



山西能源学院  
SHANXI INSTITUTE OF ENERGY

# 电气工程及其自动化专业 课程大纲汇编 (2020 版)

2023 年 12 月

# 说 明

电气工程及其自动化专业课程主要包括思政课程，基础课程，校管课程，专业课程。课程大纲按思政课程，基础课程，校管课程，专业课程四类装订，共四册。本册为电气工程及其自动化专业课程大纲汇编，思政课程，基础课程、校管课程所含课程如下：

## 一、思政课程

思政课程主要包括思想道德修养与法律基础，中国近现代史纲要，马克思主义基本原理，毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论，习近平新时代中国特色社会主义思想概论，形势与政策，思想政治综合实践，心理健康教育，共 8 项，具体详见思政课程大纲汇编。

## 二、基础课程

基础课程包括大学英语（一），大学英语（二），大学英语（三），大学英语（四），体育（一），体育（二），体育（三），体育（四），体育综合实践，高等数学（一）A，高等数学（二）A，线性代数 A，概率论与数理统计 A，复变函数与积分变换，大学物理（一），大学物理（二），物理实验（一），物理实验（二），共 18 项，具体详见基础课程大纲汇编。

## 三、校管课程

校管课程包括军事理论，入学教育，毕业教育，职业生涯规划，创新创业基础，就业指导，安全教育，劳动教育，大学计算机基础，程序设计基础（C 语言），金工实习，工程制图 C，共 12 项，具体详见校管课程大纲汇编。

# 目 录

《电路理论》课程大纲.....	1
《模拟电子技术基础》课程大纲.....	16
《数字电子技术基础》课程大纲.....	27
《自动控制原理》课程大纲.....	37
《电机学》课程大纲.....	49
《电力电子技术》课程大纲.....	59
《工程电磁场》课程大纲.....	71
《电力系统分析》课程大纲.....	79
《单片机原理及应用》课程大纲.....	91
《现代控制理论》课程大纲.....	98
《电气制图与识图》课程大纲.....	108
《信号分析与处理》课程大纲.....	116
《电气工程学科概论》课程大纲.....	123
《专业外语》课程大纲.....	132
《计算机控制技术》课程大纲.....	139
《电力系统继电保护》课程大纲.....	147
《发电厂电气部分》教学大纲.....	159
《高电压技术》课程大纲.....	172
《电气控制与 PLC 技术》课程大纲.....	184
《电力系统自动化》课程大纲.....	192
《新能源发电技术》课程大纲.....	203
《电力工程项目管理》课程大纲.....	212
《供配电技术》教学大纲.....	223
《架空输电线路设计》课程大纲.....	232
《电能质量分析》课程大纲.....	241
《电力市场》课程大纲.....	251
《智能微电网控制技术》课程大纲.....	257
《智能变电站技术》课程大纲.....	266

《电气测试技术》课程大纲 .....	273
《矿业工程导论》课程大纲 .....	281
《电路实验》课程大纲 .....	291
《模拟电子技术实验》课程大纲 .....	297
《数字电子技术实验》课程大纲 .....	305
《电机实验》课程大纲 .....	311
《系统建模与仿真实训》课程大纲 .....	318
《变电站仿真实训》课程大纲 .....	325
《认知实习》课程大纲 .....	330
《电子工艺实习》课程大纲 .....	334
《电子课程课设》课程大纲 .....	340
《自动控制原理课程设计》课程大纲 .....	346
《电力系统分析课程设计》课程大纲 .....	351
《电力系统继电保护课程设计》课程大纲 .....	356
《发电厂电气部分课程设计》课程大纲 .....	362
《毕业实习》课程大纲 .....	367
《毕业设计（论文）》课程大纲 .....	373

# 《电路理论》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电路理论				
课程英文名称	Circuit Theory				
课程编码	220603004	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考试		
先修课程	高等数学，复变函数与积分变换				
学分/学时	4/64	理论学时	64	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	张文芳		

## 二、课程简介

《电路理论》课程为电气、通信、自控、电子等电类专业的一门重要技术基础课，是所有“强电专业”和“弱电专业”的必修课。它既是电类专业课程体系中数学、物理学等科学基础课的后续课程，又是电类所有专业的后续技术基础课和专业基础课的基础。它的任务是：通过本课程的学习，使学生掌握电路的基本理论知识、分析计算电路的基本方法，并为学习后续有关课程准备必要的电路知识。在整个电类专业的人才培养方案和课程体系中起着承前启后的重要作用。

电路理论是研究电网络分析、设计与综合的基础工程学科，是工科高校电类专业的一门主干技术基础课程。电路课程理论严密、逻辑性强，有广阔的工程背景。学习电路课程，对培养学生的科学思维能力，树立理论联系实际工程观点和提高学生分析问题和解决问题的能力，都有重要的作用。它在电类专业人才培养的全局中还具有增强学生对电子技术工作适应能力和开发创新能力的作用。

## 三、课程学习基本要求

### 1. 温习前修课程内容

本课程的学习需要前修课程大量的数学课程做支撑，因此在学习相关章节时涉及的基础知识不熟悉或遗忘，需要提前复习之前的数学课程。

## 2.选读课外教材

[1]凌寿铨,李运楼,蔡鸣.高等数学（工科类）[M].江苏大学出版社,2018.

[2]王玫. 电路原理[M].中国电力出版社,2011.

## 3.学习要求

上课严格考勤、迟到或早退视为缺勤，实验课课前完成实验预习报告，未完成者不得开展相关实验，实验数据记录要准确细致。将课堂讨论、回答问题、单元测试等课堂活动计入理论课程平时成绩。按时提交作业，杜绝作业抄袭问题。设置期末闭卷考试，将期末考试成绩计入课程总成绩。以负责任的态度完成课程教学评价。

## 4.教学要求

在教学过程中，要让学生体会到学习电路课需要有理解、提问、运用、总结四个阶段。理解阶段培养学生观察力、注意力和思维能力；提问阶段是培养学生创造性思维能力；运用阶段是培养学生实用能力和创造能力，宜采用强化训练法；总结阶段是培养学生归纳、分类、分析综合能力。

教学手段上，尽可能发挥多媒体的视听优势，增强趣味性，加大教学信息量。在电子课件的设计中，通过文字、图形的动态和静态的配合，图文并茂，使枯燥的内容变得生动、活泼；通过色彩的和谐搭配突出概念或公式。但是还要坚持多媒体教学和板书相结合，充分发挥两种教学手段各自的优势。

引用现代化的电子电路分析软件辅助教学。

上课时注意学生的参与，把教学重心从教转到学上，活跃课堂气氛，激发学生的学习兴趣，引导学生主动学习、深入思考，在使学生更好掌握所学内容的同时，培养良好的学习方法、自主学习能力和对所学知识运用能力，使学生真正成为学习主体。

# 四、课程目标

## （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.深刻理解电路分析的基本概念和基本理论知识，培养学生专业课程学习能力和电路问题的理解能力。

课程目标2.能够运用基尔霍夫定律、一般分析方法、频域分析法、拉普拉斯变换法等电路知识和高等数学、线性代数等知识对直流电路、正弦稳态电路建立微分方程、代数方程组等数学模型并求解。

课程目标3.能根据对象特征和性能要求,运用该门课程的定律、定理和分析方法等电路原理,正确表达和分析功率/最大功率计算、分析一阶和二阶动态电路、正弦稳态电路、谐振、对称/不对称三相电路分析、二端口网络等工程应用问题,体现出综合分析能力。

课程目标4.能够应用电路仿真软件对实际电路问题进行建模和分析,初步具备解决简单工程问题的能力。

课程目标5.以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,坚持知识传授与价值引领相结合,运用可以培养大学生理想信念、价值取向、政治信仰、社会责任的题材与内容,全面提高大学生明事辨理、明辨是非的能力,让学生通过学习,掌握事物发展规律,通晓天下道理,丰富学识,增长见识,塑造品格,通过巧妙和科学的内容设计,引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养,不断提高学生思想道德素养,提高学生服务国家服务人民的社会责任感,培养德智体美劳全面发展、堪当民族复兴大任的社会主义建设者和接班人。

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.1: 具有能够解决电气工程领域复杂工程问题的数学、自然科学、电气工程基础理论和专业基本理论知识。	课程目标 1、2
G2: 问题分析	2.1: 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别、表达和分析电气工程领域复杂工程问题,获得问题的起因、影响因素和解决方案等有效结论。	课程目标 2、3
G5: 使用现代工具	5.1: 能够针对电气工程中的问题,能够利用电路仿真软件,对工程问题的预测与模拟,并能够理解其局限性。	课程目标 4
G8: 思想素质	8.1: 通过积极培育和践行社会主义核心价值观,运用马克思主义方法论,引导学生正确做人和做事。	课程目标 5

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	电路模型和电路定律	课程目标1、5
主题二	电阻电路的等效变换	课程目标1、5
主题三	电阻电路的一般分析	课程目标1、2、3、5
主题四	电路定理	课程目标1、2、3、4、5
主题五	含运算放大器的电阻电路	课程目标1、2、5
主题六	电容元件和电感元件	课程目标1、5
主题七	一阶电路和二阶电路的时域分析	课程目标1、2、3、4、5
主题八	正弦电流电路的稳态分析	课程目标1、2、3、5
主题九	含有互感元件的电路	课程目标1、2、3、5
主题十	电路的频率响应	课程目标1、2、3、5
主题十一	三相电路	课程目标1、2、3、4、5
主题十二	周期性激励下电路的稳态响应	课程目标1、2、3、5
主题十三	线性电路的复频域分析方法	课程目标1、2、3、5
主题十四	二端口网络	课程目标1、2、5

### (二) 具体内容

#### 主题一 电路模型和电路定律

##### 【教学目标】

- 1.理解电路模型、电压和电流的参考方向以及关联参考方向概念；
- 2.电功率和能量和受控电源概念和电阻元件概念；
- 3.掌握基尔霍夫定律；
- 4.理想信念教育，增强学生的中国特色社会主义道路自信、理论自信、文化自信，认真学习电路分析课程;通过对电路建模、电路分析方法、电路定理的学习和掌握，为毕业后从事电力行业，为国家电力事业的发展贡献力量。

##### 【重点、难点】



1.重点：电压电流的参考方向；基尔霍夫定律。

2.难点：电压电流的参考方向。

### 【课程内容】

1.电路和电路模型；

2.电流和电压的参考方向；

3.电功率和能量；

4.电阻元件；

5.电源元件；

6.受控电源；

7.基尔霍夫定律；

8.课程思政融入点：弘扬爱国主义情怀，增加学生的文化自信。

## 主题二 电阻电路的等效变换

### 【教学目标】

1.掌握输入电阻的概念；

2.理解电路等效的概念；

3.掌握电阻的星形和三角形联结的等效变换方法、电阻串联和并联；

4.电压源和电流源串联和并联方法以及实际电源的两种模型及其等效变换。

### 【重点、难点】

1.重点：输入电阻的概念；星形和三角形联结的等效变换；电源的串并联以及电源的等效变换。

2.难点：电源的串并联以及电源的等效变换。

### 【课程内容】

1.电路的等效变换；

2.电阻的串联和并联；

3.电阻的星形和三角形联结的等效变换；

4.理想电压源、电流源的串联和并联；

5.实际电源的两种模型及其等效变换；

6.引导学生探索科学，提升学生学习的积极性、内驱力、创新力，激发学生的学习兴趣。

### 主题三 线性电阻电路的一般分析

#### 【教学目标】

- 1.理解KCL和KVL的独立方程数；
- 2.掌握支路电流法；
- 3.熟练掌握节点电压法、回路电流法；
- 4.课程思政的内容：理想信念教育，增强学生的中国特色社会主义道路自信、理论自信、文化自信，认真学习电路分析课程；通过对电路建模、电路分析方法、电路定理的学习和掌握，为毕业后从事电力行业，为国家电力事业的发展贡献力量。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：回路电流法、支路电流法、节点电压法。
- 2.难点：节点电压法。

#### 【课程内容】

- 1.支路电流法；
- 2.回路电流法；
- 3.节点电压法；
- 4.鼓励学生从不同角度和视野去分析问题，获得对待这些事情的正确认知。

### 主题四 电路定理

#### 【教学目标】

- 1.掌握诺顿定理、替代定理、叠加定理；
- 2.熟练掌握叠加定理、戴维宁定理、特勒根定理的基本内容和使用条件，熟练运用这些定理解决实际问题；
- 3.理解对偶原理；
- 4.理想信念教育，增强学生的中国特色社会主义道路自信、理论自信、文化自信，认真学习电路分析课程；通过对电路建模、电路分析方法、电路定理的学习和掌握，为毕业后从事电力行业，为国家电力事业的发展贡献力量。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：戴维南定理；叠加定理。
- 2.难点：特勒根定理；对偶原理。

### 【课程内容】

- 1.叠加定理；
- 2.替代定理；
- 3.戴维南定理和诺顿定理；
- 4.特勒根定理；
- 5.互易定理；
- 6.对偶原理；
- 7.培养学生正确的人生观、价值观、世界观；培养学生个体价值与国家使命相结合的价值观。

## 主题五 含有运算放大器的电阻电路

### 【教学目标】

- 1.熟练掌握理想运算放大器电路模型的特点；
- 2.熟练掌握含有理想运算放大器电路的分析计算；
- 3.充分发挥榜样与模范的“双重合奏”，大力弘扬集成电路工匠精神。观看我国在集成电路方面的短板视频，和我国集成电路行业领先者的视频，发挥“群星效应”和“示范引领”作用，营造学先进、争先进、创先进的浓厚氛围，使学生得到思想洗礼、心灵涤荡和精神提振。

### 【重点、难点】

- 1.重点：理想运算放大器电路的分析计算。
- 2.难点：理想运算放大器电路的分析计算。

### 【课程内容】

- 1.运算放大器的电路模型；
- 2.含有理想运放的电路的分析；
- 3.教育学生要具有严谨的科学态度；培养学生团队分工合作和精益求精的新时代工匠精神。

## 主题六 电容元件和电感元件

### 【教学目标】

- 1.了解动态元件的概念；
- 2.掌握电容电感元件的串联与并联；

3.熟练掌握电容元件、电感元件的定义、性质和特点；

4.通过讲解老一辈无线电、雷达专家的故事，例如著名无线电专家陈芳允，严谨的钻研精神呼唤更多的时代骄子，引导学生将个人梦同中国梦紧密联系在一起，爱国守法，敬业奉献，为国家强盛、民族复兴凝聚磅礴力量。

#### 【重点、难点】

1.重点：动态原件的性质和特点。

2.难点：动态原件的性质和特点。

#### 【课程内容】

1.电容元件及其串并联电路；

2.电感元件及其串并联电路；

3.引导学生探索科学，提升学生学习的积极性、内驱力、创新力，激发学生的学习兴趣。

### 主题七 电路模型和电路定律

#### 【教学目标】

1.了解固有频率、暂态和稳态、强制响应和固有响应、过渡过程等概念；

2.掌握二阶电路的分析计算、动态电路的阶跃响应和冲击响应计算方法；

3.熟练掌握动态电路的方程、求解方法和一阶电路的分析计算；

4.通过讲解老一辈无线电、雷达专家的故事，例如著名无线电专家陈芳允，严谨的钻研精神呼唤更多的时代骄子，引导学生将个人梦同中国梦紧密联系在一起，爱国守法，敬业奉献，为国家强盛、民族复兴凝聚磅礴力量。

#### 【重点、难点】

1.重点：一阶动态电路的计算；二阶动态电路的计算。

2.难点：二阶动态电路的计算。

#### 【课程内容】

1.动态电路的方程及其初始条件；

2.一阶电路的零输入响应和零状态响应；

3.一阶电路的全响应；

4.二阶电路的零输入响应；

5.二阶电路的零状态响应和全响应；

- 6.一阶电路和二阶电路的阶跃响应；
- 7.一阶电路和二阶电路的冲击响应；
- 8.弘扬爱国主义情怀，增加学生的文化自信。

## 主题八 正弦电流电路的稳态分析

### 【教学目标】

1.理解相量的概念、正弦稳态电路阻抗和导纳、平均功率、无功功率和复功率的物理意义；

2.熟练掌握正弦量的相量表示方法、基尔霍夫定律和电路元件VCR的相量形式、正弦稳态电路阻抗、导纳和功率的计算以及相量法分析正弦稳态电路；

3.通过讲解老一辈无线电、雷达专家的故事，例如著名无线电专家陈芳允，严谨的钻研精神呼唤更多的时代骄子，引导学生将个人梦同中国梦紧密联系在一起，爱国守法，敬业奉献，为国家强盛、民族复兴凝聚磅礴力量。

