡和频率调整实验；
- (3) 电力系统无功功率平衡和电压调整实验。

### 3. 实验设备

- (1) WDT-III 电力系统综合自动化试验台；
- (2) PS-5G 型电力系统微机监控试验系统。

## 五、教学方法

为了加深学生对理论教学内容的理解，提高学生的自主学习和工程思维能力及动手能力，本课程配合理论学习，要求学生在教师的指导下，能够独立操作设备，按照实验步骤的要求完成相关的测试及实验要求。培养学生具备对一般电力系统设备的调试及应用能力。

## 六、考核与成绩评定方式

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括操作成绩、实验报告成绩部分。

操作成绩（百分制），包括设备使用、操作规范、测试方法和测试结果等。

#### 操作成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 能够根据电气设备的基本工作原理和基础知识，正确使用和操作电力系统试验台；能够按照实验步骤和要求，完成实验项目的参数测量以及功能的验证和调试。能够根据电力系统的运行情况，定性分析电力系统的潮流分布、电力系统的暂态稳定和电力系统的稳定运行；并能够掌握正确的处理方法。 | 使用和操作电力系统试验台的流程规范，电路连接正确，参数的调试和测量以及实验步骤和过程完全符合要求，对实验过程中出现的电力系统不稳定或振荡情况处理方法正确。 | 使用和操作电力系统试验台的流程较规范，电路连接正确，参数的调试和测量以及实验步骤和过程较为符合要求，对实验过程中出现的电力系统不稳定或振荡情况处理方法较正确。 | 使用和操作电力系统试验台的流程基本规范，电路连接基本正确，参数的调试和测量以及实验步骤和过程基本符合要求，对实验过程中出现的电力系统不稳定或振荡情况处理方法基本正确。 | 使用和操作电力系统试验台的流程不规范，电路连接不正确，参数的调试和测量以及实验步骤和过程不符合要求，对实验过程中出现的电力系统不稳定或振荡情况处理方法不正确。 |
|---|---|---|---|---|

实验报告成绩（百分制），实验报告内容包括：实验目的、设备、基本原理、内容及步骤、结果及分析、小结。

### 实验报告评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |  |   |                                     |
|---|---|--|---|-------------------------------------|
|   | 优秀（0.9-1）   | 良好（0.7-0.89）                                       | 合格（0.6-0.69）                                  | 不合格（0-0.59）                         |
| 掌握报告的书写技能，利用电力系统的基本概念和基础知识，对实验内容进行具体客观的描述。能够对实验的现象或数据和结果进行逻辑归纳、综合分析并准确表达。 | 报告格式规范，内容完整；对实验的现象或数据与结果进行有效的逻辑归纳、综合分析合理，自我总结得当且表达准确。 | 报告格式规范，内容较完整；对实验的现象或数据与结果进行了一定的逻辑归纳、综合分析较合理，表达较准确。 | 报告格式较规范，内容基本完整；对实验的现象或数据与结果进行了一定的说明、综合分析基本合理。 | 报告格式不规范，内容不完整；对实验的现象或数据与结果没有进行分析说明。 |

成绩评定为：操作成绩\*70%+实验报告成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电力系统综合实验》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |  |        |         |       |   |
|--|--|--------|---------|-------|---|
| 课程名称   | 电力系统综合实验   | 课程性质   | 专业基础，必修 | 学时学分  | 24/1.5  |
| 开课学期   | 第六学期   | 专业班级   | 电气工程    | 考核方式  | 操作、报告   |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，实验教师  |  |        |         |       |   |
| 二、课程目标达成评估   |  |        |         |       |   |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标   | 评价数据源  |         |       |   |
|  |  | 评价依据   | 分值      | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式   |
| 毕业要求 4.3 能够对实验数据进行分析和解释，进行信息综合得到合理有效的结论，评价整个实验环节，并结合影响实验结果的因素，研究其中可以改进完善的实验环节。 | 目标 1：加深理解电力系统的组成原理及控制规律，理解同步发电机准同期并列原理和并列条件；理解同步发电机励磁调节原理和励磁控制系统的基本任务；初步掌握电力系统综合实验的基本方法；加深理解功率极限的概念，在实验中体会各种提高功率极限措施的作用；加深对电力系统暂态稳定内容的理解，使学生通过实际操作，从实验中观察到系统失步现象 | 操作成绩   | T10=100 | T1=80 | $\frac{T_1}{T_{10}} * 0.7 + \frac{A_1}{A_0} * 0.3 = 0.78$ |
|  |  | 实验报告成绩 | A10=100 | A1=74 |   |

|           |  |  |  |  |
|-----------|--|--|--|--|
|           | <p>和掌握正确的处理措施；加深理解对称稳定情况下，输电系统的网络结构和各种运行状态与运行参数变化范围；理解电力系统潮流分布的概念；了解电力系统自动化的遥测，遥信，遥控，遥调等功能；了解电力系统调度的自动化；加深对电力系统有功功率平衡和频率调整、电力系统无功功率平衡和电压调整内容的理解。</p> |  |  |  |
| 三、课程评价与分析 |  |  |  |  |
| 考核结果总结    |  |  |  |  |
| 持续改进方法    |  |  |  |  |

### 七、实验教学指导书和参考书：

- 1、常秀莲、刘永强编《电力系统综合实验指导书》
- 2、《WDT-III 电力系统综合自动化试验台使用说明书》
- 3、《PS-5G 型电力系统微机监控试验台使用说明书》

## 《程序设计训练》教学大纲

实验名称：程序设计训练 (Advanced language curriculum design)

课程编号： 1501SJ033                      课程类别：必修

学时：2 周                                      学分：2

适用专业：电气工程及自动化专业

先修课程：高级语言程序设计

执笔人：周箩鱼

审订人：杜 红

### 一、课程性质

《程序设计训练》是一个综合实践教学环节，其实践性强、应用性强。通过本课程设计，使学生巩固《高级语言程序设计》课程知识，掌握结构化编程的思想和特点，较系统地掌握 C 语言进行程序设计的基本规范和技巧；能够运用针对复杂工程问题设计合理的方案，并能正确使用软件集成开发环境等现代工具解决实际问题。培养学生严谨、规范的工程意识，以及调查研究、查阅技术文献、资料、手册以及编写技术文献的能力。

### 二、课程目标

1. 巩固《高级语言程序设计》课程知识，掌握结构化编程的思想和特点，利用团队合作方式，根据软件系统课题的要求提出解决方案，开展模块设计和结构化编程（毕业要求 9.1）。

2.能正确使用软件集成开发工具,综合运用 C 语言知识进行编程,解决电气工程系统中的工程实际问题;具有一定的独立分析、调试、诊断和表达能力(毕业要求 9.1)。

3.能够运用软件工程管理方法,考虑算法的复杂度和数据结构合理性,对课题的设计方案和运行结果进行分析;掌握信息检索和图文编辑工具方法,接受报告编写的规范训练(毕业要求 9.1)。

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 9.1 在解决电气工程复杂工程问题时,能够正确认识不同学科团队对复杂工程问题的工程实践的作用和意义,能主动与其它学科的成员有效沟通,合作共事。 |
| 课程目标 2 |   |
| 课程目标 3 |   |

### 三、课设题目

| 序号 | 课设题目         | 支撑的课程目标 | 支撑的毕业要求指标点 |
|----|--------------|---------|------------|
| 1  | 职工信息管理系统设计   | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 2  | 图书信息管理系统设计   | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 3  | 学生信息管理系统设计   | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 4  | 学生选修课程系统设计   | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 5  | 销售管理系统       | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 6  | 教师工作量与课酬统计   | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 7  | 编写一万年历系统     | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 8  | 运动会管理系统      | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 9  | 通讯录管理        | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 10 | 图书管理系统       | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 11 | 奖学金评定系统      | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 12 | 单项选择题标准化考试系统 | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 13 | 车票管理系统       | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 14 | 实验设备管理系统     | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 15 | 保安值班安排系统     | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 16 | 学生籍贯信息记录簿    | 目标1/2/3 | 9.1        |
| 17 | 自选题目         | 目标1/2/3 | 9.1        |

### 四、课设内容

#### (1) 职工信息管理系统设计

任务与要求:

试设计一职工信息管理系统,职工信息包括职工号、姓名、性别、年龄、学历、工资、住址、电话等(职工号不重复)。

实现功能:

1、系统以菜单方式工作

2、职工信息录入功能(职工信息用文件保存)——输入

- 3、职工信息浏览功能 —— 输出
- 4、查询和排序功能：(至少一种查询方式) —— 算法  
按工资查询  
按学历查询等

5、职工信息删除、修改功能

知 识 点：结构体、数组、函数、文件等的应用

说 明：系统可录入的职工最大数值为 50，要求界面友好，易于操作。

## (2) 图书信息管理系统设计

任务与要求：

试设计一图书信息管理系统，图书信息包括：登录号、书名、作者名、分类号、出版单位、出版时间、价格等。

实现功能：1、系统以菜单方式工作

2、图书信息录入功能(图书信息用文件保存)——输入

3、图书信息浏览功能——输出

4、查询和排序功能：(至少一种查询方式)——算法

按书名查询

按作者名查询

5、图书信息的删除与修改

知 识 点：结构体、数组、函数、文件等的应用

说 明：系统可录入的图书最大数值为 100，要求界面友好，易于操作。试设计一职工信息管理系统，职工信息包括职工号、姓名、性别、年龄、学历、工资、住址、电话等（职工号不重复）。

## (3) 学生信息管理系统设计

任务与要求：

学生的基本个人信息管理，其中个人信息应包含：姓名、性别、年龄、出生年月、家庭住址、班级、电话号码、宿舍号等

实现功能：

1. 具有整张信息表的浏览功能、整表输出到文件功能、个人信息的二次修改功能、新人员的基本信息的添加功能、删除实际人员基本信息功能、查询功能等

2. 信息的添加、删除等操作都需要在文件中更新

知 识 点：数组，指针、结构体、文件操作

说 明：必须用到结构体和文件操作试设计一职工信息管理系统，职工信息包括职工号、姓名、性别、年龄、学历、工资、住址、电话等（职工号不重复）。

## (4) 职工信息管理系统设计

任务与要求：

选修课程管理，每门选课课程的信息包括：课程名、学分、人数限制、面向专业、面向年级；选课时学生需要提供：姓名、学号、班级等信息

实现功能：

1. 具有选择某门课程功能、退选某门课程功能；

2. 按照课程浏览选课学生名单功能、按照学生姓名和学号查询选修课程情况功能；

3. 根据选修课程的选修条件自动排除不满足条件的选修请求功能、输出某门选修课的

选修名单到文件功能、输出某人的选修课情况到文件功能

知识点：数组，指针、结构体、文件操作

说明：必须用到结构体和文件操作

#### (5) 销售管理系统设计

任务与要求：

设计一个日用商品销售管理，以小型超市商品销售为管理对象来设计系统。

实现功能：

根据销售信息（包含如下内容：商品编号、销售数量、销售单价、销售日期、销售人员；保存为磁盘文件），实现对商品日常信息的管理。

1、日用商品销售信息输入，运用人机对话方式实现商品信息录入并以文件保存

2、商品销售信息查询：

根据商品编号、销售日期或人员查询商品明细（数量，单价，金额）

3、商品销售信息统计

a) 日销售额统计（按商品编号，销售人员，全部商品）及总销售额统计

b) 月销售额（按商品编号，销售人员，全部商品）及总销售额统计

c) 月度销售排名（按商品编号，销售人员）

知识点：结构体类型变量的应用，文件操作，数据的查询，函数的应用

说明：以十组商品三个营业员构成二十组商品数据

#### (6) 职工工作量统计系统设计

任务与要求：

设计一个以班组职工日常工作量统计为对象的管理系统。

实现功能：

根据组内职工日常工作信息（包含如下内容：职工编号，职工姓名，工作内容，完成数量，完成质量，完成日期；保存为磁盘文件），实现对职工日常工作量信息的管理。

1、职工日常工作量信息输入

2、职工日常工作量信息统计与输出

a) 以完成工作数量及完成质量进行工作量当日统计排序。名次相同，以完成数量多者优先，再次相同，以职工编号小者优先。

b) 以一个星期为一时间段按上述规则进行排序。

知识点：结构体类型变量的应用，文件操作，数据的查询与排序。

说明：以十人构成一个班组，每天大家都做同一工作来构成数据。

#### (7) 编写一万年历系统设计

任务与要求：

设计一万年历系统，万年历可查范围为 1950 年-2050 年

实现功能：

1、输入一个年份，输出是在屏幕上显示该年的日历。

2、输入年月，输出该月的日历

3、输入年月日，输出距今天多少天，星期几，是否是节日（当前日期通过系统时间获取）

取)

4、阳历、阴历互查

知识点：文件操作，数据的查询与排序，阴历阳历的转换。

说明：该题限两人完成。

#### (8) 学生成绩管理系统设计

任务与要求：

设计一个学生成绩管理系统。学生的基本个人信息应包含：姓名、学号、班级、各科成绩等

实现功能：

- 1、输入学生信息并以文件保存；
- 2、读取文件并显示所有学生的成绩；
- 3、按学号或姓名查询某学生的所有成绩；
- 4、修改某指定学生的成绩并存盘；
- 5、按各门课程的学分和分数计算所有同学的平均分，并根据分数排名显示出各等级奖学金的名单；
- 6、将各等级奖学金获得者的名单写入另一文件；

知识点：数组或链表，字符串操作，文件操作等。

说明：需要输入学生的数据大于 20，每个学生成绩包括 C 语言成绩（4 学分）、高数成绩（6 学分）、英语成绩（3 学分）、物理成绩（4 学分）、马哲（2 学分）。规定一等奖学金的比例为 5%，二等奖学金的比例为 10%，三等奖学金的比例为 15%，按比例算出。

#### (9) 通讯录管理系统设计

任务与要求：

本程序属于非数值计算型算法设计，学生需要设计出通讯录管理系统所需要的基本功能，并设计简单的界面（无需图形化）。

实现功能：

- 1、通过提示菜单选择可以进行的操作
- 2、将人员的信息存入文件中，并命名为 PersonInfo.txt
- 3、在本系统中可以进行管理系统包含的基本操作，包括增、删、改、查等
- 4、人员基本信息包括人员号、姓名、性别、生日、电话和所在地这些简单信息
- 5、人员信息文件中每一行存放一个人员的信息

知识点：本程序主要考察对自定义函数的熟悉程度，本程序中主要使用到的是数组的相关操作，包括数组的输入、输出、查找、插入、删除等操作，需要对数组有比较深入的掌握。

说明：系统可录入的人员最大数值为 1000，要求界面友好，易于操作。

#### (10) 图书管理系统设计

任务与要求：

本程序属于非数值计算型算法设计，学生需要设计出图书馆模拟系统所需要的基本功能，并设计简单的界面（无需图形化）。

实现功能：

- 1、通过提示菜单选择可以进行的操作
- 2、将图书的信息存入文件中，并命名为 BookInfo.txt
- 3、将图书借阅情况信息存入文件中，并命名为 SendInfo.txt
- 4、在本系统中可以进行管理系统包含的基本操作，包括对图书信息的增删改查等操作

5、图书基本信息包括图书编号、书名、作者、出版社和价格这些简单信息。

6、图书信息文件中每一行存放一本书的信息。

7、借阅信息文件中每一行存放一本书的借阅情况。

知识 点：本程序主要考察对自定义函数的熟悉程度，本程序中主要使用的是数组的相关操作，包括数组的输入、输出、查找、插入、删除等操作，需要对数组有比较深入的掌握。

说 明：系统可录入的图书最大数值为 1000，要求界面友好，易于操作。

#### (11) 校园导游咨询系统设计

任务与要求：

将长江大学校区、景点、教学楼、办公楼、宿舍楼的具体地址及所起的功能制作成数据文件，通过查询等手段向咨询人介绍咨询结果。

实现功能：

1、界面有如下菜单项

西校区、城中校区、南校区、东校区、沙市校区查询

2、进入菜单选项后，有相应的校区简介（如有行政楼、有什么单位等等、同时还要提供查询功能。

3、计算任意两个校区的最短路程

知识 点：数组或链表，字符串操作，文件操作等。

说 明：本选题限由两人完成。

#### (12) 单项选择题标准化考试系统设计

任务与要求：

将单项选择题考试的题目和标准答案制作成数据文件，在考试人选择答题后显示题目，在答题人答题完毕后自动与标准答案比对并给出评判结果。

实现功能：

1、有良好的人机交互功能提示用户下一步的操作。

2、在用户答题完毕后自动显示下一道题目

3、答题完毕后显示答题的总信息和标准答案的比对及评分结果

知识 点：数组或链表，字符串操作，文件操作等。

说 明：本选题限由两人完成。

#### (13) 车票管理系统设计

任务与要求：

车票的管理系统，车票信息应包括：班次号、发车时间、路线（起始站、终点站）大致的行车时间，额定载客量。要求整个系统设计为班次信息输入模块，班次信息添加模块，班次信息修改模块，班次信息查询输入模块、售票模块和退票模块。

实现功能：

1、录入班次信息，可不时地增加班次数据

2、浏览班次信息,可显示出所有班次当前状态(如果当前系统时间超过了某班次的发车时间,则显示“此班已发出”的提示信息)。

3、查询路线：可按班次号查询；可按终点站查询

4、售票和退票功能

知识 点：结构体、文件、指针、函数、循环控制



说明：以文件的方式对数据进行存储、系统以菜单的方式工作。

#### (14) 实验设备管理系统设计

任务与要求：

实验设备管理系统，实验设备信息包括：设备编号、设备种类（微机、打印机、扫描仪等等）、设备名称、设备价格、设备购入日期、是否报废、报废日期等。要求整个系统设计为实验设备信息输入模块，实验设备信息添加模块，实验设备信息修改模块，实验设备信息分类统计模块和实验设备查询输入模块。

实现功能：

- 1、能够完成对设备的录入和修改
- 2、对设备进行分类
- 3、设备的查询
- 4、设备的报修、报废等处理

知识点：结构体、文件、指针、函数、循环控制

说明：以文件的方式对数据进行存储、系统以菜单的方式工作

#### (15) 保安值班安排系统设计

任务与要求：

某公司有7名保安人员：赵、钱、孙、李、周、吴、陈。由于工作需要轮休制度，一星期中每人休息一天。预先让每一个人选择自己认为合适的休息日。请编制一程序，打印轮休的所有可能方案。尽量使每个人都满意，例如每人选择的休息日如下：

赵：星期二、星期四

钱：星期一、星期六

孙：星期三、星期日

李：星期五

周：星期一、星期四、星期六

吴：星期二、星期五

陈：星期三、星期六、星期日

实现功能：编排出7名保安皆满意的值班表。

知识点：遍历，数组，枚举，结构体

说明：实现的代码不可采取自己编排好的值班表直接打印的方式来完成；应采用遍历方法来完成值班表。本题限由两人完成

#### (16) 学生籍贯信息记录系统设计

任务与要求：

编制一个学生籍贯信息记录簿，每个学生信息包括：学号、姓名、籍贯。

实现功能：

- 1、创建信息链表并以磁盘文件保存
- 2、读取磁盘文件并显示输出所有学生的籍贯信息
- 3、按学号或姓名查询其籍贯
- 4、按籍贯查询并输出该籍贯的所有学生
- 5、能添加、删除和修改学生的籍贯信息
- 6、显示输出湖北籍和非湖北籍学生的信息并可分别存盘

知识点：文件打开和保存，结构体，搜索，链表

说明：其中1-5功能是必须要实现的功能。

#### (17) 自选题目

任务与要求：

编制一个工程实际问题的小型管理系统。

实现功能：

实现增、删、查、改、存储，友好界面

知识点：文件，结构体，函数、数组或链表

说明：题目要经过老师审核。

### 五、教学方法

本课程以发挥学生的主观能动性为目的。为了提高教学质量，增强学生的分析问题和解决问题的能力，本课程让学生通过合作完成具有一定工作量并且具有一定质量的课设项目。使学生在完成过程中，需要在考虑管理及经济等相关因素设计合理的解决方案，并能够使用集成开发环境工具实现方案。

#### 1. 教学过程

根据课程设计的任务要求，综合相关理论知识，给出合理的设计方案，并将整个任务分解成各个子任务和模块。

根据设计方案，进行算法设计、编程设计，并使用集成开发环境工具完成模块的集成和测试以及，实现设计全过程。

分析实验结果、撰写课程设计报告。

#### 2. 报告要求

封面：课题名称；专业和年级；学生姓名；同组其他成员姓名；指导教师。

报告的主要内容：

- (1) 题目
- (2) 设计目的
- (3) 总体设计（系统组成框图）
- (4) 详细设计（模块功能说明）
- (5) 程序清单
- (6) 运行结果及分析

### 六、考核与成绩评定方式

#### 2. 考核内容

课程考核是通过遵守纪律情况、课设验收和课设报告来考核学生的学习效果。

课设过程成绩：20%，包括课设过程中出勤、团队协作、独立编程操作等。

课设验收成绩：40%，包括课设方案的设计、代码的质量和运行的效果以及答辩中分析问题、回答问题的能力表现等。

课设报告成绩：40%，为撰写课程设计报告，内容包括课设总体设计/详细设计、调试与测试、分析与结论等。

表 1 课设过程成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |

|  |  |                                      |                                |                     |
|--|--|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| 采用团队合作方式,小组自由组合,成员进行合理分工,培养团队协作精神;针对具体的课设题目,提出相应的解决方案,各成员综合运用C语言知识独立编程,完成自己的功能;态度认真,具有一定的实践动手能力。 | 具有良好的团队协作精神;能综合运用C语言知识,软件设计方案合理,编程效果好,按照设计任务书要求较好地完成了课程设计任务;态度认真,独立工作能力较强。 | 具有良好的团队协作精神;能综合运用C语言知识;态度认真,实践动手能力较强 | 有一定的团队协作意识;能够基本完成设计和编程;主动意识一般。 | 不能很好协作团队工作;独立编程能力弱。 |
|--|--|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|

表2 课设验收评价标准

| 基本要求   | 评价标准  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
|  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)                                  | 不合格 (0-0.59)                               |
| 利用软件集成开发环境等现代工具实现课设所指定的任务;针对出现的问题,能够调试解决;具有一定的分析、表达能力。 | 能熟练使用某类C语言软件集成开发环境,综合应用C语言知识进行编程,除基本功能还有一定的拓展;针对出现的问题,具有一定的调试能力;答辩过程中,思路清晰、论点正确,对设计方案理解深入,能够合理分析、解释和演示成果。 | 较为熟练地使用某类C语言软件集成开发环境,综合应用C语言知识进行编程,完成课设基本功能;针对出现的问题,具有一定的调试能力;答辩过程中,思路基本清晰,能够合理分析、解释和演示成果。 | 能使用某类C语言软件集成开发环境,能配合团队开展一定的编程;能演示程序,对结果有基本的解释。 | 程序运行无结果,数据结构不合理,模块功能未实现;不能熟练使用C语言软件集成开发环境。 |

表3 课设报告评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)                                   | 不合格 (0-0.59)                                 |
| 掌握报告的书写技能,完成课设报告的编写;能够依据工程管理与经济决策因素,考虑算法的复杂度及数据结构的合理性,选择适合的方案进行总体设计、详细设计;客观对课程设计过程和程序运行结果进行综合分析和合理总结。 | 设计报告条理清晰、论述充分、图表规范、符合设计报告文本格式要求;能够依据软件工程方法,结合团队合作方式,对课设的总体设计、详细设计进行详尽叙述,设计中能考虑到算法的复杂度和数据结构的合理性;能准确对模块功能和数据结果进行有效的逻辑归纳、分析合理,有一定的收获体验。 | 设计报告条理清晰、论述充分、图表基本规范;能够依据软件工程方法,结合团队合作方式,对课设的总体设计、详细设计进行较为详尽叙述;对模块功能和数据结果有一定的逻辑归纳、分析合理,有一定的收获体验。 | 设计报告基本规范;能够对课设的设计思想进行一定的描述;对模块功能和运行结果有一定的分析和总结。 | 报告格式不规范,内容不完整;对课设的设计思想、模块功能和运行结果没有进行有效分析和说明。 |

成绩评定为: 课设过程成绩\*20%+课设验收成绩\*40%+课设报告成绩\*40%。

表4 《程序设计训练》课程目标达成评价分析报告

|          |        |      |          |      |          |
|----------|--------|------|----------|------|----------|
| 一、课程基本信息 |        |      |          |      |          |
| 课程名称     | 程序设计训练 | 课程性质 | 工程基础, 必修 | 学时学分 | 2周/2     |
| 开课学期     |        | 专业班级 |          | 考核方式 | 过程、验收、报告 |
| 任课教师:    |        |      |          |      |          |

| 评价人员：课程组长，任课教师  |   |       |         |       |                       |
|---|---|-------|---------|-------|-----------------------|
| 二、课程目标达成评估  |   |       |         |       |                       |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标  | 评价数据源 |         |       |                       |
|   |   | 评价依据  | 分值      | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式       |
| 9.1 在解决电气工程复杂工程问题时,能够正确认识不同学科团队对复杂工程问题的工程实践的作用和意义,能主动与其它学科的成员有效沟通,合作共事。 | 目标 1:<br>巩固《高级语言程序设计》课程知识,掌握结构化编程的思想和特点,利用团队合作方式,根据软件系统课题的要求提出解决方案,开展模块设计和结构化编程。      | 过程成绩  | T10=100 | T1=80 | $\frac{T1}{T10}=0.8$  |
|   | 目标 2:<br>能正确使用软件集成开发工具,综合运用 C 语言知识进行编程,解决电子信息系统中的工程实际问题;具有一定的独立分析、调试、诊断和表达能力。         | 验收成绩  | T20=100 | T2=80 | $\frac{T2}{T20}=0.8$  |
|   | 目标 3:<br>能够运用软件工程管理方法,考虑算法的复杂度和数据结构合理性,对课题的设计方案和运行结果进行分析;掌握信息检索和图文编辑工具方法,接受报告编写的规范训练。 | 报告成绩  | T30=100 | T3=85 | $\frac{T3}{T30}=0.85$ |
| 三、课程评价与分析   |   |       |         |       |                       |
| 考核结果总结  |   |       |         |       |                       |
| 持续改进方法  |   |       |         |       |                       |

## 七、实验教学指导书和参考书

教材:

- 1、谭浩强, C 程序设计(第五版), 清华大学出版社, 2017 年。
- 2、谭浩强, C 程序设计(第五版)学习辅导, 清华大学出版社, 2017 年。

教学参考书:

- 1、杜红, C 语言程序设计(第 1 版), 清华大学出版社, 2013 年
- 2、伍鹏, C 语言习题集与上机指导(第 1 版), 清华大学出版社, 2013 年
- 3、(美) Stephen Prata, C Primer Plus(第六版)中文版, 人民邮电出版社, 2019 年。
- 4、明日科技, C 语言从入门到精通(微视频精编版), 清华大学出版社, 2019 年。

# 《电子技术课程设计》教学大纲

课程名称：电子技术课程设计 (Course Design for Electronic Techniques)

课程编号：1501SJ003

课程类别：工程实践-必修

学分：2分

周数：2周

适用专业：电气类专业

先修课程：模拟电子技术、数字电子技术

执笔人：余新平

审订人：邹学玉

## 一、课程性质

本课程是电子技术重要的综合性实践教学环节。主要应用所学的模拟电子技术、数字电子技术课程的知识以及实验方法，培养学生理论联系实际、解决复杂电子电路工程实际问题的能力，为后续课程的理论学习和实践奠定坚实基础。

课程内容包括与模拟电子技术、数字电子技术相关的综合性设计课题 10 个，学生自主选择其中一个课题进行理论设计、电路仿真和安装测试实际电路。

## 二、课程目标

### (一) 育人目标

根据本课程实践性强的特点，结合课程设计的不同环节，培养学生的辩证唯物主义观、团队合作能力及协作精神，提高学生的实际动手能力。

### (二) 知识能力目标

- 1、能够运用相关理论知识，考虑成本、实验室已有元器件等制约因素，完成课题的方案设计，满足课题设计要求。（毕业要求 3.4）
- 2、完成电路的软件仿真和安装调试，达到规定的功能要求。在此基础上，能够撰写符合要求的课程设计报告。（毕业要求 4.2）

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 3.4 在设计系统时，能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件，满足用户设计需求。       |
| 课程目标 2 | 4.2 能够根据研究路线设计可行的实验方案，选用或搭建实验平台，设计合理的算法，开展实验，正确地采集实验数据。 |

## 三、设计课题及任务要求

### 1、多功能信号发生器的设计

任务与要求：

- (1)、输出正弦波、方波、三角波和锯齿波；
- (2)、种波形工作频率范围：10 Hz----20k Hz ；
- (3)、正弦波幅值  $\pm 10V$ ，失真度小于 2% ；
- (4)、方波幅值  $\pm 10V$ ；
- (5)、三角波和锯齿波峰—峰值为 20V；
- (6)、设计电路所需的直流电源；

### 2、简易数控直流电源的设计

任务与要求：

- (1)、出直流电压调节范围：5—15V；
- (2)、最大输出电流为 500mA；

- (3)、稳压系数小于 0.2, 纹波小于 10 mV;
- (4)、输出直流电压能够步进调节, 步进值为 1V;
- (5)、由“+”、“-”两按键分别控制输出电压步进的“增”、“减”;

### 3、多路数据采集系统的设计

任务与要求:

- (1)、入信号为 0—3V 的模拟信号;
- (2)、对 4 路或 4 路以上信号进行采集, 采集方式可为循环采集或选择采集两种方式;
- (3)、用 8 位 A/D 转换器 ADC0809;
- (4)、位数码管跟踪显示任意一路信号的大小;
- (5)、采集的数据同时送入存储器 (RAM6264) 保存, 然后读出其数据, 经 DAC0832 转换输出, 观察输出模拟量与输入模拟量的对应情况;

### 4、音响放大器的设计

任务与要求:

- (1)、知: 扬声器  $R_L=8\Omega$ , 集成运放 LM324, 集成功率放大器 TDA2003, 可调直流电源和高阻话筒;
- (2)、筒输出电压约为 5—10 mV, 录音机输出信号约为 100 mV;
- (3)、具有话筒扩音、音调控制、音量控制和卡拉 OK 伴唱功能;
- (4)、输出功率  $P_0>2W$ , 音调控制特性: 1kHz 处 0dB, 100 Hz 和 10kHz 处为  $\pm 12$  dB;

### 5、数字电子钟的设计

任务与要求:

- (1)、设计一个具有“时”、“分”、“秒”显示的电子钟;
- (2)、具有校时功能;
- (3)、有整点报时功能;
- (4)、有定时闹钟功能;
- (5)、秒信号产生电路采用石英晶体构成的振荡器实现 (4M Hz 或 32768 Hz);

### 6、简易频率计的设计

任务与要求:

- (1)、六位十进制数字显示;
- (2)、测频及显示范围: 1 Hz---1M Hz ;
- (3)、被测信号类型: 方波、正弦波;

### 7、数字定时抢答器

任务与要求:

- (1)、可同时供 8 名选手参加抢答;
- (2)、设置控制开关用于清零和抢答开始;
- (3)、具有定时抢答的功能, 其时间可由主持人设定;
- (4)、抢答开始后, 要求立即进行减计时并显示剩余时间。如果抢答时间到, 却无选手抢答, 则电路进行报警;
- (5)、抢答开始后, 若有选手抢答, 则显示其编号, 同时电路发出音响提示。此外, 电路封锁抢答功能, 禁止其他选手抢答。

### 8、出租车计价器控制电路设计

任务与要求:

- (1)、预置起步价和单价, 如设置起步里程为 5 km, 起步价费用为 13 元, 当里程大于 5 km 时每公里按 1 元计费, 能用数据开关设置每公里单价 1 元。
- (2)、停车启动候时计费功能, 按时间计费, 如每 3 分钟加收 1 km 的费用, 小于 3 分钟

不计费。

- (3)、按下计价键后，汽车运行里程计费，候时计费关断；候时计费时，里程计费暂停。
- (4)、程显示，用 3 位数字显示，单位为 km，最大显示 999km。
- (5)、总费用=起步价+（总里程-5 km）×里程单价+候时计数×候时单价。
- (6)、总费用显示、单价显示，用 2 位数字显示，单位为元，最大显示 99 元。
- (7)、清零功能，按复位键，里程显示、总费用显示装置清零。

## 9、交通灯控制电路设计

任务与要求：

设计并实现一十字路口的红、绿、黄三色交通灯控制与显示电路，即每个路口设置一组红、黄、绿交通灯，以保证车辆、行人通行安全。

### (1) 基本功能

根据需求描述，系统应具有如下基本功能：

系统工作时，东西方向绿灯亮时，南北方向红灯亮，该信号灯点亮时间可自由设定（设定范围为00~99s），同时点亮时间进行倒计时显示；当时间减为00时，东西方向绿灯熄灭，黄灯同时点亮，并维持数秒，南北方向仍为红灯亮；当倒计时显示减为00时，东西方向红灯亮，南北方向绿灯亮，点亮时间仍可自由设定；当倒计时显示减为00时，南北方向绿灯熄灭，黄灯同时点亮，并维持数秒，东西方向仍为红灯亮。当倒计时显示减为00时，系统状态进入下一个周期，以后周而复始的循环。

### (2) 扩展功能

#### A. 特殊状态控制功能

特殊状态如紧急车辆随时通行功能受一开关控制，无急车时，信号灯按正常时序控制。有急车来时，将特殊状态开关按下，不管原来信号灯的状态如何，一律强制让两个方向的红灯同时点亮，禁止其它车辆通行，同时计时停止；特殊状态结束后，恢复原来状态继续运行。

#### B. 信号灯点亮时间预置功能

控制电路在任何时候可根据实际情况修改信号灯点亮时间。

## 10、药片瓶装生产线简易控制系统设计

课题功能描述：

从键盘输入每个瓶子将装入的药片数。当每个瓶子的药片正好装满时，以下两个事件同时发生：(1) 停止药片装入；(2) 传送机将装满药片的瓶子移走，下一个空瓶进入装药位置。一旦空瓶进入合适位置，传送机立即发出控制信号，开始第 2 瓶药片的装入。

设计任务：

考虑到系统整个电路的简单性，每瓶装入的药片数及瓶数限制在 10 以内。

- (1) 通过键盘设置每瓶将装入的药片数（5-9）并显示；
- (2) 1 位数码管显示当前实装药瓶数（最大值为 9）；
- (2) 2 位数码管显示当前已装的总药片数（最大值为 81）；
- (4) 完成理论设计、PROTEUS 软件仿真和实际电路安装调试。

课程设计时间为两周，具体分配如下：

| 序号 | 主要进程                 | 教学内容   | 思政元素  | 时间分配<br>两周(课内 24 学时) | 对应课程目标 |
|----|----------------------|--|---|----------------------|--------|
| 1  | 布置设计任务，提出设计要求，完成理论设计 | 布置设计任务，提出设计要求，分组、选题。<br>学生综合运用电子技术课程中所学到的理论知识，查阅与设计题目有关的参考资料，进行基于模块化电路的理论设计。 | 2 人 1 组共同完成一个课题，培养学生的团队合作能力及协作精神；<br>从宏观与微观 | 8 学时                 | 1/2    |

|   |          |   |   |      |     |
|---|----------|---|---|------|-----|
|   |          |   | 的角度进行课题的方案设计和模块设计,培养学生的辩证思维意识。                        |      |     |
| 2 | 电路仿真设计   | 对电路进行 PROTEUS 软件仿真 /FPGA 仿真功能验证, 针对存在的问题进行修改完善, 完成整个电路设计。 | 通过电路的理论设计、虚拟仿真到实际电路安装, 训练学生的理论联系实际的思想与方法, 提高学生的实际动手能力 | 8 学时 | 1/2 |
| 3 | 电路安装与测试  | 在电路板上(或者在 PFPGA 实验板)安装电路, 利用电子仪器对电路进行测试, 达到设计要求。          |   | 8 学时 | 1/2 |
| 4 | 撰写课程设计报告 | 学生按要求撰写课程设计报告   | 培养学生对事物的观察、实践和总结的能力                                   | 课外   | 1   |

#### 四、教学方法

##### 1. 实践教学

采取 2 人 1 组、自由组合、每组自由选择 1 个课题的组织形式, 充分发挥学生的积极性。实施理论设计、软件仿真和电路安装调试的一体化教学方法。

对于每个课题, 采取必做与选做相结合、仿真与实做相结合、课内与课外相结合的“三结合”实践教学模式。引导、激励学生开展实践活动的积极性和自主性, 培养学生运用电子技术知识解决电子电路及电子系统等工程问题的能力和创新意识。

##### 2. 课程设计报告

在撰写课程设计报告过程中, 使学生进一步理解和巩固课题的设计方案和电路工作原理; 总结电子电路的故障查找与排除方法, 培养学生的工程思维能力。报告格式如下:

封面: 课题名称; 专业和年级; 学生姓名; 指导教师。报告的主要内容: (1) 设计任务与要求;

(2) 设计方案和电路工作原理;

(3) 电路仿真、安装及调试过程;

(4) 调试结果与分析;

(5) 心得、体会及建议;

(6) 参考文献。

#### 五、考核与成绩评定方式

##### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括过程考核成绩、课程设计报告考核成绩两部分。

过程考核包括: 电路理论设计(百分制)、电路软件仿真(百分制)、安装调试与测试(百分制)三部分, 按权重 0.3、0.3、0.4 评定过程考核成绩(百分制)。

表 1 过程考核评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |
|      |            |               |               |              |



|  |   |  |   |   |
|--|---|--|---|---|
| 根据课题的设计要求，确定基于模块化电路的设计方案；对各个模块电路进行理论设计与仿真；安装与测试实际电路，实现规定的电路功能。 | 电路设计方案正确，各个单元电路理论设计正确；电路整体仿真运行正确；电路安装或电路搭建正确，电路整体运行正常，实现了全部的电路功能。 | 电路设计方案正确，各个单元电路理论设计正确；电路整体仿真运行基本正确；电路安装或电路搭建正确，电路整体运行基本正常；实现了大部分的电路功能。 | 电路设计方案基本正确，各个单元电路理论设计基本正确；部分电路仿真运行正确；电路安装或电路搭建基本正确，电路整体运行基本正常，实现了部分的电路功能。 | 电路设计方案基本正确，各个单元电路理论设计基本正确；电路仿真运行部分正确；电路安装或电路搭建不正确，电路整体运行不正常，未实现部分的电路功能。 |
|--|---|--|---|---|

课程设计报告考核成绩(百分制)，主要包括：任务要求、设计方案、仿真与实测结果、数据分析与结论等。

表2 课程设计报告评价标准

| 基本要求                               | 评价标准   |   |  |  |
|------------------------------------|--|---|--|--|
|                                    | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 报告格式正确；内容全面、完整；图、表、波形等符合规范要求，字迹工整。 | 报告格式正确；内容全面、完整，对电路的理论设计、 <u>电路工作原理、电路仿真、安装及调试过程、调试结果与分析</u> 等进行了详细介绍；图、表、波形等符合规范要求，字迹工整。 | 报告格式正确；内容较全面、完整，对电路的理论设计、 <u>电路工作原理、电路仿真、安装及调试过程、调试结果与分析</u> 等大部分内容进行了基本介绍；图、表、波形等基本符合规范要求，字迹较工整。 | 报告格式基本正确；内容不够全面、完整，对电路的理论设计、 <u>电路工作原理、电路仿真、安装及调试过程、调试结果与分析</u> 等部分内容进行了简单介绍；图、表、波形等部分符合规范要求，字迹不够工整。 | 报告格式基本正确；内容不全面、完整，对电路的理论设计、 <u>电路工作原理、电路仿真、安装及调试过程、调试结果与分析</u> 等少部分内容进行了简单介绍；图、表、波形等不符合规范要求，字迹不工整。 |

最终成绩评定为：过程考核成绩\*70%+课程设计报告成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成度评价

| 一、课程基本信息  |   |               |         |       |                         |
|---|---|---------------|---------|-------|-------------------------|
| 课程名称  | 电子技术课程设计  | 课程性质          | 实践课，必修  | 学时学分  | 2周/2学分                  |
| 开课学期  |   | 专业班级          |         | 考核方式  | 过程+报告                   |
| 任课教师：   |   |               |         |       |                         |
| 评价人员：课程组长，任课教师  |   |               |         |       |                         |
| 二、课程目标达成评估  |   |               |         |       |                         |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标  | 评价数据源         |         |       |                         |
|   |   | 评价依据          | 分值      | 平均分   | 达成度值                    |
| 毕业要求 3.4<br>在设计系统时，能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件，满足用户设计需求。 | 目标 1: 能够运用相关知识，考虑成本、实验室已有元器件等制约因素，完成课题的方案设计，满足课题设计要求。 | 过程考核：<br>理论设计 | T10=100 | T1=85 | $\frac{T1}{T10} = 0.85$ |

|   |   |                    |         |       |                                    |
|---|---|--------------------|---------|-------|------------------------------------|
| 毕业要求 4.2<br>能够根据研究路线设计可行的实验方案, 选用或搭建实验平台, 设计合理的算法, 开展实验, 正确地采集实验数据。 | 目标 2: 完成电路的软件仿真和安装调试, 达到规定的功能要求。在此基础上, 能够撰写符合要求的课程设计报告。 | 过程考核:<br>电路仿真及安装调试 | T20=100 | T2=90 | $\frac{T2 + A1}{T20 + A10} = 0.85$ |
|   |   | 报告考核               | A10=100 | A1=80 |                                    |
| 三、课程评价与分析   |   |                    |         |       |                                    |
| 考核结果总结  |   |                    |         |       |                                    |
| 持续改进方法  |   |                    |         |       |                                    |

## 六、主要参考资料

- 1、余新平主编, 数字电路设计·仿真·测试(第2版), 华中科技大学出版社, 2018
- 2、邹学玉等, 模拟电路设计·仿真·测试, 电子工业出版社, 2014年
- 3、许小军等, 数字电子技术实验与课程设计指导(第2版), 东南大学出版社, 2019
- 4、谢自美等. 电子线路设计、实验、测试(第3版), 华中科技大学出版社, 2006
- 5、盛法生, 电子技术课程设计(EDA技术与应用), 浙江大学出版社, 2011

## 《电子工程实训》教学大纲

课程名称: 电子工程实训 ((Electronic engineering training))

课程编号: 1501SJ038                      课程类别: 工程实践-必修

学分: 1分

周数: 1周

适用专业: 电子信息类专业、电气类专业、测控技术与仪器

先修课程: 工程制图基础、电路分析

执笔人: 孙祥娥 余仕求

审订人: 邹学玉

### 一、课程性质

本课程是电气信息类各专业的重要专业实践课, 是学生把所学专业知识和工程实践紧密结合、拓宽专业口径、加强实践能力的重要环节, 为学生的专业发展构建宽广的知识结构和技术平台。通过实训, 进一步锻炼学生的实践操作技能, 增强实践工作能力, 接受理论联系实践的思想、作风教育。

### 二、课程目标

#### 1.价值目标

(1) 通过产品的拆装, 了解产品的制造工艺、材料品质、技术水平等状况, 激励学生勤奋学习, 立志为中国制造尽最大的努力。树立民族复兴的远大理想情怀与职业担当;

(2) 通过分组合作方式, 互相配合, 感受团结、集体的力量和氛围, 培养集体主义精神。

(3) 通过设计和搭建电路，自己发现问题和解决问题，不断改进电路，达成设计目标，培养学生独立、吃苦、进取、诚信、科学的良好品质。

## 2. 知识和能力目标

(1) 通过学习闹钟的拆装，了解精密仪器机械结构，具备典型零部件测量的能力；通过学习计算机拆装，使学生掌握计算机组装与维护的基本知识，初步具备自己选购组件进行组装电脑硬件的能力，并能理论联系实际、在认识电子信息产品常用电子元器件基础上，具备读懂主板、显卡、声卡等元器件的硬件电路原理图的能力；通过拆装及测试空气开关、接触器、继电器、漏电保护器、步进（或三相）电动机等常用低压器件，了解其结构、规格、参数、工作原理及实际应用，培育学生的工程应用能力。（毕业要求 3.1）；

(2) 能够在项目实施工程中，合理分工、相互协作、诚信守则、实事求是、安全至上，共同完成好实习各环节的工作任务。（毕业要求 8.1）；

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 3.1 针对复杂电子信息工程问题，提出可行的解决方案，并掌握复杂工程设计与产品开发全周期、全流程的基本方法和技术，理解影响设计目标和解决方案的技术因素，同时进行经济、安全、社会、健康、法律、文化及环境等因素的评估，并改进设计方案。 |
| 课程目标 2 | 8.1 了解中国国情，具有社会主义核心价值观和人生观，明确个人作为社会主义事业建设者和接班人所肩负的责任和使命，正确理解个人与社会的关系。   |

## 三、实训项目

| 序号     | 实训项目                        | 学时 | 思政融入点   | 对应课程目标 |
|--------|-----------------------------|----|---|--------|
| 1<br>2 | 机械闹钟拆卸与机械闹钟安装               | 3  | 1. 了解一般电气设备技术规范、使用与保护要求，确保设备使用安全性和利用率；<br>2. 了解仪器设备内部结构及材料类型，判断其使用期可能对人类和环境损害的隐患，并了解防护措施，培养环境保护意识；<br>3. 了解国内外产品质量技术等的特点及差异，立志为提高我国产品的竞争力而努力； | 1/2    |
| 2<br>3 | 初步认识各部件及拆装；<br>微机硬件市场调查及答辩。 | 4  |   | 1/2    |
| 3      | 常用低压电器拆装与测试                 | 3  |   | 1/2    |

## 四、实训内容及任务要求

### 1. 机械闹钟拆装

(1) 实训目的

- 了解机械闹钟的结构和原理；

- 掌握典型零部件测量的方法，具备紧密仪器拆装的能力。

(2) 实训内容

- 拆卸
  - 拆卸外壳零件
  - 拆卸指针机构和闹时控制机构
  - 拆卸摆轮部件、游丝部件和擒纵叉组件
  - 拆卸其它齿轮及发条
- 安装
  - 头轮组件与发条的钩合
  - 安装轮系
  - 安装擒纵叉组件和摆轮、游丝部件
  - 安装指示机构
  - 安装闹时控制机构
  - 安装外壳

(3) 实训仪器与材料：机械闹钟

## 2. 计算机拆装与微机市场硬件调研

(1) 实训目的

- 认识主机箱内微机各部件；
- 对机箱内主要部件的连接有一个感性认识；
- 感知主机箱内各部件拆装方法；
- 检测系统是否能够正常启动，可以查看系统硬件资源配置状况，硬件驱动是否正常，操作系统自带基本软件运行是否正常
- 培养对微机综合性能的判别能力
- 了解微机硬件市场各主要部件的市场行情
- 熟悉微机硬件价目单各项指标的含义
- 了解微机部件的最新发展趋势
- 锻炼自己动手购机装机能力。

(2) 实训内容

- 拆开主机箱观察机箱内部部件
- 拆卸硬盘、光驱、软驱
- 拆卸扩展卡，包括显卡声卡网卡的
- 拆卸CPU、主板、拆卸内存条
- 拆卸电源
- 观察拆卸部件的外观及上面的标识
  - 记录部件的规格、型号、品牌、技术指标等信息，
  - 主要包括主机箱、硬盘、光盘、软驱、显卡、声卡、网卡、内存条、CPU  
各种主机跳线、主板、电源等
- 拟定安装顺序，并按照方案依次安装电脑配件
- 思考安装应特别注意的问题。
- 对所拆装主机作做综合性能评价
  - 本机大约是什么年代的流行配置
  - 根据机器配置判断本机购置时最匹配的工作是什么
  - 分析机器的优缺点
  - 如果希望继续使用机器，请给出相关的扩充升级建议。
- 依据对当前电脑市场的初步了解，拟定市场调查计划，实施市场调查计划，并认真进行记录。

(3) 实训仪器与材料：微机

### 3. 常用低压电器拆装与测试

(1) 实训目的

- 了解常用低压电器（空气开关、继电器、接触器、漏电保护器、步进电机、异步电动机等）结构
- 了解常用低压电器规格及参数
- 理解常用低压电器的工作原理及实际应用。

(2) 实训内容

- 拆开低压电器观察其内部结构
- 测量电路参数
- 按原样安装好低压电器
- 测试有关低压电器的功能，试运行步进电机

### 4. 团队协作

(1) 项目分工

- 机械闹钟拆装、计算机拆装、微机市场硬件、低压电器拆装与测试：均采用

团队合作方式，2人或3人一组

- 学生互评：利用现代工具统计学生互评成绩，包含组内互评及组件互评两类。

## 5. 实训报告内容

- (1) 机械闹钟拆装步骤、主要组成部件及功能
- (2) 电脑主机拆装步骤、主要组成部件及功能；
- (3) 低压电器的规格型号、参数、工作原理及应用方法
- (4) 实训体会与总结。

## 五、教学方法

本课程以学生实际操作为主，结合教学视频及教师讲解，使学生了解精密仪器机械结构，掌握计算机组装与维护的基本知识，初步具备自己选购组件进行组装电脑硬件的能力，并在项目实施工程中培养团队合作的意识和能力。

### 1、课堂教学

授课过程采用学生课前预习、课堂讨论、教师辅导的双向教学方式。利用课前推送教学视频及多媒体课件、课中课件演示、教师演示相结合的方式开展教学，实践过程中通过学生回答问题、教师解答困惑等手段，及时解决知识点和难点问题。

学生通过机械闹钟拆装，具备典型零部件测量的能力，具备初步的仪器设备组装能力；通过学习计算机拆装，初步具备自己选购组件进行组装电脑硬件的能力，具备读懂主板、显卡、声卡等元器件的硬件电路原理图的能力；通过拆装及测试空气开关、接触器、继电器、漏电保护器、步进（或异步）电动机等常用低压器件，了解其结构、规格、参数、工作原理及实际应用，培育学生的工程应用能力。

### 2、实训报告

学生在撰写实训报告的过程中，加深理解各环节重点内容，加深对各自问题的解决措施理解和掌握；归纳实训内容，总结实训体会，提高实训效果。

## 六、考核与成绩评定方式及标准

### 1、考核内容与成绩评定

课程成绩评定方法：过程考核（由3个项目组成）成绩\*0.7+实训报告成绩\*0.3。

实训过程考核（百分制）是否能够掌握基本原理和基本方法，是否按进度要求完成实训内容，是否认证记录实训内容。

过程考核评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
|   | 优秀（0.9-1）   | 良好（0.7-0.89）   | 合格（0.6-0.69）  | 不合格（0-0.59）  |
| 了解机械闹钟的结构和原理；掌握典型零部件测量及拆装的方法；认识主机箱内微机各部件；感知主机箱内各部件拆装方 | 在掌握机械闹钟的结构和原理的基础上，正确掌握典型零部件测量及拆装的方法；正确快速拆装主机箱内微机各部件，正确判断微机综合性；完全了解低 | 在掌握机械闹钟的结构和原理的基础上，正确掌握典型零部件测量及拆装的方法；比较快速拆装主机箱内微机各部件，正确判断微机 | 基本掌握机械闹钟的结构和原理，基本掌握典型零部件测量及拆装的方法；能在规定时间内拆装主机箱内微机各部件，正确判断微机部分性能指标；基本了解低压 | 规定时间内无法完成典型零部件测量及拆装；不能在在规定时间内拆装主机箱内微机各部件，错误判断微机性能指标； |

|  |                                       |  |                                      |  |
|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| 法；培养对微机综合性能的判别能力；调研报告有详实数据及分析；了解低压电器规格型号、工作原理，掌握低压电器的使用方法。 | 压电器的规格参数及工作原理，并能正确使用；调研报告数据详实，分析合理正确。 | 综合性；较好的了解低压电器的规格参数及工作原理，并能正确使用；调研报告有数据，分析比较合理。 | 电器的规格参数及工作原理，基本掌握其使用方法；调研报告有数据分析和总结。 | 对低压电器的规格参数及工作原理不够了解，不能正确使用；调研报告基本无数据无分析。 |
|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------|--|

报告考核（百分制）为撰写实训报告，实训报告包括实训项目简介、实训内容及其具体的实现步骤、心得体会及其对课程结构的意见及建议。要求实训目的明确，态度端正，内容翔实，格式规范，总结全面。条理清楚、逻辑性强；着重写出对实训内容的总结、体会和感受，特别是自己所学的专业理论与实践的差距和今后应努力的方向。

### 报告考核评价标准

| 基本要求                            | 评价标准                                  |   |  |  |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|--|--|
|                                 | 优秀<br>(0.9-1)                         | 良好<br>(0.7-0.89)                            | 合格<br>(0.6-0.69)                               | 不合格<br>(0-0.59)                        |
| 报告格式符合规范；内容全面、完整；制图符合规范要求，字迹工整。 | 报告格式符合规范；内容全面、完整，层次清晰。制图等符合规范要求，字迹工整。 | 报告格式符合规范；内容全面、完整，层次比较清晰。制图等基本符合规范要求，字迹比较工整。 | 报告格式基本符合规范；报告包含基本内容，有一定的层次。制图等基本符合规范要求，字迹比较工整。 | 报告格式基本符合规范；报告内容不完整结构混乱。制图不符合规范要求，字迹潦草。 |

## 2、课程目标达成度评价

| 一、课程基本信息  |   |           |         |      |  |
|---|---|-----------|---------|------|--|
| 课程名称  | 电子工程实训  | 课程性质      | 工程实践-必修 | 学时学分 | 1周/1学分   |
| 开课学期  |   | 专业班级      |         | 考核方式 | 过程+报告  |
| 任课教师：   |   |           |         |      |  |
| 评价人员：课程组长，任课教师  |   |           |         |      |  |
| 二、课程目标达成评估  |   |           |         |      |  |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标  | 评价数据源     |         |      |  |
|   |   | 评价依据      | 分值      | 平均分  | 达成度值   |
| 3.1 针对复杂电子信息工程问题，提出可行的解决方案，并掌握复杂工程设计与产品开发全周期、全流程的基本方法和技术，理解影响设计目标和解决方案的技术因素 | 目标 1：通过学习闹钟的拆装，了解精密仪器机械结构，具备典型零部件测量的能力；通过学习计算机拆装，使学生掌握计算机组装与维护的基本知识，初步具备自己选购组件进行组装电脑硬件的能力，并能理论联系实际、在认识电子信息产品常用电子元器件基础上，具备读懂主板、显卡、声卡等元器件的硬件电路原理图的能力；通过拆装、观察低压电器，了解低压电器的规格参数及工作原理，并能正确使用。 | 过程考核：项目 1 | T10     | T1   | $\frac{T_1 + T_2 + T_{30}}{T_{10} + T_{20} + T_{30}} \times 0.7 + \frac{A_1}{A_{10}} \times 0.3$ |
|   |   | 过程考核：项目 2 | T20     | T2   |  |
|   |   | 过程考核：项目 3 | T30     | T3   |  |
|   |   | 报告考核      | A10     | A1   |  |

|  |   |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|
| 8.1 了解中国国情，具有社会主义核心价值观和人生观，明确个人作为社会主义事业建设者和接班人所肩负的责任和使命，正确理解个人与社会的关系 | 目标 2：能够在项目实施工程中，合理分工、相互协作、诚信守则、实事求是、安全至上，共同完成好实训各环节的工作任务。 |  |  |  |  |
| 四、课程评价与分析  |   |  |  |  |  |
| 考核结果总结   |   |  |  |  |  |
| 持续改进方法   |   |  |  |  |  |

## 七、主要参考资料

- [1]梁银亮，全图解电脑组装与故障维修，中国铁道出版社，2018-07。  
 [2] 机械闹钟拆装步骤：<https://www.bilibili.com/video/av287725118>

## 《智能控制系统课程设计》教学大纲

课程名称：智能控制系统课程设计（Course design of intelligent control system）

课程编号：1501SJ034                      课程类别：工程实践-必修

学分：2 分                                      总学时：2 周

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：单片机原理及应用、模拟电子技术、数字电子技术、C 语言程序设计、

执笔人：孙先松

审订人：陈永军

### 一、课程性质

智能控制系统课程设计是一个重要的实践教学环节，是对学生一次较全面的智能化电子系统设计训练。其基本目的是培养学生综合运用所学的基础理论知识分析和解决实际问题能力，充分发挥学生的主观能动性。通过理论联系实际，培养学生的文献资料查阅和实践动手能力，从而使基础理论知识得到巩固，加深和系统化。学习掌握智能化电子系统的一般设计过程和方法，在软硬件设计方法和技能等方面得到全面训练和提高，为今后能独立进行相关的开发设计工作打下良好的基础。

### 二、课程目标

#### （一）育人目标

按照课程设计不同环节的要求，以学生为主完成实践活动，培养学生的辩证唯物主义观，培养学生“踏实、勤奋、创新、进取”的科研精神，培养学生实事求是的工作作风和遵纪守



法、诚实守信的人格。

## （二）知识能力目标

1. 能够应用 MCU 或者其它嵌入式控制芯片、控制模块、控制板实现一个完整智能控制系统的方案设计、仿真、调试等工作，提出方案改进和优化的措施，要有能体现自主创新的工作内容。（毕业要求 3.3）

2. 培养学生细致踏实的工作风格，提高学生报告撰写、汇报演讲能力，引导学生团队分工协作意识，能领会和综合他人意见和提议。能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。（毕业要求 9.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 3.3 能够在解决方案的框架下，对所设计的方案进行优化，体现创新意识。                           |
| 课程目标 2 | 9.2 具有较强的团队协作意识，能领会和综合他人意见和提议。能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。 |

## 三、设计课题及任务要求

本课程设计以 MCU 为主控核心，可以是 51 单片机或其它任意类型、档次的 MCU，也可以用 DSP、FPGA、PLC 等为控制核心设计并完成一个智能控制系统，系统可以包含控制、测量、通信、机械等多种技术融合实现。充分发挥学生的自主能动性和创新设计能力，引导学生理论与实践相结合，注重培养学生智能系统硬件设计能力、软件编程及软硬件联合调试技巧和技能等实践能力。

在课程设计选题上分为参考题与自拟题，参考题为教师指定题目，自拟题为学生自拟题目，自拟题必须经过指导教师认可方可作为课程设计题目。每个题目要满足课程设计的教学目的与任务要求，使学生得到全面的综合训练，题目难度和工作量应适合学生的知识和能力状况。学生以 2~3 人为一组进行分组选题。课程设计开始要根据设计任务合理地安排设计进度。要进行科学合理的方案设计，软、硬件设计正确，系统集成与调试结果符合设计要求，课程设计报告书撰写规范。

### 1 电机控制系统

**任务要求：**从直流电机、步进电机、无刷电机中选择一种进行电机调速控制系统设计。

(1) 对于直流电机，要求用 MCU 和其它器件一起完成一个直流电机控制系统，能用按键设置速度、用 LED 数码管或 LCD 显示速度，能进行启动、停止、正转、反转控制。详细完成硬件、软件设计。完成课程设计报告。(2) 对于步进电机，要求用 MCU 和其它器件一起完成步进电机运转控制，要求能设置步进电机的多种运动方式（启动、停止、正转、反转、整步、半步、调速、转动角度位置等），有按键、显示等。完成控制器硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。(3) 对于无刷电机，要求用 MCU 和其它器件完成无刷电机控制、驱动系统的设计，具有按键、显示、通信接口，能完成启动、停止、转动方向、速度、力矩控制。

### 2 温度测量与控制

**任务要求：**用 MCU 和其它器件完成一个温度测量控制系统设计，要求能设置温度、显

示温度、温度报警等功能，能进行恒温控制。完成系统硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

### 3 数字电压表设计

**任务要求：**用 MCU 设计一台数字电压表，能测量 0-5V 直流电压，要求有总体设计方案，有器件选型，根据 A/D 转换器分辨率计算出数字电压表的测量精度和最小输入量值。完成数字电压表硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

### 4 交通灯控制系统

**任务要求：**用 MCU 和其它器件一起完成十字路口交通灯设计，分别控制两个方向的红、黄、绿灯，要求有手动、自动工作模式；能设置两个方向红灯、绿灯工作时间；用 LED 数码管显示时间。在手动模式下可任意控制红灯和绿灯的开、关，自动模式下按照设置的时间自动切换。完成详细的硬件和软件设计。完成课程设计报告。

### 5 LED 点阵显示

**任务要求：**用 MCU 控制 LED 点阵显示汉字或图形，要求能改变显示内容，能左右或上下拉幕式移动，能淡入淡出。完成详细的硬件和软件设计。完成课程设计报告。

### 6 测控系统设计

**任务要求：**要求包含有 PC 机与 MCU 的串口通信，MCU 端要将测量数据发送到 PC 机，PC 机发送的命令控制 MCU 端 LED 指示灯的亮、灭和其它功能部件，要求对通信协议进行设计。上位机软件可以自己编程，也可使用其它调试工具软件。完成系统硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

### 7 串行总线传输系统

**任务要求：**要求至少有一主两从，实现主机控制任一从机几个 LED 指示灯亮、灭的功能，要求有通信协议设计，串行总线从 RS232、RS485、CAN、IIC、SPI 等选择一种来实现。完成系统硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

### 8 波形发生器

**任务要求：**设计一个能产生正弦波、方波、三角波、梯形波、锯齿波的波形发生器。完成系统硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

### 9 模拟电梯控制系统

**任务要求：**设计一个 4 层楼的电梯运行模拟系统，由 8 只按键开关代表 1 楼至 4 楼的上下按键，由 LED 数码管或 LCD 模拟显示电梯运行的楼层，电梯初始停在 1 层，楼层位置用光电开关定位。完成系统硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

### 10 竞赛抢答器

**任务要求：**设计一个 8 位竞赛抢答器，同时供 8 名选手或 8 个代表队比赛，分别用 8 个按钮表示。要求有复位、计时功能、显示功能，完成系统硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

以上参考题只是列出基本要求，学生在设计过程中要设计分析具体功能、性能指标等，鼓励学有余力的同学完善扩展更多功能，自主创新。

#### 自拟题目及要求：

学生自己拟定设计题目，功能要达到两个星期设计的工作量，经老师审核可行性，同意后再进行设计工作。

课程设计时间为两周，具体分配如下：

| 序号 | 主要进程                       | 教学内容   | 思政元素                                  | 时间分配<br>两周（课内<br>24学时） | 对应课程<br>目标 |
|----|----------------------------|--|---------------------------------------|------------------------|------------|
| 1  | 课程设计任务布置，明确要求和进度安排，完成选题与分组 | 根据教学大纲和课程设计计划，集中讲解课程设计任务和要求、进度安排。学生自由组合完成分组、选题。        | 培养学生的团队合作能力及协作精神。                     | 2学时                    | 1/2        |
| 2  | 方案设计                       | 学生综合运用单片机课程、电子技术课程中所学到的理论知识，查阅相关参考资料，进行智能控制系统的方案设计。    | 注重培养学生全面、整体、系统的设计思想，培养学生分析问题与解决问题的能力。 | 4学时                    | 1/2        |
| 3  | 硬件电路设计及原理图绘制、硬件调试、软件设计与调试  | 按照方案进行硬件和软件的设计、调试。主要包括硬件电路原理图设计、硬件实物搭建、硬件调试、软件程序设计及调试。 | 培养学生严谨踏实的工作态度，提高学生的实际动手能力。            | 10学时                   | 1/2        |
| 4  | 结果验收与作品答辩                  | 对课程设计作品进行验收，验收时还要求学生对自己的作品进行答辩，分析经验得失。                 | 培养学生工作总结、人际交流和沟通能力                    | 8学时                    | 1/2        |
| 5  | 撰写课程设计报告                   | 学生按要求撰写课程设计报告。   | 培养学生对事物的观察、实践和总结的能力                   | 课外                     | 1          |

说明：1. 撰写课程设计报告，不少于 3000 字，报告内容、要求及格式等要符合规范。

2. 验收答辩：学生自述约 5 分钟，并回答 2~3 个问题。

#### 四、教学方法

##### 1. 实践教学

采取 1~3 人 1 组、自由组合、每组自由选择 1 个课题的组织形式，以学生为主，充分调动学生的积极性、主动性。教师对学生系统设计、软件仿真、系统集成与调试、团队协作各方面进行辅导和引导。

对于每个课题，要求必须完成基本功能，自主发挥完成扩展功能，在方案设计、硬件制作与调试、软件仿真与系统调试各个环节考核学生的实践动手能力。引导、激励学生开展实践活动的积极性、自主性和团队协作意识，培养学生运用 MCU 等设计一个完整的智能控制系统等工程问题的能力和创新意识。

注重课内、课外有机统一，保证课题完成。

##### 2. 课程设计报告

在撰写课程设计报告过程中，培养学生进一步明确设计任务与要求，理解和巩固课题的设计方案和电路工作原理，总结智能电子系统软、硬件设计与仿真的经验得失，充分表达设计的过程、结果及心得体会、团队协作与创新点。培养学生的工程设计报告撰写能力。报告格式如下：

封面：课题名称；专业和年级；学生姓名；指导教师。

报告的主要内容：

- (1) 设计任务与要求；
- (2) 设计方案和电路工作原理；
- (3) 电路软、硬件设计，仿真、安装及调试过程；
- (4) 调试结果与分析；
- (5) 心得、体会及建议；
- (6) 参考文献。

## 五、考核与成绩评定方式

### 1. 考核标准与成绩评定

课程设计考核由过程考核（百分制）、验收答辩（百分制）、课程设计报告（百分制）三部分组成，按权重 0.3、0.3、0.4 评定最后考核成绩（百分制）。其中，过程考核主要包括进度、方案科学性与合理性、软硬件设计、整个系统设计质量、团队协作、综合能力与表现；在作品验收时进行答辩，主要检查实物或仿真结果，学生自述少于 5 分钟，并回答 2~3 个问题。课程设计报告按照纸质报告中的具体要求完成。

表 1 过程考核评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |   |   |
|--|--|--|---|---|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |
| 根据课题的设计要求，进度把握好，能完成基本功能，方案设计科学与合理，软硬件设计完整全面，完成各项仿真、调试工作，整个系统设计质量较高，有较好的团队协作、综合能力与表现。 | 电路设计方案非常好，很好地完成了系统硬件电路设计和软件设计；系统基本功能全部实现并且有创新；完成了电路仿真与调试工作，作品质量很高，团队协作很好，综合能力很强。 | 电路设计方案正确，完成了各部分的单元电路硬件设计和软件设计；系统基本功能全部实现；完成了电路仿真与调试工作，作品质量较高，团队协作好，综合能力较强。 | 电路设计方案基本正确，完成了各部分单元电路硬件设计和软件设计；系统功能没有全部实现；完成了电路仿真与调试工作，团队协作一般，综合能力一般。 | 电路设计方案基本正确，完成了主要的单元电路硬件设计和软件设计；完成了部分电路仿真与调试，完成了部分功能，团队配合不太好，综合能力不强。 |

表 2 验收答辩评价标准

| 基本要求                             | 评价标准  |                                     |                                  |  |
|----------------------------------|---|-------------------------------------|----------------------------------|--|
|                                  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)                       | 合格 (0.6-0.69)                    | 不合格 (0-0.59)                                 |
| 作品完成了基本功能要求，能演示；汇报讲解完整准确。回答问题正确。 | 作品完成了全部功能要求，并有扩展创新内容，作品演示效果好；汇报讲解非常完整准确。回答问题全部正确。 | 作品完成了全部功能要求，全部演示正常；汇报讲解完整准确。回答问题正确。 | 作品完成了基本功能要求，能演示；汇报讲解完整。回答问题基本正确。 | 作品不能演示，但完成了基本的软、硬件设计工作，能部分仿真；能汇报讲解。回答问题部分正确。 |

课程设计报告主要从任务要求、方案设计、硬件与软件设计、仿真与调试、结果分析与结论、心得与意见等进行评价。

表 3 课程设计报告评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 报告格式正确；内容全面、完整、实事求是；图、表等符合规范要求，设计步骤详尽，仿真、调试内容客观；有经验、得失、心得，字迹工整。 | 报告格式正确；内容非常全面、完整，方案很科学，有创新内容；有全面的硬件与软件设计，仿真、安装及调试过程非常详细，作品质量很高，调试结果与分析非常好；图、表等符合规范要求，有深刻的经验、得失、心得，字迹工整。 | 报告格式正确；内容全面、完整，方案合理科学；有全面的硬件与软件设计，仿真、安装及调试过程详细，内容充实，调试结果与分析较好；图、表等符合规范要求，有经验、得失、心得，字迹工整。 | 报告格式正确；内容全面、完整，方案一般；只有主要的硬件与软件设计，仿真、安装及调试过程简单，调试结果与分析一般；图、表等符合规范要求，字迹较工整。 | 报告格式基本正确；内容不全面、不完整，方案不科学；没有详细的硬件与软件设计，没有仿真、安装及调试过程，调试结果与分析不客观真实；图、表等不符合规范要求，字迹不工整。 |

最终成绩评定为：过程考核成绩\*30%+验收答辩成绩\*30%+课程设计报告成绩\*40%。

## 2. 课程目标达成度评价

| 一、课程基本信息  |  |       |         |       |                         |
|---|--|-------|---------|-------|-------------------------|
| 课程名称  | 智能控制系统课程设计   | 课程性质  | 实践课，必修  | 学时学分  | 2周/2学分                  |
| 开课学期  |  | 专业班级  |         | 考核方式  | 过程+答辩+报告                |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，任课教师   |  |       |         |       |                         |
| 二、课程目标达成评估  |  |       |         |       |                         |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源 |         |       |                         |
|   |  | 评价依据  | 分值      | 平均分   | 达成度值                    |
| 毕业要求 3.3<br>能够在解决方案的框架下，对所设计的方案进行优化，体现创新意识。                           | 目标 1: 能够应用 MCU 或者其它嵌入控制芯片、控制模块、控制板实现一个完整智能控制系统的方案设计、仿真、调试等工作，提出方案改进和优化的措施，要有能体现自主创新的工作内容。      | 过程考核  | T10=100 | T1=85 | $\frac{T1}{T10} = 0.85$ |
|   |  | 验收答辩  | T20=100 | T2=80 | $\frac{T2}{T20} = 0.8$  |
| 毕业要求 9.2<br>具有较强的团队协作意识，能领会和综合他人意见和提议。能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。 | 目标 2: 培养学生细致踏实的工作风格，提高学生报告撰写、汇报演讲能力，引导学生团队分工协作意识，能领会和综合他人意见和提议。能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。 | 报告考核  | T30=100 | T3=85 | $\frac{T3}{T30} = 0.85$ |
|   |  |       |         |       |                         |
| 三、课程评价与分析   |  |       |         |       |                         |
| 考核结果总结  |  |       |         |       |                         |
| 持续改进方法  |  |       |         |       |                         |

## 六、教学参考书

1. 指导老师指定的课程设计题目、相关 IC 手册、参考资料、网站资源。
2. 张毅刚著. 单片机基础实验、课程设计与习题解答 (第 2 版). 人民邮电出版社, 2020 年
3. 彭敏, 邹静, 王巍著. 单片机课程设计指导. 华中科技大学出版社, 2018
4. 楼然苗、胡佳文著. 51 系列单片机课程设计指导 (普通高校十二五规划教材). 北京航空航天大学出版社, 2016
5. 李海滨, 片春媛著. 许瑞雪编著单片机技术课程设计与项目实例. 中国电力出版社, 2009
6. 少宇著. 智能硬件产品: 从 0 到 1 的方法与实践. 机械工业出版社, 2021
7. 张丹, 吴新开主编. 控制系统课程设计. 中南大学出版社有限责任公司, 2012

## 《生产实习》教学大纲

课程名称: 生产实习 (Production Practice)

课程编码: 1501SJ009                      课程类别: 工程实践-必修

学 分: 2 分                                  周 数: 2 周

适用专业: 电气工程及其自动化

先修课程: 电力电子技术、电力系统分析、发电厂电气部分、高电压技术等

执 笔 人: 杨友平

审 订 人: 叶刚

### 一、课程性质

生产实习是电气工程及其自动化专业必不可少的一个工程实践教学环节, 本专业学生学习完《电力电子技术》、《电力系统分析》、《发电厂电气部分》、《高电压技术》等课程后一次较全面的综合实训。本生产实习的任务是让具有一定电力系统基础知识、基本理论和分析方法的学生, 通过本次生产实习, 培养学生理论联系实际的能力; 结合生产实际, 让学生对电气工程领域中的各种电气设备有所认识和了解, 加深对电力系统的设计、开发、生产、运行、维护和管理等方面工作的认知, 从而让学生所学的基础理论知识得到巩固、加深和系统化, 增强学生的实际动手能力、分析问题与解决问题能力, 培养学生创新意识, 为毕业后从事电气工程方面的工作打下坚实的实践基础。

### 二、课程目标

#### 1. 育人目标

(1) 多阅读相关科技文献资料, 多角度了解电气工程领域前沿技术, 多了解发达国家在该领域的发展现状, 形成强烈的爱国情怀, 激励学生奋发学习、刻苦钻研, 凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。

(2) 鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度, 必须按时、按质、按量完成生产实习任

务。让学生认识到具备良好职业道德的重要性，突显工匠精神与科研态度。

(3) 自由组队，下到班组进行跟班实习，培养学生的团队协作、互助友爱与纪律观念、责任心及正确的社会价值取向，突显人文精神；熟悉电能生产工艺过程，鼓励学生创新思维，开展学习讨论，引导学生增强团队意识，同时教育学生在未来工作中树立安全意识、保密意识。

## 2. 知识和能力目标

(1) 利用所学电力系统方面的知识，结合生产实际，提高学生的动手能力；熟练所实习的对象，弄清所操作对象所涉及到的安全、成本、环保、可操作性等多方面的约束条件，从中了解到产品的用户需求（毕业要求 3.4）；

(2) 通过本次生产实习，让学生对所学的专业有更进一步的了解，了解电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成；运用工程管理与经济决策方法，解决在多学科环境下，电气类相关产品设计研发解决方案（毕业要求 11.2）；

(3) 通过本次实习，对本行业未来的发展趋势应有所了解，在解决工程实际问题时所采用的技术方法和手段应有所了解，要注重团队合作，学会与人沟通（毕业要求 9.1）。

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标  | 毕业要求指标点  |
|-------|--|
| 课程目标1 | 3.4 在设计系统时，能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件，满足用户设计需求。  |
| 课程目标2 | 11.2了解电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；并能在多学科环境下，在电气类相关产品设计研发解决方案的过程中，运用工程管理与经济决策方法。 |
| 课程目标3 | 9.1在解决电气工程复杂工程问题时，能够正确认识不同学科团队对复杂工程问题的工程实践的作用和意义，能主动与其它学科的成员有效沟通，合作共事。                                       |

## 三、生产实习内容与基本要求

本次生产实习分校外和校内两个阶段。校外阶段主要组织学生到湖北省紫电电气设备有限公司、西斋水电站等进行集中生产实习，采用参观、听报告、跟班等形式进行；校内阶段主要组织学生在电力系统虚拟仿真实验室，进行电力系统仿真操作训练。基本要求如下：

### (1) 水轮机部分

基本要求：熟悉引水系统的构造、基本原理；熟悉水轮机的主体结构、作用及原理；了解水轮机调速系统及其主要部件的作用；了解控制表盘及操作台的主要表计及布置；了解水轮机正常运行的注意事项及其监视的主要表计；水轮机正常启动、停机的简要过程，单元机组滑差启停的特点；水轮机在运行时容易发生哪些事故？事故发生前后有哪些现象。

能力：通过实习后对水轮机的主体结构清楚，能应用所学的基本理论解释水轮机各部分的工作原理及作用；通过监视系统能判断水轮机的工作状况。

### (2) 电气部分

基本要求：了解电厂建设历史及发展前景，在电力系统中的地位和作用，各电压级主要负荷状况及特点，潮流分布的一般规律等；根据所掌握知识了解电厂的电气一次侧主接线，画出主接线图、对照图找各设备的安装地点、注明主要设备的型号与规范；了解主接线的基本运行方式及特点，你对电厂主接线评价如何？了解电厂发电机组及其励磁系统的型式参数、励磁系统图及工作原理；了解电厂厂用电系统，跟师傅巡查厂用电系统后画出电厂厂用电接线图，注明主要电气设备的型号与规格；分析厂用系统中厂用电源的接线方式；备用电源接线方式，高、低压厂电电压等级；高低压厂用电母线的接线方法；厂用电接线的基本运行方式。写出你对电厂厂用电的评价；了解电厂各种类型发电机组主要辅机的名称、型号规格，以及所要参观和进行生产实习电厂的主要公共负荷有哪些？发电厂进行发电启动时厂用电源如何解决的？了解厂用电变压器的型式参数、布置安装情况、厂用电高压侧的配电特点；室外配电装置中的防雷措施（避雷针的数量、避雷器的型号、数量）；发电机组、开机、停机、并列，有功、无功负荷调节的程序及运行知识。

能力：能应用所学的基础知识和专业知识，分析电力系统中主要电气设备的工作原理及参数；分析电厂一次侧主接线及主要电气元件的工作原理；能进行相关电气参数的潮流计算。

### （3）电厂电能的生产过程

基本要求：了解水电、火力发电的电能生产工艺过程；了解主要电气设备（变压器、电动机、一次侧高压电柜等）的生产制造工艺过程。

能力：能说明水电和火电的电能生产工艺过程。

### （4）了解电力系统虚拟仿真操作过程

基本要求：结合生产实际进行电力系统虚拟仿真操作训练。

能力：能进行电力系统部分配电单元的虚拟仿真操作。

该生产实习为实践教学环节，时限为2周。

## 生产实习教学内容及学习要求

| 教学内容        |   | 学时 | 支撑课程目标 |
|-------------|---|----|--------|
| 布置生产实习任务及要求 | (1) 布置生产实习任务<br>(2) 提出生产实习要求及时间安排<br>(3) 做好生产实习前的准备工作                             | 1天 | 2、3    |
| 校外实习阶段      | (1) 听实习单位报告，做好安全教育<br>(2) 现场参观<br>(3) 跟班实习<br>(4) 分组学习讨论                          | 4天 | 1、2    |
| 校内实习阶段      | (1) 集中学习电厂电能的生产工艺过程、电气设备的生产制造工艺过程、电气系统及系统运行方式等内容<br>(2) 电力系统虚拟仿真实验室进行电力系统虚拟仿真操作训练 | 4天 | 1、2    |
| 报告编写        | 整理实习日志；根据报告编写要求，完成报告  | 1天 | 1、2、3  |
| 思政元素        | (1) 了解国内外电力行业技术现状，激发爱国情怀；<br>(2) 安全教育：提高全员安全素质，提高安全工作的责任感和自觉性，提                   |    |        |



|  |   |
|--|---|
|  | <p>倡生命至上原则，增强自我防护意识。</p> <p>(3) 了解西斋水电站的发展历史，清楚我国水电工业的发展过程。提倡科学创新，热爱祖国，追求进步，崇尚科学，勇于创造，埋头苦干，勤于实践。</p> <p>(4) 了解湖北省紫电电气设备有限公司的发展历史和产品生产过程：要树立自力更生艰苦奋斗、不怕苦不怕累精神；要深入基层一线，为我国电力工业的发展贡献自己的一份力量，要彰显长大学子的社会责任感和使命感。</p> <p>(5) 不断开发新能源，利用新技术，生产出更多的环保型电力产品，金山银山不如绿水青山，强调人类发展与生态和谐的重要性，主张合理开发与合理利用可再生资源，为我国工农业生产提供更多的清洁能源。</p> |
|--|---|

#### 四、教学方法

本次生产实习具有综合性及实践性强的特点，以学生为主体，在教师的指导下，完成电气工程生产实习的各项任务。本次生产实习包括水轮机部分、电气部分、电厂电能的生产过程、电力系统虚拟仿真操作过程、及报告撰写等实践环节。教学活动安排在实习基地和示范中心进行。主要环节如下：

(1) 实习计划制定：制定生产实习计划，确定实习内容，实习地点，实习方式，实习时间等内容。明确本次实习目的，做好实习前的动员准备工作，让学生明确本次实习的任务和要求。通过本次生产实习，达到提高学生动手能力的目的。

(2) 校外实习部分：在生产作业现场，让学生具有明确的安全意识；了解相关电气设备的结构和工作原理，及部分电气设备的生产工艺过程，如变压器、高低压配电柜、环网柜等主要电气设备；了解水力发电的生产过程，对引水系统，水轮机的工作原理及结构要了解，发电机的结构和工作原理要熟悉；通过实习能画出本生产企业的一次侧主接线图，及厂用电线路图；熟悉各种高低压电气设备的工作原理；了解本电厂的接地保护系统。在实习过程中，虚心向师傅们学习，遇到问题及时请教；要有团队协作精神，明确各自职责；教师进行指导答疑，鼓励同学之间相互学习和讨论。

(3) 校内实习部分：根据实习要求，查阅相关资料；通过多媒体手段，观看火电的生产过程，了解高压电气设备的结构及工作原理；了解主要电气设备（变压器、电动机、一次侧高压电柜等）的生产制造工艺过程。通过电力系统虚拟仿真实验平台，进行电力系统虚拟仿真操作训练，提高学生的实操能力。

(4) 报告撰写：撰写生产实习内容的报告，掌握报告撰写规范。在报告撰写期间，鼓励同学之间讨论、交流各自的成果、认识，相互启发，培养团队协作意识。在此过程中，教师进行指导和检查，及时发现问题，并与学生进行讨论，引导学生分析和解决问题。

#### 五、考核与成绩评定方式

##### 1. 考核标准与成绩评定

生产实习考核包括指导老师鉴定、实习日志与实习报告、实习单位鉴定等。

生产实习考核成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |

|  |   |   |  |  |
|--|---|---|--|--|
| 按照生产实习的计划安排进行出勤。根据生产实习的任务要求完成相关实习任务。校外要做好安全教育,确保实习安全,保证企业生产顺利进行;校内实习利用网络资源查找相关资料,利用电力系统虚拟仿真操作平台,进行电力系统实操训练;熟悉相关电气设备的结构和工作原理;对生产实习过程中遇到的问题开展学习讨论。 | 按照生产实习的计划安排能够不缺勤。根据生产实习的任务要求很好地完成相关实习任务。在企业能做到安全生产,保证安全实习;实习期间能查找大量相关学习资料,能利用电力系统虚拟仿真操作平台,进行电力系统实操训练;能熟悉相关电气设备的结构和工作原理;对生产实习过程中遇到的问题积极开展学习讨论。 | 按照生产实习的计划安排偶尔缺勤。根据生产实习的任务要求较好地完成相关实习任务。在企业能做到安全生产;实习期间能查找相关学习资料,能利用电力系统虚拟仿真操作平台,进行电力系统实操训练;对部分相关电气设备的结构和工作原理较熟悉;对生产实习过程中遇到的问题能开展学习讨论。 | 按照生产实习的计划基本不缺勤。根据生产实习的任务要求基本完成相关实习任务。能做到安全生产;能利用电力系统虚拟仿真操作平台,进行电力系统实操训练;对部分相关电气设备的结构和工作原理有所了解;对生产实习过程中遇到的问题能与其他同学交流。 | 按照生产实习的计划安排经常不出勤。根据生产实习的任务要求不能完成相关实习任务。不能做到安全生产;不按电力系统虚拟仿真操作平台要求,进行电力系统实操训练;对部分相关电气设备的结构和工作原理不大了解。 |
|--|---|---|--|--|

生产实习报告成绩,实验报告内容包括:生产实习目的、基本原理、内容及步骤、结果及分析、总结。

#### 生产实习报告评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |   |   |
|--|--|--|---|---|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |
| 掌握报告的书写技能,利用电气工程的基本概念和基础知识,对实习内容进行具体客观的描述。能够对实习的过程和结果进行归纳、综合分析并准确表达。 | 报告格式规范,内容完整;对实习内容进行具体客观的描述。能够对实习的过程和结果进行归纳、综合分析合理,自我总结得当,表达准确。 | 报告格式规范,内容完整;对实习内容较客观的描述。对实习的过程和结果进行归纳、综合分析较合理,自我总结较得当,表达较准确。 | 报告格式基本规范,内容基本完整;对实习内容基本能客观的描述。对实习的过程和结果进行归纳、综合分析基本合理,自我总结和表达基本准确。 | 报告格式不规范,内容不够完整;对实习内容不能客观的描述。对实习的过程和结果没有详细分析,自我总结不够完整。 |

成绩评定:过程考核\*70%+设计报告\*30%。

过程考核包含生产实操、电力系统仿真训练,各占比例 5:5

## 2. 课程目标达成评价

### 《生产实习》课程目标达成评价分析报告

|                     |      |       |        |      |                 |
|---------------------|------|-------|--------|------|-----------------|
| 一、课程基本信息            |      |       |        |      |                 |
| 课程名称                | 生产实习 | 课程性质  | 实践课,必修 | 学时学分 | 2周/2学分          |
| 开课学期                |      | 专业班级  |        | 考核方式 | 平时+过程+报告        |
| 任课教师:               |      |       |        |      |                 |
| 评价人员:课程组长,任课教师,企业教师 |      |       |        |      |                 |
| 二、课程目标达成评估          |      |       |        |      |                 |
| 课程目标支撑指标点           | 课程目标 | 评价数据源 |        |      |                 |
|                     |      | 评价依据  | 分值     | 平均分  | 达成度值 $K_i$ 评价方式 |

|   |   |      |         |     |   |
|---|---|------|---------|-----|---|
| 毕业要求 3.4 在设计系统时，能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件，满足用户设计需求。  | 目标 1: 利用所学电力系统方面的知识，结合生产实际，提高学生的动手能力；熟练所实习的对象，弄清所操作对象所涉及到的安全、成本、环保、可操作性等多方面的约束条件，从中了解到产品的用户需求                     | 生产实操 | T10=100 | T1= | $\frac{T1}{T10} * 0.5 + \frac{T2}{T20} * 0.5 =$ |
|   |   | 虚拟仿真 | T20=100 | T2= |   |
| 毕业要求 11.2 了解电气类相关产品的的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；并能在多学科环境下，在电气类相关产品设计研发解决方案的过程中，运用工程管理与经济决策方法。 | 目标 2: 通过本次生产实习，让学生对所学的专业有更进一步的了解，了解电气类相关产品的的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成；运用工程管理与经济决策方法，解决在多学科环境下，电气类相关产品设计研发解决方案 | 实习报告 | T30=100 | T3= | $\frac{T3}{T30} = 0.79$                         |
| 毕业要求 9.1 在解决电气工程复杂工程问题时，能够正确认识不同学科团队对复杂工程问题的工程实践的作用和意义，能主动与其它学科的成员有效沟通，合作共事   | 目标 3: 通过本次实习，对本行业未来的发展趋势有所了解，在解决工程实际问题时所采用的技术方法和手段应有所了解，要注重团队合作，学会与人沟通  | 生产实操 | T10=100 | T1= | $\frac{T4}{T40} * 0.5 + \frac{T5}{T50} * 0.5 =$ |
|   |   | 实习报告 | T30=100 | T3= |   |
| 三、课程评价与分析   |   |      |         |     |   |
| 考核结果总结  |   |      |         |     |   |
| 持续改进方法  |   |      |         |     |   |

## 六、生产实习参考书

- [1] 何仰赞等编，电力系统分析，武汉：华中科技大学出版社，2002
- [2] 电气工程课程组主编，电气工程及其自动化专业实习指导书
- [3] 电力工程电气设计手册（上）.水利电力部西北电力设计院编，1989
- [4] 电力工程电气设计手册（下）.水利电力部西北电力设计院编，1989
- [5] 刘涤尘主编，电气工程基础，武汉理工大学出版社，2012
- [6] 熊信银，发电厂电气部分，中国电力出版社，2009
- [7] 赵智大，《高电压技术》（第四版），中国电力出版社，2018

## 《电气工程课程设计》教学大纲

课程名称：电气工程课程设计（Course design for electrical engineering）

课程编码：1501SJ017

课程类别：工程实践-必修

学 分：2 分

周 数：2 周

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：电力电子技术、电力系统分析、发电厂电气部分、高电压技术等

执笔人：叶刚

审订人：杨友平

## 一、课程性质

电气工程课程设计是电气工程及其自动化专业一门工程实践教学环节，是学习完《电力电子技术》、《电力系统分析》、《发电厂电气部分》、《高电压技术》等课程后一次较全面的综合实训。

本设计的任务是使学生获得电力系统的基本理论和分析方法，培养学生理论联系实际的能力，训练综合运用所学的基础理论知识，结合电力系统的原理和方法，完成电力系统的设计和实现，树立严谨的科学态度，培养学生规范的工程意识、团队合作精神，使学生具备良好的职业道德和知识产权意识，树立职业理想和家国使命感；培养学生调查研究、查阅技术文献资料、运用计算机工具、编写技术文档，从而使基础理论知识得到巩固、加深和系统化，加强学生的实际动手能力、分析问题与解决问题能力，培养学生创新意识，为毕业后从事电力设计方面的工作打下坚实的实践基础。

## 二、课程目标

### 1、价值目标

(1) 多阅读相关科技文献资料，多角度了解计算机前沿技术，多了解发达国家发展现状，形成强烈的爱国情怀，激励学生奋发学习、刻苦钻研，树立职业理想和家国使命感。

(2) 鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度，必须按时、按质、按量完成课程设计。让学生认识到具备良好职业道德的重要性，突显工匠精神与科研态度。

(3) 自由组队，培养学生的团队协作、互助友爱与纪律观念、责任心及正确的社会价值取向，突显人文精神；自由选题，鼓励学生创新思维，引导学生尊重他人劳动成果，培养知识产权意识，并教育学生在未来工作中树立正确的法律意识、保密意识。

### 2、知识和能力目标

1、熟练掌握潮流计算、配电网结构等基本概念，根据系统的工作原理和方法，考虑实际系统的成本、安全、可操作性等约束条件，完成电气工程课程设计方案初步设计（毕业要求 3.4）；

2、掌握潮流手工计算与计算机算法功能、配电网主接线设计、雷电冲击电压充电回路类型等内容，对设计内容进行工程建模，拟定设计方案，完成电气工程系统各模块的设计工作（毕业要求 4.1）；

3、利用 MATLAB 软件实现潮流计算机算法功能和雷电冲击电压发生器的仿真，对设计方案的结果进行有效判断（毕业要求 5.3）。

### 课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标  | 毕业要求指标点                              |
|-------|--------------------------------------|
| 课程目标1 | 3.4 在设计系统时，能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约 |

|       |   |
|-------|---|
|       | 束条件，满足用户设计需求  |
| 课程目标2 | 4.1 能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线  |
| 课程目标3 | 5.3 能够选择和使用先进电子仪器设备或计算机软件工具，搭建实验平台，对复杂电气工程问题进行模拟和测试，并能对测试结果有效性进行判断、对结果反映的问题进行科学地诊断分析，能理解实验环境与实际工程环境之间的差异性 |

### 三、课程设计内容与基本要求

在进行课程设计时，统一给出4个参考题目，学生选择其中的一个题目进行开发，也可以自己选择这4个之外的其它题目。如果选择参考题目之外的题目，应该先由指导教师进行题目可行性分析，确定所选题目是否符合课程设计要求，若题目符合课程设计要求，才可以作为最后的课程设计选题。所给出的4个参考题目和基本要求如下：

#### (1) 题目一：电力系统潮流计算

基本要求：熟悉电力系统综合自动化试验台和电力系统微机监控试验台，利用试验台每组自行制定所设计电力网络的初步方案；做电力系统潮流计算的计算机算法，并对计算机算法和手工算法的两种算法进行比较；设计并打印出系统潮流方向改变后的网络分布图（跟前方案对比），说明改变系统潮流分布的方法。

#### (2) 题目二：变配电所设计

基本要求：原始资料的分析、负荷计算及无功功率补偿计算；变配电所所址和型式的选择；变配电所主接线方案的设计；短路电流的计算和变配电所一次设备的选择。

#### (3) 题目三：高、低压配电线路设计

基本要求：高、低压配电线路方案的确定；负荷计算，导线和电缆的选择；防雷保护和接地装置的设计。

#### (4) 题目四：雷电冲击电压发生器的设计

基本要求：充电回路方案的确定；回路充电电阻、波头、波尾电阻参数计算；球隙大小设计和距离的计算；雷电冲击电压测量装置、冲击电压触发器的设计；雷电冲击电压发生器的仿真电路设计。

该课程设计为实践教学环节，时限为2周。

#### 课程设计教学内容及学习要求

| 教学内容     | 学时 | 支撑课程目标 |
|----------|----|--------|
| 布置课程设计任务 | 1天 | 1      |

|                         |  |    |       |
|-------------------------|--|----|-------|
| 确定设计方案                  | (1) 查阅参考文献和资料<br>(2) 综合运用电气工程相关课程的基本理论和方法<br>(3) 确定设计方案。   | 1天 | 1     |
| 方案参数详细计算及对应仿真电路设计, 结果验收 | (1) 学生根据设计方案, 计算电压电流参数<br>(2) 根据参数选择, 查阅工具书选择合理设备<br>(3) 对系统的功能指标进行测试<br>(4) 分析研究系统的性能<br>(5) 结果验收<br>(6) 回答同学和老师的提问 | 7天 | 2、3   |
| 报告编写                    | 根据报告编写要求, 完成报告   | 1天 | 2、2、3 |

#### 四、教学方法

根据本课程设计综合性及实践性强的特点, 以学生为主体, 在教师的指导下, 完成电气工程设计的各项任务。本课程设计包括设计方案制定、参数计算、结果验收与报告撰写等实践环节。教学活动安排在示范中心和教室进行。主要环节如下:

(1) 方案制定: 选择题目, 根据题目要求查阅网络, 收集与课题的有关资料, 并对所获取的资料进行阅读分析, 写出整个系统的设计方案, 经指导老师检查确认。

(2) 编程调试: 按照系统的设计方案, 学生独立完成参数计算、设备选型, 在此过程中, 教师进行指导答疑, 鼓励同学之间相互学习。

(3) 结果验收: 教师对完成情况进行验收, 包括: 系统的功能、仿真电路的结构、系统的性能指标。

(4) 报告撰写: 撰写课程设计内容的报告, 掌握报告撰写规范。在报告撰写期间, 鼓励同学之间讨论、交流各自的成果、认识, 相互启发, 培养团队协作意识。在此过程中, 教师进行指导和检查, 及时发现问题, 并与学生进行讨论, 引导学生分析和解决问题。

#### 五、考核与成绩评定方式

##### 1. 考核标准与成绩评定

课程设计考核包括程序编写、结果验收等。

课程设计考核成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)                                    | 合格 (0.6-0.69)                             | 不合格 (0-0.59)                               |
| 按照课程设计的计划安排进行出勤。根据课程设计的应用需求进行系统设计, 计算参数与校验选型实现。对系统方案及设备参数 | 按照课程设计的计划安排能够不缺勤。根据课程设计的应用需求能完整地计算参数与校验选型实现。对系统方案及设备参数 | 按照课程设计的计划安排偶尔缺勤。根据课程设计的应用需求能较完整地计算参数与校验选型实现。对系统方 | 按照课程设计的计划基本不缺勤。根据课程设计的应用需求能基本完整地进行计算参数与校验 | 按照课程设计的计划安排经常不出勤。根据课程设计的应用需求不能完整地进行计算参数与校验 |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| 备参数进行验收, 完成系统的功能, 陈述所完成的系统关键参数设计原理和回答提出的问题。 | 进行验收, 很好完成系统的功能, 正确陈述所完成的系统关键参数设计原理和回答提出的问题。 | 案及设备参数进行验收, 较好完成系统的功能, 较正确陈述所完成的系统关键参数设计原理和回答提出的问题。 | 选型实现。对系统方案及设备参数进行验收, 基本完成系统的功能, 基本正确地陈述所完成的系统关键参数设计原理和回答提出的问题。 | 选型实现。对系统方案及设备参数进行验收, 完成系统的部分功能, 不能完整地陈述所完成的系统关键参数设计原理和回答提出的问题。 |
|---|--|---|--|--|

课程设计报告成绩, 实验报告内容包括: 课程设计目的、基本原理、内容及步骤、结果及分析、总结。

### 课程设计报告评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 掌握报告的书写技能, 利用电气工程的基本概念和基础知识, 对系统内容进行具体客观的描述。能够对系统的数据和结果进行归纳、综合分析并准确表达。 | 报告格式规范, 内容完整; 对系统内容进行具体客观的描述。能够对系统的数据和结果进行归纳、综合分析合理, 自我总结得当, 表达准确。 | 报告格式规范, 内容完整; 对系统内容较客观的描述。对系统的数据和结果进行归纳、综合分析较合理, 自我总结较得当, 表达较准确。 | 报告格式基本规范, 内容基本完整; 对系统内容基本能客观的描述。对系统的数据和结果进行归纳、综合分析基本合理, 自我总结和表达基本准确。 | 报告格式不规范, 内容不够完整; 对系统内容不能客观的描述。对系统的数据和结果没有详细分析, 自我总结不够完整。 |

成绩评定: 过程考核\*70%+设计报告\*30%。

过程考核包含程序编写、结果验收, 各占比例 4:6

## 2. 课程目标达成评价

### 《电气工程课程设计》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |   |       |              |        |                                   |
|---|---|-------|--------------|--------|-----------------------------------|
| 课程名称  | 电气工程课程设计  | 课程性质  | 实践课, 必修      | 学时学分   | 2周/2学分                            |
| 开课学期  |   | 专业班级  |              | 考核方式   | 平时+过程+报告                          |
| 任课教师:   |   |       |              |        |                                   |
| 评价人员: 课程组长, 任课教师, 企业教师                                  |   |       |              |        |                                   |
| 二、课程目标达成评估  |   |       |              |        |                                   |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标  | 评价数据源 |              |        |                                   |
|   |   | 评价依据  | 分值           | 平均分    | 达成度值 $K_i$ 评价方式                   |
| 毕业要求 3.4 在设计系统时, 能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件, 满足用户设计需求 | 目标 1: 熟练掌握潮流计算、配电网结构、雷电冲击电压等基本概念, 根据系统的工作原理和方法, 完成电气工程课程设计方案初步设计。 | 课设报告  | $T_{30}=100$ | $T_3=$ | $\frac{T_3}{T_{30}} =$            |
| 毕业要求 4.1 能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究, 对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建   | 目标 2: 掌握潮流手工计算与计算机算法功能、配电网主接线设计、雷电冲击电压充电回路类型等内容, 对设计内容进行工程建模, 拟定  | 参数计算  | $T_{10}=100$ | $T_1=$ | $\frac{T_1+T_2}{T_{10}+T_{20}} =$ |
|   |   | 结果验收  | $T_{20}=100$ | $T_2=$ |                                   |

|  |  |      |              |        |                                       |
|--|--|------|--------------|--------|---------------------------------------|
| 模, 拟定解决方案, 选择研究路线  | 设计方案, 完成电气工程系各模块的设计工作                                      |      |              |        |                                       |
| 毕业要求 5.3 能够选择和使用先进电子仪器设备或计算机软件工具, 搭建实验平台, 对复杂电气工程问题进行模拟和测试, 并能对测试结果有效性进行判断、对结果反映的问题进行科学地诊断分析, 能理解实验环境与实际工程环境之间的差异性 | 目标 3: 利用 MATLAB 软件实现潮流计算机算法功能和雷电冲击电压发生器的仿真, 对设计方案的结果进行有效判断 | 结果验收 | $T_{20}=100$ | $T_2=$ | $\frac{T_2 + T_3}{T_{20} + T_{30}} =$ |
|  |  | 课设报告 | $T_{30}=100$ | $T_3=$ |                                       |
| 三、课程评价与分析  |  |      |              |        |                                       |
| 考核结果总结   |  |      |              |        |                                       |
| 持续改进方法   |  |      |              |        |                                       |

## 六、课程设计参考书

- [1] 何仰赞等编, 电力系统分析, 武汉: 华中科技大学出版社, 2016
- [2] 王士政主编, 电力工程类专题课程设计与毕业设计指导教程, 北京: 中国水利水电出版社, 2007
- [3] 电力工程电气设计手册(上). 水利电力部西北电力设计院编, 1989
- [4] 电力工程电气设计手册(下). 水利电力部西北电力设计院编, 1989
- [5] 高压配电装置设计技术规程. 水利水电出版社, 2001
- [6] 熊信银, 发电厂电气部分, 中国电力出版社, 2009
- [7] 赵智大, 《高电压技术》(第四版), 中国电力出版社, 2018

## 《毕业设计(论文)》教学大纲

课程名称: 毕业设计(论文)(Graduation Project & Thesis)

课程编码: 1501SJ040      课程类别: 实践课-必修

学 分: 8 分      周 数: 16 周

适用专业: 电气工程及其自动化

先修课程: 数学与自然科学、工程基础课、专业基础课和专业课

执 笔 人: 杨友平

审 订 人: 叶刚

### 一、课程性质

毕业设计(论文)是电气工程及其自动化专业本科生必修的一门工程实践课程, 是大学四年教学的最后一个重要环节。通过毕业设计(论文)使学生对所学的数学与自然科学、工程基础课、专业基础课和专业课知识得到综合应用, 并加以巩固、深化, 培养学生理论联系



实际、独立分析问题和解决实际问题的能力，完成电气工程人员的基本训练，以适应现代工业发展对电气工程专业人才的需要，为毕业后从事电气工程方面的工作打下坚实的实践基础。

## 二、课程目标

### 1. 育人目标

(1) 阅读相关科技文献资料，多角度了解电气工程领域前沿技术，多了解发达国家在该领域的发展现状，形成强烈的爱国情怀，激励学生奋发学习、刻苦钻研，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。

(2) 鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度，必须按毕业设计（论文）任务书要求完成毕业设计任务。结合工程实际，考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的因素，进行毕业设计，让学生认识到具备良好职业道德的重要性，突显工匠精神与科研态度。

(3) 通过毕业设计，能将系统论、工程论、科学思维应用到工程实际中，具有研究学习科技自信及爱国主义情怀，加强师生间互动交流，进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### 2. 知识和能力目标

(1) 利用所学电力系统方面的知识，结合工程实际，提高学生独立分析和解决实际问题的能力；熟练所设计内容，弄清所设计对象涉及到的安全、成本、环保、可操作性等多方面的约束条件，从中了解到毕业论文的设计需求（毕业要求 3.4）；

(2) 提高学生的计算机应用能力，查阅文献资料和文字表达等基本技能（毕业要求 5.1）；

(3) 能够理解和评价针对毕业设计中解决的复杂工程问题对环境、社会可持续发展的影响（毕业要求 7.2）；

(4) 提高学生与业界同行的沟通能力，了解本行业未来的发展趋势，要注重团队合作，理解与业界同行和社会公众交流的差异性（毕业要求 10.1）；

(5) 训练和提高学生的社会调查能力、经济分析能力，理解和运用工程管理与经济决策方法，来解决电气类相关产品设计研发过程中的问题（毕业要求 11.1）。

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标  | 毕业要求指标点   |
|-------|---|
| 课程目标1 | 3.4 在设计系统时，能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件，满足用户设计需求                                |
| 课程目标2 | 5.1 了解本专业主要资料来源及获取方法，能够利用计算机及互联网技术检索本专业文献及资料                                    |
| 课程目标3 | 7.2 针对实际中电气设备与电力系统，能评价其资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施，判断产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患，并提出合理化的改进建议 |

|       |   |
|-------|---|
| 课程目标4 | 10.1能通过口头、文稿、图表等方式就电气工程相关领域复杂工程问题与业界同行、社会公众进行有效沟通和交流，并准确表达自己的观点，回应质疑，理解与业界同行和社会公众交流的差异性 |
| 课程目标5 | 11.1 具有初步的经济学和管理学知识，在从事电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等工程实践中，理解并掌握工程管理原理与经济决策方法。                 |

### 三、毕业设计内容与基本要求

毕业论文（设计）环节分为选题、开题报告撰写与答辩（或撰写文献综述）、设计或科学研究（撰写论文）和答辩4个阶段。电气工程及其自动化专业的毕业设计（论文）大体上可分为工程设计型、专题研究型、实验研究型、文献综述型等。主要内容包括电力电子应用、电气传动、电气设备、电力系统、计算机控制、软件设计、过程控制等方面的工程设计、专题研究、实验研究及新理论、新技术的文献调研综述等内容。基本要求如下：

#### 1. 选题

基本要求：①毕业设计（论文）题目要结合生产、科研、实验室建设等方面的任务进行。每个毕业设计题目必须有充分的文献资料支撑，毕业设计（论文）题目可以是工程设计类型，也可以是专题研究、实验研究、文献综述等类型。题目广度适中、难易恰当、分量合适，过程完整，要根据学生学习情况，因材施教，使每个学生的毕业设计（论文）经过努力能够完成。②毕业设计题目应以工程设计类型为主，结合现代设计技术和方法，要求能让学生独立地、综合地得到工程设计的训练，提倡与指导教师的科研课题相结合或生产实际题目相结合。毕业设计全过程应包括文献调研、开题报告、方案设计、分析计算、系统实现、实验调试（虚拟仿真）、撰写论文和论文答辩。③毕业设计（论文）学生应一人一题，同类型题目学生的侧重点应有所不同，学生应能独立完成毕业设计（论文）任务。④毕业设计（论文）题目应在第七学期末公布，由学生自由选题，学生在正式毕业设计之前，要收集有关资料并完成开题论证报告。⑤毕业设计题目要经过系主任批准，毕业设计答辩委员会同意，并汇总后报教务处实践学科和院教学秘书存档。

能力：应用所学基础知识和专业知识，查阅相关文献资料进行毕业设计开题论证。

#### 2. 开题报告撰写与答辩

基本要求：毕业设计指导教师向学生交待题目来源、意义、工作设想和要求，并以毕业设计（论文）任务书的形式下达给学生，给学生指出主要的参考书和参考资料的查找范围，学生按要求进行文献调研，写出开题报告，开题报告应包括研究的目的和意义，国内外研究状态和发展趋势，详细研究内容和思路，所采用的实验方法、设计手段以及具体进度计划等。并按内容分组进行开题答辩，由系审查通过后，方可进入设计阶段。

能力：能利用计算机及互联网技术检索相关文献资料，撰写开题报告，并对本设计方案作出合理的解释。

#### 3. 设计或科学研究（撰写论文）

基本要求：①工程设计：明确课题的来源及其实际意义。设计中要有方案论证、正确的理论依据、计算分析和完整的图纸。各种图表要齐全、规格化，电路要调试通过。对程序设

计内容，要有程序框图和程序清单，程序结构要优化，设计应用的理论正确，对所编制的软件要有计算实例分析。②专题研究型：明确题目来源及其研究意义，能正确应用有关的基础理论和基本概念来解决所研究的内容。会综合分析和处理有关实际数据资料。通过研究，提出明确的结论及其在电气工程及相关领域中的应用前景。③实验研究型：明确研究题目的意义及其所要解决的问题。能自己设计或在导师的指导下设计出最佳实验方案与流程，熟悉和掌握实验原理及有关理论，对有关的实验设备会进行安装调试，对实验现象要进行详细记载和综合分析，对实验数据会进行处理。通过实验研究得出明确的结论及对实际生产的指导意义。④文献综述：要明确文献调研的实际意义以及所要解决的问题。通过文献调研，对电气工程某一方面的国内外研究动态及发展趋势有明确的认识和评价，并综合提出解决某一问题的途径与方法。不论哪种类型的题目，基本内容应力求结合科研、生产和教学改革，使学生在计算机应用、实践动手能力、阅读专业外文资料能力等方面有较大提高，能达到毕业设计（论文）综合训练的目的，使学生在完成毕业设计中能有所创新。

能力：能利用自己所学的基础知识和专业知识解决本设计中所遇到的问题，通过本次毕业设计能将自己综合能力得到提高。

#### 4. 毕业答辩

基本要求：①毕业论文（设计）答辩资格审查通过后，由答辩小组以公开方式组织答辩。②答辩工作在分管院长领导下，由答辩委员会主持进行。答辩委员会可下设若干答辩小组或以专业成立答辩小组。答辩小组一般由5人或5人以上组成，其成员应由本专业学术水平高，责任心强的教师组成，根据需要也可聘请少量校外专家参加。③在校外做毕业论文（设计）的学生，完成规定任务后回校由学院统一组织答辩。④答辩前，答辩小组每个成员必须详细审阅每位学生的毕业论文（设计）报告，了解论文（设计）的质量和水平，并准备答辩时应向学生提出的问题，为答辩做好准备。⑤对以软件、硬件研制为主的毕业设计，各答辩小组在答辩前或答辩过程中要进行软件或硬件测试；对以实验研究为主的毕业设计，答辩时要向答辩小组提交实验数据的原始记录。⑥毕业论文（设计）答辩按学生自述、答辩小组审阅和提问、学生应答、答辩小组对其论文（设计）和答辩情况进行评议和评分的程序逐个进行，每个学生答辩总时间控制在15~20分钟。学生在参加毕业论文（设计）答辩时的自述应主要包括：课题来源和要求、论文（设计）内容概述、基本思想及主要方法、所得结果、结论及实用价值、主要特点或创新性、有关体会及改进意见等。答辩小组提问内容主要是与题目有关的基础理论、专业知识和设计原理与方法；论文（设计）过程中带普遍性的难点问题或要求学生进一步说明的问题；考察、鉴别学生独立工作能力的问题等。

能力：能通过口头、文稿、图表等方式就本次毕业设计中相关问题与同行进行有效沟通和交流，并准确表达自己的观点，回应质疑。

#### 毕业设计教学内容及学习要求

| 教学内容 | 学时 | 支撑课程目标 |
|------|----|--------|
|      |    |        |

|                   |  |      |           |
|-------------------|--|------|-----------|
| 选题                | (1) 指导教师拟定毕业设计题目<br>(2) 毕业设计题目汇总、审核、公示<br>(3) 学生进行选题<br>(4) 选题结果公示, 下发毕业设计任务书  | 2 周  | 1、2、4     |
| 开题报告撰写与答辩         | (1) 查阅参考文献资料<br>(2) 撰写开题报告<br>(3) 开题答辩<br>(4) 整理开题报告   | 2 周  | 1、2、4、5   |
| 设计或科学研究<br>(撰写论文) | (1) 查阅相关文献资料<br>(2) 根据毕业设计的要求完成相关设计内容<br>(如实验、实物制作、图纸设计、仿真等)<br>(3) 毕业设计进行中期检查<br>(4) 填写毕业设计学生工作手册   | 11 周 | 1、2、3、4、5 |
| 毕业答辩              | (1) 毕业设计成果验收<br>(2) 毕业论文形式审查<br>(3) 指导教师评阅<br>(4) 评阅教师评阅<br>(5) 毕业答辩<br>(6) 毕业论文资料整理归档   | 1 周  | 3、3、4、5   |
| 思政元素              | <p>(1) 了解国内外电力行业技术现状, 激发爱国情怀;</p> <p>(2) 安全意识: 对所设计的系统首要任务是保证安全, 提高全员安全意识, 提高安全工作的责任感和自觉性, 提倡生命至上原则, 增强自我防护意识。</p> <p>(3) 经过本次毕业设计全过程训练。提倡科技创新, 热爱祖国, 追求进步, 崇尚科学, 勇于创新, 埋头苦干, 勤于实践。</p> <p>(4) 经过本次毕业设计综合训练: 要树立自力更生艰苦奋斗、不怕苦不怕累精神; 要深入基层一线, 为我国电力工业的发展贡献自己的一份力量, 要彰显长大学子的社会责任感和使命感。</p> <p>(5) 针对本次毕业设计所设计系统, 能评价其资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施, 判断所设计系统可能对人类和环境造成损害的隐患, 并提出合理化的改进建议; 利用新技术, 研发出更多的环保型电力产品, 金山银山不如绿水青山, 强调人类发展与生态和谐的重要性。</p> |      |           |

#### 四、教学方法

毕业设计具有综合性及实践性强的特点, 以学生为主体, 在教师的指导下, 完成电气工程及其自动化专业毕业设计的各项任务。本次毕业设计包括开题报告、设计阶段、论文撰写、毕业答辩等实践环节。教学活动可以根据毕业设计具体要求, 安排在校内或校外进行。主要环节如下:

(1) 开题报告: 导师向学生交待题目来源、意义、工作设想和要求, 并以毕业设计(论文)任务书的形式下达给学生, 给学生指出主要的参考书和参考资料的查找范围, 学生按要求进行文献调研, 写出开题报告, 开题报告应包括研究的目的和意义, 国内外研究状态和发展趋势, 详细研究内容和思路, 所采用的实验方法、设计手段以及具体进度计划等。并按内

容分组开题报告，由系审查通过后，方可进入设计阶段。。

(2) 设计阶段：学生按开题报告内容和毕业设计任务书的要求，完成设计全部内容（包括方案论证、设计计算、资料翻译、实验调试（虚拟仿真）、绘图等）

(3) 论文撰写：学生在答辩前1周完成毕业设计报告，并进行报告查重，查完重后送导师审查，导师审查论文完成情况，写好“审查意见”后连同报告送评阅教师评阅，评阅教师由答辩委员会聘请，评阅人根据设计任务完成情况和论文水平写出评阅意见，明确是否同意参加答辩，连同报告一起交答辩委员会。答辩委员会按要求进行资格审查，并公布有答辩资格的学生名单，凡允许参加答辩的学生应作好答辩前的一切准备工作。

(4) 论文答辩：主要按学生毕业设计内容分组答辩，由答辩委员会根据审查意见、评语及答辩情况归纳出简要评语，确定成绩，最后完成论文归档等。

## 五、考核与成绩评定方式

### 1. 考核标准与成绩评定

毕业设计成绩可按平时成绩（指导教师）30%、设计（论文）水平（评阅）30%和答辩水平40%（其中成果验收答辩占10%）三方面综合考核评定。成绩评定分为优、良、中、及格、不及格五档。

毕业设计考核成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
|   | 优秀（0.9-1）   | 良好（0.8-0.89）  | 中等（0.7-0.79）  | 及格（0.6-0.69）  | 不及格（0-0.59）   |
| 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果，难度及工作量，质量和水平，存在的主要问题与不足。学生的学习态度和纪律，学生掌握基础和专业知识的实际问题的能力，解决实际问题的能力，毕业论文（设计）是否完成规定任务，达到了学士学位论文的水平，答辩能很好完成。 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果，难度及工作量，质量和水平，完成很好。学生的学习态度和纪律，学生掌握基础和专业知识的实际问题的能力，都进行很好；毕业论文（设计）完成规定任务，达到了学士学位论文的水平，答辩时表现突出。 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果，难度及工作量，质量和水平，完成良好。学生的学习态度和纪律，学生掌握基础和专业知识的实际问题的能力，都进行较好；毕业论文（设计）完成规定任务，达到了学士学位论文的水平，答辩时表现较好。 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果，难度及工作量，质量和水平，完成较好。学生的学习态度和纪律，学生掌握基础和专业知识的实际问题的能力，都进行较好；毕业论文（设计）完成规定任务，达到了学士学位论文的水平，答辩时一般。 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果，难度及工作量，质量和水平，基本完成。学生的学习态度和纪律，学生掌握基础和专业知识的实际问题的能力，基本能达到要求；毕业论文（设计）完成大部分任务，达到了学士学位论文的水平，答辩基本完成。 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果，难度及工作量，质量和水平，达不到毕业要求。学生的学习态度和纪律，学生掌握基础和专业知识的实际问题的能力，达不到毕业要求；毕业论文（设计）未完成规定任务，达不到学士学位论文的水平。 |

毕业设计（论文）成绩，毕业设计（论文）内容包括：方案论证、设计计算、资料翻译、

实验调试（虚拟仿真）、绘图、结果分析等。

毕业设计（论文）评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |   |   |  |   |
|---|---|---|---|--|---|
|   | 优秀（0.9-1）   | 良好（0.7-0.89）  | 中等（0.7-0.79）  | 及格（0.6-0.69）   | 不及格（0-0.59）   |
| 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果、难度及工作量，质量和水平，存在的主要问题与不足。学生掌握基础和专业知识的情况，解决实际问题的能力，毕业论文（设计）是否完成规定任务，达到了学士学位论文的水平。 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果、难度及工作量，质量和水平，完成很好。学生掌握基础和专业知识的情况，解决实际问题的能力，都进行很好；毕业论文（设计）完成规定任务，达到了学士学位论文的水平。 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果、难度及工作量，质量和水平，完成良好。学生掌握基础和专业知识的情况，解决实际问题的能力，都进行较好；毕业论文（设计）完成规定任务，达到了学士学位论文的水平。 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果、难度及工作量，质量和水平，完成较好。学生掌握基础和专业知识的情况，解决实际问题的能力，都进行较好；毕业论文（设计）完成规定任务，达到了学士学位论文的水平。 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果、难度及工作量，质量和水平，基本完成。学生掌握基础和专业知识的情况，解决实际问题的能力，基本能达到要求；毕业论文（设计）完成大部分任务，达到了学士学位论文的水平。 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果、难度及工作量，质量和水平，达不到毕业要求。学生掌握基础和专业知识的情况，解决实际问题的能力，达不到毕业要求；毕业论文（设计）未完成规定任务，达不到学士学位论文的水平。 |

成绩评定：毕业设计（论文）\*60%+答辩\*40%。

毕业设计（论文）包含指导教师评阅、评阅教师评阅，各占比例 5:5

2. 课程目标达成评价

《毕业设计》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |   |       |         |      |                                       |
|--|---|-------|---------|------|---------------------------------------|
| 课程名称   | 毕业设计  | 课程性质  | 实践课，必修  | 学时学分 | 13周/7学分                               |
| 开课学期   |   | 专业班级  |         | 考核方式 | 论文+答辩                                 |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，任课教师，企业教师                           |   |       |         |      |                                       |
| 二、课程目标达成评估   |   |       |         |      |                                       |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源 |         |      |                                       |
|  |   | 评价依据  | 分值      | 平均分  | 达成度值 $K_i$ 评价方式                       |
| 毕业要求 3.4 在设计系统时，能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件，满足用户设计需求； | 目标 1：利用所学电力系统方面的知识，结合工程实际，提高学生独立分析和解决实际问题的能力；熟练所设计内容，弄清所设计对象涉及到的安全、成本、环保、可操作性等多方面的约束条件，从中了解到毕业论文的设计需求 | 毕业论文  | T10=100 | T1=  | $\frac{T1+T2+T3}{T10+T20+T30} = 0.79$ |
|  |   | 答辩成绩  | T20=100 | T2=  |                                       |
|  |   | 成果验收  | T30=100 | T3=  |                                       |
| 毕业要求 5.1 了解本专业主要资料来源及获取方法，能够利用计算机及互联网技术检索本专业文献及资料；     | 目标 2：提高学生的计算机应用能力，查阅文献资料和文字表达等基本技能  | 毕业论文  | T10=100 | T1=  | $\frac{T1}{T10} = 0.79$               |

|  |  |      |         |     |                                |
|--|--|------|---------|-----|--------------------------------|
| 毕业要求 7.2 针对实际中电气设备与电力系统，能评价其资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施，判断产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患，并提出合理化的改进建议；          | 目标 3：能够理解和评价针对毕业设计中解决的复杂工程问题对环境、社会可持续发展的影响                       | 毕业论文 | T10=100 | T1= | $\frac{T1}{T10} = 0.79$        |
| 毕业要求 10.1 能通过口头、文稿、图表等方式就电气工程相关领域复杂工程问题与业界同行、社会公众进行有效沟通和交流，并准确表达自己的观点，回应质疑，理解与业界同行和社会公众交流的差异性； | 目标 4：提高学生与业界同行的沟通能力，了解本行业未来的发展趋势，要注重团队合作，理解与业界同行和社会公众交流的差异性      | 毕业论文 | T10=100 | T1= | $\frac{T1}{T10} = 0.79$        |
|  |  | 答辩成绩 | T20=100 | T2= |                                |
| 毕业要求 11.1 具有初步的经济学和管理学知识，在从事电气类相关产品的开发、生产、应用和维护等工程实践中，理解并掌握工程管理原理与经济决策方法。                      | 目标 5：训练和提高学生的社会调查能力、经济分析能力，理解和运用工程管理与经济决策方法，来解决电气类相关产品设计研发过程中的问题 | 毕业论文 | T10=100 | T1= | $\frac{T1+T2}{T10+T20} = 0.78$ |
|  |  | 答辩成绩 | T20=100 | T2= |                                |
| 三、课程评价与分析  |  |      |         |     |                                |
| 考核结果总结   |  |      |         |     |                                |
| 持续改进方法   |  |      |         |     |                                |

## 六、毕业设计参考书（学生自行选定参考资料）

- [1] 何仰赞等编，电力系统分析，武汉：华中科技大学出版社，2002
- [2] 电气工程课程组主编，电气工程及其自动化专业实习指导书
- [3] 电力工程电气设计手册（上）.水利电力部西北电力设计院编，1989
- [4] 电力工程电气设计手册（下）.水利电力部西北电力设计院编，1989
- [5] 刘涤尘主编，电气工程基础，武汉理工大学出版社，2012
- [6] 熊信银，发电厂电气部分，中国电力出版社，2009
- [7] 赵智大，《高电压技术》（第四版），中国电力出版社，2018
- [8] 根据毕业设计要求，学生自行选定参考资料。

# 电气工程及其自动化专业“荆楚卓越人才”计划

## 《自动控制原理》教学大纲

课程名称：自动控制原理（Principle of Automatic Control）

课程编码：1501ZY042

课程类别：工程基础-必修

学 分：4 分

总 学 时：64 学时，其中，理论学时：56 学时；实验学时：8 学时

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：高等数学、复变函数与积分变换、模拟电子技术、数字电子技术、电路理论

执 笔 人：朱清祥

审 订 人：胡 洲

## 一、课程性质

《自动控制原理》是自动化、电气工程及其自动化等专业的一门专业基础课，必修课。

本课程是以原理为主的理论性课程；主要从数学模型出发，讲述自动控制基本原理和控制系统分析与设计的基本方法。通过本课程的学习，使学生能够正确理解和运用课程的基本概念和理论，掌握一套较完整的分析、设计自动控制系统的方法。为专业课的学习打好基础，而且为以后从事实际工作和科研奠定一定的理论基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

紧紧围绕坚定学生理想信念，以爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线，将育人要素嵌入到自动控制原理课堂教学中。通过积极培育和践行社会主义核心价值观，运用马克思主义哲学的方法论，引导学生正确做人和做事；注重在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来，提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力；注重强化学生工程伦理教育，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。让学生成为德才兼备、又红又专、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1. 熟练掌握简单过程机理模型的方法；熟练掌握方框图的等效简化、梅森增益公式等求取传递函数的方法；理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念。通过数学模型来研究自动控制系统，可以摆脱不同类型系统的外部特征，研究他们内在的、共性的运动规律。（支撑毕业要求 1.4）

2. 熟练掌握时域分析法；掌握绘制根轨迹的基本规则；理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系，能熟练使用频率特性分析系统稳定性和动静态指标；掌握超前、滞后、滞后——超前校正的设计方法和流程。（支撑毕业要求 2.1）

3.能够根据自动控制技术解决实际需求，进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。（支撑毕业要求 4.1）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法，用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护                    |
| 课程目标 2 | 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、描述和分析电气设备与电力系统中的各单元电路组成和主要参数，并能对电气设备与电力系统中的复 |



|        |   |
|--------|---|
|        | 杂工程问题进行表达和建模。   |
| 课程目标 3 | 4.1 能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。 |

### 三、基本要求

本课程详细介绍建立控制系统数学模型的方法、控制系统的时域及频域分析方法、根轨迹法、控制系统的校正与设计方法等。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，掌握高等数学、复变函数与积分变换的基本知识，具有良好的数学知识储备。

学生通过本课程的学习，应熟练掌握简单过程机理模型的建立方法；熟练掌握方框图的等效简化、梅森增益公式等求取传递函数的方法；熟练掌握时域分析法；掌握绘制根轨迹的基本规则；理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系，能熟练使用频率特性分析系统特性；掌握超前、滞后、滞后——超前校正的设计方法和流程。

使学生能够正确理解和运用课程的基本概念和理论，掌握一套较完整的分析，设计自动控制系统方法。

通过课外研习，学生分组进行本课程最新研究进展调研，培养学生的团队协作、文献检索、语言表达陈述、沟通交流等能力。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、上机实践、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容        | 学时 | 思政元素   | 教学模式               | 对应课程目标 |
|----|-------------|----|--|--------------------|--------|
| 1  | 绪论          | 2  | 通过对自动控制理论发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读，引导学生向钱学森等老一辈科学家学习，激发学生科技强国的使命感。   | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 1/2/3  |
| 2  | 自动控制系统的数学模型 | 8  | 在教会学生用数学模型描述控制系统的一般方法时，引导学生学习辩证唯物主义的世界观和方法论，学会在工作中抓主要矛盾和矛盾的注意方面。 | 课堂授课，课后练习 3 题      | 1      |
| 3  | 自动控制系统的时域分析 | 12 | 可通过系统时域响应的分析，引导学生运用好内因和外因的辩证关系。                                  | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 1      |
| 4  | 根轨迹分析法      | 10 | 通过主导极点的分析，引导学生建立正确的政治意识、大局意识、核心意识、看齐意识。                          | 课堂授课，课后练习 3 题      | 2      |
| 5  | 频率特性分析法     | 12 | 通过分析对数频率特性与实际系统参数的关系，培养学生理论联系实际的能力。                              | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 2      |
| 6  | 自动控制系统的     | 10 | 通过讲述控制系统设计的基本思想，   | 课堂授课，课后练           | 2/3    |

|   |              |    |  |                  |       |
|---|--------------|----|--|------------------|-------|
|   | 校正           |    | 培养学生以人民为中心的理念,坚持实践是检验真理的唯一标准;建立社会主义的道路自信、理论自信、制度自信、文化自信。 | 习6题,上机实践         |       |
| 7 | 非线性控制系统的分析方法 | 10 | 非线性控制系统理论目前还很不完善,在课堂讲述中要注意培养学生改革创新的精神、职业责任感和科学精神。        | 课堂授课,课后练习6题,上机实践 | 1/2/3 |

## 第一章 绪论

- 1、 控制理论的形式与发展
- 2、 自动控制系统的基本概念
- 3、 自动控制系统性能的基本要求
- 4、 自动控制系统的分类
- 5、 教学内容与要求

本章重点:

理解自动控制、反馈等概念;

掌握自动控制系统的基本要求和系统的组成。

能力:能够将自动控制系统的基本概念、分类、性能要求用于分析自动控制系统的复杂工程问题。

## 第二章 线性控制系统的数学模型

- 1、 微分方程描述法
- 2、 传递函数描述法
- 3、 方框图描述法
- 4、 信号流图描述法
- 5、 控制系统的经典传递函数

本章重点:

控制系统微分方程的编写;

求取自动控制系统的传递函数;

控制系统的结构图及其等效变换。

能力:能够将自动控制系统建模的一般方法用于构造及简化实际物理系统的数学模型。

## 第三章 控制系统的时域分析

- 1、 经典输入信号
- 2、 线性定常系统的时域响应与性能指标
- 3、 一阶系统的时域响应
- 4、 二阶系统的时域响应
- 5、 高阶系统的时域响应
- 6、 线性定常系统的稳定性
- 7、 系统的稳态误差

本章重点：

理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念；

掌握劳斯判据、稳态误差计算方法；

掌握一、二阶系统阶跃响应计算方法；

了解高阶系统的动态性能、基本控制规律的分析。

能力：从系统的数学模型出发，用微分方程求解的理论，分析系统的动静态性能指标。

#### 第四章 根轨迹法

1、 根轨迹的基本概念

2、 根轨迹方程

3、 常规根轨迹绘制规则

4、 广义根轨迹及其绘制

5、 控制系统的根轨迹分析

本章重点：

掌握绘制根轨迹的基本规则；

掌握最小相位系统的参数根轨迹的画法；

了解闭环极点，零点分布和控制系统性能指标之间的关系。

能力：从系统的数学模型出发，根据复变函数理论，通过求取闭环极点的位置，分析系统的动静态性能指标。

#### 第五章 控制系统的频域分析

1、 频率特性的基本概念

2、 典型环节的频率特性

3、 系统开环频率特性

4、 控制系统的频域稳定性判据

5、 控制系统的相对稳定性

6、 控制系统的闭环频率特性

7、 频域性能指标与时域性能指标的关系

本章的重点：

理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系；

掌握用频率特性的方法来分析系统的稳定性，以及相对稳定性；

掌握开环频率特性与控制系统性能指标间的关系。

能力：从系统的数学模型出发，根据复变函数理论，通过系统频率特性分析系统的动静态性能指标。

#### 第六章 控制系统的校正与设计

1、 控制系统校正的概念

2、 常用校正装置及其特性

3、 用频率法进行串联校正

#### 4、 反馈校正及其参数确定

本章重点：

了解系统为什么需要校正及校正方法的分类；

掌握超前、滞后、滞后——超前校正系统设计的方法和流程；

掌握按系统的期望频率特性进行校正的方法；

了解并联校正装置的设计。

能力：根据控制系统校正的概念、方法，通过求取期望的数学模型，实现控制系统性能指标的优化。

#### 第七章 非线性控制系统

##### 1、 非线性系统概述

##### 2、 描述函数法

##### 3、 相平面法

本章重点：

掌握非线性控制系统和线性控制系统的基本区别；

对包含有饱和特性、死区特性、间隙特性、继电器特性以及变放大系数特性的非线性控制系统，掌握运用描述函数法和相平面分析法进行分析的基本方法。

能力：根据非线性系统数学模型的特点，用描述函数法和相平面分析法分析控制系统的复杂工程问题。

### 五、 实验内容与学时分配

| 序号 | 实验项目         | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点   |
|----|--------------|----|------|----|----|----|--------|-------------|
|    |              |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |             |
| 1  | 典型系统瞬态响应和稳定性 | 2  |      | √  |    |    | 1      | 1.4/2.1     |
| 2  | 控制系统的频率特性研究  | 2  |      | √  |    |    | 2      | 2.1         |
| 3  | 系统校正         | 2  |      |    |    | √  | 1/2    | 1.4/2.1     |
| 4  | 非线性系统        | 2  |      |    | √  |    | 1/2/3  | 1.4/2.1/4.1 |

#### 实验项目与类型

##### 实验一 典型系统瞬态响应和稳定性

###### 1. 目的要求

掌握典型系统瞬态性能指标的测试技巧，了解参数对系统瞬态性能及稳定性的影响。

###### 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

###### 3. 掌握要点

各种典型环节的运放电路模拟方法。

###### 4. 实验内容

用比例、积分、比例积分、惯性环节等构成典型的二阶和三阶系统，观测系统的阶跃响

应曲线；对结果进行分析；完成实验报告。

## 实验二 控制系统的频率特性研究

### 1. 目的要求

掌握控制系统频率特性测试方法；对系统的频率特性进行实验验证。

### 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

### 3. 掌握要点

系统开环和闭环频率特性的定义及测试方法。

### 4. 实验内容

利用 ACS+系统中的 DAC 单元提供频率和幅值均可调的基准正弦信号源，作为被测对象的输入信号，而 ACS+系统中测量单元的 CH1 通道用来观测被测环节的输出，选择不同角频率及幅值的正弦信号源作为对象的输入，测得相应的系统输出，并在 PC 机屏幕上显示，根据所测得的数据正确描述对象的幅频和相频特性图。对结果进行分析；完成实验报告。

## 实验三 系统校正

### 1. 目的要求

设计校正电路，将校正系统加到二阶系统中，观测校正前、后系统的稳定性及性能指标，分析校正对系统有何影响。

### 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

### 3. 掌握要点

典型串联校正装置数学模型的设计、校正装置的模拟电路设计方法。

### 4. 实验内容

观察系统校正前后阶跃响应曲线，并测出超调量  $M_p$  和调节时间  $t_s$ ，将曲线及参数记录下来；对结果进行分析；完成实验报告。

## 实验四 非线性系统

### 1. 目的要求

学习实现典型非线性环节的方法，掌握非线性环节特性的测量方法；学习绘制非线性二阶系统的相轨迹。

### 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

### 3. 掌握要点

各种典型非线性环节的运放电路模拟方法。

### 4. 实验内容

以运算放大器为基本元件，在输入端和反馈网络中设置相应元件（稳压管、二极管、电阻和电容）构成典型非线性系统的模拟电路；测试继电器型非线性系统的相轨迹。对结果进行分析；完成实验报告。

## 六、教学方法

本课程理论性较强、内容广泛且抽象，讲述过程中应注意多举例。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、上机实践等相结合的教学方式方法，使学生能够灵活的运用知识点。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师应有针对性的提出作业要求。学生通过完成作业加深对控制原理和方法的理解，增强运用基本理论分析实际系统的能力。适时进行作业分析，精选精讲作业的重点难点。

关于用 Matlab 进行控制系统辅助分析设计的方法，可安排学生课后自学。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、编程论坛，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

自动控制原理是一门重要专业基础课。为了使学生加深对理论教学内容的理解，帮助学生更加直观地认识自动控制系统，训练学生的分析解决实际问题能力，本课程配合理论学习，安排有 8 学时的实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成所要求的设计和测试工作。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |  |   |   |
|---|--|--|---|---|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |
| <p>熟练掌握简单过程机理建模的方法；熟练掌握方框图的等效简化、用梅森增益公式等求取传递函数的方法；理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念。</p> <p>掌握时域分析法；掌握绘制根轨迹的基本规则；理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系，使用频率特性分析系统稳定性和动静态指标；掌握超前、滞后、滞后——超前校正的</p> | <p>能够熟练掌握简单过程机理建模的方法；自动控制原理的基本知识点非常清晰。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，熟练运用自动控制技术解决工程实际需</p> | <p>能够较为熟练地掌握简单过程机理建模的方法；自动控制原理的基本知识点较为清晰。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，能较为熟练地运用自动控制技术解决工程</p> | <p>基本掌握简单过程机理建模的方法；基本理解自动控制原理的基本知识点。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，基本能运用自动控制技术解决工程实际需求。</p> | <p>没有掌握简单过程机理建模的方法；自动控制原理的基本知识点理解错误。</p> <p>进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力差。不具备运用自动控制技术解决实际工程需求的能力，</p> |

|   |    |       |  |  |
|---|----|-------|--|--|
| 设计方法和流程；<br>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，用自动控制技术解决实际工程需求。 | 求。 | 实际需求。 |  |  |
|---|----|-------|--|--|

实验成绩评价标准

|             | 基本要求                              | 评价标准   |  |  |  |
|-------------|-----------------------------------|--|--|--|--|
|             |                                   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 目标<br>1/2/3 | 能够根据实验项目1~4的内容开展实验，观察实验现象，分析实验结果。 | 能够根据《自动控制原理》课程的基本原理开展实验，实验结果正确，结果分析全面；设计性实验的方案正确。报告书写工整、清晰，符号、单位等符合规范。 | 能够根据《自动控制原理》课程的基本原理开展实验，实验结果较正确，有结果分析；设计性实验的方案较正确。报告书写清晰，主要符号、单位等符合规范。 | 基本上能够根据《自动控制原理》课程的基本原理开展实验，实验结果基本正确，部分结果分析；设计性实验的方案基本正确。报告极小部分抄袭，符号、单位等基本规范。 | 基本上能够根据《自动控制原理》课程的基本原理开展实验，实验结果不正确，无结果分析；设计性实验的方案不正确。报告抄袭。 |

期末考试（百分制）闭卷，题型包括：选择题、填空题、分析计算题。

课程期末考试考核内容与要求

|         | 基本要求  | 评价标准               |                      |                   |                   | 比例 (%) |
|---------|---|--------------------|----------------------|-------------------|-------------------|--------|
|         |   | 优秀 (0.9-1)         | 良好 (0.7-0.89)        | 合格 (0.6-0.69)     | 不合格 (0-0.59)      |        |
| 目标<br>1 | 熟练掌握简单过程机理建模的方法；熟练掌握方框图的等效简化、掌握用梅森增益公式等求取传递函数的方法。                                   | 能够熟练掌握简单过程机理建模的方法。 | 能够较为熟练掌握简单过程机理建模的方法。 | 基本掌握简单过程机理建模的方法。  | 没有掌握简单过程机理建模的方法。  | 15     |
| 目标<br>2 | 理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念；掌握时域分析、根轨迹分析、频率特性分析方法；掌握波特图和系统结构参数的关系；掌握超前、滞后、滞后---超前校正的设计方法和流程。 | 自动控制原理的基本知识点非常清晰。  | 自动控制原理的基本知识点较为清晰。    | 自动控制原理的基本知识点掌握一般。 | 自动控制原理的基本知识点理解错误。 | 70     |

|     |  |  |   |  |   |    |
|-----|--|--|---|--|---|----|
| 目标3 | 进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力强。能熟练运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 能进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。能较为熟练地运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 具备一定的进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力。能运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 不具备进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力。运用自动控制技术解决工程实际需求的能力差。 | 15 |
|-----|--|--|---|--|---|----|

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《自动控制原理》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |  |                                   |                   |      |   |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|------|---|
| 课程名称  | 自动控制原理   | 课程性质                              | 工程基础，必修           | 学时学分 | 64/4  |
| 开课学期  | 第五个学期  | 专业班级                              | 电气工程及其自动化         | 考核方式 | 考试，闭卷   |
| 任课教师：   |  |                                   |                   |      |   |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师   |  |                                   |                   |      |   |
| 二、课程目标达成评估  |  |                                   |                   |      |   |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源                             |                   |      |   |
|   |  | 评价依据                              | 分值                | 平均分  | 达成值 $KM$ 评价方式   |
| 毕业要求 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法，用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护 | 目标 1: 熟练掌握简单过程机理模型的建立方法; 熟练掌握方框图的等效简化、梅森增益公式等求取传递函数的方法; 通过数学模型来研究自动控制系统, 可以摆脱不同类型系统的外部特征, 研究他们内在的、共性的运动规律。 | 期末考试:<br>控制的基本概念、数学模型的建立及简化 (15分) | T10=15<br>试题构成说明: | T1=  | $\frac{T}{T_0} \times 0.7 + \frac{A}{A_0} \times 0.3 =$ |
|   |  | 平时作业                              | A10=100           | A1=  |   |



|   |   |                               |                   |     |   |
|---|---|-------------------------------|-------------------|-----|---|
| 毕业要求 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、描述和分析电气设备与电力系统中的各单元电路组成和主要参数，并能对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行表达和建模。 | 目标 2：理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念；掌握时域分析、根轨迹分析、频率特性分析方法；波特图和系统结构参数的关系；掌握超前、滞后、滞后——超前校正的设计方法和流程。 | 期末考试：分析系统稳定性、准确性及动态性能指标（70 分） | T20=70<br>试题构成说明： | T2= | $\frac{T_2}{T_{20}} \times 0.7 + \frac{A_2}{A_{20}} \times 0.3 =$ |
|   |   | 平时作业                          | A20=100           | A2= |   |
| 毕业要求 4.1 能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线。                        | 目标 3：能够根据自动控制技术解决实际需求，进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。                                     | 期末考试：非线性控制系统(15 分)            | T30=15            | T3= | $\frac{T_3}{T_{30}} \times 0.7 + \frac{A_3}{A_{30}} \times 0.3 =$ |
|   |   | 平时作业                          | A30=100           | A3= |   |
| 三、课程评价与分析   |   |                               |                   |     |   |
| 存在的主要问题   |   |                               |                   |     |   |
| 持续改进方法  |   |                               |                   |     |   |

## 八、教材和参考书

教材：

1、吴怀宇，自动控制原理（第三版），华中科技大学出版社，2017 年。

教学参考书：

1、高国燊主编，《自动控制原理》，华南理工大学出版社，2017 年第四版。

2、胡寿松主编，《自动控制原理》，科学出版社，2021 年第七版。

3、卢京潮主编，《自动控制原理》，清华大学出版社，2013 年。

## 《电力拖动控制系统》教学大纲

课程名称：电力拖动控制系统（Electrical Towing Control Systems）

课程编码：1501ZY060

课程类别：专业基础课程-必修

学 分：2.5 分

总 学 时：40 学时，其中，理论学时：32 学时；实验学时：8 学时

适用专业：电气工程及其自动化专业（卓越班）

先修课程：自动控制理论、电力电子技术、电机学、电机与拖动

执 笔 人：聂汉平

审 订 人：朱清祥

## 一、课程性质

《电力拖动控制系统》是电气工程及其自动化专业的专业课，必修。

本课程应用自动控制理论解决电力拖动控制系统的分析和设计问题，通过本课程的学习，使学生掌握电力拖动控制的基本概念、基本理论，掌握常见电气自动控制系统方案组成、工作原理、工程应用等方面知识，在教学与实践过程中注重学生知识的综合应用能力、新技术应用能力的培养。《电力拖动控制系统》是电气工程及其自动化专业一门重要的专业基础课程。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

从培养学生的辩证思维方式，爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手，将育人要素和电力拖动控制系统专业知识嵌入到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，利用电力拖动控制系统实际应用研究学习科技自信及爱国主义情怀，师生互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质和职业道德，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1、熟悉电力拖动控制系统的特性、主要参数，熟悉单闭环调速系统、双闭环调速系统、脉宽调速系统和位置随动系统的组成结构、其工作原理。（支撑毕业要求 1.4）

2、能够根据实际生产要求设计相应的电力拖动控制系统，计算系统稳态和动态性能指标，对系统进行稳态分析和动态分析。学会搜集资料，阅读资料和利用资料。（支撑毕业要求 2.3）

3、能够设计针对电力拖动领域复杂控制工程问题的解决方案，设计满足用户特定需求的电力拖动控制系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。（支撑毕业要求 3.3）

4.能够针对电力拖动领域复杂控制工程问题设计合理的算法，搭建实验平台，分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。（支撑毕业要求 4.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法，用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护。                                       |
| 课程目标 2 | 2.3 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，借助文献研究，评价电气工程领域中复杂工程问题分析过程中的影响因素，给出正确的电气工程领域中复杂工程问题解决方案，并评价解决方案的合理性。 |
| 课程目标 3 | 3.3 能够在解决方案的框架下，对所设计的方案进行优化，体现创新意识。   |
| 课程目标 4 | 4.2 能够根据研究路线设计可行的实验方案，选用或搭建实验平台，设计合理的算法，开展实验，正确地采集实验数据  |

## 三、基本要求

本课程的内容涉及到单闭环调速系统、双闭环调速系统、脉宽调速系统和位置随动系统的稳态分析与设计、动态分析与设计。教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，通过本课程的学习，培养学生

- 1、了解电力拖动控制技术的发展概况、技术动向和新的应用领域。
- 2、了解与熟悉电力拖动控制系统的工作机理、主要参数和设计方法。
- 3、理解和掌握电力拖动控制系统稳态分析与设计、动态分析与设计原理和方法，并能进行初步的系统设计。
- 4、具有一定的电力拖动控制系统实验和调试的能力。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点、主要教学模式（包括授课、自学、实验、课堂讨论、作业等）。

| 章节 | 教学内容        | 学时 | 思政元素  | 教学模式               | 对应课程目标   |
|----|-------------|----|---|--------------------|----------|
| 1  | 闭环控制的直流调速系统 | 8  | 讲述闭环控制的直流调速系统过程中，对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 课程目标 1、2 |
| 2  | 多环控制的直流调速系统 | 10 | 讲述多环控制直流调速系统过程中，对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。  | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 课程目标 2、3 |
| 3  | 可逆调速系统      | 6  | 讲述可逆调速系统过程中，对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。      | 课堂授课，课堂讨论          | 课程目标 3、4 |
| 4  | 直流脉宽调速系统    | 4  | 讲述直流脉宽调速系统过程中，对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。    | 课堂授课，课堂讨论          | 课程目标 2、3 |
| 5  | 位置随动系统      | 4  | 讲述位置随动系统过程中，对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会                      | 课堂授课，课后练习 1 题，课堂讨论 | 课程目标 3、4 |

|  |  |  |                   |  |  |
|--|--|--|-------------------|--|--|
|  |  |  | 责任, 从而明确本课程学习的目标。 |  |  |
|--|--|--|-------------------|--|--|

## 第一章 闭环控制的直流调速系统

主要内容:

- 1、晶闸管—电动机系统
- 2、反馈控制闭环调速系统的稳态分析和设计
- 3、反馈控制闭环调速系统的动态分析和设计
- 4、电压反馈电流补偿控制调速系统

本章重点:

了解和熟悉晶闸管—电动机系统的特性及问题

掌握反馈控制闭环调速系统的稳态分析、参数计算和设计方法

掌握反馈控制闭环调速系统的动态分析、稳定判定、动态校正和参数计算

掌握电压反馈电流补偿控制调速系统的工作原理和反馈控制规律

能力: 能够将单闭环控制系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力拖动控制系统的复杂工程问题。

## 第二章 多环控制的直流调速系统

主要内容:

- 1、转速、电流双闭环调速系统及其静特性
- 2、双闭环调速系统的动态性能
- 3、调节器的工程设计方法
- 4、双闭环调速系统的工程设计方法
- 5、带转速微分负反馈的双闭环调速系统

本章重点:

掌握双闭环调速系统的结构、静特性和稳态参数计算

掌握双闭环调速系统的动态数学模型、起动过程分析、动态性能

掌握调节器的工程设计方法

掌握双闭环调速系统的工程设计方法

掌握用转速微分负反馈抑制转速超调的基本工作原理

能力: 能够将双闭环控制系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力拖动控制系统的复杂工程问题。

## 第三章 可逆调速系统

主要内容:

- 1、晶闸管—电动机可逆系统线路
- 2、晶闸管—电动机系统的回馈制动
- 3、有环流可逆调速系统
- 4、无环流可逆调速系统

本章重点:

了解晶闸管—电动机可逆系统线路的组成及环流问题

理解晶闸管—电动机系统回馈制动的工作状态

掌握有环流可逆调速系统的工作原理、制动过程分析、环流控制方法

掌握逻辑无环流可逆调速系统和错位控制无环流可逆调速系统的工作原理

能力: 能够用可逆系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力拖动控制系统的复杂工程问题。

## 第四章 直流脉宽调速系统

主要内容:

- 1、脉宽调制变换器
- 2、PWM 系统控制电路

本章重点:

掌握脉宽调制变换器的基本工作原理、机械特性

掌握脉宽调速系统控制电路的组成、工作原理和基极驱动电路

能力：能够用直流脉宽调速系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力拖动控制系统的复杂工程问题。

## 第五章 位置随动系统

主要内容：

1、位置随动系统与位置检测

2、自整角机随动系统

本章重点：

掌握位置随动系统的结构、工作原理、位置信号检测方法

掌握基于自整角机的随动系统的结构、误差分析及参数计算

能力：能够用位置随动系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力拖动控制系统的复杂工程问题。

## 五、实验与学时分配

实验项目与类型

| 序号 | 实验项目                  | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点   |
|----|-----------------------|----|------|----|----|----|--------|-------------|
|    |                       |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |             |
| 1  | 晶闸管直流调速系统主要单元调试实验（选做） | 2  |      | √  |    |    | 1、1    | 1.4、2.3     |
| 2  | 单闭环直流调速系统实验（选做）       | 2  |      |    | √  |    | 2、4    | 2.3、4.2     |
| 3  | 双闭环晶闸管直流调速系统实验（必做）    | 3  |      |    | √  |    | 2、3、4  | 2.3、3.3、4.2 |
| 4  | 双闭环直流脉宽调速系统实验（选做）     | 3  |      |    | √  |    | 2、3、4  | 2.3、3.3、4.2 |
| 5  | 逻辑无环流可逆直流调速系统实验（选做）   | 3  |      |    | √  |    | 2、3    | 2.3、3.3     |

### 实验一 晶闸管直流调速系统主要单元调试实验（选做）

#### 1. 目的要求

熟悉直流调速系统主要单元部件的工作原理及调速系统对其提出的要求；掌握直流调速系统主要单元部件的调试步骤和方法。

#### 2. 主要实验仪器及材料

MCL 系列教学实验台主控制屏；MCL—18 组件；MCL—34 组件；MEL-11 挂箱；双踪示波器；万用表

#### 3. 掌握要点

晶闸管直流调速系统主要单元工作原理；晶闸管直流调速系统主要单元的调试方法。

#### 4. 实验内容

调节器的调试；电平检测器的调试；反号器的调试；逻辑控制器的调试。

### 实验二 单闭环直流调速系统实验（选做）

#### 1. 目的要求

研究晶闸管直流电动机调速系统在反馈控制下的工作；研究直流调速系统中速度调节器 ASR 的工作及其对系统静特性的影响；学习反馈控制系统的调试技术。

## 2. 主要实验仪器及材料

MCL 系列教学实验台主控制屏；MCL—18 组件；MCL—34 组件；MEL-11 挂箱；双踪示波器；万用表

### 3. 掌握要点

单闭环直流调速系统的接线及工作原理；单闭环直流调速系统结构、参数和系统调试方法。

## 4. 实验内容

各控制单元调试；测定开环机械特性及闭环静特性；闭环控制特性的测定；观察，记录系统动态波形。

### 实验三 双闭环晶闸管直流调速系统实验（必做）

#### 1. 目的要求

了解双闭环不可逆直流调速系统的原理，组成及各主要单元部件的原理；熟悉电力电子及教学实验台主控制屏的结构及调试方法；熟悉 MCL-18, MCL-33 的结构及调试方法；掌握双闭环直流调速系统的调试步骤，方法及参数的整定。

## 2. 主要实验仪器及材料

MCL 系列教学实验台主控制屏；MCL—18 组件；MCL—34 组件；MEL-11 挂箱；双踪示波器；万用表

### 3. 掌握要点

双闭环直流调速系统的接线及工作原理；双闭环直流调速系统结构、参数和系统调试方法。

## 4. 实验内容

各控制单元调试；测定电流反馈系数；测定开环机械特性及闭环静特性；闭环控制特性的测定；观察，记录系统动态波形。

### 实验四 双闭环直流脉宽调速系统实验（选做）

#### 1. 目的要求

掌握双闭环可逆直流脉宽调速系统的组成、原理及各主要单元部件的工作原理；熟悉直流 PWM 专用集成电路 SG3525 的组成、功能与工作原理；熟悉 H 型 PWM 变换器的各种控制方式的原理与特点；掌握双闭环可逆直流脉宽调速系统的调试步骤、方法及参数的整定。

## 2. 主要实验仪器及材料

教学实验台主控制屏；现代电力电子及直流脉宽调速组件；负载组件；直流调速控制单元组件；电机导轨及测速发电机（或光电编码器）、直流发电机；直流电动机；双踪示波器；万用表。

### 3. 掌握要点

双闭环直流脉宽调速系统的接线及工作原理；双闭环直流脉宽调速系统结构、参数和系统调试方法。

## 4. 实验内容

PWM 控制器 SG3525 性能测试；控制单元调试；系统开环调试；系统闭环调试；系统稳态、

动态特性测试；H型PWM变换器不同控制方式时的性能测试。

#### 实验五 逻辑无环流可逆直流调速系统实验（选做）

##### 1. 目的要求

了解并熟悉逻辑无环流可逆直流调速系统的原理和组成；掌握各控制单元的原理，作用及调试方法；掌握逻辑无环流可逆调速系统的调试步骤和方法；了解逻辑无环流可逆调速系统的静特性和动态特性

##### 2. 主要实验仪器及材料

MCL系列教学实验台主控制屏；MCL—18组件；MCL—34组件；MEL-11挂箱；双踪示波器；万用表

##### 3. 掌握要点

逻辑无环流可逆直流调速系统的接线及工作原理；逻辑无环流可逆直流调速系统结构、参数和系统调试方法。

##### 4. 实验内容

控制单元调试；系统调试；正反转机械特性  $n=f(I_d)$  的测定；正反转闭环控制特性  $n=f("1"脚)$  的测定；系统的动态特性的观察。

学时分配：8学时，其中3学时为必做，另外5学时从选做实验项目中根据需要选择

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科基础性课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握电力拖动控制系统基础知识的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生看电路和分析波形的目的，同时开展作业分析，精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源：国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

电力拖动控制系统是一门实践性很强的课程。为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的动手能力和观察能力。本课程配合理论学习，安排有8学时的实验。实验课要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| <p>熟悉单闭环直流调速系统的结构、主要参数和性能指标，能够进行稳态分析和设计，能够进行动态分析和设计；</p> <p>熟悉双闭环直流调速系统的结构、主要参数和性能指标，能够进行稳态分析和设计，能够进行动态分析和设计；</p> <p>熟悉双闭环直流可逆调速系统的结构、主要参数和性能指标，能够进行系统调试、分析和设计；</p> <p>熟悉直流脉宽调速系统的结构、主要参数和性能指标，能够进行系统调试、分析和设计；</p> <p>熟悉直流位置随动系统的结构、主要参数和性能指标，能够对系统进行稳态误差分析和设计，能够进行系统调试、分析和设计。</p> | <p>对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、主要参数和性能指标掌握得十分清晰，能够根据生产实际情况进行控制系统的稳态分析、设计和系统调试，能够根据生产实际情况对控制系统的进行动态分析、设计和系统调试；具有非常好的动手能力。能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。</p> | <p>对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、主要参数和性能指标掌握得比较清晰，基本能够根据生产实际情况进行控制系统的稳态分析、设计和系统调试，基本能够根据生产实际情况进行控制系统的动态分析、设计和系统调试，具有较好的动手能力，基本能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。</p> | <p>对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、主要参数和性能指标基本掌握，能够根据生产实际情况对控制系统进行基本的稳态分析和设计，基本的动态分析与设计。</p> | <p>对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、主要参数和性能指标掌握程度不够，动手能力较差，没有设计一个完整的电力拖动控制系统的基本能力。</p> |

期末考试（百分制）闭卷，题型包括：选择题、填空题、简答分析题、分析计算题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求  | 评价标准  |   |  |  | 比例 (%) |
|------|---|---|---|--|--|--------|
|      |   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |        |
| 目标 1 | 熟悉单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标。 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标掌握的十 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标掌握的比较清晰，理解的比 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标掌握的基本 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标掌握的不够清晰，理解不够。 | 33     |



|      |  |   |   |  |                                 |    |
|------|--|---|---|--|---------------------------------|----|
|      |  | 分清晰，理解的十分透彻。  | 较透彻。  | 本清晰，理解的基本透彻。   |                                 |    |
| 目标 2 | 单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统进行稳态分析设计，进行动态分析设计，学会搜集资料，阅读资料和利用资料 | 具有非常好的动手能力，能够对控制系统正确地进行稳态分析设计，动态分析设计                                      | 具有较好的动手能力，对控制系统稳态分析和动态分析设计基本正确  | 动手能力一般，对控制系统稳态分析和动态分析设计有少许的错误。                         | 动手能力一般，对控制系统行稳态分析设计和动态分析设计错误很多。 | 37 |
| 目标 3 | 能够根据生产实际要求设计系统解决方案，设计满足用户特定需求的电力拖动控制系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。    | 能够根据生产实际要求设计系统解决方案，设计满足用户特定需求的电力拖动控制系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 基本能够根据生产实际要求设计系统解决方案，设计基本满足用户特定需求的电力拖动控制系统，并能够在设计环节中基本体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 基本能够根据生产实际要求设计系统解决方案，不能在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 不能根据生产实际要求设计系统解决方案。             | 30 |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电力拖动控制系统》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息               |                         |                 |                |       |   |
|------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|-------|---|
| 课程名称                   | 电力拖动控制系统                | 课程性质            | 专业基础，必修        | 学时学分  | 48/3  |
| 开课学期                   | 第六个学期                   | 专业班级            | 电气工程及其自动化      | 考核方式  | 考试，开卷   |
| 任课教师：                  |                         |                 |                |       |   |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师    |                         |                 |                |       |   |
| 二、课程目标达成评估             |                         |                 |                |       |   |
| 课程目标支撑指标点              | 课程目标                    | 评价数据源           |                |       |   |
|                        |                         | 评价依据            | 分值             | 平均分   | 达成值评价方式                                       |
| 1.4 能将电气工程领域中的专业知识和建立数 | 目标 1: 熟悉电力拖动控制系统的特性、主要参 | 期末考试：<br>电力拖动控制 | T10=18<br>试题构成 | T1=14 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$ |

|   |   |   |                      |       |   |
|---|---|---|----------------------|-------|---|
| 学模型的方法,用于解决电气设备与电力系统的设计、开发、制造和维护。   | 数,熟悉单闭环调速系统、双闭环调速系统、脉宽调速系统和位置随动系统的组成结构、其工作原理。   | 系统的基本知识、工作原理<br>(33分)   | 说明                   |       | =0.80<br>$\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$  |
|   |   |   | T20=15<br>试题构成<br>说明 | T2=12 | =0.80<br>$\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$   |
|   |   | 平时作业  | A10=100              | A1=85 | =0.80   |
| 2.3 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理,借助文献研究,评价电气工程领域中复杂工程问题分析过程中的影响因素,给出正确的电气工程领域中复杂工程问题解决方案,并评价解决方案的合理性。 | 目标 2: 能够根据实际生产要求设计相应的电力拖动控制系统,计算系统稳态和动态性能指标,对系统进行稳态分析和动态分析。学会搜集资料,阅读资料和利用资料。                      | 期末考试:<br>单闭环直流调速系统、可逆调速系统、位置随动系统、双闭环直流调速系统、直流脉宽调速系统工作原理及分析(37分) | T30=21<br>试题构成<br>说明 | T3=17 | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.81<br>$\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$ |
|   |   |   | T40=16<br>试题构成<br>说明 | T4=12 | =0.79<br>$\frac{T3+T4}{T30+T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$   |
|   |   | 平时作业  | A20=100              | A2=85 | =0.80   |
| 3.3 能够在解决方案的框架下,对所设计的方案进行优化,体现创新意识  | 目标 3: 设计/开发解决方案: 能够设计针对电力拖动领域复杂控制工程问题的解决方案,设计满足用户特定需求的电力拖动控制系统,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 期末考试<br>(30分)   | T50=15<br>试题构成<br>说明 | T5=12 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81<br>$\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$ |
|   |   |   | T60=15<br>试题构成<br>说明 | T6=12 | =0.81<br>$\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$   |
|   |   | 平时作业  | A30=100              | A3=85 | =0.81   |
| 三、课程评价与分析   |   |   |                      |       |   |
| 存在的主要问题   |   |   |                      |       |   |
| 持续改进方法  |   |   |                      |       |   |

## 八、教材和参考书

- 阮毅、杨影、陈伯时主编,《电力拖动自动控制系统——运动控制系统》第5版,机械工业出版社,2017年
- 潘月斗、李擎、李华德主编,《电力拖动自动控制系统》第3版,机械工业出版社,2020年
- 班华主编,《运动控制系统》第2版,电子工业出版社,2019年

# 《感测技术》教学大纲

课程名称：感测技术（Sensor and Measurement Technique）

课程编码：1501ZY061

课程类别：专业课程-必修

学 分：2.5 分

总 学 时：40 学时，其中，理论学时：34 学时；实验学时：6 学时

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：大学物理、电路分析、模拟电子技术、数字电子技术

执 笔 人：孙长河

审 订 人：叶刚

## 一、课程性质

《感测技术》课程是自动化专业的一门专业必修课，是该专业唯一研讨信息传感、获取与测量问题的一门课程。通过本课程的学习，能够让学生了解各种电学信号参数的常见测量电路方法、用于获取各种信号的传感器基本理论与设计等专业基础知识性质，培养学生具有比较熟练的工程能力和综合运用所学知识去分析解决问题的能力，该课程属测控系统及其自动化方面各专业学生知识结构中不可或缺的组成部分。了解感测技术与机械、光学、微电子、计算机、材料等其他学科的相互渗透和联系，一方面不断汲取其他科技领域的新成果，促进了自身的更新和发展；另一方面也使传感器与测量技术方面的新进展、新方法更广泛地应用到诸多领域，为将来从事信息技术领域工作打下良好基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

感测技术课程教学中有丰富的技术发展背景与应用实例，深入挖掘其中蕴含的思政元素，并将其融入教学，可以提升学生的综合素质。从爱国主义教育、家国使命感、社会主义核心价值观、工匠精神、法制教育、创新创业教育等方面入手，通过改革课堂教学方法和教学手段，将思政教育元素巧妙融入专业课教学，引导培养学生的职业理想、纪律观念、人文精神、科研态度、团队协作精神和正确的人生观与价值观，凝聚学生对国家、民族、团队和自己的认同和自信。

例如，讲授传感器的应用和发展趋势时，以传感器在军事上的应用为切入点，播放 2019 年国庆阅兵仪式上首次公开亮相的巨浪-2、东风-41、东风-17、长剑-100、天问一号等国产新型高精尖武器装备，给学生讲授红外成像、激光、雷达等传感器在这些装备中发挥重要作用，帮助他们体会传感器在现代科技及军事装备中的重要性，引导学生明白维护国家安全与荣誉是每个青年的责任与使命，而要完成这样的使命，必须有过硬的本领，要认真学习专业知识，增强专业能力，为祖国的强大、民族复兴贡献自己的力量。在传感器教学中，通过教、学、做相结合，在润物细无声中培养学生的工匠精神。在传感器教学过程中，可以巧妙地利用传感器知识引起学生对法律法规的重视，例如在气敏传感器教学中，以酒精检测仪为切入点，引导学生不醉驾，培养其遵纪守法的意识，敬畏生命。同时，引导学生积极参加创新创业大赛，提升自己创新思维方式和创新能力，引导他们敢于创新，勇于创新，善于创新。在实践环节中，将班级学生分成若干小组，实践教学目标分成若干单元，小组合作完成，以此培养学生精诚合作的团队精神与精益求精的职业精神，在实验完成后小组成员共同整理实验台，引导学生做事细致严谨规范、互帮互助。通过对实验数据处理、分析与总结，培养学生专业素质和大局观，锻炼学生分析问题和解决问题的能力，培养学生成为德才兼备，对国家

和对社会有益的人才。

## (二) 知识和能力目标

1. 了解感测技术的地位、作用和发展趋势，清楚传感器的定义、分类和基本结构组成，重点掌握电流、电压、频率、时间和相位、阻抗（电阻、电容、电感）等常见电学信息的基本测量电路方法，特别是重点掌握平衡电桥与非平衡电桥法，熟悉各种桥式电路的特点并能灵活应用。（支撑毕业要求 2.1）

2. 了解当前新型的一些传感器技术（如微型传感器、智能传感器、网络传感器、虚拟仪器等），熟悉阻抗型（电阻式、电容式、电感式）传感器、电压型（压电式、磁电感应式、热电偶、霍尔元件、光电式）传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法，具备自主设计简单测控系统的开发能力。（支撑毕业要求 3.1）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、描述和分析电气设备与电力系统中的各单元电路组成和主要参数，并能对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行表达和建模。 |
| 课程目标 2 | 3.1 能够对复杂电气工程问题进行抽象、分解和建模，设计合理的总体解决方案和各个子问题的解决方案。                                      |

## 三、基本要求

通过本课程的学习，掌握感测技术的相关概念、测量电路、各类传感器等基本知识及其应用设计思想，具备电子技术、计算机应用技术和信号检测与控制技术的基础理论，能够将其应用于测控信息系统单元的硬件分析、设计和应用，该课程属测控及其自动化方面各专业学生知识结构中不可或缺的组成部分。能够基于测控技术与仪器专业领域中科学原理和文献研究，对仪器设备与测控系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线，是一门实用性很强的专业课程。

掌握自信息获取到信息处理的完整测控系统设计方法，能清楚感测技术发展新趋势，将前沿新型感测技术应用在以后感测系统设计中。在信息检测与控制、计算机应用技术等方面得到综合训练，具备一定的工业测控技术、仪器与系统设计和开发的能力，能够针对电子信息软硬件系统特定需求，完成传感器模块的测控软、硬件系统设计。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、实验操作、课程小设计、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容                      | 授课学时 | 思政元素  | 教学模式                    | 对应课程目标 |
|----|---------------------------|------|---|-------------------------|--------|
| 1  | 感测技术的地位、作用、发展趋势、基本概念和系统组成 | 3    | 通过传感器技术发展前景及其在现代科技及军事装备中的重要性，培养学生责任感与使命感，引导学生对未来职业愿景，激发学生对国家和民族的认同感，确立自己的发展目标，厘清新时代与个人发展的关系，从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课，作品展示，课后练习 2 题，课后思考 | 课程目标 1 |

|   |                        |   |  |                           |       |
|---|------------------------|---|--|---------------------------|-------|
| 2 | 电流、电压和功率的测量            | 2 | 引导学生在人生道路上面对不同境遇时,做出正确判断和处理;面临个人利益与国家利益相冲突时,要以国家利益为重。                        | 课堂授课,课后练习2题,              | 课程目标1 |
| 3 | 频率、时间和相位的测量            | 3 | 引导学生在人生道路上面对不同境遇时,做出正确判断和处理;面临个人利益与国家利益相冲突时,要以国家利益为重。                        | 课堂授课,课后练习2题,实验3           | 课程目标1 |
| 4 | 阻抗的测量                  | 4 | 引导学生在人生道路上面对不同境遇时,做出正确判断和处理;面临个人利益与国家利益相冲突时,要以国家利益为重。                        | 课堂授课,课后练习2题,实验1+2         | 课程目标1 |
| 5 | 阻抗型(电阻、电容、电感)传感器       | 6 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律,为自己的行为负责,树立正确的价值观和人生观;培养学生的职业素养,体现工匠精神,为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。 | 课堂授课,课堂研讨,课后练习4题,实验1+2    | 课程目标2 |
| 6 | 电压型(压电式、磁电式、热电偶、霍尔)传感器 | 6 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律,为自己的行为负责,树立正确的价值观和人生观;培养学生的职业素养,体现工匠精神,为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。 | 课堂授课,课堂研讨,课堂演示,课后练习4题,实验3 | 课程目标2 |
| 7 | 光电式传感器                 | 4 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律,为自己的行为负责,树立正确的价值观和人生观;培养学生的职业素养,体现工匠精神,为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。 | 课堂授课,课后练习2题,实验3           | 课程目标2 |
| 8 | 数字式传感器                 | 2 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律,为自己的行为负责,树立正确的价值观和人生观;培养学生的职业素养,体现工匠精                       | 课堂授课,课后练习2题               | 课程目标2 |

|    |         |   |  |                    |        |
|----|---------|---|--|--------------------|--------|
|    |         |   | 神，为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。   |                    |        |
| 9  | 半导体传感器  | 2 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律，为自己的行为负责，树立正确的价值观和人生观；培养学生的职业素养，体现工匠精神，为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。 | 课堂授课，课堂研讨，课后练习 2 题 | 课程目标 2 |
| 10 | 波与射线传感器 | 2 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律，为自己的行为负责，树立正确的价值观和人生观；培养学生的职业素养，体现工匠精神，为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。 | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 课程目标 2 |

## 第 1 章 绪论

### 1.1 现代感测技术的地位与作用

#### 1.1.1 感测技术的概念

#### 1.1.2 感测技术的地位

#### 1.1.3 感测技术的作用

### 1.2 传感器的定义、分类及应用

#### 1.2.1 传感器的定义

#### 1.2.2 传感器的分类

#### 1.2.3 传感器的应用

#### 1.2.4 传感器发展趋势

### 1.3 检测仪表与系统的组成原理

#### 1.3.1 基本组成

#### 1.3.2 模拟式检测仪表

#### 1.3.3 数字式检测仪表

#### 1.3.4 微机化检测仪表

### 1.4 课堂小结

基本要求： .