### 【重点、难点】

- 1.重点：正弦量的相量法；相量法分析正弦稳态电路。
- 2.难点：相量法分析正弦稳态电路。

### 【课程内容】

- 1.正弦量的基本概念；
- 2.周期性电流、电压的有效值；
- 3.正弦电源激励下电路的稳态响应；
- 4.正弦量的相量表示；
- 5.电路定律的相量形式；
- 6.阻抗和导纳及其等效变换；
- 7.正弦稳态电路的相量分析方法；
- 8.正弦稳态电路的功率、复功率；
- 9.最大功率传输定理；
- 10.通过讲解电路模型不同表达形式，引导学生独立进行同一模型不同表达形式的关系和转化的研究，培养学生的科学精神、求真务实精神、工程伦理意识。

## 主题九 含有互感元件的电路

### 【教学目标】

- 1.理解互感的概念；
- 2.熟练掌握含有耦合电感和理想变压器电路的计算；
- 3.在耦合电感电路分析教与学中，进一步向学生强调数学思维及数学手段在工程问题分析中的重要性、数学是解决工程问题的工具、工程问题要用数学语言来表述的概念，培养学生科学思维的工程意识。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：耦合电感的计算；理想变压器的计算。
- 2.难点：理想变压器的计算。

#### **【课程内容】**

- 1.互感和互感电压；
- 2.互感线圈的串联和并联；
- 3.互感电路的计算；
- 4.变压器原理；
- 5.鼓励学生从不同角度和视野去分析问题，获得对待这些事情的正确的认知。

### **主题十 正弦电流电路的稳态分析**

#### **【教学目标】**

- 1.了解滤波器；
- 2.掌握RLC串、并联电路的谐振；
- 3.熟练掌握网络函数和频率响应的概念以及RLC串联电路的频率响应和谐振；
- 4.我国载人航天技术中的相关频率响应计算和系统模型重要信，激励自身的学习热情，进而培养了学生的家国情怀。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：RLC串、并联电路的谐振；电路的频率响应。
- 2.难点：电路的频率响应。

#### **【课程内容】**

- 1.串联谐振电路；
- 2.并联谐振电路；
- 3.串并联谐振电路；
- 4.引导学生正确认识世界发展大势，全面客观地认识中国、看待世界，有助于

提升学生对于中国道路、中国制度的自信；

## 主题十一 三相电路

### 【教学目标】

- 1.掌握对称三相电路分析方法；
- 2.熟练掌握三相电路的结构形式及线电压与相电压、线电流与相电流关系；
- 3.熟练掌握对称三相电路分析方法和功率计算方法；
- 4.熟练掌握不对称三相电路分析方法；
- 5.观看早期三相电力的相关视频，树立正确的行业意识，结合当下三相电力系统输送过程中的背景，激发学生投身行业的热情。

### 【重点、难点】

- 1.重点：对称三相电路的特点；对称三相电路的电压、电流、功率计算；不对称三相电路的特点。
- 2.难点：对称三相电路的电压、电流、功率计算。

### 【课程内容】

- 1.三相电源；
- 2.对称三相电路；
- 3.不对称三相电路；
- 4.三相电路的功率；
- 5.讲述我国在三相电力系统中的重大发展，增加学生的行业自信。

## 主题十二 正弦电流电路的稳态分析

### 【教学目标】

- 1.了解周期性激励下三相电路响应的特点；
- 2.熟练掌握谐波分析方法、周期性电压、电流有效值、平均值、平均功率的计算；
- 3.以我国的载人航天，第一颗原子弹爆发为背景，激发学生的学习热情、树立民族自信。

### 【重点、难点】

- 1.重点：谐波分析方法；周期性电压、电流有效值、平均值、平均功率的计算。
- 2.难点：谐波分析方法。

### 【课程内容】

- 1.周期性非正弦激励及傅里叶级数；
- 2.谐波分析方法；
- 3.有效值、平均值和平均功率；
- 4.周期性激励下的三相电路；
- 5.引导学生正确认识系统方法的重要信，全面客观地认识中国在这边面的不足，有助于激发学生的学习热情。

## 主题十三 正弦电流电路的稳态分析

### 【教学目标】

- 1.了解拉普拉斯变换及其性质；
- 2.理解网络函数的概念及其及其极点分布与电路冲击响应的关系；
- 3.熟练掌握电路定律的复频域形式、电路的复频域分析方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点：电路的复频域分析方法；网络函数的概念及其及其极点分布与电路冲击响应的关系。
- 2.难点：电路的复频域分析方法。

### 【课程内容】

- 1.拉普拉斯变换；
- 2.电路定律的复频域形式；
- 3.电路的复频域分析方法；
- 4.网络函数；
- 5.引导学生正确认识系统方法的重要信，全面客观地认识中国在这边面的不足，有助于激发学生的学习热情。

## 主题十四 正弦电流电路的稳态分析

### 【教学目标】

- 1.掌握二端口特性阻抗、传播常数的求解方法，熟练掌握二端口的描述方程与Z参数、Y参数计算方法、各种参数之间的转换方法和二端口的等效电路；
- 2.了解混合参数和传输参数模型、二端口的连接方式；
- 3.理解二端口的特性阻抗、传播常数、转移函数的含义；



4.以我国的载人航天，第一颗原子弹爆发为背景，激发学生的学习热情、树立名族自信。

### 【重点、难点】

1.重点：二端口的描述方程与Z参数、Y参数计算方法、各种参数之间的转换方法和二端口的等效电路；二端口的特性阻抗、传播常数、转移函数。

2.难点：二端口的描述方程与Z参数、Y参数计算方法、各种参数之间的转换方法和二端口的等效电路。

### 【课程内容】

- 1.二端口的参数和方程；
- 2.二端口的等效电路；
- 3.二端口的连接；
- 4.二端口的特性阻抗和传播常数；
- 5.引导学生正确认识系统方法的重要信，全面客观地认识中国在这边面的不足，有助于激发学生的学习热情。

### (三) 学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	电路模型和电路定律	4	0
主题二	电阻电路的等效变换	4	0
主题三	电阻电路的一般分析	6	0
主题四	电路定理	6	0
主题五	含运算放大器的电阻电路	1	0
主题六	电容元件和电感元件	1	0
主题七	一阶电路和二阶电路的时域分析	6	0
主题八	正弦电流电路的稳态分析	6	0
主题九	含有互感元件的电路	6	0

主题十	电路的频率响应	6	0
主题十一	三相电路	4	0
主题十二	周期性激励下电路的稳态响应	4	0
主题十三	线性电路的复频域分析方法	6	0
主题十四	二端口网络	4	0
合计		64	0

## 六、课程教学方法与策略

课堂讲授、课后作业辅导和答疑

### 1.课堂讲授

(1) 采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识；

(2) 采用电子教案，多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性；

(3) 采用案例教学。理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识对工程问题进行分析，加深学生对教学内容的理解；

(4) 采用互动式教学。

### 2.课后作业辅导和答疑

根据各章教学重点内容和作业完成情况，在了解学生知识点掌握情况的基础上，安排适量的课后作业辅导和答疑。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（期末考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、平时作业。

课终考核（期末考核），采用考试形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
------	------	------

课程目标1	(1) 电路模型、电路定理、直流电路分析方法、交流电路分析方法 (2) 电路的谐振以及频率响应 (3) 二端口网络	课堂表现、平时作业、课终考核
课程目标2	(1) 复频域分析方法 (2) 一阶动态电路和二阶电路分析方法	课堂表现、平时作业、课终考核
课程目标3	(1) 一阶动态电路和二阶电路分析方法 (2) 三相电路	课堂表现、平时作业、课终考核
课程目标4	(1) 电路定理 (2) 一阶动态电路和二阶电路分析方法 (3) 三相电路	课堂表现、平时作业、课终考核
课程目标5	辩证角度思考问题，具有家国情怀和爱国主义精神，奉献精神，正确的行业价值观人生价值观。	课堂表现、出勤

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
课堂表现	课堂表现、课堂互动、回答问题、出勤	10%
作业	一次未交扣除2分，作业质量酌情扣分	10%
期末考试	根据标准答案评判成绩	80%

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

- [1]江缉光.电路原理(第二版)[M].清华大学出版社,2007.  
[2]邱关源.电路(第五版)[M].高等教育出版社,2006.

### (二) 其他资料

- [1]胡翔骏.电路分析[M].高等教育出版社,2007.  
[2]刘崇新.电路学习指导书[M].高等教育出版社,2006.

## 九、其他说明

- (一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。  
(二) 参与人：李明，李兆鑫。

# 《模拟电子技术基础》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	模拟电子技术基础				
课程英文名称	Fundamentals of Analog Electronics				
课程编码	220603006	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考试		
先修课程	大学物理，电路理论				
学分/学时	2.5/40	理论学时	40	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	韩建萍		

## 二、课程简介

《模拟电子技术基础》是电气工程及其自动化专业、电气工程与智能控制专业的一门工程基础必修课。课程的主要内容是学习常用电子器件常用半导体器件、基本放大电路、集成运算放大电路、放大电路的频率响应、放大电路中的反馈、信号的运算和处理电路、波形的发生和信号的转换电路、功率放大电路、直流电源。核心目标是通过学习使学生能够掌握模拟电子线路的分析方法和模块电路的设计方法，并要有一定的计算能力和较强的实验技能。课程的主要任务是通过课堂教学和实验教学（另设课程）使学生获得模拟电子技术方面的基本理论、知识和技能，有一定的模拟电路设计能力，培养学生分析问题和解决问题的能力，为以后深入学习电子技术领域中的内容以及为电子技术在专业中的应用打好基础。

## 三、课程学习基本要求

1.本课程采用“教学做一体化”策略，授课为多媒体辅助教学，结合讨论法、讲授法、谈话法、读书指导法、实验法等多种手段，合理利用网络教育资源、电子图书和相关科技的视频进行学习；

2.要求学生必须阅读与选读的课外教学教材包括各高等院校的《模拟电子技术》教材、《模拟电子技术课程习题集》、《模拟电子技术实验》以及相关前沿技术；

3.要求学生按时上课、积极参与讨论和答疑、按规定提交作业、单元测试和期

末考试达到及格以上；

4.要求学生积极参与教学评价，对本课程学习中授课水平、学习困难、学习诉求、学习效果等方面提出中肯的意见和建议。

## 四、课程目标

### (一) 目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1.学生具有辨别半导体二极管、三极管、场效应管、晶闸管、集成运放电路等常用半导体元件及集成块的符号、名称的能力，归纳其电气特性和作用，掌握其主要技术参数，并判断其好坏；

课程目标 2.学生具有分析整流滤波电路、基本放大电路、集成运放电路、信号产生电路、直流稳压电路等低频工作单元电路知识的能力；具有从复杂的电路中区分出基本的单元电路的能力；

课程目标 3.学生应具有解决各单元电路和综合应用电路的安装、调试和检测、设计和制作简单的实用电路、排除电路的常见故障等问题的能力；能够根据对象特征，选择研究路线，设计实验方案；

课程目标 4.（课程思政目标）通过本课程学习和思政教育，激发学生强烈的民族自豪感和民族自信心；培养学生认真细致的学习态度；实事求是的学习作风；理论联系实际的学习方法。

### (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.2: 能够应用工程基础和专业基础知识，对电力和电子线路、控制电路技术领域的复杂工程问题建立数学模型并求解； 1.4: 能够利用相关的基础知识和专业知识，用于电气工程问题解决方案的比较和综合。	课程目标 1、2
G2: 问题分析	2.1: 能够运用电子技术基础知识的科学原理，对电气工程及其自动化工程领域内的复杂工程问题进行分析，识别工程问题中的关键环节； 2.2: 能够利用数理分析方法和手段，针对复杂工程问题进行数学建模并分析，正确表达复杂工程问题。	课程目标 2、3
G3: 设计/开发解决方案	3.1: 掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开发方法和技术，了解影响设计目标和技术方案的各种因素。	课程目标 1、2、3、 4

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	常用半导体器件	课程目标 1、4
主题二	基本放大电路	课程目标 2、4
主题三	集成运算放大电路	课程目标 2、4
主题四	放大电路的频率响应	课程目标 2、4
主题五	放大电路中的反馈	课程目标 2、4
主题六	信号的运算和处理	课程目标 3、4
主题七	波形的发生和信号的转换	课程目标 3、4
主题八	功率放大电路	课程目标 2、4
主题九	直流电源	课程目标 3、4

### (二) 具体内容

#### 主题一 常用半导体器件

##### 【教学目标】

- 1.了解本征半导体、P型和N型半导体的特征及PN结的形成过程；掌握PN结的单向导电原理；
- 2.熟悉二极管的伏安特性及其分类、用途；
- 3.掌握三极管的电流放大原理；
- 4.理解双极型和单极型三极管在控制原理上的区别。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：三极管的电流放大原理。
- 2.难点：掌握三极管输入和输出特性的分析方法。

##### 【课程内容】

- 1.半导体基础知识；
- 2.半导体二极管；
- 3.晶体三极管；

- 4.场效应管；
- 5.集成电路中的元件。

## 主题二 基本放大电路

### 【教学目标】

- 1.理解放大电路的概念及主要参数的含义；
- 2.理解晶体管基本放大电路的组成、工作原理及性能特点；
- 3.掌握两种基本分析方法，即图解法和微变等效电路法；能利用图解法分析输出波形的非线性失真以及电路参数变化对负载线和静态工作点的影响；
- 4.掌握放大电路静态工作点和动态参数的分析方法；
- 5.了解直接耦合、阻容耦合、变压器耦合和光电耦合的基本原理及特点；
- 6.熟悉单管放大电路的三种组态的分析方法；
- 7.了解场效应管放大电路和基本放大电路的派生电路。

### 【重点、难点】

- 1.重点：分压式偏置的共射放大电路的静态和动态分析计算；
- 2.难点：三种组态的分析方法。

### 【课程内容】

- 1.放大的概念和主要性能指标；
- 2.基本共射电路的放大原理；
- 3.放大电路的分析方法；
- 4.放大电路静态工作点的稳定；
- 5.晶体管单管放大电路的三种基本接法；
- 6.场效应管放大电路。

## 主题三 集成运算放大电路

### 【教学目标】

- 1.了解多级放大电路的常用耦合方式和一般问题；
- 2.掌握差分放大电路的工作原理；了解四种不同输入、输出方式时的性能特点；
- 3.掌握差模电压放大倍数、共模电压放大倍数、共模抑制比、差模输入电阻和输出电阻的概念与估算方法；
- 4.了解集成运放的特点及各个基本组成部分的作用以及典型集成运放的工作原理；
- 5.理解集成运放的主要技术指标的含义。

### 【重点、难点】

- 1.重点：差分放大电路分析计算；
- 2.难点：差分放大电路分析计算。

### 【课程内容】

- 1.多级放大电路的一般问题；
- 2.集成运算放大电路概述；
- 3.集成运放中的单元电路；
- 4.集成运放电路简介；
- 5.集成运放的性能指标及低频等效电路；
- 6.集成运放的种类及选择；
- 7.集成运放的使用。

## 主题四 放大电路的频率响应

### 【教学目标】

- 1.掌握放大电路频率响应的概念；
- 2.熟悉频率特性、上限频率、下限频率及通频带的意义；
- 3.了解波特图的一般知识；
- 4.了解单管共射电路与电路参数间的定性关系。

### 【重点、难点】

- 1.重点：频率特性、上限频率、下限频率及通频带的意义及计算；
- 2.难点：多级放大电路的频率响应上限频率、下限频率及通频带的计算。

### 【课程内容】

- 1.频率响应概述；
- 2.单管放大电路的频率响应；
- 3.多级放大电路的频率响应。

## 主题五 放大电路中的反馈

### 【教学目标】

- 1.掌握反馈的基本概念和类型，会判断放大电路中是否存在反馈及反馈的类型；
- 2.正确理解反馈的一般表达式及反馈深度的含义；
- 3.了解根据实际要求在电路中引入适当的反馈；



- 4.掌握深度负反馈条件下闭环电压放大倍数的估算方法；
- 5.熟悉负反馈放大电路产生自激振荡的条件及消振措施。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：反馈的类型判断；
- 2.难点：深度负反馈条件下闭环电压放大倍数的估算方法。

#### 【课程内容】

- 1.反馈的基本概念及判断方法；
- 2.负反馈放大电路的四种基本组态；
- 3.负反馈放大电路的方块图及一般表达式；
- 4.深度负反馈放大电路放大倍数的分析；
- 5.负反馈对放大电路性能的影响。