- 1、了解感测技术的基本概念；
- 2、了解感测技术的地位及作用；
- 3、了解感测技术的发展趋势；
- 4、理解什么是传感器及其基本组成；
- 5、了解常见的检测仪表类型和结构框图；

学时分配： 3

## 第 2 章 电流、电压和功率的测量

2.1 电流的测量

2.2 电压的测量

2.3 功率的测量

基本要求:

4、熟悉电流的测量电路方法;

5、重点掌握电压的测量电路方法;

6、熟悉功率的测量电路方法;

学时分配: 2

### 第3章 频率、时间和相位的测量

3.1 频率的测量方法

3.2 时间间隔的数字测量方法

3.3 相位差的数字测量方法

基本要求:

1、重点掌握频率的模拟与数字测量方法;

2、了解时间间隔的数字测量方法

3、了解相位差的数字测量方法。

学时分配: 3

### 第4章 阻抗的测量

4.1 电桥法

4.1.1 惠斯登电桥

4.1.2 平衡电桥法

4.1.3 非平衡电桥法

4.2 阻抗-电压转换法

4.3 阻抗-频率转换法

4.4 阻抗-数字转换法

基本要求:

1、掌握阻抗的定义,电阻、电容与电感的等效电路模型,阻抗-电压转换原理;

2、掌握欧姆法、比例运算法、差动脉冲调宽法

3、了解调频法、积分法;

4、了解电阻、电感、电容的数字转换测量法。

学时分配: 4

### 第5章 阻抗型传感器

5.1 电阻式传感器

5.1.1 电位器式传感器

5.1.2 应变式传感器与压阻式传感器

5.1.3 热电阻与热敏电阻

5.1.4 气敏电阻

5.1.5 湿敏电阻

5.2 电容式传感器

5.2.1 基本原理与结构类型

5.2.2 输入-输出特性(变极距型、变面积型、变介质型)

5.2.3 等效电路分析

5.2.4 应用示例

5.2.5 科技前沿知识拓展

### 5.3 电感式传感器

#### 5.3.1 自感式电感传感器

#### 5.3.2 互感式电感传感器

#### 5.3.3 压磁式传感器

#### 5.3.4 电涡流式传感器

### 5.4 课题小结

基本要求：

- 1、重点掌握电阻式传感器的基本原理和设计方法；
- 2、掌握电容式传感器的基本原理和典型应用；
- 3、了解电感式传感器的基本原理、组成和特点。

学时分配：6

## 第6章 电压型传感器

### 6.1 压电式传感器

#### 6.1.1 压电效应及其表达式

#### 6.1.2 常用的压电材料

#### 6.1.3 压电元件

#### 6.1.4 接口电路

#### 6.1.5 压电传感器的应用

#### 6.1.6 压电传感器的新技术

### 6.2 磁电感应式传感器

#### 6.2.1 基本原理和组成

#### 6.2.2 结构类型

#### 6.2.3 测量电路

#### 6.2.4 应用

### 6.3 热电偶传感器

#### 6.3.1 热电效应

#### 6.3.2 热电偶测温

### 6.4 霍尔传感器

#### 6.4.1 霍尔效应

#### 6.4.2 霍尔传感器组成与基本特性

#### 6.4.3 霍尔传感器的应用

#### 6.4.4 测量误差及其补偿方法

#### 6.4.5 霍尔传感器的应用

基本要求：

- 1、重点掌握压电式传感器的基本原理、串并联特点和典型应用。
- 2、了解磁电式传感器的基本原理和结构组成；
- 3、掌握热电偶传感器的基本原理和设计方法，能灵活计算温度值；
- 4、了解霍尔传感器的基本原理、误差补偿方法及典型应用。

学时分配：6

## 第7章 光电式传感器

### 7.1 普通光电式传感器

#### 7.1.1 光电器件（光敏元件）

#### 7.1.2 光电传感器的基本组成和类型

#### 7.1.3 普通光电式传感器应用



## 7.2 光纤传感器

### 7.2.1 光导纤维的结构和传光原理

### 7.2.2 光纤传感器的基本原理和类型

## 7.3 CCD 传感器

### 7.3.1 CCD 的工作原理

### 7.3.2 CCD 图像传感器的结构

## 7.4 激光和红外传感器

### 7.4.1 激光传感器

### 7.4.2 红外传感器

基本要求：

- 1、了解光电发射型光电器件、光导型光电器件和光伏型光电器件的基本原理；
- 2、重点掌握光纤传感器的基本结构、原理、常见类型及应用；
- 3、了解 CCD、激光和红外传感器的工作原理、结构。

学时分配：4

## 第 8 章 数字式传感器

### 8.1 编码器

### 8.2 光栅

### 8.3 频率式传感器

基本要求：

- 1、掌握直接编码器、增量编码器的基本原理和组成；
- 2、了解光栅的组成和工作原理；
- 3、了解振弦式传感器、振筒式传感器的工作原理。

学时分配：2

## 第 9 章 半导体传感器

### 9.1 半导体管传感器

### 9.2 半导体集成传感器

### 9.3 课程拓展：感测前沿技术

基本要求：

- 1、重点掌握磁敏管、气敏管、湿敏管、光敏管、温敏管；
- 2、了解半导体集成传感器；
- 3、了解微型传感器、智能传感器、网络传感器、虚拟仪器等。

学时分配：2

## 第 10 章 波与射线传感器

### 10.1 超声波传感器

### 10.2 声表面传感器

### 10.3 红外与微波传感器

### 10.4 核辐射传感器

基本要求：

- 1、重点掌握超声波传感器的基本原理、设计方法和典型应用；
- 2、了解声表面波传感器、红外与微波传感器和核辐射传感器的基本原理和应用。

学时分配：2

## 五、实验与学时分配

| 序号 | 实验项目 | 学时 | 实验性质 | 支撑课 | 支撑毕业要 |
|----|------|----|------|-----|-------|
|----|------|----|------|-----|-------|

|   |        |   | 演示 | 验证 | 综合 | 设计 | 程目标 | 求指标点    |
|---|--------|---|----|----|----|----|-----|---------|
| 1 | 电子秤实验  | 2 |    |    | √  |    | 1+2 | 2.1+7.2 |
| 2 | 压力测量实验 | 2 |    |    | √  |    | 1+2 | 2.1+7.2 |
| 3 | 转速测量实验 | 2 |    |    | √  |    | 1+2 | 2.1+7.2 |

实验项目与类型

### 实验一 电子秤实验

#### 2. 内容及要求

验证全桥、半桥、单臂桥的灵敏度和非线性误差；用应变片构成电子秤测量系统，使输出显示等于砝码的重量。

#### 2. 实验装置

应变式传感器实验模板、应变式传感器、托盘、砝码、数显表、±15V 电源、±4V 电源、万用表、导线若干。

#### 3. 实验目的

- ①了解金属箔式应变片的应变效应，电桥的工作原理。
- ②了解单臂电桥、半桥、全桥的性能，并比较其灵敏度和非线性度。

### 实验二 压力测量实验

#### 3. 基本原理

扩散硅压阻式压力传感器在单晶硅的基片上扩散出 P 型或 N 型电阻条，接成电桥。在压力作用下根据半导体的压阻效应，基片产生应力，电阻条的电阻率产生很大变化，引起电阻的变化，我们把这一变化引入测量电路，则其输出电压的变化反映了所受到的压力变化。

#### 2. 实验装置

压力源（已在主控箱）、压力表、压阻式压力传感器、压力传感器实验模板、流量计、三通连接导管、数显单元、直流稳压源±4V、±15V。

#### 3. 实验目的

了解扩散硅压阻式压力传感器测量压力的原理和方法。

### 实验三 转速测量实验

#### 1. 内容及要求

用光电传感器、霍尔传感器和电磁传感器三种传感器分别构成转速测量系统；测量电机供电电压与转速之间的关系（转速的单位是：每分钟转）。

#### 2. 实验装置

霍尔转速传感器、磁电传感器、光电转速传感器、直流电源+5V、转动源 2—12V、数显单元、导线若干。

#### 3. 实验目的

- ①熟悉和掌握霍尔传感器、磁电传感器、光电传感器测量转速的工作原理。
- ②了解转速的测量方法。

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科专业课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课堂研讨、课后作业、自主设计和实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握常见传感器的基本原理、性能特点、测量方法和典型应用，了解针对特定的被测量信息获取的实现方法，掌握阻抗型传感器、电压型传感

器、光电式传感器与半导体传感器等一些基础理论的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、课堂研讨、习题练习以及课后自主设计。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并结合线下实体教室与线上雨课堂录课以便课后复习巩固的教学方式，以此提高课堂效率和学生多维度学习的能力。

### 2. 课后作业和自主设计

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生对传感器及其测量技术理解能力的目的，开展作业分析，精选精讲作业的重点难点，同时鼓励同学自主设计一个小型感测系统，提升知识技能综合应用能力。

给学生推荐网络教学资源：国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、感测技术相关期刊杂志网站、微信公众号等，让学生们开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的思维方式和动手能力。本课程配合理论学习，安排有6学时的实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验要求。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| <p>掌握测控电路和传感器基本概念，电流、电压、频率、时间和阻抗的基本测量方法，阻抗型、电压型、光电式、数字式和半导体等传感器的基本原理和典型应用案例。</p> <p>掌握自信息获取到信息处理的完整测控系统设计方法，能清楚感测技术发展新趋势，将前沿新型感测技术应用在以后感测系统设计中。</p> | <p>感测技术中的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力，且能正确分析和实现对特定信号的传感与检测。</p> <p>能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对自动化系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解</p> | <p>感测技术中的相关理论知识较为清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力，且能较好地分析和实现对特定信号的传感与检测。</p> <p>基本能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对自动化系统中的复杂工程问题进行研究，包括</p> | <p>感测技术中的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力，且能分析和实现对特定信号的传感与检测。</p> <p>初步能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对自动化系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析</p> | <p>感测技术中的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力，且不能正确分析和实现对特定信号的传感与检测。</p> <p>不能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对自动化系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解</p> |

|  |                 |                          |                   |                 |
|--|-----------------|--------------------------|-------------------|-----------------|
|  | 释数据，并设计简单的测控系统。 | 设计实验、分析与解释数据，并设计简单的测控系统。 | 与解释数据，并设计简单的测控系统。 | 释数据，并设计简单的测控系统。 |
|--|-----------------|--------------------------|-------------------|-----------------|

期末考试（百分制）课程设计，包括：课程设计内容展示与课程设计报告。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求   | 评价标准   |   |  |  | 比例 (%) |
|------|--|--|---|--|--|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |        |
| 目标 1 | 了解感测技术的地位、作用和发展趋势，清楚传感器的定义、分类和基本结构组成，重点掌握电流、电压、频率、时间和相位、阻抗（电阻、电容、电感）等常见电学信息的基本测量电路方法，特别是重点掌握平衡电桥与非平衡电桥法，熟悉各种桥式电路的特点并能灵活应用。               | 感测技术中的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力。能够基于本课程专业知识对自动化系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。   | 感测技术中的相关理论知识较为清晰，具备非常较好的分析、计算和实践的能力。基本能够基于本课程专业知识对自动化系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 感测技术中的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力。初步能够基于本课程专业知识对自动化系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 感测技术中的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力。不能够基于本课程专业知识对自动化系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 40     |
| 目标 2 | 了解当前新型的一些传感器技术（如微型传感器、智能传感器、网络传感器、虚拟仪器等），熟悉阻抗型（电阻式、电容式、电感式）传感器、电压型（压电式、磁电感应式、热电偶、霍尔元件、光电式）传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法，具备自主设计简单测控系统的开发能力。 | 非常熟悉当前新型的一些传感器技术，很好地掌握阻抗型传感器、电压型传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法，完全具备自主设计简单测控系统的开发能力。 | 比较熟悉当前新型的一些传感器技术，较好地掌握阻抗型传感器、电压型传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法，能较好地自主设计开发简单的测控系统。      | 基本了解当前新型的一些传感器技术，基本掌握阻抗型传感器、电压型传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法，基本具备自主设计简单测控系统的开发能力。  | 不了解当前新型的一些传感器技术，无法掌握阻抗型传感器、电压型传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法，不具备自主设计简单测控系统的开发能力。  | 60     |

注：该表格中的比例为期末考试成绩评价指标占比。

成绩评定为：课程设计成绩\*70%+平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《感测技术》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |  |                             |                  |      |  |
|--|--|-----------------------------|------------------|------|--|
| 课程名称   | 感测技术   | 课程性质                        | 专业课程，必修          | 学时学分 | 40/2.5   |
| 开课学期   |  | 专业班级                        | 自动化              | 考核方式 | 考试，闭卷  |
| 任课教师：  |  |                             |                  |      |  |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师  |  |                             |                  |      |  |
| 二、课程目标达成评估   |  |                             |                  |      |  |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标   | 评价数据源                       |                  |      |  |
|  |  | 评价依据                        | 分值               | 平均分  | 达成度值 $KM$ 评价方式   |
| 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、描述和分析电气设备与电力系统中的各单元电路组成和主要参数，并能对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行表达和建模。 | 目标 1: 了解感测技术的地位、作用和发展趋势，清楚传感器的定义、分类和基本结构组成，重点掌握电流、电压、频率、时间和相位、阻抗（电阻、电容、电感）等常见电学信息的基本测量电路方法，特别是重点掌握平衡电桥与非平衡电桥法，熟悉各种桥式电路的特点并能灵活应用。               | 期末考试：感测技术的基本概念、基本原理（20分）    | T10=20<br>试题构成说明 | T1=  | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=             |
|  |  | 期末考试：感测技术的测量电路方法（30分）       | T20=30<br>试题构成说明 | T2=  | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=             |
|  |  | 平时作业                        | A10=100          | A1=  | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.821 |
|  |  | 实验                          | A20=100          | A2=  | $\frac{A2}{A20} =$   |
| 3.1 能够对复杂电气工程问题进行抽象、分解和建模，设计合理的总体解决方案和各个子问题的解决方案。                                      | 目标 2: 了解当前新型的一些传感器技术（如微型传感器、智能传感器、网络传感器、虚拟仪器等），熟悉阻抗型（电阻式、电容式、电感式）传感器、电压型（压电式、磁电感应式、热电偶、霍尔元件、光电式）传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法，具备自主设计简单测控系统的开发能力。 | 期末考试：感测技术中常见传感器基本原理及计算(30分) | T30=30<br>试题构成说明 | T3=  | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A3}{A30} * 0.3$<br>=             |
|  |  | 期末考试：感测技术综合应用分析与系统设计(20分)   | T40=20<br>试题构成说明 | T4=  | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A3}{A30} * 0.3$<br>=             |
|  |  | 平时作业                        | A30=100          | A3=  | $\frac{T3+T4}{T30+T40} * 0.7 + \frac{A3}{A30} * 0.3$<br>=      |
|  |  | 实验                          | A40=100          | A4=  | $\frac{A4}{A40} = 0.85$  |
| 三、课程评价与分析  |  |                             |                  |      |  |

|         |  |
|---------|--|
| 存在的主要问题 |  |
| 持续改进方法  |  |

## 七、教材和参考书

### 1、教材：

吴爱平、孙传友 编著，《感测技术基础（第5版）》，电子工业出版社，2021

### 2、参考书：

- (1) 蔡萍、赵辉 编著，《现代检测技术与系统》，高等教育出版社，2005
- (2) 张洪润 编著，《传感技术与应用教程》，清华大学出版社，2006
- (3) 林玉池、曾周末 编著，《现代传感技术与系统》，机械工业出版社，2009
- (4) 刘传玺、袁照平、程丽平 编著，《传感与检测技术》，机械工业出版社，2017

## 《高电压与绝缘技术》教学大纲

课程名称：高电压与绝缘技术 (High Voltage and Insulation Technology)

课程编码：1502ZY196

课程类别：专业课程-选修

学 分：2.5 分

总 学 时：40 学时，其中，理论学时：34 学时；实验学时：6 学时

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：电路理论、电磁场与电磁波、电机学

执 笔 人：杨友平

审 订 人：叶刚

### 一、课程性质

《高电压与绝缘技术》课程是电气工程及其自动化专业的一门专业课，选修课。它是唯一研讨电力系统过电压和绝缘问题的一门课程，通过本课程的学习，能够让学生了解各种电介质的电气特性、分布参数在电路中的行波理论等专业基础知识性质，该课程属强电方面各专业学生知识结构中不可或缺的组成部分。了解高电压与绝缘技术与其他学科的相互渗透和联系，一方面不断汲取其他科技领域的新成果，促进了自身的更新和发展；另一方面也使高电压与绝缘技术方面的新进展、新方法更广泛地应用到诸多领域。为将来从事专业工作打下良好基础。

### 二、课程目标

#### 1. 育人目标

(1) 阅读相关科技文献资料，多角度了解电气工程领域高电压方面前沿技术，多了解发达国家在该领域的发展现状，形成强烈的爱国情怀，激励学生奋发学习、刻苦钻研，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。

(2) 鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度，结合本专业课的特点，能客观评价电气设备与电力系统在生产、使用和运行过程中对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，

并理解应承担的责任与义务。让学生认识到具备良好职业道德的重要性，突显工匠精神与科研态度。

(3) 通过本课程基本原理的学习，将系统论、工程论、科学思维应用到工程实际中，具有研究学习科技自信及爱国主义情怀，加强师生间交流互动，进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

## 2. 知识和能力目标

(1) 掌握气体、液体及固体绝缘主要电气特性（特别是击穿过程）的基本概念，了解电气设备绝缘结构的基本特性和试验方法，掌握电力系统中雷电过电压和主要内部过电压的产生机理、影响因素及防护措施等基本知识。（支撑毕业要求 3.1）

(2) 了解高电压试验及绝缘预防性试验中常用的高压试验装置及测试仪器的原理与用法，以及高电压试验的特点、基本程序和安全措施等。（支撑毕业要求 5.3）

(3) 正确理解电力系统绝缘配合的基本概念、理论依据和处理原则。（支撑毕业要求 6.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 3.1 能够对复杂电气工程问题进行抽象、分解和建模，设计合理的总体解决方案和各个子问题的解决方案。  |
| 课程目标 2 | 5.3 能够选择和使用先进电子仪器设备或计算机软件工具，搭建实验平台，对复杂电气工程问题进行模拟和测试，并能对测试结果有效性进行判断、对结果反映的问题进行科学地诊断分析，能理解实验环境与实际工程环境之间的差异性。 |
| 课程目标 3 | 6.2 能客观评价电气设备与电力系统在生产、使用和运行过程中对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任与义务。  |

## 三、基本要求

通过本课程的学习，能够让学生了解各种电介质的电气特性、分布参数在电路中的行波理论等专业基础知识性质，该课程属强电方面各专业学生知识结构中不可或缺的组成部分。能够基于电气工程领域中科学原理和文献研究，对电气设备与电力系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线，是一门实用性很强的专业课程。

掌握气体、液体及固体绝缘主要电气特性（特别是击穿过程）的基本概念，了解电气设备绝缘结构的基本特性和试验方法，掌握电力系统中雷电过电压和主要内部过电压的产生机理、影响因素及防护措施等基本知识。了解高电压试验及绝缘预防性试验中常用的高压试验装置及测试仪器的原理与用法，以及高电压试验的特点、基本程序和安全措施等。正确理解电力系统绝缘配合的基本概念、理论依据和处理原则。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、上机实践、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容        | 授课学时 | 思政元素                                   | 教学模式           | 对应课程目标 |
|----|-------------|------|--|----------------|--------|
| 1  | 气体的放电基本物理过程 | 6    | 讲述我国高电压与绝缘技术发展现状，激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的 | 课堂授课，课后练习 2 题， | 课程目标 1 |

|    |              |   |   |                  |             |
|----|--------------|---|---|------------------|-------------|
|    |              |   | 社会责任，从而明确本课程学习的目标   | 课堂讨论             |             |
| 2  | 气体介质的电气强度    | 4 | 介绍高电压与绝缘技术两个理论，了解我国高电压与绝缘技术方面面临的困难和挑战，思考自己未来职业规划。   | 课堂授课，课后练习3题，     | 课程目标<br>1/3 |
| 3  | 液体和固体介质的电气特性 | 4 | 介绍高电压方面前沿技术，讲述典型人物的故事，激励学生奋发学习、刻苦钻研。  | 课堂授课，课后练习3题，实验   | 课程目标<br>1/3 |
| 4  | 电气设备绝缘预防性试验  | 4 | 分析电气设备绝缘预防性试验时，通过数学建模和分析，使学生建立数学现象和物理本质的联系，培养学生将工程问题抽象成数学模型的能力。   | 课堂授课，课后练习3题，实验   | 课程目标<br>2/3 |
| 5  | 绝缘的高电压试验     | 4 | 搭建高电压绝缘试验平台，对复杂电气工程问题进行模拟和测试，并能对测试结果有效性进行判断、对结果反映的问题进行科学地诊断分析，能理解实验环境与实际工程环境之间的差异性，鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度。 | 课堂授课，课后练习3题，实验   | 课程目标<br>1/3 |
| 6  | 线路及绕组中的波过程   | 5 | 结合架空线路的运行与维护，客观评价电气设备与电力系统在生产、使用和运行过程中对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任与义务。                                 | 课堂授课，课后练习3题，课堂讨论 | 课程目标2       |
| 7  | 雷电及防雷保护装置    | 3 | 结合防雷保护装置系统讲解，学会利用工程管理和经济分析手段解决工程实际问题，达到本行业“优质、安全、经济”供电的目的。  | 课堂授课，课后练习3题      | 课程目标<br>1/2 |
| 8  | 电力系统防雷保护     | 4 | 结合防雷案例讲解，提高安全意识，设计出安全环保的电气产品，是本行业人员应承担的责任和义务。   | 课堂授课，课后练习3题      | 课程目标<br>1/2 |
| 9  | 电力系统内部过电压    | 4 | 增强学生间的互动交流，要求学生分组讨论和研究，形成交叉领域热点技术综述报告，并分组汇报。通过自主学习、合作研究、课堂互动，培养学生的学术研究能力、合作协同意识。                        | 课堂授课，课后练习3题      | 课程目标3       |
| 10 | 电力系统绝缘配合     | 2 | 结合电力系统绝缘配合问题的讲解，拓宽学生的行业视野，增加学生的专业认同感，培育学生“爱国、敬业”的社会主义核心价值观。   | 课堂授课，课后练习3题，课堂讨论 | 课程目标3       |

## 第一章 气体的放电基本物理过程

主要内容：

- 6、带电粒子的产生和消失；
- 7、电子崩；
- 8、自持放电条件；
- 9、起始电压与气压的关系；
- 10、气体放电的流注理论；



- 6、不均匀电场中的放电过程；
- 7、放电时间和冲击电压下的气隙击穿；
- 8、沿面放电和污闪事故。

基本要求： .

详细分析汤逊理论是气体放电的理论基础；  
掌握流注的形式以及放电转入自持放电的基本过程；  
掌握自持放电条件的物理意义；  
了解汤逊理论和流注理论的适用范围；  
了解提高外绝缘强度的常用措施；  
掌握气体间隙击穿及沿面放电的物理过程。

能力：应用汤逊理论和流注理论能解释和分析日常生活中所发生的一些放电和击穿现象。

## 第二章 气体介质的电气强度

- 1、均匀和稍不均匀电场气隙的击穿特性；
- 2、极不均匀电场气隙的击穿特性；
- 3、大气条件对气隙击穿特性的影响及其校正；
- 4、提高气体介质电气强度的方法；
- 5、六氟化硫和气体绝缘电气设备。

基本要求：

了解均匀、稍不均匀和极不均匀电场气隙击穿特性；  
了解大气条件对气隙击穿特性的影响；  
了解提高气体介质电气强度的方法；  
了解六氟化硫理化特性及对电气设备绝缘影响。

能力：能应用气体介质的电气强度特性分析大气条件下气隙击穿现象；应用基本理论能提出提高气体介质电气强度的方法。

## 第三章液体和固体介质的电气特性

主要内容：

- 1、液体和固体介质的极化、电导和损耗；
- 2、液体介质的击穿；
- 3、固体介质的击穿；
- 4、组合绝缘的电气强度；

基本要求：

掌握固体及液体电介质电导、极化、介质损耗、击穿等物理过程；  
了解组合绝缘的电气强度及绝缘老化问题。

能力：应用液体和固体介质的电气特性，能解释固体及液体电介质电导、极化、介质损耗、击穿等物理过程。

## 第四章电气设备绝缘预防性试验

主要内容：

- 1、绝缘的老化；
- 2、绝缘电阻、吸收比和泄漏电流的测量；
- 3、介质损耗角正切的测量；
- 4、局部放电的测量；
- 5、电压分布测量；
- 6、绝缘状态的综合判断。

基本要求：

掌握各种预防性试验的基本原理和方法。

能力：能应用试验的基本原理和方法，通过高压仪器设备去完成一些简单的测试性实验。

## 第五章 绝缘的高电压试验

主要内容：

- 1、工频高电压试验；
- 2、直流高电压试验；
- 3、冲击高电压试验；
- 4、高电压测量技术。

基本要求：

掌握工频、直流、冲击高压产生的原理和试验方法及高电压下测量的特点。

能力：应用绝缘高电压试验和方法，借助高压试验设备进行特性试验。

## 第六章 输电线路和绕组中的波过程

主要内容：

- 1、波沿均匀无损单导线的传播；
- 2、行波的折射与反射；
- 3、行波的多次折、反射；
- 4、波在多导线系统的传播；
- 5、波在有损耗线路上的传播；
- 6、变压器绕组中的波过程；
- 7、旋转电机绕组中的波过程。

基本要求：

掌握波的折、反射和多导线系统中的波过程，L、C在波过程中的作用，以及无限长直角波作用于L-C-K分布参数回路时，不同状态下的电位分布（ $t=0$ ， $t=\infty$ 时及振荡过程中的对地电位、梯度电压），及入口电容的意义。

了解波在传播过程中的衰减与绕组中的波过程。

能力：应用输电线路和绕组中的波过程，能对所建立的电路模型进行波过程的分析。

## 第七章 雷电放电及防雷保护装置

主要内容：

- 1、雷电放电和雷电过电压；
- 2、防雷保护装置。

基本要求：

重点掌握避雷器的电气性能和选择原则，特别是金属氧化物避雷器；

了解防雷接地的作用和性能。

能力：能应用雷电的产生和放电过程，提出采取防雷的一些措施。

## 第八章 电力系统防雷保护

主要内容：

- 1、架空输电线路的防雷保护；
- 2、变电所的防雷保护；
- 3、旋转电机的防雷保护。

基本要求：

掌握线路防雷的原则、措施和计算方法，重点是计算有避雷线线路的耐雷水平及雷击跳闸率；

掌握避雷器与变压器之间的伏秒特性和伏安特性配合；

了解直配电机典型防雷线路及其中各元件的作用。

能力：能应用雷电的产生和放电过程，对电力系统采取一些防雷措施。

## 第九章 电力系统内部过电压

主要内容：

- 1、切除空载线路过电压；
- 2、空载线路合闸过电压；
- 3、切空载变压器过电压；
- 4、断续电弧接地过电压；
- 5、有关操作过电压若干总的概念与结论；
- 6、工频电压升高；
- 7、谐振过电压。

基本要求：

掌握电力系统产生过电压的机理及各种过电压保护装置的原理及应用，以及对电力系统过电压进行防护的基本方法。

能力：应用电力系统产生过电压机理和各种过电压保护装置的原理及应用，对电力系统中出现的过电压现象采取相应的对策。

## 第十章 电力系统绝缘配合

主要内容：

- 1、绝缘配合的基本概念；
- 2、中性点接地方式对绝缘水平的影响；
- 3、绝缘配合惯用法；
- 4、架空输电线路的绝缘配合；
- 5、绝缘配合统计法。

基本要求：

掌握绝缘配合惯用法；  
了解绝缘配合统计法。

能力：应用绝缘配合的基本概念，用绝缘配合惯用法和绝缘配合统计法分析一些电力系统绝缘配合案例。

## 五、实验与学时分配

实验项目与类型

| 序号 | 实验项目           | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|----------------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |                |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |
| 1  | 固体介质损耗测试虚拟仿真实验 | 2  |      |    | √  |    | 1/3    | 3.1/6.2   |
| 2  | 变压器交流耐压仿真试验    | 2  |      |    | √  |    | 2/3    | 5.3/6.2   |
| 3  | 电力电缆直流耐压仿真实验   | 2  |      |    | √  |    | 1/3    | 3.1/6.2   |

### 实验一 固体介质损耗测试虚拟仿真实验

#### 1.内容及要求

- ①对电介质材料的基本介电性能有一定的认识，了解对电介质性能的测试方法；
- ②了解软件 ANSYS 和 OWVLab；
- ③了解电容器的基本结构和物理模型；
- ④了解复数电流法测量电容、介质损耗的原理。

#### 2. 实验装置

计算机、软件 ANSYS 和 OWVlab

## 实验二 变压器交流耐压仿真试验

### 1. 内容及要求

- ①通过实验验证生产的变压器质量；
- ②实验时确保配电变压器满足规程和标准；
- ③实验过程中确定配电变压器的性能随时间的变化；
- ④能够了解故障原因。

### 2. 实验装置

计算机、交流耐压操作箱、试验变压器、测试线、接地线、接地棒。

## 实验三 电力电缆直流耐压仿真实验

### 1. 内容及要求

直流耐压试验是指通过直流高压发生器与倍压筒在被试品上施加直流电压,电缆在经过一定的耐压时间后,可判断电缆的耐压性能是否合格;掌握用电力电缆直流耐压试验的方法;在试验过程中要注意安全和试验接线。

### 2. 实验装置

计算机、直流高压发生器、倍压筒、放电棒、测试线、接地线。

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科专业课程。为了提高教学质量,增强学生分析问题和解决问题的能力,本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方式方法,达到使学生掌握气体、液体及固体绝缘主要电气特性(特别是击穿过程)的基本概念,了解电气设备绝缘结构的基本特性和试验方法,掌握电力系统中雷电过电压和主要内部过电压的产生机理、影响因素及防护措施等一些基础知识的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导,在这一教学环节,学生以听课为主,并参与讨论,采用多媒体和板书相结合的教学手段,并辅以程序实例演示和教学,以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上,教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生对高压电气设备理解能力的目的,同时开展作业分析,精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、高电压与绝缘技术学习论坛,让学生开阔眼界,共享优质教学资源,培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的思维方式和动手能力。本课程配合理论学习,安排有6学时的实验。实验要求学生在教师的指导下,能独立完成相关实验要求。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩(百分制),包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| <p>掌握气体、液体及固体绝缘主要电气特性（特别是击穿过程）的基本概念，了解电气设备绝缘结构的基本特性和试验方法,掌握电力系统中雷电过电压和主要内部过电压的产生机理、影响因素及防护措施等基本知识。</p> <p>了解高电压试验及绝缘预防性试验中常用的高压试验装置及测试仪器的原理与用法，以及高电压试验的特点、基本程序和安全措施等。</p> <p>正确理解电力系统绝缘配合的基本概念、理论依据和处理原则。</p> | <p>高电压与绝缘技术中的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力，且能正确分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。</p> <p>能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。</p> | <p>高电压与绝缘技术中的相关理论知识较为清晰，具备非常较好的分析、计算和实践的能力，且能较好地分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。</p> <p>基本能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。</p> | <p>高电压与绝缘技术中的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力，且能分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。</p> <p>初步能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。</p> | <p>高电压与绝缘技术中的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力，且不能正确分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。</p> <p>不能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。</p> |

期末考试（百分制）开卷，题型包括：简答题、分析题、综合分析题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求  | 评价标准                                  |  |                                       |                                      | 比例 (%) |
|------|---|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|--------|
|      |   | 优秀 (0.9-1)                            | 良好 (0.7-0.89)                            | 合格 (0.6-0.69)                         | 不合格 (0-0.59)                         |        |
| 目标 1 | 掌握气体、液体及固体绝缘主要电气特性（特别是击穿过程）的基本概念，了解电气设备绝缘结构的基本特性和试验方法,掌握电力系统中雷电过电压和主要内部过电压的产生机理、影响因素及防护措施等基本知识。 | 高电压与绝缘技术中的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力。 | 高电压与绝缘技术中的相关理论知识较为清晰，具备非常较好的分析、计算和实践的能力。 | 高电压与绝缘技术中的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力。 | 高电压与绝缘技术中的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力。 | 50     |

|      |  |  |  |  |   |    |
|------|--|--|--|--|---|----|
| 目标 2 | 了解高电压试验及绝缘预防性试验中常用的高压试验装置及测试仪器的原理与用法, 以及高电压试验的特点、基本程序和安全措施等。 | 能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据。 | 基本能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据。 | 初步能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据。 | 不能够基于应用数学、电力电子、电气工程基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据。 | 30 |
| 目标 3 | 正确理解电力系统绝缘配合的基本概念、理论依据和处理原则。                                 | 能正确分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。  | 能较好地分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。   | 能分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。  | 不能正确分析和处理高电压与绝缘这对矛盾。  | 20 |

注: 该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为: 考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《高电压与绝缘技术》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |   |                                    |                      |       |   |
|---|---|------------------------------------|----------------------|-------|---|
| 课程名称  | 高电压与绝缘技术  | 课程性质                               | 专业课程, 选修             | 学时学分  | 40/2.5  |
| 开课学期  |   | 专业班级                               |                      | 考核方式  | 考试, 闭卷  |
| 任课教师:   |   |                                    |                      |       |   |
| 评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师                                  |   |                                    |                      |       |   |
| 二、课程目标达成评估  |   |                                    |                      |       |   |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标  | 评价数据源                              |                      |       |   |
|   |   | 评价依据                               | 分值                   | 平均分   | 达成度值 $KM$ 评价方式  |
| 毕业要求 3.1 能够对复杂电气工程问题进行抽象、分解和建模, 设计合理的总体解决方案和各个子问题的解决方案。 | 目标 1: 掌握气体、液体及固体绝缘主要电气特性 (特别是击穿过程) 的基本概念, 了解电气设备绝缘结构的基本特性和试验方法, 掌握电力系统中雷电过电压和主要内部过电压的产生机理、影响因素及防护措施等基本知识。 | 期末考试:<br>高电压与绝缘技术的基本概念、基本理论 (20 分) | T10=20<br>试题构成<br>说明 | T1=15 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.78        |
|   |   | 期末考试:<br>高电压与绝缘技术的基本应用 (30 分)      | T20=30<br>试题构成<br>说明 | T2=25 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.85        |
|   |   | 平时作业                               | A10=100              | A1=85 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81 |
|   |   |                                    |                      |       |   |

|   |  |                                      |                  |       |  |
|---|--|--------------------------------------|------------------|-------|--|
| 毕业要求 5.3 能够选择和使用先进电子仪器设备或计算机软件工具,搭建实验平台,对复杂电气工程问题进行模拟和测试,并能对测试结果有效性进行判断、对结果反映的问题进行科学地诊断分析,能理解实验环境与实际工程环境之间的差异性。 | 目标 2: 了解高电压试验及绝缘预防性试验中常用的高电压试验装置及测试仪器的原理与用法,以及高电压试验的特点、基本程序和安全措施等。 | 期末考试: 高电压与绝缘技术的高电压试验及绝缘预防分析(20分)     | T30=20<br>试题构成说明 | T3=15 | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.78 |
|   |  | 期末考试: 高电压与绝缘技术的高电压试验及绝缘预防实验仪器应用(10分) | T40=10<br>试题构成说明 | T4=7  | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.72 |
|   |  | 平时作业                                 | A20=100          | A2=85 |  |
|   |  | 实验                                   | A30=100          | A3=90 | $\frac{A3}{A30} = 0.90$                                |
| 毕业要求 6.2 能客观评价电气设备与电力系统在生产、使用和运行过程中对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任与义务。  | 目标 3: 正确理解电力系统绝缘配合的基本概念、理论依据和处理原则。                                 | 期末考试: 高电压与绝缘技术的绝缘配合分析及综合分析(20分)      | T50=20<br>试题构成说明 | T5=15 | $\frac{T5}{T50} * 0.7 + \frac{A4}{A40} * 0.3$<br>=0.78 |
|   |  | 平时作业                                 | A40=100          | A4=85 |  |
| 三、课程评价与分析   |  |                                      |                  |       |  |
| 存在的主要问题   |  |                                      |                  |       |  |
| 持续改进方法  |  |                                      |                  |       |  |

## 七、教材和参考书

- 1) 赵智大主编,《高电压与绝缘技术》(第四版),中国电力出版社,2018。(教材)
- 2) 常美生主编,《高电压与绝缘技术》(第二版),高等教育出版社,2006。(参考书)
- 3) 吴广宁主编,《高电压与绝缘技术》(第二版),机械工程出版社,2014。(参考书)
- 4) 王伟主编,《高电压与绝缘技术》(第一版),机械工程出版社,2013。(参考书)

## 《企业认知实习》教学大纲

课程名称: 企业认知实习 (Enterprise Cognition Practice)

课程编码: 1501SJ035

课程类别: 工程实践-必修

学 分：1 分                      周 数：1 周

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：电气工程专业概论、大学物理、社会实践、电子工艺实习等

执 笔 人：杨友平

审 订 人：叶刚

## 一、课程性质

企业认知实习是电气工程及其自动化（电气卓越）专业必不可少的一个工程实践教学环节，本专业学生学习完《电气工程专业概论》、《大学物理》、《社会实践》、《电子工艺实习》等课程后一次认知实习。企业认知实习的任务是让具有一定电方面基础知识、基本理论和分析方法的学生，通过本次企业认知实习，培养学生理论联系实际的能力；结合生产实际，让学生对电气工程领域中的各种电气设备有所认识和了解，加深对电力系统的设计、开发、生产、运行、维护和管理等方面工作的认知，从而让学生对所学的专业有一个基本认知和了解，进一步明确学习目标和方向，通过本次实习，让学生更进一步了解我国电力工业的发展和现状，为将来学好本专业打下基础。

## 二、课程目标

### 1. 育人目标

（1）多阅读相关科技文献资料，多角度了解电气工程领域前沿技术，多了解发达国家在该领域的发展现状，形成强烈的爱国情怀，激励学生奋发学习、刻苦钻研，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。

（2）鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度，必须按时、按质、按量完成企业认知实习任务。让学生认识到具备良好职业道德的重要性，突显工匠精神与科研态度。

（3）自由组队，下到班组进行跟班实习，培养学生的团队协作、互助友爱与纪律观念、责任心及正确的社会价值取向，突显人文精神；熟悉电能生产工艺过程，鼓励学生创新思维，开展学习讨论，引导学生增强团队意识，同时教育学生在未来工作中树立安全意识、保密意识。

### 2. 知识和能力目标

（1）利用所学电力系统方面的知识，结合企业生产实际，提高学生对本专业的认知，增强学生的动手能力；了解所实习的对象，弄清所操作对象所涉及到的安全、成本、环保、可操作性等多方面的约束条件，从中了解到产品的用户需求（毕业要求 3.4）；

（2）通过本次企业认知实习，让学生对所学的专业有更进一步的了解，了解电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成；运用工程管理与经济决策方法，解决在多学科环境下，电气类相关产品设计研发解决方案（毕业要求 11.2）；

（3）通过本次实习，对本行业未来的发展趋势应有所了解，在解决工程实际问题时所采用的技术方法和手段应有所了解，要注重团队合作，学会与人沟通（毕业要求 9.1）。



### 课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标  | 毕业要求指标点  |
|-------|--|
| 课程目标1 | 3.4 在设计系统时，能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件，满足用户设计需求。  |
| 课程目标2 | 11.2了解电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；并能在多学科环境下，在电气类相关产品设计研发解决方案的过程中，运用工程管理与经济决策方法。 |
| 课程目标3 | 9.1在解决电气工程复杂工程问题时，能够正确认识不同学科团队对复杂工程问题的工程实践的作用和意义，能主动与其它学科的成员有效沟通，合作共事。                                       |

### 三、企业认知实习内容与基本要求

本次企业认知实习分校外和校内两个阶段。校外阶段主要组织学生到湖北省紫电电气设备有限公司、电力公司、中石化第四机械股份公司等进行企业认知实习，采用参观、听报告等形式进行；校内阶段主要组织学生参观长江大学实验教学示范中心，对本专业的实验室有所了解。基本要求如下：

#### (1) 发电机组部分

**基本要求：**了解发电系统的构造、基本原理；了解发电系统的主体结构、作用及原理；了解发电机组主要部件的作用；了解控制表盘及操作台的主要表计及布置；了解发电机组正常运行的注意事项及其监视的主要表计；发电机组正常启动、停机的简要过程，单元机组滑差启停的特点；发电机组在运行时容易发生哪些事故？事故发生前后有哪些现象。

**能力：**通过实习后对发电机组的主体结构清楚，能应用所学的基本理论解释发电机组各部分的工作原理及作用。

#### (2) 电气部分

**基本要求：**了解电厂建设历史及发展前景，在电力系统中的地位和作用，各电压级主要负荷状况及特点，潮流分布的一般规律等；根据所掌握知识了解电厂的电气一次侧主接线和二次回路，了解主接线的基本运行方式及特点，你对电厂主接线评价如何？了解电厂厂用电系统及电厂厂用电接线图，注明主要电气设备的型号与规格；分析厂用系统中厂用电源的接线方式；备用电源接线方式，高、低压厂电电压等级；高低压厂用电母线的接线方法；厂用电接线的基本运行方式。写出你对电厂厂用电的评价；了解电厂各种类型发电机组主要辅机的名称、型号规格，以及所要参观和进行企业认知实习电厂的主要公共负荷有哪些？发电厂进行发电启动时厂用电源如何解决的？了解厂用电变压器的型式参数、布置安装情况、厂用电高压侧的配电特点；室外配电装置中的防雷措施（避雷针的数量、避雷器的型号、数量）；发电机组、开机、停机、并列，有功、无功负荷调节的程序及运行知识。

**能力：**能应用所学的基础知识和专业知识，分析和解释电力系统中主要电气设备的工作原理及参数；分析电厂一次侧主接线及主要电气元件的工作原理。

#### (3) 电厂电能的生产过程

**基本要求：**了解水电、火力发电的电能生产工艺过程；了解主要电气设备（变压器、电动机、一次侧高压电柜等）的生产制造工艺过程。

**能力：**能说明水电和火电的电能生产工艺过程。

(4) 了解本专业所有的实验设备及本实验室应完成的实验  
 基本要求：了解本专业所有的实验设备及本实验室应完成的实验。  
 能力：能解释部分实验设备的功能及作用。  
 该企业认知实习为实践教学环节，时限为1周。

企业认知实习教学内容及学习要求

| 教学内容          |  | 学时    | 支撑课程目标 |
|---------------|--|-------|--------|
| 布置企业认知实习任务及要求 | (1) 布置企业认知实习任务<br>(2) 提出企业认知实习要求及时间安排<br>(3) 做好企业认知实习前的准备工作  | 0.5 天 | 2、3    |
| 校外实习阶段        | (1) 听实习单位报告，做好安全教育<br>(2) 现场参观<br>(3) 跟班实习<br>(4) 分组学习讨论   | 3 天   | 1、2    |
| 校内实习阶段        | (1) 集中学习电厂电能的生产工艺过程、电气设备的生产制造工艺过程、电气系统及系统运行方式等内容<br>(2) 电力系统虚拟仿真实验室进行电力系统虚拟仿真操作训练  | 1 天   | 1、2    |
| 报告编写          | 整理实习日志；根据报告编写要求，完成报告   | 0.5 天 | 4、2、3  |
| 思政元素          | (1) 了解国内外电力行业技术现状，激发爱国情怀；<br>(2) 安全教育：提高全员安全素质，提高安全工作的责任感和自觉性，提倡生命至上原则，增强自我防护意识。<br>(3) 了解电力工业的发展历史，清楚我国电力工业的发展过程。提倡科技创新，热爱祖国，追求进步，崇尚科学，勇于创造，埋头苦干，勤于实践。<br>(4) 了解湖北省紫电电气设备有限公司的发展历史和产品生产过程：要树立自力更生艰苦奋斗、不怕苦不怕累精神；要深入基层一线，为我国电力工业的发展贡献自己的一份力量，要彰显长大学子的社会责任感和使命感。<br>(5) 不断开发新能源，利用新技术，生产出更多的环保型电力产品，金山银山不如绿水青山，强调人类发展与生态和谐的重要性，主张合理开发与合理利用可再生资源，为我国工农业生产提供更多的清洁能源。 |       |        |

#### 四、教学方法

本次企业认知实习具有综合性及实践性强的特点，以学生为主体，在教师的指导下，完成电气工程及其自动化专业企业认知实习的各项任务。本次企业认知实习包括发电机组部分、电气部分、电厂电能的生产过程、电气设备的生产与制造、电气工程专业的实验设施、及报告撰写等实践环节。教学活动安排在实习基地和示范中心进行。主要环节如下：

(1) 实习计划制定：制定企业认知实习计划，确定实习内容，实习地点，实习方式，实习时间等内容。明确本次实习目的，做好实习前的动员准备工作，让学生明确本次实习的任务和要求。通过本次企业认知实习，达到提高学生动手能力的目的。

(2) 校外实习部分：在生产作业现场，让学生具有明确的安全意识；了解相关电气设

备的结构和工作原理，及部分电气设备的生产工艺过程，如变压器、高低压配电柜、环网柜等主要电气设备；了解水力发电的生产过程，对引水系统，水轮机的工作原理及结构要了解，发电机的结构和工作原理要熟悉；了解各种高低压电气设备的工作原理；了解本电厂的接地保护系统。在实习过程中，虚心向师傅们学习，遇到问题及时请教；要有团队协作精神，明确各自职责；教师进行指导答疑，鼓励同学之间相互学习和讨论。

(3) 校内实习部分：根据实习要求，查阅相关资料；通过多媒体手段，观看火电的生产过程，了解高压电气设备的结构及工作原理；了解主要电气设备（变压器、电动机、一次侧高压电柜等）的生产制造工艺过程。

(4) 报告撰写：撰写企业认知实习内容的报告，掌握报告撰写规范。在报告撰写期间，鼓励同学之间讨论、交流各自的成果、认识，相互启发，培养团队协作意识。在此过程中，教师进行指导和检查，及时发现问题，并与学生进行讨论，引导学生分析和解决问题。

## 五、考核与成绩评定方式

### 1. 考核标准与成绩评定

企业认知实习考核包括指导老师鉴定、实习日志与实习报告、实习单位鉴定等。

企业认知实习考核成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 按照企业认知实习的计划安排进行出勤。根据企业认知实习的任务要求完成相关实习任务。校外要做好安全教育，确保实习安全，保证企业生产顺利进行；校内实习利用网络资源查找相关学习资料；熟悉相关电气设备的结构和工作原理；对企业认知实习过程中遇到的问题开展学习讨论。 | 按照企业认知实习的计划安排能够不缺勤。根据企业认知实习的任务要求很好地完成相关实习任务。在企业能做到安全生产，保证安全实习；实习期间能查找大量相关学习资料，能熟悉相关电气设备的结构和工作原理；对企业认知实习过程中遇到的问题积极开展学习讨论。 | 按照企业认知实习的计划安排偶尔缺勤。根据企业认知实习的任务要求较好地完成任务。在企业能做到安全生产；实习期间能查找相关学习资料；对部分相关电气设备的结构和工作原理较熟悉；对企业认知实习过程中遇到的问题能开展学习讨论。 | 按照企业认知实习的计划基本不缺勤。根据企业认知实习的任务要求基本完成相关实习任务。能做到安全生产；对部分相关电气设备的结构和工作原理有所了解；对企业认知实习过程中遇到的问题能与其他同学交流。 | 按照企业认知实习的计划安排经常不出勤。根据企业认知实习的任务要求不能完成相关实习任务。不能做到安全生产；对部分相关电气设备的结构和工作原理不大了解。 |

企业认知实习报告成绩，实验报告内容包括：企业认知实习目的、基本原理、内容及步骤、结果及分析、总结。

企业认知实习报告评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |
|      |            |               |               |              |

|  |  |  |   |   |
|--|--|--|---|---|
| 掌握报告的书写技能，利用电气工程的基本概念和基础知识，对实习内容进行具体客观的描述。能够对实习的过程和结果进行归纳、综合分析与准确表达。 | 报告格式规范，内容完整；对实习内容进行具体客观的描述。能够对实习的过程和结果进行归纳、综合分析合理，自我总结得当，表达准确。 | 报告格式规范，内容完整；对实习内容较客观的描述。对实习的过程和结果进行归纳、综合分析较合理，自我总结较得当，表达较准确。 | 报告格式基本规范，内容基本完整；对实习内容基本能客观的描述。对实习的过程和结果进行归纳、综合分析基本合理，自我总结和表达基本准确。 | 报告格式不规范，内容不够完整；对实习内容不能客观的描述。对实习的过程和结果没有详细分析，自我总结不够完整。 |
|--|--|--|---|---|

成绩评定：过程考核\*70%+设计报告\*30%。

过程考核包含生产实习过程表现、利用网络手段查阅相关资料，各占比例 5:5

## 2. 课程目标达成评价

### 《企业认知实习》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |   |       |         |      |  |
|---|---|-------|---------|------|--|
| 课程名称  | 企业认知实习  | 课程性质  | 实践课，必修  | 学时学分 | 1周/1学分   |
| 开课学期  |   | 专业班级  |         | 考核方式 | 平时+过程+报告   |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，任课教师，企业教师  |   |       |         |      |  |
| 二、课程目标达成评估  |   |       |         |      |  |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标  | 评价数据源 |         |      |  |
|   |   | 评价依据  | 分值      | 平均分  | 达成度值 $K_i$ 评价方式                                    |
| 毕业要求 3.4 在设计系统时，能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件，满足用户设计需求。  | 目标 1: 利用所学电力系统方面的知识，结合生产实际，提高学生的动手能力；熟练所实习的对象，弄清所操作对象所涉及到的安全、成本、环保、可操作性等多方面的约束条件，从中了解到产品的用户需求                       | 过程表现  | T10=100 | T1=  | $\frac{T1}{T10} * 0.5 + \frac{T2}{T20} * 0.5$<br>= |
|   |   | 查阅资料  | T20=100 | T2=  |  |
| 毕业要求 11.2 了解电气类相关产品的的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；并能在多学科环境下，在电气类相关产品设计研发解决方案的过程中，运用工程管理与经济决策方法。 | 目标 2: 通过本次企业认知实习，让学生对所学的专业有更进一步的了解，了解电气类相关产品的的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成；运用工程管理与经济决策方法，解决在多学科环境下，电气类相关产品设计研发解决方案 | 实习报告  | T30=100 | T3=  | $\frac{T3}{T30} = 0.79$                            |
| 毕业要求 9.1 在解决电气工程复杂工程问题时，能够正确认识不同学科团队对复杂工程问题的工程实践的作用和意义，能主动与其它学科的成员有效沟通，合作共事   | 目标 3: 通过本次实习，对本行业未来的发展趋势应有所了解，在解决工程实际问题时所采用的技术方法和手段应有所了解，要注重团队合作，学会与人沟通   | 过程表现  | T10=100 | T1=  | $\frac{T4}{T40} * 0.5 + \frac{T5}{T50} * 0.5$<br>= |
|   |   | 实习报告  | T30=100 | T3=  |  |
| 三、课程评价与分析   |   |       |         |      |  |
| 考核结果总结  |   |       |         |      |  |

|        |  |
|--------|--|
| 持续改进方法 |  |
|--------|--|

## 六、企业认知实习参考书

- [1] 何仰赞等编，电力系统分析，武汉：华中科技大学出版社，2002
- [2] 电气工程课程组主编，电气工程及其自动化专业实习指导书
- [3] 电力工程电气设计手册（上）.水利电力部西北电力设计院编，1989
- [4] 电力工程电气设计手册（下）.水利电力部西北电力设计院编，1989
- [5] 刘涤尘主编，电气工程基础，武汉理工大学出版社，2012
- [6] 熊信银，发电厂电气部分，中国电力出版社，2009
- [7] 赵智大，《高电压技术》（第四版），中国电力出版社，2018

## 《企业工程实训》教学大纲

课程名称：企业工程实训（Enterprise Engineering Training）

课程编码：1501SJ0                      课程类别：工程实践-必修

学 分：5分                              周 数：12周

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：电力电子技术、电力系统分析、发电厂电气部分、高电压技术等

执 笔 人：杨友平

审 订 人：叶刚

### 一、课程性质

企业工程实训是电气工程及其自动化（卓越计划）专业必不可少的一个工程实践教学环节，本专业学生学习完《电力电子技术》、《电力系统分析》、《发电厂电气部分》、《高电压技术》等课程后一次较全面的综合实训。企业工程实训的任务是让具有一定电力系统基础知识、基本理论和分析方法的学生，通过本次企业工程实训，培养学生理论联系实际的能力；结合生产实际，让学生对电气工程领域中的各种电气设备有所认识和了解，加深对电力系统的设计、开发、生产、运行、维护和管理等方面工作的认知，从而让学生所学的基础理论知识得到巩固、加深和系统化，增强学生的实际动手能力、分析问题与解决问题能力，培养学生创新意识，为毕业后从事电气工程方面的工作打下坚实的实践基础。

### 二、课程目标

#### 1. 育人目标

(1) 多阅读相关科技文献资料，多角度了解电气工程领域前沿技术，多了解发达国家在该领域的发展现状，形成强烈的爱国情怀，激励学生奋发学习、刻苦钻研，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。

(2) 鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度，必须按时、按质、按量完成企业工程实

训任务。让学生认识到具备良好职业道德的重要性，突显工匠精神与科研态度。

(3) 自由组队，下到班组进行跟班实习，培养学生的团队协作、互助友爱与纪律观念、责任心及正确的社会价值取向，突显人文精神；熟悉电能生产工艺过程，鼓励学生创新思维，开展学习讨论，引导学生增强团队意识，同时教育学生在未来工作中树立安全意识、保密意识。

## 2. 知识和能力目标

(1) 利用所学电力系统方面的知识，结合生产实际，提高学生的动手能力；熟练所实习的对象，弄清所操作对象所涉及到的安全、成本、环保、可操作性等多方面的约束条件，从中了解到产品的用户需求（毕业要求 3.4）；

(2) 通过本次企业工程实训，让学生对所学的专业有更进一步的了解，了解电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成；运用工程管理与经济决策方法，解决在多学科环境下，电气类相关产品设计研发解决方案（毕业要求 11.2）；

(3) 通过本次实习，对本行业未来的发展趋势应有所了解，在解决工程实际问题时所采用的技术方法和手段应有所了解，要注重团队合作，学会与人沟通（毕业要求 9.1）。

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标  | 毕业要求指标点  |
|-------|--|
| 课程目标1 | 3.4 在设计系统时，能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件，满足用户设计需求。  |
| 课程目标2 | 11.2了解电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；并能在多学科环境下，在电气类相关产品设计研发解决方案的过程中，运用工程管理与经济决策方法。 |
| 课程目标3 | 9.1在解决电气工程复杂工程问题时，能够正确认识不同学科团队对复杂工程问题的工程实践的作用和意义，能主动与其它学科的成员有效沟通，合作共事。                                       |

## 三、企业工程实训内容与基本要求

本次企业工程实训分校外和校内两个阶段。校外阶段主要组织学生到湖北省紫电电气设备有限公司、西斋水电站、法雷奥汽车空调股份公司等进行企业工程实训，采用参观、听报告、跟班等形式进行；校内阶段主要组织学生在电力系统虚拟仿真实验室，进行电力系统仿真操作训练。基本要求如下：

### (1) 水轮机部分

基本要求：熟悉引水系统的构造、基本原理；熟悉水轮机的主体结构、作用及原理；了解水轮机调速系统及其主要部件的作用；了解控制表盘及操作台的主要表计及布置；了解水轮机正常运行的注意事项及其监视的主要表计；水轮机正常启动、停机的简要过程，单元机组滑差启停的特点；水轮机在运行时容易发生哪些事故？事故发生前后有哪些现象。

能力：通过实习后对水轮机的主体结构清楚，能应用所学的基本理论解释水轮机各部分的工作原理及作用；通过监视系统能判断水轮机的工作状况。

## (2) 电气部分

**基本要求：**了解电厂建设历史及发展前景，在电力系统中的地位和作用，各电压级主要负荷状况及特点，潮流分布的一般规律等；根据所掌握知识了解电厂的电气一次侧主接线，画出主接线图、对照图找各设备的安装地点、注明主要设备的型号与规范；了解主接线的基本运行方式及特点，你对电厂主接线评价如何？了解电厂发电机组及其励磁系统的型式参数、励磁系统图及工作原理；了解电厂厂用电系统，跟师傅巡查厂用电系统后画出电厂厂用电接线图，注明主要电气设备的型号与规格；分析厂用系统中厂用电源的接线方式；备用电源接线方式，高、低压厂电电压等级；高低压厂用电母线的接线方法；厂用电接线的基本运行方式。写出你对电厂厂用电的评价；了解电厂各种类型发电机组主要辅机的名称、型号规格，以及所要参观和进行企业工程实训电厂的主要公共负荷有哪些？发电厂进行发电启动时厂用电源如何解决的？了解厂用电变压器的型式参数、布置安装情况、厂用电高压侧的配电特点；室外配电装置中的防雷措施（避雷针的数量、避雷器的型号、数量）；发电机组、开机、停机、并列，有功、无功负荷调节的程序及运行知识。

**能力：**能应用所学的基础知识和专业知识，分析电力系统中主要电气设备的工作原理及参数；分析电厂一次侧主接线及主要电气元件的工作原理；能进行相关电气参数的潮流计算。

## (3) 电厂电能的生产过程

**基本要求：**了解水电、火力发电的电能生产工艺过程；了解主要电气设备（变压器、电动机、一次侧高压电柜等）的生产制造工艺过程。

**能力：**能说明水电和火电的电能生产工艺过程。

## (4) 了解电力系统虚拟仿真操作过程

**基本要求：**结合生产实际进行电力系统虚拟仿真操作训练。

**能力：**能进行电力系统部分配电单元的虚拟仿真操作。

该企业工程实训为实践教学环节，时限为2周。

### 企业工程实训教学内容及学习要求

| 教学内容          | 学时  | 支撑课程目标 |
|---------------|---|--------|
| 布置企业工程实训任务及要求 | (1) 布置企业工程实训任务<br>(2) 提出企业工程实训要求及时间安排<br>(3) 做好企业工程实训前的准备工作<br>1天                       | 2、3    |
| 校外实习阶段        | (1) 听实习单位报告，做好安全教育<br>(2) 现场参观<br>(3) 跟班实习<br>(4) 分组学习讨论<br>10周                         | 1、2    |
| 校内实习阶段        | (1) 集中学习电厂电能的生产工艺过程、电气设备的生产制造工艺过程、电气系统及系统运行方式等内容<br>(2) 电力系统虚拟仿真实验室进行电力系统虚拟仿真操作训练<br>1周 | 1、2    |
| 报告编写          | 整理实习日志；根据报告编写要求，完成报告<br>1天  | 5、2、3  |

|      |  |
|------|--|
| 思政元素 | <p>(1) 了解国内外电力行业技术现状，激发爱国情怀；</p> <p>(2) 安全教育：提高全员安全素质，提高安全工作的责任感和自觉性，提倡生命至上原则，增强自我防护意识。</p> <p>(3) 了解西斋水电站的发展历史，清楚我国水电工业的发展过程。提倡科学创新，热爱祖国，追求进步，崇尚科学，勇于创新，埋头苦干，勤于实践。</p> <p>(4) 了解湖北省紫电电气设备有限公司的发展历史和产品生产过程：要树立自力更生艰苦奋斗、不怕苦不怕累精神；要深入基层一线，为我国电力工业的发展贡献自己的一份力量，要彰显长大学子的社会责任感和使命感。</p> <p>(5) 不断开发新能源，利用新技术，生产出更多的环保型电力产品，金山银山不如绿水青山，强调人类发展与生态和谐的重要性，主张合理开发与合理利用可再生资源，为我国工农业生产提供更多的清洁能源。</p> |
|------|--|

#### 四、教学方法

本次企业工程实训具有综合性及实践性强的特点，以学生为主体，在教师的指导下，完成电气工程及其自动化专业企业工程实训的各项任务。本次企业工程实训包括水轮机部分、电气部分、电厂电能的生产过程、电气设备的生产与制造、电力系统虚拟仿真操作过程、及报告撰写等实践环节。教学活动安排在实习基地和示范中心进行。主要环节如下：

(1) 实习计划制定：制定企业工程实训计划，确定实习内容，实习地点，实习方式，实习时间等内容。明确本次实习目的，做好实习前的动员准备工作，让学生明确本次实习的任务和要求。通过本次企业工程实训，达到提高学生动手能力的目的。

(2) 校外实习部分：在生产作业现场，让学生具有明确的安全意识；了解相关电气设备的结构和工作原理，及部分电气设备的生产工艺过程，如变压器、高低压配电柜、环网柜等主要电气设备；了解水力发电的生产过程，对引水系统，水轮机的工作原理及结构要了解，发电机的结构和工作原理要熟悉；通过实习能画出本生产企业的一次侧主接线图，及厂用电线路图；熟悉各种高低压电气设备的工作原理；了解本电厂的接地保护系统。在实习过程中，虚心向师傅们学习，遇到问题及时请教；要有团队协作精神，明确各自职责；教师进行指导答疑，鼓励同学之间相互学习和讨论。

(3) 校内实习部分：根据实习要求，查阅相关资料；通过多媒体手段，观看火电的生产过程，了解高压电气设备的结构及工作原理；了解主要电气设备（变压器、电动机、一次侧高压电柜等）的生产制造工艺过程。通过电力系统虚拟仿真实验平台，进行电力系统虚拟仿真操作训练，提高学生的实操能力。

(4) 报告撰写：撰写企业工程实训内容的报告，掌握报告撰写规范。在报告撰写期间，鼓励同学之间讨论、交流各自的成果、认识，相互启发，培养团队协作意识。在此过程中，教师进行指导和检查，及时发现问题，并与学生进行讨论，引导学生分析和解决问题。

#### 五、考核与成绩评定方式

##### 1. 考核标准与成绩评定

企业工程实训考核包括指导老师鉴定、实习日志与实习报告、实习单位鉴定等。

企业工程实训考核成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准 |
|------|------|
|------|------|



|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |
|---|---|--|--|---|
| 按照企业工程实训的计划安排进行出勤。根据企业工程实训的任务要求完成相关实习任务。校外要做好安全教育, 确保实习安全, 保证企业生产顺利进行; 校内实习利用网络资源查找相关学习资料, 利用电力系统虚拟仿真操作平台, 进行电力系统实操训练; 熟悉相关电气设备的结构和工作原理; 对企业工程实训过程中遇到的问题开展学习讨论。 | 按照企业工程实训的计划安排能够不缺勤。根据企业工程实训的任务要求很好地完成相关实习任务。在企业能做到安全生产, 保证安全实习; 实习期间能查找大量相关学习资料, 能利用电力系统虚拟仿真操作平台, 进行电力系统实操训练; 能熟悉相关电气设备的结构和工作原理; 对企业工程实训过程中遇到的问题积极开展学习讨论。 | 按照企业工程实训的计划安排偶尔缺勤。根据企业工程实训的任务要求较好地完成相关实习任务。在企业能做到安全生产; 实习期间能查找相关学习资料, 能利用电力系统虚拟仿真操作平台, 进行电力系统实操训练; 对部分相关电气设备的结构和工作原理较熟悉; 对企业工程实训过程中遇到的问题能开展学习讨论。 | 按照企业工程实训的计划基本不缺勤。根据企业工程实训的任务要求基本完成相关实习任务。能做到安全生产; 能利用电力系统虚拟仿真操作平台, 进行电力系统实操训练; 对部分相关电气设备的结构和工作原理有所了解; 对企业工程实训过程中遇到的问题能与其他同学交流。 | 按照企业工程实训的计划安排经常不出勤。根据企业工程实训的任务要求不能完成相关实习任务。不能做到安全生产; 不按电力系统虚拟仿真操作平台要求, 进行电力系统实操训练; 对部分相关电气设备的结构和工作原理不大了解。 |

企业工程实训报告成绩, 实验报告内容包括: 企业工程实训目的、基本原理、内容及步骤、结果及分析、总结。

#### 企业工程实训报告评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 掌握报告的书写技能, 利用电气工程的基本概念和基础知识, 对实习内容进行具体客观的描述。能够对实习的过程和结果进行归纳、综合分析并准确表达。 | 报告格式规范, 内容完整; 对实习内容进行具体客观的描述。能够对实习的过程和结果进行归纳、综合分析合理, 自我总结得当, 表达准确。 | 报告格式规范, 内容完整; 对实习内容较客观的描述。对实习的过程和结果进行归纳、综合分析较合理, 自我总结较得当, 表达较准确。 | 报告格式基本规范, 内容基本完整; 对实习内容基本能客观的描述。对实习的过程和结果进行归纳、综合分析基本合理, 自我总结和表达基本准确。 | 报告格式不规范, 内容不够完整; 对实习内容不能客观的描述。对实习的过程和结果没有详细分析, 自我总结不够完整。 |

成绩评定: 过程考核\*70%+设计报告\*30%。

过程考核包含生产实操、电力系统仿真训练, 各占比例 7:3

## 2. 课程目标达成评价

### 《企业工程实训》课程目标达成评价分析报告

|                        |        |      |         |      |          |
|------------------------|--------|------|---------|------|----------|
| 一、课程基本信息               |        |      |         |      |          |
| 课程名称                   | 企业工程实训 | 课程性质 | 实践课, 必修 | 学时学分 | 12周/5学分  |
| 开课学期                   |        | 专业班级 |         | 考核方式 | 平时+过程+报告 |
| 任课教师:                  |        |      |         |      |          |
| 评价人员: 课程组长, 任课教师, 企业教师 |        |      |         |      |          |
| 二、课程目标达成评估             |        |      |         |      |          |

| 课程目标支撑指标点  | 课程目标   | 评价数据源 |         |     |  |
|--|--|-------|---------|-----|--|
|  |  | 评价依据  | 分值      | 平均分 | 达成度值 $K_i$ 评价方式                                    |
| 毕业要求 3.4 在设计系统时,能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件,满足用户设计需求。   | 目标 1: 利用所学电力系统方面的知识,结合生产实际,提高学生的动手能力;熟练所实习的对象,弄清所操作对象所涉及到的安全、成本、环保、可操作性等多方面的约束条件,从中了解到产品的用户需求                      | 生产实操  | T10=100 | T1= | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{T2}{T20} * 0.3$<br>= |
|  |  | 虚拟仿真  | T20=100 | T2= |  |
| 毕业要求 11.2 了解电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成,理解其中涉及的工程管理与经济决策问题;并能在多学科环境下,在电气类相关产品设计研发解决方案的过程中,运用工程管理与经济决策方法。 | 目标 2: 通过本次企业工程实训,让学生对所学的专业有更进一步的了解,了解电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等产品全周期、全流程的成本构成;运用工程管理与经济决策方法,解决在多学科环境下,电气类相关产品设计研发解决方案 | 实习报告  | T30=100 | T3= | $\frac{T3}{T30} = 0.79$                            |
| 毕业要求 9.1 在解决电气工程复杂工程问题时,能够正确认识不同学科团队对复杂工程问题的工程实践的作用和意义,能主动与其它学科的成员有效沟通,合作共事  | 目标 3: 通过本次实习,对本行业未来的发展趋势有所了解,在解决工程实际问题时所采用的技术方法和手段应有所了解,要注重团队合作,学会与人沟通   | 生产实操  | T10=100 | T1= | $\frac{T4}{T40} * 0.5 + \frac{T5}{T50} * 0.5$<br>= |
|  |  | 实习报告  | T30=100 | T3= |  |
| 三、课程评价与分析  |  |       |         |     |  |
| 考核结果总结   |  |       |         |     |  |
| 持续改进方法   |  |       |         |     |  |

## 六、企业工程实训参考书

- [1] 何仰赞等编, 电力系统分析, 武汉: 华中科技大学出版社, 2002
- [2] 电气工程课程组主编, 电气工程及其自动化专业实习指导书
- [3] 电力工程电气设计手册(上). 水利电力部西北电力设计院编, 1989
- [4] 电力工程电气设计手册(下). 水利电力部西北电力设计院编, 1989
- [5] 刘涤尘主编, 电气工程基础, 武汉理工大学出版社, 2012
- [6] 熊信银, 发电厂电气部分, 中国电力出版社, 2009
- [7] 赵智大, 《高电压技术》(第四版), 中国电力出版社, 2018

## 《毕业设计(论文)》教学大纲

课程名称: 毕业设计(论文)(Graduation Project & Thesis)

课程编码: 1501SJ040

课程类别: 实践课-必修

学 分: 8 分

周 数：16 周

适用专业：电气工程及其自动化

先修课程：数学与自然科学、工程基础课、专业基础课和专业课

执 笔 人：杨友平

审 订 人：叶刚

## 一、课程性质

毕业设计（论文）是电气工程及其自动化专业本科生必修的一门工程实践课程，是大学四年教学的最后一个重要环节。通过毕业设计（论文）使学生对所学的数学与自然科学、工程基础课、专业基础课和专业课知识得到综合应用，并加以巩固、深化，培养学生理论联系实际、独立分析问题和解决实际问题的能力，完成电气工程人员的基本训练，以适应现代工业发展对电气工程专业人才的需要，为毕业后从事电气工程方面的工作打下坚实的实践基础。

## 二、课程目标

### 1. 育人目标

（1）阅读相关科技文献资料，多角度了解电气工程领域前沿技术，多了解发达国家在该领域的发展现状，形成强烈的爱国情怀，激励学生奋发学习、刻苦钻研，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。

（2）鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度，必须按毕业设计（论文）任务书要求完成毕业设计任务。结合工程实际，考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的因素，进行毕业设计，让学生认识到具备良好职业道德的重要性，突显工匠精神与科研态度。

（3）通过毕业设计，能将系统论、工程论、科学思维应用到工程实际中，具有研究学习科技自信及爱国主义情怀，加强师生间互动交流，进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### 2. 知识和能力目标

（1）利用所学电力系统方面的知识，结合工程实际，提高学生独立分析和解决实际问题的能力；熟练所设计内容，弄清所设计对象涉及到的安全、成本、环保、可操作性等多方面的约束条件，从中了解到毕业论文的设计需求（毕业要求 3.4）；

（2）提高学生的计算机应用能力，查阅文献资料和文字表达等基本技能（毕业要求 5.1）；

（3）能够理解和评价针对毕业设计中所解决的复杂工程问题对环境、社会可持续发展的影响（毕业要求 7.2）；

（4）提高学生与业界同行的沟通能力，了解本行业未来的发展趋势，要注重团队合作，理解与业界同行和社会公众交流的差异性（毕业要求 10.1）；

(5) 训练和提高学生的社会调查能力、经济分析能力，理解和运用工程管理与经济决策方法，来解决电气类相关产品设计研发过程中的问题（毕业要求 11.1）。

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标  | 毕业要求指标点   |
|-------|---|
| 课程目标1 | 3.4 在设计系统时，能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件，满足用户设计需求  |
| 课程目标2 | 5.1 了解本专业主要资料来源及获取方法，能够利用计算机及互联网技术检索本专业文献及资料  |
| 课程目标3 | 7.2 针对实际中电气设备与电力系统，能评价其资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施，判断产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患，并提出合理化的改进建议         |
| 课程目标4 | 10.1能通过口头、文稿、图表等方式就电气工程相关领域复杂工程问题与业界同行、社会公众进行有效沟通和交流，并准确表达自己的观点，回应质疑，理解与业界同行和社会公众交流的差异性 |
| 课程目标5 | 11.1 具有初步的经济学和管理学知识，在从事电气类相关产品的的设计、开发、生产、应用和维护等工程实践中，理解并掌握工程管理原理与经济决策方法。                |

### 三、毕业设计内容与基本要求

毕业论文（设计）环节分为选题、开题报告撰写与答辩（或撰写文献综述）、设计或科学研究（撰写论文）和答辩4个阶段。电气工程及其自动化专业的毕业设计（论文）大体上可分为工程设计型、专题研究型、实验研究型、文献综述型等。主要内容包括电力电子应用、电气传动、电气设备、电力系统、计算机控制、软件设计、过程控制等方面的工程设计、专题研究、实验研究及新理论、新技术的文献调研综述等内容。基本要求如下：

#### 1. 选题

基本要求：①毕业设计（论文）题目要结合生产、科研、实验室建设等方面的任务进行。每个毕业设计题目必须有充分的文献资料支撑，毕业设计（论文）题目可以是工程设计类型，也可以是专题研究、实验研究、文献综述等类型。题目广度适中、难易恰当、分量合适，过程完整，要根据学生学习情况，因材施教，使每个学生的毕业设计（论文）经过努力能够完成。②毕业设计题目应以工程设计类型为主，结合现代设计技术和方法，要求能让学生独立地、综合地得到工程设计的训练，提倡与指导教师的科研课题相结合或生产实际题目相结合。毕业设计全过程应包括文献调研、开题报告、方案设计、分析计算、系统实现、实验调试（虚拟仿真）、撰写论文和论文答辩。③毕业设计（论文）学生应一人一题，同类型题目学生的侧重点应有所不同，学生应能独立完成毕业设计（论文）任务。④毕业设计（论文）题目应在第七学期末公布，由学生自由选题，学生在正式毕业设计之前，要收集有关资料并完成开题论证报告。⑤毕业设计题目要经过系主任批准，毕业设计答辩委员会同意，并汇总后报教务处实践教学科和院教学秘书存档。

能力：应用所学基础知识和专业知识，查阅相关文献资料进行毕业设计开题论证。

## 2. 开题报告撰写与答辩

基本要求：毕业设计指导教师向学生交待题目来源、意义、工作设想和要求，并以毕业设计（论文）任务书的形式下达给学生，给学生指出主要的参考书和参考资料的查找范围，学生按要求进行文献调研，写出开题报告，开题报告应包括研究的目的和意义，国内外研究状态和发展趋势，详细研究内容和思路，所采用的实验方法、设计手段以及具体进度计划等。并按内容分组进行开题答辩，由系审查通过后，方可进入设计阶段。

能力：能利用计算机及互联网技术检索相关文献资料，撰写开题报告，并对本设计方案作出合理的解释。

## 3. 设计或科学研究（撰写论文）

基本要求：①工程设计：明确课题的来源及其实际意义。设计中要有方案论证、正确的理论依据、计算分析和完整的图纸。各种图表要齐全、规格化，电路要调试通过。对程序设计内容，要有程序框图和程序清单，程序结构要优化，设计应用的理论正确，对所编制的软件要有计算实例分析。②专题研究型：明确题目来源及其研究意义，能正确应用有关的基础理论和基本概念来解决所研究的内容。会综合分析和处理有关实际数据资料。通过研究，提出明确的结论及其在电气工程及相关领域中的应用前景。③实验研究型：明确研究题目的意义及其所要解决的问题。能自己设计或在导师的指导下设计出最佳实验方案与流程，熟悉和掌握实验原理及有关理论，对有关的实验设备会进行安装调试，对实验现象要进行详细记载和综合分析，对实验数据会进行处理。通过实验研究得出明确的结论及对实际生产的指导意义。④文献综述：要明确文献调研的实际意义以及所要解决的问题。通过文献调研，对电气工程某一方面的国内外研究动态及发展趋势有明确的认识和评价，并综合提出解决某一问题的途径与方法。不论哪种类型的题目，基本内容应力求结合科研、生产和教学改革，使学生在计算机应用、实践动手能力、阅读专业外文资料能力等方面有较大提高，能达到毕业设计（论文）综合训练的目的，使学生在完成毕业设计中能有所创新。

能力：能利用自己所学的基础知识和专业知识解决本设计中所遇到的问题，通过本次毕业设计能将自己综合能力得到提高。

## 4. 毕业答辩

基本要求：①毕业论文（设计）答辩资格审查通过后，由答辩小组以公开方式组织答辩。②答辩工作在分管院长领导下，由答辩委员会主持进行。答辩委员会可下设若干答辩小组或以专业成立答辩小组。答辩小组一般由5人或5人以上组成，其成员应由本专业学术水平高，责任心强的教师组成，根据需要也可聘请少量校外专家参加。③在校外做毕业论文（设计）的学生，完成规定任务后回校由学院统一组织答辩。④答辩前，答辩小组每个成员必须详细审阅每位学生的毕业论文（设计）报告，了解论文（设计）的质量和水平，并准备答辩时应向学生提出的问题，为答辩做好准备。⑤对以软件、硬件研制为主的毕业设计，各答辩小组在答辩前或答辩过程中要进行软件或硬件测试；对以实验研究为主的毕业设计，答辩时要向答辩小组提交实验数据的原始记录。⑥毕业论文（设计）答辩按学生自述、答辩小组审阅和

提问、学生应答、答辩小组对其论文（设计）和答辩情况进行评议和评分的程序逐个进行，每个学生答辩总时间控制在 15~20 分钟。学生在参加毕业论文（设计）答辩时的自述应主要包括：课题来源和要求、论文（设计）内容概述、基本思想及主要方法、所得结果、结论及实用价值、主要特点或创新性、有关体会及改进意见等。答辩小组提问内容主要是与题目有关的基础理论、专业知识和设计原理与方法；论文（设计）过程中带普遍性的难点问题或要求学生进一步说明的问题；考察、鉴别学生独立工作能力的问题等。

能力：能通过口头、文稿、图表等方式就本次毕业设计中相关问题与同行进行有效沟通和交流，并准确表达自己的观点，回应质疑。

### 毕业设计教学内容及学习要求

| 教学内容              |  | 学时   | 支撑课程目标    |
|-------------------|--|------|-----------|
| 选题                | (1) 指导教师拟定毕业设计题目<br>(2) 毕业设计题目汇总、审核、公示<br>(3) 学生进行选题<br>(4) 选题结果公示，下发毕业设计任务书   | 2 周  | 1、2、4     |
| 开题报告撰写与答辩         | (1) 查阅参考文献资料<br>(2) 撰写开题报告<br>(3) 开题答辩<br>(4) 整理开题报告   | 2 周  | 1、2、4、5   |
| 设计或科学研究<br>(撰写论文) | (1) 查阅相关文献资料<br>(2) 根据毕业设计的要求完成相关设计内容<br>(如实验、实物制作、图纸设计、仿真等)<br>(3) 毕业设计进行中期检查<br>(4) 填写毕业设计学生工作手册   | 11 周 | 1、2、3、4、5 |
| 毕业答辩              | (1) 毕业设计成果验收<br>(2) 毕业论文形式审查<br>(3) 指导教师评阅<br>(4) 评阅教师评阅<br>(5) 毕业答辩<br>(6) 毕业论文资料整理归档   | 1 周  | 6、3、4、5   |
| 思政元素              | (1) 了解国内外电力行业技术现状，激发爱国情怀；<br>(2) 安全意识：对所设计的系统首要任务是保证安全，提高全员安全意识，提高安全工作的责任感和自觉性，提倡生命至上原则，增强自我防护意识。<br>(3) 经过本次毕业设计全过程训练。提倡科学创新，热爱祖国，追求进步，崇尚科学，勇于创新，埋头苦干，勤于实践。<br>(4) 经过本次毕业设计综合训练：要树立自力更生艰苦奋斗、不怕苦不怕累精神；要深入基层一线，为我国电力工业的发展贡献自己的一份力量，要彰显长大学子的社会责任感和使命感。<br>(5) 针对本次毕业设计所设计系统，能评价其资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施，判断所设计系统可能对人类和环境造成损害的隐患，并 |      |           |

|  |  |
|--|--|
|  | 提出合理化的改进建议；利用新技术，研发出更多的环保型电力产品，金山银山不如绿水青山，强调人类发展与生态和谐的重要性。 |
|--|--|

#### 四、教学方法

毕业设计具有综合性及实践性强的特点，以学生为主体，在教师的指导下，完成电气工程及其自动化专业毕业设计的各项任务。本次毕业设计包括开题报告、设计阶段、论文撰写、毕业答辩等实践环节。教学活动可以根据毕业设计具体要求，安排在校内或校外进行。主要环节如下：

(1) 开题报告：导师向学生交待题目来源、意义、工作设想和要求，并以毕业设计（论文）任务书的形式下达给学生，给学生指出主要的参考书和参考资料的查找范围，学生按要求进行文献调研，写出开题报告，开题报告应包括研究的目的和意义，国内外研究状态和发展趋势，详细研究内容和思路，所采用的实验方法、设计手段以及具体进度计划等。并按内容分组开题报告，由系审查通过后，方可进入设计阶段。

(2) 设计阶段：学生按开题报告内容和毕业设计任务书的要求，完成设计全部内容（包括方案论证、设计计算、资料翻译、实验调试（虚拟仿真）、绘图等）

(3) 论文撰写：学生在答辩前1周完成毕业设计报告，并进行报告查重，查完重后送导师审查，导师审查论文完成情况，写好“审查意见”后连同报告送评阅教师评阅，评阅教师由答辩委员会聘请，评阅人根据设计任务完成情况和论文水平写出评阅意见，明确是否同意参加答辩，连同报告一起交答辩委员会。答辩委员会按要求进行资格审查，并公布有答辩资格的学生名单，凡允许参加答辩的学生应作好答辩前的一切准备工作。

(4) 论文答辩：主要按学生毕业设计内容分组答辩，由答辩委员会根据审查意见、评语及答辩情况归纳出简要评语，确定成绩，最后完成论文归档等。

#### 五、考核与成绩评定方式

##### 1. 考核标准与成绩评定

毕业设计成绩可按平时成绩（指导教师）30%、设计（论文）水平（评阅）30%和答辩水平40%（其中成果验收答辩占10%）三方面综合考核评定。成绩评定分为优、良、中、及格、不及格五档。