### 主题六 信号的运算和处理

#### 【教学目标】

- 1.掌握比例、求和及积分、微分四种基本运算电路的工作原理和输入、输出关系；
- 2.了解有源滤波电路和模拟乘法器。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：比例、求和及积分、微分四种基本运算；
- 2.难点：积分、微分运算。

#### 【课程内容】

- 1.基本运算电路；
- 2.模拟乘法器及其在运算电路中的应用；
- 3.有源滤波电路。

### 主题七 波形的发生和信号的转换

#### 【教学目标】

- 1.掌握正弦波振荡电路的工作原理和电路组成；
- 2.掌握 RC 振荡电路、LC 振荡电路的工作原理、振荡频率及起振条件；
- 3.掌握比较器的工作原理；
- 4.了解各种非正弦波发生电路的工作原理；

5.了解石英晶体振荡电路的特点及工作原理。

**【重点、难点】**

1.重点：正弦波振荡电路工作原理和电路组成；

2.难点：滞回比较器工作原理及应用。

**【课程内容】**

1.正弦波振荡电路；

2.电压比较器；

3.非正弦波发生电路。

## 主题八 功率放大电路

**【教学目标】**

1.掌握 OTL 和 OCL 互补对称电路的电路组成、工作原理，最大输出功率和效率的估算；

2.理解功放电路的非线性失真的概念；

3.了解对功率放大电路的一般要求；

4.了解集成功放的电路组成、工作原理及特点。

**【重点、难点】**

1.重点：掌握 OTL 和 OCL 互补对称电路的电路组成、工作原理，最大输出功率和效率的估算；

2.难点：掌握 OTL 和 OCL 互补对称电路的电路组成、工作原理，最大输出功率和效率的估算。

**【课程内容】**

1.功率放大电路概述；

2.互补功率放大电路；

3.功率放大电路的安全运行；

4.集成功率放大电路。

## 主题九 直流电源

**【教学目标】**

1.掌握单相桥式整流电路的工作原理，掌握电容滤波电路的特点；

2.了解其他滤波电路的电路型式及特点；

- 3.掌握硅稳压管稳压电路的工作原理；
- 4.掌握串联型直流稳压电路的组成、稳压工作原理；
- 5.掌握三端集成稳压电路的优点、工作原理及使用方法。

**【重点、难点】**

- 1.重点：串联型直流稳压电路的组成、稳压工作原理；
- 2.难点：串联型直流稳压电路分析。

**【课程内容】**

- 1.直流电源的组成及各部分的作用；
- 2.整流电路；
- 3.滤波电路；
- 4.稳压管稳压电路；
- 5.串联型稳压电路。

**(三) 学时分配**

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验/实践/上机学时
主题一	常用半导体器件	8	0
主题二	基本放大电路	8	0
主题三	集成运算放大电路	4	0
主题四	放大电路的频率响应	2	0
主题五	放大电路中的反馈	4	0
主题六	信号的运算和处理	4	0
主题七	波形的发生和信号的转换	4	0
主题八	功率放大电路	2	0
主题九	直流电源	4	0
合计		40	0

**六、课程教学方法与策略**

本课程拟采用“教-学-做一体化”的策略完成教学内容，具体教学方法如下。

### 1.课堂讲授

(1) 以谈话法+启发式教学方法，完成部分理论教学内容，从而实现激发学生主动学习的兴趣，达到培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力目的；

(2) 以多媒体辅助教学法+讲授法，完成部分理论教学内容，从而提高课堂教学信息量，增强教学的直观性，实现学生对知识的快速积累；

(3) 以案例教学法+讨论法，完成理论教学与社会实践相结合的教学内容，达到引导学生应用基本理论知识解决实际工程案例的目的。

### 2.书面作业

以练习法+研究法，围绕各章教学重点内容，布置一定数量的课后作业，从而达到学生温故知新和开拓思路的目的。

### 3.实验教学（另设配套课程）

以实验法+实习作业法，完成相关理论知识的设计性实验，并撰写实验报告。从而达到实践检验理论，实践应用理论的目的。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
学习过程考核	考勤（5%）+作业（10%）+提问（5%）	20%
期中考核	期中考试成绩（10%）	10%
学习效果	期末考试成绩（70%）	70%

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）、期中考核和课终考核（期末考核）；

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、平时作业、考勤；

期中考核以阶段性考核为主要形式，可以采用专题实践报告、大作业等形式；

课终考核（期末考核），采用考试形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
------	------	------

课程目标 1	<p>(1) 辨别半导体二极管、三极管、场效应管、晶闸管、集成运放电路等常用半导体元件及集成块的符号、名称的能力；</p> <p>(2) 归纳元器件电气特性和作用，掌握其主要技术参数，并借助万用表判断其好坏。</p>	<p>(1) 课堂提问、作业完成情况等过程考核。</p> <p>(2) 期中、期末考核</p>
课程目标 2	<p>(1) 分析整流滤波电路、基本放大电路、集成运放电路、信号产生电路、直流稳压电路等低频工作单元电路知识的能力；</p> <p>(2) 具有从复杂的电路中区分出基本的单元电路的能力。</p>	<p>(1) 课堂提问、作业完成情况等过程考核。</p> <p>(2) 期中、期末考核</p>
课程目标 3	<p>(1) 具有解决各单元电路和综合应用电路的安装、调试和检测、设计和制作简单的实用电路、排除电路的常见故障等问题的能力；</p> <p>(2) 能够根据对象特征，选择研究路线，设计实验方案。</p>	<p>(1) 实验过程和实验报告（另设课程）</p> <p>(2) 课堂提问、作业完成情况等过程考核。</p> <p>(3) 期中、期末考核</p>
课程目标 4	辩证角度思考问题，具有家国情怀和爱国主义精神，奉献精神，正确的行业价值观人生价值观。	课堂表现、出勤

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则		分值 (或百分比)
过程考核 (20%)	课堂表现	学生主动参与课堂练习、讨论，提出问题的能力 强。	5%
		学生能参与课堂练习、讨论，经过思考提出 问题。	3%-4%
		学生不参与课堂练习、讨论，不能提出问题。	1%-2%
	作业情况	作业解题思路正确，计算结果准确，整洁规范	9%-10%
		作业解题思路正确，计算结果不准确，规范性 一般	6%-8%
		作业解题思路不正确，计算结果不准确，抄袭	0%-5%
	考 勤 情况	不迟到、不早退，全勤	5%
		无迟到、早退现象，有事假、病假	3%-4%
		经常迟到、早退且请事假 3 次或有旷课行为	0%-2%

期中考核	<p>1.自主考核占整个成绩的 10%；题型任课教师自主设置，没有统一要求；</p> <p>2.自主考核可以开卷，可以闭卷，也可以是其他形式；</p> <p>3.如果是课程论文，必须有严格规定，不能是综述或学术性论文，保证其专业性（与所在专业密切相关）和实践性（有学生自身的实践参与）；</p> <p>4.自主考核中，学生的答卷（或材料），以及自己的评分标准，必须提交系部教学秘书。</p>	10%
期末考核	期末考试，按标准答案和评分标准判卷	70%

## 八、参考资料

### （一）参考教材

- [1]华成英.模拟电子技术基础.第 5 版[M].高等教育出版社,2005.
- [2]曾令琴.模拟电子技术.第 2 版[M].电子工业出版社出版,2013.
- [3]朱甦.模拟电子技术与应用[M].北京理工大学出版社,2018.

### （二）其他资料

- [1]电子发烧友网站，<https://www.elecfans.com/analog/>
- [2]电工学习网站，<https://www.diangon.com/wenku/rd/dianzi/>

## 九、其他说明

- （一）制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。
- （二）参与人：郑婷一，王永垚。

# 《数字电子技术基础》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	数字电子技术基础				
课程英文名称	Fundamentals of digital electronics technology				
课程编码	220603007	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考试		
先修课程	电路理论，模拟电子技术基础				
学分/学时	2.5/40	理论学时	40	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	韩建萍		

## 二、课程简介

《数字电子技术基础》是电气工程及其自动化专业、电气工程与智能控制专业的一门重要专业技术课程，具有自身的体系和很强的实践性。在课程安排上是继模拟电子课程以后的一门工程基础必修课；课程的主要内容是学习基本逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生与整形、数模与模数转换器、半导体存储与可编程逻辑器件等电路工作原理、电路特点和基本应用；其核心目标是通过常用电子器件、数字电路及其系统的分析和设计的学习，建立工程设计的理念和学习工程设计工作方法；课程的主要任务是通过课堂教学和实验教学（另设课程），使学生获得数字电子技术的基本知识、基本理论和基本技能，培养学生分析问题和解决问题的能力，为学生建立工程设计的理念，为电子技术在专业中的应用打好基础。

## 三、课程学习基本要求

1.本课程采用“教学做一体化”策略，授课为多媒体辅助教学，结合讨论法、讲授法、谈话法、读书指导法、实验法等多种手段，合理利用网络教育资源、电子图书和相关科技的视频进行学习；

2.要求学生必须阅读与选读的课外教学教材包括各高等院校的《数字电子技术》教材、《数字电子技术课程习题集》、《数字电子技术实验》以及相关前沿技术；

3.要求学生按时上课、积极参与讨论和答疑、按规定提交作业、单元测试和期末考试达到及格以上；

4.要求学生积极参与教学评价，对本课程学习中授课水平、学习困难、学习诉求、学习效果等方面提出中肯的意见和建议。

## 四、课程目标

### (一) 目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1.掌握各种类型的集成块的名称符号，归纳它们的电气特性和作用，识别它们的主要管脚及其作用，并借助仪器仪表判断其好坏。

课程目标 2.掌握各种基本门电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路、脉冲波形的产生和整形电路、数/模和模/数转换器的工作原理、功能和应用方法；具有从复杂的电路中区分出基本的单元电路的能力；具有单元电路设计和综合电路初步设计的能力。

课程目标 3.学生应具备电路仿真的能力。

课程目标 4.通过本课程学习和思政教育，激发学生强烈的民族自豪感和民族自信心；培养学生认真细致的学习态度；实事求是的学习作风；理论联系实际的学习方法；全方位多角度的思维方式。

### (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.2: 能够应用工程基础和专业知 识,对电力和电子线路、控制电 路技术领域的复杂工程问题建 立数学模型并求解。 1.4: 能够利用相关的基础知 识和专业知 识,用于电气工程问题解决方案 的比较和综合。	课程目标1、4
G2: 问题分析能力	2.1: 能够运用电子技术基础知 识的科学原理,对电气工程及其 自动化工程领域内的复杂工程 问题进行分析,识别工程问题中 的关键环节。 2.2: 能够利用数理分析方法和 手段,针对复杂工程问题进行数 学建模并分析,正确表达复杂工 程问题。	课程目标2、4



G5: 使用现代工具能力	5.1: 了解工程活动中常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法, 并理解其局限性。	课程目标3、4
--------------	--	---------

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	数字电路基础	课程目标1、4
主题二	基本逻辑门电路	课程目标2、4
主题三	组合逻辑电路	课程目标2、3、4
主题四	触发器	课程目标2、4
主题五	时序逻辑电路	课程目标2、3、4
主题六	脉冲波形的产生与整形	课程目标2、3、4
主题七	模数与数模转换器	课程目标1、4
主题八	存储器及大规模集成电路	课程目标1、4

### (二) 具体内容

#### 主题一 数字电子技术基础

##### 【教学目标】

- 1.掌握二进制、十进制、十六进制数及数制间的转换, 8421 BCD码;
- 2.了解数字电路的基本概念, 其它码制;
- 3.通过对我国数字电子技术概况的了解, 激发学生强烈的民族自豪感。

##### 【重点、难点】

- 1.重点: 数制间的转换。
- 2.难点: 8421 BCD码的本质认识。

##### 【课程内容】

- 1.基本逻辑运算的概念公式和定理;
- 2.逻辑函数的化简;
- 3.TTL 集成逻辑门电路;
- 4.CMOS 集成逻辑门电路;

5.课程思政融入点：我国数字电子技术概况。

## 主题二 基本逻辑门电路

### 【教学目标】

- 1.掌握基本逻辑运算、逻辑函数不同的表示方法，逻辑函数卡诺图化简方法；
- 2.理解其它逻辑运算，基本定理和公式逻辑函数，代数和具有无关项逻辑函数的化简方法；
- 3.掌握基本逻辑门电路工作原理及运算；
- 4.了解TTL门电路的工作原理、主要参数及外部特性；逻辑功能和使用注意事项；
- 5.了解CMOS门电路的工作原理、主要参数、外部特性、逻辑功能和使用注意事项。

### 【重点、难点】

- 1.重点：掌握基本逻辑门电路工作原理及运算。
- 2.难点：卡诺图化简法的含义和应用。

### 【课程内容】

- 1.基本逻辑运算的概念公式和定理；
- 2.逻辑函数的化简；
- 3.TTL集成逻辑门电路；
- 4.CMOS集成逻辑门电路；
- 5.课程思政融入点：我国微电子技术发展现状。

## 主题三 组合逻辑电路

### 【教学目标】

- 1.掌握组合电路的分析和设计方法；
- 2.掌握常见的中规模集成电路的特性及使用方法；
- 3.了解组合逻辑电路中的竞争与冒险；

### 【重点、难点】

- 1.重点：掌握组合电路的分析和设计方法。
- 2.难点：掌握组合电路的设计方法。

### 【课程内容】

- 1.组合逻辑电路分析与设计；
- 2.加法器；
- 3.比较器；
- 4.编码器；
- 5.译码器；
- 6.数据选择器；
- 7.数据分配器；
- 8.组合逻辑电路中的竞争冒险。

#### 主题四 触发器

##### 【教学目标】

- 1.掌握触发器的描述方法；
- 2.理解RS触发器、JK触发器、D触发器，T触发器和T'触发器各自的功能特点；
- 3.掌握不同类型触发器之间的相互转换方法。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：理解RS触发器、JK触发器、D触发器，T触发器和T'触发器各自的功能特点。
- 2.难点：掌握不同类型触发器之间的相互转换方法。

##### 【课程内容】

- 1.基本触发器；
- 2.同步触发器；
- 3.主从触发器；
- 4.边沿触发器；
- 5.集成触发器。

#### 主题五 时序逻辑电路

##### 【教学目标】

- 1.掌握时序逻辑电路的特点和分析方法；
- 2.理解计数器和寄存器的组成和工作原理；
- 3.理解时序逻辑电路的设计方法；
- 4.掌握N进制计数器的设计方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点：掌握时序逻辑电路的特点和分析方法。
- 2.难点：N进制计数器的设计。

### 【课程内容】

- 1.时序逻辑电路的分析和设计方法；
- 2.计数器；
- 3.寄存器。

## 主题六 脉冲波形的产生与整形

### 【教学目标】

- 1.掌握555定时器电路特性及应用；
- 2.理解由集成逻辑门电路构成的脉冲单元电路，理解集成定时器的构成具体电路工作原理；
- 3.了解集成施密特触发器、特性、符号及参数，门电路单稳态电路结构与工作原理、门电路环形振荡器，555构成的施密特触发器、单稳态触发器和多谐振荡器。

### 【重点、难点】

- 1.重点：掌握555定时器电路特性及应用。
- 2.难点：掌握555定时器电路的应用。

### 【课程内容】

- 1.集成逻辑门构成的脉冲单元电路；
- 2.555定时器及其应用。

## 主题七 模数与数模转换器

### 【教学目标】

- 1.掌握D/A和A/D转换的基本原理和应用；
- 2.理解集成D/A转换器的主要参数、A/D转换器的主要参数；
- 3.了解集成A/D转换器，采样保持电路的电路结构。

### 【重点、难点】

- 1.重点：掌握D/A和A/D转换的基本原理和应用。
- 2.难点：掌握D/A和A/D转换的应用。

### 【课程内容】

- 1.概述;
- 2.D/A转换器;
- 3.A/D转换器;
- 4.课程思政融入点: 事物的转换, 方法论。

## 主题八 半导体存储器与可编程逻辑器件

### 【教学目标】

- 1.了解半导体存储器的分类及类型特点;
- 2.了解可编程逻辑器件PLD的基本结构和应用。

### 【重点、难点】

- 1.重点: 正弦波振荡电路工作原理和电路组成。
- 2.难点: 滞回比较器工作原理及应用。

### 【课程内容】

- 1.半导体存储器;
- 2.可编程逻辑器件;
- 3.课程思政融入点: 从我国电子技术应用实例及前景看我们的责任。

### (三) 学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	数字电子技术基础	4	0
主题二	基本逻辑门电路	8	0
主题三	组合逻辑电路	10	0
主题四	触发器	4	0
主题五	时序逻辑电路	6	0
主题六	脉冲波形的产生与整形	4	0
主题七	模数与数模转换器	2	0
主题八	半导体存储器与可编程逻辑器件	2	0