毕业设计考核成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准  |   |  |  |   |
|--|---|---|--|--|---|
|  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.8-0.89)                                   | 中等 (0.7-0.79)                                  | 及格 (0.6-0.69)                                  | 不及格 (0-0.59)                                      |
| 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果，难度及工作量，质量和水平，存在的主要问题与不 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果，难度及工作量，质量和水平，完成很好。学生的学习态度和组 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果，难度及工作量，质量和水平，完成良好。学生的学习 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果，难度及工作量，质量和水平，完成较好。学生的学 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果，难度及工作量，质量和水平，基本完成。学生的学 | 毕业论文（设计）的研究内容、研究方法、研究结果，难度及工作量，质量和水平，达不到毕业要求。学生的学 |

|   |   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|---|--|
| 足。学生的学习态度和纪律,学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行很好;毕业论文(设计)是否完成规定任务,达到了学士学位论文的水平,答辩能否很好完成。 | 织纪律,学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行很好;毕业论文(设计)完成规定任务,达到了学士学位论文的水平,答辩时表现突出。 | 态度和组织纪律,学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行较好;毕业论文(设计)完成规定任务,达到了学士学位论文的水平,答辩时表现较好。 | 态度和组织纪律,学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行较好;毕业论文(设计)完成规定任务,达到了学士学位论文的水平,答辩时一般。 | 织纪律,学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,基本能达到要求;毕业论文(设计)完成大部分任务,达到了学士学位论文的水平,答辩基本完成。 | 态度和组织纪律,学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,达不到毕业要求;毕业论文(设计)未完成规定任务,达不到学士学位论文的水平。 |
|---|---|---|---|---|--|

毕业设计(论文)成绩,毕业设计(论文)内容包括:方案论证、设计计算、资料翻译、实验调试(虚拟仿真)、绘图、结果分析等。

#### 毕业设计(论文)评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |   |   |  |   |
|---|---|---|---|--|---|
|   | 优秀(0.9-1)   | 良好(0.7-0.89)  | 中等(0.7-0.79)  | 及格(0.6-0.69)   | 不及格(0-0.59)   |
| 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,存在的主要问题与不足。学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行很好;毕业论文(设计)是否完成规定任务,达到了学士学位论文的水平。 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,完成很好。学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行很好;毕业论文(设计)完成规定任务,达到了学士学位论文的水平。 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,完成良好。学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行较好;毕业论文(设计)完成规定任务,达到了学士学位论文的水平。 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,完成较好。学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行较好;毕业论文(设计)完成规定任务,达到了学士学位论文的水平。 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,基本完成。学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,基本能达到要求;毕业论文(设计)完成大部分任务,达到了学士学位论文的水平。 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,达不到毕业要求。学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,达不到毕业要求;毕业论文(设计)未完成规定任务,达不到学士学位论文的水平。 |

成绩评定:毕业设计(论文)\*60%+答辩\*40%。

毕业设计(论文)包含指导教师评阅、评阅教师评阅,各占比例5:5

## 2. 课程目标达成评价

### 《毕业设计》课程目标达成评价分析报告

|                     |      |       |        |      |         |
|---------------------|------|-------|--------|------|---------|
| 一、课程基本信息            |      |       |        |      |         |
| 课程名称                | 毕业设计 | 课程性质  | 实践课,必修 | 学时学分 | 13周/7学分 |
| 开课学期                |      | 专业班级  |        | 考核方式 | 论文+答辩   |
| 任课教师:               |      |       |        |      |         |
| 评价人员:课程组长,任课教师,企业教师 |      |       |        |      |         |
| 二、课程目标达成评估          |      |       |        |      |         |
| 课程目标支撑指标点           | 课程目标 | 评价数据源 |        |      |         |



|  |  | 评价依据 | 分值      | 平均分 | 达成度值 $K_i$ 评价方式                       |
|--|--|------|---------|-----|---------------------------------------|
| 毕业要求 3.4 在设计系统时,能够考虑系统成本、安全、环保、可操作性等多方面的约束条件,满足用户设计需求;   | 目标 1: 利用所学电力系统方面的知识,结合工程实际,提高学生独立分析和解决实际问题的能力;熟练所设计内容,弄清所设计对象涉及到的安全、成本、环保、可操作性等多方面的约束条件,从中了解到毕业论文的设计需求 | 毕业论文 | T10=100 | T1= | $\frac{T1+T2+T3}{T10+T20+T30} = 0.79$ |
|  |  | 答辩成绩 | T20=100 | T2= |                                       |
|  |  | 成果验收 | T30=100 | T3= |                                       |
| 毕业要求 5.1 了解本专业主要资料来源及获取方法,能够利用计算机及互联网技术检索本专业文献及资料;   | 目标 2: 提高学生的计算机应用能力,查阅文献资料和文字表达等基本技能  | 毕业论文 | T10=100 | T1= | $\frac{T1}{T10} = 0.79$               |
| 毕业要求 7.2 针对实际中电气设备与电力系统,能评价其资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施,判断产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患,并提出合理化的改进建议;          | 目标 3: 能够理解和评价针对毕业设计中解决的复杂工程问题对环境、社会可持续发展的影响  | 毕业论文 | T10=100 | T1= | $\frac{T1}{T10} = 0.79$               |
| 毕业要求 10.1 能通过口头、文稿、图表等方式就电气工程相关领域复杂工程问题与业界同行、社会公众进行有效沟通和交流,并准确表达自己的观点,回应质疑,理解与业界同行和社会公众交流的差异性; | 目标 4: 提高学生与业界同行的沟通能力,了解本行业未来的发展趋势,要注重团队合作,理解与业界同行和社会公众交流的差异性   | 毕业论文 | T10=100 | T1= | $\frac{T1}{T10} = 0.79$               |
|  |  | 答辩成绩 | T20=100 | T2= |                                       |
| 毕业要求 11.1 具有初步的经济学和管理学知识,在从事电气类相关产品的设计、开发、生产、应用和维护等工程实践中,理解并掌握工程管理原理与经济决策方法。                   | 目标 5: 训练和提高学生的社会调查能力、经济分析能力,理解和运用工程管理与经济决策方法,来解决电气类相关产品设计研发过程中的问题                                      | 毕业论文 | T10=100 | T1= | $\frac{T1+T2}{T10+T20} = 0.78$        |
|  |  | 答辩成绩 | T20=100 | T2= |                                       |
| 三、课程评价与分析  |  |      |         |     |                                       |
| 考核结果总结   |  |      |         |     |                                       |
| 持续改进方法   |  |      |         |     |                                       |

## 六、毕业设计参考书 (学生自行选定参考资料)

- [1] 何仰赞等编, 电力系统分析, 武汉: 华中科技大学出版社, 2002
- [2] 电气工程课程组主编, 电气工程及自动化专业实习指导书
- [3] 电力工程电气设计手册(上). 水利电力部西北电力设计院编, 1989
- [4] 电力工程电气设计手册(下). 水利电力部西北电力设计院编, 1989
- [5] 刘涤尘主编, 电气工程基础, 武汉理工大学出版社, 2012

- [6] 熊信银, 发电厂电气部分, 中国电力出版社, 2009
- [7] 赵智大, 《高电压技术》(第四版), 中国电力出版社, 2018
- [8] 根据毕业设计的要求, 学生自行选定参考资料。

## 自动化专业

### 《信号与系统》教学大纲

课程名称: 信号与系统 (Signals and Systems)

课程编码: 1501XK034

课程类别: 工程基础-必修

学 分: 2.5 分

总学时: 40 学时, 其中, 授课学时: 40 学时

适用专业: 自动化

先修课程: 电路分析基础、高等数学、大学物理 B

执 笔 人: 蔡昌新

审 订 人: 张正炳

#### 一、课程性质

本课程是自动化专业的工程基础课, 具有很强的实践性和工程性。通过本课程学习, 学生能够掌握信号与系统, 以及频谱的基本概念和基本理论, 使学生了解傅里叶级数、傅里叶斯变换和 Z 变换的性质和特点, 具备对连续信号、连续 LTI 系统和离散 LTI 系统进行准确识别、表达、建模与分析的能力, 并为自动控制原理及现代控制理论等课程的学习和应用打好基础。

#### 二、课程目标

##### (一) 育人目标

与工程人才的培养定位进行对接, 重点聚焦到厚植工程师价值观和工程伦理道德上来; 培养具有伦理意识、以造福人类和可持续发展为理念的现代工程师, 培养学生在面对道德困境时, 做出正确的判断和选择; 结合工程实例, 增加“代入感” 树立主人翁意识, 树立一种大局观, 提高学生服务国家服务人民的社会责任感; 领略中国智慧, 激发学生的中国道路自信和行业领域发展信心。

注重鼓励学生在专业知识学习之余, 养成勤锻炼、有情趣、爱劳动的生活取向, 注重因地制宜, 发挥高校自身的学科研究优势、社会网络资源、校史育人功能, 最大限度创设条件, 激活学生的创造活力, 将学生培养成品德高尚、专业过硬、体魄强健、审美高雅、热爱劳动的新时代好青年。

##### (二) 知识和能力目标

1. 掌握信号和线性系统分析的基本概念、基本原理和基本方法, 对电子信息系统进行建模与简化 (毕业要求 1.2);

2. 掌握连续与离散两类系统的时域和变换域分析方法，掌握连续信号的傅里叶级数分析、傅里叶变换分析及采样信号的傅里叶分析的基本理论和方法；掌握离散信号的 Z 变换分析方法；能对电子信息系统进行识别、表达与分析（毕业要求 2.2）。

#### 课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.2 能运用控制工程的基础知识，对系统的控制电路、信息采集与控制工程问题进行合理建模和求解。 |
| 课程目标 2 | 2.2 能运用相关科学原理及其模型对系统控制领域复杂工程问题进行准确识别、表达与分析。     |

### 三、基本要求

本课程以信号和系统的概念为基础、以对系统进行时域和变换域的分析为重点、以傅里叶级数、傅里叶变换、Z 变换为核心，主要介绍信号和系统的基本概念、连续系统时域分析、信号的频谱分析及系统频域分析、采样信号的傅里叶分析、离散系统时域分析、离散系统的 Z 变换分析，同时密切联系系统建模和系统模拟，具有较强的实用性。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，掌握信号的分类、表示和运算、以及系统的分类、性质、建模与识别，在连续信号和系统部分的讲述中，注意对基本连续信号尤其是阶跃信号、冲激信号的定义、性质、作用等的全面准确介绍和培养学生运用时域分析和拉普拉斯变换分析的能力。在离散信号和系统部分的讲述中，应结合连续部分已讲授的知识和结论，突出离散化概念，使得学生更加容易理解离散信号与系统及其时域分析和 Z 变换分析的思路与方法。在谱分析部分的讲述中，应先借助傅里叶级数并赋予其物理含义，准确介绍频谱概念的基础上，引入系统的频域分析法，使得学生更好理解信号的无失真传输、理想滤波器、调制与解调及信号采样的原理与方法。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括授课、自学、实验、课程设计、大作业等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容         | 学时 | 教学模式                    | 对应课程目标 |
|----|--------------|----|-------------------------|--------|
| 1  | 信号与系统概念      | 6  | 课堂授课，课后练习 2 题           | 1      |
| 2  | 连续系统的时域分析    | 6  | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 6 题、测验   | 1/2    |
| 3  | 连续信号的傅里叶级数分析 | 4  | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 4 题，部分自学 | 1/2    |
| 4  | 连续信号的傅里叶变换分析 | 8  | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 6 题，测验   | 1/2    |
| 5  | 采样信号的傅里叶分析   | 2  | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 3 题，部分自学 | 1/2    |
| 6  | 离散系统的时域分析    | 6  | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 8 题      | 1/2    |
| 7  | 离散系统的 Z 变换分析 | 8  | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 2 题、测验   | 1/2    |

#### 第一章 信号与系统概念

1. 信号的概念
2. 基本连续信号
3. 冲激函数
4. 信号的运算
5. 信号的时域分解
6. 系统的概念和性质
7. 系统举例

本章重点:

了解信号、系统的概念、分类方法

掌握冲激信号的定义及性质，信号时域分解，系统的性质及应用

能力：能够用信号与系统的基本知识用于信号处理系统的复杂工程问题。

## 第二章 连续系统的时域分析

1. 系统模型的建立
2. 微分方程的经典解法
3. 零输入响应和零状态响应
4. 冲激响应和阶跃响应
5. 卷积积分
6. 系统的互联
7. 相关及其应用
8. 卷积与变换法

本章重点:

了解系统的数学模型的构建方法

熟悉微分方程的经典解法，系统互联的含义

掌握零输入响应和零状态响应的定义、求法，掌握冲激响应和阶跃响应的定义、含义、相互关系，掌握卷积积分的定义与求法。

了解信号相关概念、卷积与变换法

能力：能够用连续系统的时域分析法用于分析信号处理系统的复杂工程问题。

## 第三章 连续信号的傅里叶级数分析

1. 三角型傅里叶级数
2. 指数型傅里叶级数
3. 周期信号的频谱分析
4. 傅里叶级数的性质
5. 周期信号激励下的系统响应
6. 电力系统中的应用：电力系统谐波分析

本章重点:

熟悉周期信号的三角型、指数型傅里叶级数、傅里叶级数的性质

掌握周期信号的频谱分析, 周期信号激励下的系统响应

了解电力系统谐波分析

能力: 能够对连续信号进行傅里叶级数展开, 对连续系统进行谐波分析。

#### 第四章 连续信号的傅里叶变换分析

1. 傅里叶变换
2. 傅里叶变换的性质
3. 周期信号的傅里叶变换
4. 傅里叶反变换
5. 无失真传输与理想滤波器
6. 通信系统中的应用: 调制与解调

本章重点:

掌握傅里叶变换定义、含义

掌握傅里叶变换的性质, 并灵活运用这些性质, 掌握傅里叶反变换

掌握周期信号的傅里叶变换

掌握傅里叶变换的三大应用: 无失真传输、理想滤波器、调制与解调

能力: 能够对连续信号进行傅里叶变换, 对连续系统进行频谱分析。

#### 第五章 采样信号的傅里叶分析

1. 时域采样与采样定理
2. 采样定理的应用

本章重点:

掌握采样定理

了解采样定理的应用

能力: 能够分析采样信号的频谱

#### 第六章 离散系统的时域分析

1. 离散时间信号及其时间特性
2. 离散系统的描述及其性质
3. 差分方程的解法
4. 冲激序列响应与阶跃序列响应
5. 离散卷积
6. 系统的互联
7. 地震勘探系统中的应用: 反卷积及其应用

本章重点:

熟悉离散信号及特性、离散系统描述和分类

掌握差分方程的求解，掌握冲激序列响应与阶跃序列响应的定义、关系、求法

掌握离散卷积的定义、含义、性质、求法

熟悉离散系统互联知识

了解反卷积及应用

能力：能够用离散系统的时域分析法用于分析离散信号系统的复杂工程问题。

## 第七章 离散系统的 $z$ 变换分析

1.  $z$  变换及收敛域
2.  $z$  变换的性质
3.  $z$  反变换
4. 差分方程的  $z$  变换解
5. 系统函数与系统特性
6. 系统实现
7. 离散系统的频率响应
8.  $z$  变换与拉普拉斯变换的关系
9. 电视机系统中的应用：数字梳状滤波器

本章重点：

熟悉  $Z$  变换定义、收敛域定义及确定、 $z$  变换与拉普拉斯变换的关系

掌握  $Z$  变换的性质，反  $Z$  变换，差分方程的  $Z$  变换解，离散系统函数和系统特性，离散系统实现，离散系统频率响应

了解数字梳状滤波器

能力：能够用离散系统的  $z$  变换分析法用于分析离散信号系统的复杂工程问题。

## 五、教学方法

本课程采用理论教学与课堂、课后习题等相结合的教学方式方法，主要教学环节包括课堂教学、课堂和课后习题练习以及课后自学。

**1. 课堂教学** 课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并适当参与讨论，每次课程开始或课程中间进行提问，课后留有思考题、基本练习题和复习提高题。教师主要讲授课程的基本概念、基本理论和基本方法。同时，有意识设计一些讨论性问题，引导学生运用已有的知识进行思考。考虑到本课程涉及内容多，故采用多媒体教学手段，以提高课堂效率。

**2. 课堂、课后习题和自学** 课堂上，教师会有针对性的提出一些问题。其中，教师简要介绍理论方法，具体由学生独立完成，教师批改后，再逐一给学生讲解存在的问题。对于本课程中主要知识点，布置适当习题，让学生在课堂和课后进行练习，使学生进一步理解和巩固。

固课程所学的基本概念、基本理论和方法。

精选讲课内容，精讲重点难点，安排同学自学易于理解的内容，以培养学生自主学习的意识和能力以及抓住要点的能力。

## 六、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括课堂测验、作业等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |
| 能够根据模拟信号与系统的基本概念和基础知识，根据傅里叶变换、Z变换的性质，对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统进行准确识别、表达、建模与分析。 | 模拟信号与系统的基本概念正确，傅里叶变换、Z变换的理解正确，对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别准确、表达正确、分析与建模合理。 | 模拟信号与系统的基本概念比较正确，傅里叶变换、Z变换的理解比较正确，对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别和表达比较正确。 | 模拟信号与系统的基本概念基本正确，傅里叶变换、Z变换的理解部分正确，对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别和表达基本正确。 | 模拟信号与系统的基本概念错误，傅里叶变换、Z变换的理解错误，对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别表达错误。 |

期末考试（百分制）闭卷，题型包括：是非判断题、选择题、填空题、作图题、分析与计算题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|     | 基本要求  | 评价标准   |  |  |   | 比例 (%) |
|-----|---|--|--|--|---|--------|
|     |   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)                                      | 合格 (0.6-0.69)                                    | 不合格 (0-0.59)                                  |        |
| 目标1 | 掌握信号和线性系统分析的基本概念、基本原理和基本方法，能够在后续课程的学习和之后的工作中灵活应用这些理论、知识与方法解决可能遇到的问题。                    | 信号与系统的基本概念、基本理论正确，并能进行正确的运用                              | 信号与系统的基本概念、基本理论比较正确，并能进行比较正确的运用                    | 信号与系统的基本概念、基本理论基本正确，并能进行基本正确的运用                  | 信号与系统的基本概念、基本理论错误，无法进行相关的运用                   | 60     |
| 目标2 | 掌握连续与离散两类系统的时域和变换域分析方法，掌握连续信号的傅里叶级数分析、傅里叶变换分析及采样信号的傅里叶分析的基本理论和方法；能对实际信息系统进行识别、表达、建模与分析。 | 对傅里叶变换、Z变换的理解正确，对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别准确、表达正确、分析与建模合理。 | 对傅里叶变换、Z变换的理解比较正确，对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别和表达比较正确。 | 对傅里叶变换、Z变换的理解正确，对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别和表达基本正确。 | 对傅里叶变换、Z变换的理解错误，对连续信号、连续LTI系统和离散LTI系统的识别表达错误。 | 40     |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平时成绩\*30%。

### 2. 课程目标达成评价

《信号与系统》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息 |       |      |         |      |        |
|----------|-------|------|---------|------|--------|
| 课程名称     | 信号与系统 | 课程性质 | 工程基础，必修 | 学时学分 | 40/2.5 |

| 开课学期   |   | 专业班级   |                  | 考核方式  | 考试, 闭卷   |
|--|---|--|------------------|-------|--|
| 任课教师:  |   |  |                  |       |  |
| 评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师                                   |   |  |                  |       |  |
| 二、课程目标达成评估   |   |  |                  |       |  |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源  |                  |       |  |
|  |   | 评价依据   | 分值               | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式                                      |
| 毕业要求 1.2 能运用工程与系统的基础知识, 对控制系统的电子线路、信息采集与控制工程问题进行合理建模和求解。 | 目标 1: 掌握信号和线性系统分析的基本概念、基本原理和基本方法, 对电子信息系统进行建模与简化  | 期末考试:<br>信号与系统的基本概念、基本理论 (60 分)  | T10=60<br>试题构成说明 | T1=40 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3 = 0.71$ |
|  |   | 平时作业   | A10=100          | A1=81 |  |
| 毕业要求 2.2 能运用相关科学原理及其模型对信号采集及控制领域复杂工程问题进行准确识别、表达与分析。      | 目标 2: 掌握连续与离散两类系统的时域和变换域分析方法, 掌握连续信号的傅里叶级数分析、傅里叶变换分析及采样信号的傅里叶分析的基本理论和方法; 能对电子信息系统进行识别、表达与分析 | 期末考试: (1) 傅里叶级数; (2) 连续信号与 LTI 系统的傅里叶变换分析; (3) 离散信号与 LTI 系统的 Z 变换分析。(40 分) | T20=40<br>试题构成说明 | T2=33 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.82$ |
|  |   | 平时作业   | A20=100          | A2=8  |  |
| 三、课程评价与分析  |   |  |                  |       |  |
| 考核结果总结   |   |  |                  |       |  |
| 持续改进方法   |   |  |                  |       |  |

## 七、教学参考书

### (一) 推荐教材:

金波, 张正炳. 《信号与系统分析》, 高等教育出版社, 2011 年

### (二) 主要参考书:

1. 郑君里, 应启珩, 杨为理. 《信号与系统》(第 3 版), 高等教育出版社, 2011 年

2. B. P. Lathi 著. 《线性系统与信号》(第 2 版). 刘树棠等译, 西安交通大学出版社, 2016 年

3. 管致中. 《信号与线性系统》(第 4 版), 高等教育出版社, 2014 年

4. 吴大正. 《信号与线性系统分析》(第 5 版), 高等教育出版社, 2016 年

## 《单片机原理及应用》教学大纲

课程名称: 单片机原理及应用 (Microcontroller Theory and Applications)

课程编号: 1501XK033

课程类别: 工程基础-必修

学分: 3 分

总学时: 48 学时, 其中, 理论学时: 48 学时

适用专业: 自动化专业



先修课程：模拟电子技术、数字电子技术、C 语言程序设计

执笔人：孙先松

审订人：陈晓静

## 一、课程性质

本课程是自动化专业的必修工程基础课，具有很强的理论性、实践性和工程性。单片机设计及应用技术已成为电子信息类学生必须掌握的一门技术。通过本课程的学习，学生能够掌握 MCU 的基本概念、基本结构和应用方法，使学生具备智能控制系统的软、硬件分析与设计能力，并为后续课程的学习和应用打好基础。单片机知识在电子类专业整个课程体系中处于承上启下的核心地位，该课程也能很好地评价学生解决实际工程问题的能力和水平。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

从培养学生的辩证思维方式，爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手，将育人要素和单片机专业知识嵌入到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，利用单片机实际应用研究学习科技自信及爱国主义情怀，师生互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质、学术和职业道德，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1、掌握单片机的基本概念和基础知识，对单片机内部结构、存储器组织、指令系统、并行输入/输出端口、中断系统、定时/计数器、异步串行口以及常用的外围功能扩展有较系统的认识；熟悉常用的单片机指令、内部功能单元的工作原理、常用外围功能扩展的方法及性能技术指标。（毕业要求 1.2）

2、能够分析和编写简单的汇编程序；对单片机各模块进行定性的功能分析和定量计算（包括控制字、定时初值、译码地址、通信速率等）；能够针对自动化测控的特定需求进行功能单元模块的软硬件设计。（毕业要求 3.3）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点                       |
|--------|-------------------------------|
| 课程目标 1 | 1.2 掌握本专业所需的电路、电子和计算机软硬件相关知识。 |
| 课程目标 2 | 3.3 设计满足自动化测控需求的系统、单元或工艺流程。   |

## 三、基本要求

本课程以汇编程序设计和电路设计为基础、以单片机系统的基本原理为重点，主要介绍单片机的内部结构、存储器组织、指令系统及汇编语言程序设计、并行输入/输出端口、中断系统、定时器/计数器、异步串行口、外围功能扩展等，与各行各业的通信、测控、智能化控制等密切联系，具有很强的实用性、工程性特点。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，理解单片机的指令系统，并能分析简单的汇编程序；掌握中断、定时器/计数器、串口的结构和工作原理，能够利用汇编语言对各硬件进行编程控制；掌握存储器扩展、并行口扩展、键盘、数码管显示器、数模转换器和模数转换器的接口工作原理，能够利用汇编语言实现系统扩展、人机交互和数据采集、自动控制等微机系统的重要功能。

在单片机系统分析的讲述中，培养学生对系统模块定性分析和定量分析、流程设计、初始化程序设计、中断服务程序设计和接口程序设计以及系统集成、调试的能力，掌握单片机编程的基本方法。

在单片机系统设计和应用的讲述中，注意培养学生分析系统功能、指标参数以及查阅相关技术资料的能力，使学生能够综合运用所学知识设计出具有检测、通信和控制功能的单片机应用系统。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括授课、课后习题等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容                 | 学时 | 思政元素   | 教学模式          | 对应课程目标 |
|----|----------------------|----|--|---------------|--------|
| 1  | 第一章 单片机概述与硬件基础       | 4  | 讲述单片机发展历程中，介绍国产单片机发展的历史及现状，激发学生爱国情怀和专业认同感，讲述“汉芯一号”事件，告诫学生不能学术造假，要有踏实严谨的学术态度和优良的学术道德，要追求“求真”、“求实”的科学精神。还要结合身边单片机应用实例，分析从事单片机工作的行业与所需的技术水平，鼓励学生学好本课程，明确学习目标。 | 课堂授课，课后练习 4 题 | 1      |
| 2  | 第二章 单片机的应用方法与 I/O 端口 | 4  | 介绍华为的麒麟芯片产品的性能及设计、生产情况，从专业视角分析我国芯片技术瓶颈，认识自我，激发学生爱国热情和立志报国的决心。涉及 CPU 内部结构时给学生讲述“自制 CPU”的故事，克服学生畏难情绪。  | 课堂授课，课后练习 3 题 | 1      |

|   |                      |   |   |                            |     |
|---|----------------------|---|---|----------------------------|-----|
| 3 | 第三章 单片机指令系统与汇编语言程序设计 | 6 | 中国共产党我们国家的核心，一系列的法律、法规、制度是国家长治久安、人民幸福的保障。单片机也正如此，CPU 是核心，指令系统、时序等是系统正常工作的保障。告诫学生时刻遵守制度、规则、敬畏法律，树立正确的价值观和人生观；<br>让学生了解编程开发规范的重要性，有一个字符出错程序都不能运行。告诫学生学术必须严谨，求真务实。 | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>6 题，测试   | 1   |
| 4 | 第四章 单片机中断系统          | 6 | 航空、航天、军事等高端技术领域实时性至关重要，而此技术核心就是中断系统。将单片机中断系统全过程讲述分别与高端技术实现环节、所需性能结合介绍，鼓励学生在透彻理解单片机中断基础上创新、突破。   | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>4 题，测试   | 1/2 |
| 5 | 第五章 定时器/计数器的应用       | 6 | 定时器的 1ms 可以执行近 1000 条指令，我们的一节课学到了多少知识，一天又做了多少事，要有规划。  | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>4 题，测试   | 1/2 |
| 6 | 第六章 串行口及其应用          | 5 | 串口通信有严格的协议规范，如果不能收到数据，故障可能是收方，也有可能是发送方，全方位、多角度分析才能解决问题。我们做人做事也应该具有同样的思维方式。教学中要经常性地培养学生这种思维能力。   | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>3 题      | 1/2 |
| 7 | 第七章 单片机扩展应用          | 6 | 单片机通过总线扩展系统功能，挂在总线的器件必须遵守总线规则，加强学生规则意识的培养。  | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>4 题      | 1/2 |
| 8 | 第八章 键盘与显示器           | 4 | 介绍国内光电和显示面板龙头企业的产品、生产状况、国外市场等情况，让   | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>2 题，部分自学 | 1/2 |

|    |                    |   |   |                       |     |
|----|--------------------|---|---|-----------------------|-----|
|    |                    |   | 学生感受到国内制造业的强大。  |                       |     |
| 9  | 第九章 DAC 及 ADC 接口扩展 | 4 | 享受当今数字时代的红利时，要明白 ADC 和 DAC 是最基础的关键技术。特别要让学生明白高端 ADC 和 DAC 芯片是我国卡脖子的问题，并要了解关键技术点。        | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>2 题 | 1/2 |
| 10 | 第十章 单片机综合应用系统设计    | 3 | 从讲述国外有些综合应用系统在国内被限制使用的现状引入研究综合系统的重要性、紧迫性。让学生熟悉综合应用系统设计、集成的环节和方法，培养学生团队协作精神，拓展学生视野，把握全局。 | 课堂授课，课堂讨论、课后练习<br>1 题 | 1/2 |

## 第一章 单片机概述与硬件基础

### 1、微型机、单片机及单片机系统概述

### 2、MCS-51 单片机硬件原理

本章重点：

了解微型机与单片机的相关概念，单片机的分类、特点、应用领域

熟悉单片机的 CPU 时序和特殊功能寄存器 SFR

掌握单片机的内部结构和工作原理

掌握单片机时钟电路和复位电路原理

掌握单片机存储器结构及使用方法

能力：能够根据单片机的资源分析其具有的功能和应用场合，能够设计单片机最小系统。

## 第二章 单片机的应用方法与 I/O 端口

### 1、单片机开发软件应用方法

### 2、单片机的应用方法

### 3、MCS-51 输入/输出端口

本章重点：

掌握单片机开发软件的使用方法

掌握 MCS-51 单片机的 I/O 口工作原理及应用方法

能力：了解多种单片机的开发应用方法，掌握 MCS-51 单片机的开发方法，能够设计简单的 I/O 应用电路。

## 第三章 单片机指令系统与汇编语言程序设计

- 1、指令和助记符
- 2、寻址方式及指令系统
- 3、汇编语言格式与伪指令，简单汇编语言程序设计

本章重点：

了解单片机的寻址方式、指令系统和常用伪指令

了解指令书写的限制性规则，能区分正确指令和错误指令

掌握用单片机汇编语言实现顺序、分支和循环三种程序结构的方法

掌握用单片机汇编语言实现常用子程序的方法

能力：能够应用汇编语言的基本语法知识分析和设计常用的汇编子程序

#### 第四章单片机中断系统

- 1、中断的概念
- 2、MCS-51 的中断系统
- 3、中断处理过程
- 4、中断应用

本章重点：

了解单片机中断的概念以及查询式数据处理和中断式数据处理的区别

掌握单片机中断系统的结构和工作原理

掌握单片机中断初始化和中断服务程序的设计方法

掌握应用中断进行实时处理的方法

能力：能够应用单片机中断模型推演、识别、分析含有中断的单片机系统软硬件结构，并能够应用中断原理设计简单的单片机实时处理系统

#### 第五章定时器/计数器的应用

- 1、定时器/计数器的原理
- 2、定时器/计数器的工作方式与控制
- 3、定时器/计数器应用

本章重点：

了解单片机片内定时器/计数器的结构与工作原理

掌握单片机定时器/计数器的定时初值计算和模式配置控制字的计算。

理解查询式定时和中断式定时的区别

掌握应用定时器/计数器产生方波和占空比可调的脉宽调制波形（PWM）的方法

能力：能够应用定时/计数器的工作原理推演、分析定时器初值计算和定时控制方法，并能够应用定时/计数器解决实际定时或计数的问题

#### 第六章 单片机串行口原理及应用

- 1、串行通信基础

## 2、MCS-51 串口工作原理与控制

## 3、串行通信应用

本章重点：

了解单片机串行通信的概念和常用的一些串行通信接口

掌握 MCS-51 单片机串口的结构和工作原理

掌握串口工作方式配置和波特率配置的方法

掌握应用串口进行单片机和上位机通信的方法

能力：能够应用串口工作原理推演、识别、分析单片机和 PC 机的串口通信过程，设计单片机与 PC 机的串口通信程序。

## 第七章单片机扩展应用

### 1、单片机存储器扩展

### 2、单片机 I/O 口扩展

### 3、其它类型串口扩展

本章重点：

了解单片机总线扩展的概念

掌握单片机存储器扩展的方法和存储器地址范围分析方法

掌握单片机并行 I/O 扩展的方法和接口芯片地址范围分析方法

掌握利用 SPI 和 IIC 总线扩展外部存储器的方法

能力：能够应用计算机总线知识推演、识别、分析单片机外部扩展电路芯片地址范围，并能够设计简单的存储器扩展电路和并行 I/O 扩展电路

## 第八章键盘与显示器

### 1、独立式键盘和矩阵式键盘

### 2、LED 数码管显示

### 3、LCD 液晶显示

本章重点：

了解按键消抖原理

了解利用行扫描法和线反转法进行按键识别的原理

了解 LED 数码管的静态显示和动态显示原理，掌握数码管接口设计方法

了解 LCD 液晶显示原理，掌握 LCD 液晶显示器接口设计方法

能力：能够应用并口、总线等知识推演、识别、分析键盘显示器接口电路，并能够设计按键识别及按键处理程序和数码管显示程序

## 第九章 ADC 及 DAC 接口扩展

### 1、A/D 及 D/A 转换器的主要技术指标

### 2、ADC 接口技术

### 3、DAC 接口技术

本章重点：

了解常用转换器的主要技术指标

了解单片机数据采集系统的组成原理

了解常用 A/D 转换器芯片工作原理，掌握 A/D 转换器接口设计的方法

了解 D/A 转换器的内部结构和工作原理，掌握 D/A 转换器接口设计的方法

能力：能够应用并口、总线、A/D、D/A 等知识推演、识别、分析 DAC 和 ADC 与单片机的接口电路，并能够设计相应的控制程序

## 第十章单片机综合应用系统设计

1、单片机常用数据处理方法

2、单片机 PID 控制算法

本章重点：

掌握系统设计指标分析方法、功能模块定性分析和定量分析方法

掌握基本数据处理方法和控制方法

能力：能够结合特定系统功能指标要求，应用单片机基础知识设计综合性单片机应用系统

## 五、教学方法

本课程的教学内容包含单片机的组成结构、指令系统、功能部件、扩展接口等诸多模块，而每个模块所包含的内容又比较繁多，比如组成结构中又包含 CPU 的组成、存储器结构、特殊功能寄存器、机器周期、指令周期、并行 I/O 口的组成等。课程具有理论知识学习难度大、前后知识点联系紧密、实践应用性强等特点。与先修课程相比，本课程对学生的理解能力、动手能力和解决实际问题的能力有较高的要求。因此，任课教师在上课期间应加强对学生学习思维和学习方法的引导和转变。其教学方法和手段如下：

1. 以“互动式”方法为主导，实施“以学生为主体、以教师为主导”的基于探索和研究的教学模式。教师精选讲课内容，精讲重点难点，采取启发式教学，引导学生多思考多参与；理论联系实际，多讲应用实例，激发学生学习兴趣；针对繁杂的概念，引导学生及时归纳梳理，通过复习加深理解。
2. 对于大部分单片机设计实例可采取理论讲解与电路软件仿真演示相结合的方式，让电路运行过程和结果直观、可视，提高学生的学习兴趣。
3. 对于讲授的重点知识，采取当堂测试和课后作业相结合的方式加强学生的理解；对于讲授的难点知识，采取书面作业和上机仿真相相结合的方式加强理解。鼓励学生课上积极思考，并开放多种答疑渠道，帮助学生解答疑难问题。
4. 为学生推荐与本课程相关的慕课，在课外观看部分教学内容的视频，扩大学生的知识面，分享一流大学的优质教学资源。

## 六、考核与评价方式及标准

## 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），主要包括课后作业。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展有较系统的认识，判断、讨论与分析单片机系统工作原理和程序设计原理。掌握单片机并行 I/O 口、定时器、中断原理并能解决相关实际问题；熟悉各种典型外围功能扩展器件的基本应用，初步具备智能控制系统软硬件设计能力。 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念清晰，回答问题正确。<br>对单片机系统的功能分析与定量计算正确，能正确分析单片机程序并能独立设计较复杂的单片机程序。 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念清晰，回答问题较正确。<br>对单片机系统的功能分析与定量计算较正确，能正确分析单片机程序，能独立设计简单的单片机程序。 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念理解基本正确。<br>对单片机系统的功能分析与定量计算基本正确，能正确分析单片机程序，但不能独立设计单片机程序。 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念不清晰，错误较多。<br>对单片机系统的功能分析与定量计算错误较多，不能正确分析单片机程序。 |

期末考试（百分制）闭卷，题型包括：判断题、选择题、填空题、简答题、分析题、设计题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求   | 评价标准   |  |  |  | 比例 (%) |
|------|--|--|--|--|--|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |        |
| 目标 1 | 掌握单片机的基本概念和基础知识，对单片机内部结构、存储器组织、指令系统、并行输入/输出端口、中断系统、定时/计数器、异步串行口以及常用的外围功能扩展有较系统的认识；熟悉常用的单片机指令、内部功能单元的工作原理、常用外围功能扩展的方法及性能技术指标。 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念认识正确，对单片机指令、内部功能单元的工作原理以及典型外围功能扩展的原理认识正确 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念认识较正确，对单片机指令、内部功能单元的工作原理以及典型外围功能扩展的原理认识较正确 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念认识基本正确，对单片机指令、内部功能单元的工作原理以及典型外围功能扩展的原理认识基本正确 | 对单片机基本组成结构、指令系统、内部硬件资源和外部硬件扩展的基本概念认识不正确，对单片机指令、内部功能单元的工作原理以及典型外围功能扩展的原理认识不正确 | 40     |
| 目标 2 | 能够分析和编写简单的汇编程序；对单片机各模块进行定性的功能分析和定量计算（包括控制字、定时初值、译码地址、通信速率等）；能够针对自动化测控的特定需求进行功能单元模块的软硬件设计。                                    | 对单片机系统的功能分析与定量计算正确，分析和编写汇编程序正确。应用单片机进行外围功能电路扩展正确。                          | 对单片机系统的功能分析与定量计算较正确，分析和编写汇编程序基本正确。应用单片机进行外围功能电路扩展较正确。                        | 对单片机系统的功能分析与定量计算基本正确，分析和编写汇编程序有较多错误。应用单片机进行外围功能电路扩展基本正确。                       | 对单片机系统的功能分析与定量计算错误，分析和编写单片机程序完全不正确。应用单片机进行外围功能电路扩展错误较多。                      | 60     |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价



## 《单片机原理及应用》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息                           |   |                                       |          |       |  |
|------------------------------------|---|---------------------------------------|----------|-------|--|
| 课程名称                               | 单片机原理及应用  | 课程性质                                  | 工程基础, 必修 | 学时学分  | 48/3   |
| 开课学期                               |   | 专业班级                                  |          | 考核方式  | 考试, 闭卷   |
| 任课教师:<br>评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师    |   |                                       |          |       |  |
| 二、课程目标达成评估                         |   |                                       |          |       |  |
| 课程目标支撑指标点                          | 课程目标  | 评价数据源                                 |          |       |  |
|                                    |   | 评价依据                                  | 分值       | 平均分   | 达成度值 $K_M$ 评价方式                                      |
| 毕业要求 1.2 掌握本专业所需的电路、电子和计算机软硬件相关知识。 | 目标 1: 掌握单片机的基本概念和基础知识, 对单片机内部结构、存储器组织、指令系统、并行输入/输出口、中断系统、定时/计数器、异步串行口以及常用的外围功能扩展有较系统的认识; 熟悉常用的单片机指令、内部功能单元的工作原理、常用外围功能扩展的方法及性能技术指标。 | 期末考试: 单片机的基本概念和基础知识 (40 分)            | T10=40   | T1=28 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3 = 0.75$ |
|                                    |   | 平时作业                                  | A10=100  | A1=85 |  |
| 毕业要求 3.3 设计满足自动化测控需求的系统、单元或工艺流程。   | 目标 2: 能够分析和编写简单的汇编程序; 对单片机各模块进行定性的功能分析和定量计算 (包括控制字、定时初值、译码地址、通信速率等); 能够针对自动化测控的特定需求进行功能单元模块的软硬件设计。                                  | 期末考试: 汇编程序设计、功能模块分析和计算, 功能扩展设计 (60 分) | T20=60   | T2=46 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.79$ |
|                                    |   | 平时作业                                  | A20=100  | A2=85 |  |
| 三、课程评价与分析                          |   |                                       |          |       |  |
| 考核结果总结                             |   |                                       |          |       |  |
| 持续改进方法                             |   |                                       |          |       |  |

### 七、教学参考书

1. 孙先松等, 《单片机原理及应用》, 石油工业出版社, 2021
2. 徐爱钧, 《单片机原理实用教程—基于 Proteus 虚拟仿真》(第 4 版), 电子工业出版社, 2018
3. 李朝青, 《单片机原理及接口技术》(第 5 版), 北京航空航天大学出版社, 2017
4. 李广弟, 《单片机基础》(第 3 版), 北京航空航天大学出版社, 2007

# 《感测技术》教学大纲

课程名称：感测技术（Sensor and Measurement Technique）

课程编码：1501ZY001

课程类别：专业课程-必修

学 分：3.0 分

总 学 时：48 学时，其中，理论学时：40 学时；实验学时：8 学时

适用专业：自动化

先修课程：大学物理、电路分析、模拟电子技术、数字电子技术

执 笔 人：孙长河

审 订 人：李刚

## 一、课程性质

《感测技术》课程是自动化专业的一门专业必修课，它是该专业唯一研讨信息传感、获取与测量问题的一门课程。通过本课程的学习，能够让学生了解各种电学信号参数的常见测量电路方法、用于获取各种信号的传感器基本理论与设计等专业基础知识性质，培养学生具有比较熟练的工程能力和综合运用所学知识去分析解决问题的能力，该课程属测控系统及其自动化方面各专业学生知识结构中不可或缺的组成部分。了解感测技术与机械、光学、微电子、计算机、材料等其他学科的相互渗透和联系，一方面不断汲取其他科技领域的新成果，促进了自身的更新和发展；另一方面也使传感器与测量技术方面的新进展、新方法更广泛地应用到诸多领域，为将来从事信息技术领域工作打下良好基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

感测技术课程教学中有丰富的技术发展背景与应用实例，深入挖掘其中蕴含的思政元素并将其融入教学，可以提升学生的综合素质。从爱国主义教育、家国使命感、社会主义核心价值观、工匠精神、法制教育、创新创业教育、等方面入手，通过改革课堂教学方法和教学手段，将思政教育元素巧妙融入专业课教学，引导培养学生的职业理想、纪律观念、人文精神、科研态度、团队协作精神和正确的人生观与价值观，凝聚学生对国家、民族、团队和自己的认同和自信。

讲授传感器的应用和发展趋势时，以传感器在军事上的应用为切入点，播放 2019 年国庆阅兵仪式上首次公开亮相的巨浪-2、东风-41、东风-17、长剑-100 、天问一号等国产新型高精尖武器装备，给学生讲授红外成像、激光、雷达等传感器在这些装备中发挥重要作用，帮助他们体会传感器在现代科技及军事装备中的重要性，引导学生明白维护国家安全与荣誉是每个青年的责任与使命，而要完成这样的使命，必须有过硬的本领，要认真学习专业知识，增强专业能力，为祖国的强大、民族复兴贡献自己的力量。在传感器教学中，通过教、学、做相结合，在润物细无声中培养学生的工匠精神。在传感器教学过程中，可以巧妙地利用传感器知识引起学生对法律法规的重视，例如在气敏传感器教学中，以酒精检测仪为切入点，引导学生不醉驾，培养其遵纪守法的意识，敬畏生命。同时，引导学生积极参加创新创业大赛，提升自己创新思维方式和创新能力，引导他们敢于创新，勇于创新，善于创新。在实践环节中，将班级学生分成若干小组，实践教学目标分成若干单元，小组合作完成，以此培养学生精诚合作的团队精神与精益求精的职业精神，在实验完成后小组成员共同整理实验台，引导学生做事细致严谨规范、互帮互助。通过对实验数据处理、分析与总结，培养学生专业素质和大局观，锻炼学生分析问题和解决问题的能力，培养学生成为德才兼备，对国家和对

社会有益的人才。

## (二) 知识和能力目标

1. 了解感测技术的地位、作用和发展趋势，清楚传感器的定义、分类和基本结构组成，重点掌握电流、电压、频率、时间和相位、阻抗（电阻、电容、电感）等常见电学信息的基本测量电路方法，特别是重点掌握平衡电桥与非平衡电桥法，熟悉各种桥式电路的特点并能灵活应用。（支撑毕业要求 1.3）

2. 了解当前新型的一些传感器技术（如微型传感器、智能传感器、网络传感器、虚拟仪器等），熟悉阻抗型（电阻式、电容式、电感式）传感器、电压型（压电式、磁电感应式、热电偶、霍尔元件、光电式）传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法。（支撑毕业要求 2.1 和 2.2）

3. 结合传感器与测量技术了解针对几何量、机械量、热工量、成分与含量的基本测量方法和实现途径，具备自主设计简单测控系统的开发能力。（支撑毕业要求 7.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 1.3 对所建立的数学模型和原理方程进行推演,分析其是否能满足测控技术与仪器领域中复杂系统要求。   |
| 课程目标 2 | 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别、描述和分析仪器设备以及测控系统中的各单元电路组成和主要参数,并能对仪器设备以及测控系统中的复杂工程问题进行表达和建模。<br>2.2 能够应用所学数学、自然科学和工程科学知识,并通过查阅文献资料,能认识到解决此问题有多种方案可选择,分析测控技术与仪器领域中复杂工程问题,判断在当前条件下解决该问题的可行性方案。 |
| 课程目标 3 | 7.2 针对实际中仪器设备以及测控系统,能评价其资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施,判断产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患,并提出合理化的改进建议。  |

## 三、基本要求

通过本课程的学习，掌握感测技术的相关概念、测量电路、各类传感器等基本知识及其应用设计思想，具备电子技术、计算机应用技术和信号检测与控制技术的基础理论，能够将其应用于测控信息系统单元的硬件分析、设计和应用，该课程属测控及其自动化方面各专业学生知识结构中不可或缺的组成部分。能够基于测控技术与仪器专业领域中科学原理和文献研究，对仪器设备与测控系统中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线，是一门实用性很强的专业课程。

掌握自信息获取到信息处理的完整测控系统设计方法，结合具体的测量案例能针对性地实现对常见几何量、机械量、热工量、成分和含量的电学测量，能清楚感测技术发展新趋势，将前沿新型感测技术应用在以后感测系统设计中。在信息检测与控制、计算机应用技术等方面得到综合训练，具备一定的工业测控技术、仪器与系统设计和开发的能力，能够针对电子信息软硬件系统特定需求，完成传感器模块的测控软、硬件系统设计。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、实验操作、课程小设计、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容 | 授课学时 | 思政元素 | 教学模式 | 对应课程目标 |
|----|------|------|------|------|--------|
|----|------|------|------|------|--------|

|   |                           |   |   |                             |         |
|---|---------------------------|---|---|-----------------------------|---------|
| 1 | 感测技术的地位、作用、发展趋势、基本概念和系统组成 | 2 | 通过传感器技术发展前景及其在现代科技及军事装备中的重要性,培养学生责任感与使命感,引发学生对未来职业愿景,激发学生对国家和民族的认同感,确立自己的发展目标,厘清新时代与个人发展的关系,从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课,作品展示,课后练习2题,课后思考       | 课程目标1   |
| 2 | 电流、电压和功率的测量               | 2 | 引导学生在人生道路上面对不同境遇时,做出正确判断和处理;面临个人利益与国家利益相冲突时,要以国家利益为重。   | 课堂授课,课后练习2题,                | 课程目标1+2 |
| 3 | 频率、时间和相位的测量               | 2 | 引导学生在人生道路上面对不同境遇时,做出正确判断和处理;面临个人利益与国家利益相冲突时,要以国家利益为重。   | 课堂授课,课后练习2题,实验1             | 课程目标1+2 |
| 4 | 阻抗的测量                     | 4 | 引导学生在人生道路上面对不同境遇时,做出正确判断和处理;面临个人利益与国家利益相冲突时,要以国家利益为重。   | 课堂授课,课后练习2题,实验2             | 课程目标1+2 |
| 5 | 阻抗型(电阻、电容、电感)传感器          | 6 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律,为自己的行为负责,树立正确的价值观和人生观;培养学生的职业素养,体现工匠精神,为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。                              | 课堂授课,课堂研讨,课后练习4题,实验2+3      | 课程目标1+2 |
| 6 | 电压型(压电式、磁电式、热电偶、霍尔)传感器    | 6 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律,为自己的行为负责,树立正确的价值观和人生观;培养学生的职业素养,体现工匠精神,为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。                              | 课堂授课,课堂研讨,课堂演示,课后练习4题,实验1+4 | 课程目标1+2 |
| 7 | 光电式传感器                    | 4 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律,为自己的行为负责,树立正确的价  | 课堂授课,课后练习2题,实验1             | 课程目标1+2 |

|    |         |   |   |                    |          |
|----|---------|---|---|--------------------|----------|
|    |         |   | 价值观和人生观；培养学生的职业素养，体现工匠精神，为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。                                     |                    |          |
| 8  | 数字式传感器  | 2 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律，为自己的行为负责，树立正确的价值观和人生观；培养学生的职业素养，体现工匠精神，为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。      | 课堂授课，课后练习 2 题      | 课程目标 1+2 |
| 9  | 半导体传感器  | 2 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律，为自己的行为负责，树立正确的价值观和人生观；培养学生的职业素养，体现工匠精神，为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。      | 课堂授课，课堂研讨，课后练习 2 题 | 课程目标 1+2 |
| 10 | 波与射线传感器 | 2 | 培养学生要学会遵守制度、敬畏法律，为自己的行为负责，树立正确的价值观和人生观；培养学生的职业素养，体现工匠精神，为社会输出人生价值、为国家发展贡献力量。      | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 课程目标 1+2 |
| 11 | 几何量电测法  | 2 | 以物以类聚、人以群分，近朱者赤、近墨者黑的思想，鼓励学生多与正能量的人交往，树立正确的社会价值取向，培养学生持之以恒，百折不挠，不断打磨专业能力的品质和工匠精神。 | 课堂授课，课堂研讨，课后练习 2 题 | 课程目标 2+3 |
| 12 | 机械量电测法  | 2 | 以物以类聚、人以群分，近朱者赤、近墨者黑的思想，鼓励学生多与正能量的人交往，树立正确的社会价值取向，培养学生持之以恒，百折不挠，不断打磨专业能力的品质和      | 课堂授课，课堂研讨，课后练习 2 题 | 课程目标 2+3 |

|    |          |   |   |                    |          |
|----|----------|---|---|--------------------|----------|
|    |          |   | 工匠精神。   |                    |          |
| 13 | 热工量电测法   | 2 | 以物以类聚、人以群分，近朱者赤、近墨者黑的思想，鼓励学生多与正能量的人交往，树立正确的社会价值取向，培养学生持之以恒，百折不挠，不断打磨专业能力的品质和工匠精神。 | 课堂授课，课堂研讨，课后练习 2 题 | 课程目标 2+3 |
| 14 | 成分与含量的测量 | 2 | 以物以类聚、人以群分，近朱者赤、近墨者黑的思想，鼓励学生多与正能量的人交往，树立正确的社会价值取向，培养学生持之以恒，百折不挠，不断打磨专业能力的品质和工匠精神。 | 课堂授课，课堂研讨，课后练习 2 题 | 课程目标 2+3 |

## 第 1 章 绪论

### 1.1 现代感测技术的地位与作用

#### 1.1.1 感测技术的概念

#### 1.1.2 感测技术的地位

#### 1.1.3 感测技术的作用

### 1.2 传感器的定义、分类及应用

#### 1.2.1 传感器的定义

#### 1.2.2 传感器的分类

#### 1.2.3 传感器的应用

#### 1.2.4 传感器发展趋势

### 1.3 检测仪表与系统的组成原理

#### 1.3.1 基本组成

#### 1.3.2 模拟式检测仪表

#### 1.3.3 数字式检测仪表

#### 1.3.4 微机化检测仪表

### 1.4 课堂小结

基本要求： .

- 1、了解感测技术的基本概念；
- 2、了解感测技术的地位及作用；
- 3、了解感测技术的发展趋势；
- 4、理解什么是传感器及其基本组成；
- 5、了解常见的检测仪表类型和结构框图；

学时分配： 2

## 第 2 章 电流、电压和功率的测量

### 2.1 电流的测量

### 2.2 电压的测量

## 2.3 功率的测量

基本要求:

- 7、熟悉电流的测量电路方法;
- 8、重点掌握电压的测量电路方法;
- 9、熟悉功率的测量电路方法;

学时分配: 2

## 第3章 频率、时间和相位的测量

### 3.1 频率的测量方法

### 3.2 时间间隔的数字测量方法

### 3.3 相位差的数字测量方法

基本要求:

- 1、重点掌握频率的模拟与数字测量方法;
- 2、了解时间间隔的数字测量方法
- 3、了解相位差的数字测量方法。

学时分配: 2

## 第4章 阻抗的测量

### 4.1 电桥法

#### 4.1.1 惠斯登电桥

#### 4.1.2 平衡电桥法

#### 4.1.3 非平衡电桥法

### 4.2 阻抗-电压转换法

### 4.3 阻抗-频率转换法

### 4.4 阻抗-数字转换法

基本要求:

- 1、掌握阻抗的定义,电阻、电容与电感的等效电路模型,阻抗-电压转换原理;
- 2、掌握欧姆法、比例运算法、差动脉冲调宽法
- 3、了解调频法、积分法;
- 4、了解电阻、电感、电容的数字转换测量法。

学时分配: 4

## 第5章 阻抗型传感器

### 5.1 电阻式传感器

#### 5.1.1 电位器式传感器

#### 5.1.2 应变式传感器与压阻式传感器

#### 5.1.3 热电阻与热敏电阻

#### 5.1.4 气敏电阻

#### 5.1.5 湿敏电阻

### 5.2 电容式传感器

#### 5.2.1 基本原理与结构类型

#### 5.2.2 输入-输出特性(变极距型、变面积型、变介质型)

#### 5.2.3 等效电路分析

#### 5.2.4 应用示例

#### 5.2.5 科技前沿知识拓展

### 5.3 电感式传感器

#### 5.3.1 自感式电感传感器

### 5.3.2 互感式电感传感器

### 5.3.3 压磁式传感器

### 5.3.4 电涡流式传感器

## 5.4 课题小结

基本要求：

- 4、重点掌握电阻式传感器的基本原理和设计方法；
- 5、掌握电容式传感器的基本原理和典型应用；
- 6、了解电感式传感器的基本原理、组成和特点。

学时分配：6

## 第6章 电压型传感器

### 6.1 压电式传感器

#### 6.1.1 压电效应及其表达式

#### 6.1.2 常用的压电材料

#### 6.1.3 压电元件

#### 6.1.4 接口电路

#### 6.1.5 压电传感器的应用

#### 6.1.6 压电传感器的新技术

### 6.2 磁电感应式传感器

#### 6.2.1 基本原理和组成

#### 6.2.2 结构类型

#### 6.2.3 测量电路

#### 6.2.4 应用

### 6.3 热电偶传感器

#### 6.3.1 热电效应

#### 6.3.2 热电偶测温

### 6.4 霍尔传感器

#### 6.4.1 霍尔效应

#### 6.4.2 霍尔传感器组成与基本特性

#### 6.4.3 霍尔传感器的应用

#### 6.4.4 测量误差及其补偿方法

#### 6.4.5 霍尔传感器的应用

基本要求：

- 1、重点掌握压电式传感器的基本原理、串并联特点和典型应用。
- 2、了解磁电式传感器的基本原理和结构组成；
- 3、掌握热电偶传感器的基本原理和设计方法，能灵活计算温度值；
- 4、了解霍尔传感器的基本原理、误差补偿方法及典型应用。

学时分配：6

## 第7章 光电式传感器

### 7.1 普通光电式传感器

#### 7.1.1 光电器件（光敏元件）

#### 7.1.2 光电传感器的基本组成和类型

#### 7.1.3 普通光电式传感器应用

### 7.2 光纤传感器

#### 7.2.1 光导纤维的结构和传光原理



## 7.2.2 光纤传感器的基本原理和类型

## 7.3 CCD 传感器

### 7.3.1 CCD 的工作原理

### 7.3.2 CCD 图像传感器的结构

## 7.4 激光和红外传感器

### 7.4.1 激光传感器

### 7.4.2 红外传感器

基本要求：

- 1、了解光电发射型光电器件、光导型光电器件和光伏型光电器件的基本原理；
- 2、重点掌握光纤传感器的基本结构、原理、常见类型及应用；
- 3、了解 CCD、激光和红外传感器的工作原理、结构。

学时分配：4

## 第 8 章 数字式传感器

### 8.1 编码器

### 8.2 光栅

### 8.3 频率式传感器

基本要求：

- 1、掌握直接编码器、增量编码器的基本原理和组成；
- 2、了解光栅的组成和工作原理；
- 3、了解振弦式传感器、振筒式传感器的工作原理。

学时分配：2

## 第 9 章 半导体传感器

### 9.1 半导体管传感器

### 9.2 半导体集成传感器

### 9.3 课程拓展：感测前沿技术

基本要求：

- 4、重点掌握磁敏管、气敏管、湿敏管、光敏管、温敏管；
- 5、了解半导体集成传感器；
- 6、了解微型传感器、智能传感器、网络传感器、虚拟仪器等。

学时分配：2

## 第 10 章 波与射线传感器

### 10.1 超声波传感器

### 10.2 声表面传感器

### 10.3 红外与微波传感器

### 10.4 核辐射传感器

基本要求：

- 1、重点掌握超声波传感器的基本原理、设计方法和典型应用；
- 2、了解声表面波传感器、红外与微波传感器和核辐射传感器的基本原理和应用。

学时分配：2

## 第 11 章 几何量电测法

### 11.1 位移电测法

### 11.2 倾角电测法

### 11.3 厚度电测法

### 11.4 物（液）位电测法

基本要求:

- 1、了解位移、倾角的测量方法;
- 2、重点掌握厚度与物位的测量方法。

学时分配: 2

#### 第 12 章 机械量电测法

- 12.1 转速的电测法
- 12.2 振动的电测法
- 12.3 力与荷重的电测法
- 12.4 力矩的电测法

基本要求:

- 1、重点掌握转速和振动的测量方法;
- 2、了解力和力矩的的测量方法。

学时分配: 2

#### 第 13 章 热工量电测法

- 13.1 压力、压强、差压的测量
- 13.2 温度的测量
- 13.3 流量的测量

基本要求:

- 1、掌握压力、压强、差压的测量的测量方法;
- 2、了解温度和流量的测量方法。

学时分配: 2

#### 第 14 章 成分与含量的测量

- 14.1 水分与湿度的测量
- 14.2 密度的测量
- 14.3 气体分析与检测

基本要求:

了解热导仪、磁氧量分析仪、光学吸收式分析仪、质谱仪的基本原理。

学时分配: 2

### 五、实验与学时分配

#### 实验项目与类型

| 序号 | 实验项目   | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点   |
|----|--------|----|------|----|----|----|--------|-------------|
|    |        |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |             |
| 1  | 电子秤实验  | 2  |      |    | √  |    | 1+2    | 1.3+2.1     |
| 2  | 压力测量实验 | 2  |      |    | √  |    | 1+2    | 1.3+2.1     |
| 3  | 温度测量实验 | 2  |      |    | √  |    | 1+2    | 1.3+2.2     |
|    | 转速测量实验 | 2  |      |    | √  |    | 2+3    | 2.1+2.2+7.2 |

#### 实验一 电子秤实验

##### 3. 内容及要求

验证全桥、半桥、单臂桥的灵敏度和非线性误差; 用应变片构成电子秤测量系统, 使输出显示等于砝码的重量。

##### 2. 实验装置

应变式传感器实验模板、应变式传感器、托盘、砝码、数显表、±15V 电源、±4V 电源、万用表、导线若干。

### 3. 实验目的

- ①了解金属箔式应变片的应变效应，电桥的工作原理。
- ②了解单臂电桥、半桥、全桥的性能，并比较其灵敏度和非线性度。

## 实验二 压力测量实验

### 4. 基本原理

扩散硅压阻式压力传感器在单晶硅的基片上扩散出 P 型或 N 型电阻条，接成电桥。在压力作用下根据半导体的压阻效应，基片产生应力，电阻条的电阻率产生很大变化，引起电阻的变化，我们把这一变化引入测量电路，则其输出电压的变化反映了所受到的压力变化。

### 2. 实验装置

压力源（已在主控箱）、压力表、压阻式压力传感器、压力传感器实验模板、流量计、三通连接导管、数显单元、直流稳压源±4V、±15V。

### 3. 实验目的

了解扩散硅压阻式压力传感器测量压力的原理和方法。

## 实验三 温度测量实验

### 1. 内容及要求

用 AD590 构成温度测量系统；测量 PT100 的温度特性。

### 2. 实验装置

加热源、K 型热电偶、集成温度传感器(AD590)、Pt100 热电阻（两个）、温度控制单元(调节仪)、温度传感器实验模板、数显单元、万用表、导线若干。

### 3. 实验目的

- ①了解热电阻的特性与应用和 K 型热电偶测量温度的性能与应用范围。
- ②了解常用的集成温度传感器基本原理、性能与应用。

## 实验四 转速测量实验

### 1. 内容及要求

用光电传感器、霍尔传感器和电磁传感器三种传感器分别构成转速测量系统；测量电机供电电压与转速之间的关系（转速的单位是：每分钟转）。

### 2. 实验装置

霍尔转速传感器、磁电传感器、光电转速传感器、直流电源+5V、转动源 2—12V、数显单元、导线若干。

### 3. 实验目的

- ①熟悉和掌握霍尔传感器、磁电传感器、光电传感器测量转速的工作原理。
- ②了解转速的测量方法。

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科专业课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课堂研讨、课后作业、自主设计和实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握常见传感器的基本原理、性能特点、测量方法和典型应用，了解针对特定的被测量信息获取的实现方法，掌握阻抗型传感器、电压型传感器、光电式传感器与半导体传感器等一些基础理论的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、课堂研讨、习题练习以及课后自主设计。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并结合线下实体教室与线上雨课堂录课以便课后复习巩固的教学方式，以此提高课堂效率和学生多维度学习的能力。

### 2. 课后作业和自主设计

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生对传感器及其测量技术理解能力的目的，开展作业分析，精选精讲作业的重点难点，同时鼓励同学自主设计一个小型感测系统，提升知识技能综合应用能力。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、感测技术相关期刊杂志网站、微信公众号等，让学生们开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的思维方式和动手能力。本课程配合理论学习，安排有8学时的实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验要求。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |
| <p>掌握测控电路和传感器基本概念，电流、电压、频率、时间和阻抗的基本测量方法，阻抗型、电压型、光电式、数字式和半导体等传感器的基本原理和典型应用案例。</p> <p>掌握自信息获取到信息处理的完整测控系统设计方法，结合具体的测量案例能针对性地实现对常见几何量、机械量、热工量、成分和含量的电学测量，能清楚感测技术发展新趋势，将前沿新型感测技术应用在以后感测系统设计中。</p> | <p>感测技术中的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力，且能正确分析和实现对特定信号的传感与检测。</p> <p>能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据，并设计简单</p> | <p>感测技术中的相关理论知识较为清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力，且能较好地分析和实现对特定信号的传感与检测。</p> <p>基本能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释</p> | <p>感测技术中的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力，且能分析和实现对特定信号的传感与检测。</p> <p>初步能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据，并设计简单</p> | <p>感测技术中的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力，且不能正确分析和实现对特定信号的传感与检测。</p> <p>不能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据，并设计简单</p> |

|  |        |                |         |        |
|--|--------|----------------|---------|--------|
|  | 的测控系统。 | 数据，并设计简单的测控系统。 | 单的测控系统。 | 的测控系统。 |
|--|--------|----------------|---------|--------|

期末考试（百分制）课程设计，包括：课程设计内容展示与课程设计报告。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求   | 评价标准   |  |  |   | 比例 (%) |
|------|--|--|--|--|---|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |        |
| 目标 1 | 了解感测技术的地位、作用和发展趋势，清楚传感器的定义、分类和基本结构组成，重点掌握电流、电压、频率、时间和相位、阻抗（电阻、电容、电感）等常见电学信息的基本测量电路方法，特别是重点掌握平衡电桥与非平衡电桥法，熟悉各种桥式电路的特点并能灵活应用。 | 感测技术中的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力。                                | 感测技术中的相关理论知识较为清晰，具备非常较好的分析、计算和实践的能力。                               | 感测技术中的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力。                                  | 感测技术中的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力。                                  | 30     |
| 目标 2 | 了解当前新型的一些传感器技术（如微型传感器、智能传感器、网络传感器、虚拟仪器等），熟悉阻抗型（电阻式、电容式、电感式）传感器、电压型（压电式、磁电感应式、热电偶、霍尔元件、光电式）传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法。     | 能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 基本能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 初步能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 不能够基于大学物理、数电模电、单片机基础理论和专业知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据。 | 50     |

|     |  |                                |                                 |                              |                                 |    |
|-----|--|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|----|
| 目标3 | 结合传感器与测量技术了解针对几何量、机械量、热工量、成分与含量的基本测量方法和实现途径，具备自主设计简单测控系统的开发能力。 | 能正确分析和实现对特定信号的传感与检测并设计简单的测控系统。 | 能较好地分析和实现对特定信号的传感与检测并设计简单的测控系统。 | 能分析和实现对特定信号的传感与检测并设计简单的测控系统。 | 不能正确分析和实现对特定信号的传感与检测并设计简单的测控系统。 | 20 |
|-----|--|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|----|

注：该表格中的比例为期末考试成绩评价指标占比。

成绩评定为：课程设计成绩\*70%+平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《感测技术》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |  |                                |                  |       |   |
|--|--|--------------------------------|------------------|-------|---|
| 课程名称   | 感测技术   | 课程性质                           | 专业课程，必修          | 学时学分  | 48/3.0  |
| 开课学期   |  | 专业班级                           |                  | 考核方式  | 考试，闭卷   |
| 任课教师：  |  |                                |                  |       |   |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师  |  |                                |                  |       |   |
| 二、课程目标达成评估   |  |                                |                  |       |   |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标   | 评价数据源                          |                  |       |   |
|  |  | 评价依据                           | 分值               | 平均分   | 达成度值 $K_M$ 评价方式   |
| 1.3 对所建立的数学模型和原理方程进行推演，分析其是否能满足测控技术与仪器领域中复杂系统要求。                                       | 目标 1: 了解感测技术的地位、作用和发展趋势，清楚传感器的定义、分类和基本结构组成，重点掌握电流、电压、频率、时间和相位、阻抗（电阻、电容、电感）等常见电学信息的基本测量电路方法，特别是重点掌握平衡电桥与非平衡电桥法，熟悉各种桥式电路的特点并能灵活应用。 | 期末考试：感测技术的基本概念、基本原理（20分）       | T10=20<br>试题构成说明 | T1=18 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.885   |
|  |  | 期末考试：感测技术的测量电路方法（20分）          | T20=20<br>试题构成说明 | T2=16 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.815   |
|  |  | 平时作业                           | A10=100          | A1=85 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.85   |
| 2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、描述和分析仪器设备以及测控系统中的各单元电路组成和主要参数，并能对仪器设备以及测控系统中的复杂工程问题进行表达和建 | 目标 2: 了解当前新型的一些传感器技术（如微型传感器、智能传感器、网络传感器、虚拟仪器等），熟悉阻抗型（电阻式、电容式、电感式）传感器、电   | 期末考试：感测技术中常见传感器基本原理及其性能分析（20分） | T30=20<br>试题构成说明 | T3=15 | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.795<br><br>$\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.76 |

|  |  |                            |                  |       |  |
|--|--|----------------------------|------------------|-------|--|
| 模。<br>2.2 能够应用所学数学、自然科学和工程科学知识，并通过查阅文献资料，能认识到解决此问题有多种方案可选择，分析测控技术与仪器领域中复杂工程问题，判断在当前条件下解决该问题的可行性方案。 | 式、热电偶、霍尔元件、光电式)传感器、数字式传感器和半导体传感器的基本原理与常见用法。                          | 期末考试: 感测技术中常见传感器的典型应用(20分) | T40=20<br>试题构成说明 | T4=14 | $\frac{T3+T4}{T30+T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.778$ |
|  |  | 平时作业                       | A20=100          | A2=90 |  |
|  |  | 实验                         | A30=100          | A3=85 | $\frac{A3}{A30} = 0.85$                                      |
| 7.2 针对实际中仪器设备以及测控系统，能评价其资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施，判断产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患，并提出合理化的改进建议。                  | 目标 3: 结合传感器与测量技术了解针对几何量、机械量、热工量、成分与含量的基本测量方法和实现途径，具备自主设计简单测控系统的开发能力。 | 期末考试: 感测技术综合应用分析与系统设计(20分) | T50=20<br>试题构成说明 | T5=14 | $\frac{T5}{T50} * 0.7 + \frac{A4}{A40} * 0.3 = 0.73$         |
|  |  | 平时作业                       | A40=100          | A4=80 |  |
| 三、课程评价与分析  |  |                            |                  |       |  |
| 存在的主要问题  |  |                            |                  |       |  |
| 持续改进方法   |  |                            |                  |       |  |

## 七、教材和参考书

### 1、教材:

孙传友、吴爱平 编. 感测技术基础(第4版). 电子工业出版社, 2016

### 2、参考书:

- (1) 蔡萍、赵辉 编著,《现代检测技术与系统》, 高等教育出版社, 2005
- (2) 张洪润 编著,《传感技术与应用教程》, 清华大学出版社, 2006
- (3) 林玉池、曾周末 编著,《现代传感技术与系统》, 机械工业出版社, 2009
- (4) 刘传玺、袁照平、程丽平 编著,《传感与检测技术》, 机械工业出版社, 2017

## 《电机与拖动》教学大纲

课程名称: 电机与拖动 (Electrical Machine and Drive)

课程编码: 1501ZY032

课程类别: 专业基础-必修

学 分: 4 分

总 学 时: 64 学时, 其中, 理论学时: 56 学时; 实验学时: 8 学时

适用专业：自动化

先修课程：电路理论、模拟电子技术、数字电子技术

执笔人：杨友平

审订人：邹必昌

## 一、课程性质

《电机与拖动》是自动化专业的一门专业基础必修课程，具有很强的工程性和实践性。通过本课程的学习，帮助学生掌握变压器、交流电机和直流电机的基本知识、基本理论、基本计算方法和一般运行分析问题，了解在自动控制系统中使用的各种控制电机的结构、基本原理、控制方式和特性曲线，学生能在系统中正确的选择、分析和使用控制电机。为后续专业课的学习打好必要的基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

（1）阅读相关科技文献资料，多角度了解自动化领域电机与拖动方面前沿技术，多了解发达国家在该领域的发展现状，形成强烈的爱国情怀，激励学生奋发学习、刻苦钻研，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。

（2）鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度，结合本专业课的特点，能识别、表达与分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论，并理解应承担的责任与义务。让学生认识到具备良好职业道德的重要性，突显工匠精神与科研态度。

（3）通过本课程基本原理的学习，将系统论、工程论、科学思维应用到工程实际中，具有研究学习科技自信及爱国主义情怀，加强师生间交流互动，进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1. 了解电机的发展概况，铁磁材料的特性，掌握电机中使用的基本电磁定律；掌握电机的基本原理和基本结构，学会分析其磁路系统和电路系统，重点掌握研究不同运行状态时的电磁过程及工作特性。（支撑毕业要求 1.3）

2. 将各种电机的电磁关系，工作原理，机械性能和特征应用于电力拖动控制系统中复杂工程问题的研究，包括建模与仿真、设计实验、分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。（支撑毕业要求 2.1）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 1.3 掌握自动化领域过程控制系统与运动控制系统所需的工程基础、专业知识，并能据此寻求最佳解决方案。 |
| 课程目标 2 | 2.1 能识别、表达与分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。        |

## 三、基本要求

本课程系统的介绍了各种电机（含变压器）的结构、电磁关系、基础理论知识、基本运行特性和一般分析方法。能够基于自动化领域中科学原理和文献研究，对自动化领域中复杂工程问题进行工程建模，拟定解决方案，选择研究路线，具有很强的实用性。



在直流电机的讲述中，了解直流电机工作原理、基本结构和励磁方式；掌握直流电机磁场及电枢反应，感应电动势和电磁转矩，学会分析直流电动机的运行特性，掌握直流电动机的起动和调速方法。

在变压器的教学中，掌握变压器空载运行，变压器负载运行的特点；掌握变压器基本方程式，等效电路和相量图及相关计算，理解变压器的运行特性，三相变压器的联结组别，变压器的并联运行的条件。

| 章节 | 教学内容         | 授课学时 | 思政元素   | 教学模式               | 对应课程目标 |
|----|--------------|------|--|--------------------|--------|
| 1  | 绪论           | 2    | 讲述我国电机与拖动的发展现状，激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标                          | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 1/2    |
| 2  | 直流电机原理       | 8    | 介绍电磁场的基本理论，了解我国电机制造方面面临的困难和挑战，思考自己未来职业规划。                                      | 课堂授课，课后练习 3 题，实验   | 1/2    |
| 3  | 直流电机的电力拖动    | 9    | 介绍电机与拖动方面的前沿技术，讲述典型人物的故事，激励学生奋发学习、刻苦钻研。  | 课堂授课，课后练习 3 题，实验   | 1/2    |
| 4  | 变压器          | 12   | 分析变压器特性参数时，通过数学建模和分析，使学生建立数学现象和物理本质的联系，培养学生将工程问题抽象成数学模型的能力。                    | 课堂授课，课后练习 3 题，实验   | 1/2    |
| 5  | 三相感应电动机原理    | 10   | 结合三相感应电动机的工作原理讲解，能识别、表达与分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论，并理解应承担的责任与义务。          | 课堂授课，课后练习 3 题      | 1/2    |
| 6  | 三相感应电动机的电力拖动 | 6    | 结合电力拖动装置系统讲解，学会利用工程管理和经济分析手段解决工程实际问题，达到本行业“节能、环保、经济”生产的目的。                     | 课堂授课，课后练习 3 题      | 2      |
| 7  | 三相同步电动机      | 11   | 结合发电机案例讲解，提高安全节能意识，设计出安全节能型的产品，是本行业人员应承担的责任和义务。                                | 课堂授课，课后练习 3 题，实验   | 1/2    |
| 8  | 驱动和控制微电机     | 4    | 增强学生间的互动交流，要求学生分组讨论和研究，形成交叉领域热点技术综述报告，并分组汇报。通过自主学习、合作研究、课堂互动，培养学生的学习能力、合作协同意识。 | 课堂授课，课后练习 2 题      | 2      |
| 9  | 电动机的选择       | 2    | 结合电动机的选型问题的讲解，拓宽学生的行业视野，增加学生的专业认同  | 课堂授课，课后练习 2 题      | 2      |

|  |  |  |                          |  |  |
|--|--|--|--------------------------|--|--|
|  |  |  | 感，培育学生“爱国、敬业”的社会主义核心价值观。 |  |  |
|--|--|--|--------------------------|--|--|

在异步电机和同步发电机的讲述中，了解感应电机和同步发电机的结构和工作原理，掌握其电枢反应，能熟练运用等效电路和相量图分析计算同步电机的性能和主要运行数据；熟练掌握同步发电机的功率和转矩及计算；掌握同步发电机与电网并联运行的条件及起动方法。在实验中，应结合实际电机性能指标需求，能够设计实验，并对实验结果进行评价。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点、主要教学模式（包括授课、自学、实验、课堂讨论、作业等）。

### 第一章 绪论

- 1、本课程的内容、性质和任务；
- 2、电机理论中常用的基本知识；
- 3、电机理论中常用的基本定律；
- 4、常用的铁磁材料及其特性。

本章重点：

了解电机的发展概况，铁磁材料的特性，掌握电机中使用的基本电磁定律。

能力：能够将电机基本概念、模型、主要性能指标用于分析电机系统的复杂工程问题。

### 第二章 直流电机

- 1、直流电机的基本原理、结构；
- 2、直流电机的电枢绕组；
- 3、直流电机的磁场；
- 4、直流电机的电枢感应电动势和电磁转矩；
- 5、直流电动机的运行原理；
- 6、直流发电机的运行原理；
- 7、直流电机的换向。

本章重点：

了解直流电机工作原理，基本结构和励磁方式；

掌握直流电机磁场及电枢反应，感应电动势和电磁转矩，直流电动机的运行特性。

能力：能够将直流电机电路与磁路分析与计算用于分析发电机与直流电动机基本特性。

### 第三章 直流电机的电力拖动

- 1、电力拖动系统的动力学基础；
- 2、各类生产机械的负载转矩特性；
- 3、电力拖动系统稳定运行条件；
- 4、直流电力拖动系统的动态分析；
- 5、直流电机的起动、制动、调速。

本章重点：

掌握电力拖动系统的动力学基础知识；

掌握电力拖动系统稳定运行条件，直流电力拖动系统的动态分析方法，直流电动机的起动、制动和调速等方法。

能力：能够利用数学模型分析电力拖动系统的稳定运行条件；并能通过实验验证对直流电动机的起动、制动和调速等原理。

### 第四章 变压器

- 1、变压器的电气构造和工作原理；
- 2、单相变压器的空载运行；

- 3、单相变压器的负载运行；
- 4、变压器的参数测定；
- 5、标么值；
- 6、变压器的运行性能和特性；
- 7、三相变压器；
- 8、变压器的并联运行；
- 9、其他用途的变压器。

本章重点：

掌握变压器空载运行，变压器负载运行的特点；

掌握变压器基本方程式，等效电路和相量图及相关计算，理解变压器的运行特性，三相变压器的联结组别，变压器的并联运行的条件。

能力：根据变压器的基本原理，建立单相变压器和三相变压器的系统模型，分析单相变压器和三相变压器的空载运行和负载运行。

#### 第五章 三相感应电动机原理

- 1、三相异步电动机的电气构造和基本工作原理；
- 2、三相异步电动机定子绕组；
- 3、三相异步电动机的定子磁动势与磁场；
- 4、三相异步电动机定子绕组感应电动势；
- 5、三相异步电动机的工作原理及运行状态；
- 6、三相异步电动机的电磁关系；
- 7、三相异步电动机的基本方程式、等效电路和相量图；
- 8、三相异步电动机的功率与转矩；
- 9、三相异步电动机的参数测定；
- 10、单相异步电动机。

本章重点：

了解交流绕组的基本概念，掌握三相双层绕组，三相单层绕组的联接规律；

掌握交流绕组的感应电动势的计算，了解单相绕组的磁动势，三相绕组的磁动势的计算。

了解感应电机的结构与工作原理，了解感应电动机运行时的电磁过程；

能熟练运用等效电路和相量图分析计算感应电机的性能和主要运行数据；

掌握三相感应电动机的功率和转矩，三相感应电动机的工作特性和机械特性及计算；

能力：能够将异步电机旋转磁场的基础知识、用于建立异步电机的工作特性和机械特性模型，对异步电机各种参数作定量分析和计算。

#### 第六章 三相感应电动机的电力拖动

- 1、三相感应电动机的机械特性；
- 2、三相感应电动机的起动、制动、调速。

本章重点：

掌握三相感应电动机机械特性的三种表达式；

掌握三相感应电动机起动、制动、调速的方法，机械特性及性能。

能力：根据交流电机磁场建立的基本知识和机械特性的三种表达式，分析三相感应电动机拖动系统的机械特性及性能。

#### 第七章 三相同步电动机

- 1、三相同步电动机原理、结构；
- 2、三相同步电动机的电枢反应；
- 3、三相同步电动机的电动势平衡方程式、等效电路与相量图；
- 4、三相同步电动机功角特性、矩角特性、工作特性；
- 5、三相同步电动机的功率因数调节与V形曲线；
- 6、三相同步电动机的起动。

本章重点：

了解同步发电机的结构和工作原理，掌握同步发电机的电枢反应；  
 能熟练运用等效电路和相量图分析计算同步电机的性能和主要运行数据；  
 熟练掌握同步发电机的功率和转矩及计算，了解同步发电机的运行特性；  
 了解同步发电机的参数测定的意义，掌握同步发电机与电网并联运行的条件及起动方法；  
 了解同步电动机和同步调相机的原理。

能力：能够将同步电机基本概念、模型、主要性能指标用于分析同步发电机与同步电动机系统的复杂工程问题。

#### 第八章 驱动和控制微电机

- 1、伺服电动机；
- 2、测速发电机；
- 3、步进电动机。

本章重点：

熟悉几种常用控制电机的基本结构，工作原理和运行特性；

了解控制电机在自动控制系统中作用。

能力：能够将几种常用控制电机用于自动控制系统中、分析其复杂的工程问题。

#### 第九章 电动机的选择

- 1、电动机的一般选择方法。

本章重点：

了解连续工作制、短时工作制及断续周期工作制下电动机容量的选择。

能力：能够利用平均损耗法及各种等效法，使用时应注意的应用条件，对电动机的容量进行选择。

### 五、实验与学时分配

#### 实验项目与类型

| 序号 | 实验项目      | 学时 | 实验性质 |    |    |    |
|----|-----------|----|------|----|----|----|
|    |           |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |
| 1  | 直流并励电动机实验 | 3  |      | √  |    |    |
| 2  | 变压器实验     | 2  |      | √  |    |    |
| 3  | 三相异步电动机实验 | 3  |      | √  |    |    |

#### 实验一 直流并励电动机

##### 1. 目的要求

掌握用实验方法测取直流并励电动机的工作特性和机械特性；掌握直流并励电动机的调速方法。

##### 2. 主要实验仪器及材料

电机试验台、直流并励电动机、万用表。

##### 3. 掌握要点

掌握直流并励电动机的机械特性与调速方法。

##### 4. 实验内容

测量直流电动机的固有机械特性；改变电枢电源电压测量直流电动机的机械特性；改变电枢电阻测量直流电动机的机械特性，对结果进行分析，完成实验报告。

#### 实验二 变压器实验

##### 1. 目的要求

用实验方法求取变压器的空载特性和短路特性；通过空载和短路实验求取变压器的参数

和损耗；计算变压器的电压变化百分比和效率。

## 2. 主要实验仪器及材料

电机试验台、万用表。

## 3. 掌握要点

掌握变压器的短路参数与空载参数的测量方法与折算方法。

## 4. 实验内容

通过空载实验，测量变压器的  $R_m$  和  $X_m$ ，通过短路实验，测量变压器的  $R_k$  和  $X_k$ ，对结果进行分析，完成实验报告。

## 实验三 三相异步电动机实验

### 1. 目的要求

掌握电机定子绕组的联结方法；掌握电机的启动方式及实现正反转的方法；三相异步电动机的参数测定和工作特性。

### 2. 主要实验仪器及材料

电机试验台、三相绕线式异步电动机、万用表。

### 3. 掌握要点

掌握三相异步电动机的固有机械特性与人为机械特性的测量方法。

### 4. 实验内容

测量三相异步电动机的固有机械特性；降低供电电压测量机械特性；在三相异步电动机的转子里面串联对称电阻测量机械特性，对结果进行分析，绘制机械特性曲线，完成实验报告。

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握各种电机（含变压器）的结构、电磁关系、基础理论知识、基本运行特性和一般分析方法等教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学