合计	40	0
----	----	---

## 六、课程教学方法与策略

本课程拟采用“教-学-做一体化”的策略完成教学内容，具体教学方法如下。

### 1.课堂讲授

(1) 以谈话法+启发式教学方法，完成部分理论教学内容，从而实现激发学生主动学习的兴趣，达到培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力目的；

(2) 以多媒体辅助教学法+讲授法，完成部分理论教学内容，从而提高课堂教学信息量，增强教学的直观性，实现学生对知识的快速积累；

(3) 以案例教学法+讨论法，完成理论教学与社会实践相结合的教学内容，达到引导学生应用基本理论知识解决实际工程案例的目的。

### 2.书面作业

以练习法+研究法，围绕各章教学重点内容，布置一定数量的课后作业，从而达到学生温故知新和开拓思路的目的。

### 3.实验教学（另设配套课程）

以实验法+实习作业法，完成相关理论知识的设计性实验，并撰写实验报告。从而达到实践检验理论，实践应用理论的目的。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

成绩组成	考核/评价细则	分值（或百分比）
学习过程考核	考勤（5%）+作业（10%）+提问（5%）	20%
期中考核	期中考试成绩（10%）	10%
学习效果	期末考试成绩（70%）	70%

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）、期中考核和课终考核（期末考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、平时作业、考勤。

期中考核以阶段性考核为主要形式，可以采用专题实践报告、大作业等形式。

课终考核（期末考核），采用考试形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	(1) 掌握各种类型的集成块的名称符号, 归纳它们的电气特性和作用; (2) 识别它们的主要管脚及其作用, 并借助仪器仪表判断其好坏。	(1) 课堂提问、作业完成情况等过程考核。 (2) 期中、期末考核
课程目标2	(1) 掌握各种基本门电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路、脉冲波形的产生和整形电路、数/模和模/数转换器的工作原理、功能和应用方法; (2) 具有从复杂的电路中区分出基本的单元电路的能力; (3) 具有单元电路设计和综合电路初步设计的能力。	(1) 课堂提问、作业完成情况等过程考核。 (2) 期中、期末考核
课程目标3	学生应具备电路仿真的能力。	(1) 实验过程和实验报告(另设课程) (2) 课堂提问、作业完成情况等过程考核。 (3) 期中、期末考核

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则		分值(或百分比)
过程考核 (20%)	课堂表现	学生主动参与课堂练习、讨论, 提出问题的能力较强。	5%
		学生能参与课堂练习、讨论, 经过思考提出问题。	3%-4%
		学生不参与课堂练习、讨论, 不能提出问题。	1%-2%
	作业情况	作业解题思路正确, 计算结果准确, 整洁规范。	9%-10%
		作业解题思路正确, 计算结果不准确, 规范性一般。	6%-8%
		作业解题思路不正确, 计算结果不准确, 抄袭。	0%-5%
	考勤情况	不迟到、不早退, 全勤。	5%
		无迟到、早退现象, 有事假、病假。	3%-4%
		经常迟到、早退且请事假3次或有旷课行为。	0%-2%
期中考核	1. 自主考核占整个成绩的10%; 题型任课教师自主设置, 没有统一要求。 2. 自主考核可以开卷, 可以闭卷, 也可以是其他形式。		10%

	<p>3.如果是课程论文，必须有严格规定，不能是综述或学术性论文，保证其专业性（与所在专业密切相关）和实践性（有学生自身的实践参与）。</p> <p>4.自主考核中，学生的答卷（或材料），以及自己的评分标准，必须提交系部教学秘书。</p>	
期末考核	期末考试，按标准答案和评分标准判卷	70%

## 八、参考资料

### （一）参考教材

- [1]张宏群.数字电子技术基础（第三版）[M].清华大学出版社,2016.
- [2]康华光.电子技术基础数字部分（第四版）[M].北京:高等教育出版社,2013.
- [3]阎石.数字电子技术基础（第六版）[M].北京:高等教育出版社,2016.

### （二）其他资料

- [1]电子发烧友网站,<https://www.elecfans.com/analog/>.
- [2]电工学习网站,<https://www.diagon.com/wenku/rd/dianzi/>.

## 九、其他说明

- （一）制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。
- （二）参与人：郑婷一，王永垚。



# 《自动控制原理》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	自动控制原理				
课程英文名称	Automatic Control Principle				
课程编码	220602006	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考试		
先修课程	复变函数与积分变换, 电路理论				
学分/学时	3.5/56	理论学时	48	实验学时	8
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	林异凤		

## 二、课程简介

《自动控制原理》是电气工程及其自动化、电气工程与智能控制专业一门重要的专业基础课程。它侧重于理论角度,系统地阐述自动控制科学和技术领域的基本概念和基本规律,介绍自动控制技术从建模分析到应用设计的各种思想和方法,是一门探索自动控制系统普遍规律的学科。本课程主要研究自动控制系统的基本概念、控制系统的数学模型及其结构图、线性系统的时域分析法、根轨迹分析法和频域分析法、线性系统的设计与校正。通过该课程的学习,使学生清晰地建立反馈控制系统的基本概念,初步具备解决与分析工业生产中常见自动控制问题的能力,为后续有关课程的学习提供必要的理论基础,也为进一步学习和研究控制理论创造一定的条件。

## 三、课程学习基本要求

### 1.学习本课程的方法、策略及教育资源的利用

(1) 学习基础:学生在进入本课程学习之前,应完成和需要复习的课程:《高等数学》、《复变函数与积分变换》、《电路理论》等。

(2) 本课程内容丰富、概念抽象,要多练多想,善于进行归纳总结,厘清课程脉络,使所学知识条理化和系统化。

(3) 本课程理论性很强,必须通过一定量的练习,才能达到教学基本要求。

希望认真完成作业，多练习相关的复习思考题及习题，及时了解自己掌握的程度和不足，以便进一步学习或复习。特别要注意在日常生活中观察实践，理解课程内容。

#### 2.学生完成本课程每周须耗费的时间

为掌握本课程的主要内容，按约 1: 1 的比例配比课外学时（预习、复习和完成老师布置的作业），学生课外每周必须耗费的最少时间为 4 小时，学生完成本课程每周须耗费的最少时间为 8 小时。

#### 3.学生的上课、实验、讨论、答疑、提交作业（论文）单元测试、期末考试等方面的要求

课前预习，坚持上课，认真听讲，做好笔记，积极参与教学互动，主动与老师探讨问题；课后认真复习，独立完成作业。勤于动脑动笔，认真演算习题，培养自己的分析和计算能力；必须参加实验课，亲自动手独立完成规定的实验内容，并提交合格的实验报告。

#### 4.学生参与教学评价要求

依照学校规定，课程结束前 1-2 周内，按照学校统一安排，通过网上评教系统，回答调查问卷，实事求是地对本课程及任课教师的教学效果作出客观公正的评价，是学生的应尽的责任和义务，对促进教师改进教学工作具有重要的意义，每个学生都必须参加。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

课程目标 1.知识掌握：熟练掌握自动控制的概念、基本控制方式及特点、对控制系统性能的基本要求。熟练掌握典型环节的传递函数、结构图化简或梅森公式以及控制系统传递函数的建立和表示方法，初步掌握小偏差线性化方法和通过机理分析建立数学模型的方法。熟练掌握暂态性能指标、劳思判据、稳态误差、终值定理和稳定性的概念以及利用这些概念对一阶系统、二阶系统性能的分析，初步掌握高阶系统分析方法、主导极点的概念。熟练掌握根轨迹的概念和绘制法则，并能利用根轨迹对系统性能进行分析，初步掌握偶极子的概念以及添加零极点对系统性能的影响。熟练掌握频率特性的概念、开环频率特性 Nyquist 图和 Bode 图的画法和奈氏判据，掌握绝对稳定系统、条件稳定系统、最小相位系统、非最

小相位系统、稳定裕量、频域性能指标的概念，以及频率特性与系统性能的关系。熟悉线性系统的校正方法，掌握串联超前校正、串联滞后校正和串联滞后超前校正的方法。通过以上知识的学习，能够分析控制系统的性能，进而具有改善系统性能和设计系统的能力。

课程目标 2.能力提高：具有较强的语言表达能力、文献查阅能力、英语和计算机应用能力，掌握运用现代信息技术获取相关信息的基本能力；具有良好沟通、团队合作的能力，具有分析和解决实际问题的基本能力；具有数学、自然科学、电气工程学科知识及智能控制技术的应用能力；具备承担智能电网运行与控制、电气设备智能互联等行业的设备安装、调试和维护工作能力，以及相关领域生产、设计、研究与技术创新和一定的生产组织和市场营销能力。

课程目标 3.素养培养：具有良好的工程职业道德、追求卓越的态度、爱国敬业和艰苦奋斗精神、较强的社会责任感和较好的人文素养；具有良好的质量、安全、效益、环境、职业健康和服务意识；具有较强的创新意识和进行产品开发和设计、技术改造与创新的能力。

课程目标 4.思政教育目标：以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持知识传授与价值引领相结合，培养学生理想信念、价值取向、政治信仰、社会责任，具备明事办理、明辨是非的能力，学生通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感，培养德智体美劳全面发展、堪当民族复兴大任的社会主义建设者和接班人。

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.2 能针对具体的对象建立数学模型并求解。	课程目标 1、2
G2: 问题分析	2.2 能基于相关科学原理和数学模型方法正确表达复杂工程问题。 2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，会通过文献研究寻求可替代的解决方案。	课程目标 1、2、3
G5: 使用现代工具	5.1 了解工程活动中常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性。	课程目标 2

G8: 职业规范	8.1 有正确价值观，理解社会主义核心价值观、了解国情、维护国家利益，具有推动民族复兴和社会进步的责任感。	课程目标 4
----------	---	--------

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	自动控制系统概述	课程目标 1、4
主题二	自动控制系统的数学模型	课程目标 1、2、3、4
主题三	时域分析法	课程目标 1、2、3、4
主题四	根轨迹法	课程目标 1、2、3、4
主题五	频率域方法	课程目标 1、2、3、4
主题六	线性控制系统的设计与校正	课程目标 1、2、3、4

### (二) 具体内容

#### 主题一 自动控制系统概述

##### 【教学目标】

- 1.了解自动控制的基本内容；
- 2.熟悉开环控制和闭环控制的特点；
- 3.掌握对自动控制系统性能的要求。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：开环控制和闭环控制特点及对控制系统性能的要求。
- 2.难点：开环控制和闭环控制特点。

##### 【课程内容】

- 1.自动控制系统的一般概念；
- 2.自动控制系统分类；
- 3.对自动控制系统的基本要求。

#### 主题二 控制系统的数学模型

##### 【教学目标】

- 1.掌握控制系统的数学模型的概念；

- 2.建立数学模型的方法；
- 3.控制系统的传递函数。

### 【重点、难点】

1.重点：建立数学模型的方法；控制系统传递函数的定义、性质和求取方法；典型传递函数与典型环节的传递函数。

2.难点：微分方程的求取方法；控制系统传递函数的求取；用梅逊公式求传递函数。

### 【课程内容】

- 1.控制系统的微分方程；
- 2.控制系统的传递函数；
- 3.控制系统的动态结构图；
- 4.系统结构图的等效变换；
- 5.信号流图和梅逊增益公式；
- 6.典型传递函数与典型环节的传递函数。

## 主题三 时域分析法

### 【教学目标】

- 1.掌握控制系统的稳定性分析；
- 2.掌握控制系统的稳态误差求取方法；
- 3.掌握控制系统的动态性能分析。

### 【重点、难点】

1.重点：系统稳定性的代数判别方法；求取系统稳态误差的两种方法；求取动态性能参数的方法。

2.难点：劳斯稳定判据推广应用；误差的计算方法；高阶系统动态性能参数的求取方法。

### 【课程内容】

- 1.控制系统的稳定性分析；
- 2.控制系统的稳态误差；
- 3.控制系统的典型输入信号和时域性能指标；
- 4.一阶系统的动态分析；

- 5.二阶系统的动态分析;
- 6.高阶系统的近似分析;

#### 主题四 根轨迹法

##### 【教学目标】

- 1.掌握根轨迹的绘制方法;
- 2.掌握根轨迹的性能分析方法;
- 3.了解零度根轨迹和参量根轨迹。

##### 【重点、难点】

- 1.重点: 系统根轨迹的绘制方法; 根轨迹的性能分析。
- 2.难点: 系统根轨迹的绘制; 根轨迹的性能分析。

##### 【课程内容】

- 1.根轨迹的基本概念;
- 2.绘制根轨迹的依据;
- 3.绘制一般根轨迹的法则;
- 4.参量根轨迹;
- 5.零度根轨迹;
- 6.控制系统的根轨迹分析。

#### 主题五 频域分析法

##### 【教学目标】

- 1.掌握控制系统的频率特性的几种表示方法;
- 2.掌握控制系统的 Nyquist 曲线和 Bode 曲线绘制方法;
- 3.掌握控制系统的频率特性分析。

##### 【重点、难点】

- 1.重点: 控制系统的频率特性的求取; Nyquist 曲线和 Bode 曲线绘制方法; 控制系统的频率特性分析。
- 2.难点: 控制系统的频率特性的求取; Nyquist 曲线和 Bode 曲线绘制方法; 控制系统的频率特性分析。

##### 【课程内容】

- 1.频率特性;

- 2.典型环节的频率特性;
- 3.控制系统的开环频率特性;
- 4.频率特性的稳定判据;
- 5.控制系统的相对稳定性;
- 6.开环频率特性与闭环时域指标的关系;
- 7.闭环系统频率特性;
- 8.闭环频率特性与时域指标间的关系。

## 主题六 线性控制系统的设计与校正

### 【教学目标】

- 1.掌握控制系统的三大性能分析的关系;
- 2.掌握线性控制系统的设计与校正的基础知识;
- 3.掌握线性控制系统的设计与校正的方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点:线性控制系统的设计与校正的概念;线性控制系统的设计与校正的方法。
- 2.难点:线性控制系统的设计与校正的概念;线性控制系统的设计与校正的方法。

### 【课程内容】

- 1.线性控制系统的设计与校正的基础知识;
- 2.校正装置的构成及其特性;
- 3.根轨迹法串联校正;
- 4.频率法串联校正;
- 5.局部反馈校正;
- 6.复合控制校正。

## 项目一 控制系统的数学建模

### 【教学目标】

- 1.学习使用 MATLAB 命令;
- 2.掌握 MATLAB 建立传递函数模型和零极点模型方法;
- 3.掌握模型之间的转换方法;

4.掌握系统方框图模型的连接化简。

### 【实践内容】

- 1.学习使用 MATLAB 命令；
- 2.求单位反馈系统的传递函数；
- 3.传递函数零、极点的求取；
- 4.求反馈联接系统的传递函数。

### 【实践要求】

- 1.将各实验内容的要求写入实验报告；
- 2.写出要求的实验程序；
- 3.记录各命令运行后的结果。

## 项目二 典型环节的阶跃响应、二阶系统的阶跃响应

### 【教学目标】

- 1.掌握控制系统模拟实验的基本原理和一般方法；
- 2.掌握控制系统时域性能指标的测量方法。

### 【实践内容】

- 1.构成典型环节的模拟电路，并测量其阶跃响应；
- 2.构成二阶系统的模拟电路，设置不同 $\zeta$ 和 $\omega_n$ 条件下测量的  $M_p$  和  $t_s$  值。

### 【实践要求】

- 1.能画出典型环节、二阶系统的模拟电路图，讨论：
  - (1) 典型环节阶跃响应曲线的形式；
  - (2) 典型二阶系统性能指标与 $\zeta$ 与 $\omega_n$ 的关系。
- 2.把不同 $\zeta$ 和 $\omega_n$ 条件下测量的  $M_p$  和  $t_s$  值列表，根据测量结果得出相应结论。

## 项目三 控制系统的根轨迹分析

### 【教学目标】

- 1.利用 MATLAB 完成控制系统的根轨迹作图；
- 2.了解控制系统根轨迹图的一般规律；
- 3.利用根轨迹进行系统分析。

### 【实践内容】

- 1.根据给定系统的开环传递函数绘制根轨迹；



- 2.增加零极点，或者改变零极点的位置，观察根轨迹变化的规律；
- 3.利用根轨迹进行系统性能的分析。

**【实践要求】**

- 1.写出实验程序，记录根轨迹变化结果；
- 2.利用根轨迹进行系统性能的分析。

**项目四 系统频率特性测量**

**【教学目标】**

- 1.加深了解系统及环节频率特性的物理概念；
- 2.掌握系统及环节频率特性的测量方法。

**【实践内容】**

- 1.搭建典型环节与系统模拟电路图，求出系统传递函数；
- 2.改变输入信号角频率 $\omega$ 值，得出 $\Phi$ 随 $\omega$ 变化的数值，绘制系统的幅频特性和相频特性图。

**【实践要求】**

- 1.写出要求的实验程序；
- 2.记录各命令运行后的结果。

**(三) 学时分配**

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	自动控制系统概述	2	0
主题二	控制系统的数学模型	8	2
主题三	时域分析法	10	2
主题四	根轨迹法	10	2
主题五	频域分析法	12	2
主题六	线性控制系统的设计与校正	6	0
合计		48	8

**六、课程教学方法与策略**

- 1.讲授法：以课堂讲授形式进行理论课程的讲解，解决学生学习的困惑。
- 2.问题导向法：采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得知识。
- 3.多媒体辅助教学法：采用多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性和学生的参与度。
- 4.案例法：采用案例教学，理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识课程加强理解。
- 5.讨论法：采用互动式教学，课内讨论和课外答疑相结合。
- 6.练习法：通过课后作业练习，巩固所学知识。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（期末考核）。

过程考核（平时考核）占 40%，包括出勤、课堂表现、实验过程及报告、作业完成情况、与教师的互动等。其中，出勤、课堂表现主要考核学生的出勤情况、课堂表现及学生对课程内容的掌握情况，在课堂或课后随机进行；实验过程及报告主要考核学生实验过程的操作能力及实验结果正确与否，实验报告完成质量；作业完成情况与教师的互动等主要考核学生的作业上交次数和作业完成质量，以及与教师进行课业沟通的情况。

课终考核（期末考核）占 60%，采用考试形式进行，在学期教学结束后进行。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 1	(1) 自动控制系统的概述 (2) 自动控制系统数学模型 (3) 时域分析法 (4) 根轨迹分析法 (5) 频域分析法 (6) 设计与校正	作业、实验报告、期末考核
课程目标 2	(1) 自动控制系统数学模型 (2) 时域分析法 (3) 根轨迹分析法 (4) 频域分析法	作业、实验报告、期末考核

	(5) 设计与校正	
课程目标 3	(1) 自动控制系统数学模型 (2) 时域分析法 (3) 根轨迹分析法 (4) 频域分析法 (5) 设计与校正	作业、实验报告、期末考核
课程目标 4	(1) 自动控制系统的概述 (2) 自动控制系统数学模型 (3) 时域分析法 (4) 根轨迹分析法 (5) 频域分析法 (6) 设计与校正	作业、实验报告、期末考核

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。 3.考勤：按时上下课，不得缺勤、迟到、早退。 4.实验报告：考核学生实验过程的操作能力及实验结果正确与否，完成质量如何； 5.与教师的学业互动：讨论专业问题、参加竞赛等情况。	40
期末考核	期末考试	60

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

- [1]孙建平.自动控制原理.第2版[M].中国电力出版社,2014.  
[2]赵广元.MATLAB 与控制系统仿真实践[M].北京航空航天大学出版社,2016.  
[3]王万良.自动控制原理.第3版[M].高等教育出版社,2020.

### (二) 其他资料

- [1]孙建平.自动控制原理习题集[M].中国电力出版社,2010.  
[2]胡寿松.自动控制原理题海与考研指导.第2版[M].科学出版社,2019.

## 九、其他说明

- (一) 制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。

(二) 参与人：徐善智，张珍凤。

# 《电机学》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电机学				
课程英文名称	Electrical Machinery				
课程编码	220602008	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考试		
先修课程	大学物理，电路理论				
学分/学时	3.5/56	理论学时	56	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	徐善智		

## 二、课程简介

《电机学》是以电机为研究对象的一门课程，是电气类专业本科生必修的专业基础课，在专业基础课和专业课之间起着承上启下的作用，是学生学习电力系统分析、电力系统自动化等后续专业课的基础，在培养学生电气问题的综合分析与解决能力方面占有重要的地位。

课程教学包括讲授56学时和实验16学时（独立设课），内容以变压器、直流电机、异步电机和同步电机四大机种的稳态分析内容为主，主要介绍其基本原理、基本结构、运行特性和主要分析方法，同时讲述常见电机问题的基本实验技能。课程核心目标是使学生具备分析和解决工程实践中电机相关问题的能力，为下一步学习专业课，以及毕业后从事专业工作打下基础。

## 三、课程学习基本要求

学习电机学课程要求学生预备电路、电磁场、机械学基础知识。课程大纲根据课程知识点的掌握要求，将各知识点掌握程度分为掌握、理解、了解。掌握指学生对该知识点需要理解所以内容并能够熟练应用；理解指学生对该知识点需要理解大部分内容并能一定程度的应用；了解指学生对该知识点只需要了解其思想或大致内容即可。

学生应按照课程进度要求以超新学习通课程资料为主，教材为辅进行预习；

在课堂上应注意听讲各部分的重点和难点，积极参与讨论；课后要结合超新学习通课程资料和教材认真复习授课内容，并完成作业。学生必须参加期中考试和期末考试，并按时参与教学评价。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.培养学生了解电机发展的历史进程及发展趋势，熟知电机在国民经济及工农业生产特别是在电力工业中的地位和作用。

课程目标2.培养学生掌握变压器、交流电机和直流电机的基本结构、基本理论、基本计算方法。培养学生对电机建立合适的数学模型和求解的能力。

课程目标3.培养学生掌握变压器、交流电机和直流电机的工作和运行特性及实际应用，掌握变压器并联运行，发电机并网运行的条件和方法。

课程目标4.（课程思政目标）在培养学生电机工程能力的同时，在国家意识层面，在教学内容中融入电机历史、我国在电机上的成就，培养学生的家国情怀和爱国精神；在品德修养层面，在教学内容中融入我国电机工作者的艰苦奋斗和爱岗敬业奉献精神；在专业学术方面，在教学内容中融入我国电机研究者的求真创新精神，将正确的价值观传递给学生。

### （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.2: 能够应用工程基础和专业知 识,对电力和电子线路、控制电路技术领域的复杂工程问题建立数学模型并求解。	课程目标2、3
G2: 问题分析	2.2: 能够利用数理分析方法和手段,针对复杂工程问题进行数学建模并分析,正确表达复杂工程问题。 2.3: 能认识到解决问题有多种方案可选择,会利用文献研究方法,对复杂的工程问题分析、寻求可替代的解决方案。	课程目标3、4
G10: 沟通	10.2: 了解电气工程领域的国际发展趋势、研究热点,理解和尊重世界不同文化的差异性和多样性。	课程目标1、4

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	绪论及磁路	课程目标1、2、4
主题二	变压器篇	课程目标2、3、4
主题三	直流电机篇	课程目标2、3、4
主题四	交流绕组共同问题	课程目标2、3、4
主题五	异步电机篇	课程目标2、3、4
主题六	同步电机篇	课程目标2、3、4

### (二) 具体内容

#### 主题一 绪论和磁路

##### 【教学目标】

- 1.了解电机发展史及趋势；
- 2.理解铁磁材料及其性能；
- 3.掌握磁路及电路的基本定律。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：电机发展史及趋势，磁路的基本定律。
- 2.难点：铁磁材料及其性能。

##### 【课程内容】

- 1.我国电力工业的发展；
- 2.电机的定义、分类及应用；
- 3.电机的发展简史、我国电机工业发展概况；
- 4.磁感应强度、磁通、磁导率及磁场强度；
- 5.常用铁磁材料及其特性；
- 6.基本电磁定律；
- 7.磁路基本定律；
- 8.能量守恒定律。

## 主题二 变压器篇

### 【教学目标】

- 1.了解变压器的工作原理、基本结构和额定值；
- 2.熟练掌握变压器基本电磁关系、参数折算、基本方程式、等效电路、相量图；
- 3.掌握变压器等效电路参数的物理意义及测量方法、变压器运行性能的计算；
- 4.了解三相变压器磁路系统的特点、不同联结组对电势波形的影响；
- 5.熟练掌握三相变压器联结组别及其判别方法；
- 6.掌握三相变压器的理想并联运行条件及并联运行时负荷的分配；
- 7.掌握三绕组变压器的基本电磁关系、方程式、等效电路及参数的测定方法；
- 8.掌握自耦变压器的基本电磁关系、方程式、等效电路、容量关系及分析计算；
- 9.了解互感器的原理、特点及使用方法。

### 【重点、难点】

1.重点：变压器的工作原理；变压器参数的物理意义；基本方程式、等效电路；空载实验、短路实验；三相变压器的磁路、绕组的连接方式。

2.难点：等效电路绕组的折算；联结组标号；磁路系统对电动势波形的影响；并联运行的负载分配。

### 【课程内容】

- 1.变压器的用途、分类、基本结构；
- 2.变压器的额定值；
- 3.单相变压器的空载运行；
- 4.单相变压器的负载运行；
- 5.标么值；
- 6.变压器等效电路参数测定；
- 7.变压器的运行特性；
- 8.三相变压器的磁路系统；
- 9.三相变压器的电路系统绕组的连接方式和联结组标号；
- 10.三相变压器绕组连接方式及磁路系统对电动势波形的影响；
- 11.三相变压器的并联运行；
- 12.三绕组变压器；
- 13.自耦变压器；



14.分裂绕组变压器；

15.互感器。

### 主题三 直流电机篇

#### 【教学目标】

- 1.了解直流电机的工作原理、励磁方式、结构特点和额定值；
- 2.了解直流电机电枢绕组的特点、换向过程及改善换向的方法；
- 3.掌握直流电机内部电磁关系、电枢反应的作用、感应电势及电磁转矩的计算；
- 4.理解并励发电机自励建压的过程和条件；
- 5.掌握直流发电机的电压、功率、转矩平衡方程式及运行特性；
- 6.掌握直流电动机的电压、功率、转矩平衡方程式及工作特性、机械特性；
- 7.理解负载机械特性及电动机稳定运行条件；
- 8.掌握直流电动机起动、调速、制动的方法，特点和计算。

#### 【重点、难点】

1.重点：直流电机的工作原理；电磁关系；直流发电机运行特性；直流电动机工作特性、机械特性；直流电动机起动、调速、制动的方法。

2.难点：电枢反应；并励发电机的建压条件；负载机械特性及电动机稳定运行条件。

#### 【课程内容】

- 1.直流电机的基本工作原理；
- 2.直流电机的基本结构与励磁方式；
- 3.直流电机的额定值与型号；
- 4.直流电机的电枢绕组；
- 5.直流电机空载时电机内部的电磁关系；
- 6.直流电机负载时电机内部的电磁关系；
- 7.直流电机的电枢反应；
- 8.直流电机的电枢绕组的感应电动势和电磁转矩；
- 9.稳态运行时直流电机的基本方程式；
- 10.他励、并励、复励直流发电机的运行特性；
- 11.直流电动机的运行特性；
- 12.直流电动机的起动、调速、制动。

### 主题四 交流绕组共同问题

### 【教学目标】

- 1.了解交流绕组的概念、构成原则以及谐波电势和磁势危害及削弱方法；
- 2.掌握交流绕组分布系数的概念及意义、电势及磁势的分析和计算；
- 3.理解单相磁势、三相基波合成磁势的性质和磁势的时空概念。

### 【重点、难点】

- 1.重点：交流绕组的基本概念；正弦磁场时交流绕组的感应电动势和磁动势；
- 2.难点：三相单层绕组；三相双层绕组；正弦磁场时交流绕组的感应电动势和磁动势；抑制高次谐波的办法。

### 【课程内容】

- 1.交流电机的基本工作原理；
- 2.交流绕组的构成原则和分类；
- 3.交流绕组的基本概念；
- 4.三相交流绕组；
- 5.正弦分布磁场中交流绕组的感应电动势；
- 6.正弦电流时交流绕组的磁动势。

## 主题五 异步电机篇

### 【教学目标】

- 1.了解异步电机工作原理、结构特点、三种运行方式和额定值；
- 2.理解转差率的意义及其与三种运行方式的关系；
- 3.掌握三相异步电动机等效电路参数的物理意义及测量方法；
- 4.熟练掌握三相异步电动机的基本电磁关系、参数折算、基本方程式、等效电路、相量图；
- 5.掌握三相异步电动机的功率传递、功率平衡、转矩平衡及电磁转矩表达式；
- 6.掌握三相异步电动机的工作特性、机械特性；
- 7.掌握三相异步电动机的起动方法、起动性能及改善方法；
- 8.掌握三相异步电动机各种调速方法、特点及绕线式电机调速的分析与计算；
- 9.了解单相异步电动机的工作原理及起动方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点：异步电动机的工作原理；参数折算、基本方程式、等效电路；异步电机参数的测量方法；功率平衡、电磁转矩；异步电动机的起动、调速原理和方法。
- 2.难点：转子磁场的旋转速度；等效电路频率的折算；异步电机参数的物理意

义；机械特性。

### 【课程内容】

- 1.异步电机的用途和分类；
- 2.三相异步电动机的结构；
- 3.三相异步电动机的运行状态；
- 4.三相异步电动机的型号及额定值；
- 5.转子不动时的异步电动机；
- 6.转子旋转时的异步电动机；
- 7.异步电动机的电磁转矩和机械特性；
- 8.三相异步电动机试验；
- 9.三相异步电动机的启动、调速和制动。

## 主题六 同步电机篇

### 【教学目标】

- 1.了解同步电机的工作原理、结构特点和额定值；
- 2.熟练掌握同步发电机的基本电磁关系、电枢反应、电势方程和相量图；
- 3.掌握同步发电机各稳态参数的物理意义和测定方法、稳态运行特性及计算；
- 4.掌握同步发电机功率转矩平衡及功角特性、并网运行的条件和方法；
- 5.掌握同步发电机并网后有功、无功的调节及V形曲线；
- 6.掌握同步电动机和同步调相机的工作原理、起动方法、电势方程、相量图及其改善功率因数的方法和计算；
- 7.了解同步发电机的振荡及抑制方法。

### 【重点、难点】

1.重点：同步发电机的工作原理、电磁关系；隐极和凸极同步发电机的分析方法；投入并联运行的条件和方法；电磁功率与功率特性；同步发电机有功功率和无功功率的调节。

2.难点：同步电机的电枢反应、电势方程和相量图；各稳态参数的物理意义；并网后有功、无功的调节及V形曲线。

### 【课程内容】

- 1.三相同步电机的基本工作原理及分类；
- 2.同步电机的基本结构；

- 3.大型同步电机的励磁系统;
- 4.同步电机的型号与额定值;
- 5.三相同步发电机空载运行;
- 6.对称负载时的电枢反应;
- 7.隐极同步发电机的负载运行;
- 8.凸极同步电机的负载运行-双反应理论;
- 9.空载特性、短路特性及不饱和电抗和短路比的求取;
- 10.零功率负载特性及漏电抗的求取;
- 11.稳态参数的实验测定;
- 12.同步发电机的外特性、调整特性;
- 13.同步发电机投入并联运行的条件和方法;
- 14.同步发电机并列运行的同步发电机电磁功率与功角特性;
- 15.同步发电机并列运行时有功功率的调节与静态稳定;
- 16.同步发电机并列运行时无功功率的调节与 V 形曲线;
- 17.同步电动机的基本电磁关系;
- 18.同步电动机的无功调节;
- 19.同步调相机。

### (三) 学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	绪论及磁路	4	0
主题二	变压器篇	14	0
主题三	直流电机篇	8	0
主题四	交流绕组共同问题	4	0
主题五	异步电机篇	12	0
主题六	同步电机篇	14	0
合计		56	0

## 六、课程教学方法与策略

1.采用启发式教学方法，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识；

2.采用多媒体辅助教学方法，多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性；

3.采用演示教学方法，通过展示电机实物教具，教学电机基本结构和原理，从而巩固加深学生对电机工作原理的理解；

4.采用案例教学方法。理论教学与工程实际相结合，引导学生通过工程实际加深对基本理论知识的掌握。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）、期中考核和课终考核（期末考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、作业、考勤。

期中考核，采用考试形式。

课终考核（期末考核），采用考试形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	电机发展史及趋势	平时表现
课程目标2	各类电机的基本工作原理、分析和计算方法	作业、考试
课程目标3	各类电机的工作和运行特性及实际应用	作业、考试
课程目标4	家国情怀和爱国精神，奉献精神，正确的价值观	平时表现、考勤

### （二）成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题，占平时成绩的50%。 2.作业：学生平时作业提交次数及完成质量，占平时成绩的40%。 3.考勤：学生出勤情况，占平时成绩的10%。	20

期中考核	期中考试	10
期末考核	期末考试	70

## 八、参考资料

### （一）参考教材

- [1]曾成碧,赵莉华.电机学.第2版[M].机械工业出版社,2016.  
 [2]阎治安,苏少平,崔新艺.电机学.第3版[M].西安交通大学出版社,2016.