采用多媒体课件和板书相结合的方式，穿插使用提问、回答、启发、互动等方法，课堂教学以讲授为主，注重培养学生运用知识的实际能力和创新意识。引导、激励学生的学习积极性和自主性，多举一些生活中常见的电机实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对课程学习产生兴趣。授课过程中采用学生课前自学、课堂讨论、教师总结、课后答疑的双向教学方式。

### 2. 课堂提问、课后习题

作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效的手段。为了达到能让让学生不仅吸收所学知识，并且将知识融会贯通、学以致用，课堂上教师采取引导性的提问，培养学生的思维能力和创新能力；布置作业时，从基础知识出发，引发学生思考，扩展学生思维。让学生在完成作业的过程中，使学生进一步理解和巩固课程所学的基本概念、基本理论和方法。

### 3. 实验教学

为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的思维方式和动手能力。本课程配合理论学习，安排有 8 学时的实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验要求，

进一步加深对电机基础理论的理解；通过亲身实践，掌握课程基本知识内容，从而培养学生分析问题与解决问题的思路和方法，提高学生创造能力和适应变化能力。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核由平时成绩、期末考试两个部分进行成绩评定。

平时成绩（百分制），包括课堂测验、作业、实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准  |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |
| 了解电机的发展概况，铁磁材料的特性，掌握电机中使用的的基本电磁定律；掌握电机的基本原理和基本结构，学会分析其磁路系统和电路系统，重点掌握研究不同运行状态时的电磁过程及工作特性。<br>将各种电机的电磁关系，工作原理，机械性能和特征应用于电力拖动控制系统中复杂工程问题的研究，包括建模与仿真、设计实验、分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。 | 电机与拖动的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力。<br>能够将各种电机的电磁关系，工作原理，机械性能和特征应用于电力拖动控制系统中复杂工程问题的研究，包括建模与仿真、设计实验、分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。 | 电机与拖动的相关理论知识较为清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力。<br>基本能够将各种电机的电磁关系，工作原理，机械性能和特征应用于电力拖动控制系统中复杂工程问题的研究，包括建模与仿真、设计实验、分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。 | 电机与拖动的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力。<br>初步能够将各种电机的电磁关系，工作原理，机械性能和特征应用于电力拖动控制系统中复杂工程问题的研究，包括建模与仿真、设计实验、分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。 | 电机与拖动的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力。<br>不能够将各种电机的电磁关系，工作原理，机械性能和特征应用于电力拖动控制系统中复杂工程问题的研究，包括建模与仿真、设计实验、分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。 |

实验成绩评价标准

|     | 基本要求   | 评价标准   |  |  |  |
|-----|--|--|--|--|--|
|     |  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 目标2 | 能够根据实验项目1-2的内容开展实验，观察实验现象，分析实验结果；根据实验项目3的内容，给出实验方案，并开展实验，得出有效实验结果。 | 能够根据直流电机、变压器和三相异步电动机的基本原理开展实验，实验结果正确，结果分析全面；设计性实验的方案正确。报告书写工整、清晰，符号、单位等符合规范。 | 能够根据直流电机、变压器和三相异步电动机的基本原理开展实验，实验结果较正确，有结果分析；设计性实验的方案较正确。报告书写清晰，主要符号、单位等符合规范。 | 基本上能够根据直流电机、变压器和三相异步电动机的基本原理开展实验，实验结果基本正确，部分结果分析；设计性实验的方案基本正确。报告极小部分抄袭，符号、单位等基本规范。 | 基本上能够根据直流电机、变压器和三相异步电动机的基本原理开展实验，实验结果不正确，无结果分析；设计性实验的方案不正确。报告抄袭。 |

期末考试成绩：70%，考试方式为闭卷，题型包括：单选题、填空题、判断对错题、简答题、画图题、计算题、应用题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求   | 评价标准   |  |  |   | 比例 (%) |
|------|--|--|--|--|---|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |        |
| 目标 1 | 了解电机的发展概况，铁磁材料的特性，掌握电机中使用的基本电磁定律；掌握电机的基本原理和基本结构，学会分析其磁路系统和电路系统，重点掌握研究不同运行状态时的电磁过程及工作特性。    | 电机与拖动的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、计算和实践的能力。  | 电机与拖动的相关理论知识较为清晰，具备非常较好的分析、计算和实践的能力。   | 电机与拖动的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、计算和实践的能力。  | 电机与拖动的相关理论知识不清晰，不具备的分析、计算和实践的能力。  | 40     |
| 目标 2 | 将各种电机的电磁关系，工作原理，机械性能和特征应用于电力拖动控制系统中复杂工程问题的研究，包括建模与仿真、设计实验、分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。 | 能够将各种电机的电磁关系，工作原理，机械性能和特征应用于电力拖动控制系统中复杂工程问题的研究，包括建模与仿真、设计实验、分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。 | 基本能够将各种电机的电磁关系，工作原理，机械性能和特征应用于电力拖动控制系统中复杂工程问题的研究，包括建模与仿真、设计实验、分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。 | 初步能够将各种电机的电磁关系，工作原理，机械性能和特征应用于电力拖动控制系统中复杂工程问题的研究，包括建模与仿真、设计实验、分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。 | 不能够将各种电机的电磁关系，工作原理，机械性能和特征应用于电力拖动控制系统中复杂工程问题的研究，包括建模与仿真、设计实验、分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。 | 60     |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电机与拖动》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息            |       |      |         |      |       |
|---------------------|-------|------|---------|------|-------|
| 课程名称                | 电机与拖动 | 课程性质 | 工程基础，必修 | 学时学分 | 64/4  |
| 开课学期                |       | 专业班级 |         | 考核方式 | 考试，闭卷 |
| 任课教师：               |       |      |         |      |       |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师 |       |      |         |      |       |
| 二、课程目标达成评估          |       |      |         |      |       |

| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源                |                  |       |   |
|---|--|----------------------|------------------|-------|---|
|   |  | 评价依据                 | 分值               | 平均分   | 达成度值 $KM$ 评价方式  |
| 毕业要求 1.3 掌握自动化领域过程控制系统与运动控制系统所需的工程基础、专业知识，并能据此寻求最佳解决方案。 | 目标 1: 了解电机的发展概况，铁磁材料的特性，掌握电机中使用的基本电磁定律；掌握直流电机的基本原理和基本结构，学会分析其磁路系统和电路系统，重点掌握研究不同运行状态时的电磁过程及工作特性。  | 期末考试：电机的基本知识（40 分）   | T10=40<br>试题构成说明 | T1=32 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3 = 0.81$                        |
|   |  | 平时作业                 | A10=100          | A1=84 |   |
| 毕业要求 2.1 能识别、表达与分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。        | 目标 2: 将各种电机的电磁关系，工作原理，机械性能和特征应用于电力拖动控制系统中复杂工程问题的研究，包括建模与仿真、设计实验、分析复杂控制系统的工作过程、约束条件以及性能指标并给出有效结论。 | 期末考试：电机的分析与计算（60 分）  | T20=60<br>试题构成说明 | T2=42 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.2 + \frac{T3}{T30} * 0.1 = 0.75$ |
|   |  | 实验项目 1-3：实验成绩(100 分) | T30=100          | T3=87 |   |
|   |  | 平时作业                 | A20=100          | A2=84 |   |
| 三、课程评价与分析   |  |                      |                  |       |   |
| 存在的主要问题   |  |                      |                  |       |   |
| 持续改进方法  |  |                      |                  |       |   |

## 七、教材和参考书

- 1) 刘玫主编《电机与拖动》（第二版），机械工程出版社，2017
- 2) 汤蕴璆主编《电机学》（第三版），机械工程出版社，2018。
- 3) 辜承林主编《电机学》（第四版），华中科技大学出版社，2019。

## 《自动控制原理》教学大纲

课程名称：自动控制原理 (Principle of Automatic Control)

课程编码： 1501ZY045

课程类别：工程基础-必修

学 分：4.5 分

总 学 时：72 学时，其中，理论学时：62 学时；实验学时：10 学时

适用专业：自动化、自动化产业班



先修课程：高等数学、复变函数与积分变换、模拟电子技术、数字电子技术、电路理论

执笔人：朱清祥

审订人：胡洲

## 一、课程性质

《自动控制原理》是自动化、电气工程及其自动化等专业的一门专业基础课，必修课。

本课程是以原理为主的理论性课程；主要从数学模型出发，讲述自动控制基本原理和控制系统分析与设计的基本方法。通过本课程的学习，使学生能够正确理解和运用课程的基本概念和理论，掌握一套较完整的分析、设计自动控制系统的方法。为专业课的学习打好基础，而且为以后从事实际工作和科研奠定一定的理论基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

紧紧围绕坚定学生理想信念，以爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线，将育人要素嵌入到自动控制原理课堂教学中。通过积极培育和践行社会主义核心价值观，运用马克思主义哲学的方法论，引导学生正确做人和做事；注重在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来，提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力；注重强化学生工程伦理教育，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。让学生成为德才兼备、又红又专、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1. 了解自动控制系统的基本概念；理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念。（支撑毕业要求 1.3）

2. 熟练掌握简单过程机理模型的方法；熟练掌握方框图的等效简化、梅森增益公式等求取传递函数的方法；通过数学模型来研究自动控制系统，可以摆脱不同类型系统的外部特征，研究他们内在的、共性的运动规律。（支撑毕业要求 2.1）

3. 熟练掌握时域分析法；掌握绘制根轨迹的基本规则；理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系，能熟练使用频率特性分析系统稳定性和动静态指标；掌握超前、滞后、滞后——超前校正的设计方法和流程。（支撑毕业要求 2.2）

4. 能够根据自动控制技术解决实际需求，进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。（支撑毕业要求 4.1）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.3 掌握本专业所需的检测与控制相关知识，能够用于检测、信号处理、运动以及过程控制的工程问题设计与研究。   |
| 课程目标 2 | 2.1 能够运用控制理论、信号处理理论分析自动化系统中各单元模块的组成、工作原理及参数，并对其进行表达与建模。 |
| 课程目标 3 | 2.2 能认识到解决自动化工程应用问题有多种方案，能通过模型研究、文献研究分析寻求最优解决方案。        |
| 课程目标 4 | 4.1 能建立复杂自动化工程问题的理论模型，拟定解决方案，确定研究路线。                    |

### 三、基本要求

本课程详细介绍建立控制系统数学模型的方法、控制系统的时域及频域分析方法、根轨迹法、控制系统的校正与设计方法等。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，掌握高等数学、复变函数与积分变换的基本知识，具有良好的数学知识储备。

学生通过本课程的学习，应熟练掌握简单过程机理模型的建立方法；熟练掌握方框图的等效简化、梅森增益公式等求取传递函数的方法；熟练掌握时域分析法；掌握绘制根轨迹的基本规则；理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系，能熟练使用频率特性分析系统特性；掌握超前、滞后、滞后——超前校正的设计方法和流程。

使学生能够正确理解和运用课程的基本概念和理论，掌握一套较完整的分析，设计自动控制系统方法。

通过课外研习，学生分组进行本课程最新研究进展调研，培养学生的团队协作、文献检索、语言表达陈述、沟通交流等能力。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、上机实践、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容        | 学时 | 思政元素   | 教学模式               | 对应课程目标 |
|----|-------------|----|--|--------------------|--------|
| 1  | 绪论          | 2  | 通过对自动控制理论发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读，引导学生向钱学森等老一辈科学家学习，激发学生科技强国的使命感。   | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 1      |
| 2  | 自动控制系统的数学模型 | 8  | 在教会学生用数学模型描述控制系统的一般方法时，引导学生学习辩证唯物主义的世界观和方法论，学会在工作中抓主要矛盾和矛盾的注意方面。 | 课堂授课，课后练习 3 题      | 2      |
| 3  | 自动控制系统的时域分析 | 16 | 可通过系统时域响应的分析，引导学生运用好内因和外因的辩证关系。                                  | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 3      |
| 4  | 根轨迹分析法      | 10 | 通过主导极点的分析，引导学生建立正确的政治意识、大局意识、核心意识、看齐意识。                          | 课堂授课，课后练习 3 题      | 3      |
| 5  | 频率特性分析法     | 14 | 通过分析对数频率特性与实际系统参数的关系，培养学生理论联系实际的能力。                              | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 3      |
| 6  | 自动控制系统的校正   | 12 | 通过讲述控制系统设计的基本思想，培养学生以人民为中心的理念，坚持实践是检验真理的唯一标准；建立社                 | 课堂授课，课后练习 6 题，上机实践 | 3      |

|   |              |    |   |                  |   |
|---|--------------|----|---|------------------|---|
|   |              |    | 会主义的道路自信、理论自信、制度自信、文化自信。                          |                  |   |
| 7 | 非线性控制系统的分析方法 | 10 | 非线性控制系统理论目前还很不完善,在课堂讲述中要注意培养学生改革创新的精神、职业责任感和科学精神。 | 课堂授课,课后练习6题,上机实践 | 4 |

## 第一章 绪论

- 1、 控制理论的形式与发展
- 2、 自动控制系统的基本概念
- 3、 自动控制系统性能的基本要求
- 4、 自动控制系统的分类
- 5、 教学内容与要求

### 本章重点:

- 理解自动控制、反馈等概念;
- 掌握自动控制系统的基本要求和系统的组成。

能力: 能够将自动控制系统的基本概念、分类、性能要求用于分析自动控制系统的复杂工程问题。

## 第二章 线性控制系统的数学模型

- 1、 微分方程描述法
- 2、 传递函数描述法
- 3、 方框图描述法
- 4、 信号流图描述法
- 5、 控制系统的经典传递函数

### 本章重点:

- 控制系统微分方程的编写;
- 求取自动控制系统的传递函数;
- 控制系统的结构图及其等效变换。

能力: 能够将自动控制系统建模的一般方法用于构造及简化实际物理系统的数学模型。

## 第三章 控制系统的时域分析

- 1、 经典输入信号
- 2、 线性定常系统的时域响应与性能指标
- 3、 一阶系统的时域响应
- 4、 二阶系统的时域响应
- 5、 高阶系统的时域响应
- 6、 线性定常系统的稳定性
- 7、 系统的稳态误差

### 本章重点:

- 理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念;
- 掌握劳斯判据、稳态误差计算方法;
- 掌握一、二阶系统阶跃响应计算方法;
- 了解高阶系统的动态性能、基本控制规律的分析。

能力: 从系统的数学模型出发,用微分方程求解的理论,分析系统的动静态性能指标。

#### 第四章 根轨迹法

- 1、根轨迹的基本概念
- 2、根轨迹方程
- 3、常规根轨迹绘制规则
- 4、广义根轨迹及其绘制
- 5、控制系统的根轨迹分析

本章重点：

掌握绘制根轨迹的基本规则；

掌握最小相位系统的参数根轨迹的画法；

了解闭环极点，零点分布和控制系统性能指标之间的关系。

能力：从系统的数学模型出发，根据复变函数理论，通过求取闭环极点的位置，分析系统的动静态性能指标。

#### 第五章 控制系统的频域分析

- 1、频率特性的基本概念
- 2、典型环节的频率特性
- 3、系统开环频率特性
- 4、控制系统的频域稳定性判据
- 5、控制系统的相对稳定性
- 6、控制系统的闭环频率特性
- 7、频域性能指标与时域性能指标的关系

本章的重点：

理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系；

掌握用频率特性的方法来分析系统的稳定性，以及相对稳定性；

掌握开环频率特性与控制系统性能指标间的关系。

能力：从系统的数学模型出发，根据复变函数理论，通过系统频率特性分析系统的动静态性能指标。

#### 第六章 控制系统的校正与设计

- 1、控制系统校正的概念
- 2、常用校正装置及其特性
- 3、用频率法进行串联校正
- 4、反馈校正及其参数确定

本章重点：

了解系统为什么需要校正及校正方法的分类；

掌握超前、滞后、滞后——超前校正系统设计的方法和流程；

掌握按系统的期望频率特性进行校正的方法；

了解并联校正装置的设计。

能力：根据控制系统校正的概念、方法，通过求取期望的数学模型，实现控制系统性能指标的优化。

#### 第七章 非线性控制系统

- 1、非线性系统概述

- 2、描述函数法
- 3、相平面法

本章重点：

掌握非线性控制系统和线性控制系统的基本区别；

对包含有饱和特性、死区特性、间隙特性、继电器特性以及变放大系数特性的非线性控制系统，掌握运用描述函数法和相平面分析法进行分析的基本方法。

能力：根据非线性系统数学模型的特点，用描述函数法和相平面分析法分析控制系统的复杂工程问题。

## 五、实验内容与学时分配

| 序号 | 实验项目         | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|--------------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |              |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |
| 1  | 典型环节的模拟研究    | 2  |      | √  |    |    | 1      | 1.3       |
| 2  | 典型系统瞬态响应和稳定性 | 2  |      | √  |    |    | 2/3    | 2.1/2.2   |
| 3  | 控制系统的频率特性研究  | 2  |      | √  |    |    | 2/3    | 2.1/2.2   |
| 4  | 系统校正         | 2  |      |    |    | √  | 3      | 2.2       |
| 5  | 非线性系统        | 2  |      |    | √  |    | 4      | 4.1       |

### 实验项目与类型

#### 实验一 典型环节的模拟研究

##### 1. 目的要求

掌握典型环节（比例、积分、惯性、比例积分等）模拟电路的构成方法，了解各环节的动态特性。

##### 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

##### 3. 掌握要点

各种典型环节的运放电路模拟方法。

##### 4. 实验内容

观测比例、积分、比例积分、和惯性环节等环节的阶跃响应曲线；对结果进行分析；完成实验报告。

#### 实验二 典型系统瞬态响应和稳定性

##### 1. 目的要求

掌握典型系统瞬态性能指标的测试技巧，了解参数对系统瞬态性能及稳定性的影响。

##### 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

##### 3. 掌握要点

典型二、三阶系统的运放电路模拟方法。

##### 4. 实验内容

用比例、积分、比例积分、惯性环节等构成典型的二阶和三阶系统，观测系统的阶跃响应曲线；对结果进行分析；完成实验报告。

### 实验三 控制系统的频率特性研究

#### 1. 目的要求

掌握控制系统频率特性测试方法；对系统的频率特性进行实验验证。

#### 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

#### 3. 掌握要点

系统开环和闭环频率特性的定义及测试方法。

#### 4. 实验内容

利用 ACS+系统中的 DAC 单元提供频率和幅值均可调的基准正弦信号源，作为被测对象的输入信号，而 ACS+系统中测量单元的 CH1 通道用来观测被测环节的输出，选择不同角频率及幅值的正弦信号源作为对象的输入，测得相应的系统输出，并在 PC 机屏幕上显示，根据所测得的数据正确描述对象的幅频和相频特性图。对结果进行分析；完成实验报告。

### 实验四 系统校正

#### 1. 目的要求

设计校正电路，将校正系统加到二阶系统中，观测校正前、后系统的稳定性及性能指标，分析校正对系统有何影响。

#### 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

#### 3. 掌握要点

典型串联校正装置数学模型的设计、校正装置的模拟电路设计方法。

#### 4. 实验内容

观察系统校正前后阶跃响应曲线，并测出超调量  $M_p$  和调节时间  $t_s$ ，将曲线及参数记录下来；对结果进行分析；完成实验报告。

### 实验五 非线性系统

#### 1. 目的要求

学习实现典型非线性环节的方法，掌握非线性环节特性的测量方法；学习绘制非线性二阶系统的相轨迹。

#### 2. 主要实验仪器及材料

自动控制原理实验教学箱、电脑各一台。

#### 3. 掌握要点

各种典型非线性环节的运放电路模拟方法。

#### 4. 实验内容

以运算放大器为基本元件，在输入端和反馈网络中设置相应元件（稳压管、二极管、电阻和电容）构成典型非线性系统的模拟电路；测试继电器非线性系统的相轨迹。对结果进行分析；完成实验报告。

## 六、教学方法

本课程理论性较强、内容广泛且抽象，讲述过程中应注意多举例。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、上机实践等

相结合的教学方式方法，使学生能够灵活的运用知识点。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师应有针对性的提出作业要求。学生通过完成作业加深对控制原理和方法的理解，增强运用基本理论分析实际系统的能力。适时进行作业分析，精选精讲作业的重点难点。

关于用 Matlab 进行控制系统辅助分析设计的方法，可安排学生课后自学。

给学生推荐网络教学资源：国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、编程论坛，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

自动控制原理是一门重要专业基础课。为了使学生加深对理论教学内容的理解，帮助学生更加直观地认识自动控制系统，训练学生的分析解决实际问题能力，本课程配合理论学习，安排有 10 学时的实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成所要求的设计和测试工作。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |
| <p>熟练掌握简单过程机理建模的方法；熟练掌握方框图的等效简化、用梅森增益公式等求取传递函数的方法；理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念。</p> <p>掌握时域分析法；掌握绘制根轨迹的基本规则；理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系，使用频率特性分析系统稳定性和动静态指标；掌握超前、滞后、滞后——超前校正的设计方法和流程；</p> | <p>能够熟练掌握简单过程机理建模的方法；自动控制原理的基本知识点非常清晰。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，熟练运用自动控制技术解决工程实际需求。</p> | <p>能够较为熟练地掌握简单过程机理建模的方法；自动控制原理的基本知识点较为清晰。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，能较为熟练地运用自动控制技术解决工程实际需求。</p> | <p>基本掌握简单过程机理建模的方法；基本理解自动控制原理的基本知识点。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，基本能运用自动控制技术解决工程实际需求。</p> | <p>没有掌握简单过程机理建模的方法；自动控制原理的基本知识点理解错误。</p> <p>进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力差。不具备运用自动控制技术解决实际工程需求的能力，</p> |

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
| 能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，用自动控制技术解决实际工程需求。 |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|

实验成绩评价标准

|            | 基本要求                                | 评价标准   |  |  |  |
|------------|-------------------------------------|--|--|--|--|
|            |                                     | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 目标 1/2/3/4 | 能够根据实验项目 1~5 的内容开展实验，观察实验现象，分析实验结果。 | 能够根据《自动控制原理》课程的基本原理开展实验，实验结果正确，结果分析全面；设计性实验的方案正确。报告书写工整、清晰，符号、单位等符合规范。 | 能够根据《自动控制原理》课程的基本原理开展实验，实验结果较正确，有结果分析；设计性实验的方案较正确。报告书写清晰，主要符号、单位等符合规范。 | 基本上能够根据《自动控制原理》课程的基本原理开展实验，实验结果基本正确，部分结果分析；设计性实验的方案基本正确。报告极小部分抄袭，符号、单位等基本规范。 | 基本上能够根据《自动控制原理》课程的基本原理开展实验，实验结果不正确，无结果分析；设计性实验的方案不正确。报告抄袭。 |

期末考试（百分制）闭卷，题型包括：选择题、填空题、分析计算题。

课程期末考试考核内容与要求

|      | 基本要求   | 评价标准                            |                                 |                                 |                                 | 比例 (%) |
|------|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)                      | 良好 (0.7-0.89)                   | 合格 (0.6-0.69)                   | 不合格 (0-0.59)                    |        |
| 目标 1 | 了解自动控制系统的概念；理解动态特性、稳定性、稳态误差等概念。                            | 能够熟练掌握自动控制系统的概念。                | 能够较为熟练掌握自动控制系统的概念。              | 基本掌握自动控制系统的概念。                  | 没有掌握自动控制系统的概念。                  | 10     |
| 目标 2 | 熟练掌握简单过程机理模型的方法；熟练掌握方框图的等效简化、梅森增益公式等求取传递函数的方法。             | 能够熟练掌握过程机理建模的方法。                | 能够较为熟练掌握过程机理建模的方法。              | 基本掌握过程机理建模的方法。                  | 没有掌握过程机理建模的方法。                  | 15     |
| 目标 3 | 熟练掌握时域分析法；掌握绘制根轨迹的基本规则；理解频率特性的概念、波特图和系统结构参数的关系，能熟练使用频率特性分析 | 时域分析法、根轨迹分析法、频率特性分析法的基本知识点非常清晰。 | 时域分析法、根轨迹分析法、频率特性分析法的基本知识点较为清晰。 | 时域分析法、根轨迹分析法、频率特性分析法的基本知识点掌握一般。 | 时域分析法、根轨迹分析法、频率特性分析法的基本知识点理解错误。 | 60     |



|     |  |  |   |  |   |    |
|-----|--|--|---|--|---|----|
|     | 系统稳定性和动态指标；掌握超前、滞后、滞后——超前校正的设计方法。            |  |   |  |   |    |
| 目标4 | 能够根据自动控制技术解决实际需求，进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。 | 进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力强。能熟练运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 能进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。能较为熟练地运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 具备一定的进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力。能运用自动控制技术解决工程实际需求。 | 不具备进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力。运用自动控制技术解决工程实际需求的能力差。 | 15 |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《自动控制原理》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |  |                       |                   |      |   |
|---|--|-----------------------|-------------------|------|---|
| 课程名称  | 自动控制原理   | 课程性质                  | 工程基础，必修           | 学时学分 | 72/4.5  |
| 开课学期  | 第五个学期  | 专业班级                  | 自动化及自动化产业班        | 考核方式 | 考试，闭卷   |
| 任课教师：   |  |                       |                   |      |   |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师   |  |                       |                   |      |   |
| 二、课程目标达成评估  |  |                       |                   |      |   |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源                 |                   |      |   |
|   |  | 评价依据                  | 分值                | 平均分  | 达成值 $KM$ 评价方式   |
| 毕业要求 1.3: 掌握本专业所需的检测与控制相关知识，能够用于检测、信号处理、运动以及过程控制的工程问题设计与研究。 | 目标 1: 熟练掌握自动控制系统的基本概念。                               | 期末考试：控制的基本概念（10分）     | T10=10<br>试题构成说明： | T1=  | $\frac{T_1}{T_{10}} \times 0.7 + \frac{A_1}{A_{10}} \times 0.3 =$ |
|   |  | 平时作业                  | A10=100           | A1=  |   |
| 毕业要求 2.1 能够运用控制理论、信号处理理论分析自动化系统中各单元模块的组成、工作原理及参数，并对其表达与建模。  | 目标 2: 熟练掌握简单过程机理模型的方法；熟练掌握方框图的等效简化、梅森增益公式等求取传递函数的方法。 | 期末考试：机理建模及简化的方法。（15分） | T20=15<br>试题构成说明： | T2=  | $\frac{T_2}{T_{20}} \times 0.7 + \frac{A_2}{A_{20}} \times 0.3 =$ |
|   |  | 平时作业                  | A20=100           | A2=  |   |

|  |  |                                 |         |     |   |
|--|--|---------------------------------|---------|-----|---|
| 毕业要求 2.2 能认识到解决自动化工程应用问题有多种方案, 能通过模型研究、文献研究分析寻求最优解决方案。 | 目标 3: 掌握时域分析、根轨迹分析、频率特性分析方法; 掌握超前、滞后、滞后——超前校正的设计方法和流程。 | 期末考试: 分析系统稳定性、准确性及动态性能指标 (60 分) | T30=60  | T3= | $\frac{T_3}{T_{30}} \times 0.7 + \frac{A_3}{A_{30}} \times 0.3 =$ |
|  |  | 平时作业                            | A30=100 | A3= |   |
| 毕业要求 4.1 能建立复杂自动化工程问题的理论模型, 拟定解决方案, 确定研究路线。            | 目标 4: 能熟练运用自动控制技术解决工程实际需求。                             | 期末考试: 非线性控制系统 (15 分)            | T40=15  | T4= | $\frac{T_4}{T_{40}} \times 0.7 + \frac{A_4}{A_{40}} \times 0.3 =$ |
|  |  | 平时作业                            | A40=100 | A4= |   |
| 三、课程评价与分析  |  |                                 |         |     |   |
| 存在的主要问题  |  |                                 |         |     |   |
| 持续改进方法   |  |                                 |         |     |   |

## 八、教材和参考书

教材:

1、吴怀宇, 自动控制原理 (第三版), 华中科技大学出版社, 2017 年。

教学参考书:

1、高国燊主编, 《自动控制原理》, 华南理工大学出版社, 2017 年第四版。

2、胡寿松主编, 《自动控制原理》, 科学出版社, 2021 年第七版。

3、卢京潮主编, 《自动控制原理》, 清华大学出版社, 2013 年。

## 《电力电子技术》教学大纲

课程名称: 电力电子技术 Power Electronics Technique

课程编码: 1501ZY011

课程类别: 专业基础课程-必修

学 分: 3 分

总 学 时: 48 学时, 其中, 理论学时: 42 学时; 实验学时: 6 学时

适用专业: 自动化

先修课程: 电路原理、模拟电子技术、数字电子技术

执 笔 人: 聂汉平

审 订 人: 陈永军

### 一、课程性质

《电力电子技术》是自动化专业的专业课, 必修。电力电子技术又称为电力电子学或半导体变流技术, 它是利用电力电子器件对电能进行变换和控制的一门跨学科的技术, 包括对电压、电流、频率和相位的变换。电力电子技术由三部分内容组成, 即电力电子器件、电力电子电路、电力电子系统及其控制。本课程着重学习电能变换电路的基本工作原理。《电力

电子技术》是自动化专业一门重要的专业基础课。

## 二、课程目标

### (一) 育人目标

从培养学生的辩证思维方式，爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手，将育人要素和电力电子技术专业知识嵌入到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，利用电力电子实际应用研究学习科技自信及爱国主义情怀，师生互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质和职业道德，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### (二) 知识和能力目标

1、熟悉电力电子器件的特性、主要参数、驱动及保护，熟悉单相可控整流、三相可控整流电路的组成并了解其工作原理，了解触发电路的类型；理解交流调压电路的组成并了解其工作原理，理解开关电源的组成；熟悉变频器的组成并了解其工作原理。（支撑毕业要求 1.2）

2、能正确识别、选用电力电子器件，能组建、调试单节晶体管触发电路和简单的直流调速系统；能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案，设计满足用户特定需求的电气设备与电力系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。（支撑毕业要求 3.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.2 掌握本专业所需的电路、电力电子和计算机编程相关知识，能够应用于自动化工程问题中的设计、开发、制造与维护                           |
| 课程目标 2 | 3.2 能够对复杂的自动化工程问题设计合理的总体及各子问题的解决方案，设计满足信息获取、传输、控制和输出等需求的系统、单元（部件），并能够在设计环节中体现创新意识 |

## 三、基本要求

本书的内容涉及各种电力电子器件，DC/DC、DC/AC、AC/DC 和 AC/AC 四类电力转换电路，电力电子变换系统中的辅助器件和控制系统，谐振变换电路，以及电力电子技术在电力传输和电力控制、电力补偿的应用技术。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，通过本课程的学习，培养学生

- 1、了解电力电子技术的发展概况、技术动向和新的应用领域。
- 2、了解与熟悉常用的电力电子器件的工作机理、电气特性和主要参数。
- 3、理解和掌握基本的电力电子电路的工作原理、电路结构、电气性能、波形分析方法和参数计算，并能进行初步的系统设计。
- 4、具有一定的电力电子电路实验和调试的能力。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点、主要教学模式（包括授课、自学、实验、课堂讨论、作业等）。

| 章节 | 教学内容     | 学时 | 思政元素                               | 教学模式              | 对应课程目标 |
|----|----------|----|------------------------------------|-------------------|--------|
| 1  | 电力电子技术概述 | 2  | 对电力电子技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的 | 课堂授课,课后练习 2 题,课堂讨 | 课程目标 1 |

|   |            |    |  |                    |          |
|---|------------|----|--|--------------------|----------|
|   |            |    | 爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。                                   | 论                  |          |
| 2 | 电力电子器件     | 4  | 从电力电子器件的发展历史，了解技术进步对国民经济、国防科技的重要意义，激发学生的爱国情怀，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课，课后练习 3 题，课堂讨论 | 课程目标 1   |
| 3 | DC/DC 变换电路 | 12 | 讲述 DC/DC 变换电路及电力电子技术的特点、国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战，培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。    | 课堂授课，课后练习 5 题，课堂讨论 | 课程目标 2、3 |
| 4 | DC/AC 逆变电路 | 8  | 讲述 DC/AC 变换电路及电力电子技术的特点、国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战，培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。    | 课堂授课，课后练习 4 题，课堂讨论 | 课程目标 2、3 |
| 5 | AC/DC 变换电路 | 12 | 讲述 AC/DC 变换电路及电力电子技术的特点、国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战，培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。    | 课堂授课，课后练习 5 题，课堂讨论 | 课程目标 2、3 |
| 6 | AC/AC 变换电路 | 4  | 讲述 AC/AC 变换电路及电力电子技术的特点、国内外相关技术的发展现状和中国面临的挑战，培养学生家国情怀、职业认同感和责任担当。    | 课堂授课，课后练习 3 题，课堂讨论 | 课程目标 2、3 |

## 第一章 电力电子技术

- 1、电力电子技术的概念
- 2、电力电子技术研究的主要内容
- 3、电力电子技术的发展概况
- 4、电力电子技术的应用

本章重点：

了解电力电子的概念，研究的主要内容及电力电子技术研究的发展概况及应用。

能力：能够将电力电子技术的基本概念、模型用于分析电力电子技术的复杂工程问题。

## 第二章 电力电子器件

- 1、电力电子器件概述
- 2、不可控器件——电力二极管
- 3、半控型器件——晶闸管
- 4、全控性器件
- 5、功率集成电路
- 6、电力电子器件的保护

### 本章重点：

掌握晶闸管结构、理解其工作原理；

熟悉电力电子的基本特性；

掌握电力电子器件的主要参数。

能力：能够将电力电子器件的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力电子的复杂工程问题。

## 第三章 DC/DC 变换电路

- 1、直流 PWM 控制技术基础
- 2、基本的直流斩波电路
- 3、复合斩波电路

### 本章重点：

掌握 PWM 控制技术；重点掌握四种基本的直流-直流变换电路的结构、工作原理及主要数量关系。

掌握直流 PWM 控制技术的工作原理；

掌握基本的直流斩波电路的工作原理、波形分析、参数计算、基本电路设计方法；

掌握复合斩波电路的工作原理、基本电路设计方法。

能力：能够将 PWM 控制技术、DC/DC 变换电路的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力电子技术的复杂工程问题。

## 第四章 DC/AC 变换电路

- 1、逆变概念
- 2、电压型逆变电路
- 3、电流型逆变电路
- 4、多重逆变电路

### 本章重点：

掌握电压型逆变电路的工作原理、波形分析、基本电路设计方法；

掌握电流型逆变电路的工作原理。

能力：能够将 DC/AC 变换电路的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力电子技术的复杂工程问题。

## 第六章 AC/DC 变换电路

- 1、整流器的性能指标
- 2、单相相控整流电路
- 3、三相相控整流电路
- 4、变压器漏感对相控整流电路的影响

## 5、相控整流电路的晶闸管触发电路

本章重点：

熟悉整流器的性能指标；

掌握单相相控整流电路的工作原理、波形分析、基本电路设计方法；

掌握三相相控整流电路的工作原理、波形分析、基本电路设计方法；

理解变压器漏感对相控整流电路的影响，掌握其基本计算方法；

掌握相控整流电路的晶闸管触发电路的工作原理。

能力：能够将 AC/DC 变换电路的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力电子技术中的复杂工程问题。

## 第六章 AC/AC 变换电路

1、交流调压电路

2、相控 AC/DC 变频电路

3、矩阵式 AC/AC 变频电路

本章重点：

掌握交流调压电路的工作原理、波形分析、基本电路设计方法；

理解相控 AC/AC 变频电路的工作原理；

了解矩阵式 AC/AC 变频电路的工作原理。

能力：能够将 AC/AC 变换电路的基本概念、模型、主要性能指标用于分析电力电子技术中的复杂工程问题。

## 五、实验与学时分配

### 实验项目与类型

| 序号 | 实验项目                            | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|---------------------------------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |                                 |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |
| 1  | 三相半波可控整流电路实验<br>(选做)            | 2  |      |    | √  |    | 2      | 3.2       |
| 2  | 三相桥式全控整流电路实验<br>(必做)            | 2  |      |    | √  |    | 2      | 3.2       |
| 3  | 锯齿波同步移相触发电路与单相桥式半控整流实验 (选做)     | 2  |      | √  |    |    | 1      | 1.2       |
| 4  | 直流斩波电路实验 (选做)                   | 2  |      |    | √  |    | 1      | 1.2       |
| 5  | 电力晶体管 (GTR) 特性与驱动电路研究 (选做)      | 2  |      | √  |    |    | 1      | 1.2       |
| 6  | 绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 特性与驱动电路研究 (选做) | 2  |      | √  |    |    | 2      | 3.2       |

### 实验一 三相半波可控整流电路实验 (选做)

#### 1. 目的要求

了解三相半波可控整流电路的工作原理，研究可控整流电路在电阻负载和电阻—电感性负载时的工作。

#### 2. 主要实验仪器及材料

教学实验台主控制屏、触发电路及晶闸主回路组件、电阻负载组件、二踪示波器、

万用表。

3. 掌握要点

掌握三相半波可控整流电路带电阻性负载、电阻—电感性负载时的工作原理。

4. 实验内容

研究三相半波可控整流电路供电给电阻性负载时的工作；研究三相半波可控整流电路供电给电阻—电感性负载时的工作。

实验二 三相桥式全控整流电路实验（必做）

1. 目的要求

熟悉触发电路及晶闸管主回路组件、熟悉三相桥式全控整流电路的接线及工作原理。

2. 主要实验仪器及材料

教学实验台主控制屏、触发电路及晶闸主回路组件、电阻负载组件、二踪示波器、万用表。

3. 掌握要点

熟悉三相桥式全控整流电路的接线及工作原理、了解集成触发器的调整方法及个点波形。

4. 实验内容

三相桥式全控整流电路、观察整流状态下模拟电路故障现象时的波形。

实验三 锯齿波同步移相触发电路与单相桥式半控整流实验（选做）

1. 目的要求

加深理解锯齿波同步移相触发电路的工作原理及各元件的作用；掌握锯齿波同步触发电路的调试方法；研究单相桥式半控整流电路在电阻负载，电阻—电感性负载及反电势负载时的工作；进一步理解可控硅的开关条件，了解续流二极管在电路中的作用。

2. 主要实验仪器及材料

教学实验台主控制屏、触发电路及晶闸主回路组件、电阻负载组件、二踪示波器、万用表。

3. 掌握要点

理解锯齿波同步移相触发电路的工作电路的原理及各元件的作用；掌握锯齿波同步触发电路的调试方法。

4. 实验内容

锯齿波同步触发电路的调试；锯齿波同步触发电路各点波形观察，分析；单相桥式半控整流电路供电给电阻性负载；单相桥式半控整流电路供电给电阻—电感性负载（带续流二极管）。

实验四 直流斩波电路实验（必做）

1. 目的要求

熟悉直流斩波电路的工作原理；熟悉直流斩波电路的组成及其工作特点；了解 PWM 控制与驱动电路的原理。

2. 主要实验仪器及材料

电力电子教学试验台主控制屏；挂箱 NMCL-22 或下组件 NMCL-22A；2#导线若干；示波器；万用表。

3. 掌握要点

熟悉直流斩波电路的工作原理，掌握掌握斩波电路的工作状态及波形情况。

#### 4. 实验内容

PWM 波形测试；斩波电路的连接；斩波电路的电流连续与断续波形观察及电压测试。

### 实验五 电力晶体管（GTR）特性与驱动电路研究（选做）

#### 1. 目的要求

掌握 GTR 对基极驱动电路的要求；掌握一个实用驱动电路的工作原理与调试方法；熟悉(GTR)的开关特性与二极管的反向恢复特性及其测试方法；掌握 GTR 缓冲电路的工作原理与参数设计要求。

#### 2. 主要实验仪器及材料

MCL-07 电力电子实验箱；双踪示波器；万用表；教学实验台主控制屏。

#### 3. 掌握要点

掌握 GTR 对基极驱动电路的要求；掌握一个实用驱动电路的工作原理与调试方法

#### 4. 实验内容

连接实验线路组成一个实用驱动电路；PWM 波形发生器频率与占空比测试；光耦合器输入、输出延时时间与电流传输比测试；贝克箝位电路性能测试；过流保护电路性能测试；不同负载时的 GTR 开关特性测试；不同基极电流时的开关特性测试；有与没有基极反压时的开关过程比较。

### 实验六 绝缘栅双极型晶体管（IGBT）特性与驱动电路研究（选做）

#### 1. 目的要求

熟悉 IGBT 主要参数与开关特性的测试方法；掌握混合集成驱动电路 EXB840 的工作原理与调试方法。

#### 2. 主要实验仪器及材料

MCL-07 电力电子实验箱中的 IGBT 与 PWM 波形发生器部分；双踪示波器；毫安表；电压表；电流表；MCL 系列教学实验台主控制屏。

#### 3. 掌握要点

熟悉 IGBT 主要参数与开关特性的测试方法；掌握混合集成驱动电路 EX840 的工作原理及调试方法。

#### 4. 实验内容

IGBT 主要参数测试；EXB840 性能测试；IGBT 开关特性测试；过流保护性能测试。

学时分配：6 学时，其中 2 学时为必做，另外 4 学时从选做实验项目中根据需要选择

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科基础性课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握电力电子基础知识的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题



练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生看电路和分析波形的目的，同时开展作业分析，精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

电力电子技术是一门实践性很强的课程。为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的动手能力和观察能力。本课程配合理论学习，安排有6学时的实验。实验课要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验，达到预期波形。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 熟悉电力电子器件的特性、主要参数、驱动及保护，熟悉单相可控整流、三相可控整流电路的组成并了解其工作原理，了解触发电路的类型；理解交流调压电路的组成并了解其工作原理，理解开关电源的组成；熟悉变频器的组成并了解其工作原理。能正确识别、选用电力电子器件，能组建、调试单节晶体管触发电路和简单的直流调速系统；能检查维修开关电源，能使用和维护变频器，学会搜集资料，阅读资料和利用资料能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方 | 电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理掌握的十分清晰，对开关电源的组成，变频器的组成以及工作原理理解的十分透彻。具有非常好的动手能力，能够正确的识别和选用电力电子器件。能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案，能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保 | 电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理掌握的比较清晰，对开关电源的组成，变频器的组成以及工作原理比较理解。具有较好的动手能力，对电力电子器件的识别和选用基本正确。基本能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案，基本能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、 | 电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理基本掌握，对开关电源的组成，变频器的组成以及工作原理基本理解。动手能力一般，电力电子器件选择和使用有少许的错误。能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案但不能在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 对电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理，以及对开关电源的组成，变频器的组成和工作原理几乎没有掌握。动手能力较差，不能正确选择和识别电力电子器件。不能设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案。 |

|   |          |               |  |  |
|---|----------|---------------|--|--|
| 案,设计满足用户特定需求的电气设备与电力系统,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 等诸方面的因素。 | 安全、环保等诸方面的因素。 |  |  |
|---|----------|---------------|--|--|

期末考试(百分制)闭卷,题型包括:选择题、填空题、简答题、分析计算题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|     | 基本要求   | 评价标准  |  |   |   | 比例(%) |
|-----|--|---|--|---|---|-------|
|     |  | 优秀(0.9-1)   | 良好(0.7-0.89)   | 合格(0.6-0.69)  | 不合格(0-0.59)   |       |
| 目标1 | 熟悉电力电子器件的特性、主要参数、驱动及保护,熟悉单相可控整流、三相可控整流电路的组成并了解其工作原理,了解触发电路的类型;理解交流调压电路的组成并了解其工作原理,理解开关电源的组成;熟悉变频器的组成并了解其工作原理。            | 电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理掌握的十分清晰,对开关电源的组成,变频器的组成以及工作原理理解的十分透彻。                             | 电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理掌握的比较清晰,对开关电源的组成,变频器的组成以及工作原理比较理解。                         | 电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理基本掌握,对开关电源的组成,变频器的组成以及工作原理基本理解。                                 | 对电力电子器件相关知识、各种电路的工作原理,以及对开关电源的组成,变频器的组成和工作原理几乎没有掌握。 | 40    |
| 目标2 | 能正确识别、选用电力电子器件,能组建、调试单节晶体管触发电路和简单的直流调速系统;能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案,设计满足用户特定需求的电气设备与电力系统,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 具有非常好的动手能力,能够正确的识别和选用电力电子器件;能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案,能够在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 具有较好的动手能力,对电力电子器件的识别和选用基本正确;基本能设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案,基本能够在设计环节中体现创新意识,等诸方面的因素。 | 动手能力一般,电力电子器件选择和使用的有少许的错误;能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案但不能在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 动手能力一般,电力电子器件选择和使用的有少许的错误;不能设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案。  | 60    |

注:该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为:考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电力电子技术》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |   |  |                |       |  |       |  |       |  |
|--|---|--|----------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| 课程名称   | 电力电子技术  | 课程性质   | 专业基础, 必修       | 学时学分  | 48/3   |       |  |       |  |
| 开课学期   | 第五个学期   | 专业班级   | 自动化            | 考核方式  | 考试, 闭卷   |       |  |       |  |
| 任课教师:<br>评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师  |   |  |                |       |  |       |  |       |  |
| 二、课程目标达成评估   |   |  |                |       |  |       |  |       |  |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源  |                |       |  |       |  |       |  |
|  |   | 评价依据   | 分值             | 平均分   | 达成值评价方式  |       |  |       |  |
| 1.2 掌握本专业所需的电路、电力电子和计算机编程相关知识, 能够应用于自动化工程问题中的设计、开发、制造与维护                             | 目标 1: 熟悉电力电子器件的特性、主要参数、驱动及保护, 熟悉单相可控整流、三相可控整流电路的组成并了解其工作原理, 了解触发电路的类型; 理解交流调压电路的组成并了解其工作原理, 理解开关电源的组成; 熟悉变频器的组成并了解其工作原理。            | 期末考试:<br>电力电子器件基本知识、整流电路工作原理<br>交流调压电路工作原理、开关电源、变频器组成 (40 分) | T10=15<br>试题构成 | T1=12 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81               |       |  |       |  |
|  |   |  | T20=10<br>试题构成 |       |  | T2=8  | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81 |       |  |
|  |   |  | T30=15<br>试题构成 |       |  |       |  | T3=12 | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81 |
|  |   | 平时作业   | A10=100        | A1=85 | $\frac{T1+T2+T3}{T10+T20+T30} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81 |       |  |       |  |
| 3.2 能够对复杂的自动化工程问题设计合理的总体及各子问题的解决方案, 设计满足信息获取、传输、控制和输出等需求的系统、单元 (部件), 并能够在设计环节中体现创新意识 | 目标 2: 能正确识别、选用电力电子器件, 能组建、调试单节晶体管触发电路和简单的直流调速系统; 能够设计针对电气工程领域复杂工程问题的解决方案, 设计满足用户特定需求的电气设备与电力系统, 并能够在设计环节中体现创新意识, 考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 期末考试:<br>DC/DC、DC/AC<br>AC/DC、AC/AC<br>电路工作原理及分析 (60 分)      | T40=18<br>试题构成 | T4=14 | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80               |       |  |       |  |
|  |   |  | T50=14<br>试题构成 |       |  | T5=11 | $\frac{T5}{T50} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80 |       |  |
|  |   |  | T60=14<br>试题构成 |       |  |       |  | T6=11 | $\frac{T6}{T60} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80 |
|  |   |  | T70=14<br>试题构成 |       |  |       |  |       |  |
|  |   | 平时作业   | A20=100        | A2=85 | $\frac{T4+T5+T6+T7}{T40+T50+T60+T70} * 0.7 +$                        |       |  |       |  |
|  |   | 平时作业   | A30=100        | A3=85 | $\frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80                                      |       |  |       |  |
| 三、课程评价与分析  |   |  |                |       |  |       |  |       |  |

|         |  |
|---------|--|
| 存在的主要问题 |  |
| 持续改进方法  |  |

## 八、教材和参考书

1. 廖冬初主编,《电力电子技术》,华中科技大学出版社,2015
2. 王兆安主编,《电力电子技术》,第5版,机械工业出版社,2016
3. 南余荣主编,《电力电子技术》,第2版,电子工业出版社,2021
4. 贺益康主编,《电力电子技术》,第3版,科学出版社,2019

## 《现代控制理论》教学大纲

课程名称: 现代控制理论 (Modern Control Theory)

课程编码: 1501ZY012

课程类别: 工程基础-必修

学 分: 2.5 分

总 学 时: 40 学时, 理论学时: 40 学时

适用专业: 自动化、自动化产业班

先修课程: 高等数学、线性代数、自动控制原理

执 笔 人: 吴凌云

审 订 人: 朱清祥

### 一、课程性质

《现代控制理论》是自动化专业学生在学习《自动控制原理》课程后的一门后续专业基础课, 必修课。

本课程是以状态空间分析方法为主, 研究系统状态的运动规律, 并按要求的各种指标对系统进行综合与设计。通过本课程的学习, 使学生了解现代控制理论的体系结构, 掌握利用状态空间模型分析系统特性和系统综合的方法, 建立最优控制问题的基本概念, 为今后从事工程实践和科研开发奠定理论基础。

### 二、课程目标

#### (一) 育人目标

紧紧围绕坚定学生理想信念, 以爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线, 将育人要素嵌入到自动控制原理课堂教学中。通过积极培育和践行社会主义核心价值观, 运用马克思主义哲学的方法论, 引导学生正确做人和做事; 注重在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来, 提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力; 注重强化学生工程伦理教育, 培养学生精益求精的大国工匠精神, 激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。让学生成为德才兼备、又红又专、全面发展的人才。

#### (二) 知识和能力目标

课程目标 1: 了解现代控制理论的基本概念: 理解状态空间法、反馈控制、最优控制等概念, 了解控制一个动态系统的基本步骤。(支撑毕业要求 1.3)

课程目标 2: 掌握系统数学模型的建立: 理解控制系统数学模型含义, 系统数学模型的类型及相互关系, 并能够建立常用线性系统的状态空间表达式。(支撑毕业要求 2.1)

课程目标 3: 熟练掌握控制系统的分析与综合的方法: 掌握线性控制系统状态方程的求解方法; 熟练掌握控制系统的能控性和能观测性判别方法; 了解李亚普诺夫第一法, 理解李亚普诺夫意义下的稳定性的定义, 掌握利用李亚普诺夫第二法判断控制系统的稳定性; 了解综合问题的基本思路, 熟悉在已知系统的结构和参数的情况下, 确定反馈形式的控制, 使导出闭环系统的运动行为满足预先规定的性能指标的要求。(支撑毕业要求 2.2)

课程目标 4: 能够学会建立物理系统的理论模型, 并根据现代控制理论和 MATLAB 仿真解决实际问题, 进行团队合作, 使用文献检索等现代化工具, 拟定解决方案。(支撑毕业要求 4.1)

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 1.3 掌握本专业所需的检测与控制相关知识, 能够用于检测、信号处理、运动以及过程控制的工程问题设计与研究。   |
| 课程目标 2 | 2.1 能够运用控制理论、信号处理理论分析自动化系统中各单元模块的组成、工作原理及参数, 并对其进行表达与建模。 |
| 课程目标 3 | 2.2 能认识到解决自动化工程应用问题有多种方案, 能通过模型研究、文献研究分析寻求最优解决方案。        |
| 课程目标 4 | 4.1 能建立复杂自动化工程问题的理论模型, 拟定解决方案, 确定研究路线。                   |

### 三、基本要求

本课程详细介绍了建立控制系统数学模型的方法、运用状态空间分析法定量和定性分析及综合控制系统的基本理论、基本方法等。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系, 掌握高等数学、线性代数的基本知识, 具有良好的数学知识储备。

学生通过本课程的学习, 应熟练掌握控制系统数学模型的建立和求解方法; 理解控制系统能控性和能观性的含义, 熟练掌握秩判据和约旦规范型判据; 了解李亚普诺夫第一法, 理解李亚普诺夫意义下的稳定性的定义, 掌握利用李亚普诺夫第二法判断控制系统的稳定性; 了解综合问题的基本思路, 熟悉在已知系统的结构和参数的情况下, 确定反馈形式的控制, 使导出闭环系统的运动行为满足预先规定的性能指标的要求。

使学生能够正确理解和运用课程的基本概念和理论, 掌握一套较完整的分析, 设计控制系统方法。

通过课外研习, 学生分组进行本课程最新研究进展调研, 培养学生的团队协作、文献检索、语言表达陈述、沟通交流等能力。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容, 课时安排, 融入思政元素, 并说明教学重点与难点、主要教学模式(包括课堂授课、自学、课后练习、课堂讨论等)以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容 | 学时 | 思政元素 | 教学模式 | 对应课程 |
|----|------|----|------|------|------|
|    |      |    |      |      |      |

|   |                |    |  |                | 目标 |
|---|----------------|----|--|----------------|----|
| 0 | 绪论             | 2  | 通过对控制理论发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,引导学生向老一辈科学家学习,激发学生科技强国的使命感。         | 课堂授课, 课堂讨论     | 1  |
| 1 | 控制系统的状态空间表达式   | 6  | 在教会学生用数学模型描述控制系统的方法时,引导学生学习辩证唯物主义的世界观和方法论,学会在工作中抓主要矛盾。           | 课堂授课, 课后练习 2 题 | 2  |
| 2 | 系统状态空间表达式的解    | 6  | 可通过求解系统零输入响应和零状态响应的思路,引导学生运用好内因和外因的辩证关系。                         | 课堂授课, 课后练习 1 题 | 3  |
| 3 | 线性控制系统的能控性和能观性 | 10 | 通过讲解能控性和能观性的判别方法,引导学生学习定性和定量分析问题的特点,从而学会去伪存真、由表及里,认识事物本质,揭示内在规律。 | 课堂授课, 课后练习 3 题 | 3  |
| 4 | 稳定性与李亚普诺夫方法    | 6  | 稳定性是控制系统正常工作的首要条件。以此教育学生遵纪守法,牢记使命担当,守护稳定和谐的社会。                   | 课堂授课, 课后练习 2 题 | 3  |
| 5 | 线性定常系统的综合      | 10 | 通过讲述控制系统设计的基本思想,培养学生坚持实践是检验真理的唯一标准。                              | 课堂授课, 课后练习 1 题 | 4  |

## 第 0 章 绪论

1. 课程简介
2. 什么是自动控制理论
3. 自动控制理论的两个基本主题
4. 自动控制理论的发展
5. 本课程的基本内容

本章重点:

理解反馈控制、最优控制等概念;

了解经典控制理论和现代控制理论的特点。

能力: 能够将控制系统的基本概念、性能要求用于分析多变量控制系统的复杂工程问题。

## 第 1 章 控制系统的状态空间表达式

1. 状态空间变量及状态空间表达式
2. 状态空间表达式的建立
3. 状态向量的线性变换
4. 从状态空间表达式求传递函数
5. 组合系统的状态空间表达式

本章重点:

根据系统的方框图列写状态空间表达式;

从系统的基本原理推导状态空间表达式;

根据传递函数或高阶微分方程列写状态空间表达式。

能力: 能够推导实际物理系统的数学模型。

## 第2章 系统状态空间表达式的解

1. 线性定常齐次状态方程的解
2. 状态转移矩阵
3. 线性定常非齐次状态方程的解
4. 线性时变系统状态方程的解

本章重点：

掌握指数矩阵函数或状态转移矩阵的计算方法。

能力：从系统的数学模型出发，用微分方程求解的理论，分析系统的输出响应。

## 第3章 线性控制系统的能控性和能观性

1. 线性定常系统的能控性
2. 线性定常系统的能观性
3. 线性时变系统的能控性与能观性
4. 能控性与能观性的对偶关系
5. 状态空间表达式的能控能观标准型
6. 线性系统的结构分解

本章重点：

理解系统能控性与能观测性的含义；

掌握系统能控性与能观测性的判据方法和结构分解。

能力：从系统的状态空间模型出发，根据系统能控性与能观测性，对系统进行结构性分析。

## 第4章 稳定性与李亚普诺夫方法

1. 李亚普诺夫关于稳定性的定义
2. 李亚普诺夫第一法
3. 李亚普诺夫第二法
4. 李亚普诺夫方法在线性系统中的应用
5. 李亚普诺夫方法在非线性系统中的应用

本章的重点：

理解稳定性的几个定义和李亚普诺夫函数的符号性质；

掌握李亚普诺夫稳定性判据和李亚普诺夫方程的应用。

能力：从系统的状态空间模型出发，根据线性代数理论，应用李亚普诺夫方程和希尔维斯特判据，判别系统的稳定性。

## 第5章 线性定常系统的综合

1. 线性反馈控制系统综合的基本概念
2. 极点配置问题
3. 系统镇定问题
4. 系统解耦问题
5. 状态观测器
6. 利用状态观测器实现状态反馈的系统

本章重点：

了解系统性能指标的类型和进行综合问题的基本思路；

熟练掌握状态反馈系统的极点配置、输出反馈系统的极点配置；  
掌握状态观测器的设计。

能力：根据控制系统综合的概念和方法，通过设计控制器，寻求改善系统性能的各种控制规律，使系统的各项性能指标得到满足和优化。

## 五、教学方法

本课程理论性强、内容抽象，讲述过程中应注意举例说明。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、上机实践等相结合的教学方式方法，使学生能够掌握知识点。主要教学环节包括课堂讲授和习题练习。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以 MATLAB 程序实例演示教学，以加深学生对学习内容的理解。

### 2. 课后作业和自学

课后，教师应有针对性的布置作业。学生通过完成作业加深对控制原理和方法的理解，增强运用基本理论分析实际系统的能力。通过习题课讲解作业的思路和课程的重点难点。

关于用 Matlab 进行控制系统辅助分析设计的方法，可安排学生课后自学和上机实践。

给学生推荐网络教学资源：国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、编程论坛，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

## 六、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业、课堂互动及考勤等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准  |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |
| 理解状态空间法、反馈控制、最优控制等基本概念，熟练掌握线性系统的状态空间模型建立和求解的方法；熟练掌握能控性与能观性秩判据和约旦规范型判据的方法。<br>掌握利用李亚普诺夫第一法和第二法判断控制系统的稳定性；熟悉综合问题的基本思路，掌握分析和设计控制系统方法。 | 能够熟练掌握线性系统建模和求解的方法；现代控制理论的基本知识点非常清晰。<br>能正确利用李亚普诺夫第一法和第二法判断控制系统的稳定性；熟练掌握分析和设计控制系统的方法。 | 能够较为熟练地掌握线性系统建模和求解的方法；现代控制理论的基本知识点清晰。<br>能够利用李亚普诺夫第一法和第二法判断控制系统的稳定性；掌握分析和设计控制系统的方法。 | 基本掌握线性系统建模和求解的方法；现代控制理论的基本知识点较清晰。<br>能够利用李亚普诺夫第一法和第二法判断控制系统的稳定性；基本掌握分析和设计控制系统的方法。 | 没有掌握线性系统建模和求解的方法；对现代控制理论的基本知识点不够理解。<br>不能利用李亚普诺夫第一法和第二法判断控制系统的稳定性；没有掌握分析和设计控制系统的方法。 |



期末考试（百分制）开卷，题型包括：选择题、分析计算题。

课程期末考试考核内容与要求

|      | 基本要求   | 评价标准  |   |  |   | 比例 (%) |
|------|--|---|---|--|---|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |        |
| 目标 1 | 了解现代控制理论的基本概念：理解状态空间法、反馈控制、最优控制等概念。  | 能够熟练掌握现代控制理论的基本概念。  | 能够较为熟练掌握现代控制理论的基本概念。  | 基本掌握现代控制理论的基本概念。   | 没有掌握现代控制理论的基本概念。  | 10     |
| 目标 2 | 掌握系统数学模型的建立和求解方法：理解控制系统数学模型含义，系统数学模型的类型及相互关系，并能够建立常用线性系统的状态空间表达式。                                    | 能够熟练掌握控制系统状态空间模型的建立和求解方法。                                   | 能够较为熟练掌握控制系统状态空间模型的建立和求解方法。                                 | 基本掌握控制系统状态空间模型的建立和求解方法。  | 没有掌握控制系统状态空间模型的建立和求解方法。                                       | 15     |
| 目标 3 | 熟练掌握控制系统的分析与综合的方法；掌握状态空间模型的求解方法；熟练掌握控制系统的能控性和能观测性判别方法；掌握利用李亚普诺夫方法判断控制系统的稳定性；掌握控制系统综合的方法，使系统性能指标满足要求。 | 状态空间模型的求解方法、控制系统的能控性和能观测性判别方法、控制系统的稳定性分析、控制系统综合的方法等基本知识点清晰。 | 状态空间模型的求解方法、控制系统的能控性和能观测性判别方法、控制系统的稳定性分析、控制系统综合的方法等基本知识较清晰。 | 对状态空间模型的求解方法、控制系统的能控性和能观测性判别方法、控制系统的稳定性分析、控制系统综合的方法等基本知识点掌握一般。 | 对状态空间模型的求解方法、控制系统的能控性和能观测性判别方法、控制系统的稳定性分析、控制系统综合的方法等基本知识点不清楚。 | 60     |
| 目标 4 | 能够建立物理系统的理论模型，并根据现代控制理论和 MATLAB 仿真解决实际问题的，进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。                                | 能进行团队合作，具有使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力强。能熟练运用现代控制理论原理解决工程实际问题。     | 能进行团队合作，具有使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力强。能较为熟练运用现代控制理论原理解决工程实际问题。   | 具备一定的团队合作精神，具有使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力。能运用现代控制理论原理解决工程实际问题的能力。    | 不具备团队合作精神和使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力。运用现代控制理论原理解决工程实际问题的能力差。       | 15     |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《现代控制理论》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |                              |  |                   |      |   |
|---|------------------------------|--|-------------------|------|---|
| 课程名称  | 现代控制理论                       | 课程性质                                     | 工程基础，必修           | 学时学分 | 40/2.5  |
| 开课学期  | 第六个学期                        | 专业班级                                     | 自动化及自动化产业班        | 考核方式 | 考试，开卷   |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师                                |                              |  |                   |      |   |
| 二、课程目标达成评估  |                              |  |                   |      |   |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标                         | 评价数据源                                    |                   |      |   |
|   |                              | 评价依据                                     | 分值                | 平均分  | 达成值 $K_M$ 评价方式  |
| 毕业要求 1.3: 掌握本专业所需的检测与控制相关知识，能够用于检测、信号处理、运动以及过程控制的工程问题设计与研究。 | 目标 1: 了解现代控制理论的基本概念。         | 期末考试：控制的基本概念（10分）                        | T10=10<br>试题构成说明： | T1=  | $\frac{T_1}{T_{10}} \times 0.7 + \frac{A_1}{A_{10}} \times 0.3 =$ |
|   |                              | 平时作业                                     | A10=100           |      |   |
| 毕业要求 2.1 能够运用控制理论、信号处理理论分析自动化系统中各单元模块的组成、工作原理及参数，并对其表达与建模。  | 目标 2: 熟练掌握系统状态空间模型的建立。       | 期末考试：建立线性系统的状态空间表达式。（15分）                | T20=15<br>试题构成说明： | T2=  | $\frac{T_2}{T_{20}} \times 0.7 + \frac{A_2}{A_{20}} \times 0.3 =$ |
|   |                              | 平时作业                                     | A20=100           |      |   |
| 毕业要求 2.2 能认识到解决自动化工程应用问题有多种方案，能通过模型研究、文献研究分析寻求最优解决方案。       | 目标 3: 熟练掌握控制系统的分析与综合的方法。     | 期末考试：数学模型的求解、能控性和能观测性判别、控制系统的稳定性分析。（60分） | T30=60            | T3=  | $\frac{T_3}{T_{30}} \times 0.7 + \frac{A_3}{A_{30}} \times 0.3 =$ |
|   |                              | 平时作业                                     | A30=100           |      |   |
| 毕业要求 4.1 能建立复杂自动化工程问题的理论模型，拟定解决方案，确定研究路线。                   | 目标 4: 能熟练运用现代控制理论原理解决工程实际问题。 | 期末考试：控制系统的综合。（15分）                       | T40=15            | T4=  | $\frac{T_4}{T_{40}} \times 0.7 + \frac{A_4}{A_{40}} \times 0.3 =$ |
|   |                              | 平时作业                                     | A40=100           |      |   |
| 三、课程评价与分析   |                              |  |                   |      |   |
| 存在的主要问题   |                              |  |                   |      |   |
| 持续改进方法  |                              |  |                   |      |   |

### 七、教材和参考书

推荐教材：

1、赵明旺 王杰 江卫华主编，《现代控制理论》，华中科技大学出版社，2007年。

主要教学参考书：

2、刘豹 唐万生主编，《现代控制理论》（第3版），机械工业出版社，2007年。

3、胡皓等主编，《现代控制理论》，清华大学出版社，2014年。

4、周军、周凤岐、郭建国编，《现代控制理论基础》（第2版），西北工业大学出版社，2020年。

## 《运动控制系统》教学大纲

课程名称：运动控制系统（Motion control systems）

课程编码：1501ZY013

课程类别：专业基础课程-必修

学 分：3分

总 学 时：48学时，其中，理论学时：40学时；实验学时：8学时

适用专业：自动化专业

先修课程：自动控制理论、电力电子技术、电机学、电机与拖动

执 笔 人：张耕培

审 订 人：朱清祥

### 一、课程性质

《运动控制系统》是自动化专业的专业课，必修。

本课程应用自动控制理论解决运动控制系统的分析和设计问题，通过本课程的学习，使学生掌握电力拖动控制的基本概念、基本理论，掌握常见自动控制系统方案组成、工作原理、工程应用等方面知识，在教学与实践过程中注重学生知识的综合应用能力、新技术应用能力的培养。《运动控制系统》是自动化专业一门重要的专业基础课程。

### 二、课程目标

#### （一）育人目标

从培养学生的辩证思维方式，爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手，将育人要素和运动控制系统专业知识嵌入到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，利用运动控制系统实际应用研究学习科技自信及爱国主义情怀，师生互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质和职业道德，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

#### （二）知识和能力目标

1、熟悉运动控制系统的特性、主要参数，熟悉单闭环调速系统、双闭环调速系统、脉宽调速系统和位置随动系统的组成结构、其工作原理。（支撑毕业要求 1.4）

2、能够根据实际生产要求设计相应的运动控制系统，计算系统稳态和动态性能指标，对系统进行稳态分析和动态分析。学会搜集资料，阅读资料和利用资料。（支撑毕业要求 2.3）

3、能够设计针对电力拖动领域复杂控制工程问题的解决方案，设计满足用户特定需求的运动控制系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。（支撑毕业要求 3.3）

4.能够针对电力拖动领域复杂控制工程问题设计合理的算法，搭建实验平台，分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。（支撑毕业要求 4.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.4 能将自动化工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法，用于解决自动化设备与系统的设计、开发、制造和维护。   |
| 课程目标 2 | 2.3 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理，借助文献研究，评价自动化工程领域中复杂工程问题分析过程中的影响因素，给出正确的自动化工程领域中复杂工程问题解决方案，并评价解决方案的合理性。 |
| 课程目标 3 | 3.3 能够在解决方案的框架下，对所设计的方案进行优化，体现创新意识。   |
| 课程目标 4 | 4.2 能够根据研究路线设计可行的实验方案，选用或搭建实验平台，设计合理的算法，开展实验，正确地采集实验数据  |

### 三、基本要求

本课程的内容涉及到单闭环调速系统、双闭环调速系统、脉宽调速系统和位置随动系统的稳态分析与设计、动态分析与设计。教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，通过本课程的学习，培养学生

- 1、了解电力拖动控制技术的发展概况、技术动向和新的应用领域。
- 2、了解与熟悉运动控制系统的工作机理、主要参数和设计方法。
- 3、理解和掌握运动控制系统稳态分析与设计、动态分析与设计原理和方法，并能进行初步的系统设计。
- 4、具有一定的运动控制系统实验和调试的能力。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点、主要教学模式（包括授课、自学、实验、课堂讨论、作业等）。

| 章节 | 教学内容        | 学时 | 思政元素  | 教学模式               | 对应课程目标   |
|----|-------------|----|---|--------------------|----------|
| 1  | 闭环控制的直流调速系统 | 10 | 讲述闭环控制的直流调速系统过程中，对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 课程目标 1、2 |
| 2  | 多环控制的直流调速系统 | 12 | 讲述多环控制直流调速系统过程中，对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。  | 课堂授课，课后练习 2 题，课堂讨论 | 课程目标 2、3 |
| 3  | 可逆调速系统      | 8  | 讲述可逆调速系统过程中，对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激  | 课堂授课，课堂讨论          | 课程目标 3、4 |

|   |          |   |  |                        |          |
|---|----------|---|--|------------------------|----------|
|   |          |   | 发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。   |                        |          |
| 4 | 直流脉宽调速系统 | 6 | 讲述直流脉宽调速系统过程中，对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读，激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课，<br>课堂讨论          | 课程目标 2、3 |
| 5 | 位置随动系统   | 4 | 讲述位置随动系统过程中，对电力拖动控制技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读，激发学生的爱国情怀和专业认同感，定位自己的社会责任，从而明确本课程学习的目标。   | 课堂授课，<br>课后练习 1 题，课堂讨论 | 课程目标 3、4 |

## 第一章 闭环控制的直流调速系统

主要内容：

- 1、晶闸管—电动机系统
- 2、反馈控制闭环调速系统的稳态分析和设计
- 3、反馈控制闭环调速系统的动态分析和设计
- 4、电压反馈电流补偿控制调速系统

本章重点：

了解和熟悉晶闸管—电动机系统的特性及问题

掌握反馈控制闭环调速系统的稳态分析、参数计算和设计方法

掌握反馈控制闭环调速系统的动态分析、稳定判定、动态校正和参数计算

掌握电压反馈电流补偿控制调速系统的工作原理和反馈控制规律

能力：能够将单闭环控制系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析运动控制系统的复杂工程问题。

## 第二章 多环控制的直流调速系统

主要内容：

- 1、转速、电流双闭环调速系统及其静特性
- 2、双闭环调速系统的动态性能
- 3、调节器的工程设计方法
- 4、双闭环调速系统的工程设计方法
- 5、带转速微分负反馈的双闭环调速系统

本章重点：

掌握双闭环调速系统的结构、静特性和稳态参数计算

掌握双闭环调速系统的动态数学模型、起动过程分析、动态性能

掌握调节器的工程设计方法

掌握双闭环调速系统的工程设计方法

掌握用转速微分负反馈抑制转速超调的基本工作原理

能力：能够将双闭环控制系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析运动控制系统的复杂工程问题。

### 第三章 可逆调速系统

主要内容：

- 1、晶闸管—电动机可逆系统线路
- 2、晶闸管—电动机系统的回馈制动
- 3、有环流可逆调速系统
- 4、无环流可逆调速系统

本章重点：

- 了解晶闸管—电动机可逆系统线路的组成及环流问题
- 理解晶闸管—电动机系统回馈制动的工作状态
- 掌握有环流可逆调速系统的工作原理、制动过程分析、环流控制方法
- 掌握逻辑无环流可逆调速系统和错位控制无环流可逆调速系统的工作原理

能力：能够用可逆系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析运动控制系统的复杂工程问题。

### 第四章 直流脉宽调速系统

主要内容：

- 1、脉宽调制变换器
- 2、PWM 系统控制电路

本章重点：

- 掌握脉宽调制变换器的基本工作原理、机械特性
- 掌握脉宽调速系统控制电路的组成、工作原理和基极驱动电路

能力：能够用直流脉宽调速系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析运动控制系统的复杂工程问题。

### 第五章 位置随动系统

主要内容：

- 1、位置随动系统与位置检测
- 2、自整角机随动系统

本章重点：

- 掌握位置随动系统的结构、工作原理、位置信号检测方法
- 掌握基于自整角机的随动系统的结构、误差分析及参数计算

能力：能够用位置随动系统的基本概念、模型、主要性能指标用于分析运动控制系统的复杂工程问题。

## 五、实验与学时分配

实验项目与类型

| 序号 | 实验项目                  | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点   |
|----|-----------------------|----|------|----|----|----|--------|-------------|
|    |                       |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |             |
| 1  | 晶闸管直流调速系统主要单元调试实验（选做） | 2  |      | √  |    |    | 1、1    | 1.4、2.3     |
| 2  | 单闭环直流调速系统实验（选做）       | 2  |      |    | √  |    | 2、4    | 2.3、4.2     |
| 3  | 双闭环晶闸管直流调速系统实验（必做）    | 3  |      |    | √  |    | 2、3、4  | 2.3、3.3、4.2 |
| 4  | 双闭环直流脉宽调速系统实验（选做）     | 3  |      |    | √  |    | 2、3、4  | 2.3、3.3、4.2 |
| 5  | 逻辑无环流可逆直流调速           | 3  |      |    | √  |    | 2、3    | 2.3、3.3     |

|          |  |  |  |  |  |  |  |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|
| 系统实验（选做） |  |  |  |  |  |  |  |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|

#### 实验一 晶闸管直流调速系统主要单元调试实验（选做）

##### 1. 目的要求

熟悉直流调速系统主要单元部件的工作原理及调速系统对其提出的要求；掌握直流调速系统主要单元部件的调试步骤和方法。

##### 2. 主要实验仪器及材料

MCL 系列教学实验台主控制屏；MCL—18 组件；MCL—34 组件；MEL-11 挂箱；双踪示波器；万用表

##### 3. 掌握要点

晶闸管直流调速系统主要单元工作原理；晶闸管直流调速系统主要单元的调试方法。

##### 4. 实验内容

调节器的调试；电平检测器的调试；反号器的调试；逻辑控制器的调试。

#### 实验二 单闭环直流调速系统实验（选做）

##### 1. 目的要求

研究晶闸管直流电动机调速系统在反馈控制下的工作；研究直流调速系统中速度调节器 ASR 的工作及其对系统静特性的影响；学习反馈控制系统的调试技术。

##### 2. 主要实验仪器及材料

MCL 系列教学实验台主控制屏；MCL—18 组件；MCL—34 组件；MEL-11 挂箱；双踪示波器；万用表

##### 3. 掌握要点

单闭环直流调速系统的接线及工作原理；单闭环直流调速系统结构、参数和系统调试方法。

##### 4. 实验内容

各控制单元调试；测定开环机械特性及闭环静特性；闭环控制特性的测定；观察，记录系统动态波形。

#### 实验三 双闭环晶闸管直流调速系统实验（必做）

##### 1. 目的要求

了解双闭环不可逆直流调速系统的原理，组成及各主要单元部件的原理；熟悉电力电子及教学实验台主控制屏的结构及调试方法；熟悉 MCL-18, MCL-33 的结构及调试方法；掌握双闭环直流调速系统的调试步骤，方法及参数的整定。

##### 2. 主要实验仪器及材料

MCL 系列教学实验台主控制屏；MCL—18 组件；MCL—34 组件；MEL-11 挂箱；双踪示波器；万用表

##### 3. 掌握要点

双闭环直流调速系统的接线及工作原理；双闭环直流调速系统结构、参数和系统调试方法。

##### 4. 实验内容

各控制单元调试；测定电流反馈系数；测定开环机械特性及闭环静特性；闭环控制特性的测定；观察，记录系统动态波形。

#### 实验四 双闭环直流脉宽调速系统实验（选做）

##### 1. 目的要求

掌握双闭环可逆直流脉宽调速系统的组成、原理及各主要单元部件的工作原理；熟悉直流 PWM 专用集成电路 SG3525 的组成、功能与工作原理；熟悉 H 型 PWM 变换器的各种控制方式的原理与特点；掌握双闭环可逆直流脉宽调速系统的调试步骤、方法及参数的整定。

##### 2. 主要实验仪器及材料

教学实验台主控制屏；现代电力电子及直流脉宽调速组件；负载组件；直流调速控制单元组件；电机导轨及测速发电机（或光电编码器）、直流发电机；直流电动机；双踪示波器；万用表。

##### 3. 掌握要点

双闭环直流脉宽调速系统的接线及工作原理；双闭环直流脉宽调速系统结构、参数和系统调试方法。

##### 4. 实验内容

PWM 控制器 SG3525 性能测试；控制单元调试；系统开环调试；系统闭环调试；系统稳态、动态特性测试；H 型 PWM 变换器不同控制方式时的性能测试。

#### 实验五 逻辑无环流可逆直流调速系统实验（选做）

##### 1. 目的要求

了解并熟悉逻辑无环流可逆直流调速系统的原理和组成；掌握各控制单元的原理，作用及调试方法；掌握逻辑无环流可逆调速系统的调试步骤和方法；了解逻辑无环流可逆调速系统的静特性和动态特性

##### 2. 主要实验仪器及材料

MCL 系列教学实验台主控制屏；MCL—18 组件；MCL—34 组件；MEL-11 挂箱；双踪示波器；万用表

##### 3. 掌握要点

逻辑无环流可逆直流调速系统的接线及工作原理；逻辑无环流可逆直流调速系统结构、参数和系统调试方法。

##### 4. 实验内容

控制单元调试；系统调试；正反转机械特性  $n=f(I_d)$  的测定；正反转闭环控制特性  $n=f(I^*脚)$  的测定；系统的动态特性的观察。

学时分配：8 学时，其中 3 学时为必做，另外 5 学时从选做实验项目中根据需要选择

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的学科基础性课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方



式方法，达到使学生掌握运动控制系统基础知识的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生看电路和分析波形的目的，同时开展作业分析，精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

运动控制系统是一门实践性很强的课程。为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的动手能力和观察能力。本课程配合理论学习，安排有 8 学时的实验。实验课要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |  |  |   |
|---|--|--|--|---|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |
| 熟悉单闭环直流调速系统的结构、主要参数和性能指标，能够进行稳态分析和设计，能够进行动态分析和设计；<br>熟悉双闭环直流调速系统的结构、主要参数和性能指标，能够进行稳态分析和设计，能够进行动态分析和设计；<br>熟悉双闭环直流可逆调速系统的结构、主要参数和性能指标，能够进行系统调试、分析和设计；<br>熟悉直流脉宽调速系统的结构、主要参数和性能指标，能够进行系统调试、分析和设计； | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、主要参数和性能指标掌握得十分清晰，能够根据生产实际情况进行控制系统的稳态分析、设计和系统调试，能够根据生产实际情况对控制系统的进行动态分析、设计和系统调试；具有非常好的动手能力。 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、主要参数和性能指标掌握得比较清晰，基本能够根据生产实际情况进行控制系统的稳态分析、设计和系统调试，基本能够根据生产实际情况进行控制系统的动态分析、设计和系统调试，具有较好的动手能 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、主要参数和性能指标基本掌握，能够根据生产实际情况对控制系统进行基本的稳态分析和设计，基本的动态分析与设计。 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、主要参数和性能指标掌握程度不够，动手能力较差，没有设计一个完整的运动控制系统的基本能力。 |

|  |                                   |                                       |  |  |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| 熟悉直流位置随动系统的结构、主要参数和性能指标，能够对系统进行稳态误差分析和设计，能够进行系统调试、分析和设计。 | 能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 | 力，基本能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。 |  |  |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|--|--|

期末考试（百分制）闭卷，题型包括：选择题、填空题、简答分析题、分析计算题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求   | 评价标准  |   |   |  | 比例 (%) |
|------|--|---|---|---|--|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |        |
| 目标 1 | 熟悉单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标。              | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标掌握的十分清晰，理解的十分透彻。 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标掌握的比较清晰，理解的比较透彻。 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标掌握的基本清晰，理解的基本透彻。 | 对单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统的结构、工作原理、主要参数和性能指标掌握的不够清晰，理解不够。 | 20     |
| 目标 2 | 单闭环直流调速系统、双闭环直流调速系统、可逆调速系统、直流脉宽调速系统、位置随动系统进行稳态分析设计，进行动态分析设计，学会搜集资料，阅读资料和利用资料 | 具有非常好的动手能力，能够对控制系统正确地进行稳态分析设计，动态分析设计  | 具有较好的动手能力，对控制系统稳态分析设计和动态分析设计基本正确  | 动手能力一般，对控制系统稳态分析设计和动态分析设计有少许的错误。  | 动手能力一般，对控制系统行稳态分析设计和动态分析设计错误很多。  | 40     |
| 目标 3 | 能够根据生产实际要求设计系统解决方案，设计满足用户特定需求的运动控制系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。      | 能够根据生产实际要求设计系统解决方案，设计满足用户特定需求的运动控制系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安                   | 基本能够根据生产实际要求设计系统解决方案，设计基本满足用户特定需求的运动控制系统，并能够在设计环节中基本体现创新意识，考虑成                | 基本能够根据生产实际要求设计系统解决方案，不能在设计环节中体现创新意识，考虑成本、安全、环保等诸方面的因素。                        | 不能根据生产实际要求设计系统解决方案。  | 40     |

|  |  |              |                 |  |  |  |
|--|--|--------------|-----------------|--|--|--|
|  |  | 全、环保等诸方面的因素。 | 本、安全、环保等诸方面的因素。 |  |  |  |
|--|--|--------------|-----------------|--|--|--|

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《运动控制系统》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |  |  |                  |       |   |  |
|---|--|--|------------------|-------|---|--|
| 课程名称  | 运动控制系统   | 课程性质   | 专业基础，必修          |       | 学时学分  | 48/3   |
| 开课学期  | 第六个学期  | 专业班级   | 自动化              |       | 考核方式  | 考试，开卷  |
| 任课教师：   |  |  |                  |       |   |  |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师   |  |  |                  |       |   |  |
| 二、课程目标达成评估  |  |  |                  |       |   |  |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源  |                  |       |   |  |
|   |  | 评价依据   | 分值               | 平均分   | 达成值评价方式   |  |
| 1.4 能将自动化工程领域中的专业知识和建立数学模型的方法,用于解决自动化设备与系统的设计、开发、制造和维护。   | 目标 1: 熟悉运动控制系统的特性、主要参数,熟悉单闭环调速系统、双闭环调速系统和位置随动系统的组成结构、其工作原理。                | 期末考试:<br>运动控制系统的基本知识、工作原理 (33分)                                  | T10=18<br>试题构成说明 | T1=14 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.80        |  |
|   |  |  | T20=15<br>试题构成说明 |       | T2=12   | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.80 |
|   |  | 平时作业   | A10=100          | A1=85 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.80 |  |
| 2.3 能运用数学、自然科学和工程科学的基本原理,借助文献研究,评价自动化工程领域中复杂工程问题分析过程中的影响因素,给出正确的自动化工程领域中复杂工程问题解决方案,并评价解决方案的合理性。 | 目标 2: 能够根据实际生产要求设计相应的运动控制系统,计算系统稳态和动态性能指标,对系统进行稳态分析和动态分析。学会搜集资料,阅读资料和利用资料。 | 期末考试:<br>单闭环直流调速系统、可逆调速系统、位置随动系统、双闭环直流调速系统、直流脉宽调速系统工作原理及分析 (37分) | T30=21<br>试题构成说明 | T3=17 | $\frac{T3}{T30} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.81        |  |
|   |  |  | T40=16<br>试题构成说明 |       | T4=12   | $\frac{T4}{T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.79 |
|   |  | 平时作业   | A20=100          | A2=85 | $\frac{T3+T4}{T30+T40} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.80 |  |

|                                    |  |               |                      |       |   |
|------------------------------------|--|---------------|----------------------|-------|---|
| 3.3 能够在解决方案的框架下,对所设计的方案进行优化,体现创新意识 | 目标 3: 设计/开发解决方案: 能够设计针对电力拖动领域复杂控制工程问题的解决方案,设计满足用户特定需求的运动控制系统,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑成本、安全、环保等诸多方面的因素。 | 期末考试<br>(30分) | T50=15<br>试题构成<br>说明 | T5=12 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81        |
|                                    |  |               | T60=15<br>试题构成<br>说明 | T6=12 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81        |
|                                    |  | 平时作业          | A30=100              | A3=85 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$<br>=0.81 |
| 三、课程评价与分析                          |  |               |                      |       |   |
| 存在的主要问题                            |  |               |                      |       |   |
| 持续改进方法                             |  |               |                      |       |   |