### （二）其他资料

- [1]汤蕴璆.电机学.第5版[M].机械工业出版社,2014.  
 [2]戈宝军,梁艳萍,温嘉斌.电机学.第3版[M].中国电力出版社,2016.

## 九、其他说明

- （一）制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。  
 （二）参与人：辛鑫，卫芄毅。

# 《电力电子技术》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电力电子技术				
课程英文名称	Power Electronic Technology				
课程编码	220601001	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考试		
先修课程	电路原理，模拟电子技术基础				
学分/学时	2.5/40	理论学时	32	实验学时	8
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	韩泓		

## 二、课程简介

本课程是自动化专业的必修专业核心课。《电力电子技术》是电气工程及其自动化专业和电气工程及智能控制专业的一门理论性、实践性较强的学科基础课，是电力、电子和控制三大学科之间的交叉学科，对培养学生专业知识应用能力和工程实践能力方面具有重要的意义。

通过本课程的教学，学生应熟练掌握运用电力电子器件构成各种开关电路的基本原理与基本技能；掌握在各种控制算法的作用下按一定的规律，控制电力电子器件的通、断状态，实现目标装置的电力变换和控制的工作原理与分析方法；了解新技术、新产品在电力电子技术中的应用；具备分析解决工程实际问题的初步能力。为后续专业课程的学习及以后从事设计、运行、科研工作，奠定必要的理论基础。

## 三、课程学习基本要求

课程的目标是使学生掌握电力电子技术的基本理论和基本电路；熟悉典型电力电子器件的工作原理、外特性及功能，能够根据需要合理地选择电力电子器件；掌握电力电子变流装置实现不同变换的电路拓扑结构、基本工作原理、分析方法和基本计算；掌握如何为电力电子变流装置选择或设计合理的控制和保护电路；了解电力电子技术在工程技术领域中的应用。

本课程的任务是通过课堂教学、课堂讨论以及实验和课程设计等环节，使学生掌握各种电力电子技术的基本原理、基本概念和基本实验技能，获得电力变换控制技术方面基本知识，树立工程观点和经济观点，能够应用电力电子技术基本知识分析和解决电气自动化领域的相关工程问题，得到电气工程师的初步训练，具备从事电气工程及其自动化领域工作的专业素质。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1. 熟悉各种电力电子器件的特性和使用方法，掌握各种电力电子电路的结构、工作原理、控制方法。

课程目标 2. 掌握典型电力变换电路工作原理、功能和特性，能够应用电力电子技术基本知识分析和解决电气自动化领域的相关工程问题。

课程目标 3. 熟悉各种电力电子装置的应用范围及技术指标，掌握电力变换电路的设计方法和实验方法，培养学生电力变换装置的设计能力。

课程目标 4. 引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，不断提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感。

### （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.3: 能够将电力发变输配用五大环节的相关知识和数学模型方法用于推演、分析电气领域工程问题。	课程目标 1、4
G2: 问题分析	2.2: 能够利用数理分析方法和手段，针对复杂工程问题进行数学建模并分析，正确表达复杂工程问题。 2.4: 能运用运用数学、物理和专业基础知识的基本原理，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	课程目标 2
G5: 使用现代工具	5.1: 了解工程活动中常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性。	课程目标 3

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系



教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	绪论	课程目标 1、4
主题二	电力电子器件	课程目标 1、2、4
主题三	整流电路	课程目标 1、2、3、4
主题四	逆变电路	课程目标 1、2、4
主题五	直流—直流变换电路	课程目标 1、2、3、4
主题六	交流—交流变流电路	课程目标 1、2、4
主题七	PWM 控制技术	课程目标 1、2、3、4
主题八	软开关技术	课程目标 1、2、4
主题九	电力电子器件应用的共性问题	课程目标 1、2、4
项目一	电力电子器件特性及其驱动电路实验	课程目标 3、4
项目二	单相半波可控整流电路实验	课程目标 2、3、4
项目三	三相桥式全控整流电路实验	课程目标 2、3、4
项目四	直流斩波电路实验	课程目标 2、3、4

## (二) 具体内容

### 主题一 绪论

#### 【教学目标】

- 1.了解电力电子技术的发展概况和与其他课程的联系等；
- 2.熟悉电力电子（变流）技术的主要内容、任务和重要意义；
- 3.掌握本课程的重点和难点，掌握学习方法；
- 4.了解电力电子领域人物先进事迹。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：电力电子技术的概念、学科地位。
- 2.难点：电力电子技术的学习方法。

#### 【课程内容】

- 1.电力电子技术的基本概念；

2. 电力电子技术的基本概念、学科地位、基本内容；
3. 电力电子技术的发展史；
4. 电力电子技术的应用；
5. 我国电力电子技术发展历程。

## 主题二 电力电子器件

### 【教学目标】

1. 了解典型器件的工作原理、了解器件应用的共性技术；
2. 熟悉器件的分类和额定值的定义、掌握器件的选择方法；
3. 掌握器件的有效值计算方法；
4. 利用辩证思想分析国内外的对比发展，了解我国电力元件发展现状及不足，引导学生打好自动化领域发展基础。

### 【重点、难点】

1. 重点：电力电子器件的工作原理、器件的选择方法。
2. 难点：电力电子器件的工作原理。

### 【课程内容】

1. 器件概述；
2. 电力二极管；
3. 晶闸管；
4. 典型全控器件；
5. 其他新型电力电子器件；
6. 功率集成电路与集成电力电子模块；
7. 了解国内外电力电子器件发展；

## 主题三 整流电路

### 【教学目标】

1. 掌握可控整流电路的工作原理、波形分析、参数计算方法；
2. 熟悉整流电路相位控制的实现；
3. 熟悉逆变失败的原因和最小逆变角的限制问题；
4. 掌握有源逆变电路的工作原理、工作波形分析；
5. 培养学生自主学习，自主探究，爱好科研的精神。

### 【重点、难点】

1.重点：可控整流电路的工作原理、波形分析、参数计算方法；有源逆变电路的工作原理、工作波形分析、整流电路相位控制。

2.难点：可控整流电路的工作原理、波形分析、参数计算方法。

### 【课程内容】

- 1.单相可控整流电路；
- 2.三相可控整流电路；
- 3.整流电路的有源逆变工作状态；
- 4.讲述欧姆电力发展小故事。

## 主题四 逆变电路

### 【教学目标】

1.了解逆变电路的应用；

2.熟悉电流型和电压型逆变电路的电路特点；掌握交流逆变电路的基本拓扑和工作原理。

3.重点掌握无源逆变电路的基本原理，换流（相）方式的种类与原理；

4.引导学生不忘初心，热爱祖国。

### 【重点、难点】

1.重点：电压型逆变电路和电流型逆变电路。

2.难点：电压型逆变电路和电流型逆变电路。

### 【课程内容】

- 1.换流方式；
- 2.电压型逆变电路；
- 3.电流型逆变电路；
- 4.讲述科技工作者回国建设祖国的故事。

## 主题五 直流一直流变换电路

### 【教学目标】

- 1.了解几种常见的隔离型DC/DC变换器的工作原理；
- 2.掌握几种常见的直流斩波电路的工作原理、波形分析和必要的参数计算；
- 3.培养学生身为科研工作者的创新精神、奉献精神和报国情怀。

### 【重点、难点】

1.重点：DC/DC变换器的工作原理、几种常见的直流斩波电路的工作原理、波形分析和必要的参数计算。

2.难点：直流斩波电路的工作原理、波形分析和相关的参数计算。

### 【课程内容】

1.基本斩波电路；

2.学习习近平的勿忘初心、服务百姓的思想。

## 主题六 交流—交流变流电路

### 【教学目标】

1.了解三相交流调压电路的工作原理、波形分析；

2.熟悉晶闸管相控交交变频电路的构成、工作原理和输入输出特性；

3.熟悉交流调功电路和交流电子开关的基本概念；

4.重点让学生掌握单相交流调压电路的工作原理、波形分析和必要的参数计算；

5.增进学生对电力系统了解培养学生学习兴趣和科技报国的理想。

### 【重点、难点】

1.重点：交交变频电路的构成、工作原理和输入输出特性。

2.难点：交流调压电路的工作原理、波形分析和必要的参数计算。

### 【课程内容】

1.交流调压电路；

2.其他交流电力控制电路；

3.交交变频电路；

4.讲述新世纪我国电力系统发展。

## 主题七 PWM 控制技术

### 【教学目标】

1.了解电流跟踪型PWM逆变电路，了解PWM整流电路及其控制方法；

2.熟悉掌握PWM控制的基本原理；

3.掌握电压型SPWM逆变电路的控制方式及SPWM波形的生成方法；

4.引导学生认识世界，了解世界，不忘初心，报效祖国。

### 【重点、难点】

1.重点：PWM控制的基本原理、SPWM逆变电路的控制方式及SPWM波形的

生成方法。

2.难点：SPWM逆变电路的控制方式及SPWM波形的生成方法。

### 【课程内容】

- 1.PWM控制的基本原理；
- 2.PWM逆变电路及其控制方法；
- 3.PWM跟踪控制技术；
- 4.了解德国PWN控制电路发展。

## 主题八 软开关技术

### 【教学目标】

- 1.了解软开关的意义。
- 2.熟悉软开关的基本概念和软开关的分类。
- 3.掌握零电压开关准谐振电路、移相全桥零电压开关PWM电路的工作原理。
- 4.引导学生正确认识世界发展大势，全面客观地认识中国、看待世界。

### 【重点、难点】

- 1.重点：软开关的基本概念和软开关的分类。
- 2.难点：零电压开关准谐振电路、移相全桥零电压开关PWM电路的工作原理。

### 【课程内容】

- 1.软开关的基本概念；
- 2.软开关电路的分类；
- 3.典型的软开关电路；
- 4.现行国内外软开关的分类以及相关标准。

## 主题九 电力电子器件应用的共性问题

### 【教学目标】

- 1.电力电子器件的驱动信号特点；
- 2.电力电子器件的串联和并联使用；
- 3.增强学生学习兴趣，联系课本与生活，培养学生社会责任感。

### 【重点、难点】

- 1.重点：驱动信号特点；电力电子器件的串联和并联使用注意的问题。
- 2.难点：电力电子器件的串联和并联使用注意的问题。

### 【课程内容】

- 1.电力电子器件的驱动;
- 2.电力电子器件的保护;
- 3.电力电子器件的串联和并联使用;
- 4.讲述生活中的电力电子器件。

### 项目一 电力电子器件特性及其驱动电路实验

#### 【教学目标】

- 1.掌握常用电力电子器件的工作特性。
- 2.掌握常用器件对触发MOSFET、信号的要求。
- 3.理解各种自关断器件对驱动电路的要求。
- 4.掌握各种自关断器件驱动电路的结构及特点。

#### 【实践内容】

- 1.用实验台上现有的模块连接电路图。
- 2.测量常见驱动电路各点的输出以及波形。
- 3.理解各点波形输出的原理。

#### 【实践要求】

- 1.了解电力电子实验箱的结构及所用部分的结构原理，培养思考能力、解决实际问题的能力与实际动手能力。
- 2.掌握器件对触发MOSFET、信号的要求。培养学生对具体问题具体解决的应对能力，团队协作能力。
- 3.将各实验内容按要求写入实验报告。

### 项目二 单相半波可控整流电路实验

#### 【教学目标】

- 1.掌握单相半波可控整流电路的工作原理。
- 2.掌握单相半波可控整流电路的接线。
- 3.掌握对单相半波可控整流电路在阻性负载及感性负载时的电压与电流波形的分析。

#### 【实践内容】

- 1.用实验台上现有的模块连接电路图。

2.测量单相半波可控整流电路在阻性负载及感性负载时,不同的触发角情况下的电压与电流波形、输出电压电流数值。

3.理解不同触发角情况下波形输出的原理。

#### **【实践要求】**

1.掌握单相半波可控整流电路的工作原理,根据原理图可以连接相应的电路。

2.通过示波器观察不通触发角情况下电阻性负载和感性负载时,对应的输出电压波形和数值,以及电流数值。

3.将各实验内容按要求写入实验报告。

### **项目三 三相桥式全控整流电路实验**

#### **【教学目标】**

1.理解三相桥式全控整流电路的工作原理。

2.了解驱动电路的工作原理以及输出触发信号波形特点。

3.熟练掌握三相桥式全控整流电路的接线。

#### **【实践内容】**

1.用实验台上现有的模块连接电路图。

2.理解三相桥式全控整流电路的工作原理;测量三相桥式全控整流电路在阻性负载及感性负载时,不同的触发角情况下输出电压电流数值。

3.理解不同触发角情况下波形输出的原理。

#### **【实践要求】**

1.掌握三相桥式全控整流电路的工作原理,根据原理图可以连接相应的电路。

2.通过示波器观察不通触发角情况下电阻性负载和感性负载时,对应的输出电压波形和数值,以及电流数值。

3.将各实验内容按要求写入实验报告。

### **项目四 直流斩波电路实验**

#### **【教学目标】**

1.深入理解直流斩波电路的工作原理。

2.掌握直流斩波电路、触发电路的调试步骤和方法。

3.熟悉直流斩波电路各点的电压波形。

#### **【实践内容】**

- 1.用实验台上现有的模块连接电路图。
- 2.测量降压斩波电路、升压在斩波电路不同的触发角情况下的电压与电流波形、输出电压电流数值。
- 3.理解不同触发角情况下波形输出的原理。

### 【实践要求】

- 1.掌握降压、升压斩波电路的基本工作原理，根据原理图可以连接相应的电路。
- 2.降压斩波电路、升压在斩波电路不同的触发角情况下的电压与电流波形、输出电压电流数值。
- 3.将实验内容按要求写入实验报告。

### (三) 学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	绪论	2	0
主题二	电力电子器件	6	2
主题三	整流电路	6	4
主题四	逆变电路	4	0
主题五	直流一直流变换电路	2	2
主题六	交流—交流变流电路	6	0
主题七	PWM 控制技术	2	0
主题八	软开关技术	2	0
主题九	电力电子器件应用的共性问题	2	0
合计		32	8

## 六、课程教学方法与策略

### 1. 课堂讲授

(1) 采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识。



(2) 采用电子教案, PPT 课件, 多媒体教学与传统板书教学相结合, 提高课堂教学信息量, 增强教学的直观性。

(3) 采用案例教学。理论教学与工程实践相结合, 引导学生应用基本理论知识对工程实际问题进行分析。

(4) 采用互动式教学。课内讨论和课外答疑相结合。

## 2. 实验教学

实验是本课程一个重要环节, 对理解本课程教学内容具有重要的意义, 通过实验使学生获得电能变换与控制的技术实现方法, 巩固课堂所讲授的内容, 培养学生的实验动手能力。要求态度认真、原理清楚、方法正确、数据准确、实验报告工整。

实验按照实验指导书要求, 学生独立或分组完成, 并提交实验报告。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1. 具体方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括课堂表现、平时作业、考勤、实验(报告)和自主考核等。自主考核具体考核方式不定, 教师根据具体情况酌情安排。

课终考核(期末考核), 采用闭卷形式。

#### 2. 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	(1) 熟悉各种电力电子器件的特性和使用方法。 (2) 掌握各种电力电子电路的结构、工作原理、控制方法。	过程性考核 课终考核
课程目标2	(1) 掌握典型电力变换电路工作原理、功能和特性。 (2) 能够应用电力电子技术基本知识分析和解决电气自动化领域的相关工程问题。	过程性考核 课终考核
课程目标3	(1) 熟悉各种电力电子装置的应用范围及技术指标。 (2) 掌握电力变换电路的设计方法和实验方法, 培养学生电力变换装置的设计能力。	过程性考核 课终考核
课程目标4	引导学生坚定正确的政治方向、树立远大	过程性考核

	的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，不断提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感。	
--	--	--

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。 3.考勤：按时上下课，不得缺勤、迟到、早退。 4.实验：考核学生实验过程的操作能力及实验结果正确与否，完成质量如何。 5.自主考核：可以开卷，可以闭卷，也可以是其他形式，题型任课教师自主设置，没有统一要求。	30
期末考试	期末考试	70

## (一) 参考教材

[1]刘进军,王兆安.电力电子技术.第6版[M].机械工业出版社,2022.