## 八、教材和参考书

- 1、阮毅、杨影、陈伯时主编,《电力拖动自动控制系统——运动控制系统》第5版,机械工业出版社,2017年
- 2、潘月斗、李擎、李华德主编,《电力拖动自动控制系统》第3版,机械工业出版社,2020年
- 3、班华主编,《运动控制系统》第2版,电子工业出版社,2019年

## 《过程控制系统及装置》教学大纲

课程名称: 过程控制系统及装置 (Process Control Systems and Devices)

课程编码: 1501ZY030

课程类别: 专业课-必修

学 分: 3.5分

总 学 时: 56学时, 其中, 理论学时: 48学时; 实验学时: 8学时

适用专业: 自动化、自动化产业班

先修课程: 模拟电子技术、数字电子技术、电路理论、感测技术、自动控制原理

执 笔 人: 杨三青

审 订 人: 周永乾

### 一、课程性质

《过程控制系统及装置》是自动化专业主干专业必修课程。

该课程全面讲述了过程控制的基本理论、分析方法和工程应用技术,系统介绍了过程控制系统的数学模型、测控仪表、调节规律,在此基础上详细介绍了基本过程控制系统、复杂过程控制系统和计算机控制的设计方法及特点。通过本课程的学习,学生应掌握过程控制的理论、仪表选型和使用等工程设计和生产投运的知识,具备一定的工程应用能力。能正确处理过程控制领域出现的简单工程问题,并能根据工艺要求与技术人员共同讨论,设计出合理

的过程控制系统方案，并在生产过程中投入运行。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

紧紧围绕坚定学生理想信念，以爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线，将育人要素嵌入到过程控制系统及装置课堂教学中。培育学生社会主义核心价值观，运用马克思主义方法论，树立远大理想，务实精神；注重在课程教学中把马克思主义立场、观点、方法应用到提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力；强化学生工程伦理教育，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。让学生成为德才兼备、又红又专、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1. 了解过程控制技术发展历程，掌握过程控制系统及装置的基本概念；控制系统性能指标。（支撑毕业要求 1.3）

2. 熟练掌握测量仪表和控制仪表使用方法，包括温度、压力、液位、流量、成分变送器的原理、特点及应用，变送器二线制、四线制的概念，零点调整和满度调整方法；PID 调节器调节规律，DDZ-III 电动调节器、调节阀的原理、使用方法。（支撑毕业要求 2.1）

3. 熟练掌握单回路控制系统的设计和参数整定技术；掌握串级、均匀、比值、前馈、大纯滞后、分程、解耦等复杂控制系统设计。（支撑毕业要求 2.3）

4. 能够根据过程控制系统技术解决实际需求，进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。（支撑毕业要求 2.3）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点                                       |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.3 掌握本专业所需的信号检测与控制相关知识，能够用于解决运动控制、过程控制的复杂问题。 |
| 课程目标 2 | 2.1 能识别自动化领域复杂工程问题的关键环节和参数。                   |
| 课程目标 3 | 2.3 能根据模型对系统性能进行综合分析。                         |

## 三、基本要求

本课程详细介绍测量仪表和控制仪表的工作原理、使用方法；包括温度、压力、液位、流量、成分变送器的原理、特点及应用，变送器二线制、四线制的概念，零点调整和满度调整方法；PID 调节器调节规律，DDZ-III 电动调节器、调节阀的原理、使用方法等。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，掌握电路理论、模拟电子技术、数字电子技术、单片机原理及应用、感测技术、自动控制原理的基本知识，具有良好的专业基础知识储备。

学生通过本课程的学习，应熟练掌握仪表选型、单回路控制系统的设计和参数整定技术，能按国际标准设计过程控制系统工艺流程图，具有控制系统方案设计能力；掌握串级、均匀、比值、前馈、大纯滞后、分程、解耦等复杂控制系统设计规范。

使学生能够正确理解和运用课程的基本概念和理论，掌握一套较完整的分析，设计过程控制系统方法。

通过课外研习，学生分组进行本课程最新研究进展调研，培养学生的团队协作、文献检索、语言表达陈述、沟通交流等能力。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、实验、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容        | 学时 | 思政元素   | 教学模式                 | 对应课程目标 |
|----|-------------|----|--|----------------------|--------|
| 1  | 绪论          | 4  | 通过对过程控制发展历程中的重要事件的分析解读,引导学生树立科技强国的意识。        | 课堂授课, 课后练习 2 题, 课堂讨论 | 1      |
| 2  | 测量仪表及变送器    | 12 | 学习涡街流量计介绍其理论创始人钱学森, 颂扬科技报国精神。                | 课堂授课, 课后练习 3 题       | 1      |
| 3  | 控制仪表原理与应用   | 12 | 依据控制算法, 宣扬辩证唯物主义的方法论。                        | 课堂授课, 课后练习 3 题,      | 2      |
| 4  | 被控对象数学模型的建立 | 6  | 物质世界的普遍联系的科学世界观。                             | 课堂授课, 课后练习 3 题, 实验   | 2      |
| 5  | 简单控制系统设计    | 6  | 尊重自然规律的唯物史观, 培养学生建立社会主义的道路自信、理论自信、制度自信、文化自信。 | 课堂授课, 课后练习 3 题, 实验   | 3      |
| 6  | 复杂控制系统设计    | 8  | 通过讲述复杂控制系统设计思想, 培养学生认识到前途光明, 道路曲折的人生观。       | 课堂授课, 课后练习 6 题, 实验   | 3      |

##### 第一章 绪论

- 1、过程控制系统组成
- 2、基本过程控制系统方框图
- 3、过程控制系统品质指标

本章重点:

- 了解自动控制代替手工控制原理
- 掌握过程控制系统组成方框图画法
- 熟悉过程控制系统单项性能指标和多项性能指标。

能力: 将自动控制理论用于过程控制。

##### 第二章 测量仪表及变送器

- 1、变送器公共特性
- 2、变送器性能及分类
- 3、各种变送器原理、特点及应用中的注意事项

本章重点:

- 掌握变送器二线制、四线制的概念, 特点及限制条件
- 掌握变送器的零点调整和满度调整方法
- 掌握温度、压力、液位、流量、成分变送器的原理、优缺点、应用中的注意事项。

能力: 依据各种物理和化学方法设计的测量仪表, 开阔视野, 力争创新设计新仪表。

##### 第三章 控制仪表原理与应用

- 1、调节器原理与应用
- 2、执行器原理与应用

本章重点：

熟悉调节规律与过度过程的关系

掌握 DDZ-III 电动调节器原理

了解智能调节器概况

掌握气动执行机构，电动执行机构，电气转换器，电气阀门定位器，调节阀原理与工程设计。

能力：根据模拟电路运算放大器基本知识，分析 DDZ-III 电动调节器电路原理，进而学会其基本功能和操作方法。

#### 第四章 被控对象数学模型的建立

1、各种被控对象特点

2、数学描述基本方法

3、数学模型的建立

本章重点：

掌握理论和实验法建立被控对象数学模型的基本方法

掌握阶跃响应曲线和脉冲响应曲线法等实验方法求取对象数学模型

掌握液位、温度、压力对象的理论建模。

能力：依据物料平衡和能量平衡采用数学方法求取被控对象数学模型。

#### 第五章 简单控制系统设计

1、测量变送器选型

2、调节器调节规律选择及参数整定

3、调节阀选型设计

4、分析控制通道和扰动通道特性，确定被控量和控制量

5、单回路控制系统流程图、方框图设计

6、系统投运方法

本章的重点：

四个环节的详细设计；

掌握调节阀气开气关特性的确定方法；

掌握调节器正反作用的确定方法。

能力：从各环节特性出发，根据控制系统负反馈要求，设计一个具体的工程应用，保证所要求的性能指标。

#### 第六章 复杂控制系统设计

1、串级控制系统设计；

2、前馈控制系统设计；

3、均匀控制系统设计；

4、比值控制系统设计；

5、分程控制系统设计；

6、大纯滞后控制系统设计；

本章重点：

了解复杂控制系统设计的目的；

掌握满足性能指标要求的超串级、前馈控制系统设计的方法和流程；

掌握特定需求的均匀、比值、分程控制系统设计的方法和流程；

能力：掌握复杂控制系统的设计方法，实现更高要求的控制技术，满足特定需求的工艺流程，解决更多的工程应用问题。

### 五、实验内容与学时分配

| 序号 | 实验项目           | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|----------------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |                |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |
| 1  | 单容液位对象数学模型实验建模 | 2  |      | √  |    |    | 1/2    | 1.3/2.1   |
| 2  | 双容液位对象数学模型实验建模 | 2  |      | √  |    |    | 2/3    | 2.1/2.3   |
| 3  | 单容液位控制系统参数整定   | 2  |      | √  |    |    | 2/3    | 2.1/2.3   |
| 4  | 双容液位控制系统参数整定   | 2  |      | √  |    |    | 2/3    | 2.1/2.3   |

### 实验项目与类型

#### 实验一 单容液位对象数学模型实验建模

##### 1. 目的要求

掌握实验法建立单容对象数学模型的方法，要求了解模型参数与实际设备之间的关系。

##### 2. 主要实验仪器及材料

过程控制实验装置、计算机各一台。

##### 3. 掌握要点

实验方法和步骤，正确记录实验数据。

##### 4. 实验内容

液位储罐液位的阶跃响应曲线；记录数据；对结果进行分析；完成实验报告。

#### 实验二 双容液位对象数学模型实验建模

##### 1. 目的要求

掌握实验法建立双容对象数学模型的方法，要求了解模型参数与实际设备之间的关系。

##### 2. 主要实验仪器及材料

过程控制实验装置、计算机各一台。

##### 3. 掌握要点

实验方法和步骤，正确记录实验数据。

##### 4. 实验内容

液位储罐液位的阶跃响应曲线；记录数据；对结果进行分析；完成实验报告。

#### 实验三 单容液位控制系统参数整定

##### 1. 目的要求

掌握单容储罐液位控制系统的构成，调节器参数整定的方法。

##### 2. 主要实验仪器及材料

过程控制实验装置、计算机各一台。

##### 3. 掌握要点

实验方法和步骤，正确记录实验数据，观察测试曲线，P、I、D 参数不同对过渡过程曲线如何影响。

##### 4. 实验内容

采用手动和自动两种方式将液位调到给定值，完成 P、PI、PID 三种调节规律不同参数下的液位控制实验，分别测试设定值输入和扰动输入两种形式的过渡过程曲线；记录数据；对结果进行分析；完成实验报告。



## 实验四 双容液位控制系统参数整定

### 1. 目的要求

掌握双容储罐液位控制系统的构成，调节器参数整定的方法。

### 2. 主要实验仪器及材料

过程控制实验装置、计算机各一台。

### 3. 掌握要点

实验方法和步骤，正确记录实验数据，观察测试曲线，P、I、D 参数不同对过渡过程曲线如何影响。

### 4. 实验内容

采用手动和自动两种方式将液位调到给定值，完成 P、PI、PID 三种调节规律不同参数下的液位控制实验，分别测试设定值输入和扰动输入两种形式的过渡过程曲线；记录数据；对结果进行分析；完成实验报告。

## 六、教学方法

本课程对理论和实践的要求都较高、从实际工程应用出发，多举应用例。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方式方法，使学生能够灵活的运用知识点。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师应有针对性的提出作业要求。学生通过完成作业加深对理论的理解，增强运用基本理论分析实际系统的能力。适时进行作业分析，精选精讲作业的重点难点。

关于用组态王软件进行系统设计和仿真的方法，可安排学生课后自学。

给学生推荐网络教学资源:国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、编程论坛，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

过程控制系统及装置是一门核心专业课。为了使学生加深对理论教学内容的理解，帮助学生更加直观地认识过程控制系统组成、设计和投运，训练学生的分析解决实际问题能力，本课程配合理论学习，安排有 8 学时的实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成所要求的实验。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |   |   |  |
|--|--|---|---|--|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| <p>掌握过程控制系统组成;掌握 5 种常用的测量变送器的工作原理、能正确选型。</p> <p>掌握调节阀的工作原理、结构特点、使用方法;调节器的调节规律、参数整定技术。</p> <p>掌握单回路控制系统、复杂控制系统的设计、分析、调试、运行技术</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具,拟定解决方案。进行团队合作,用过程控制技术解决实际工程需求。</p> | <p>能够熟练掌握过程控制系统各环节的设计;过程控制仪表及系统的基本知识点非常清晰。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具,拟定解决方案。进行团队合作,熟练运用过程控制技术解决工程实际需求。</p> | <p>能够较为熟练地掌握过程控制系统各环节的设计;过程控制仪表及系统的基本知识点较为清晰。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具,拟定解决方案。进行团队合作,能较为熟练地运用过程控制技术解决工程实际需求。</p> | <p>基本掌握过程控制系统各环节的设计;基本理解过程控制仪表及系统的基本知识点。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具,拟定解决方案。进行团队合作,基本能运用过程控制技术解决工程实际需求。</p> | <p>没有掌握过程控制系统各环节的设计;程控制仪表及系统的基本知识点理解错误。</p> <p>进行团队合作,使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力差。不具备运用过程控制技术解决实际工程需求的能力。</p> |

实验成绩评价标准

|            | 基本要求                                | 评价标准   |   |  |   |
|------------|-------------------------------------|--|---|--|---|
|            |                                     | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)                                      |
| 目标 1/2/3/4 | 能够根据实验项目 1~4 的内容开展实验,观察实验现象,分析实验结果。 | 能够根据《过程控制系统及装置》课程的基本原理开展实验,实验结果正确,结果分析全面。报告书写工整、清晰,符号、单位等符合规范。 | 能够根据《过程控制系统及装置》课程的基本原理开展实验,实验结果较正确,有结果分析。报告书写清晰,主要符号、单位等符合规范。 | 基本上能够根据《过程控制系统及装置》课程的基本原理开展实验,实验结果基本正确,部分结果分析。报告极小部分抄袭,符号、单位等基本规范。 | 基本上能够根据《过程控制系统及装置》课程的基本原理开展实验,实验结果不正确,无结果分析。报告抄袭。 |

期末考试(百分制)开卷,题型包括:填空题、简答题、综合题。

课程期末考试考核内容与要求

|      | 基本要求                             | 评价标准               |                      |                  |                  | 比例 (%) |
|------|----------------------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------|--------|
|      |                                  | 优秀 (0.9-1)         | 良好 (0.7-0.89)        | 合格 (0.6-0.69)    | 不合格 (0-0.59)     |        |
| 目标 1 | 了解过程控制系统的基本概念;掌握描述过程控制系统性能好坏的指标。 | 能够熟练掌握过程控制系统的基本概念。 | 能够较为熟练掌握过程控制系统的基本概念。 | 基本掌握过程控制系统的基本概念。 | 没有掌握过程控制系统的基本概念。 | 10     |

|     |   |  |   |  |   |    |
|-----|---|--|---|--|---|----|
| 目标2 | 熟练掌握测量仪表、控制仪表原理和使用；机理法和实验法建立被控对象数学模型。                     | 能够熟练掌握测量仪表、控制仪表原理和使用；机理法和实验法建立被控对象数学模型。              | 能够较为熟练掌握测量仪表、控制仪表原理和使用；机理法和实验法建立被控对象数学模型。             | 基本掌握测量仪表、控制仪表原理和使用；机理法和实验法建立被控对象数学模型。                  | 没有掌握测量仪表、控制仪表原理和使用；机理法和实验法建立被控对象数学模型。                   | 20 |
| 目标3 | 熟练掌握单回路控制系统设计方法，调节阀气开气关特性、调节器正反作用、参数整定。                   | 单回路控制系统设计方法，调节阀气开气关特性、调节器正反作用、参数整定的基本知识点非常清晰。        | 单回路控制系统设计方法，调节阀气开气关特性、调节器正反作用、参数整定的基本知识点较为清晰。         | 单回路控制系统设计方法，调节阀气开气关特性、调节器正反作用、参数整定的基本知识点掌握一般。          | 单回路控制系统设计方法，调节阀气开气关特性、调节器正反作用、参数整定的基本知识点理解错误。           | 50 |
| 目标4 | 能够根据过程控制技术设计复杂控制系统，解决更复杂的实际需求，进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。 | 进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力强。能熟练运用过程控制技术解决复杂工程实际需求。 | 能进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。能较为熟练地运用过程控制技术解决复杂工程实际需求。 | 具备一定的进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力。能运用过程控制技术解决复杂工程实际需求。 | 不具备进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力。运用过程控制技术解决复杂工程实际需求的能力差。 | 20 |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《过程控制系统及装置》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息                              |                          |                   |                       |     |  |        |
|---------------------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|-----|--|--------|
| 课程名称                                  | 过程控制系统及装置                | 课程性质              | 核心专业，必修               |     | 学时学分   | 56/3.5 |
| 开课学期                                  | 第六个学期                    | 专业班级              | 自动化及自动化产业班            |     | 考核方式   | 考试，开卷  |
| 任课教师：                                 |                          |                   |                       |     |  |        |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师                   |                          |                   |                       |     |  |        |
| 二、课程目标达成评估                            |                          |                   |                       |     |  |        |
| 课程目标支撑指标点                             | 课程目标                     | 评价数据源             |                       |     |  |        |
|                                       |                          | 评价依据              | 分值                    | 平均分 | 达成值 $KM_i$ 评价方式  |        |
| 毕业要求 1.3 掌握本专业所需的信号检测与控制相关知识，能够用于解决运动 | 目标 1：熟练掌握过程控制系统及装置的基本概念。 | 期末考试：控制的基本概念（30分） | T10=30<br>试题构成<br>说明： | T1= | $\frac{T_i}{T_{10}} \times 0.7 + \frac{A_i}{A_0} \times 0.3 =$ |        |

|                                  |   |                                  |         |     |   |
|----------------------------------|---|----------------------------------|---------|-----|---|
| 控制, 过程控制的复杂问题。                   |   | 平时作业                             | A10=100 | A1= |   |
| 毕业要求 2.1 能识别自动化领域复杂工程问题的关键环节和参数。 | 目标 2: 熟练掌握测量仪表、控制仪表原理和使用; 机理法和实验法建立被控对象数学模型。  | 期末考试: 测量仪表、控制仪表、被控对象数学模型建立。(30分) | T20=30  | T2= | $\frac{T_2}{T_{20}} \times 0.7 + \frac{A_2}{A_{20}} \times 0.3 =$ |
|                                  |   | 平时作业                             | A20=100 | A2= |   |
| 毕业要求 2.3 能根据模型对系统性能进行综合分析。       | 目标 3: 掌握常规过程控制系统设计方法, 调节阀气开气关特性、调节器正反作用、参数整定。 | 期末考试: 基本过程控制系统设计(40分)            | T30=40  | T3= | $\frac{T_3}{T_{30}} \times 0.7 + \frac{A_3}{A_{30}} \times 0.3 =$ |
|                                  |   | 平时作业                             | A30=100 | A3= |   |
| 三、课程评价与分析                        |   |                                  |         |     |   |
| 存在的主要问题                          |   |                                  |         |     |   |
| 持续改进方法                           |   |                                  |         |     |   |

## 八、教材和参考书

教材:

1、杨三青,《过程控制》, 华中科技大学出版社, 2015 年。

教学参考书:

1、郑辑光,《过程控制系统》, 清华大学出版社, 2020 年。

2、王骥程主编,《化工过程控制工程》, 浙江大学出版社, 2002 年。

## 《可编程序控制器原理及应用》教学大纲

课程名称: 可编程序控制器原理及应用 (Principle and Applications of Programmable Logic Controller)

课程编码: 1502ZY017 课程类别: 专业课程-选修

学 分: 3.0

总学时: 48, 其中理论学时 36, 实验学时 12

适用专业: 自动化专业

先修课程: 模拟电子技术、数字电子技术、自动控制原理、电机学或电机与拖动。

执笔人: 周永乾

审订人: 吴凌云

### 一、课程性质

《可编程序控制器原理及应用》课程是自动化、电气工程及其自动化等专业的专业

选修课。可编程序控制器即 PLC，是工业控制的主力军和常青树，即使是正在兴起的智能制造或工业 4.0 时代，随着其软硬件技术的转型和升级，仍能胜任各种控制要求和通信任务。通过本课程的学习，学生初步了解电气控制柜中常见低压电器的基本结构和工作原理，掌握 PLC 的硬件、软件系统及 PLC 控制系统的基本设计方法，具备设计、维护与管理中小型控制系统的基本能力，为今后从事工业控制技术的集成应用与开发打下良好的基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

从培养学生的系统理论素养、辩证思维方式，爱党爱国爱民的理想信念、民族自强自信等方面入手，将育人要素和 PLC 专业知识嵌入到课堂中教学，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过 PLC 品牌故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，利用 PLC 实际应用研究树立科技自信及爱国主义情怀，师生互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质、学术和职业道德，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

- 1、指导学生了解低压电器的基本结构和工作原理，掌握 PLC 的软硬件系统，能针对中小型设备和简单工艺段的控制等工程问题进行软硬件分析与设计
- 2、培养学生掌握工业控制的专业知识，能够设计自动化领域复杂工程问题的解决方案，并体现创新意识
- 3、培养学生开发、选择与使用适当的技术、资源和现代工程工具，并用于复杂工程问题的方案设计、仿真与解决

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点                          |
|--------|----------------------------------|
| 课程目标 1 | 指标点 1.2：掌握本专业所需的电路、电子和计算机软硬件相关知识 |
| 课程目标 2 | 指标点 3.3：设计满足自动化测控需求的系统、单元或工艺流程。  |
| 课程目标 3 | 指标点 3.3：设计满足自动化测控需求的系统、单元或工艺流程。  |

## 三、基本要求

学生了解常用低压控制电器工作原理和主要技术参数，懂得如何恰当选型和使用；了解常用的继电器控制线路，并能结合 PLC 等的知识加以改造；掌握 PLC 的硬件体系、指令系统，熟悉其编程软件及其仿真软件的使用；了解工业通信与网络的基本知识，对现场总线控制系统有初步认识。

学生掌握工业控制系统的组成，能够综合利用电子技术、低压电器与常用控制线路、电机与 PLC、HMI 软件技术等知识，开展小型自动化系统分析、设计与软件编程、调试。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括授课、自学、实验等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容 | 授课学时 | 教学模式        | 对应课程目标   |
|----|------|------|-------------|----------|
| 1  | 课程导论 | 2    | 课堂授课，课后网络材料 | 课程目标 2/3 |

|    |                  |   |             |          |
|----|------------------|---|-------------|----------|
| 2  | 常用低压电气设备         | 2 | 课堂授课，课后网络材料 | 课程目标 1   |
| 3  | 常用电气控制线路         | 2 | 课堂授课，实验     | 课程目标 1   |
| 4  | S7-1200 的硬件与硬件组态 | 2 | 课堂授课与演示、实验  | 课程目标 1   |
| 5  | S7-1200 程序设计基础   | 2 | 课堂授课与演示     | 课程目标 1   |
| 6  | S7-1200 PLC 的指令  | 4 | 课堂授课与演示、实验  | 课程目标 1   |
| 7  | PLC 编程与仿真        | 2 | 课堂授课与演示、实验  | 课程目标 1/3 |
| 8  | S7-1200 的用户程序结构  | 4 | 课堂授课与演示     | 课程目标 2/3 |
| 9  | 数字量控制程序设计方法      | 4 | 课堂授课、实验     | 课程目标 1/2 |
| 10 | S7-1200 通信基础     | 4 | 课堂授课与演示、实验  | 课程目标 2   |
| 11 | 数字 PID 基础        | 2 | 课堂授课        | 课程目标 2   |
| 12 | S7-1200 PID 指令解析 | 2 | 课堂授课、实验     | 课程目标 1/2 |
| 13 | 人机界面 HMI 开发基础    | 2 | 课堂授课与演示、实验  | 课程目标 2/3 |
| 14 | S7-1200 运动控制基础   | 2 | 课堂授课、实验     | 课程目标 1/2 |

## 第一章 课程导论

### 1、课程的内容

2、PLC 的市场与人才培养，侧重品牌价值阐述与师夷长技的责任与担当

### 3、学习资源与途径

### 4、PLC 控制系统的基本组成

重点：控制系统的基本组成

基本要求：理解控制器、传感器与变送器、执行器在 PLC 控制系统中的应用

## 第二章 常用低压电器

1、低压电气定义、分类；2、电磁式电器的组成与工作原理；3、接触器；4、继电器；5、主令电器；

6、开关电器；7、断路器；8、熔断器

重点：电磁式电器的组成与工作原理

基本要求：了解低压电器的分类、主要性能参数和应用场合，理解接触器、中间继电器的异同

### 第三章 常用电气控制线路

#### 1、电气控制线路基础

#### 2、常用电气控制线路

重点：电气控制线路

基本要求：理解并掌握电机正-反-停继电器控制线路

### 第四章 S7-1200 的硬件与硬件组态

#### 1、S7-1200 的硬件体系

#### 2、TIA Portal STEP7 与 PLCSIM 基础

#### 3、S7-1200 硬件组态与软件使用入门

重点：PLC 的硬件体系

基本要求：学会使用博途 STEP7 完成组态，了解 S7-1200 的硬件资源

### 第五章 S7-1200 程序设计基础

#### 1、CPU 的基本原理

#### 2、数据类型

#### 3、变量表与用户程序

重点：PLC 的 CPU 工作时序

基本要求：理解 PLC 扫描周期的定义及其主要工作任务

### 第六章 S7-1200 PLC 的指令

#### 6.1 位逻辑指令 6.2 定时器指令

#### 6.3 计数器指令 6.4 移动指令

#### 6.5 移位和循环指令 6.6 高速计数器

#### 6.7 高速脉冲输出 6.8 其它指令

重点：指导学生使用软件帮助或 PLC 系统手册、技术参考等学习指令

基本要求：掌握位指令、定时器、移动指令，为后续课程学习奠定基础

### 第七章 PLC 编程与仿真

#### 1、TIA 博途与 PLC 的连接

#### 2、项目的下载与上传

#### 3、PLCSIM

#### 4、监控与强制

重点：西门子全集成自动化(TIA)博途 (Portal) STEP7 软件的使用

基本要求：了解软件的菜单与基本操作，学会项目的上传和下载

### 第八章 S7-1200 的用户程序结构

#### 1、函数 2、函数块 3、背景数据块 4、中断事件与中断指令

重点：程序设计的基本架构、FB、FC、DB 的基本内容和它们彼此间的联系

基本要求：理解 OB、FB、FC 三者间的区别与联系

## 第九章 数字量控制程序设计方法

- 1、经验设计方法
- 2、顺序控制设计方法与顺序功能图
- 3、使用置位复位指令的顺序控制设计
- 4、实例

**重点：** 步的划分

**基本要求：** 根据时序图，能绘制顺序功能图，并据此编写简单程序

## 第十章 S7-1200 通信基础

- 13.1 S7-1200 的通信资源
- 13.2 S7-1200 的以太网通信
- 13.3 S7-1200 的以太网通信、Profibus 通信
- 13.4 S7-1200 的串口通信

**重点：** 了解 PLC 的通信资源

**基本要求：** 学会根据软件帮助即信息系统等的指引正确使用 Modbus RTU、USS、S7、Modbus TCP 等指令。

## 第十一章 数字 PID 基础

- 1、计算机控制系统的组成
- 2、PID 算法的离散化与无量纲处理

**重点：** PID 算法的离散化与无量纲处理

**基本要求：** 理解连续系统 PID 控制在计算机上的实现

## 第十二章 S7-1200 PID 指令解析

- 1、PID 指令的调用
- 2、PID\_Compact/\_3Step/\_Temp 指令

**重点：** 了解三种 PID 的应用场景

**基本要求：** 掌握 PID\_Compact 指令

## 第十三章 人机界面 HMI 开发基础

- 1、HMI 两种开发途径与组态软件
- 2、使用 SIMATIC PLC 和 PLCSIM 对 HMI 项目进行测试与仿真

**重点：** PLC 与 HMI 通信的建立

**基本要求：** 学会使用按钮、I/O 域等组态软件原件或元素

## 第十四章 S7-1200 运动控制基础

- 1、运动控制简述
- 2、开环运动控制
- 3、闭环运动控制

**重点：** 运动控制指令的使用



基本要求：了解 S7-1200 的运动控制资源及运动控制指令

## 五、实验与学时分配

### 实验项目与类型

| 序号 | 实验项目                         | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 | 备注 |
|----|------------------------------|----|------|----|----|----|--------|-----------|----|
|    |                              |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |    |
| 1  | 电机正反转继电器控制线路实验               | 3  |      |    | √  |    | 1      |           |    |
| 2  | 舞台灯光的模拟控制                    | 3  |      |    | √  |    | 1      |           | 选一 |
| 3  | 基于 PLC 的交通灯模拟控制              | 3  |      |    | √  |    | 1      |           |    |
| 4  | 两台 S7-1200 间的通信仿真            | 3  |      |    | √  |    | 2、3    |           | 选一 |
| 5  | PLC 基于 Modbus RTU 协议实现电机变频调速 | 3  |      |    | √  |    | 2、3    |           |    |
| 6  | 基于 PLC 的步进电机启停与调速控制          | 3  |      |    | √  |    | 2、3    |           |    |
| 7  | HMI、PLC、Driver 三层网络通信与运行     | 3  |      |    |    | √  | 3      |           | 选一 |
| 8  | PID_Compact V2 对仿真控制系统进行闭环控制 | 3  |      |    |    | √  | 3      |           |    |

#### 实验一：电机正反转继电器控制线路实验

实验目的：

- 1、掌握接触器的工作原理并理解其主要技术参数
- 2、了解热继电器的工作原理和用法
- 3、了解控制按钮的结构和使用
- 4、了解电气原理图及其绘制原则
- 5、掌握三相交流电机的起停及正反转控制线路

实验条件：

- 1、接触器 x 2
- 2、热继电器 x 1
- 3、控制按钮 x 3
- 4、可调三相电源 x 1
- 5、三相交流电机 x 1

#### 实验二：舞台灯光的模拟控制

实验目的：

- 1、掌握 PLC 输入、输出回路的接线
- 2、学习使用博途 STEP7 软件，掌握 PLC 的硬件组态与软件编程

- 3、 学习使用符号表
- 4、 掌握顺序功能图的程序设计方法
- 5、 掌握 PLC 在线监控与调试

实验条件:

- 1、 西门子 S7-1200PLC: CPU1214C DC/DC/DC 固件 V4.3
- 2、 PLC 实验对象电路板 1 个, 集成启动、停止按钮和 LED 指示灯构成的舞台灯光模型

实验三: 基于 PLC 的交通灯模拟控制

实验目的:

- 1、 掌握 PLC 输入、输出回路的接线
- 2、 学习使用博途 STEP7 软件, 掌握 PLC 的硬件组态与软件编程
- 3、 学习使用符号表
- 4、 掌握顺序功能图的程序设计方法
- 5、 学习使用 PLCSIM 仿真软件
- 6、 学习使用强制与监控表

实验条件:

- 1、 西门子 S7-1200PLC: CPU1214C DC/DC/DC 固件 V4.3
- 2、 PLC 实验对象电路板 1 个, 集成启动、停止按钮和 LED 指示灯
- 3、 自备笔记本电脑, 安装博途 V16 含 STEP7 Professional、WinCC Advance、PLCSIM 等软件。笔记本需有网卡或外置 USB 转以太网适配器 (RJ45 接口网线连接 S7-1200PLC, 编程、调试与监控)
- 4、 西门子触摸屏 KTP700 Basic PN 项目程序 1 份, 模拟交通灯对象。

实验四: 两台 S7-1200 间的通信仿真

实验目的:

- 1、 了解 S7-1200 的通信资源
- 2、 学习 S7-1200 通信指令: S7、TCP/IP、ISO ON TCP 等
- 3、 进一步理解背景数据块
- 4、 深入理解以太网通信中的服务器、客户端的概念

实验条件:

自备电脑(安装博途 V16 含 STEP7 Professional、PLCSIM 等软件)

实验五: PLC 基于 Modbus RTU 协议实现电机变频调速

实验目的:

- 1、 了解 S7-1200 的通信资源
- 2、 了解现场总线, 学习 S7-1200 串口通信: Modbus RTU
- 3、 进一步理解背景数据块
- 4、 初步了解变频器的使用

实验条件：

- 1、西门子 S7-1200PLC：CPU1214C DC/DC/DC 固件 V4.3
- 2、嵌入式通信板：CB1241 RS485
- 3、罗克韦尔自动化 AB 品牌的 PowerFlex525 变频器
- 4、自备笔记本电脑，安装博途 V16 含 STEP7 Professional 等软件。笔记本需有网卡或外置 USB 转以太网适配器（RJ45 接口网线连接 S7-1200PLC，编程、调试与监控）

实验六：基于 PLC 的步进电机启停与调速控制

实验目的：

- 1、了解 S7-1200 的运动控制工艺对象，学习其硬件组态过程
- 2、了解步进电机工作原理，学习使用步进电机适配器
- 3、学习使用运动控制在线调试功能
- 4、学习使用运动控制指令

实验条件：

- 1、西门子 S7-1200PLC：CPU1214C DC/DC/DC 固件 V4.3
- 2、两相步进电机及其适配器
- 3、自备笔记本电脑，安装博途 V16 含 STEP7 Professional 等软件。笔记本需有网卡或外置 USB 转以太网适配器（RJ45 接口网线连接 S7-1200PLC，编程、调试与监控）

实验七：HMI、PLC、Driver 三层网络通信与运行

实验目的：

- 1、了解工业组态软件，初步学习 HMI 软件的设计
- 2、理解小型自动化项目中常见的三层网络架构
- 3、学习使用 WinCC 软件
- 4、理解组态软件中“驱动”的价值

实验条件：

- 1、西门子 S7-1200PLC：CPU1214C DC/DC/DC 固件 V4.3
- 2、电机及其驱动装置（步进电机、交流电机及其驱动器可选其一）
- 3、自备笔记本电脑，安装博途 V16 含 STEP7 Professional、WinCC 等软件。笔记本需有网卡或外置 USB 转以太网适配器（RJ45 接口网线连接 S7-1200PLC，编程、调试与监控）

实验八：PID\_Compact V2 对仿真控制系统进行闭环控制

实验目的：

- 1、掌握数字 PID 的基本算法，重点理解增量式 PID
- 2、了解 S7-1200 的 PID 指令 PID\_Compact、PID\_3Step、PID\_Temp
- 3、进一步学习组织块的分类，学习在循环中断中调用 PID\_Compact
- 4、仿真调试 PID 工艺功能、自整定 PID 参数

实验条件：

- 1、西门子 S7-1200PLC：CPU1214C DC/DC/DC 固件 V4.3
- 2、自备电脑，安装博途 V16 含 STEP7 Professional、PLCSIM、WinCC 等软件

## 六、教学方法

本课程是一门综合性、实践性很强的专业技能课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，切实提高学生的工程实践水平，本课程的教学采用课堂教学、课后自主学习、实验等相结合的教学方式方法，使学生了解常用低压电气设备和工业控制系统的组成，掌握 PLC 的硬件体系和软件使用，初步掌握 PLC 在工业控制领域的应用。主要教学环节包括课堂内理论讲授与软件实操、课后网络资源学习以及实验。

### 1. 课堂内理论讲授与软件实操

课堂教学理论讲授主要让学生系统性、快速了解 PLC 是什么（与其它控制器的异同）、为什么（价值所在）、怎么用（基本指令、系统组成），学生以听课为主，建立映像，采用多媒体和板书相结合的教学手段。并在课堂上让学生在在自己的笔记本电脑上进行软件实操加深理解，学会使用帮助系统，学会如何学习，以适应 PLC 功能越来越丰富带来的变化。

### 2. 网络资源学习

PLC 是一门实践性很强技术类课程，随着计算机技术、软件技术的发展，PLC 功能越来越丰富，配套软件也越来复杂，同时通信占工业控制系统软件设计和现场调试的任务越来越多，在十分有限的学时内，学生掌握 PLC 技术十分困难，课外的学习是必经之路。课堂教学和实验指导均会指定一些网络资源让学生学习

### 3. 实验教学

为了加深学生对理论教学内容的理解、提高综合设计和动手实践能力，本课程有 12 学时的实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验要求。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准  |  |  |   |
|--|---|--|--|---|
|  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |
| 学生了解常用低压控制电器工作原理和主要技术参数，懂得如何恰当选型和使用；了解常用的继电器控制线路，并能结合 PLC 等的知识加以改造；掌握 PLC 的硬件体系、指令系统，熟悉其编程软件及其仿真软件的使用；了解工业通信与网络的基本知识，对现场总线 | 掌握常用低压控制电器工作原理并能够正确选型，熟悉常用工业控制线路，并能正确应用于小型自动化系统的分析、设计。<br>掌握 PLC 的工作原理、硬件体系、软件编程，能熟练应用相 | 了解常用低压控制电器工作原理并能够正确选型，熟悉常用工业控制线路，并能正确应用于中小型自动化系统的分析、设计。<br>了解 PLC 的工作原理、硬件体系、软件编程，能应用相关指 | 了解常用低压控制电器工作原理，熟悉常用工业控制线路，并能识图对小型自动化系统展开分析。<br>了解 PLC 的工作原理、硬件体系、软件编程， | 对常用低压控制电器工作原理部分理解，能识图认识部分常用工业控制线路，不具备小型自动化系统的分析、设计能力。<br>部分理解 PLC |

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
| <p>控制系统有初步认识。</p> <p>学生掌握工业控制系统的组成，能够综合利用电子技术、低压电器与常用控制线路、电机与 PLC、HMI 软件技术等知识，开展小型自动化系统分析、设计与软件编程、调试。</p> | <p>关指令实现中小型自动化系统的控制。</p> <p>熟悉通信和 PLC 的运动控制资源，具有复杂控制系统分析、设计的基本能力</p> | <p>令实现中小型自动化系统的控制。</p> <p>了解通信和 PLC 的运动控制资源，具有复杂控制系统分析能力</p> | <p>能应用相关指令实现小型自动化系统的控制。</p> <p>了解工业通信基础知识。</p> | <p>的工作原理、硬件体系、软件编程，不能应用相关指令实现小型自动化系统的控制。</p> |
|---|--|--|--|--|

期末考试（百分制）开卷，题型包括：判断题、不定项选择题、简答题、分析与设计题。

课程期末考试考核内容与评价标准

|      | 基本要求   | 评价标准   |   |   |  | 比例 (%) |
|------|--|--|---|---|--|--------|
|      |  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |        |
| 目标 1 | <p>了解低压电器的基本结构和工作原理，掌握 PLC 的软硬件系统，能针对中小型设备和简单工艺段的控制等工程问题进行软硬件分析与设计</p> | <p>低压控制电器、控制线路、PLC 工业控制系统的相关理论知识清晰，具备非常好的分析、设计和实践的能力。</p>                | <p>低压控制电器、控制线路、PLC 工业控制系统的相关理论知识较为清晰，具备较好的分析、设计和实践的能力。</p>                  | <p>低压控制电器、控制线路、PLC 工业控制系统的相关理论知识基本清晰，初步具备分析、设计和实践的能力。</p>                   | <p>低压控制电器、控制线路、PLC 工业控制系统的相关理论知识认知不清，不具备分析、设计和实践的能力。</p>                     | 60     |
| 目标 2 | <p>掌握工业控制的专业知识，能够设计电气控制领域或自动化领域复杂</p>                                  | <p>能够综合利用电子技术、低压电器与常用控制线路、电机与 PLC、HMI 软件技术等知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行分析、</p> | <p>基本能够综合利用电子技术、低压电器与常用控制线路、电机与 PLC、HMI 软件技术等知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行分析、设</p> | <p>初步能够能够利用电子技术、低压电器与常用控制线路、电机与 PLC、HMI 软件技术等知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行分析、设</p> | <p>不能够能够综合利用电子技术、低压电器与常用控制线路、电机与 PLC、HMI 软件技术等知识对电气设备与电力系统中的复杂工程问题进行分析、设</p> | 20     |

|     |  |   |  |  |   |    |
|-----|--|---|--|--|---|----|
|     | 工程问题的解决方案，并体现创新意识                            | 设计与实现   | 计与实现                                       | 计与实现                                       | 计与实现  |    |
| 目标3 | 开发、选择与使用适当的技术、资源和现代工程工具，并用于复杂工程问题的方案设计、仿真与解决 | 能正确开发、选择与使用适当的技术、资源和现代工程工具用于复杂工程问题的方案设计、仿真与解决 | 能选择与使用适当的技术、资源和现代工程工具，并用于复杂工程问题的方案设计、仿真与解决 | 对技术、资源和现代工程工具有了一定了解，可尝试用于复杂工程问题的方案设计、仿真与解决 | 不能选择与使用适当的技术、资源和现代工程工具，并用于复杂工程问题的方案设计、仿真与解决 | 20 |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*30%+平均平时成绩\*70%（其中实验占40%、作业与课堂互动占30%）。

## 2. 课程目标达成评价

### 《可编程序控制器原理与应用》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息            |                                      |                   |                  |       |  |
|---------------------|--------------------------------------|-------------------|------------------|-------|--|
| 课程名称                | 可编程序控制器原理与应用                         | 课程性质              | 专业课程，选修          | 学时学分  | 48/3   |
| 开课学期                |                                      | 专业班级              |                  | 考核方式  | 考试，开卷  |
| 任课教师：               |                                      |                   |                  |       |  |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师 |                                      |                   |                  |       |  |
| 二、课程目标达成评估          |                                      |                   |                  |       |  |
| 课程目标支撑指标点           | 课程目标                                 | 评价数据源             |                  |       |  |
|                     |                                      | 评价依据              | 分值               | 平均分   | 达成度值 $K_M$ 评价方式                                      |
|                     | 目标1：了解低压电器的基本结构和工作原理，掌握PLC的软硬件系统，能针对 | 期末考试：低压电气与控制线路基础知 | T10=20<br>试题构成说明 | T1=15 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} * 0.3 + \frac{A1}{A10} * 0.3$ |

|           |  |  |  |                                  |  |
|-----------|--|--|--|----------------------------------|--|
|           | 中小型设备和简单工艺段的控制等工程问题进行软硬件分析与设计<br>掌握工业控制的专业知识,能够设计电气控制领域或自动化领域复杂工程问题的解决方案,并体现创新意识 | 识<br>期末考试:<br>PLC 的软硬件体系和 PLC 基本指令<br>平时作业<br>实验               | T20=30<br>试题构成说明<br>A10=100<br>A20=100                     | T2=25<br>A1=85<br>A2=85          | $\frac{A2}{A20} * 0.4 = 0.84$  |
|           | 目标 2: 掌握工业控制的专业知识,能够设计电气控制领域或自动化领域复杂工程问题的解决方案,并体现创新意识                            | 期末考试:<br>PLC 的硬件、软件体系<br>期末考试:<br>PLC 的基本指令与程序结构<br>平时作业<br>实验 | T30=20<br>试题构成说明<br>T40=20<br>试题构成说明<br>A30=100<br>A40=100 | T3=15<br>T4=17<br>A3=85<br>A4=90 | $\frac{T3+T4}{T30+T40} * 0.3 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>$+\frac{A4}{A40} * 0.4 = 0.86$ |
|           | 目标 3: 开发、选择与使用适当的技术、资源和现代工程工具,并用于复杂工程问题的方案设计、仿真与解决                               | 期末考试:<br>PLC 仿真技术等现代工具<br>实验                                   | T50=10<br>试题构成说明<br>A50=100                                | T5=7<br>A5=85                    | $\frac{T5}{T50} * 0.3 + \frac{A5}{A50} * 0.7$<br>$= 0.81$                              |
| 三、课程评价与分析 |  |  |  |                                  |  |
| 存在的主要问题   |  |  |  |                                  |  |
| 持续改进方法    |  |  |  |                                  |  |

### 八、教材和参考书

1. 廖常初 主编《S7-1200 PLC 编程及应用》(第 3 版),机械工业出版社,2018
2. 段礼才 主编《西门子 S7-1200 PLC 编程及使用指南》(第二版),机械工业出版社,2020
3. 陈建明,白磊著《电气控制与 PLC 原理及应用》,机械工业出版社,2020

## 《控制系统数字仿真》教学大纲

课程名称: 控制系统数字仿真 (Digital Simulation of Control System)

课程编码: 1502ZY199

课程类别: 专业课程-选修

学 分: 2 学分

总学时：32 学时，其中，理论学时：16 学时；上机学时：16 学时

适用专业：自动化

先修课程：高等数学、复变函数与积分变换、自动控制理论

制 定 人：何美霞

审 核 人：杨旭辉

## 一、课程性质

《控制系统数字仿真》是一门专业选修课，适用于自动化专业。该课程内容主要包括控制系统数字仿真的基本原理、Matlab 仿真软件的使用方法及数字仿真技术在控制系统中的应用。

通过本课程的学习，学生能够理解控制系统数字仿真的原理，掌握基本的数字仿真步骤和方法；具备用 Matlab/Simulink 实现控制系统辅助分析与设计的能力，为今后从事科研工作和与自动化专业相关的工程技术工作打下基础，并保证学生完成专业的相应毕业要求。

## 二、课程教学目标

### （一）育人目标

以爱党、爱国、爱人民为主线，将育人要素渗透到控制系统数字仿真的课堂教学中。通过引入钱学森、张钟俊、关肇直等老一辈科学家的事迹，激发学生科技强国的使命感，引导学生如何正确做人和做事；注重在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来，提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力；师生频繁互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。培养学生成为德才兼备、又红又专的全面发展型人才。

### （二）知识和能力目标

1. 掌握控制系统的组成、结构、建模方法，能够用 Matlab 软件编程，并在 Simulink 环境下搭建控制系统的模型（支撑毕业要求 2.2）

2. 掌握控制系统的数学描述及计算机辅助分析方法，在 Matlab 环境下设计控制系统的控制器，对自动化领域的工程问题进行综合分析。（支撑毕业要求 2.2）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标     | 毕业要求指标点                                  |
|----------|--|
| 课程目标 1、2 | 2.2 能运用自动化专业知识构建测控系统各环节的数学模型并对模型有效性进行检验。 |

## 三、基本要求

本课程详细介绍系统与数字仿真的概念，控制系统的组成、结构、建模方法，Matlab 的编程技巧及 Simulink 仿真环境下控制系统的建模方法等。

教学过程中注意与先修课程基础知识的联系，掌握高等数学、复变函数与积分变换、自动控制理论的基本知识，具有良好的知识储备。

学生通过本课程的学习，应熟练掌握控制系统的组成、结构、建模方法；掌握 Matlab



的使用方法和编程技巧；掌握 Simulink 仿真环境下控制系统的建模方法；掌握控制系统的时域、频域、根轨迹分析方法；掌握 Matlab 环境下控制系统的超前—滞后校正器及 PID 控制器设计方法。

通过课外的自主研习，学生分组进行本课程最新研究进展调研，培养学生的文献检索、语言表达陈述、沟通交流等能力。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、上机实践、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容            | 学时 | 思政元素   | 教学模式               | 对应课程目标 |
|----|-----------------|----|--|--------------------|--------|
| 1  | 绪论              | 1  | 通过讲述仿真技术的发展、应用及基于 MATLAB 的控制系统仿真方法，引导学生向钱学森、张钟俊、关肇直等老一辈科学家学习，激发学生科技强国的使命感。 | 课堂授课，课堂讨论          | 1      |
| 2  | Matlab 语言程序设计基础 | 4  | 在教会学生用 Matlab 语言时，引导学生学习辩证唯物主义的世界观和方法论，学会在工作中抓主要矛盾和矛盾的注意方面。                | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 1      |
| 3  | Simulink 简介     | 3  | 通过对 Simulink 的分析，引导学生运用好内因和外因的辩证关系。  | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 1      |
| 4  | 控制系统的数学描述       | 3  | 通过系统数学描述的分析，引导学生建立正确的政治意识、大局意识、核心意识、看齐意识。                                  | 课堂授课，课后练习 3 题      | 2      |
| 5  | 控制系统的计算机辅助分析    | 3  | 通过对控制系统计算机辅助分析，培养学生理论联系实际的能力。  | 课堂授课，课后练习 3 题，上机实践 | 2      |
| 6  | 控制系统的经典设计方法     | 2  | 通过分析控制系统的设计方法，培养学生坚持实践是检验真理的唯一标准的理念；建立社会主义的理论自信、制度自信、文化自信。                 | 课堂授课，课后练习 6 题，上机实践 | 2      |

#### 第 1 章 绪论

- 1、本课程的内容、性质和任务
- 2、仿真的基本概念、方法及分类

本章重点：

- 了解系统与数字仿真的概念；
- 掌握控制系统的组成、结构、建模方法。

能力：能够将控制系统数字仿真的基本概念、方法及分类能应用于实际控制系统。

#### 第 2 章 Matlab 语言程序设计基础

- 1、Matlab 基础知识
- 2、Matlab 的一般编程技巧

本章重点：

掌握 Matlab 的使用方法和一般的编程技巧。

能力：能够使用 Matlab 对控制系统的进行编程表达。

### 第 3 章 Simulink 简介

- 1、Simulink 基础知识
- 2、Simulink 建模与仿真

本章重点：

掌握 Simulink 仿真环境下控制系统的建模方法。

能力：能够使用 Simulink 对控制系统的进行图形化表达。

### 第 4 章 控制系统的数学描述

- 1、控制系统的数学模型
- 2、控制系统各种数学描述的 Matlab 表示

本章重点：

了解数学模型的表示形式及数学模型的转换；

掌握控制系统各种数学描述的 Matlab 环境下编程。

能力：能够灵活对控制系统的数学模型进行表达与转换。

### 第 5 章 控制系统的计算机辅助分析

- 1、控制系统的时域分析
- 2、控制系统的频域分析
- 3、控制系统的根轨迹分析

本章重点：

掌握控制系统的时域、频域、根轨迹分析方法

能力：根据要求，能够对控制系统进行时域、频域、根轨迹分析。

### 第 6 章 控制系统的经典设计方法

- 1、超前—滞后校正器设计
- 2、PID 控制器设计
- 3、基于状态空间模型的控制器设计

本章重点：

掌握 Matlab 环境下控制系统的超前—滞后校正器及 PID 控制器设计方法；

了解 Matlab 环境下基于状态空间模型的控制器设计方法。

能力：能够设计控制器对控制系统进行分析。

## 五、实验内容与学时分配

实验项目与类型

| 序号 | 实验项目              | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|-------------------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |                   |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |
| 1  | MATLAB 程序设计基础     | 2  |      | √  |    |    | 1      | 2.2       |
| 2  | MATLAB 基本编程方法     | 2  |      | √  |    |    | 1      | 2.2       |
| 3  | 控制系统的 Simulink 仿真 | 2  |      | √  |    |    | 1      | 2.2       |
| 4  | 控制系统的分析方法         | 2  |      | √  |    |    | 2      | 2.2       |
| 5  | 控制系统的经典设计方法       | 4  |      |    |    | √  | 2      | 2.2       |
| 6  | 控制系统数字仿真          | 4  |      |    | √  |    | 2      | 2.2       |

### 实验一 MATLAB 程序设计基础

#### 1、目的要求

- (1) 掌握 Matlab 软件使用的基本方法
- (2) 熟悉 Matlab 的数据表示、基本运算方法
- (3) 熟悉 Matlab 绘图命令及基本绘图控制

#### 2、主要实验仪器与材料

- (1) PC 机 1 台
- (2) MATLAB6.X 环境

#### 3、掌握要点

MATLAB 的数值计算、数据分析和基本绘图方法

#### 4、实验内容

- (1) 使用 help 命令，查找 sqrt（开方）函数的使用方法；
- (2) 矩阵运算；
- (3) 求多项式的值；
- (4) 基本绘图命令；
- (5) 图形绘制；

利用所学知识，完成上述各项实验内容，并将实验过程和实验步骤和结果写在报告中。

### 实验二 MATLAB 基本编程方法

#### 1、目的要求

- (1) 掌握 Matlab 软件使用的基本方法
- (2) 熟悉 Matlab 程序设计的基本方法

#### 2、主要实验仪器与材料

- (1) PC 机 1 台
- (2) MATLAB6.X 环境

#### 3、掌握要点

按程序设计数学要求完成对象计算的 MATLAB 程序

#### 4、实验内容

(1) 编写命令文件：计算  $1+2+\dots+n < 2000$  时的最大  $n$  值；

(2) 编写函数文件：分别用 `for` 和 `while` 循环结构编写程序，求 2 的 0 到 15 次幂的和；

(3) 如果想对一个变量  $x$  自动赋值。当从键盘输入  $y$  或  $Y$  时（表示是）， $x$  自动赋为 1；当从键盘输入  $n$  或  $N$  时（表示否）， $x$  自动赋为 0；输入其他字符时终止程序。

利用所学知识，完成上述各项实验内容，并将实验过程和实验步骤和结果写在报告中。

### 实验三 控制系统的 Simulink 仿真

#### 1、目的要求

学习使用 Simulink 进行系统仿真的方法

#### 2、主要实验仪器与材料

(1) PC 机 1 台

(2) MATLAB6.X 环境

#### 3、掌握要点

Simulink 的基本操作以及创建仿真系统模型的具体步骤

#### 4、实验内容

(1) 给定系统模型图，利用 Simulink 求输出量的动态响应；

(2) 已知线性定常系统的状态方程和初始状态，利用 Simulink 求系统状态方程的解；  
利用所学知识，完成上述各项实验内容，并将实验过程和实验步骤和结果写在报告中。

### 实验四 控制系统的分析方法

#### 1、目的要求

(1) 掌握如何使用 Matlab 进行系统的时域分析

(2) 掌握如何使用 Matlab 进行系统的频域分析

#### 2、主要实验仪器与材料

(1) PC 机 1 台

(2) MATLAB6.X 环境

#### 3、掌握要点

根据 Matlab 控制系统工具箱所提供的常用函数编写出仿真程序，实现对线性系统进行分析。

#### 4、实验内容

(1) 对给定系统进行时域分析；

(2) 对给定系统进行频域分析；

利用所学知识，完成上述各项实验内容，并将实验过程和实验步骤和结果写在报告中。

### 实验五 面向微分方程的数字仿真

#### 1、目的要求

- (1) 掌握不同数学模型之间的相互转换。
- (2) 掌握以微分方程组形式描述的连续系统的数字仿真方法和步骤。
- (3) 掌握 ode45 函数的 MATLAB 程序的编写方法。

## 2、主要实验仪器与材料

- (1) PC 机 1 台
- (2) MATLAB6.X 环境

## 3、掌握要点

模型相互转换函数及 ode45 使用

## 4、实验内容

- (1) 已知系统的传递函数，用 MATLAB 建立其状态空间表达式；
- (2) 已知系统的状态空间表达式，用 MATLAB 求其传递函数阵；
- (3) 已知一系统的数学模型，用 MATLAB 的函数表述该系统的数学模型，使用函数 ode45 求解，并画出图形；

利用所学知识，完成上述各项实验内容，并将实验过程和实验步骤和结果写在报告中。

## 实验六 控制系统数字仿真的实现

### 1、目的要求

- (1) 掌握 PID 控制器的设计方法和步骤；
- (2) 掌握用 Simulink 建立 PID 控制器以及构建系统模型与仿真的方法。
- (3) 掌握子系统的创建、封装及应用方法。

### 2、主要实验仪器与材料

- (1) PC 机 1 台
- (2) MATLAB6.X 环境

### 3、掌握要点

在模拟控制系统中，控制器中最常用的控制规律是 PID 控制。PID 控制器是一种线性控制器，它根据给定值与实际输出值构成控制偏差。

### 4、实验内容

- (1) 已知某系统的数学模型，若输入为单位阶跃响应，求系统的响应。
- (2) 按照其，设置不同参数的 PID 控制器并比较仿真结果；
- (3) 已知某系统的数学模型，若输入为单位阶跃响应，求系统的响应并设计 PID 控制器使系统输出稳态误差为 0，超调量小于 10%，调节时间小于 20s。
- (4) 已知某单位负反馈系统。分别求出：
  - 1) 当输入信号为阶跃函数信号时，系统输出响应。
  - 2) 若要求系统动态性能指标满足如下条件：
    - a) 动态过程响应时间； b) 动态过程响应上升时间； c) 系统最大超调量。设计 PID 调节器参数。

利用所学知识，完成上述各项实验内容，并将实验过程和实验步骤和结果写在报告中。

## 六、教学方法

为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、上机实践等相结合的教学方式方法，使学生能够灵活的运用知识点。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1、课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2、课后作业和自学

课堂上，教师应有针对性的提出作业要求。学生通过完成作业加深对控制系统数字仿真原理和方法的理解，增强运用基本理论分析实际系统的能力。

给学生推荐国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、编程论坛，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3、实验教学

控制系统数字仿真是一门重要的专业选修课。为了使加深学生对理论教学内容的理解，帮助学生更加直观地认识控制系统数字方法，训练学生的分析解决实际问题能力，本课程配合理论学习，安排有 16 学时的实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成所要求的仿真设计工作。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1、考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业、课堂互动及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  | 优秀（0.9-1）  | 良好（0.7-0.89）  | 合格（0.6-0.69）   | 不合格（0-0.59）  |
| <p>掌握控制系统的组成、结构、建模方法；掌握 Matlab、Simulink 的使用方法和编程技巧；掌握控制系统的时域、频域、根轨迹分析方法；掌握 Matlab 环境下控制系统的超前一滞后校正器及 PID 控制器设计方法。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，熟练运用控制系统数字仿真技术解决工程实际需求。</p> | <p>熟练掌握控制系统的组成、结构、建模方法； Matlab、Simulink 的使用方法和编程以及系统分析及控制器的设计技巧使用灵活。</p> <p>熟练使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，熟练运用控制系统数字仿真技术解决工程实际需求。</p> | <p>较熟练地掌握系统的组成、结构、建模方法； Matlab、Simulink 的使用方法和编程以及系统分析及控制器的设计技巧使用较灵活。</p> <p>较熟练使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，能较熟练地运用控制系统数字仿真技术解</p> | <p>基本掌握系统的组成、结构、建模方法；基本会运用 Matlab、Simulink 的使用方法和编程以及系统分析及控制器的设计技巧。</p> <p>基本会使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，基本能运用控制系统</p> | <p>未掌握系统的组成、结构、建模方法；对 Matlab、Simulink 的使用方法和编程以及系统分析及控制器的设计毫无头绪。</p> <p>不会使用文献检索等现代化工具拟定解决方案。不具备运用控制系统数字仿真</p> |

|         |  |          |                 |                |
|---------|--|----------|-----------------|----------------|
| 实际工程需求。 |  | 决工程实际需求。 | 数字仿真技术解决工程实际需求。 | 技术解决实际工程需求的能力。 |
|---------|--|----------|-----------------|----------------|

### 实验成绩评价标准

|           | 基本要求                            | 评价标准   |  |   |   |
|-----------|---------------------------------|--|--|---|---|
|           |                                 | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |
| 目标<br>1/2 | 能够根据实验项目 1-6 的内容开展实验,记录和分析实验结果。 | 能够根据《控制系统数字仿真》课程的基本原理开展实验,实验结果正确,结果分析全面;设计性实验的方案正确。报告书写工整、清晰,符号、单位等符合规范。 | 能够根据《控制系统数字仿真》课程的基本原理开展实验,实验结果较正确,有结果分析;设计性实验的方案较正确。报告书写清晰,主要符号、单位等符合规范。 | 基本能够根据《控制系统数字仿真》课程的基本原理开展实验,实验结果基本正确,部分结果分析;设计性实验的方案基本正确。报告极小部分抄袭,符号、单位等基本规范。 | 无法根据《控制系统数字仿真》课程的基本原理开展实验,实验结果不正确,无结果分析;设计性实验的方案不正确。报告抄袭。 |

期末考试(百分制)开卷,题型包括:问答题、计算题。

### 课程期末考试考核内容与要求

|         | 基本要求   | 评价标准   |  |  |  | 比例 (%) |
|---------|--|--|--|--|--|--------|
|         |  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |        |
| 目标<br>1 | 掌握控制系统的组成、结构、建模方法。能够应用 Matlab 软件编程技巧和 Simulink 仿真环境下控制系统的建模方法。 | 能够熟练掌握结构、建模方法; Matlab 软件编程技巧和 Simulink 仿真环境下控制系统的建模方法。 | 能够较为熟练掌握结构、建模方法; Matlab 软件编程技巧和 Simulink 仿真环境下控制系统的建模方法。 | 基本掌握掌握结构、建模方法; Matlab 软件编程技巧和 Simulink 仿真环境下控制系统的建模方法。 | 没有掌握掌握结构、建模方法; Matlab 软件编程技巧和 Simulink 仿真环境下控制系统的建模方法。 | 50     |
| 目标<br>2 | 掌握控制系统的数学描述及计算机辅助分析方法,设计控制系统的控制器,对自动化领域的工程问题进行综合分析。            | 能够熟练运用系统的数学描述及计算机辅助分析方法,设计控制器,对自动化领域的工程问题进行综合分析。       | 能够运用系统的数学描述及计算机辅助分析方法,设计控制器,对自动化领域的工程问题进行综合分析。           | 基本运用系统的数学描述及计算机辅助分析方法,设计控制器,对自动化领域的工程问题进行综合分析。         | 无法运用系统的数学描述及计算机辅助分析方法,设计控制器,对自动化领域的工程问题进行综合分析。         | 50     |

注:该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为:考试成绩\*40%+平均平时成绩\*60%。

## 2、课程目标达成评价

### 《控制系统数字仿真》课程目标达成评价分析报告

|          |          |      |            |      |       |
|----------|----------|------|------------|------|-------|
| 一、课程基本信息 |          |      |            |      |       |
| 课程名称     | 控制系统数字仿真 | 课程性质 | 专业选修       | 学时学分 | 32/2  |
| 开课学期     | 第七学期     | 专业班级 | 自动化及自动化产业班 | 考核方式 | 考试,开卷 |

| 任课教师:   |  |       |                    |     |   |
|---|--|-------|--------------------|-----|---|
| 评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师                        |  |       |                    |     |   |
| 二、课程目标达成评估                                    |  |       |                    |     |   |
| 课程目标支撑指标点                                     | 课程目标   | 评价数据源 |                    |     |   |
|   |  | 评价依据  | 分值                 | 平均分 | 达成值 $K_M$ 评价方式  |
| 毕业要求 2.2: 能运用自动化专业知识构建测控系统各环节的数学模型并对模型有效性进行检验 | 1. 掌握控制系统的组成、结构、建模方法。能够应用 Matlab 软件编程技巧方法和 Simulink 仿真环境下控制系统的建模方法                 | 期末考试  | T10=100<br>试题构成说明: | T1= | $\frac{T}{T_0} \times 0.6 + \frac{A}{A_0} \times 0.4 =$ |
|   | 2. 掌握控制系统的数学描述及计算机辅助分析方法, 在 Matlab 环境下设计控制系统的超前—滞后校正器及 PID 控制器, 对自动化领域的工程问题进行综合分析。 | 平时作业  | A10=100            | A1= |   |
| 三、课程评价与分析                                     |  |       |                    |     |   |
| 存在的主要问题                                       |  |       |                    |     |   |
| 持续改进方法  |  |       |                    |     |   |

## 七、教学参考书

- [1]李国勇等编. 计算机仿真技术与 CAD—基于 MATLAB 的控制系统(第 4 版)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016.
- [2]王燕平主编. 控制系统仿真与 CAD(第 2 版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [3]薛定宇著. 控制系统计算机辅助设计—MATLAB 语言与应用(第 3 版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2012.
- [4]张晓华主编. 控制系统数字仿真与 CAD(第 3 版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.

## 《智能控制》教学大纲

课程名称: 智能控制(Intelligent Control)

课程编码: 1502ZY200

课程类别: 专业限选

学 分: 2 分

总 学 时: 32 学时, 其中, 理论学时: 16 学时; 上机学时: 16 学时

适用专业: 电气工程及其自动化、自动化、自动化产业班

先修课程: 自动控制理论、现代控制理论

执 笔 人: 杨旭辉

审 订 人: 陈永军



## 一、课程性质

《智能控制》是自动化、电气工程及其自动化等专业的一门专业限选课。

本课程是在人工智能及自动控制等多学科基础上发展起来的新兴交叉学科,是控制理论发展的高级阶段。本课程讲述智能控制系统的原理及其应用,主要讨论模糊控制、神经网络、遗传算法、专家系统等理论基础及其在智能控制中应用的方法。

## 二、课程目标

### (一) 育人目标

紧紧围绕坚定学生理想信念,以爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线,将育人要素嵌入到智能控制课堂教学中。通过积极培育和践行社会主义核心价值观,运用马克思主义哲学的方法论,引导学生正确做人和做事;注重在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来,提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力;注重强化学生工程伦理教育,培养学生精益求精的大国工匠精神,激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。让学生成为德才兼备、又红又专、全面发展的人才。

### (二) 知识和能力目标

具体目标如下:

(1) 掌握模糊数学、神经网络、遗传算法、专家系统等理论基础,并能将其应用于运动控制系统和过程控制系统。(毕业要求 1.3);

(2) 针对不同的控制对象,选择合理的智能控制方法,具备独立从事智能控制系统设计开发的能力。(毕业要求 4.1)。

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点                                       |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.3 掌握本专业所需的信号检测与控制相关知识,能够用于解决运动控制,过程控制的复杂问题。 |
| 课程目标 2 | 4.1 能够基于自动化领域专业知识选择研究线路,设计并实现可行的实验方案。         |

## 三、基本要求

学生通过本课程的学习,应熟练掌握模糊数学的基本理论,熟练掌握模糊控制器的组成及其工作原理,掌握模糊控制器的设计方法;熟练掌握神经网络的基本概念,掌握 BP 网络与 BP 算法及其在控制系统中的应用、掌握专家控制与仿人控制的基本结构与工作原理;掌握遗传算法的基本操作与模式理论及其在智能控制中的应用。

教学过程中要注意强化人工智能相关理论与控制系统结合的方法。要使学生能够正确理解和运用人工智能的基本概念和理论,了解各智能算法的特点及其在控制系统中可能的应用场景。

通过上机编程仿真,使学生进一步加深对智能控制的理解,提高学生应用智能控制算法的能力。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、上机实践、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容      | 学时 | 思政元素   | 教学模式          | 对应课程目标 |
|----|-----------|----|--|---------------|--------|
| 1  | 绪论        | 2  | 通过对智能控制发展历程中的重要阶段进行分析解读,引导学生学习辩证唯物主义的世界观和方法论,正确认识事物的发展规律。      | 课堂授课、课堂讨论     | 1      |
| 2  | 模糊控制及其应用  | 6  | 在讲解模糊数学理论的过程中,通过实际例子(演员挑选,伴侣选择),对学生进行社会主义核心价值观引导。              | 课堂授课,课后练习 2 题 | 1/2    |
| 3  | 神经网络控制及应用 | 4  | 通过讲解神经网络 BP 算法,类比个人如何不断修正自身缺点,坚定个人信仰。                          | 课堂授课,课后练习 1 题 | 1/2    |
| 4  | 专家控制与仿人控制 | 2  | 通过专家控制与仿人控制的讲解,讨论个人与历史的辩证关系。                                   | 课堂授课,课后练习 1 题 | 1      |
| 5  | 遗传算法及应用   | 2  | 通过遗传算法的工作原理,引导学生运用好内因和外因的辩证关系,通过一个遗传算法在军用武器上的运用的例子,激发学生学术报国热忱。 | 课堂授课,课后练习 1 题 | 1      |

### 第一章 绪论

- 1、智能控制概述
- 2、智能控制系统的主要类型
- 3、智能控制的产生和发展

本章重点:

- 了解智能控制的基本概念;
- 了解智能控制系统的发展过程及其主要类型。

能力:掌握智能控制系统的基本概念、分类、发展历程。

### 第二章 模糊控制及其应用

- 1、普通集合基础
- 2、模糊集合基础
- 3、模糊控制器的工作原理
- 4、模糊控制系统设计与应用实例

本章重点:

- 模糊控制的数学原理;
- 模糊控制器的工作原理;
- 模糊控制器的设计过程。

能力:能够针对被控对象进行数学建模。

### 第三章 神经网络控制及应用

- 1、神经网络基础

- 2、神经网络系统辨识
- 3、神经网络控制
- 4、神经网络控制系统设计与应用实例

本章重点：

- 掌握神经元的生物模型与人工模型；
- 掌握神经网络模型基本概念和 BP 学习算法；
- 掌握神经网络在控制系统中的应用方法。

能力：从应用角度出发，设计神经网络结构，并能编程实现学习过程。

#### 第四章 专家控制与仿人控制简介

- 1、专家系统基础
- 2、专家控制系统的结构与原理
- 3、专家控制系统的设计与应用实例
- 4、仿人智能控制原理
- 5、几种仿人智能控制系统

本章重点：

- 了解专家控制系统的基本组成结构与工作原理；
- 了解仿人控制的基本思路、主要类型和基本原理；

能力：了解专家控制的工作原理。

#### 第五章 遗传算法及应用

- 1、遗传算法的原理与特点
- 2、遗传算法的基本操作与模式理论
- 3、遗传算法的实现与改进
- 4、遗传算法在智能控制中的应用

本章的重点：

- 了解遗传算法的基本概念；
- 掌握遗传算法的基本操作；
- 了解遗传算法在控制系统中的应用。

能力：从系统的数学模型出发，根据遗传算法对 PID 参数进行寻优操作。

### 五、上机内容与学时分配

上机项目与类型

| 序号 | 上机项目                    | 学时 | 上机性质 |    |    |
|----|-------------------------|----|------|----|----|
|    |                         |    | 验证   | 综合 | 设计 |
| 1  | 熟悉 MATLAB 中模糊控制部分开发调试环境 | 2  | √    |    |    |
| 2  | 温度模糊控制系统模糊规则的设计         | 4  |      | √  |    |
| 3  | 温度模糊控制系统的应用编程与调试        | 10 |      | √  |    |

上机一 熟悉 MATLAB 中模糊控制部分开发调试环境

#### 1. 目的要求

掌握 MATLAB 软件的基本操作；熟悉 MATLAB 中模糊控制工具箱的使用方法。

#### 2. 主要上机软件

MATLAB。

### 3. 实验内容

阅读 MATLAB 帮助文档，熟悉模糊推理系统中的隶属度函数编辑器、规则编辑器的使用方法，观察推理系统的仿真结果。

#### 上机二 温度模糊控制系统模糊规则的设计

##### 1. 目的要求

掌握模糊控制规则的基本概念，学会对问题进行分析，能够选择恰当的模糊规则和隶属度函数。

##### 2. 主要上机软件

MATLAB。

##### 3. 实验内容

利用模糊推理系统进行模糊规则设计并观察设计结果。

#### 上机三 温度模糊控制系统的应用编程与调试

##### 1. 目的要求

掌握模糊控制器的设计与调试过程。

##### 2. 主要上机软件

MATLAB。

##### 3. 实验内容

利用模糊逻辑工具箱实现模糊控制器的设计；利用 Simulink 及所设计的模糊控制器实现控制系统仿真；在 Simulink 中通过仿真比较 PID 控制与模糊控制在性能上的差异。

## 六、教学方法

本课程理论性和实践性都较强、内容广泛，讲述过程中应注意多举实例。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学与讨论、课后作业、上机等相结合的教学方式方法，使学生达到掌握基本理论与和基本动手实践能力的教学目标

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以仿真实例演示，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师结合教学内容给出针对性的习题，学生当堂完成，通过随堂练习加深理解、巩固知识。对于本课程的重要知识点和重难点，适当布置课后习题，使学生进一步理解和巩固，培养学生分析问题和解决问题的能力。

给学生推荐网络教学资源：国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、编程论坛，让

学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 上机仿真

智能控制是一门重要的专业限选课，强调理论联系实际。为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的动手能力和综合分析能力。本课程配合理论学习外，安排有 16 学时的上机。上机要求学生在教师的指导下，能独立编程完成温度模糊控制系统的设计与仿真。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核由平时成绩、期末考试两个部分进行成绩评定。

平时成绩（百分制），包括课堂测验、作业、上机等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准                                      |   |                            |                           |
|--|---|---|----------------------------|---------------------------|
|  | 优秀 (0.9-1)                                | 良好 (0.7-0.89)                             | 合格 (0.6-0.69)              | 不合格 (0-0.59)              |
| 掌握智能控制的基本概念。模糊数学、模糊控制器的应用与设计、神经网络、BP 算法、专家系统、遗传算法等基本概念和典型实现方法。 | 概念清晰,设计得当,计算过程及结果准确无误。独立完成作业,书写工整、清晰符合规范。 | 主要概念清晰,但部分设计与计算有误。独立完成作业,书写清晰,设计过程描述符合规范。 | 基本概念基本清晰。尚能设计计算与推导。极少部分抄袭。 | 基本概念未掌握。随堂测验抄袭或者作业不完整或未交。 |

上机成绩评价标准

|        | 基本要求  | 评价标准   |  |   |  |
|--------|---|--|--|---|--|
|        |   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)                               | 不合格 (0-0.59)                                       |
| 目标 1/2 | 能够根据上机项目 1~3 的内容开展上机,设计、观察,分析结果;能独立编写程序,得出有效实验结论。 | 能够利用帮助文档独立地进行模糊规则设计、模糊推理、Simulink 仿真并与 PID 控制效果进行对比,上机结果正确,结果分析全面。 | 能够利用模糊逻辑工具箱实现模糊控制器的基本功能、Simulink 仿真,上机结果较正确,结果分析较全面。 | 基本上能够利用模糊逻辑工具箱完成模糊控制器的设计,上机结果基本正确,结果分析比较全面。 | 基本上不能够操作模糊逻辑工具箱,不会使用 Simulink 进行仿真,上机结果不正确,结果分析片面。 |

期末考试成绩：70%，考试方式为开卷，题型包括：填空题、简答题、计算题。

课程考试考核内容与要求

|      | 基本要求                                    | 评价标准  |  |   |  | 比例 (%) |
|------|---|---|--|---|--|--------|
|      |   | 优秀 (0.9-1)                                  | 良好 (0.7-0.89)                              | 合格 (0.6-0.69)                             | 不合格 (0-0.59)                               |        |
| 目标 1 | 掌握智能控制的基本概念、基本理论等基础知识,能够将其应用于控制系统的设计和仿真 | 智能控制基本概念回答正确,智能控制的工作原理可清楚描述、智能控制的算法及公式熟练掌握。 | 智能控制基本概念回答正确,智能控制的工作原理基本掌握、智能控制的算法及公式多数掌握。 | 智能控制基本概念回答正确,智能控制的工作原理基本掌握、智能控制的算法及公式部分掌握 | 智能控制基本概念回答有较多错误,智能控制的工作原理不清楚、智能控制的算法及公式未掌握 | 60     |

|     |  |   |  |  |                                       |    |
|-----|--|---|--|--|---------------------------------------|----|
| 目标2 | 针对实际应用场景,选择合理的智能控制算法并对算法进行分析与评价,达到解决实际问题的目的。 | 熟悉智能控制各种算法的优缺点,能根据被控对象所处环境选择合理的算法进行设计、仿真与分析,并了解该算法的局限性。 | 熟悉智能控制各种算法的优缺点,能根据被控对象所处环境选择合理的算法,并基本能够根据所选算法进行设计、仿真与分析。 | 了解智能控制各种算法的优缺点,基本上可根据被控对象所处环境选择合理的算法进行设计与仿真分析。 | 不了解智能控制各种算法的优缺点,不能够根据被控对象所处环境选择合理的算法。 | 40 |
|-----|--|---|--|--|---------------------------------------|----|

注:该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。  
成绩评定为:考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《智能控制》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |   |                      |                   |      |   |
|--|---|----------------------|-------------------|------|---|
| 课程名称   | 智能控制  | 课程性质                 | 专业限选              | 学时学分 | 32/2  |
| 开课学期   |   | 专业班级                 |                   | 考核方式 | 考试,开卷   |
| 任课教师:<br>评价人员:课程组长,命题教师,阅卷教师                       |   |                      |                   |      |   |
| 二、课程目标达成评估   |   |                      |                   |      |   |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源                |                   |      |   |
|  |   | 评价依据                 | 分值                | 平均分  | 达成度值 $K_i$ 评价方式   |
| 毕业要求 1.3 掌握本专业所需的信号检测与控制相关知识,能够用于解决运动控制,过程控制的复杂问题。 | 目标 1:掌握模糊数学、神经网络、遗传算法、专家系统等理论基础,并能将其应用于运动控制系统和过程控制系统。 | 期末考试:智能控制的基本知识(80分)  | T10=80<br>试题构成说明: | T1=  | $\frac{T_1}{T_0} \times 0.7 + \frac{A_1}{A_0} \times 0.3 =$ |
|  |   | 平时作业                 | A10=100           | A1=  |   |
| 毕业要求 4.1 能够基于自动化领域专业知识选择研究线路,设计并实现可行的实验方案。         | 目标 2:针对不同的控制对象,选择合理的智能控制方法,具备独立从事智能控制系统设计开发的能力。       | 期末考试:智能控制的设计与分析(20分) | T20=20<br>试题构成说明: | T2=  | $\frac{T_2}{T_0} \times 0.7 + \frac{A_2}{A_0} \times 0.3 =$ |
|  |   | 平时作业                 | A20=100           | A2=  |   |
| 三、课程评价与分析  |   |                      |                   |      |   |
| 考核结果总结   |   |                      |                   |      |   |
| 持续改进方法   |   |                      |                   |      |   |

## 八、教材和参考书

- [1] 喻宗泉,喻晗.《神经网络控制》[M].西安电子科技大学出版社,2009年.
- [2] 孙增圻.《智能控制理论与技术》[M].清华大学出版社,1997年
- [3] 刘金琨.《智能控制(第4版)》,电子工业出版社,2017年.
- [4] 蔡自兴.《智能控制原理与应用(第2版)》,清华大学出版社,2019年.