[2]王兆安,黄俊.电力电子技术.第5版[M].机械工业出版社,2009.

## (二) 其他资料

[1]王玉斌.先进电力电子技术原理、设计与工程实践[M].山东大学出版社,2020.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：郭飞，孙国荣。

# 《工程电磁场》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	工程电磁场				
课程英文名称	Engineering Electromagnetics				
课程编码	220603005	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考试		
先修课程	高等数学，大学物理				
学分/学时	2/32	理论学时	32	实验/实践/上机学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	乔凌霄		

## 二、课程简介

工程电磁场是电气工程及其自动化专业、电气工程与智能控制专业的一门工程基础课程。主要内容：电磁场的基本定律；静电场、恒定电流电场和恒定电流磁场；静态电磁场边值问题的解法；时变电磁场；工程电磁场应用专题。通过本课程的学习，让学生在大学物理电磁学的基础上，进一步掌握电磁场基本概念；用场的观点对电气工程中的电磁现象和电磁过程进行定性分析与判断；学习工程电磁场常用的计算原理与方法，为进一步学习各种较复杂的电磁场打下基础。课程有很强的理论性又注重与工程实践的结合。

## 三、课程学习基本要求

针对不同的学习内容，分别将对应知识点划分为专业知识主导型和工程应用主导型。专业知识主导型强调学生对该知识点偏向理论上的认识、分析和应用，更多强调专业基础知识，对该知识点的理解和应用更侧重概念上理解、理论上分析推导；而工程应用主导型表明该知识点更侧重于在实际工程中应用和分析，对知识点的理解和应用更偏重工程应用角度。学生应阅读国内外相关电磁场教材加强学习，日常考核通过作业、模块测试、期中考试、期末考试来加强学习效果。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.能够运用数学、物理中的相关知识，与电气工程、智能控制领域的基础专业知识相结合，进行电磁场基本参量的计算，能将电磁场的具体问题用数学模型表示，并正确求解。

课程目标2.应用工程电磁场的基本原理，能够识别电气工程、智能控制领域的具体问题，用场的观点对电气工程、智能控制中的电磁现象和电磁过程进行定性分析与判断。

课程目标3.运用电磁场的分析方法，能够对电气工程、智能控制中较复杂的工程问题进行研究，提出合理的解决方案，能通过正确的方法进行计算和仿真。

课程目标4.以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持知识传授与价值引领相结合，运用可以培养大学生理想信念、价值取向、政治信仰、社会责任的题材与内容，全面提高大学生缘事析理、明辨是非的能力，让学生通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，不断提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感，培养德智体美劳全面发展、堪当民族复兴大任的社会主义建设者和接班人。

## （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.1: 能够将数学、物理等自然科学知识应用到电气工程及其自动化、电气工程与智能控制工程问题的表述。	课程目标1、4
G2: 问题分析	2.2: 能够利用数理分析方法和手段，针对复杂工程问题进行数学建模并分析，正确表达复杂工程问题。 2.4: 能运用运用数学、物理和专业基础知识的基本原理，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	课程目标2、4
G12: 终生学习	12.2: 具有自主学习的能力，包括对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力等。	课程目标3、4

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
------	------	---------

主题一	矢量分析	课程目标1、2
主题二	电场	课程目标2、4
主题三	恒定磁场	课程目标3、4
主题四	时变电磁场	课程目标3、4
主题五	传输线、电磁波、天线	课程目标3、4

## (二) 具体内容

### 主题一 矢量分析

#### 【教学目标】

- 1.掌握矢量运算与矢量分解；
- 2.掌握点乘与叉乘运算；
- 3.掌握直角坐标系；
- 4.理解矢量场；理解其他坐标系。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：矢量分解；直角坐标系；
- 2.难点：正交坐标系的一般形式；矢量场。

#### 【课程内容】

- 1.矢量运算；矢量分解；单位矢量；矢量场；
- 2.点乘、叉乘；
- 3.常用正交坐标系。

### 主题二 电场

#### 【教学目标】

- 1.掌握电场强度；高斯定律；散度定理；
- 2.掌握电位、电位梯度；
- 3.理解电流的连续性；
- 4.理解导体和电介质的边界条件；
- 5.了解电容和平行板电容器；
- 6.了解泊松方程和拉普拉斯方程。

#### 【重点、难点】

1.重点：电场强度；高斯定律；散度定理；电位梯度；导体和电介质分界面条件；

2.难点：能量；泊松方程；拉普拉斯方程。

### 【课程内容】

- 1.库仑定律；电场强度；
- 2.线电荷、面电荷、体电荷的电场；
- 3.电力线和电场分布图；
- 4.电通量密度；高斯定律；散度定理；
- 5.电位；电位梯度；
- 6.电偶极子；能量；能量密度；
- 7.电流和电流密度；电流的连续性；
- 8.金属导体；导体性质和边界条件；
- 9.电介质；理想电介质的边界条件；
- 10.电容；平行板电容器；
- 11.泊松方程；拉普拉斯方程。

## 主题三 恒定磁场

### 【教学目标】

- 1.掌握毕奥-沙伐定律；安培环路定理；
- 2.掌握斯托克斯定理；磁场边界条件；
- 3.理解磁路；自感和互感。

### 【重点、难点】

- 1.重点：毕奥-沙伐定律；安培环路定理；斯托克斯定理；磁场边界条件；
- 2.难点：磁路；自感和互感。

### 【课程内容】

- 1.毕奥-沙伐定律；安培环路定理；
- 2.旋度；斯托克斯定理；
- 3.磁通量和磁感应强度；
- 4.磁位和磁矢位；
- 5.运动电荷受力；元电流之间的作用力；
- 6.磁性材料的性质；磁化和磁导率；

- 7.磁场的边界条件；
- 6.磁路；自感和互感。

#### 主题四 时变电磁场

##### 【教学目标】

- 1.掌握法拉第电磁感应定律；
- 2.掌握麦克斯韦方程组；
- 3.理解位移电流、推迟位。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：法拉第电磁感应定律；麦克斯韦方程组；
- 2.难点：位移电流、推迟位。

##### 【课程内容】

- 1.法拉第电磁感应定律；
- 2.位移电流；
- 3.麦克斯韦方程组；
- 4.推迟位。

#### 主题五 传输线、电磁波、天线

##### 【教学目标】

- 1.了解传输线方程、暂态分析；
- 2.了解均匀平面电磁波的传播、坡印廷定理；
- 3.赫兹偶极子、天线的基本参数。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：传输线方程、坡印廷定理、天线的基本参数；
- 2.难点：暂态分析。

##### 【课程内容】

- 1.传输线方程；无损耗传输和低损耗传输；有限长传输线；暂态分析；
- 2.自由空间、电介质中波的传播；坡印廷定理；集肤效应；波的极化；
- 3.赫兹偶极子；天线的基本参数。

##### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节

		理论教学学时	实践/实验/上机学时
主题一	矢量分析	4	0
主题二	电场	10	0
主题三	恒定磁场	8	0
主题四	时变电磁场	6	0
主题五	传输线、电磁波、 天线	4	0
合计		32	0

## 六、课程教学方法与策略

- 1.以讲授法进行理论知识讲解，从而实现对理论知识的深刻理解。
- 2.以讨论法对推出重要定律的所进行的经典实验进行讨论，从而达到训练学生发散思维的目的。
- 3.以读书指导法指导学生阅读课外经典读物，对电磁场的宏观和微观知识进行补充，便于更深刻的理解课程内容。
- 4.以演示法结合ANSYS仿真软件演示常见的电磁场的可视化现象，从而实现学生更直观理解电磁现象的目的。
- 5.以发现法指导学生研究、探索、推导课程之间的内在联系，从而实现学生深刻理解同一定律、定理在不同课程中的表现形式和本质。
- 6.以多媒体辅助教学法展示课程内容，从而达到提高课堂教学信息量，增强教学的直观性的目的。
- 7.以欣赏教学法带领学生在课间欣赏经典人文作品，已达到潜移默化陶冶情操、提升学生人文素养的目的。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）、期中考核和课终考核（期末考核）。过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、平时作业、调研报告等。期中考核以阶段性考核为主要形式，也可以采用专题实践报告等形式。



课终考核（期末考核），采用考试或考查形式。

## 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	(1) 掌握电磁场的基本概念和定理，能对电磁场问题进行判断。 (2) 掌握基本物理量的概念，能根据给定条件正确计算各参数。	讨论、作业
课程目标2	(1) 掌握课堂讲授的内容，参量定义明确，公式运用合理，计算正确。 (2) 掌握课堂讲授内容，对描述电磁场的参量理解并能应用于问题的分析和判断。	考试
课程目标3	掌握课堂讲授内容，能应用所学知识对电磁场相关问题进行分析，能对较复杂的问题进行求解。	考试、报告
课程目标4	家国情怀、爱国精神，强烈的社会责任感，正确的人生观、价值观。	讨论

### (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。 3.考勤：仅仅是平时成绩的参考，比重不超过10%。 4.研究报告：学生收集资料能力、研究设计能力、解决实际问题能力和合作研究能力。	20
期中考核	开卷考核：重点考核对基本知识的掌握与部分推导和理念理解。	10
期末考核	期末考试。	70

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

- [1]威廉·海特.工程电磁场.第8版[M].西安交通大学出版社,2013.
- [2]王泽忠.工程电磁场.第2版[M].清华大学出版社.2011.
- [3]冯慈璋.工程电磁场导论[M].高等教育出版社,2000.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：蒋卫东。

# 《电力系统分析》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电力系统分析				
课程英文名称	Analysis of Power System				
课程编码	220601003	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考试		
先修课程	高等数学、线性代数、电路基础、电磁场、电机学				
学分/学时	4.5/72	理论学时	60	实验学时	12
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	孙江		

## 二、课程简介

电力系统分析是电气工程及其自动化专业的专业课程。内容主要包括电力系统的组成，电力系统组件参数和等值电路，简单电力网络潮流的分析和计算，电力系统有功、无功的平衡，电力系统频率和电压的调整，电力系统故障的分析和实用计算，机组的机电特性，电力系统的静态动态稳定性分析。

## 三、课程学习基本要求

针对不同的学习内容，分别将对应知识点划分为专业知识主导型和工程应用主导型。专业知识主导型强调学生对该知识点偏向理论上的认识、分析和应用，更多强调专业基础知识，对该知识点的讲授、理解、应用和考察更侧重概念上理解、理论上分析推导；而工程应用主导型表明该知识点更侧重于在实际工程中应用和分析，对知识点的讲授、理解、应用和考察更偏重工程应用角度。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生应能系统地获得电力系统的基本概念、基本理论、电力系统的基本分析方法，能对实际的电力系统网络建立等值模型，并能够对简

单电力网络潮流进行分析和计算，能对电力系统的故障进行分析计算，能对电力系统的静态稳定和动态稳定性进行定性分析，为本专业的后续专业课打下扎实的基础，并使学生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。为今后从事相关专业设计提供理论支持，也为同学们今后从事与电力系统有关的设计、运行、施工奠定理论基础。具体培养的能力主要集中在以下几个方面：

课程目标 1.掌握电力系统的基础知识及基本分析方法，能将其用于解决电气工程领域涉及的电力系统相关问题中。

课程目标 2.能够运用工程科学的基本原理，对电力系统潮流、短路、稳定进行原理分析及计算。

课程目标 3.较为熟练的运用一种编程语言，进行复杂工程计算的计算机求解。

课程目标 4.了解电力系统相关领域的前沿研究成果、技术标准、产业政策及行业法律法规。

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.3: 能够将电力发变输配用五大环节的相关知识和数学模型方法用于推演、分析电气领域工程问题。	课程目标 1 课程目标 4
G2: 问题分析	2.1: 能够运用数学、物理和专业基础知识的科学原理，对电气工程及其自动化工程领域内的复杂工程问题进行分析，识别工程问题中的关键环节 2.2: 能够利用数理分析方法和手段，针对复杂工程问题进行自然科学和工程科学的基本原理，识别、表数学建模并分析，正确表达复杂工程问题。 2.4: 能运用运用数学、物理和专业基础知识的基本原理，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	课程目标 2 课程目标 4
G4: 研究	4.1: 能够对电气工程相关的各类物理现象进行研究、分析，通过文献研究或相关方法，调研和分析复杂工程问题的解决方案。 4.4: 能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。	课程目标 3 课程目标 4
G7: 环境和可持续发展	7.2: 能站在环保护和可持续发展的角度思考电气工程实践的影响。持续性，评价产品周期中可能对人类和环境造成	课程目标 3 课程目标 4

	的损失和隐患。	
--	---------	--

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	电力系统的潮流计算	课程目标1、2
主题二	电力系统正常运行方式的调整与控制	课程目标2
主题三	同步电机的数学模型	课程目标1、3
主题四	电力系统的对称故障分析	课程目标2、3
主题五	电力系统的不对称故障分析	课程目标1、2
主题六	电力系统的稳定性	课程目标1、3
主题七	电力系统计算的计算机算法	课程目标1、4
项目一	辐射网或简单环网的潮流计算	课程目标1、4
项目二	电力系统的基本调压措施计算	课程目标2、4
项目三	发电机三相短路电流试验计算	课程目标3、4
项目四	电力系统三相短路故障的计算	课程目标2、4
项目五	电力系统简单不对称故障的计算	课程目标3、4
项目六	电力系统稳定性	课程目标1、4

### (二) 具体内容

#### 主题一 电力系统的潮流计算

##### 【教学目标】

- 1.能描述电力系统发展历程，能描述电力系统构成、特点、要求，并准确描述电力系统基本概念；
- 2.掌握输电线路和变压器的参数以及电力系统等值电路的计算；
- 3.掌握开式网和简单闭式网的潮流计算；
- 4.电力事业取得的成就，强调坚持社会治理一切为人民，帮助学生树立为人民

的利益和幸福努力奋斗的理念；加深学生对当前系统运行特点和专业发展方向的认识并深刻体会中国“一带一路”的政策对中国电力工业的影响和变革。

### 【重点、难点】

1.重点：电力系统的概念和电能生产的特点及对电力系统运行的基本要求；电力系统各元件的额定电压；电力系统中性点接地方式。

2.难点：开式网和简单闭式网的潮流计算

### 【课程内容】

1.电力系统的组成及其运行的要求；电力系统的接线方式；电力系统的电压等级及其各元件的额定电压；

2.输电线路和变压器参数的意义；输电线路和变压器参数的计算；电力系统等值电路的形成；

3.潮流计算的目的是；元件中的电压降落和功率损耗的推导；开式网和简单闭式网的潮流计算；

## 主题二 电力系统正常运行方式的调整与控制

### 【教学目标】

1.能理解电力系统中一次调频、二次调频和经济运行的原理以及电压管理和电压调整措施；

2.能够理解计及网损的各电厂之间有功功率的经济分配并掌握电压调整措施的计算；

3.理解频率调整的必要性，能够使用电力系统频率特性实现频率的一次调整、二次调整和互联系统的频率调整；

4.理解电压调整的必要性，能够使用改变发电机端电压、变压器变比、无功功率分布及电力网络参数调压方式实现对电力系统电压的调整；

5.根据电力系统电压控制的目标，分析计算误差对电力系统电压控制的影响；通过对短路和运行两种不同状态计算误差的取舍，引导学生加深对电气领域的复杂工程问题的认识。

### 【重点、难点】

1.重点：调频和调压的必要性。

2.难点：调频和调压的方法。

### 【课程内容】

1.频率调整的必要性及方法及有功功率平衡；电力系统的频率特性；频率的一次调整、二次调整和有功功率的经济分配；

2.电压调整的必要性及无功功率平衡；无功电源及电力系统的电压管理；电压调整的措施。

### 主题三 同步电机的数学模型

#### 【教学目标】

1.能理解同步电机的转子运动方程及同步电机的基本方程并了解同步电机的数学模型；

2.掌握同步发电机稳态方程和暂态方程，并能够理解参数的物理意义，理解派克变换的目的；

3.具有遇到复杂工程问题研究难以分析时，应转变分析思路，寻找适当的分析方法完成分析能力；

4.大局观以及中国特色社会主义道路自信；由中性点运行方式案例剖析，提升学生的安全意识。

#### 【重点、难点】

1.重点：同步电机的数学模型。

2.难点：同步电机稳态运行时的方程式和相量图

#### 【课程内容】

1.转子运动方程的推导；转子运动方程的意义和作用；转子运动方程；

2.abc 和 dq0 坐标系统下同步电机的基本方程的推导；abc 和 dq0 坐标系统下同步电机的基本方程；派克变换的意义；

3.同步电机数学模型的推导；同步电机的数学模型；同步电机稳态运行方程式和相量图。

### 主题四 电力系统的对称故障分析

#### 【教学目标】

1.能够计算短路电流，能够理解同步发电机端口突然三相短路内部物理过程，并能够解释全电流表达式各部分代表的意义；

2.理解潮流计算的物理意义，能够通过给定不同的参数选择计算方法求解潮流分布；

3.由短路发生后物理过程的分析和数学推导，论证数学和物理现象的相统一，

论述基础学科学习的重要性。

### 【重点、难点】

- 1.重点：三相短路电流的计算。
- 2.难点：同步发电机与无穷大电源供电时三相短路电流的计算。

### 【课程内容】

1.短路的基本概念及强行励磁对同步电机三相短路的影响；无阻尼绕组以及计及阻尼绕组时同步电机突然三相短路的暂态过程及短路电流计算；无限大功率电源供电系统中三相短路的暂态过程及短路电流计算；