# 《机器人学导论》教学大纲

课程名称：机器人学导论 (Introduction to Robotics)

课程编号：1502ZY027 课程类别：工程基础-选修

学分：2.5 分

总学时：40 学时，其中，理论学时：40 学时

适用专业：自动化专业

先修课程：高等数学、线性代数、大学物理

执笔人：王可

审订人：

## 一、课程性质

本课程是自动化专业的专业选修课，具有很强的理论性，是一门综合型的工程学科。课程通过对机器人的基本结构原理、运动学与动力学原理等内容展开讲解，使学生掌握了机器人的基本建模与控制方法，学生通过本课程的学习可以具备简单的机器人系统的模型建立与控制方法设计的基本能力，并为今后从事工业机器人相关的研究和工作的学习下良好的基础。

## 二、课程目标

### (一) 育人目标

从培养学生的辩证思维方式，爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手，将育人要素和机器人学专业知识嵌入到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，利用单片机实际应用研究学习科技自信及爱国主义情怀，师生互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质、学术和职业道德，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### (二) 知识和能力目标

1、系统的了解机器人学的基础知识，掌握机器人的运动学和动力学特性的分析方法，初步掌握机器人控制系统设计的基本思路和方法。(毕业要求 1.4)

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.3 掌握自动化领域过程控制系统与运动控制系统所需的工程基础、专业知识，并能据此寻求最佳解决方案 |

## 三、基本要求

本课程以工业机器人为基础，主要介绍机器人的基本结构、运动学、动力学与其控制方法等，具有很强的理论性特点。教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系，理解机器人系统的基本结构，能够分析并建立简单的机器人的运动学模型与动力学模型，并进行相应的

仿真。

在机器人学分析的讲述中，培养学生对机器人系统运动学与动力学模型建立方法，掌握机器人控制系统的系统集成、调试的能力，掌握机器人系统的基本控制方法。

在机器人系统应用的讲述中，注意培养学生分析系统功能、指标参数以及查阅相关技术资料的能力，使学生能够综合运用所学知识设计出简单的机器人应用系统。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括授课、课后习题等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容              | 学时 | 教学模式      | 对应课程目标 |
|----|-------------------|----|-----------|--------|
| 1  | 第一章 绪论            | 2  | 课堂授课      | 1      |
| 2  | 第二章 机器人的空间描述和坐标变换 | 6  | 课堂授课      | 1      |
| 3  | 第三章 机器人运动学        | 8  | 课堂授课      | 1      |
| 4  | 第四章 机器人动力学        | 8  | 课堂授课      | 1      |
| 5  | 第五章 机器人位置和力控制     | 6  | 课堂授课      | 1      |
| 6  | 第六章 工业机器人离线编程与仿真  | 4  | 课堂授课      | 1      |
| 7  | 第七章 机器人类别专题       | 4  | 课堂授课      | 1      |
| 8  | 第八章 机器人前言         | 2  | 课堂授课，部分自学 | 1      |

##### 第一章 绪论

1. 机器人学的起源与发展
2. 机器人的定义和特点
3. 机器人的构成与分类
4. 机器人学的研究领域

重、难点：机器人与机器人学的定义与区别

##### 第二章 机器人的空间描述和坐标变换

1. 位姿和坐标系描述
2. 平移和旋转坐标系映射
3. 平移和旋转齐次坐标变换
4. 物体的变换和变换方程



## 5. 通用旋转变换

重、难点：了解机器人坐标变换的方法

## 第三章 机器人运动学

1. 机械手运动方程的表示
2. 机械手运动方程的求解
3. 机器人运动的分析与综合
4. 机器人的雅可比公式
5. 机器人静力分析

重、难点：机器人运动方程的表示方法，与正运动学、逆运动学求解

## 第四章 机器人动力学

1. 刚体的动力学方程
2. 机械手动力学方程的计算与简化
3. 机械手动力学方程举例
4. 机器人的动态特性

重、难点：了解机器人动力学的方程及其简化方法

## 第五章 机器人位置和力控制

1. 位置与力传感器
2. 间接力控制
3. 机器人的力和位置混合控制
4. 机器人的分解运动控制

重、难点：了解机器人分解控制的方法

## 第六章 工业机器人离线编程与仿真

1. 常用的机器人编程语言；
2. 机器人的离线编程
3. 基于 Matlab 的机器人学仿真

重、难点：ABB Robotstudio 软件入门、Matlab 机器人工具箱使用入门

## 第七章 机器人类别专题

1. 并联机器人基础
2. 移动机器人基础

基本要求：了解机器人的基本类别及其应用

## 第八章 机器人前言

1. 机器学习
2. 深度学习
3. 强化学习
4. 增量学习

基本要求：了解机器人学发展的前沿技术

### 五、教学方法

本课程主要围绕机器人的基本结构、运动学模型与动力学模型等内容展开讲述，是一门具有较强理论与实践应用性的课程。在课程教学中着重培养学生的动手能力和综合分析能力，其教学方法和手段如下：

1. 在课堂教学中采用多媒体课件和板书相结合的方式，采取“启发式”教学方法，鼓励和引导积极学生思考。通过机器人应用实例的讲解，理论联系实际，激发学生兴趣。

2. 通过课堂提问、课后习题查看学生对所学知识的掌握情况。在课堂教学过程中，从基础知识出发，通过对特定应用实例的提问，引发学生思考，扩展学生思维，培养学生的思维能力和创新能力。

3. 在实验教学过程中，学生利用计算机网络资源查阅各种文献资料完成一定的仿真内容。通过实践进一步加深学生对机器人系统的认识，培养学生分析问题、解决问题的能力。

4. 鼓励学生利用课外实践观看与课程相关的慕课，巩固学生对所学知识的理解。

## 六、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），主要包括课后作业。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |
| 了解不同种类机器人及其研究重点和机器人学前言；理解机器人学所涉及的运动学、动力学、机械结构与驱动、感知与运动等内容；掌握机器人建模与控制、机器人常用传感器的使用和功能实现。 | 机器人与机器人学概念与界限清晰，表述准确。对机器人的基本构成、主要技术要点以及机器人建模与控制等基础知识架构清晰明了，并有深入理解其要点 | 机器人与机器人学概念与界限清晰，表述基本准确。对机器人的基本构成、主要技术要点以及机器人建模与控制等基础知识架构清楚理解，但未能掌握其要点 | 机器人与机器人学概念与界限比较清晰，表述基本完整但不准确。对机器人的基本构成、主要技术要点以及机器人建模与控制等基础知识架构基本清楚，但不完整。 | 机器人与机器人学概念与界限并不清晰，表述不清或不完整。对机器人的基本构成、主要技术要点以及机器人建模与控制等基础知识架构不清楚 |

期末大作业成绩：机器人专题小论文对机器人相关概念、基本结构组成、相关技术要点的阐释与理解。

### 课程期末考试考核内容与评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |  |   |                                      |
|---|---|--|---|--------------------------------------|
|   | 优秀 (0.9-1)                                      | 良好 (0.7-0.89)                                  | 合格 (0.6-0.69)                               | 不合格 (0-0.59)                         |
| 理解机器人学所涉及的运动学、动力学、机械结构与驱动、感知与运动等内容；掌握机器人建模与控制、机器人常用传感器的使用和功能实现。 | 对机器人的基本构成、主要技术要点以及机器人建模与控制等基础知识架构清晰明了，并有深入理解其要点 | 对机器人的基本构成、主要技术要点以及机器人建模与控制等基础知识架构清楚理解，但未能掌握其要点 | 对机器人的基本构成、主要技术要点以及机器人建模与控制等基础知识架构基本清楚，但不完整。 | 对机器人的基本构成、主要技术要点以及机器人建模与控制等基础知识架构不清楚 |

成绩评定为：期末成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《机器人学导论》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |  |                               |         |       |  |        |
|---|--|-------------------------------|---------|-------|--|--------|
| 课程名称  | 机器人学导论   | 课程性质                          | 工程基础，必修 |       | 学时学分   | 40/2.5 |
| 开课学期  |  | 专业班级                          |         | 考核方式  | 大作业  |        |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师                      |  |                               |         |       |  |        |
| 二、课程目标达成评估  |  |                               |         |       |  |        |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源                         |         |       |  |        |
|   |  | 评价依据                          | 分值      | 平均分   | 达成度值 $KM$ 评价方式   |        |
| 1.3 掌握自动化领域过程控制系统与运动控制系统所需的工程基础、专业知识，并能据此寻求最佳解决方案 | 目标 1: 系统的了解机器人学的基础知识,掌握机器人的运动学和动力学特性的分析方法,初步掌握机器人控制系统设计的基本思路和方法。 | 期末考试:<br>单片机的基本概念和基础知识 (35 分) | T10=35  | T1=27 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$ $= 0.81$ |        |
|   |  | 平时作业                          | A10=100 | A1=84 |  |        |
|   |  | 平时作业                          | A20=100 | A2=85 |  |        |
| 三、课程评价与分析   |  |                               |         |       |  |        |
| 考核结果总结  | 0.86   |                               |         |       |  |        |
| 持续改进方法  |  |                               |         |       |  |        |

## 七、教学参考书

1. John J. Craig[美]著, 负超 王伟译, 机器人学导论, 机械工业出版社, 2018.03
2. Saeed B. Niku[美]著, 孙福春 朱纪洪 刘国栋等译, 机器人学导论——分析、控制及应用 (第二版), 电子工业出版社, 2013.03
3. Peter Corke[美]著 Robotics, Vision and Control (Second Edition), Springer 出版集团, 2017
4. 蔡自兴, 谢斌. 《机器人学》第3版. 清华大学出版社. 2015.03。
5. 陈小艳, 郭炳宇, 林燕文, 工业机器人现场编程 (ABB), 高等教育出版社, 2018.10

# 《机器视觉》教学大纲

课程名称：机器视觉（Robot Vision）

课程编码：1502ZY220

课程类别：专业基础-限选

学 分：2分

总 学 时：32学时，其中，理论学时：24学时；实验学时：8学时

适用专业：自动化

先修课程：高等数学、线性代数、C语言程序设计、C++语言程序设计、数字图像处理

执 笔 人：王 可

审 订 人：

## 一、课程性质

本课程是自动化专业限选课，主要涉及视觉测量与检测技术在实际工业应用过程中的应用方法，是一门具有较强实践与应用性的课程。本课程通过对机器视觉的基本组成、图像处理的基本方法以及视觉测量的基本原理等内容的讲解，使学生对机器视觉系统的各个环节有了深入的认识，并能应用于实际的生产活动中。学生通过本课程的学习可以具备基本的机器视觉系统的基本应用设计能力，为今后从事现代视觉检测与测量技术相关的维护、开发、应用与管理打下良好的基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

从培养学生的辩证思维方式，爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手，将育人要素和机器视觉专业知识嵌入到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，利用对机器视觉实际应用研究学习提升学生的科技自信及爱国主义情怀，师生互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质、学术和职业道德，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1. 掌握机器视觉的基本组成与原理，掌握图像处理中图像强化、分割与边缘检测等基础知识，了解机器视觉系统中检测与测量的基本方法与原理，能够将机器视觉的基本组成与原理应用于实际视觉测量与检测系统的设备选型、系统设计，利用掌握的图像处理方法完成实际的测量与检测任务。（毕业要求 1.3）；

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 1.3 掌握自动化领域过程控制系统与运动控制系统所需的工程基础、专业知识，并能据此寻求最佳解决方案 |

## 三、基本要求

本课程是一门理论性、实践性很强的专业基础课，主要介绍机器视觉系统的基本组成原

理与目标检测与测量的方法。通过本课程的学习，应使学生能够较好地理解和掌握机器视觉相关的基本概念，数字图像分析方法及视觉检测与测量系统的基本方法，具有很强的实用性。

教学过程中要注意与先修课程内容的联系，帮助学生了解机器视觉系统的基本设计方法，能够了解机器视觉系统在控制系统中的作用，并进行简单机器视觉系统的设计。通过重点讲解图像处理方法，使学生能利用图像增强、图像分割、形状匹配等算法进行简单的机器视觉检测与测量算法设计。

在机器视觉应用的讲述中，注意培养学生分析系统指标以及查阅相关技术资料的能力，重点培养学生对机器视觉系统各模块功能与作用的分析能力，使学生了解机器视觉系统的设计方法，具备一定的软、硬件综合设计能力。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，并说明教学重点、主要教学模式（包括授课、自学、实验、堂讨论、作业等）。

| 章节 | 教学内容   | 授课学时 | 教学模式      | 对应课程目标 |
|----|--------|------|-----------|--------|
| 1  | 机器视觉基础 | 2    | 课堂授课，课堂讨论 | 1      |
| 2  | 硬件构成   | 2    | 课堂授课，课堂讨论 | 1      |
| 3  | 硬件选型   | 2    | 课堂授课，课堂讨论 | 1      |
| 4  | 图像处理技术 | 6    | 课堂授课，课堂讨论 | 1/2    |
| 5  | 缺陷检测技术 | 2    | 课堂授课，课堂讨论 | 1/2    |
| 6  | 模式识别技术 | 2    | 课堂授课，课堂讨论 | 1/2    |
| 7  | 尺寸测量技术 | 4    | 课堂授课，课堂讨论 | 1/2    |
| 8  | 目标定位技术 | 4    | 课堂授课，课堂讨论 | 1/2    |

#### 第1章 机器视觉概述 2

- 1 机器视觉的发展历程 2
- 2 机器视觉的发展趋势 4
- 3 机器视觉的应用领域 4
- 4 机器视觉的性能优势及功能特点 5

本章重点：

了解机器视觉的发展与应用环境

#### 第2章 硬件构成 8

- 1 相机
- 2 镜头

本章重点：

了解相机的基本组成

### 第3章 硬件选型

- 1 采集图像
- 2 收集需求
- 3 选择相机
- 4 选择镜头
- 5 选择光源

本章重点：

了解机器视觉系统的基本组成

掌握相机选型的基本方法

### 第4章 图像处理技术

- 1 图像采集
- 2 图像预处理
- 3 边缘检测

本章重点：

了解图像处理的基本方法与应用

掌握图像二值化、增强、滤波、边缘检测等算法

### 第5章 缺陷检测技术

- 1 划痕检测
- 2 焊点检测

本章重点：

了解缺陷检测技术的基本方法与应用

### 第6章 模式识别技术 59

- 1 模式识别的分类 59
- 2 模式识别的应用：字符识别
- 3 模式识别的应用：条码识别

本章重点：

了解模式识别技术的基本方法与应用

### 第7章 尺寸测量技术

- 1 距离测量
- 2 圆测量
- 3 轮廓测量

本章重点：

掌握尺寸测量技术的基本方法

### 第八章 目标定位技术

- 1 形状匹配
- 2 灰度匹配

3 坐标校准

4 测量标定

本章重点：

了解目标定位的基本方法

掌握基于形状和灰度的目标匹配方法

## 五、实验内容与学时分配

实验项目与类型

| 序号 | 实验项目   | 学时 | 实验性质 |    |    |
|----|--------|----|------|----|----|
|    |        |    | 验证   | 综合 | 设计 |
| 1  | 图像滤波   | 2  | √    |    |    |
| 2  | 图像边缘提取 | 2  | √    |    |    |
| 3  | 轮廓测量   | 2  | √    |    |    |
| 4  | 形状匹配   | 2  | √    |    |    |

### 实验一 图像滤波

#### 1、目的要求

掌握如何使用 matlab/python 进行本地图像的读取、显示与保存。

对图像进行滤波处理，了解不同的滤波技术及各种滤波技术之间的差异。

#### 2、主要试验仪器及材料

微型计算机。

#### 3、实验内容

利用 matlab/python 读取图像，并对图像分别进行均值滤波、中值滤波与高斯滤波等。

### 实验二 图像边缘提取

#### 1、目的要求

掌握图像边缘检测算法及提取轮廓的方法。

#### 2、主要试验仪器及材料

微型计算机。

#### 3、实验内容

利用 matlab/python 读取图像，采用 Canny 算子实现图像的边缘检测。

### 实验三 轮廓测量

#### 1、目的要求

掌握尺寸测量技术的基本方法

#### 2、主要试验仪器及材料

微型计算机。

#### 3、实验内容

选择特定形状物体图像，利用 matlab/python 编写程序实现物体外观尺寸测量

### 实验四 形状匹配

#### 1、目的要求

掌握形状匹配的方法。

## 2、主要试验仪器及材料

微型计算机。

## 3、实验内容

利用 matlab/python 编写程序实现特定物体形状的检测。

## 六、教学方法

本课程主要围绕机器视觉系统中各个环节展开讲述，是一门具有较强实践应用性的课程。在课程教学中着重培养学生的动手能力和综合分析能力，其教学方法和手段如下：

1. 在课堂教学中采用多媒体课件和板书相结合的方式，采取“启发式”教学方法，鼓励和引导积极学生思考。通过机器视觉系统应用实例的讲解，理论联系实际，激发学生学习兴趣。

2. 通过课堂提问、课后习题查看学生对所学知识的掌握情况。在课堂教学过程中，从基础知识出发，通过对特定应用实例的提问，引发学生思考，扩展学生思维，培养学生的思维能力和创新能力。

3. 在实验教学过程中，学生利用计算机网络资源查阅各种文献资料完成实验要求内容。通过实践进一步加深学生对机器视觉系统设计方法的认识，培养学生分析问题、解决问题的能力。

4. 鼓励学生利用课外实践观看与课程相关的慕课，巩固学生对所学知识的理解。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核由平时成绩进行成绩评定。

平时成绩（百分制）：包括课堂测验、作业、实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |   |  |  |
|---|---|---|--|--|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)                                 | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)                                     |
| 掌握机器视觉的基本概念，掌握图像处理的基本原理、基本技术和基本分析方法；能运用图像处理的原理、方法对复杂机器视觉系统中目标检测与测量等工程问题进行分析、比较和实现的能力。 | 对机器视觉相关概念清晰，分析得当。能够正确地解决问题，思路清晰，计算正确。独立完成作业，书写工整、清晰，符号、单位等符合规范。 | 对机器视觉相关概念清晰，但部分分析有误。独立完成作业，书写清晰，主要符号、单位等符合规范。 | 对机器视觉相关基本概念基本清晰。解决问题，思路基本清晰，计算基本正确极少部分抄袭，符号、单位等基本规范。 | 对机器视觉相关基本概念未掌握。主要思路、过程和计算过程错误较多。大部分抄袭或者作业不完整或未交。 |

实验成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准              |                         |                         |                       |
|------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
|      | 优 秀 ( 0 . 9 - 1 ) | 良 好 ( 0 . 7 - 0 . 8 9 ) | 合 格 ( 0 . 6 - 0 . 6 9 ) | 不 合 格 ( 0 - 0 . 5 9 ) |



|                                  |   |   |   |  |
|----------------------------------|---|---|---|--|
| 能够根据实验项目1~4内容开展实验,观察实验现象,分析实验结果。 | 能够根据机器视觉技术的基本原理开展实验,实验结果正确,结果分析全面;设计性实验的方案正确。报告书写工整、清晰,符号等符合规范。 | 能够根据机器视觉技术的基本原理开展实验,实验结果较正确,有结果分析;设计性实验的方案较正确。报告书写清晰,主要符号等符合规范。 | 基本上能够根据机器视觉技术的基本原理开展实验,实验结果基本正确,部分结果分析;设计性实验的方案基本正确。报告极小部分抄袭,符号等基本规范。 | 基本上能够根据机器视觉技术的基本原理开展实验,实验结果不正确,无结果分析;设计性实验的方案不正确。报告抄袭。 |
|----------------------------------|---|---|---|--|

成绩评定为:平时成绩\*30%+随堂考试\*70%。

### 课程期末考核内容与评价标准

|     | 基本要求  | 评价标准   |  |  |  |
|-----|---|--|--|--|--|
|     |   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 目标1 | 掌握机器视觉的基本组成与原理,掌握图像处理中图像强化、分割与边缘检测等基础知识,了解机器视觉系统中检测与测量的基本方法与原理,能够将机器视觉的基本组成与原理应用于实际视觉测量与检测系统的设备选型、系统设计,利用掌握的图像处理方法完成实际的测量与检测任务。 | 对机器视觉的基本概念、图像处理的基本方法等内容回答正确。对机器视觉系统的检测与测量方法设计思路回答正确。 | 对机器视觉的基本概念、图像处理的基本方法等内容回答较正确。对机器视觉系统的检测与测量方法设计思路回答较正确。 | 对机器视觉的基本概念、图像处理的基本方法等内容回答基本正确。对机器视觉系统的检测与测量方法设计思路回答基本正确。 | 对机器视觉的基本概念、图像处理的基本方法等内容回答错误较多。对机器视觉系统的检测与测量方法设计思路错误较多。 |

## 2. 课程目标达成评价

### 《机器视觉》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |  |  |                             |       |   |      |
|--|--|--|-----------------------------|-------|---|------|
| 课程名称   | 机器视觉   | 课程性质   | 专业基础, 限选                    |       | 学时学分  | 48/2 |
| 开课学期   |  | 专业班级   |                             | 考核方式  | 随堂考试<br>平时成绩  |      |
| 任课教师:  |  |  |                             |       |   |      |
| 评价人员: 课程组长, 命题教师, 阅卷教师                                 |  |  |                             |       |   |      |
| 二、课程目标达成评估   |  |  |                             |       |   |      |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标   | 评价数据源  |                             |       |   |      |
|  |  | 评价依据   | 分值                          | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式                                       |      |
| 指标点 1.3: 掌握自动化领域过程控制系统与运动控制系统所需的工程基础、专业知识,并能据此寻求最佳解决方案 | 目标 1: 掌握机器视觉的基本组成与原理,掌握图像处理中图像强化、分割与边缘检测等基础知识,了解机器视觉系统中检测与测量的基本方法与原理,能够将机器视觉的基本组成与原理应用于实际视觉测量与检测系统的设备选型、系统设计,利用掌握的图像处理方法完成实际的测量与检测任务 | 随堂考试:<br>机器视觉的基本原理、图像处理的基本知识、基本的处理方法等 (100分) | T10=100<br>试题构成说明 (选择题、填空题) | T1=74 | $\frac{T1}{T10} * 0.5 + \frac{A1}{A10} * 0.5 = 0.795$ |      |
|  |  | 平时成绩   | A10=100                     | A1=85 |   |      |
| 三、课程评价与分析  |  |  |                             |       |   |      |

|        |  |
|--------|--|
| 考核结果总结 |  |
| 持续改进方法 |  |

## 八、教材和参考书

- 1、章毓晋.《计算机视觉教程》(第3版),人民邮电出版社,2021年
- 2、章毓晋.《图像处理和分析教程》(第3版),人民邮电出版社,2020年
- 3、工控帮教研组.《机器视觉原理与案例详解》,电子工业出版社,2020年
- 4、E.R.Davies. 机器视觉:理论,算法与实践= Machine Vision:Theory,Algorithms, Practicalities : 第3版 : 英文[M]. 人民邮电出版社,2009.
- 5、张平.《OpenCV 算法精解-基于 Python 与 C++》,电子工业出版社,2017年
- 6、夏邦贵.《OpenCV 计算机视觉基础教程》,人民邮电出版社,2021
- 7、李立宗.《OpenCV 轻松入门-面向 Python》,电子工业出版社,2019年
- 8、赵宁.《Python OpenCV 从入门到实践》,吉林大学出版社,2021年
- 9、杨高科.《图像处理、分析与机器视觉-基于 Labview》,清华大学出版社,2018年

## 《ARM 与嵌入式系统》教学大纲

课程名称: ARM 与嵌入式系统 (ARM and Embedded System)

课程编码: 1502ZY103

课程类别: 专业基础-任选

学 分: 2.5 分

总 学 时: 40 学时, 其中, 理论学时: 30 学时; 实验学时: 10 学时

适用专业: 自动化专业

先修课程: C 语言程序设计、数字电子技术、单片机原理及应用、Linux 操作系统与应用

执 笔 人: 孙先松

审 订 人: 杨旭辉

### 一、课程性质

本课程是自动化专业的专业基础课,具有很强的工程性和实践性。通过本课程学习,学生能够掌握嵌入式系统的一般硬件结构与设计方法,掌握 ARM 架构体系的相关知识,熟悉嵌入式系统软件开发环境建立和硬件驱动、应用软件开发的方法与步骤,使学生具备基于 ARM 的嵌入式系统基本硬件系统设计、驱动开发与应用程序设计能力,为后续课程学习和从事嵌入式系统工作打好基础。

### 二、课程目标

#### (一) 育人目标

从培养学生的辩证思维方式,爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手,将育人要素和嵌入式系统专业知识融合到课堂中教学,凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神,通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维,利

用身边的嵌入式系统应用实例培养学生爱国主义情怀,师生互动进行“三观”教育和学习方法指导,培养学生的专业素质和职业道德,全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力,培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

## (二) 知识和能力目标

1、熟悉 ARM 系统的基本功能单元电路工作原理及应用方法,掌握 ARM 外围硬件单元电路核心工作原理,能够运用最新的元器件实现嵌入式系统的软硬件定制、裁剪、移植,掌握系统测试分析方法。(毕业要求 1.2)

2、掌握基于 ARM 的嵌入式系统的硬件和软件设计方法,能根据工程应用需求进行基于 ARM 的硬件和软件系统方案比较、设计与分析。(毕业要求 3.1)

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点                       |
|--------|-------------------------------|
| 课程目标 1 | 1.2 掌握本专业所需的电路、电子和计算机软硬件相关知识。 |
| 课程目标 2 | 3.1 能够根据工程实际需求确定设计目标。         |

## 三、基本要求

本课程主要内容包括 ARM 嵌入式系统的基础及体系结构、ARM 系统硬件设计基础、ARM 主要功能单元原理及应用、嵌入式开发环境建立、Linux 软件设计与开发的方法、嵌入式 Linux 硬件驱动程序设计、图形用户接口 QT/Embedded 的应用系统设计,各部分内容实践性很强。

本课程与两门先修课程《微机原理与接口技术》、《Linux 操作系统与应用》结合较紧,巩固基础知识对于学习 ARM 硬件体系结构、硬件单元工作原理和嵌入式 Linux 软件设计与开发的方法很有帮助。

使学生理解 ARM 嵌入式系统的工程应用背景和场合,掌握嵌入式系统定制设计的一般方法和步骤,掌握基于 ARM 的基本功能单元电路原理及应用方法,掌握简单的 ARM 嵌入式系统硬件设计、底层驱动程序开发、上层应用软件(包括图形界面)等的开发方法和步骤。培养学生分析设计实际工程应用中功能复杂、性价比高的综合电子系统的能力,为学习后续专业课程及从事自动化控制领域的工作打下坚实的理论基础。

## 四、教学内容

分章节说明教学内容,课时安排,融入思政元素,并说明教学重点与难点、主要教学模式(包括授课、演示、自学、实验、课堂讨论、大作业等)以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容            | 学时 | 思政元素  | 教学模式               | 对应课程目标 |
|----|-----------------|----|---|--------------------|--------|
| 1  | 基于 ARM 的嵌入式系统基础 | 2  | 可对国内外嵌入式技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情怀和专业认同感,定位自己的社会责任,从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课,课后练习 3 题      | 1      |
| 2  | ARM 体系结构        | 2  | 结合国内自主 CPU 的架构、性能、生产等现状,分析与国外差距,让学生有危机感,增强学生奋发图强的信心。                    | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 3 题 | 1      |

|   |                            |   |   |                     |     |
|---|----------------------------|---|---|---------------------|-----|
| 3 | ARM 系统硬件设计基础               | 4 | 在硬件开发应用中，各类元器件在国内的生产、市场现状如何，让学生养成经常关注最新电子元器件的习惯。    | 课堂授课，课堂讨论、课后练习 3 题  | 2   |
| 4 | ARM 系统硬件单元应用设计             | 6 |   | 课堂授课，演示、讨论、课后练习 4 题 | 1/2 |
| 5 | 嵌入式 Linux 操作系统             | 4 | 分析国内外多种嵌入式操作系统的应用现状，促进学生对知识产权、产业政策、系统安全、自主创新等方面的理解。 | 课堂授课，演示、讨论、课后练习 3 题 | 2   |
| 6 | 嵌入式 Linux 硬件驱动程序设计         | 4 |   | 课堂授课，演示、讨论、课后练习 3 题 | 2   |
| 7 | 图形用户接口 QT/Embedded 的应用系统设计 | 6 | 举例说明多种软件开发平台，让学生意识到嵌入式开发生态系统的重要性。                   | 课堂授课，演示、讨论、课后练习 3 题 | 1/2 |
| 8 | 嵌入式系统实例分析                  | 2 | 以实例分析列举嵌入式开发人才的紧缺。                                  | 课后查阅资料              | 1/2 |

### 第一章 基于 ARM 的嵌入式系统基础

- 1、ARM 嵌入式系统的基本概念
- 2、嵌入式系统硬件开发的工具及流程
- 3、嵌入式软件开发工具、环境、流程
- 4、嵌入式技术应用现状及趋势

本章重点：

了解嵌入式系统的基本概念和嵌入式系统的应用现状

掌握嵌入式系统硬件开发的工具与流程

掌握 ARM 硬件系统设计、软件开发的方法和步骤

能力：能够以 ARM 为核心进行嵌入式系统硬件、软件系统方案比较、设计、分析

### 第二章 ARM 体系结构

- 1、ARM 体系结构
- 2、ARM 核的功能特点
- 3、ARM 基本寻址方式和指令集
- 4、ARM 体系的编程模型

本章重点：

熟悉 ARM 的体系结构和功能特点

理解 ARM 指令种类、指令运行原理、编译、指令运行效率与存储

能力：能够运用 ARM 指令进行编程、调试、仿真

### 第三章 ARM 系统硬件设计基础

- 1、基于 ARM 的硬件系统结构与功能设计
- 2、基于 ARM 的系统外围硬件电路原理
- 3、高级嵌入式硬件 PCB 设计

本章重点：

掌握 ARM 的基本外围电路原理

掌握 ARM 存储器扩展的方法和设计的原理

能力：能够设计基本外围电路，能够进行存储器扩展

#### 第四章 ARM 系统硬件单元应用设计

1、GPIO 工作原理和编程

2、时钟工作原理与编程

3、UART 工作原理和编程

4、I2C、SPI 等接口工作原理和编程

5、A/D 转换器工作原理和编程

6、LCD、触摸屏工作原理和编程

本章重点：

掌握 ARM 的 GPIO、UART、IIC、SPI 工作原理、电路设计和编程方法

熟练掌握时钟工作原理和应用方法

能力：能够扩展设计 ARM 外围电路系统，能够编程控制 ARM 外设单元工作

#### 第五章 嵌入式 Linux 操作系统

1、嵌入式 Linux 下交叉开发环境建立

2、BootLoader 引导程序的功能与原理

3、嵌入式 Linux 操作系统构建、裁剪、移植

4、嵌入式根文件系统的移植

本章重点：

掌握嵌入式 Linux 的开发环境建立

掌握 BootLoader、嵌入式 Linux 系统、根文件系统的移植与下载方法

能力：能够运用建立嵌入式 Linux 的交叉开发环境，能进行 BootLoader、嵌入式

Linux 系统、根文件系统的移植与下载

#### 第六章 嵌入式 Linux 硬件驱动程序设计

1、Linux 驱动程序基础、分类

2、常见字符设备及 I/O 设备驱动程序设计

3、网络驱动程序实例分析

本章重点：

掌握 Linux 驱动程序框架

掌握字符型和块型设备驱动程序设计方法

能力：能够编写 Linux 下的驱动程序，能够驱动 GPIO 或通信接口与外围硬件系统协同工作

#### 第七章 图形用户接口 QT/Embedded 的应用系统设计

- 1、基于 QT/Embedded 的图形应用系统设计方法
- 2、基于 QT 的应用实例开发
- 3、系统集成方法与过程总结

本章重点：

掌握 QT 开发环境的使用方法

掌握整个嵌入式系统集成方法

能力：能够运用 QT 进行应用程序设计，并集成到开发板独立运行

## 第八章 嵌入式系统实例分析

- 1、智能控制类嵌入式系统实例分析
- 2、图形界面应用类实例分析

本章重点：

掌握嵌入式系统多种硬件接口驱动的方法和 QT 开发系统集成方法

能力：能够理解硬件驱动原理，能理解 QT 进行应用程序设计的方法

## 五、实验内容与学时分配

实验项目与类型

| 序号 | 实验项目                   | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程<br>目标 | 支撑毕业要<br>求指标点 |
|----|------------------------|----|------|----|----|----|------------|---------------|
|    |                        |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |            |               |
| 1  | 嵌入式软件开发环境与 ARM 实验开发板使用 | 2  |      | √  |    |    | 1          | 1.2           |
| 2  | 开发板硬件单元测试与驱动程序设计       | 2  |      | √  |    |    | 1          | 1.2           |
| 3  | 嵌入式操作系统及根文件系统移植        | 2  |      |    | √  |    | 1          | 1.2           |
| 4  | 嵌入式应用程序设计              | 4  |      |    | √  |    | 2          | 3.1           |

### 实验一嵌入式软件开发环境与 ARM 实验开发板使用

#### 1. 目的要求

通过学习 ARM 开发板相关手册，熟悉相关软件开发环境和实验开发板的使用方法，要求掌握开发板的联机调试、软件和硬件资源。

#### 2. 主要实验仪器及材料

计算机，ARM 实验开发板及配件。

#### 3. 掌握要点

主要熟悉开发板的使用手册，掌握开发环境的搭建过程，按步骤进行联机、开机、调试。

#### 4. 实验内容

学习 ARM 开发板的使用手册；熟悉开发板的开发环境搭建过程；掌握开发板联机、调试及开机过程，熟悉开发板中的文件系统内容。完成实验报告。

### 实验二开发板硬件单元测试与驱动程序设计

#### 1. 目的要求

通过学习 ARM 开发板的使用手册，熟悉 ARM 开发板的硬件电路原理图，掌握部分硬件单

元的控制驱动方法。

2. 主要实验仪器及材料

计算机，ARM 实验开发板及配件。

3. 掌握要点

要注意直接运行硬件控制程序和调用硬件驱动程序的不同。

4. 实验内容：

设计一种或多种硬件外设的直接控制程序；设计一种硬件的 Linux 系统下的驱动程序；对两种程序设计的原理、方法及调用过程进行详细描述，对实验结果进行说明。完成实验报告。

### 实验三嵌入式操作系统及根文件系统移植

1. 目的要求

参考 ARM 开发板使用手册，熟悉 Linux 操作系统的移植步骤和方法，熟悉根文件系统的移植步骤和方法。

2. 主要实验仪器及材料

计算机，ARM 实验开发板及配件。

3. 掌握要点

重点掌握移植操作系统和根文件系统的步骤。

4. 实验内容：

熟悉开发板使用手册，下载操作系统 Linux 源码包，熟悉 Linux 源码包中的资源情况；对 Linux 系统源码包裁剪、编译、连接、下载；熟悉根文件系统进行打包、下载；熟悉部分运行环境的设置。完成实验报告。

### 实验四嵌入式应用程序设计

1. 目的要求

通过分析一种嵌入式系统应用的功能需求，掌握 QT 进行应用程序设计的方法和步骤，学习系统集成方法。实验要求只需了解已有的实例相关结构及集成的方法。

2. 主要实验仪器及材料

计算机，ARM 实验开发板及配件。

3. 掌握要点

重点掌握 QT 开发的方法和系统集成的环境设置。

4. 实验内容：

可以选广告机、图形界面的媒体播放器、测控系统、网络通信等任一个项目进行分析；了解系统功能，详细分析系统集成的关键点与步骤、方法。完成实验报告。

## 六、教学方法

ARM 与嵌入式系统是一门应用技术型的课程，涉及到的知识点多，与实际工程应用结合紧密，以“让学生学会一种技能”为教学理念，以硬件设计的各环节、开发的方法和步骤为主线，培养学生综合应用电子技术、软件设计的能力，为以后工程实践打下坚实基础。采用课堂理论教学、课后独立作业与实验教学相结合的教学方式方法，达到使学生掌握 ARM 开发应用方法的教学目标。主要教学环节包括课堂理论教学、课后独立作业、实验教学以及课后自学。

### 1. 课堂教学

在教学中将建立“以学生为主体、以教师为主导”的基于探索和研究的教学模式。为了保证教学效果，课堂教学以“调动学生主动性”为出发点，在基础知识、概念、工作原理等

讲授中，注重课堂提问和课外自学内容分析；在方案分析、软硬件设计、实例分析等内容教学中，由老师提出问题，学生参与讨论、演讲，最后老师分析总结。课堂广泛采用多媒体教学手段，提高课堂效率，对于有些技术操作内容多采用实物课堂演示。

## 2. 独立作业和课后自学

本课程最后需完成一次独立大作业。作业量按大约 2 小时，作业内容需要学生查阅大量资料，在理解、综合的基础上完成，这样有利于增强学生分析问题和解决问题的能力。由于学时不多，一些不能在课堂上讲授的知识点，会适当布置课外学习任务，由学生手写上交文档，这部分材料是学生平时成绩评价的依据之一。

## 3. 实验教学

本课程实验学时不多，只能侧重于开发平台的使用和开发过程、步骤的训练，为以后学生从事具体嵌入式系统项目打下基础，加深学生对理论教学内容的理解，训练学生的动手能力和综合分析能力。在实验过程中，老师一方面负责指导学生，另一方面还要对每个学生的动手能力、实验效果、问题解答等进行评价、记录、评分，本课程配合理论学习，安排有 10 学时的实验。实验课要求学生在教师的指导下，按照实验教学内容要求，独立完成相关实验工作。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核由平时成绩、期末考试两个部分进行成绩评定。

平时成绩（百分制），包括课堂测验、作业、实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 能根据工程应用需求进行 ARM 硬件系统方案比较、设计与分析。熟悉 ARM 系统的基本功能单元电路工作原理及应用方法。掌握 ARM 外围硬件单元电路核心工作原理，能够运用最新的元器件实现嵌入式系统的软硬件定制、裁剪、移植，掌握系统测试分析方法。 | ARM 嵌入式系统概念非常清楚。掌握基于 ARM 的电子系统的硬件和软件设计方法，完全掌握 ARM 的基本功能电路和其它外围硬件电路工作原理，会对嵌入式系统的软硬件进行定制、裁剪、移植和系统测试分析。 | ARM 嵌入式系统概念清晰。清楚基于 ARM 的电子系统的硬件和软件设计方法，非常了解 ARM 的基本功能电路和其它外围硬件电路工作原理，完全了解嵌入式系统的软硬件定制、裁剪、移植和系统测试分析方法。 | 对于 ARM 嵌入式系统概念基本清晰。基本清楚基于 ARM 的电子系统的硬件和软件设计方法，基本了解 ARM 的基本功能电路和其它外围硬件电路工作原理，基本了解嵌入式系统的软硬件定制、裁剪、移植和系统测试分析方法。 | 对于 ARM 嵌入式系统概念不清楚。不能掌握基于 ARM 的电子系统的硬件和软件设计方法，对基于 ARM 的基本功能电路和其它外围硬件电路工作原理了解不多，对嵌入式系统的软硬件定制、裁剪、移植和系统测试分析方法了解不多。 |

实验成绩评价标准

| 基本要求 | 评价标准       |               |               |              |
|------|------------|---------------|---------------|--------------|
|      | 优秀 (0.9-1) | 良好 (0.7-0.89) | 合格 (0.6-0.69) | 不合格 (0-0.59) |
|      |            |               |               |              |



|               |  |   |  |   |  |
|---------------|--|---|--|---|--|
| 目标<br>1、<br>2 | 能够根据实验大纲要求完成实验项目 1~4，理解实验步骤、实验过程、实验方法，记录实验现象，分析实验结果。 | 全部完成实验大纲要求的实验内容，能对部分实验内容进行创新；实验方法正确，实验过程及现象完整，实验结果正确；实验报告格式规范，过程详细，独立完成，有深刻的实验心得。 | 全部完成实验大纲要求的实验内容；实验方法正确，实验每个过程、现象记录完整，实验有结果；实验报告格式规范，过程清楚，独立完成，有实验心得。 | 能全部完成实验大纲要求的实验内容；实验方法正确；实验报告格式规范，过程清楚，独立完成。 | 不能全部完成实验大纲要求的实验内容；实验方法错误，实验结果不正确，实验报告抄袭。 |
|---------------|--|---|--|---|--|

独立作业（百分制），题型包括：简答题、分析题、设计与应用等。

课程独立作业考核内容与评价标准

|         | 基本要求   | 评价标准  |  |   |   | 比例 (%) |
|---------|--|---|--|---|---|--------|
|         |  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |        |
| 目标<br>1 | 熟悉 ARM 系统的基本功能单元电路工作原理及应用方法，掌握基于 ARM 的电子系统的硬件和软件设计方法，能根据工程应用需求进行 ARM 硬件系统方案比较、设计与分析。 | ARM 嵌入式系统概念清晰。掌握基于 ARM 的电子系统的硬件和软件设计方法，掌握 ARM 的基本功能电路工作原理。能根据工程应用需求进行 ARM 硬件系统方案比较、设计与分析。 | ARM 嵌入式系统概念清晰。清楚基于 ARM 的电子系统的硬件和软件设计方法，非常了解 ARM 的基本功能电路工作原理。能根据工程应用需求进行 ARM 硬件系统方案比较与分析。 | 对于 ARM 嵌入式系统概念基本清晰。清楚基本功能单元电路工作原理。基本清楚基于 ARM 的电子系统的硬件和软件设计方法，能分析一些硬件系统方案。 | 对于 ARM 嵌入式系统概念不清楚。不了解基本功能单元电路工作原理。不能掌握基于 ARM 的电子系统的硬件和软件设计方法，不能根据工程应用需求进行 ARM 硬件系统方案比较、设计与分析。 | 30     |
| 目标<br>2 | 掌握 ARM 外围硬件单元电路核心工作原理，能够运用最新的元器件实现嵌入式系统的软硬件定制、裁剪、移植，掌握系统测试分析方法。                      | 根据 ARM 嵌入式系统外围硬件电路工作原理会扩展改进硬件电路；掌握了嵌入式系统的软硬件定制、裁剪、移植和系统测试。                                | 熟悉 ARM 嵌入式系统外围硬件电路工作原理；熟悉嵌入式系统的软硬件定制、裁剪、移植和系统测试分析方法。                                     | 基本了解 ARM 嵌入式系统外围硬件电路工作原理；基本了解嵌入式系统的软硬件定制、裁剪、移植和系统测试分析方法。                  | 对于 ARM 嵌入式系统外围硬件电路工作原理了解不多；对嵌入式系统的软硬件定制、裁剪、移植和系统测试分析方法了解不多。                                   | 70     |

注：该表格中的比例为课程独立作业成绩比例。

成绩评定为：独立作业成绩\*70%+平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

《ARM 与嵌入式系统》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息                           |   |                                  |         |       |  |
|------------------------------------|---|----------------------------------|---------|-------|--|
| 课程名称                               | ARM 与嵌入式系统  | 课程性质                             | 专业基础，限选 | 学时学分  | 40/2.5   |
| 开课学期                               |   | 专业班级                             |         | 考核方式  | 独立作业   |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师       |   |                                  |         |       |  |
| 二、课程目标达成评估                         |   |                                  |         |       |  |
| 课程目标支撑指标点                          | 课程目标  | 评价数据源                            |         |       |  |
|                                    |   | 评价依据                             | 分值      | 平均分   | 达成度值 K <sub>i</sub> 评价方式                             |
| 毕业要求 1.2 掌握本专业所需的电路、电子和计算机软硬件相关知识。 | 目标 1：熟悉 ARM 系统的基本功能单元电路工作原理及应用方法，掌握 ARM 外围硬件单元电路核心工作原理，能够运用 | 独立作业：<br>ARM 嵌入式硬件系统基础<br>(30 分) | T10=30  | T1=22 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3 = 0.77$ |
|                                    |   | 平时成绩                             | A10=100 | A1=85 |  |

|                            |   |                                       |         |       |  |
|----------------------------|---|---------------------------------------|---------|-------|--|
|                            | 最新的元器件实现嵌入式系统的软硬件定制、裁剪、移植，掌握系统测试分析方法。                         |                                       |         |       |  |
| 毕业要求 3.1 能够根据工程实际需求确定设计目标。 | 目标 2：掌握基于 ARM 的电子系统的硬件和软件设计方法，能根据工程应用需求进行 ARM 硬件系统方案比较、设计与分析。 | 独立作业：ARM 硬件电路工作原理及软、硬件定制、裁剪、移植 (70 分) | T20=70  | T2=48 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3 = 0.74$ |
|                            |   | 平时成绩                                  | A20=100 | A2=85 |  |
| 三、课程评价与分析                  |   |                                       |         |       |  |
| 考核结果总结                     |   |                                       |         |       |  |
| 持续改进方法                     |   |                                       |         |       |  |

## 七、教学参考书

1. 嵌入式系统原理及应用教程（第 2 版），孟祥莲等，北京：清华大学出版社，2017 年。
2. 嵌入式系统原理与设计（第 2 版），陈文智，王总辉，北京：清华大学出版社，2017 年。
3. 嵌入式系统原理与开发（第三版），夏靖波，陈雅蓉，陕西：西安电子科技大学出版社，2017 年。
4. 嵌入式 Linux 操作系统原理与应用（第 3 版），文全刚，北京：北京航空航天大学出版社，2017 年。
5. 基于 ARM 的嵌入式系统原理及应用，刘彦文，北京：清华大学出版社，2017 年。

## 《集散控制系统及现场总线技术》教学大纲

课程名称：集散控制系统及现场总线技术 (Distribution Control System and Field Bus Technology)

课程编码：1502ZY028

课程类别：专业选修

学 分：2 分

总 学 时：32 学时，其中，理论学时：22 学时；实验学时：10 学时

适用专业：自动化、自动化产业班

先修课程：模拟电子技术、数字电子技术、过程控制系统及装置

执 笔 人：杨三青

审 订 人：周永乾

### 一、课程性质

《集散控制系统及现场总线技术》是自动化专业的一门专业选修课。

本课程介绍集散控制系统及现场总线的基本概念、特点及发展情况；详细阐明了系统构

成、数据通信、控制算法、系统的操作、显示及信息综合管理及应用。旨在培养从事工业企业集散控制系统及现场总线的生产、建设、管理、维护第一线需要的有理论、重实践的高技能型人才，使学生获得集散控制系统及现场总线的基本知识和实际应用能力，为今后从事职场工作打下坚实基础。

## 二、课程目标

### （一）育人目标

紧紧围绕坚定学生理想信念，以爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线，将育人要素嵌入到集散控制系统及现场总线技术课堂教学中。通过积极培育和践行社会主义核心价值观，运用马克思主义哲学的方法论，引导学生正确做人和做事；注重在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来，提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力；注重强化学生工程伦理教育，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。让学生成为德才兼备、又红又专、全面发展的人才。

### （二）知识和能力目标

1. 了解集散控制系统及现场总线的基本概念，体系结构，各种信号传输标准（支撑毕业要求 2.1）

2. 掌握集散控制系统及现场总线硬件组成、数据通信，网络架构，熟悉各种通信协议。（支撑毕业要求 2.1）

3. 掌握集散控制系统及现场总线软件组成，了解各种控制算法、系统的操作、显示及信息综合管理等技术。（支撑毕业要求 3.1）

4. 能够根据自动控制技术解决实际需求，进行团队合作，使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。（支撑毕业要求 3.1）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点                     |
|--------|-----------------------------|
| 课程目标 1 | 2.1 能识别自动化领域复杂工程问题的关键环节和参数。 |
| 课程目标 2 | 3.1 能够根据工程实际需求确定设计目标。       |

## 三、基本要求

要求学生掌握集散控制系统及现场总线的基本构成和各层功能；熟悉集散控制系统的结构特征；掌握分散过程控制装置的类型和构成特点；了解典型集散控制系统及现场总线的软硬件构成。

掌握理想 PID 控制算法及其改进算法的组态实现；熟悉顺序控制的基本概念和编程方法。

掌握数据通信的基本概念；熟悉集散控制系统及现场总线中的网络标准和应用的网络协议。

熟悉集散控制系统及现场总线的操作方式；掌握显示画面的功能和操作方法。

熟悉集散控制系统及现场总线可靠性的基本概念；掌握提高集散控制系统及现场总线可

靠性的几种途径。

熟悉几种典型集散控制系统及现场总线的结构和特点；了解典型集散控制系统及现场总线的工程应用方法。

通过课外研习，学生分组进行本课程最新研究进展调研，培养学生的团队协作、文献检索、语言表达陈述、沟通交流等能力。

#### 四、教学内容

分章节说明教学内容，课时安排，融入思政元素，并说明教学重点与难点、主要教学模式（包括课堂授课、自学、上机实践、课后练习、课堂讨论等）以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容              | 学时 | 思政元素   | 教学模式             | 对应课程目标 |
|----|-------------------|----|--|------------------|--------|
| 1  | 绪论                | 2  | 通过对集散控制系统及现场总线发展历程介绍浙大中控自主创新故事，激发学生科技强国的使命感。                       | 课堂授课，课后练习2题，课堂讨论 | 1      |
| 2  | 集散控制系统及现场总线的构成    | 4  | 在教学生了解系统构成的结构时培养学生的大局观。  | 课堂授课，课后练习2题      | 1      |
| 3  | 集散控制系统及现场总线的基本算法  | 6  | 可通过学习算法，引导学生学习辩证唯物主义的世界观和方法论。                                      | 课堂授课，课后练习3题，上机实践 | 2      |
| 4  | 集散控制系统及现场总线的数据通信  | 3  | 通过各种通信协议的介绍，引导学生认识到知识产权的重要性。                                       | 课堂授课，课后练习2题      | 2      |
| 5  | 集散控制系统及现场总线的操作及显示 | 3  | 通过分析集散控制系统及现场总线的操作及显示逻辑，培养学生理论联系实际的能力。                             | 课堂授课，课后练习2题，上机实践 | 2      |
| 6  | 集散控制系统及现场总线的可靠性技术 | 2  | 通过讲述可靠性技术，培养学生以人民为中心的理念，坚持实践是检验真理的唯一标准；建立社会主义的道路自信、理论自信、制度自信、文化自信。 | 课堂授课，课后练习2题，上机实践 | 3      |
| 7  | 集散控制系统及现场总线的应用案例  | 2  | 注意培养学生改革创新的精神、职业责任感和科学精神。  | 课堂授课，课后练习1题，上机实践 | 4      |

#### 第一章 绪论

- 1、集散控制系统及现场总线的基本概念。
- 2、集散控制系统及现场总线的产生。
- 3、集散控制系统及现场总线的基本结构。
- 4、集散控制系统及现场总线的特点。
- 5、集散控制系统及现场总线的发展趋势。

本章重点：

掌握集散控制系统及现场总线的基本组成。

能力：能够理顺集散控制系统及现场总线的基本内容和要求与其他课程之间的关系。

## 第二章 集散控制系统及现场总线的构成

- 1、集散控制系统及现场总线的构成方式。
- 2、集散控制系统及现场总线的构成要素。
- 3、集散控制系统及现场总线的构成实例。
- 4、分散过程控制装置的构成。

本章重点：

集散控制系统及现场总线的基本构成和各层功能；  
分散过程控制装置的类型和构成特点。

能力：掌握典型集散控制系统及现场总线的构成方式。

## 第三章 集散控制系统及现场总线基本算法

- 1、PID 控制算法。
- 2、顺序控制。

本章重点：

理想 PID 控制算法及其改进。

能力：理解理想 PID 控制算法及其改进。

## 第四章 集散控制系统及现场总线的数据通信

- 1、数据通信的基本概念
- 2、集散控制系统及现场总线中的网络标准
- 3、集散控制系统及现场总线中应用的网络协议

本章重点：

集散控制系统及现场总线中的网络标准。

能力：掌握集散控制系统及现场总线中应用的网络协议。

## 第五章 集散控制系统及现场总线的操作和显示

- 1、集散控制系统及现场总线的操作方式
- 2、显示画面

本章的重点：

显示画面的功能和操作方法。

能力：显示画面的功能和操作方法。

## 第六章 集散控制系统及现场总线的可靠性技术

- 1、可靠性的概念。
- 2、提高可靠性的途径。

本章重点：

提高集散控制系统及现场总线可靠性的几种途径。

能力：掌握提高集散控制系统及现场总线可靠性的几种途径。

## 第七章 集散控制系统及现场总线应用案例

- 1、TDC-3000 /TPS/PKS 系统在大型炼油厂的应用。
- 2、JX-300XP 系统在乙烯生产过程中的应用。

本章重点：

几种典型集散控制系统及现场总线的结构和特点。

能力：掌握典型集散控制系统及现场总线的结构和特点。

## 四、上机内容与学时分配

| 序号 | 上机项目       | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|------------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |            |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |
| 1  | DCS 硬件组态   | 2  |      |    |    | √  | 1      | 2.1       |
| 2  | DCS I/O 组态 | 2  |      |    |    | √  | 1      | 2.1       |
| 3  | 动态工艺流程图组态  | 2  |      |    |    | √  | 2      | 3.1       |
| 4  | 控制算法组态     | 2  |      |    |    | √  | 2      | 3.1       |
| 5  | 报表报警组态     | 2  |      |    |    | √  | 2      | 3.1       |

### 实验项目与类型

#### 上机实验一 硬件组态

##### 1. 目的要求

根据实际系统测控任务计算测控点，选择系统需要的硬件设备，使硬件配置可以满足设计中的数据监控、画面浏览等要求，并为将来的系统扩展升级留有一定的余量。

##### 2. 主要实验仪器及材料

计算机一台。

##### 3. 掌握要点

根据测控要求，熟悉各种仪表信号类型。

##### 4. 实验内容

正确组态机柜、机笼、卡件、操作站等；对结果进行分析；完成实验报告。

#### 上机实验二 I/O 组态

##### 1. 目的要求

掌握仪表信号的基础上，能对 I/O 设备、信号参数进行正确的设置和组态设计。

##### 2. 主要实验仪器及材料

计算机一台。

##### 3. 掌握要点

各种测量仪表、控制仪表的信号类型。

##### 4. 实验内容

组态 AI、AO、DI、DO、PI 的信号类型；对组态结果进行分析；完成实验报告。

#### 上机实验三 动态工艺流程图组态

##### 1. 目的要求

掌握 DCS 系统的动态工艺流程图中的常用元素、画法标准。

##### 2. 主要实验仪器及材料

计算机一台。

##### 3. 掌握要点

工程常见动态工艺流程图画法。

##### 4. 实验内容

指导教师提供一个实际的工艺流程设计图，要求用组态软件实现 DCS 应用条件下的动态工艺流程图设计；完成实验报告。

#### 上机实验四 算法组态

### 1. 目的要求

掌握 DCS 及现场总线应用系统中各种控制算法的实现技术。

### 2. 主要实验仪器及材料

计算机一台。

### 3. 掌握要点

实现 PID 算法以及各种改进型算法、复杂控制系统算法、顺序控制等。

### 4. 实验内容

在工艺流程图基础上,根据所要求的控制任务,实现算法设计;完成实验报告。

## 实验五 报表报警组态

### 1. 目的要求

掌握 DCS 系统的报表设计方法,常见的报警要求,设计不同需求的报警画面。

### 2. 主要实验仪器及材料

计算机一台。

### 3. 掌握要点

各种报表、报警画面设计。

### 5. 实验内容

在工艺流程图基础上,根据实际工艺控制要求,设计合理的报表、报警画面;完成实验报告。

## 六、教学方法

本课程实践性较强、内容广泛庞杂,讲述过程中应注意多举例演示。为了提高教学质量,增强学生分析问题和解决问题的能力,本课程的教学采用课堂教学、课后作业、上机实践等相结合的教学方式方法,使学生能够灵活的运用知识点。主要教学环节包括课堂教学、上机练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导,在这一教学环节,学生以听课为主,并参与讨论,采用多媒体和板书相结合的教学手段,并辅以程序实例演示和教学,以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上,教师应有针对性的提出作业要求。学生通过完成作业加深对集散控制系统及现场总线的理解,增强运用所学知识解决实际应用的能力。适时进行作业分析,精选精讲作业的重点难点。

选择当前流行的 DCS 系统,可安排学生课后自学。

给学生推荐网络教学资源:著名的 DCS 系统生产商的网站、论坛,让学生开阔眼界,共享优质学习资源,培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

集散控制系统及现场总线是一门重要的专业选修课。为了使学生加深对理论教学内容的理解,帮助学生更加直观地认识集散控制系统及现场总线,训练学生的分析解决实际问题能

力，本课程配合理论学习，安排有 10 学时的上机实验。实验要求学生在教师的指导下，能独立完成所要求的设计和开发工作。

## 七、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括平时成绩、期末考试两个部分。

平时成绩（百分制），包括作业及实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求   | 评价标准  |  |  |   |
|--|---|--|--|---|
|  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |
| <p>掌握集散控制系统及现场总线基本概念和系统架构；掌握工程设计标准。</p> <p>掌握组态软件应用技术，针对实际应用需求设计出 DCS 应用系统；</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，用 DCS 及现场总线技术解决实际工程需求。</p> | <p>能够熟练掌握组态软件应用技术；基本概念和基本知识点非常清晰。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，熟练运用 DCS 及现场总线技术解决实际工程需求。</p> | <p>能够较为熟练地掌握组态软件应用技术；基本概念和基本知识点较为清晰。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，能较为熟练地运用 DCS 及现场总线技术解决实际工程实际问题。</p> | <p>基本掌握组态软件应用技术；基本理解知识点和基本概念。</p> <p>能够使用文献检索等现代化工具，拟定解决方案。进行团队合作，基本能运用 DCS 及现场总线技术解决实际工程实际需求。</p> | <p>没有掌握组态软件应用技术；基本知识点理解错误。</p> <p>进行团队合作，使用文献检索等现代化工具拟定解决方案的能力差。不具备运用 DCS 及现场总线技术解决实际工程问题的能力，</p> |

上机实验成绩评价标准

|         | 基本要求                                | 评价标准   |  |  |   |
|---------|-------------------------------------|--|--|--|---|
|         |                                     | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |
| 目标 1/2/ | 能够根据实验项目 1~5 的内容开展实验，记录实验数据，分析实验结果。 | 能够根据《DCS 及现场总线》课程的基本内容开展实验，实验结果正确，分析全面；设计性实验的方案正确。报告书写工整、清晰。 | 能够根据《DCS 及现场总线》课程的基本内容开展实验，实验结果较正确，有结果分析；设计性实验的方案较正确。报告书写清晰。 | 基本上能够根据《DCS 及现场总线》课程的基本内容开展实验，实验结果基本正确，部分结果分析；设计性实验的方案基本正确。报告极小部分抄袭。 | 基本上能够根据《DCS 及现场总线》课程的基本内容开展实验，实验结果不正确，无结果分析；设计性实验的方案不正确。报告抄袭。 |

期末考试（百分制）开卷，题型包括：填空题、简述题、设计题。

课程期末考试考核内容与要求

|      | 基本要求                          | 评价标准                    |                           |                       |                       | 比例 (%) |
|------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------|
|      |                               | 优秀 (0.9-1)              | 良好 (0.7-0.89)             | 合格 (0.6-0.69)         | 不合格 (0-0.59)          |        |
| 目标 1 | 了解集散控制系统及现场总线的基本概念；掌握系统设计规范；。 | 能够熟练掌握集散控制系统及现场总线的基本概念。 | 能够较为熟练掌握集散控制系统及现场总线的基本概念。 | 基本掌握集散控制系统及现场总线的基本概念。 | 没有掌握集散控制系统及现场总线的基本概念。 | 30     |



|     |  |                                    |                                      |                                    |                                    |    |
|-----|--|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----|
|     |  |                                    |                                      |                                    |                                    |    |
| 目标2 | 熟练掌握组态软件使用方法；掌握各种控制算法组态；正确设计简单、复杂控制系统工程。 | 能够熟练掌握组态软件使用方法、控制算法组态、简单和复杂控制系统设计。 | 能够较为熟练掌握组态软件使用方法、控制算法组态、简单和复杂控制系统设计。 | 基本掌握掌握组态软件使用方法、控制算法组态、简单和复杂控制系统设计。 | 没有掌握掌握组态软件使用方法、控制算法组态、简单和复杂控制系统设计。 | 70 |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

成绩评定为：考试成绩\*70%+平均平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《集散控制系统及现场总线技术》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息                          |  |   |                   |      |   |
|-----------------------------------|--|---|-------------------|------|---|
| 课程名称                              | 集散控制系统及现场总线技术                                  | 课程性质                                      | 专业，选修             | 学时学分 | 32/2  |
| 开课学期                              | 第五个学期  | 专业班级                                      | 自动化及自动化产业班        | 考核方式 | 考试，开卷   |
| 任课教师：                             |  |   |                   |      |   |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师               |  |   |                   |      |   |
| 二、课程目标达成评估                        |  |   |                   |      |   |
| 课程目标支撑指标点                         | 课程目标   | 评价数据源                                     |                   |      |   |
|                                   |  | 评价依据                                      | 分值                | 平均分  | 达成值 $KM$ 评价方式   |
| 毕业要求 2.1: 能识别自动化领域复杂工程问题的关键环节和参数。 | 目标 1: 熟练掌握集散控制系统及现场总线的基本概念和设计规范。               | 期末考试：集散控制系统及现场总线的基本概念和设计规范（30分）           | T10=10<br>试题构成说明： | T1=  | $\frac{T_1}{T_{10}} \times 0.7 + \frac{A_1}{A_{10}} \times 0.3 =$ |
|                                   |  | 平时作业                                      | A10=100           | A1=  |   |
| 毕业要求 3.1 能够根据工程实际需求确定设计目标。        | 目标 2: 熟练掌握组态软件使用方法；掌握各种控制算法组态；正确设计简单、复杂控制系统工程。 | 期末考试: 组态软件相关技术，控制算法组态；设计简单、复杂控制系统工程。（70分） | T20=15<br>试题构成说明： | T2=  | $\frac{T_2}{T_{20}} \times 0.7 + \frac{A_2}{A_{20}} \times 0.3 =$ |
|                                   |  | 平时作业                                      | A20=100           | A2=  |   |

|           |  |
|-----------|--|
| 三、课程评价与分析 |  |
| 存在的主要问题   |  |
| 持续改进方法    |  |

## 八、教材和参考书

教材：

1、刘国海编，集散控制与现场总线，机械工业出版社，2011年

教学参考书：

1、施保华 杨三青编著，计算机控制技术，华中科技大学出版社，2007年。

2、郑辑光 等编，过程控制系统，清华大学出版社，2020年。

## 《电气工程基础》教学大纲

课程名称：电气工程基础（Fundamentals of Electric Power Engineering）

课程编号：1502ZY021

课程类别：专业基础-选修

学 分：2分

总 学 时：32学时，其中，理论学时：28学时；实验学时：4学时

适用专业：自动化

先修课程：电路原理、电机与拖动

执 笔 人：唐桃波

审 订 人：杨友平

### 一、课程性质

本课程是自动化专业的限选课，具有很强的工程性和实践性。通过本课程学习，学生能够对有关电气工程问题有较系统的认识和了解；学生能深入了解电气工程中主要电力设备的特性、数学模型、相互关系及试验方法，为进一步掌握和研究电气工程规划、设计和运行等问题打下良好的基础；学生能学会电力系统稳态分析的基本原理和方法，了解电厂、变电所电气部分及监控系统的组成和运行特性、掌握电气工程中绝缘与过电压的知识和原理；学生能在电气工程计算能力和分析解决问题能力上得到训练和培养；学生能应用计算机进行电气工程问题分析和计算的方法有一定程度掌握。

### 二、课程目标

#### （一）育人目标

从培养学生的辩证思维方式，爱国教育、社会责任、人生领悟、民族自信等方面入手，将育人要素和嵌入式系统专业知识融合到课堂中教学，凝聚学生对社会主义核心价值观的共识。通过科学家故事学习科学精神，通过课程概念原理学习系统论、工程论、科学思维，利用身边的嵌入式系统应用实例培养学生爱国主义情怀，师生互动进行“三观”教育和学习方法指导，培养学生的专业素质和职业道德，全面提高学生缘事析理、明辨是非的能力，培养学生成为德才兼备、全面发展的人才。

#### （二）知识和能力目标

1、能够应用数学、物理和自动控制的基本理论，结合相关文献，识别、表达和分析自动化

领域复杂工程问题,以获得对相应复杂工程问题的深刻认识并得出有效结论。(毕业要求 2.2)

2、掌握针对自动化领域复杂的工程问题,开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具,包括对自动化领域复杂工程问题的预测与模拟,并理解其局限性。

(毕业要求 5.2)

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点   |
|--------|---|
| 课程目标 1 | 指标点 2.2: 能认识到解决自动化工程应用问题有多种方案,能通过模型研究、文献研究分析寻求最优解决方案。                   |
| 课程目标 2 | 指标点 5.2: 能针对自动化领域复杂工程问题,选择使用仿真软件、软硬件设计开发平台等工具,完成硬件电路、软件算法、机械结构的设计和仿真计算。 |

### 三、基本要求

本课程详细介绍了建立电力系统数学模型的方法、运用状态空间分析法定量和定性分析电力系统的基本理论、基本方法等。

教学过程中要注意与先修课程基础知识的联系,掌握高等数学、线性代数的基本知识,具有良好的数学知识储备。

学生通过本课程的学习,应熟练掌握电力系统数学模型的建立和求解方法;理解电力系统暂态和稳态的含义,熟练掌握电力系统暂态和稳态分析与计算。

使学生能够正确理解和运用课程的基本概念和理论,掌握一套较完整的分析,设计电气工程系统方法。

培养学生分析电力系统设计实际工程应用中功能复杂、性价比高的电力系统的能力,为学习后续专业课程及从事自动化控制领域的工作打下坚实的理论基础。

### 四、教学内容

分章节说明教学内容,课时安排,融入思政元素,并说明教学重点与难点、主要教学模式(包括授课、演示、自学、实验、课堂讨论、大作业等)以及对应的知识、能力要求。

| 章节 | 教学内容          | 学时 | 思政元素   | 教学模式                | 对应课程目标 |
|----|---------------|----|--|---------------------|--------|
| 1  | 电力工程基础概述      | 2  | 可对国内外电气工程技术发展历程中的重要事件和典型人物进行分析解读,激发学生的爱国情怀和专业认同感,定位自己的社会责任,从而明确本课程学习的目标。 | 课堂授课,课后练习 1 题       | 2      |
| 2  | 电力网的参数计算和等值电路 | 6  | 结合国内自主电气设备的架构、性能、生产等现状,分析与国外差距,让学生有危机感,增强学生奋发图强的信心。                      | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 3 题  | 1      |
| 3  | 电力系统稳态分析      | 8  | 在电力系统稳态系统应用中,各类电气设备在国内的生产、市场现状如何,让学生养成经常关注最新发电、输电与配电系统的习惯。               | 课堂授课,课堂讨论、课后练习 3 题  | 2      |
| 4  | 发电厂和变电站的一次系统  | 8  | 分析国内外多种发电厂与变电站一次系统的应用现状,促进学生对知识产权、产业政策、系统安全、自主创新等方面的理解。                  | 课堂授课,演示、讨论、课后练习 2 题 | 1      |
| 5  | 发电厂和变电站的二次系统  | 4  | 分析国内外多种发电厂与变电站二次系统的应用现状,促进学生对知识产权、产业政策、系统安全、自主创新等方面的理解。                  | 课堂授课,演示、讨论、课后练习 1 题 | 1/2    |

## 第一章 电力工程基础概述

- 1、电力工业在国民经济中的地位
- 2、电力网、电力系统和动力系统的划分
- 3、发电厂
- 4、电力网
- 5、电力系统
- 6、我国电力工业的现状和发展前景

### 本章重点：

了解电力网、电力系统和动力系统的划分及各设备额定电压的确定原则

掌握各设备额定电压的确定原则

能力：能够将电气工程的基本概念、性能要求用于分析电力系统的复杂工程问题。

## 第二章 电力网的参数计算和等值电路

- 1、线路结构、架空线路参数计算和等值电路
- 2、变压器的参数计算和等值电路
- 3、输电线路导线截面的选择
- 4、标幺制

### 本章重点：

掌握电力变压器的等值电路及参数计算；掌握双绕组变压器参数的计算方法及 $\Gamma$ 型等值电路；架空线路参数的物理意义、影响因素及等值电路；理解组变压器参数的计算及等值电路

能力：能够掌握输电线路与电力变压器的参数计算与等值电路

## 第三章 电力系统稳态分析

- 1、电力系统的潮流计算
- 2、电力系统的频率与有功功率
- 3、电力系统的电压与无功功率
- 4、电力系统经济运行

### 本章重点：

掌握电压降落、电压损耗、电压偏移等基本概念；线路和变压器中的功率损耗和电压降落的计算；开式网络的潮流计算方法；一次调频、二次调频的过程及特点；各种无功电源及其特点；中枢点调压方式及电压调整的基本原理；各种无功补偿和调压措施的原理以及调压的计算方法；网损率的概念；降低网损的技术措施；了解开式网络的潮流计算方法；简单闭式网和电磁环网的潮流计算方法；一次调频、二次调频的过程及特点；各种无功补偿和调压措施的原理以及调压的计算方法

能力：

能力：能够结合电气工程的性能指标，对电力系统的潮流进行计算，解决电力系统的复杂工程问题。

## 第四章 发电厂和变电站的一次系统

- 1、概述、电气主接线的基本要求、基本形式和实例
- 2、电气主接线的基本形式和实例、高压电器
- 3、互感器
- 4、低压电器

### 本章重点：

掌握发电厂和变电站的一次系统的定义、电气主接线的基本形式和实例。了解互感器和低压电器的参数和选型及校验方法。

能力：从电力一次系统的数学模型出发，分析电力系统的主接线。

## 第五章 发电厂和变电站的二次系统

- 1、发电厂和变电站的二次系统概述
- 2、控制与信号系统

### 本章重点：

掌握发电厂和变电站的二次系统的基本概念；看懂二次接线图，熟悉其常用的文字及图形符号；了解控制和信号回路常用的低压电器。  
能力：从电力二次系统的数学模型出发，分析发电厂和变电站的二次系统各种控制策略，使电力系统二次系统的各项性能指标得到满足和优化。

## 五、实验与学时分配

实验项目与类型

| 序号 | 实验项目         | 学时 | 实验性质 |    |    |    | 支撑课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|--------------|----|------|----|----|----|--------|-----------|
|    |              |    | 演示   | 验证 | 综合 | 设计 |        |           |
| 1  | 同步发电机准同期并列实验 | 4  |      |    | √  |    | 1、2    | 2.2、5.2   |

### 实验一、同步发电机准同期并列实验

#### 1. 目的要求

掌握同步发电机准同期并列原理，掌握同步发电机准同期并列过程。

#### 2. 主要实验仪器及材料

WDT-III 电力系统综合自动化实验台

#### 3. 掌握要点

掌握微机准同期控制器并列。

#### 4. 实验内容

手动准同期操作；半自动准同期并列操作；全自动准同期并列操作。

## 六、教学方法

本课程是一门理论性、实践性很强的专业课程。为了提高教学质量，增强学生分析问题和解决问题的能力，本课程的教学采用课堂教学、课后作业、实验等相结合的教学方式方法，达到使学生掌握电气工程及其系统知识的教学目标。主要教学环节包括课堂教学、习题练习以及课后自学。

### 1. 课堂教学与互动讨论

课堂教学以“互动式”方法为主导，在这一教学环节，学生以听课为主，并参与讨论，采用多媒体和板书相结合的教学手段，并辅以程序实例演示和教学，以此提高课堂效率。

### 2. 课后作业和自学

课堂上，教师会有针对性的提出作业要求。通过作业达到了加深理解、增强学生看电力系统主接线的目的，同时开展作业分析、精选精讲作业的重点难点。

给学生推荐网络教学资源：国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课，让学生开阔眼界，共享优质教学资源，培养学生自主学习的意识和能力。

### 3. 实验教学

电气工程基础是一门实践性很强的课程。为了加深学生对理论教学内容的理解、训练学生的动手能力和观察能力。本课程配合理论学习，安排有4学时的实验。实验课要求学生在教师的指导下，能独立完成相关实验，达到预期工程实践能力的培养。

## 七、考核与评价方式及标准

## 1. 考核标准与成绩评定

课程考核由平时成绩、独立作业两个部分进行成绩评定。

平时成绩（百分制），包括课堂测验、作业、实验等。

平时成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 能够运用电力系统的原理知识表达电力系统规划、运行与控制方面的工程问题，建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型，并正确求解。结合工程问题，运用电力系统分析的原理知识，计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态，发现影响电力系统运行的关键因素。能基于电力系统计算的基本理论，根据电力系统运行的特征和基本要求，针对一个电力系统运行和控制的工程问题，设计并实现电力系统仿真计算，分析仿真计算结果 | 能够熟练运用电力系统的原理知识，建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型，并正确求解。能够熟练计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态，发现影响电力系统运行的关键因素。能够解决一个电力系统运行和控制的工程问题，设计并实现电力系统仿真计算 | 能够运用电力系统的原理知识，建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型，并正确求解。能够计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态，发现影响电力系统运行的关键因素。基本能够解决一个电力系统运行和控制的工程问题，设计并实现电力系统仿真计算 | 基本能够运用电力系统的原理知识，建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型，结果可能有错误。基本能够计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态，发现影响电力系统运行的关键因素。能够解决一个电力系统运行和控制的工程问题，但设计电力系统仿真计算有困难 | 不能运用电力系统的原理知识，建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型，并正确求解。不能计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态，发现影响电力系统运行的关键因素。无法解决一个电力系统运行和控制的工程问题 |

实验成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)                               | 不合格 (0-0.59)                             |
| 能够根据实验大纲要求完成实验项目1、理解实验步骤、实验过程、实验方法，记录实验现象，分析实验结果。 | 全部完成实验大纲要求的实验内容，能对部分实验内容进行创新；实验方法正确，实验过程及现象完整，实验结果正确；实验报告格式规范，过程详细，独立完成，有深刻的实验心得。 | 全部完成实验大纲要求的实验内容；实验方法正确，实验每个过程、现象记录完整，实验有结果；实验报告格式规范，过程清楚，独立完成，有实验心得。 | 能全部完成实验大纲要求的实验内容；实验方法正确；实验报告格式规范，过程清楚，独立完成。 | 不能全部完成实验大纲要求的实验内容；实验方法错误，实验结果不正确，实验报告抄袭。 |

独立作业（百分制），题型包括：简答题、分析题、设计与应用等。

|     | 基本要求   | 评价标准  |   |   |   | 比例 (%) |
|-----|--|---|---|---|---|--------|
|     |  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)                                     | 合格 (0.6-0.69)                                       | 不合格 (0-0.59)                                    |        |
| 目标1 | 能够运用电力系统的原理知识表达电力系统规划、运行与控制方面的工程问题,建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型,并正确求解。 | 能够熟练运用电力系统的原理知识,建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型,并正确求解。 | 能够运用电力系统的原理知识,建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型,并求解基本正确。 | 基本能够运用电力系统的原理知识,建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型,结果可能有错误。 | 不能运用电力系统的原理知识,建立电力系统潮流计算、短路计算和稳定性计算的数学模型,并正确求解。 | 30     |
| 目标2 | 结合工程问题,运用电力系统分析的理论知识,计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态,发现影响电力系统运行的关键因素。         | 能够熟练计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态,发现影响电力系统运行的关键因素。       | 能够计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态,发现影响电力系统运行的关键因素。         | 基本能够计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态,发现影响电力系统运行的关键因素。         | 不能计算、分析及判断电力系统不同工况下的运行状态,发现影响电力系统运行的关键因素        | 70     |

注:该表格中的比例为课程独立作业成绩比例。

成绩评定为:独立作业成绩\*70%+平时成绩\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《电气工程基础》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息               |                                    |                     |         |       |   |      |
|------------------------|------------------------------------|---------------------|---------|-------|---|------|
| 课程名称                   | 电气工程基础                             | 课程性质                | 专业基础,选修 |       | 学时学分  | 32/2 |
| 开课学期                   |                                    | 专业班级                |         | 考核方式  | 独立作业  |      |
| 任课教师:                  |                                    |                     |         |       |   |      |
| 评价人员:课程组长,命题教师,阅卷教师    |                                    |                     |         |       |   |      |
| 二、课程目标达成评估             |                                    |                     |         |       |   |      |
| 课程目标支撑指标点              | 课程目标                               | 评价数据源               |         |       |   |      |
|                        |                                    | 评价依据                | 分值      | 平均分   | 达成度值 $K_i$ 评价方式                               |      |
| 毕业要求 2.2 能认识到解决自动化工程应用 | 目标 1: 了解开式网络的潮流计算方法;掌握简单闭式网和电磁环网的潮 | 独立作业:<br>潮流计算 (30分) | T10=30  | T1=22 | $\frac{T1}{T10} * 0.7 + \frac{A1}{A10} * 0.3$ |      |

|   |  |                 |         |       |  |
|---|--|-----------------|---------|-------|--|
| 问题有多种方案,能通过模型研究、文献研究分析寻求最优解决方案。   | 流计算方法;一次调频、二次调频的过程及特点;各种无功补偿和调压措施的原理以及调压的计算方法。 | 平时成绩            | A10=100 | A1=85 | =0.77  |
| 毕业要求 5.2 能针对自动化领域复杂工程问题,选择使用仿真软件、软硬件设计开发平台等工具,完成硬件电路、软件算法、机械结构的设计和仿真计算。 | 目标 2: 掌握恒定电势源系统短路冲击电流计算,掌握非对称短路冲击电流实用计算。       | 独立作业: 短路计算(70分) | T20=70  | T2=48 | $\frac{T2}{T20} * 0.7 + \frac{A2}{A20} * 0.3$<br>=0.74 |
|   |  | 平时成绩            | A20=100 | A2=85 |  |
| 三、课程评价与分析   |  |                 |         |       |  |
| 考核结果总结  |  |                 |         |       |  |
| 持续改进方法  |  |                 |         |       |  |

## 八、教学参考书

1. 刘涤尘主编,《电气工程基础》,武汉理工大学出版社,2019年
2. 何仰赞 温增银,《电力系统分析》,华中科技大学出版社,2018年

## 《单片机原理及应用实验》教学大纲

课程名称: 单片机原理及应用实验 (Experiments of Microcontroller Theory and Applications)

课程编号: 1501XK019 课程类别: 工程基础-必修

学分: 1分

总学时: 16学时,其中,实验学时: 16学时

适用专业: 自动化

先修课程: 模拟电子技术、数字电子技术、C语言程序设计、单片机原理及应用

执笔人: 孙先松

审订人: 陈晓静

### 一、课程性质

本课程是单片机原理及应用理论课程的实践环节,是自动化专业的工程基础课,具有很强的实践性和工程性。本课程可以充分体现学生利用自己所掌握的知识解决实际工程问题的能力。通过本课程学习与实践,学生能够进一步理解 MCU 的基本概念、基本结构和应用方法,使学生具备智能控制系统的软、硬件分析与设计能力,并为后续课程的学习和应用打好基础,本课程对提高学生工程实践能力有很重要的作用。

### 二、课程目标

#### 1. 价值目标

(1) 多阅读相关科技文献资料,多角度了解计算机前沿技术,形成强烈的爱国情怀,激励学生奋发学习、刻苦钻研,树立职业理想和家国使命感。

(2) 通过对实验电路、实验现象的分析和程序代码的调试,引导学生在实践过程中树立诚实守信的工作作风和求真务实的学术精神,培养学生用科学态度和辩证思维分析



问题。

(3) 通过不断改进硬件电路和优化程序达成设计目标, 培养学生解决工程实践的工匠精神。

## 2. 知识和能力目标

(1) 深入理解单片机的基本原理、程序设计规则等基本知识及其电路设计思想, 熟练运用单片机软件开发环境和硬件开发平台, 能够对应用单片机的自动控制系统进行方案说明、功能分析和性能评价。(支撑毕业要求 4.2)

(2) 掌握自顶向下, 模块化设计思想和科学思维方法, 能够针对自动化领域特定需求进行单元模块及系统硬软件设计与实现, 会借助各种软件工具完成参数计算及仿真。(支撑毕业要求 5.2)

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 4.2 能够根据实验系统, 科学地获取实验数据, 通过对实验数据的分析与解释, 获得合理有效的结论。                   |
| 课程目标 2 | 5.2 能针对自动化领域复杂工程问题, 选择使用仿真软件、软硬件设计开发平台等工具, 完成硬件电路、软件算法、机械结构的设计和仿真计算。 |

## 三、实验项目与类型

| 序号 | 实验项目                | 学时 | 实验性质 |    |    | 思政元素  | 支撑的课程目标 | 支撑毕业要求指标点 |
|----|---------------------|----|------|----|----|---|---------|-----------|
|    |                     |    | 验证   | 设计 | 综合 |   |         |           |
| 1  | 汇编程序设计<br>与软件仿真实验   | 2  | √    |    |    | 规范必须遵守, 有一个字符出错程序都不能运行。举例告诫学生学术必须严谨, 求真务实。                                | 1、2     | 4.2、5.2   |
| 2  | 端口输入输出<br>与中断实验     | 2  | √    |    |    | I/O口控制虽然简单, 但是只要敢创新, 有创意, 就有无限可能。   | 1、2     | 4.2、5.2   |
| 3  | 定时器/计数器<br>实验       | 2  | √    | √  |    | 通过程序设计让学生直观感受定时器us、ms级时间的长短, 光阴似箭, 分秒必争。                                  | 1、2     | 4.2、5.2   |
| 4  | 键盘及数码管<br>显示实验      | 2  |      | √  |    | 键盘与显示是人机交互必备的技术, 结合人际交流分析。  | 1、2     | 4.2、5.2   |
| 5  | 串口通信实验              | 4  |      | √  |    | 串口通信, 对方收不到数据, 有可能是接收端问题, 也有可能是发送端问题。人与人交流也一样, 别人有问题, 自己也可能有问题。培养学生的辩证思维。 | 1、2     | 4.2、5.2   |
| 6  | D/A 转换或 A/D<br>转换实验 | 4  |      |    | √  | A/D和D/A是我们享受数字时代红利的最基础的技  | 1、2     | 4.2、5.2   |

|  |  |  |  |  |  |   |  |  |
|--|--|--|--|--|--|---|--|--|
|  |  |  |  |  |  | 术，高端 A/D 和 D/A 芯片也是国外严格管控的产品，让学生讨论我们该怎么办。 |  |  |
|--|--|--|--|--|--|---|--|--|

#### 四、实验内容

##### 实验一 汇编程序设计 with 软件仿真（2学时）

###### 1.实验目的

- (1) 掌握集成调试环境的使用方法，对 8051 汇编语言程序能熟练仿真、调试；还要掌握程序下载到实验装置的方法。
- (2) 要求掌握简单 8051 汇编语言程序设计。

###### 2.实验内容

- (1) 分析并理解单片机实验装置的电路原理图，熟悉开发与应用的步骤；
- (2) 编写汇编程序，完成外设仿真与调试；
- (3) 完成十进制数转换为 BCD 码的汇编程序设计和仿真；
- (4) 完成十六进制数转换为 ASCII 码的汇编程序设计和仿真；

###### 3.实验仪器及材料

安装有 Keil 集成开发环境及 STC-ISP 烧录软件的 PC 机，STC 单片机开发板、杜邦线。

##### 实验二 I/O口与中断实验（2学时）

###### 1.实验目的

- (1) 熟悉单片机开发实验系统与中断相关的硬件资源；
- (2) 掌握单片机端口的工作原理，学习控制 I/O 口输入和输出的方法。
- (3) 加深对 8051 单片机中断系统的理解，学习外部中断、定时器中断及中断优先级的使用方法及相关编程。

###### 2.实验内容

- (1) 分析并理解单片机实验的电路原理图，编程实现外部中断。开关 K2 接 P3.2 ( $\overline{INT0}$ )，开关 K3 接 P3.3 ( $\overline{INT1}$ )。不按键时，P1.0 所接的 LED 一直闪烁，按 K2 键后 P1.1 所接的 LED 闪烁 5 次，按 K3 键后 P1.2 所接的 LED 闪烁 5 次。
- (2) 编写汇编程序，实现定时器中断。利用按键 K2 来触发外部 0 中断的发生。外部中断未发生时，系统通过定时器定时中断的方法，使 8 个 LED 做流水灯操作，当有外部 0 中断产生时，LED 同时闪烁 5 次，完毕后继续流水灯操作。

###### 3.实验仪器及材料

安装有 Keil 集成开发环境及 STC-ISP 烧录软件的 PC 机，STC 单片机开发板、杜邦线。

##### 实验三 定时器/计数器实验（2学时）

###### 1.实验目的

- (1) 熟悉单片机开发实验系统与定时器/计数器相关的硬件资源；
- (2) 熟悉 8051 单片机定时器/计数器工作原理，熟悉定时器/计数器的初值计算公式，掌握定时器/计数器的初始化编程。
- (3) 进一步深入学习和掌握定时器/计数器中断操作方法。

###### 2.实验内容

- (1) 定时器实验：设计一个产生“叮咚”声的门铃。8051 单片机 P3.1 上接有按键 KEY1，P1.5 引脚接有蜂鸣器，当按下按键时，蜂鸣器产生“叮咚”声。“叮”声的频率为 700Hz，“咚”声的频率为 500Hz。（可以采用示波器查看波形）
- (2) 计数器实验（扩展内容）：设计一个直流电机转速测量系统。如果学时不够，可以课外完成，在下次实验时验收。

###### 3.实验仪器及材料

安装有 Keil 集成开发环境及 STC-ISP 烧录软件的 PC 机，STC 单片机开发板、杜邦线。

#### 实验四 键盘及数码管显示实验（2学时）

##### 1.实验目的

- （1）掌握单片机 IO 口连接独立按键和矩阵键盘的方法，学会编程识别按键。
- （2）掌握多位数码管驱动的原理及显示编程的方法。
- （3）重点掌握键盘线反转法编程和数码管动态扫描显示编程。

##### 2.实验内容

基本内容：设计一个用数码管显示的数字钟。采用 3 个独立按键，分别连接 P3.0、P3.1、P3.2，功能为：

- （1）P3.0 控制“秒”的调整，每按一次加 1 秒；
- （2）P3.1 控制“分”的调整，每按一次加 1 分；
- （3）P3.2 控制“时”的调整，每按一次加 1 个小时；

扩展设计内容：将上面数字钟的独立按键改为矩阵键盘，使用 3×3 矩阵键盘，使用 5 个按键，分别为【增加】、【减少】、【模式选择】、【确认】、【退出设置】功能。

##### 3.实验仪器及材料

安装有 Keil 集成开发环境及 STC-ISP 烧录软件的 PC 机，STC 单片机开发板、杜邦线。

#### 实验五 串口通信实验（4学时）

##### 1.实验目的

- （1）熟悉单片机开发实验系统与串口相关的硬件资源；
- （2）通过实验进一步学习单片机进行通信的基本原理，掌握 UART 或其它通信端口的硬件原理与软件编程方法。串口通信不同工作方式下的波形。
- （3）掌握单片机一种通信接口的工作原理与应用方法，编写汇编语言程序实现两机或多机通信。

##### 2.实验内容

- （1）利用单片机 UART 串行口进行通信及波形测试。
- （2）实现两机通信，双方实现收发的控制与显示。可以选用一台单片机和 PC 通信，也可以选用两台单片机进行通信。发送可以采用按一次键发送一次数据；也可以连续发送，按键时停止发送。

##### 3.实验仪器及材料

安装有 Keil 集成开发环境及 STC-ISP 烧录软件的 PC 机，STC 单片机开发板、杜邦线。

#### 实验六 D/A转换实验（4学时）

##### 1.实验目的

- （1）熟悉单片机开发实验系统与 D/A 相关的硬件资源；
- （2）通过实验进一步学习 D/A 转换器的基本原理，学习 D/A 转换器的使用方法。
- （3）掌握 8051 单片机与 D/A 转换芯片的电路连接原理，掌握 D/A 转换程序设计方法。

##### 2.实验内容

- （1）选择一种 D/A 芯片，分析其主要参数和主要引脚功能，了解工作时序。
- （2）设计单片机与 D/A 芯片电路连接原理图，并实际连接好电路。
- （3）编程实现 D/A 转换功能，编程产生锯齿波、梯形波、三角波、方波等任一种波形，用示波器查看波形并记录。进一步扩展实验内容，可以改变波形、幅度和频率。可以设计成用按键改变。

##### 3.实验仪器及材料

安装有 Keil 集成开发环境及 STC-ISP 烧录软件的 PC 机，STC 单片机开发板、D/A 芯片、杜邦线。

#### 实验七 A/D转换实验（4学时）

##### 1.实验目的

- （1）熟悉单片机开发实验系统与 A/D 相关的硬件资源；

- (2) 学习 A/D 转换器的基本原理，掌握一种 A/D 转换芯片的使用方法。
- (3) 掌握 8051 单片机与 A/D 转换芯片的电路连接原理，掌握 A/D 转换程序设计方法。

## 2. 实验内容

- (1) 选择一种 A/D 芯片，分析其主要参数和主要引脚功能，了解工作时序。
- (2) 设计单片机与 A/D 芯片电路连接原理图，并实际连接好电路。
- (3) 编程实现 A/D 转换功能，要求将转换后得到的数字量输出到 LED 指示灯、或者数码管、或者 LCD 显示。进一步扩展实验内容，将转换后的数字量通过串口传输到 PC 机端去显示。

## 3. 实验仪器及材料

安装有 Keil 集成开发环境及 STC-ISP 烧录软件的 PC 机，STC 单片机开发板、A/D 芯片、杜邦线。

## 五、教学方法

本课程是一门实践性、工程性很强的学科基础性课程。为了提高教学质量，增强学生实践动手能力和分析解决问题的能力，本课程的教学采用“学生自主实践”、“课内与课外结合”的教学方式，充分调动学生的积极性和主动性，培养学生自主进行功能分析、性能参数计算仿真、实验方案设计、硬件设计和软件编程。课程分为实验教学和撰写实验/设计报告两个阶段：

### 1. 实验教学

实验教学采用“课内与课外结合”的教学模式。要求学生在实验前预习与实验相关的教材内容，了解实验内容，理解实验原理，鼓励学生在实验前自主进行软件仿真。每次实验开始前由指导教师先进行实验任务的解析，完毕后学生自主完成实验，若出现问题，教师要引导学生分析、解决。在实验进行中，教师要根据学生的预习情况、答疑、动手能力、实验结果等进行记录评价。有些实验内容在课内不一定能全部完成，教师要记录并安排课后答疑，下次实验或者答疑时间进行结果验收。

另外单片机实验板很多，鼓励学生采用实验板进行课外实践。同时结合国家级精品课程、国内/国际名校视频公开课、单片机论坛等网络资源，学生课后完全可以自主实践，这种方式也是本课程教学强有力的补充。

### 2. 实验/设计报告

在撰写实验/设计报告过程中，使学生进一步理解和巩固实验内容和方法；通过对实验任务的分析、实验原理的介绍、设计思路的展示和实验结果的归纳总结，培养学生的工程思维和研究报告撰写能力。

## 六、考核与评价方式及标准

### 1. 考核标准与成绩评定

课程考核包括实验操作、实验报告两个部分。

实验操作（百分制），包括预习情况、课堂提问、实验结果、动手操作能力评价等。

实验操作评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)  |
| 深入理解单片机的基本原理、程序设计规则等基本知识及其电路设计思想，能够对单片机应用于电气系统进行软硬件设计、功能分析、参数性能设计和仿真。掌握自顶向下，模块化设计思想和科学思维方法，能够针对电子系统软硬件特定需求及性能指标，完成方案 | 非常清楚单片机的基本原理，编程能力很强，具备很好的软硬件分析、设计和仿真的能力。具有模块化设计思想及习惯，所设计的软硬件模块能完全满足要求。实践动手能力非常强。 | 非常清楚单片机的基本原理，编程能力较强，具备较好的软硬件分析、设计和仿真的能力。具有模块化设计思想及习惯，所设计的软硬件模块能达到要求。实践 | 清楚单片机的基本原理，有基本编程能力，具备软硬件分析、设计和仿真的能力。具有模块化设计思想及习惯，所设计的软硬件模块基本达到要求。有 | 单片机的基本原理、编程能力欠缺，不具备软硬件分析、设计和仿真的能力。不具有模块化设计思想及习惯，所设计的软硬件模块不能达到要求。实践动手能 |

|               |  |         |           |      |
|---------------|--|---------|-----------|------|
| 分析及单元模块的硬软件设计 |  | 动手能力较强。 | 一定实践动手能力。 | 力不强。 |
|---------------|--|---------|-----------|------|

实验报告（百分制），内容包括：实验目的、实验原理和方案、实验步骤、硬件与软件设计、实验结果与分析、总结或心得等。

实验报告考核内容与评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
|   | 优秀（0.9-1）  | 良好（0.7-0.89）  | 合格（0.6-0.69）   | 不合格（0-0.59）  |
| 掌握实验报告的撰写技能，有实验目的、实验步骤、实验内容、实验结果分析等，能准确表达单片机进行各种实验的原理、方案设计、硬件电路设计、软件编程。能描述系统的功能、参数性能设计和仿真 | 实验报告格式很规范，内容很完整，实验方案很好，功能分析、参数性能设计和仿真非常详细，有详细实验步骤。硬件和软件设计非常完整，程序设计很科学，有正确的实验结果，有深刻总结或心得。 | 实验报告格式规范，内容完整，实验方案好，功能分析、参数性能设计和仿真详细，有实验步骤。硬件和软件设计完整，程序设计科学，有完整的实验结果，有较多的总结或心得。 | 实验报告格式规范，内容基本完整，实验方案正确，功能分析、参数性能设计和仿真基本详细，有实验步骤。硬件和软件设计完整，程序设计比较科学，有实验结果，有总结或心得。 | 实验报告格式不规范，内容不完整，实验方案不太好，功能分析、参数性能设计和仿真不详细，没有实验步骤。硬件和软件设计不完整，程序设计不太科学，没有实验结果，没有总结或心得。 |

注：该表格中的比例为期末考试试卷成绩比例。

实验成绩评定为：实验操作 70%，实验报告 30%。

## 2. 课程目标达成评价

### 《单片机原理及应用实验》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |   |       |         |       |                       |
|--|---|-------|---------|-------|-----------------------|
| 课程名称   | 单片机原理及应用实验  | 课程性质  | 工程基础，必修 | 学时学分  | 16/1                  |
| 开课学期   |   | 专业班级  |         | 考核方式  | 操作/报告                 |
| 任课教师：  |   |       |         |       |                       |
| 评价人员：课程组长，命题教师，阅卷教师                                  |   |       |         |       |                       |
| 二、课程目标达成评估   |   |       |         |       |                       |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源 |         |       |                       |
|  |   | 评价依据  | 分值      | 平均分   | 达成度值 $KM_i$ 评价方式      |
| 毕业要求 4.2 能够根据实验系统，科学地获取实验数据，通过对实验数据的分析与解释，获得合理有效的结论。 | 目标 1：深入理解单片机的基本原理、程序设计规则等基本知识及其电路设计思想，熟练运用单片机软件开发环境和硬件开发平台，能够对应用单片机的自动控制系统进行方案说明、功能分析和性能评价。 | 实验报告  | T10=100 | T1=85 | $\frac{T1}{T10}=0.85$ |

|  |  |      |         |       |                       |
|--|--|------|---------|-------|-----------------------|
| 毕业要求 5.2 能针对自动化领域复杂工程问题, 选择使用仿真软件、软硬件设计开发平台等工具, 完成硬件电路、软件算法、机械结构的设计和仿真计算 | 目标 2: 掌握自顶向下, 模块化设计思想和科学思维方法, 能够针对自动化领域特定需求进行单元模块及系统硬软件设计与实现, 借助各种软件工具完成参数计算及仿真。 | 实验操作 | T20=100 | T2=80 | $\frac{T2}{T20}=0.80$ |
| 三、课程评价与分析  |  |      |         |       |                       |
| 存在的主要问题  |  |      |         |       |                       |
| 持续改进方法   |  |      |         |       |                       |

## 七、教学参考书

1. 孙先松等,《单片机原理及应用》, 石油工业出版社, 2021
2. 徐爱钧,《单片机原理实用教程—基于 Proteus 虚拟仿真》(第 4 版), 电子工业出版社, 2018 年
3. 李朝青,《单片机原理及接口技术》(第 5 版), 北京航空航天大学出版社, 2017 年
4. 李广弟,《单片机基础》(第 3 版), 北京航空航天大学出版社, 2007 年

## 《单片机系统课程设计》教学大纲

课程名称: 单片机系统课程设计 (Course design of intelligent control system)

课程编号: 1501SJ039                  课程类别: 工程实践-必修

学分: 2 分                                  总学时: 2 周

适用专业: 自动化专业

先修课程: 单片机原理及应用、模拟电子技术、数字电子技术、C 语言程序设计、

执笔人: 孙先松

审订人: 陈永军

### 一、课程性质

单片机系统课程设计是一个重要的实践教学环节, 是对学生一次较全面的智能化电子系统设计训练。其基本目的是培养学生综合运用所学的基础理论知识分析和解决实际问题能力, 充分发挥学生的主观能动性。通过理论联系实际, 培养学生的文献资料查阅和实践动手能力, 从而使基础理论知识得到巩固, 加深和系统化。学习掌握智能化电子系统的一般设计过程和方法, 在软硬件设计方法和技能等方面得到全面训练和提高, 为今后能独立进行相关的开发设计工作打下良好的基础。

### 二、课程目标

#### (一) 育人目标

按照课程设计不同环节的要求, 以学生为主完成实践活动, 培养学生的辩证唯物主义观, 培养学生“踏实、勤奋、创新、进取”的科研精神, 培养学生实事求是的工作作风和遵纪守

法、诚实守信的人格。

## （二）知识能力目标

1. 能够应用 MCU 或者其它嵌入式控制芯片、控制模块、控制板实现一个完整智能控制系统的方案设计、仿真、调试等工作，提出方案改进和优化的措施，要有能体现自主创新的工作内容。（毕业要求 3.2）

2. 培养学生在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。（毕业要求 9.3）

3. 培养学生细致踏实的工作风格，提高学生报告撰写、汇报演讲能力，引导学生团队分工协作意识，能领会和综合他人意见和提议。（毕业要求 10.1）

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 3.2 能够设计针对自动化领域复杂工程问题的解决方案，并考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素，体现创新意识。  |
| 课程目标 2 | 9.3 在 multidisciplinary 背景下的团队中能领会和综合不同意见与提议，担当团队成员以及负责人的角色。 |
| 课程目标 3 | 10.1 能通过口头、文稿等方式就复杂自动化领域工程问题与同行进行有效沟通，准确表达自己的观点，回应同行质疑。      |

## 三、设计课题及任务要求

本课程设计以 MCU 为主控核心，可以是 51 单片机或其它任意类型、档次的 MCU，也可以用 DSP、FPGA、PLC 等为控制核心设计并完成一个智能控制系统，系统可以包含控制、测量、通信、机械等多种技术融合实现。充分发挥学生的自主能动性和创新设计能力，引导学生理论与实践相结合，注重培养学生智能系统硬件设计能力、软件编程及软硬件联合调试技巧和技能等实践能力。

在课程设计选题上分为参考题与自拟题，参考题为教师指定题目，自拟题为学生自拟题目，自拟题必须经过指导教师认可方可作为课程设计题目。每个题目要满足课程设计的教学目的与任务要求，使学生得到全面的综合训练，题目难度和工作量应适合学生的知识和能力状况。学生以 2~3 人为一组进行分组选题。课程设计开始要根据设计任务合理地安排设计进度。要进行科学合理的方案设计，软、硬件设计正确，系统集成与调试结果符合设计要求，课程设计报告书撰写规范。

### 1 电机控制系统

**任务要求：**从直流电机、步进电机、无刷电机中选择一种进行电机调速控制系统设计。

(1) 对于直流电机，要求用 MCU 和其它器件一起完成一个直流电机控制系统，能用按键设置速度、用 LED 数码管或 LCD 显示速度，能进行启动、停止、正转、反转控制。详细完成硬件、软件设计。完成课程设计报告。(2) 对于步进电机，要求用 MCU 和其它器件一起完成步进电机运转控制，要求能设置步进电机的多种运动方式（启动、停止、正转、反转、整步、半步、调速、转动角度位置等），有按键、显示等。完成控制器硬件和软件程序设计。

完成课程设计报告。(3) 对于无刷电机, 要求用 MCU 和其它器件完成无刷电机控制、驱动系统的设计, 具有按键、显示、通信接口, 能完成启动、停止、转动方向、速度、力矩控制。

## 2 温度测量与控制

**任务要求:** 用 MCU 和其它器件完成一个温度测量控制系统设计, 要求能设置温度、显示温度、温度报警等功能, 能进行恒温控制。完成系统硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

## 3 数字电压表设计

**任务要求:** 用 MCU 设计一台数字电压表, 能测量 0-5V 直流电压, 要求有总体设计方案, 有器件选型, 根据 A/D 转换器分辨率计算出数字电压表的测量精度和最小输入量值。完成数字电压表硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

## 4 交通灯控制系统

**任务要求:** 用 MCU 和其它器件一起完成十字路口交通灯设计, 分别控制两个方向的红、黄、绿灯, 要求有手动、自动工作模式; 能设置两个方向红灯、绿灯工作时间; 用 LED 数码管显示时间。在手动模式下可任意控制红灯和绿灯的开、关, 自动模式下按照设置的时间自动切换。完成详细的硬件和软件设计。完成课程设计报告。

## 5 LED 点阵显示

**任务要求:** 用 MCU 控制 LED 点阵显示汉字或图形, 要求能改变显示内容, 能左右或上下拉幕式移动, 能淡入淡出。完成详细的硬件和软件设计。完成课程设计报告。

## 6 测控系统设计

**任务要求:** 要求包含有 PC 机与 MCU 的串口通信, MCU 端要将测量数据发送到 PC 机, PC 机发送的命令控制 MCU 端 LED 指示灯的亮、灭和其它功能部件, 要求对通信协议进行设计。上位机软件可以自己编程, 也可使用其它调试工具软件。完成系统硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

## 7 串行总线传输系统

**任务要求:** 要求至少有一主两从, 实现主机控制任一从机几个 LED 指示灯亮、灭的功能, 要求有通信协议设计, 串行总线从 RS232、RS485、CAN、IIC、SPI 等选择一种来实现。完成系统硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

## 8 波形发生器

**任务要求:** 设计一个能产生正弦波、方波、三角波、梯形波、锯齿波的波形发生器。完成系统硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

## 9 模拟电梯控制系统

**任务要求:** 设计一个 4 层楼的电梯运行模拟系统, 由 8 只按键开关代表 1 楼至 4 楼的上、下按键, 由 LED 数码管或 LCD 模拟显示电梯运行的楼层, 电梯初始停在 1 层, 楼层位置用光电开关定位。完成系统硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

## 10 竞赛抢答器

**任务要求:** 设计一个 8 位竞赛抢答器, 同时供 8 名选手或 8 个代表队比赛, 分别用 8 个按钮表示。要求有复位、计时功能、显示功能, 完成系统硬件和软件程序设计。完成课程设计报告。

以上参考题只是列出基本要求, 学生在设计过程中要设计分析具体功能、性能指标等,



鼓励学有余力的同学完善扩展更多功能,自主创新。

### 自拟题目及要求:

学生自己拟定设计题目,功能要达到两个星期设计的工作量,经老师审核可行性,同意后再进行设计工作。

课程设计时间为两周,具体分配如下:

| 序号 | 主要进程                       | 教学内容   | 思政元素                                  | 时间分配<br>两周(课内<br>24学时) | 对应课程<br>目标 |
|----|----------------------------|--|---------------------------------------|------------------------|------------|
| 1  | 课程设计任务布置,明确要求和进度安排,完成选题与分组 | 根据教学大纲和课程设计计划,集中讲解课程设计任务和设计要求、进度安排。学生自由组合完成分组、选题。      | 培养学生的团队合作能力及协作精神。                     | 2学时                    | 1/2        |
| 2  | 方案设计                       | 学生综合运用单片机课程、电子技术课程中所学到的理论知识,查阅相关参考资料,进行智能控制系统的方案设计。    | 注重培养学生全面、整体、系统的设计思想,培养学生分析问题与解决问题的能力。 | 4学时                    | 1/2        |
| 3  | 硬件电路设计及原理图绘制、硬件调试、软件设计与调试  | 按照方案进行硬件和软件的设计、调试。主要包括硬件电路原理图设计、硬件实物搭建、硬件调试、软件程序设计及调试。 | 培养学生严谨踏实的工作态度,提高学生的实际动手能力。            | 10学时                   | 1/2        |
| 4  | 结果验收与作品答辩                  | 对课程设计作品进行验收,验收时还要求学生作品进行答辩,分析经验得失。                     | 培养学生工作总结、人际交流和沟通能力                    | 8学时                    | 1/2        |
| 5  | 撰写课程设计报告                   | 学生按要求撰写课程设计报告。   | 培养学生对事物的观察、实践和总结的能力                   | 课外                     | 1          |

说明: 1. 撰写课程设计报告,不少于3000字,报告内容、要求及格式等要符合规范。

2. 验收答辩: 学生自述约5分钟,并回答2~3个问题。

## 四、教学方法

### 1. 实践教学

采取1~3人1组、自由组合、每组自由选择1个课题的组织形式,以学生为主,充分调动学生的积极性、主动性。教师对学生系统设计、软件仿真、系统集成与调试、团队协作各方面进行辅导和引导。

对于每个课题,要求必须完成基本功能,自主发挥完成扩展功能,在方案设计、硬件制作与调试、软件仿真与系统调试各个环节考核学生的实践动手能力。引导、激励学生开展实践活动的积极性、自主性和团队协作意识,培养学生运用MCU等设计一个完整的智能控制系统等工程问题的能力和创新意识。

注重课内、课外有机统一,保证课题完成。

### 2. 课程设计报告

在撰写课程设计报告过程中,培养学生进一步明确设计任务与要求,理解和巩固课题的设计方案和电路工作原理,总结智能电子系统软、硬件设计与仿真的经验得失,充分表达设计的过程、结果及心得体会、团队协作与创新点。培养学生的工程设计报告撰写能力。报告

格式如下：

封面：课题名称；专业和年级；学生姓名；指导教师。

报告的主要内容：

- (1) 设计任务与要求；
- (2) 设计方案和电路工作原理；
- (3) 电路软、硬件设计，仿真、安装及调试过程；
- (4) 调试结果与分析；
- (5) 心得、体会及建议；
- (6) 参考文献。

## 五、考核与成绩评定方式

### 1. 考核标准与成绩评定

课程设计考核由过程考核（百分制）、验收答辩（百分制）、课程设计报告（百分制）三部分组成，按权重 0.3、0.3、0.4 评定最后考核成绩（百分制）。其中，过程考核主要包括进度、方案科学性与合理性、软硬件设计、整个系统设计质量、团队协作、综合能力与表现；在作品验收时进行答辩，主要检查实物或仿真结果，学生自述少于 5 分钟，并回答 2~3 个问题。课程设计报告按照纸质报告中的具体要求完成。

表 1 过程考核评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |   |   |
|--|--|--|---|---|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |
| 根据课题的设计要求，进度把握好，能完成基本功能，方案设计科学与合理，软硬件设计完整全面，完成各项仿真、调试工作，整个系统设计质量较高，有较好的团队协作、综合能力与表现。 | 电路设计方案非常好，很好地完成了系统硬件电路设计和软件设计；系统基本功能全部实现并且有创新；完成了电路仿真与调试工作，作品质量很高，团队协作很好，综合能力很强。 | 电路设计方案正确，完成了各部分的单元电路硬件设计和软件设计；系统基本功能全部实现；完成了电路仿真与调试工作，作品质量较高，团队协作好，综合能力较强。 | 电路设计方案基本正确，完成了各部分单元电路硬件设计和软件设计；系统功能没有全部实现；完成了电路仿真与调试工作，团队协作一般，综合能力一般。 | 电路设计方案基本正确，完成了主要的单元电路硬件设计和软件设计；完成了部分电路仿真与调试，完成了部分功能，团队配合不太好，综合能力不强。 |

表 2 验收答辩评价标准

| 基本要求                             | 评价标准  |                                     |                                  |  |
|----------------------------------|---|-------------------------------------|----------------------------------|--|
|                                  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)                       | 合格 (0.6-0.69)                    | 不合格 (0-0.59)                                 |
| 作品完成了基本功能要求，能演示；汇报讲解完整准确。回答问题正确。 | 作品完成了全部功能要求，并有扩展创新内容，作品演示效果好；汇报讲解非常完整准确。回答问题全部正确。 | 作品完成了全部功能要求，全部演示正常；汇报讲解完整准确。回答问题正确。 | 作品完成了基本功能要求，能演示；汇报讲解完整。回答问题基本正确。 | 作品不能演示，但完成了基本的软、硬件设计工作，能部分仿真；能汇报讲解。回答问题部分正确。 |

课程设计报告主要从任务要求、方案设计、硬件与软件设计、仿真与调试、结果分析与结论、心得与意见等进行评价。

表3 课程设计报告评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)   |
| 报告格式正确；内容全面、完整、实事求是；图、表等符合规范要求，设计步骤详尽，仿真、调试内容客观；有经验、得失、心得，字迹工整。 | 报告格式正确；内容非常全面、完整，方案很科学，有创新内容；有全面的硬件与软件设计，仿真、安装及调试过程非常详细，作品质量很高，调试结果与分析非常好；图、表等符合规范要求，有深刻的经验、得失、心得，字迹工整。 | 报告格式正确；内容全面、完整，方案合理科学；有全面的硬件与软件设计，仿真、安装及调试过程详细，内容充实，调试结果与分析较好；图、表等符合规范要求，有经验、得失、心得，字迹工整。 | 报告格式正确；内容全面、完整，方案一般；只有主要的硬件与软件设计，仿真、安装及调试过程简单，调试结果与分析一般；图、表等符合规范要求，字迹较工整。 | 报告格式基本正确；内容不全面、不完整，方案不科学；没有详细的硬件与软件设计，没有仿真、安装及调试过程，调试结果与分析不客观真实；图、表等不符合规范要求，字迹不工整。 |

最终成绩评定为：过程考核成绩\*30%+验收答辩成绩\*30%+课程设计报告成绩\*40%。

## 2. 课程目标达成度评价

| 一、课程基本信息  |  |       |         |       |                         |
|---|--|-------|---------|-------|-------------------------|
| 课程名称  | 单片机系统课程设计  | 课程性质  | 实践课，必修  | 学时学分  | 2周/2学分                  |
| 开课学期  |  | 专业班级  |         | 考核方式  | 过程+答辩+报告                |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，任课教师   |  |       |         |       |                         |
| 二、课程目标达成评估  |  |       |         |       |                         |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源 |         |       |                         |
|   |  | 评价依据  | 分值      | 平均分   | 达成度值                    |
| 毕业要求 3.2<br>能够设计针对自动化领域复杂工程问题的解决方案，并考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素，体现创新意识。 | 目标 1: 能够应用 MCU 或者其它嵌入式控制芯片、控制模块、控制板实现一个完整智能控制系统的方案设计、仿真、调试等工作，提出方案改进和优化的措施，要有能体现自主创新的工作内容。 | 过程考核  | T10=100 | T1=85 | $\frac{T1}{T10} = 0.85$ |
| 毕业要求 9.3<br>在多学科背景下的团队中能领会和综合不同意见与提议，担当团队成员以及负责人的角色。                | 目标 2: 培养学生多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。   | 验收答辩  | T20=100 | T2=80 | $\frac{T2}{T20} = 0.8$  |
| 毕业要求 10.1<br>能通过口头、文稿等方式就复杂自动化领域工程问题与同行进行有效沟通，准确表达自己的观点，回应同行质疑。     | 目标 3: 培养学生细致踏实的工作风格，提高学生报告撰写、汇报演讲能力，引导学生团队分工协作意识，能领会和综合他人意见和提议。                            | 报告考核  | T30=100 | T3=85 | $\frac{T3}{T30} = 0.85$ |
| 三、课程评价与分析   |  |       |         |       |                         |

|        |  |
|--------|--|
| 考核结果总结 |  |
| 持续改进方法 |  |

## 六、教学参考书

1. 指导老师指定的课程设计题目、相关 IC 手册、参考资料、网站资源。
2. 张毅刚著. 单片机基础实验、课程设计与习题解答 (第 2 版). 人民邮电出版社, 2020 年
3. 彭敏, 邹静, 王巍著. 单片机课程设计指导. 华中科技大学出版社, 2018
4. 楼然苗、胡佳文著. 51 系列单片机课程设计指导 (普通高校十二五规划教材). 北京航空航天大学出版社, 2016
5. 李海滨, 片春媛著. 许瑞雪编著单片机技术课程设计与项目实例. 中国电力出版社, 2009
6. 少宇著. 智能硬件产品: 从 0 到 1 的方法与实践. 机械工业出版社, 2021
7. 张丹, 吴新开主编. 控制系统课程设计. 中南大学出版社有限责任公司, 2012

## 《生产实习》教学大纲

课程名称: 生产实习 (Production practice)

课程编码: 1501SJ009                      课程类别: 实践类-必修

学 分: 2 分

周数: 2 周

适用专业: 自动化专业

先修课程: 过程控制系统及装置、运动控制系统、集散控制系统及现场总线等

执 笔 人: 杨旭辉

审 订 人: 陈永军

### 一、课程性质

生产实习属于自动化专业重要的工程实践教学环节, 是组织学生到与自动化有关的生产部门或设计部门接受基本专业训练, 将所学理论知识运用到实践中的过程。

通过生产实习, 使学生系统地认识自动化专业是如何解决工业生产过程中的问题, 了解最新的过程控制和运动控制技术与装置, 了解集散控制系统及现场总线等技术在工业现场的应用情况, 进一步加深学生对所学理论知识的理解。同时, 也在实践中将理论与实际相联系, 开拓视野, 提高专业技能, 树立严谨的科学态度, 培养规范的工程意识、团队合作精神, 使学生具备一定的职业道德和知识产权意识, 树立职业理想和家国使命感。培养学生调查研究、查阅技术文献资料、撰写技术文档, 培养学生细致踏实的工作作风, 为毕业后从事自动化方向的工作打下良好的基础。

### 二、课程教学目标

#### (一) 价值目标

将育人要素与学生的生产实践过程结合起来,使学生对国内外自动化产业发展过程有一个全面的认识,了解国内、国外相关技术的发展现状,激励学生奋发学习、刻苦钻研,树立职业理想和家国使命感。

鼓励学生树立严肃、严密、严谨的科学态度,必须按时、按质、按量完成生产实习。通过与现场技术人员的交流与合作,使学生在未来工作中树立安全意识、保密意识,进而培养学生的专业素质和职业道德以及缘事析理、明辨是非的能力。通过自由组队,培养学生的团队协作、互助友爱与纪律观念、责任心。

## (二) 知识和能力目标

1、理解过程控制、运动控制以及集散控制系统相关的新技术、新产品及其技术特征,了解产品对工作环境的要求。能根据实践过程与结果撰写生产实习日志、生产实习报告等文稿,并能够在文稿中绘制相关产品原理图、安装图以及控制系统方框图等(毕业要求 3.4);

2、理解自动化设备的资源利用效率,了解自动化设备对环境的影响,了解生产过程中废弃物处置方案及设备使用过程中的安全防范措施,能够合理分析自动化设备对环境与社会可持续发展的影响。(毕业要求 5.3、7.2)。

3、具有良好的身体素质、心理素质、团队意识,能与企业工程师、员工进行分工合作,培养独立开展工作的能力(毕业要求 9.2)。

4、了解实习对象项目管理方面的知识和经验,了解系统所涉及的多学科交叉的复杂性,了解技术发展的快速性,在此基础上能够找到项目推进的关键因素(毕业要求 11.1、12.2)。

课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标   | 毕业要求指标点  |
|--------|--|
| 课程目标 1 | 毕业要求 3.4:<br>能够用图纸、报告、计算书或实物等形式,呈现设计成果。  |
| 课程目标 2 | 毕业要求 5.3, 7.2:<br>能理解各种技术、资源、现代工具使用中实验环境与实际工程环境之间的差异性,了解工具的局限性;能评价自动化设备的资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施,判断产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患,并提出合理化的改进建议 |
| 课程目标 3 | 毕业要求 9.2:<br>在工程实践过程中,具有团队意识,能正确认识不同学科背景人员对工程实践的作用和意义,能主动与其它学科的成员有效沟通,合作共事   |
| 课程目标 4 | 毕业要求 11.1, 12.2:<br>具有项目管理能力,能够在多学科交叉的复杂环境下找到项目推进的关键因素;了解自动化领域技术快速发展的特点,具备自动化领域的自主学习   |

## 三、实习内容与基本要求

### (一) 思政融入点

#### 1、培养学生科学精神与爱国情怀

实习过程中,通过对自动化产业和技术设备发展脉络的全面认识,通过对国内外相关技术研发现状的了解,激励学生奋发学习和刻苦钻研的科学精神。利用行业中的先进人物与先

进事迹引导学生树立远大理想和爱国主义情怀，树立正确的世界观、人生观、价值观。

## 2、培养学生爱岗敬业与吃苦耐劳精神

结合实习单位现场工人爱岗敬业的生产实例，科研人员艰苦攻关克服技术难题的实例，培养学生爱岗敬业与吃苦耐劳精神。

## 3、培养学生的敬畏规则的意识

通过现场安全生产条例的讲解，安全交底过程的实施，培养学生严格遵守各种规章制度的意识，培养良好的行为习惯，进而延伸到增强学生的敬畏规则、法律的意识。

### (二) 实习内容

该实习为实践教学环节，时限为2周。

实习教学内容及学习要求

| 实习内容                 |  | 学时 | 支撑课程目标 |
|----------------------|--|----|--------|
| 实习动员                 | 进行实习动员，讲解实习目的、进行纪律教育和安全教育，实习单位的相关介绍、实习大纲要求及生产实习过程中的注意事项等。                  | 1天 | 3      |
| 进厂参观企业生产流程、实习要求和安全培训 | 带领学生到企业，请实习单位的领导介绍有关单位的发展和人才的需求情况，并进行安全培训。随后在工程技术人员的带领下，参观厂区，听讲生产过程及设备工作原理 | 1天 | 2、4    |
| 分组分部门进行生产实习          | 由企业根据实习任务要求，分批次安排学生在不同岗位上进行培训与操作。  | 7天 | 2、4    |
| 实习报告编写               | 根据报告编写要求，完成实习报告  | 1天 | 1      |

## 四、实习地点及组织管理

实习地点：湖北省内企业。

组织管理：

1、由院、系指派有经验的专业教师负责实习的联系、安排、指导和协调工作，按每30名左右学生配备1名实习指导教师。

2、学生需严格遵守学校、学院的相关规章制度。

3、实习期间严格考勤制度。

4、实习期间要遵守企业的规章制度，不允许穿拖鞋、短裤、裙子，禁止嬉戏、打闹，不准带耳机，注意安全。

5、学生必须在教师的指导下，按照实习大纲和实习计划进行实习，完成实习任务。

6、参观、岗位实践期间，主动了解企业技术研发、生产及管理等情况，遇到问题虚心请教，仔细做好记录。

## 五、实习方式及教学方法

实习过程：指导教师进行实习动员，讲解实习内容、实习安排及要求、注意事项；由实

习企业的负责人带领学生参观企业研发、设计、生产、运营及维护等部门；分成若干小组，根据生产需求落实安排到各个岗位，进行岗位实践。

实习记录：按日志的要求进行记录。

实习报告：按照实习报告编写的一般格式要求，包括实习目的意义、实习单位的基本情况、参加实习和完成任务的基本情况、对实习中遇到的问题提出改进意见、体会与收获等。

## 六、成绩考核与评定

### 1. 考核内容

为了统一评分标准，全面考查学生能力，考核包括实习态度，岗位实践，实习日志，实习报告等进行综合评定。

实习态度评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |   |                          |
|--|--|--|---|--------------------------|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)             |
| 能够按照生产实习的计划完成分工与协作实习任务。工作态度端正，能够遵守工作规程和职业道德，做到诚实公正、诚信守则。 | 按照生产实习的计划独立或协同完成实习任务。工作态度端正，严格遵守工作规程、职业道德，做到诚实公正、诚信守则。 | 按照生产实习的计划独立或协同完成实习任务。工作态度较为端正，较好遵守工作规程、职业道德，做到诚实公正、诚信守则。 | 按照生产实习的计划完成基本实习任务，能够出勤，有事请假。学习态度基本端正，基本遵守工作规程、职业道德，做到诚实公正、诚信守则。 | 生产实习期间有缺勤，有事不请假。学习态度不端正。 |

岗位实践评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |
| 能够在生产实习岗位上，虚心学习，踏实工作，理解新技术及其工程实践的发展趋势。参与和了解新产品的技术研发、生产及管理全过程。能够就实习成果与他人进行有效沟通与表达。 | 在生产实习岗位上，虚心学习，踏实工作，理解新技术的发展趋势。主动参与和了解专业技术研发、生产及管理等情况。能够与他人进行有效沟通、表达实习成果。 | 在生产实习岗位上，虚心学习，踏实工作，较好地理解新技术的发展趋势。能够参与和了解专业技术研发、生产及管理等情况。能够就实习成果与他人进行较好的沟通、表达。 | 在生产实习岗位上，基本虚心学习，基本了解新技术的发展趋势。了解专业技术研发、生产及管理等情况。能够就实习成果与他人进行基本的沟通。 | 在生产实习岗位上，学习不够，不能踏实工作。不能主动了解专业技术研发、生产及管理等情况。不能与他人沟通实习成果。 |

实习日志评价标准

| 基本要求                        | 评价标准                        |                         |                      |                        |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
|                             | 优秀 (0.9-1)                  | 良好 (0.7-0.89)           | 合格 (0.6-0.69)        | 不合格 (0-0.59)           |
| 能够按照实习日志的要求，并遵守实习单位规章制度，认真记 | 按照实习日志的要求认真填写内容，能够仔细做好记录，内容 | 按照实习日志的要求较认真填写内容，能够较好做好 | 按照实习日志的要求能填写内容，基本上做好 | 实习日志的填写不完整，记录不全面，内容太少。 |

|          |      |            |     |  |
|----------|------|------------|-----|--|
| 录每日工作内容。 | 很全面。 | 记录，内容较为全面。 | 记录。 |  |
|----------|------|------------|-----|--|

### 实习报告评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
| 能够理解生产实习的目的与意义；能够描述实习单位、实习内容和实习过程；了解控制设备工作全过程；针对实习成果，能够理解工程实践与社会关系，理解企业管理模式与方法；能够描述实习过程中所从事的具体工种以及解决的具体问题。 | 正确理解生产实习的目的与意义；详细描述实习单位、实习内容和实习过程；了解控制设备工作全过程；能够准确归纳实习成果，正确理解工程实践与社会关系，正确理解企业管理模式与方法；能够详细描述实习过程中所从事的具体工种以及解决的具体问题。 | 能够较好地理解生产实习的目的与意义；较好地描述实习单位、实习内容和实习过程；了解控制设备工作全过程、生产全过程；能够较好地归纳实习成果，正确理解工程实践与社会关系，正确理解企业管理模式与方法；能够详细描述实习过程中所从事的具体工种以及解决的具体问题。 | 能够基本理解生产实习的目的与意义；较好地描述实习单位、实习内容和实习过程；基本了解控制设备工作全过程、生产全过程；能够较好地归纳实习成果，基本理解工程实践与社会关系，基本理解企业管理模式与方法；能够描述实习过程中所从事的具体工种以及解决的具体问题。 | 不能正确理解生产实习的目的与意义；不能完整地描述实习单位、实习内容和实习过程；不了解控制设备工作全过程、生产全过程；针对实习成果，不能正确理解工程实践与社会关系，不能正确理解企业管理模式与方法；在实习过程中不能解决具体问题。 |

## 2. 成绩评定

学生综合成绩评定=实习态度\*20%+岗位实践\*40%+实习日志\*10%+实习报告\*30%。

## 3. 课程目标达成评价

### 《生产实习》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息                                |  |       |         |      |                               |       |
|---|--|-------|---------|------|-------------------------------|-------|
| 课程名称                                    | 生产实习   | 课程性质  | 实践课，必修  |      | 学时学分                          | 2周/2分 |
| 开课学期                                    |  | 专业班级  |         | 考核方式 | 考查                            |       |
| 任课教师：<br>评价人员：课程组长，任课教师，企业教师            |  |       |         |      |                               |       |
| 二、课程目标达成评估                              |  |       |         |      |                               |       |
| 课程目标支撑指标点                               | 课程目标   | 评价数据源 |         |      |                               |       |
|   |  | 评价依据  | 分值      | 平均分  | 达成度值 $K_i$ 评价方式               |       |
| 毕业要求 3.4：<br>能够用图纸、报告、计算书或实物等形式，呈现设计成果。 | 目标 1：理解过程控制、运动控制以及集散控制系统相关的新技术、新产品及其技术特征，了解产品对工作环境的要求。能根据实践过程与结果撰写生产实习日志、生产实习报告等文稿，并能够在文稿中绘制相关产品原理图、安装图以及控制系统方框图等。 | 岗位实践  | T10=100 | T1=  | $\frac{T1 + T3}{T10 + T30} =$ |       |
|   |  | 实习报告  | T30=100 | T3=  |                               |       |
| 毕业要求 5.3, 7.2：<br>能理解各种技术、资源、现代工具使用中    | 目标 2：理解自动化设备的资源利用效率，了解自动化设备对环境的影响，了解生产过程   | 岗位实践  | T10=100 | T1=  | $\frac{T1 + T3}{T10 + T30} =$ |       |



|   |   |      |         |     |                               |
|---|---|------|---------|-----|-------------------------------|
| 实验环境与实际工程环境之间的差异性,了解工具的局限性;能评价自动化设备的资源利用效率、废弃物处置方案和安全防范措施,判断产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患,并提出合理化的改进建议。 | 中废弃物处置方案以及设备使用过程中的安全防范措施,能够合理分析自动化设备对社会可持续发展的影响。                          | 实习报告 | T30=100 | T3= |                               |
| 毕业要求 9.2:<br>在工程实践过程中,具有团队意识,能正确认识不同学科背景人员对工程实践的作用和意义,能主动与其它学科的成员有效沟通,合作共事。                   | 目标 3: 具有良好的身体素质、心理素质、团队意识,能与企业工程师、员工进行分工合作,培养独立开展工作的能力。                   | 岗位实践 | T10=100 | T1= | $\frac{T1}{T10} =$            |
| 毕业要求 11.1, 12.2:<br>具有项目管理能力,能够在多学科交叉的复杂环境下找到项目推进的关键因素;了解自动化领域技术快速发展的特点,具备自动化领域的自主学习。         | 目标 4: 了解实习对象项目管理方面的知识和经验,了解系统所涉及的多学科交叉的复杂性,了解技术发展的快速性,在此基础上能够找到项目推进的关键因素。 | 岗位实践 | T10=100 | T1= | $\frac{T1 + T3}{T10 + T30} =$ |
|   |   | 实习报告 | T30=100 | T3= |                               |
| 三、课程评价与分析   |   |      |         |     |                               |
| 考核结果总结  |   |      |         |     |                               |
| 持续改进方法  |   |      |         |     |                               |

## 七、实习参考书

- [1] 赵晶. 运动控制系统原理及应用 [M]. 化学工业出版社, 2020 年
- [2] 游辉胜. 运动控制系统应用指南 [M]. 机械工业出版社, 2020 年
- [3] 李国勇. 过程控制系统 第 3 版 [M]. 电子工业出版社, 2017 年
- [4] 刘晓玉. 过程控制及其 MATLAB 实现 [M]. 电子工业出版社, 2018 年.
- [5] 李占英. 分散控制系统 DCS 和现场总线控制系统 FCS 及其工程设计 [M]. 电子工业出版社, 2019 年

## 《控制系统课程设计》教学大纲

课程名称: 控制系统课程设计 (Course design of control system)

课程编码: 1501SJ010

课程类别: 工程实践-必修

学 分: 2 分

周 数: 2 周

适用专业：自动化

先修课程：自动控制原理、运动控制系统、过程控制系统及装置、可编程序控制器原理及应用等

执笔人：周永乾

审订人：杨三青

## 一、课程性质

控制系统课程设计是自动化专业学生学完专业基础课和专业课后一次较全面的理论和实践相结合的综合训练，实践性强，理论要求全面。本设计的基本目的是：培养学生理论联系实际的设计思想，训练其综合运用所学的基础理论知识，结合生产实际分析和解决自动化领域的工程问题的能力，从而使基础理论知识得到巩固、加深和系统化；使其学习掌握控制系统的一般设计过程和方法，并在此过程了解控制系统的工程应用中的常用技术和设计规范，熟悉自动化专业的常用组态软件的使用，培养学生终身学习意识和创新思维，为毕业后从事自动化系统设计方面的工作打下坚实的实践基础。

## 二、课程目标

### （一）价值目标

结合课程设计教学，对学生进行社会主义核心价值观、辩证唯物主义、理想信念教育，将知识传授、能力培养与价值引领有机融合，实现将思想教育贯穿于课程设计教学的全过程。

### （二）知识和能力目标

1、熟练掌握控制系统的结构组成划分，深入理解闭环控制系统的各个环节及其主要技术要点（毕业要求 2.2）；

2、掌握数据采集、工业网络通信的基本方法，合理设计广义计算机控制的系统的调节参数，并评价性能指标（毕业要求 3.2）；

3、对控制系统进行调试、运行，测试系统是否达到设计要求，并能改变有关参数，分析研究其对控制系统的性能影响（毕业要求 5.2）。

### 课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标  | 毕业要求指标点  |
|-------|--|
| 课程目标1 | 指标点2.2：能针对控制系统复杂工程问题的关键环节和参数进行综合分析，并认识到解决工程问题有多种方案可选。  |
| 课程目标2 | 指标点2.3：能利用文献检索以及专业知识，凝炼并分析复杂控制过程的关键问题                  |
| 课程目标3 | 指标点5.2：能针对自动化领域复杂工程问题，合理选择使用现代工具，设计、模拟以及预测复杂工业过程中的工程问题 |

## 三、课程设计内容与基本要求

制造业，通常可以分为离散行业、过程行业两大类。

离散行业主要是利用机器(机床)对工件外形的加工，再将不同的工件组装成具有某种功能的产品，如汽车、飞机、机床、机器人、导弹与卫星、家电、电子等领域，这类生产过

程中基本上没有发生物质改变，只是物料的形状和组合发生改变，是一个加工、组合、功能集成的过程。逻辑控制、位置控制是其主要的內容，时常伴有运动控制。

流程制造业如化工、冶金、电力、钢铁、医药、食品、建材等，制造流程动态运行过程的物理本质可以表述为：物质流在能量流的驱动和作用下，按照设定的“程序”例如生产作业指令等，沿着特定的“流程网络”做动态有序的运行，并实现多目标优化。流程行业里面涉及化学变化、物理变化、运输、信息交换，而且大量使用能量。这类生产过程通常是 24 小时连续不断的。以温度、压力、流量、液位、成分控制为主要內容。

围绕工业自动化应用的两大场景，《自动控制系统课程设计》提供两个选题方向：

(一) 定位控制系统设计

(二) 温度控制系统设计

学生选择其中的一个题目进行开发，也可以自己选择这 2 个之外的其它题目。如果选择参考题目之外的题目，应该先由指导教师进行题目可行性分析，确定所选题目是否符合课程设计要求，若题目符合课程设计要求，才可以作为最后的课程设计选题。该课程设计为实践教学环节，时限为 2 周。

(一) 定位控制系统设计

以滚珠丝杠滑台为对象，设计以 PLC（罗克韦尔 Micro850）、编码器、接近开关、变频器（罗克韦尔 PowerFlex525）、触摸屏 HMI（威纶通 KTP6070IP）为主要部件的位置控制系统。

具体要求如下：

1. 可以实现任意有效位置的定位、定位精度不超过 2mm。
2. 人机界面设计简洁大方，至少应包含：设定位置、当前位置、当前速度、变频器输出频率，电流等参数，提供当前位置的实时曲线、滑块的运动动态等图形显示。
3. 将标尺的零点与机械系统的软件零点对齐，从而让 HMI 的位置显示与指针指示一致。
4. 在保障控制精度的前提下，应尽可能提高运行速度。

(二) 温度控制系统设计

以分布式 I/O 模块（北京集智达 <http://www.gemotech.cn/> 的远程 I/O 产品）、计算机、组态王 7.5 软件、PT100 温度传感器为主要测控部件构建以电热杯为对象的温度控制系统。

具体要求如下：

1. 计算机控制电热杯（半杯水）加热，可以设定室温以上沸点以下任意温度，超调量小、进入稳态的时间短、稳态误差小。
2. 人机界面设计简洁大方，至少应包含设定温度、当前温度、系统启停、控制量大小等控制信息以及温度的实时曲线、历史报表、工艺流程等图表內容。
3. 添加扰动（加入冷水），系统能比较迅速的恢复原定温度

思政元素融入：

(1) 结合课程设计教学，有意识地向学生介绍我国自动化领域取得的辉煌成就及短板，激发学生的爱国热情和创新意识。

(2) 让学生充分理解课程设计目的、内容和要求，明确扩展内容学习任务，培养学生树立终身学习的意识和习惯，学会学习，并用发展的观点看待问题。

(3) 课程设计中要精心细心，谨慎操作机电设备，仔细观察实验数据和波形，实验结束后要认真分析实验结果，从中找出规律，验证所学理论，培养学生的敬业精神和严谨的求学态度。使学生树立诚实守信的理念，将实事求是贯穿于实验的每一个环节，培养学生辩证思维能力。

课程设计教学内容及学习要求

| 教学内容       |  | 学时 | 支撑课程目标 |
|------------|--|----|--------|
| 布置课程设计任务   | (1) 布置设计任务，确定课设题目<br>(2) 提出设计要求及时间安排<br>(3) 指导阅读扩展内容，明确关键点   | 1天 | 1      |
| 确定设计方案     | (1) 查阅参考文献和资料<br>(2) 综合运用自动化的基本理论、方法和技术<br>(3) 确定设计方案，恰当选择控制系统硬件<br>(4) 明确设计进程安排                                 | 1天 | 2      |
| 软件编写、测试、验收 | (1) 学生根据设计方案，编写控制器、HMI 程序<br>(2) 调试、修改并完善整个系统<br>(3) 对系统的功能指标进行测试<br>(4) 分析研究系统的性能<br>(5) 结果验收<br>(6) 回答同学和老师的提问 | 7天 | 3      |
| 报告编写       | 根据报告编写要求，完成报告  | 1天 | 7、2、3  |

#### 四、教学方法

根据本课程设计综合性及实践性强的特点，以学生为主体，在教师的指导下，完成控制系统设计的各项任务。本课程设计包括设计方案制定、编程调试、结果验收与报告撰写等实践环节。教学活动安排在罗克韦尔自动化实验室、过程控制实验室和教室进行。主要环节如下：

(1) 方案制定：选择题目，根据题目要求查阅网络，收集与课题的有关资料，并对所获取的资料进行阅读分析，写出整个系统的设计方案，经指导老师检查确认。

(2) 编程调试：按照系统的设计方案，学生独立完成程序编写、调试工作，在此过程中，教师进行指导答疑，鼓励同学之间相互学习。

(3) 结果验收：教师对完成情况进行验收，包括：系统的功能、系统的性能指标、界面交互性等

(4) 报告撰写：撰写课程设计内容的报告，掌握报告撰写规范。在报告撰写期间，鼓励同学之间讨论、交流各自的成果、认识，相互启发，培养团队协作意识。在此过程中，教师进行指导和检查，及时发现问题，并与学生进行讨论，引导学生分析和解决问题。

## 五、考核与成绩评定方式

### 1. 考核标准与成绩评定

控制系统的基本硬件组成是确定的，课程考核主要集中在如何理解控制系统的组成与电气连接、如何设计程序让系统动起来，并能满足性能指标要求。成绩由过程考核成绩、课程设计报告考核成绩两部分组成。过程考核包括程序编写（百分制）、结果验收（百分制）等。报告的重点则在于电气系统原理图再现与课程设计总结与体会的思考。

程序编写考核成绩评价标准

| 基本要求  | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)                                    |
|---|---|---|---|---|
| 按照课程设计的计划安排进行出勤。分阶段实现各个功能子程序设计并通过测试。控制系统软硬件集成功能完整、运行稳定。 | 按照课程设计的计划安排分阶段实现各个功能子程序设计并通过测试，控制系统软硬件总体集成功能完善、运行稳定、性能指标优异、人机交互合理美观 | 按照课程设计的计划安排分阶段实现各个功能子程序设计并通过测试，控制系统软硬件总体集成功能完整、运行稳定、满足性能指标要求、人机交互合理 | 基本按照课程设计的计划安排分阶段实现各个功能子程序设计并通过测试，能够完成控制系统软硬件总体集成，系统运行基本稳定、部分达到性能指标、能进行简单人机交互。 | 未按照课程设计的计划安排节点分阶段实现各个功能子程序设计，不能够完成控制系统软硬件集成与调试。 |

结果验收考核成绩评价标准

| 基本要求   | 优秀 (0.9-1)                                       | 良好 (0.7-0.89)                                     | 合格 (0.6-0.69)                                       | 不合格 (0-0.59)                                      |
|--|--|---|---|---|
| 对系统进行调试验收，测试交互界面，完整展示系统的功能，陈述所完成的控制系统和回答提出的问题。 | 对系统进行调试验收，实验交互界面，很好完成系统的功能，正确陈述所完成的控制系统和回答提出的问题。 | 对系统进行调试验收，实验交互界面，较好完成系统的功能，较正确陈述所完成的控制系统和回答提出的问题。 | 对系统进行调试验收，实验交互界面，基本完成系统的功能，基本正确地陈述所完成的控制系统和回答提出的问题。 | 对系统进行调试，实验交互界面，完成系统的部分功能，不能完整地陈述所完成的控制系统和回答提出的问题。 |

过程考核成绩：程序编写\*40%+结果验收\*60%。

课程设计报告成绩，实验报告内容包括：课程设计目的、基本原理、内容及步骤、结果及分析、总结等。

课程设计报告评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |  |   |   |
|---|--|--|---|---|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |
| 掌握报告的书写技能，利用自动化的基本概念和基础知识，对系统内容进行具体客观的描述。能够对系统的数据和结果进行归纳、综合分析并准确表达。 | 报告格式规范，内容完整；对系统内容进行具体客观的描述。能够对系统的数据和结果进行归纳、综合分析合理，自我总结得当，表达准确。 | 报告格式规范，内容完整；对系统内容较客观的描述。对系统的数据和结果进行归纳、综合分析较合理，自我总结较得当，表达较准确。 | 报告格式基本规范，内容基本完整；对系统内容基本能客观的描述。对系统的数据和结果进行归纳、综合分析基本合理，自我总结和表达基本准确。 | 报告格式不规范，内容不够完整；对系统内容不能客观的描述。对系统的数据和结果没有详细分析，自我总结不够完整。 |

成绩评定：过程考核\*70%+设计报告\*30%。

## 2. 课程目标达成评价

《控制系统课程设计》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息   |   |       |         |       |                                |
|--|---|-------|---------|-------|--------------------------------|
| 课程名称   | 控制系统课程设计  | 课程性质  | 实践课, 必修 | 学时学分  | 2周/2学分                         |
| 开课学期   |   | 专业班级  |         | 考核方式  | 平时+过程+报告                       |
| 任课教师:<br>评价人员: 课程组长, 任课教师                                  |   |       |         |       |                                |
| 二、课程目标达成评估   |   |       |         |       |                                |
| 课程目标支撑指标点  | 课程目标  | 评价数据源 |         |       |                                |
|  |   | 评价依据  | 分值      | 平均分   | 达成度值 Ki 评价方式                   |
| 指标点 2.2: 能针对控制系统复杂工程问题的关键环节和参数进行综合分析, 并认识到解决工程问题有多种方案可选。   | 目标 1: 熟练掌握控制系统的结构组成划分, 深入理解闭环控制系统的各个环节及其主要技术要点              | 课设报告  | T30=100 | T3=80 | $\frac{T3}{T30} = 0.80$        |
| 指标点 2.3: 能利用文献检索以及专业知识, 凝炼并分析复杂控制过程的关键问题                   | 目标 2: 掌握数据采集、工业网络通信的基本方法, 合理设计广义计算机控制的系统的调节参数, 并评价性能指标      | 程序编写  | T10=100 | T1=80 | $\frac{T1+T2}{T10+T20} = 0.79$ |
| 指标点 5.2: 能针对自动化领域复杂工程问题, 合理选择使用现代工具, 设计、模拟以及预测复杂工业过程中的工程问题 | 目标 3: 对控制系统进行调试、运行, 测试系统是否达到设计要求, 并能改变有关参数, 分析研究其对控制系统的性能影响 | 结果验收  | T20=100 | T2=78 |                                |
| 三、课程评价与分析  |   |       |         |       |                                |
| 考核结果总结   |   |       |         |       |                                |
| 持续改进方法   |   |       |         |       |                                |

## 六、课程设计参考书

- [1] 控制系统课程设计指导书. 自编, 2021 年
- [2] 串行链路和 TCP/IP 上的 MODBUS 标准. 来自于网络分享: 原控制中文网提供  
127 页
- [3] Micro830、Micro850 和 Micro870 可编程控制器用户手册. 罗克韦尔自动化中

国网站

- [4] Micro800 可编程控制器参考手册. 罗克韦尔自动化中国网站
- [5] PowerFlex 520 系列交流变频器用户手册. 罗克韦尔自动化中国网站
- [6] RemoDAQ-8036 用户手册. 集智达 <http://www.gemotech.cn/>
- [7] RemoDAQ-8065 用户手册. 集智达 <http://www.gemotech.cn/>
- [8] 7.5SP1 组态王初级培训手册. 亚控科技 <http://www.kingview.com/>

## 《毕业设计（论文）》教学大纲

课程名称：毕业设计（论文）(Graduation Project & Thesis)

课程编码： 1501SJ040                      课程类别： 实践课-必修

学 分： 8 分

周 数： 16 周

适用专业： 自动化

先修课程： 数学与自然科学、工程基础课、专业基础课和专业课

执 笔 人： 何美霞

审 订 人： 杨旭辉

### 一、课程性质

毕业设计（论文）是一门自动化专业本科生必修的工程实践课程，是大学四年教学的最后一个重要环节。通过毕业设计（论文）使学生对所学的数学与自然科学、工程基础课、专业基础课和专业课知识得到综合应用，并加以巩固、深化，培养学生理论联系实际、独立分析问题和解决实际问题的能力，完成自动化工程人员的基本训练，以适应现代工业发展对自动化工程专业人才的需要，为毕业后从事自动化工程方面的工作打下坚实的实践基础。

### 二、课程目标

1、利用所学自动化方面的知识，能够根据课题实际需求确定设计目标。能够理解和评价针对毕业设计中所解决的复杂工程问题对社会、健康、安全、法律、文化以及环境的影响。具备基本的软硬件设计与调试能力，并熟练使用软硬件设计工具。（毕业要求 3.1, 3.2, 3.4）；

2、理解毕业设计的研究内容，能够针对课题任务书提出合理的设计方案。结合工程实际，提高学生独立分析和解决实际问题的能力。（毕业要求 4.1）；

3、提高学生的计算机应用能力，培养学生查阅文献资料和文字表达等基本技能。（毕业要求 5.1）；

4、提高学生与业界同行的沟通能力，了解本行业未来的发展趋势，要注重团队合作。训练和提高学生的社会调查能力、经济分析能力，培养学生具有自主学习与终身学习的意识（毕业要求 12.1, 12.2）。

#### 课程目标与毕业要求指标点对应关系

| 课程目标  | 毕业要求指标点   |
|-------|---|
| 课程目标1 | 3.1 能够根据工程实际需求确定设计目标。                                       |
|       | 3.2 能够设计针对自动化领域复杂工程问题的解决方案，并考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素，体现创新意识。 |
|       | 3.4 能够用图纸、报告、计算书或实物等形式，呈现设计成果。                              |
| 课程目标2 | 4.1 能够基于自动化领域专业知识选择研究线路，设计并实现可行的实验方案。                       |
| 课程目标3 | 5.1 能利用计算机和信息领域的技术、资源和工具检索自动化领域相关文献及资料。                     |
| 课程目标4 | 12.1 能正确认识终身学习的重要性，具有自主学习与终身学习的意识。                          |
|       | 12.2 了解自动化领域技术快速发展的特点，具备自动化领域的自主学习能力。                       |

### 三、毕业设计内容与基本要求

毕业论文（设计）环节分为选题、开题报告撰写与答辩（或撰写文献综述）、设计或科学研究（撰写论文）和答辩4个阶段。自动化专业的毕业设计（论文）大体上可分为工程设计型、专题研究型、实验研究型、文献综述型等。主要内容包括自动控制理论、过程控制系统与装置、计算机控制、智能控制、过程控制等方面的工程设计、专题研究、实验研究及新理论、新技术的文献调研综述等内容。基本要求如下：

#### 1、选题

基本要求：①毕业设计（论文）题目要结合生产、科研、实验室建设等方面的任务进行。每个毕业设计题目必须有充分的文献资料支撑，毕业设计（论文）题目可以是工程设计类型，也可以是专题研究、实验研究、文献综述等类型。题目广度适中、难易恰当、分量合适，过程完整，要根据学生学习情况，因材施教，使每个学生的毕业设计（论文）经过努力能够完成。②毕业设计题目应以工程设计类型为主，结合现代设计技术和方法，要求能让学生独立地、综合地得到工程设计的训练，提倡与指导教师的科研课题相结合或生产实际题目相结合。毕业设计全过程应包括文献调研、开题报告、方案设计、分析计算、系统实现、实验调试（虚拟仿真）、撰写论文和论文答辩。③毕业设计（论文）学生应一人一题，同类型题目学生的侧重点应有所不同，学生应能独立完成毕业设计（论文）任务。④毕业设计（论文）题目应在第七学期末公布，由学生自由选题，学生在正式毕业设计之前，要收集有关资料并完成开题论证报告。⑤毕业设计题目要经过系主任批准，毕业设计答辩委员会同意，并汇总后报教务处实践学科和院教学秘书存档。

#### 2、开题报告撰写与答辩

基本要求：毕业设计指导教师向学生交待题目来源、意义、工作设想和要求，并以毕业设计（论文）任务书的形式下达给学生，给学生指出主要的参考书和参考资料的查找范围，学生按要求进行文献调研，写出开题报告，开题报告应包括研究的目的和意义，国内外研究状态和发展趋势，详细研究内容和思路，所采用的实验方法、设计手段以及具体进度计划等。并按内容分组进行开题答辩，由系审查通过后，方可进入设计阶段。

#### 3、设计或科学研究（撰写论文）

基本要求：①工程设计：明确课题的来源及其实际意义。设计中要有方案论证、正确的



理论依据、计算分析和完整的图纸。各种图表要齐全、规格化，电路要调试通过。对程序设计内容，要有程序框图和程序清单，程序结构要优化，设计应用的理论正确，对所编制的软件要有计算实例分析。②专题研究型：明确题目来源及其研究意义，能正确应用有关的基础理论和基本概念来解决所研究的内容。会综合分析和处理有关实际数据资料。通过研究，提出明确的结论及其在自动化相关领域中的应用前景。③实验研究型：明确研究题目的意义及其所要解决的问题。能自己设计或在导师的指导下设计出最佳实验方案与流程，熟悉和掌握实验原理及有关理论，对有关的实验设备会进行安装调试，对实验现象要进行详细记载和综合分析，对实验数据会进行处理。通过实验研究得出明确的结论及对实际生产的指导意义。④文献综述：要明确文献调研的实际意义以及所要解决的问题。通过文献调研，对自动化工程某一方面的国内外研究动态及发展趋势有明确的认识和评价，并综合提出解决某一问题的途径与方法。不论哪种类型的题目，基本内容应力求结合科研、生产和教学改革，使学生在计算机应用、实践动手能力、阅读专业外文资料能力等方面有较大提高，能达到毕业设计（论文）综合训练的目的。

#### 4、毕业答辩

基本要求：①毕业论文（设计）答辩资格审查通过后，由答辩小组以公开方式组织答辩。②答辩工作在分管院长领导下，由答辩委员会主持进行。答辩委员会可下设若干答辩小组或以专业成立答辩小组。答辩小组一般由5人或5人以上组成，其成员应由本专业学术水平高，责任心强的教师组成，根据需要也可聘请少量校外专家参加。③在校外做毕业论文（设计）的学生，完成规定任务后回校由学院统一组织答辩。④答辩前，答辩小组每个成员必须详细审阅每位学生的毕业论文（设计）报告，了解论文（设计）的质量和水平，并准备答辩时应向学生提出的问题，为答辩做好准备。⑤对以软件、硬件研制为主的毕业设计，各答辩小组在答辩前或答辩过程中要进行软件或硬件测试；对以实验研究为主的毕业设计，答辩时要向答辩小组提交实验数据的原始记录。⑥毕业论文（设计）答辩按学生自述、答辩小组审阅和提问、学生应答、答辩小组对其论文（设计）和答辩情况进行评议和评分的程序逐个进行，每个学生答辩总时间控制在15~20分钟。学生在参加毕业论文（设计）答辩时的自述应主要包括：课题来源和要求、论文（设计）内容概述、基本思想及主要方法、所得结果、结论及实用价值、主要特点或创新性、有关体会及改进意见等。答辩小组提问内容主要是与题目有关的基础理论、专业知识和设计原理与方法；论文（设计）过程中带普遍性的难点问题或要求学生进一步说明的问题；考察、鉴别学生独立工作能力的问题等。

毕业设计教学内容及学习要求

|    | 教学内容   | 学时 | 支撑课程目标 |
|----|--|----|--------|
| 选题 | (1) 指导教师拟定毕业设计题目<br>(2) 毕业设计题目汇总、审核、公示<br>(3) 学生进行选题<br>(4) 选题结果公示，下发毕业设计任务书 | 1周 | 1      |

|               |   |    |         |
|---------------|---|----|---------|
| 开题报告撰写与答辩     | (1) 查阅参考文献资料<br>(2) 撰写开题报告<br>(3) 开题答辩<br>(4) 整理开题报告  | 2周 | 1、2     |
| 设计或科学研究(撰写论文) | (1) 查阅相关文献资料<br>(2) 根据毕业设计(论文)要求完成相关设计内容(如实验、实物制作、图纸设计、仿真等)<br>(3) 毕业设计进行中期检查<br>(4) 填写毕业设计学生工作手册 | 9周 | 1、2、3、4 |
| 毕业答辩          | (1) 毕业设计成果验收<br>(2) 毕业论文形式审查<br>(3) 指导教师评阅<br>(4) 评阅教师评阅<br>(5) 毕业答辩<br>(6) 毕业论文资料整理归档            | 1周 | 1、2、3、4 |

#### 四、教学方法

毕业设计具有综合性及实践性强的特点，以学生为主体，在教师的指导下，完成自动化专业毕业设计的各项任务。本次毕业设计包括开题报告、设计阶段、论文撰写、毕业答辩等实践环节。教学活动可以根据毕业设计具体要求，安排在校内或校外进行。主要环节如下：

1、开题报告：导师向学生交待题目来源、意义、工作设想和要求，并以毕业设计（论文）任务书的形式下达给学生，给学生指出主要的参考书和参考资料的查找范围，学生按要求进行文献调研，写出开题报告，开题报告应包括研究的目的和意义，国内外研究状态和发展趋势，详细研究内容和思路，所采用的实验方法、设计手段以及具体进度计划等。并按内容分组开题报告，由系审查通过后，方可进入设计阶段。

2、设计阶段：学生按开题报告内容和毕业设计任务书的要求，完成设计全部内容，包括方案论证、设计计算、资料翻译、实验调试（虚拟仿真）、绘图等。

3、论文撰写：学生在答辩前1周完成毕业设计报告，并进行报告查重，查完重后送导师审查，导师审查论文完成情况，写好“审查意见”后连同报告送评阅教师评阅，评阅教师由答辩委员会聘请，评阅人根据设计任务完成情况和论文水平写出评阅意见，明确是否同意参加答辩，连同报告一起交答辩委员会。答辩委员会按要求进行资格审查，并公布有答辩资格的学生名单，凡允许参加答辩的学生应作好答辩前的一切准备工作。

4、论文答辩：主要按学生毕业设计内容分组答辩，由答辩委员会根据审查意见、评语及答辩情况归纳出简要评语，确定成绩，最后完成论文归档等。

#### 五、考核与成绩评定方式

##### 1、考核标准与成绩评定

毕业设计成绩可按设计（论文）指导教师成绩30%、评阅教师成绩30%和答辩水平成绩40%（其中成果验收答辩占10%）三方面综合考核评定。成绩评定分为优、良、中、及格、

不及格五档。

毕业设计考核成绩评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.8-0.89)  | 中等 (0.7-0.79)  | 及格 (0.6-0.69)  | 不及格 (0-0.59)   |
| 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,存在的主要问题与不足。学生的学习态度和纪律,学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行很好;毕业论文(设计)是否完成规定任务,达到了学士学位论文的水平,答辩能否很好完成。 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,完成很好。学生的学习态度和纪律,学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行很好;毕业论文(设计)完成规定任务,达到了学士学位论文的水平,答辩时表现突出。 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,完成良好。学生的学习态度和纪律,学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行较好;毕业论文(设计)完成规定任务,达到了学士学位论文的水平,答辩时表现较好。 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,完成较好。学生的学习态度和纪律,学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行较好;毕业论文(设计)完成规定任务,达到了学士学位论文的水平,答辩时一般。 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,基本完成。学生的学习态度和纪律,学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,基本能达到要求;毕业论文(设计)完成大部分任务,达到了学士学位论文的水平,答辩基本完成。 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,达不到毕业要求。学生的学习态度和纪律,学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,达不到毕业要求;毕业论文(设计)未完成规定任务,达不到学士学位论文的水平。 |

毕业设计(论文)内容包括:方案论证、设计计算、资料翻译、实验调试(虚拟仿真)、绘图、结果分析等。

毕业设计(论文)评价标准

| 基本要求  | 评价标准  |  |  |   |  |
|---|---|--|--|---|--|
|   | 优秀 (0.9-1)  | 良好 (0.7-0.89)  | 中等 (0.7-0.79)  | 及格 (0.6-0.69)   | 不及格 (0-0.59)   |
| 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,存在的主要问题与不足。学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行很好;毕业论文(设计)是否完成规定任务,达到了 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,完成很好。学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行很好;毕业论文(设计)完成规定任务,达到了学士学位 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,完成良好。学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行较好;毕业论文(设计)完成规定任务,达到了学士学 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,完成较好。学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,都进行较好;毕业论文(设计)完成规定任务,达到了学士学 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,基本完成。学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,基本能达到要求;毕业论文(设计)完成大部分任务,达到了学士学位论文的 | 毕业论文(设计)的研究内容、研究方法、研究结果,难度及工作量,质量和水平,达不到毕业要求。学生掌握基础和专业知识的情况,解决实际问题的能力,达不到毕业要求;毕业论文(设计)未完成规定任务, |

|            |         |         |         |     |               |
|------------|---------|---------|---------|-----|---------------|
| 学士学位论文的水平。 | 位论文的水平。 | 位论文的水平。 | 位论文的水平。 | 水平。 | 达不到学士学位论文的水平。 |
|------------|---------|---------|---------|-----|---------------|

最终，毕业设计（论文）成绩评定标准为：毕业论文成绩\*60%+答辩成绩\*40%。

## 2、课程目标达成评价

《毕业设计（论文）》课程目标达成评价分析报告

| 一、课程基本信息  |  |         |         |      |   |
|---|--|---------|---------|------|---|
| 课程名称  | 毕业设计   | 课程性质    | 实践课，必修  | 学时学分 | 13周/8学分   |
| 开课学期  | 第八学期   | 专业班级    |         | 考核方式 | 考查（论文+答辩）   |
| 任课教师：   |  |         |         |      |   |
| 评价人员：课程组长，任课教师，企业教师   |  |         |         |      |   |
| 二、课程目标达成评估  |  |         |         |      |   |
| 课程目标支撑指标点   | 课程目标   | 评价数据源   |         |      |   |
|   |  | 评价依据    | 分值      | 平均分  | 达成度值 $K_i$ 评价方式   |
| 毕业要求 3.1：能够根据工程实际需求确定设计目标。<br>毕业要求 3.2：能够设计针对自动化领域复杂工程问题的解决方案，并考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素，体现创新意识。<br>毕业要求 3.4：毕业要求能够用图纸、报告、计算书或实物等形式，呈现设计成果。 | 目标 1：利用所学自动化方面的知识，能够根据课题实际需求确定设计目标。能够理解和评价针对毕业设计中解决的复杂工程问题对社会、健康、安全、法律、文化以及环境的影响。具备基本的软硬件设计与调试能力，并熟练使用软硬件设计工具。 | 毕业论文    | T10=100 | T1=  | $\frac{T_1}{T_{10}} \times 0.6 + \frac{T_2}{T_{20}} \times 0.4 =$ |
|   | 答辩成绩   | T20=100 | T2=     |      |   |
| 毕业要求 4.1：能够基于自动化领域专业知识选择研究线路，设计并实现可行的实验方案。  | 目标 2：理解毕业设计的研究内容，能够针对课题任务书提出合理的设计方案。结合工程实际，提高学生独立分析和解决实际问题的能力。   | 毕业论文    | T10=100 | T1=  | $\frac{T_1}{T_{10}} \times 0.6 + \frac{T_2}{T_{20}} \times 0.4 =$ |
|   | 答辩成绩   | T20=100 | T2=     |      |   |
| 毕业要求 5.1 能利用计算机和信息领域的技术、资源和工具检索自动化领域相关文献及资料。  | 目标 3：提高学生的计算机应用能力，培养学生查阅文献资料和文字表达等基本技能。  | 毕业论文    | T10=100 | T1=  | $\frac{T_1}{T_{10}} =$  |

|   |   |      |         |     |                     |
|---|---|------|---------|-----|---------------------|
| 毕业要求 12.1 能正确认识终身学习的重要性，具有自主学习与终身学习的意识。<br><br>毕业要求 12.2 了解自动化领域技术快速发展的特点，具备自动化领域的自主学习能力。 | 目标 4: 提高学生与业界同行的沟通能力，了解本行业未来的发展趋势，要注重团队合作。<br><br>训练和提高学生的社会调查能力、经济分析能力，培养学生具有自主学习与终身学习的意识。 | 毕业论文 | T10=100 | T1= | $\frac{T_1}{T_0} =$ |
| 三、课程评价与分析   |   |      |         |     |                     |
| 考核结果总结  |   |      |         |     |                     |
| 持续改进方法  |   |      |         |     |                     |

## 六、教材和参考书

毕业设计（论文）参考资料和书目由指导教师根据选题性质和题目内容自行确定。

## 《企业工程实习》教学大纲

课程名称：企业工程实习（Enterprise engineering practice）

课程编码：1501SJ019                  课程类别：实践类-必修

学 分：5 分

周数：8 周

适用专业：自动化产业班

先修课程：单片机原理及应用、课编程控制原理及应用、集散控制系统及现场总线等

执 笔 人：杨旭辉

审 订 人：陈永军

### 一、课程性质

企业工程实习属于自动化产业班重要的工程实践教学环节，是学生职业能力形成的关键环节，也是学生职业道德与职业素质教育的良好途径。

通过组织学生到与自动化有关的生产部门或设计部门接受专业训练，将所学理论知识运用到实践中，进一步加深学生对所学理论知识的理解。同时，也在实践中将理论与实际相联系，开拓视野，提高专业技能，树立严谨的科学态度，培养规范的工程意识、团队合作精神，使学生具备一定的职业道德和知识产权意识，树立职业理想和家国使命感。

### 二、课程教学目标

#### （一）价值目标

将育人要素与学生的企业实习实践过程结合起来，使学生对国内外自动化相关产业的发

展有一个全面的、理性的认识，了解国内、国外相关技术的发展现状。树立职业理想和家国使命感。

使学生树立正确的职业态度，工作中必须按时、按质、按量完成企业生产或研发任务。通过与现场技术人员的交流与合作，使学生在未来工作中树立安全意识、保密意识，进而培养学生的专业素质和职业道德以及缘事析理、明辨是非的能力。

企业技术研发普遍由团队完成，需要良好的团队沟通协调能力，才能更高效的完成工作任务，通过企业工程实习让学生感受到团队的重要性，为以后的职业生涯做好准备。

## **(二) 知识和能力目标**

1、理解自动化领域相关的新技术、新产品及其技术特征，了解产品对工作环境的要求。能根据实习过程与结果撰写企业实习日志、报告等文稿，并能够在文稿中绘制相关产品原理图、安装图以及控制系统方框图等；

2、具有良好的身体素质、心理素质、团队意识，能与企业工程师、员工进行分工合作，具备独立开展工作的能力；

4、了解实习对象项目管理、市场、融资方面的知识和经验，了解系统所涉及的多学科交叉的复杂性，了解技术发展的快速性，在此基础上能够找到项目推进的关键因素。

## **三、实习内容与基本要求**

### **(一) 思政融入点**

#### **1、培养学生创新创业与爱国情怀**

实习过程中，通过对公司成长过程和技术发展脉络的深入认识，通过对国内外相关技术研发现状，相关产品市场认可过程、认可度的了解，激励学生创新创业的精神。利用行业中的先进人物与先进事迹引导学生树立远大理想和爱国主义情怀，树立正确的世界观、人生观、价值观。

#### **2、培养学生爱岗敬业与吃苦耐劳精神**

结合实习单位技术人员爱岗敬业实例，研发人员艰苦攻关克服技术难题的实例，培养学生爱岗敬业与吃苦耐劳精神。

#### **3、培养学生的敬畏规则的意识**

通过对企业安全生产制度的制定过程、实施现状的了解，培养学生严格遵守各种规章制度的意识，培养良好的行为习惯，进而延伸到增强学生的敬畏规则、法律的意识。

### **(二) 实习内容**

工程实习时限 8 周，所有实习学生必须将实习期间所进行的实习内容记入实习日志，由实习指导教师定期进行抽查。实习结束前，每个实习学生需在实习周记的基础上撰写一份实习报告，作为企业工程实习的总结，并做为实习成绩评定的主要依据之一。实习报告应包括以下内容：

#### **1、生产操作类工程实习**

- (1) 全厂概况；
- (2) 安全教育相关知识；
- (3) 叙述实习岗位的工艺流程，介绍生产原理；

- (4) 绘制实习岗位带控制点的工艺流程图；
- (5) 写出实习岗位所用主要设备的规格、材质、设备结构情况及所起作用，并绘制主要设备图；
- (6) 写出实习岗位的开车、停车步骤；
- (7) 写出实习岗位可能出现的主要事故，及各事故所产生的原因和处理方法；
- (8) 写出实习工段三废产生情况和处理方法，并进行简单评述；
- (9) 写出实习岗位所用控制设备、系统总线以及仪器仪表情况；
- (10) 写出实习岗位主要控制指标；
- (11) 实习的收获、体会和建议。

## 2、产品研发类工程实习

- (1) 全厂概况；
- (2) 实验室安全教育所学知识；
- (3) 叙述所研发产品市场及研究现状；
- (4) 资料检索情况说明；
- (5) 技术开发所用主要设备、芯片器件、调试工具等；
- (6) 研究方法、步骤、结论；
- (7) 研发产品控制指标；
- (8) 实习的收获、体会和建议。

## 四、实习地点及组织管理

实习地点：省内、国内企业。

组织管理：

- 1、由院、系指派有经验的专业教师负责实习的联系、安排、指导和协调工作，按每 30 名左右学生配备 1 名实习指导教师；
- 2、实习期间遵守学院相关制度并服从企业安排；
- 3、实习期间注意安全，遵守企业的各项生产和安全制度，严禁乱动仪表、阀门和生产设备；
- 4、尊重实习导师、公司职员，做到谦虚、谨慎、勤学好问，虚心；
- 5、严格遵守组织纪律，一切行动听指挥，不得迟到、早退，需绝对服从公司安排；
- 6、上班时间，不得影响工人正常生产，不做违背厂规厂纪的事；
- 7、进厂实习期间严禁携带火种、禁止吸烟。

## 五、实习方式及教学方法

实习过程：指导教师进行实习动员，讲解实习内容、实习安排及要求、注意事项；由实习企业的负责人带领学生参观企业研发、设计、生产、运营及维护等部门；分成若干小组，根据生产需求落实安排到各个岗位，进行岗位实践。

实习记录：按日志的要求进行记录。

实习报告：按照实习报告编写的一般格式要求，分为两类：生产操作类工程实习报告与

产品研发类工程实习报告，具体见本文档实习内容。

## 六、成绩考核与评定

### 1. 考核内容

为了统一评分标准，全面考查学生能力，考核包括实习态度，岗位实践，实习日志，实习报告等进行综合评定。

企业工程实习态度评价标准

| 基本要求   | 评价标准   |  |   |                            |
|--|--|--|---|----------------------------|
|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)  | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)               |
| 能够按照企业工程实习的计划完成分工与协作实习任务。工作态度端正，能够遵守工作规程和职业道德，做到诚实公正、诚信守则。 | 按照企业工程实习的计划独立或协同完成实习任务。工作态度端正，严格遵守工作规程、职业道德，做到诚实公正、诚信守则。 | 按照企业工程实习的计划独立或协同完成实习任务。工作态度较为端正，较好遵守工作规程、职业道德，做到诚实公正、诚信守则。 | 按照企业工程实习的计划完成基本实习任务，能够出勤，有事请假。学习态度基本端正，基本遵守工作规程、职业道德，做到诚实公正、诚信守则。 | 企业工程实习期间有缺勤，有事不请假。学习态度不端正。 |

岗位实践评价标准

| 基本要求  | 评价标准   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
|   | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)   | 不合格 (0-0.59)  |
| 能够在企业工程实习岗位上，虚心学习，踏实工作，理解新技术及其工程实践的发展趋势。参与和了解新技术的研发、生产及管理全过程。能够就实习成果与他人进行有效沟通与表达。 | 在企业工程实习岗位上，虚心学习，踏实工作，理解新技术的发展趋势。主动参与和了解专业技术研发、生产及管理等情况。能够与他人进行有效沟通、表达实习成果。 | 在企业工程实习岗位上，虚心学习，踏实工作，较好地理解新技术的发展趋势。能够参与和了解专业技术研发、生产及管理等情况。能够就实习成果与他人进行较好的沟通、表达。 | 在企业工程实习岗位上，基本虚心学习，基本了解新技术的发展趋势。了解专业技术研发、生产及管理等情况。能够就实习成果与他人进行基本的沟通。 | 在企业工程实习岗位上，学习不够，不能踏实工作。不能主动了解专业技术研发、生产及管理等情况。不能与他人沟通实习成果。 |

实习日志评价标准

| 基本要求                                | 评价标准                            |                                   |                         |                        |
|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|
|                                     | 优秀 (0.9-1)                      | 良好 (0.7-0.89)                     | 合格 (0.6-0.69)           | 不合格 (0-0.59)           |
| 能够按照实习日志的要求，并遵守实习单位规章制度，认真记录每日工作内容。 | 按照实习日志的要求认真填写内容，能够仔细做好记录，内容很全面。 | 按照实习日志的要求较认真填写内容，能够较好做好记录，内容较为全面。 | 按照实习日志的要求能填写内容，基本上做好记录。 | 实习日志的填写不完整，记录不全面，内容太少。 |

实习报告评价标准

| 基本要求 | 评价标准 |
|------|------|
|------|------|



|  | 优秀 (0.9-1)   | 良好 (0.7-0.89)   | 合格 (0.6-0.69)  | 不合格 (0-0.59)   |
|--|--|---|--|--|
| 能够理解企业工程实习的目的与意义；能够描述实习单位、实习内容和实习过程；了解控制设备工作全过程；针对实习成果，能够理解工程实践与社会关系，理解企业管理模式与方法；能够描述实习过程中所从事的具体工种以及解决的具体问题。 | 正确理解企业工程实习的目的与意义；详细描述实习单位、实习内容和实习过程；了解控制设备工作全过程；能够准确归纳实习成果，正确理解工程实践与社会关系，正确理解企业管理模式与方法；能够详细描述实习过程中所从事的具体工种以及解决的具体问题。 | 能够较好地理解企业工程实习的目的与意义；较好地描述实习单位、实习内容和实习过程；了解控制设备工作全过程、生产全过程；能够较好地归纳实习成果，正确理解工程实践与社会关系，正确理解企业管理模式与方法；能够详细描述实习过程中所从事的具体工种以及解决的具体问题。 | 能够基本理解企业工程实习的目的与意义；较好地描述实习单位、实习内容和实习过程；基本了解控制设备工作全过程、生产全过程；能够较好地归纳实习成果，基本理解工程实践与社会关系，基本理解企业管理模式与方法；能够描述实习过程中所从事的具体工种以及解决的具体问题。 | 不能正确理解企业工程实习的目的与意义；不能完整地描述实习单位、实习内容和实习过程；不了解控制设备工作全过程、生产全过程；针对实习成果，不能正确理解工程实践与社会关系，不能正确理解企业管理模式与方法；在实习过程中不能解决具体问题。 |

## 2. 成绩评定

学生综合成绩评定=实习态度\*20%+岗位实践\*40%+实习日志\*10%+实习报告\*30%。

## 七、实习参考书

- [1] 赵晶. 运动控制系统原理及应用 [M]. 化学工业出版社, 2020 年
- [2] 游辉胜. 运动控制系统应用指南 [M]. 机械工业出版社, 2020 年
- [3] 李国勇. 过程控制系统 第3版 [M]. 电子工业出版社, 2017 年
- [4] 刘晓玉. 过程控制及其 MATLAB 实现 [M]. 电子工业出版社, 2018 年.
- [5] 李占英. 分散控制系统 DCS 和现场总线控制系统 FCS 及其工程设计 [M]. 电子工业出版社, 2019 年