2.电力系统三相短路电流实用计算的计算条件；计算曲线的编制方法；三相短路电流实用计算方法。

## 主题五 电力系统的不对称故障分析

### 【教学目标】

- 1.能了解对称分量法及其在不对称故障分析中的应用并理解电力系统的序网络；
- 2.掌握单相短路接地、两相短路、两相短路接地时故障处和非故障处电流和电压的计算；
- 3.能够使用不对称分量法对电力系统不对称故障进行计算，培养学生解决复杂工程中非对称问题的分析方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点：对称分量法及叠加原理计算故障点处和非故障处电流和电压。
- 2.难点：对称分量法及叠加原理计算故障点处和非故障处电流和电压的过程和方法。

### 【课程内容】

1.旋转电压的负序和零序阻抗；输电线路的零序阻抗；对称分量法及电力系统的序网络；

2.不对称故障时电流和电压的特点及相量图；非全相运行的分析计算（理解）；简单不对称故障的分析和计算。

## 主题六 电力系统的稳定性

### 【教学目标】

- 1.意识到电力系统静态稳定和暂态稳定对工程和社会的影响；



2.能够利用电力系统实用判据分析电力系统静态稳定,利用等面积定则分析电力系统暂态稳定;

3.由数学方法化繁为简,论述基础学科学习的重要性。

### 【重点、难点】

1.重点:静态稳定性和暂态稳定性。

2.难点:静态稳定性和暂态稳定性判断方法

### 【课程内容】

1.同步电机自动调节励磁系统;复杂电力系统的功角特性;简单电力系统的功角特性;

2.自动调节励磁系统对静态稳定的影响;小干扰法分析电力系统的静态稳定及提高电力系统静态稳定性的措施;简单电力系统的静态稳定;

3.电力系统的异步运行;复杂电力系统的暂态稳定性及提高电力系统暂态稳定性的措施;简单电力系统的暂态稳定性。

## 主题七 电力系统计算的计算机算法

### 【教学目标】

1.了解电力网络的基本方程式并理解节点导纳矩阵和节点阻抗矩阵的形成;

2.了解电力系统故障的计算机算法及潮流计算的基本方程及算法;

3.了解简单模型的暂态稳定和静态稳定计算方法;

4.能够利用牛顿—拉夫逊法潮流算法进行潮流计算,培养学生工程计算能力;

5.提倡节能减排,聚沙成塔,勿以善小而不为。

### 【重点、难点】

1.重点:对复杂电力系统进行手算潮流、故障等的计算。

2.难点:析潮流计算的基本方程以及算法。

### 【课程内容】

1.形成节点导纳矩阵和节点阻抗矩阵的程序框图;节点导纳矩阵和节点阻抗矩阵的变更;节点导纳矩阵和节点阻抗矩阵的形成方法;

2.对称故障和简单不对称故障计算原理框图;对称故障和简单不对称故障计算的算法原理;对称故障和简单不对称故障计算的算法;

3.牛顿法的 PQ 分解法的程序框图;牛顿法的 PQ 分解法的算法原理;牛顿法的 PQ 分解法的算法;

4.简单模型的暂态稳定和静态稳定计算的程序框图；简单模型的暂态稳定和静态稳定计算的算法原理；简单模型的暂态稳定和静态稳定计算算法。

### 项目一 辐射网或简单环网的潮流计算

#### 【教学目标】

- 1.掌握电力系统时域分析方法；
- 2.掌握电力系统复杂电网潮流计算。

#### 【实践内容】

- 1.使用实验设备，验证改变电力网络拓扑结构来改变系统的潮流分布。

#### 【实践要求】

- 1.说明改变电力网络结构的步骤和实验过程；
- 2.会根据需求改变电力网络的参数，并明确潮流分布的变化。

### 项目二 电力系统的基本调压措施计算

#### 【教学目标】

- 1.掌握电力系统节点电压的调压方法；
- 2.会使用调压方法改变电力系统节点电压。

#### 【实践内容】

- 1.使用实验设备，验证改变节点电压大小的方法。

#### 【实践要求】

- 1.说明改变电力网络节点电压的方法；
- 2.会根据需求利用调压方法来改变节点电压。

### 项目三 电力系统三相短路故障的计算

#### 【教学目标】

- 1.掌握电力系统时域分析方法；
- 2.掌握电力系统三相接地短路故障的分析计算方法。

#### 【实践内容】

1.使用实验设备，验证电力网络某点发生三相接地短路时，短路点的电流、电压的大小。

#### 【实践要求】

- 1.说明实验装置设置三相短路的步骤和实验过程；
- 2.根据短路测量短路点的电压、电流波形，并测量其值。

## 项目四 电力系统稳定性计算

### 【教学目标】

- 1.掌握电力系统时域分析方法；
- 2.掌握电力系统失步时正确处理措施；

### 【实践内容】

- 1.短路对电力系统稳定性的影响；
- 2.研究提高暂态稳定性的措施。

### 【实践要求】

- 1.说明改变电力系统短路时系统如何提高稳定性；
- 2.根据稳定性需求说明各方法时如何提高稳定性的。

## 项目五 发电机三相短路电流试验

### 【教学目标】

- 1.掌握电力系统时域分析方法；
- 2.掌握同步发电机三相短路暂态过程的特点。

### 【实践内容】

- 1.使用实验设备，验证发电机发生三相短路时定子电流的变化情况

### 【实践要求】

- 1.说明发电机端短路时定子电流的大小变化情况。

## 项目六 电力系统简单不对称故障的计算

### 【教学目标】

- 1.掌握电力系统时域分析方法；
- 2.掌握电力系统不对称故障的计算方法。

### 【实践内容】

- 1.使用实验设备，改变电力网的短路类型，检测短路电流的大小。

### 【实践要求】

- 1.说明电力网短路类型不同时，短路电流的大小有何变化；
- 2.记录不同短路类型的短路电流的大小，并做比较，为选择保护设备打好理论基础。

### (三) 学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	电力系统的潮流计算	14	0
主题二	电力系统正常运行方式的调整与控制	10	0
主题三	同步电机的数学模型	4	0
主题四	电力系统的对称故障分析	10	0
主题五	电力系统的不对称故障分析	10	0
主题六	电力系统的稳定性	8	0
主题七	电力系统计算的计算机算法	4	0
项目一	辐射网或简单环网的潮流计算	0	2
项目二	电力系统的基本调压措施计算	0	2
项目三	电力系统三相短路故障的计算	0	2
项目四	电力系统稳定性计算	0	2
项目五	发电机三相短路电流试验	0	2
项目六	电力系统简单不对称故障的计算	0	2
合计		60	12

## 六、课程教学方法与策略

建议采用“讲授法、讨论法为主，讲授理论知识，打好理论知识的基础。以演示法、实验法、参观发为主要手段，对工程实际的运用和理解做好岗位能力的培养。”

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核(平时考核)、期中考核和课终考核(期末考核)。

过程性考核(平时考核)方式包括课堂表现、平时作业、调研报告等。

期中考核以阶段性考核为主要形式,也可以采用专题实践报告等形式。

课终考核(期末考核),采用考试或考查形式。

## 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 1	理解和掌握电力系统元件的参数和等值电路并可以进行简单电力系统的潮流分析及故障分析。	课堂讲授、提问、综合训练项目、作业、答疑、考试
课程目标 2	掌握和理解电力系统调压调频方式。	课堂讲授、提问、综合训练项目、作业、答疑、考试
课程目标 3	理解和掌握电力系统发电机短路、电力系统短路的故障分析与计算。	课堂讲授、提问、综合训练项目、作业、答疑、考试
课程目标 4	爱国情怀、乐于奉献	课堂讲授、提问、答疑、考试

### (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现:学生主动参与课堂练习、讨论,创造性地提出问题的能力。 2.作业完成情况:学生平时作业提交次数及完成质量。 3.考勤:仅仅是平时成绩的参考,比重不超过平时成绩的10%。 4.小测验:学生收集资料能力、研究设计能力、解决实际问题能力和合作研究能力。 5.课程实验等。	30
期中考核	综合大作业占整个成绩的10%。	10
期末考核	期末考试	60

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]J.邓肯·格洛佛.电力系统分析与设计[M].机械工业出版社,2017.

[2]何仰赞.电力系统分析与设计[M].华中科技大学出版社,2016.

[3]孟祥萍.电力系统分析（第二版）[M].高等教育出版社,2010.

[4]穆钢.电力系统分析[M].机械工业出版社,2021.

## （二）其他资料

[1]国家电网有限公司 <https://zhaopin.sgcc.com.cn/sgcchr/static/home.html>.

## 九、其他说明

（一）制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。

（二）参与人：张晓荣。

# 《单片机原理及应用》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	单片机原理及应用				
课程英文名称	Principle and Application of Single Chip Microcomputer				
课程编码	220602001	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考试		
先修课程	C语言程序设计，电路理论				
学分/学时	2.5/40	理论学时	8	上机学时	32
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	乔凌霄		

## 二、课程简介

《单片机原理及应用》课程电气工程及其自动化专业、电气工程与智能控制专业的一门专业必修课。其任务是掌握80C51单片机的基本知识，包括它的系统结构，指令系统程序设计方法，中断系统和定时记数系统，以及80C51单片机的系统扩展方法、应用技术和发展现状。通过本课程的学习，使学生可以用单片机做简单的系统设计，并且C语言的编程方法，为学习其他型号单片机及嵌入式原理及应用课程做一个知识的铺垫。

## 三、课程学习基本要求

针对不同的学习内容，分别将对应知识点划分为专业知识主导型和工程应用主导型。专业知识主导型强调学生对该知识点偏向理论上的认识、分析和应用，更多强调专业基础知识，对该知识点的理解和应用更侧重概念上理解、理论上分析推导；而工程应用主导型表明该知识点更侧重于在实际工程中应用和分析，对知识点的理解和应用更偏重工程应用角度。学生应阅读国内外相关单片机教材、查阅CSDN等技术网站加强学习，日常考核通过模块化项目+整体项目+竞赛来加强学习效果。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.通过本课程的学习，培养学生能够利用相关的基础知识和专业知识分析，运用单片机技术解决相关电气工程领域复杂问题的能力。

课程目标2.学会利用计算机对单片机系统进行自动化仿真，并反馈指导对代码的改进与优化；熟练掌握使用单片机器件集成开发环境相关的软件和硬件工具能够应用单片机设计的基本原理，研究分析电气工程领域的复杂工程问题，以获得解决电气工程与智能控制问题的有效结论。用单片机的思维对复杂的工程问题分析、寻求可替代的解决方案。

课程目标3.以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持知识传授与价值引领相结合，运用可以培养大学生理想信念、价值取向、政治信仰、社会责任的题材与内容，全面提高大学生缘事析理、明辨是非的能力，让学生通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，不断提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感，培养德智体美劳全面发展、堪当民族复兴大任的社会主义建设者和接班人。

## （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G3：设计/开发解决方案	3.3：能够进行系统或工艺流程设计，在设计中体现创新意识。	课程目标1
G5：使用现代工具	5.2：能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对电气工程及其自动化、电气与智能控制复杂工程问题进行分析、计算与设计。	课程目标2
G11：项目管理	11.1：掌握电气工程项目中涉及的管理与经济决策方法。	课程目标1、2

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	理论基础	课程目标1、3
项目一	显示器与开关接口	课程目标2、3
项目二	键盘接口	课程目标2、3



项目三	中断系统	课程目标2、3
项目四	应用案例	课程目标2、3

## (二) 具体内容

### 主题一 理论基础

#### 【教学目标】

- 1.掌握单片机应用场景；掌握单片机最小系统；
- 2.掌握C51基础与电路基础；
- 3.理解单片机应用系统设计；
- 4.掌握Proteus、KeilC51软件使用。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：单片机最小系统；
- 2.难点：单片机应用系统设计。

#### 【课程内容】

- 1.单片机概述；
- 2.C51基础与电路基础；
- 3.软件安装与使用。

### 项目一 显示器与开关接口

#### 【教学目标】

- 1.掌握阅读、绘制基本原理图的能力；
- 2.掌握基础编程规范；
- 3.掌握流水灯、数码管、LCD、蜂鸣器使用方法。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：常用软件使用；软硬件基础能力；
- 2.难点：LCD。

#### 【课程内容】

- 1.点亮一个灯项目；
- 2.流水灯项目；
- 3.数码管显示项目；
- 4.LCD显示项目。

5.蜂鸣器项目。

## 项目二 键盘接口

### 【教学目标】

- 1.掌握独立按键原理；
- 2.理解矩阵键盘设计原理；
- 3.了解结构化编程思路。

### 【重点、难点】

- 1.重点：独立按键、矩阵键盘原理；
- 2.难点：矩阵键盘原理。

### 【课程内容】

- 1.独立按键项目；
- 2.矩阵键盘项目。

## 项目三 中断系统

### 【教学目标】

- 1.掌握中断系统机制；
- 2.理解定时器与计数器异同；
- 3.理解串口中断原理；
- 4.理解系统方案设计思路。

### 【重点、难点】

- 1.重点：定时器工作原理；
- 2.难点：中断优先级。

### 【课程内容】

- 1.外部中断项目；
- 2.定时器中断项目；
- 3.串口中断项目。

## 项目四 应用案例

### 【教学目标】

- 1.掌握数字传感器使用方法；
- 2.掌握步进电机控制方法。
- 3.了解科研常用工具-中国知网。

### 【重点、难点】

1.重点：DS18B20；步进电机；

2.难点：通信协议。

### 【课程内容】

1.DS18B20项目；

2.步进电机项目；

3.综合项目。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	上机学时
主题一	理论基础	8	0
项目一	显示器与开关	0	12
项目二	键盘接口	0	4
项目三	中断系统	0	8
项目四	应用案例	0	8
合计		8	32

## 六、课程教学方法与策略

1.以讲授法进行理论知识讲解，从而实现对理论知识的深刻理解；

2.以讨论法对工业4.0的发展趋势进行探讨，从而实现激发学生克服技术壁垒的爱国主义情怀；

3.以读书指导法指导学生阅读课外经典读物并查阅常用电子设计网站；对电子产品设计知识进行补充，便于更深刻的理解课程内容；

4.以项目法、演示法结合Proteus仿真软件演示典型的单片机应用项目，从而实现学生更直观理解单片机的目的；

5.以多媒体辅助教学法展示课程内容，从而达到提高课堂教学信息量，增强教学的直观性的目的；

6.以欣赏教学法带领学生在课间欣赏经典人文作品，已达到潜移默化陶冶情操、

提升学生人文素养的目的。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（期末考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、上机报告等。

课终考核（期末考核），采用考查形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	(1) 了解单片机应用场景。 (2) 掌握单片机最小系统与常见模块使用方法。	上机、报告
课程目标2	掌握单片机应用系统设计方法。	上机、报告
课程目标3	能较好的理解嵌入式原理所体现出的思政元素。	讨论

### (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	<p>(1) 分组方式：①有参赛经历申请免修（基础分85分，完成自定题目考核合格100分），充当其他组技术顾问；②3人1组，自愿组队；</p> <p>(2) 考核方法：①出勤5%、互动作业等5%，4次项目考核每次占5%（功能30%+问答30%+报告40%）；②每个组每次交1份报告（成员共同完成）；</p> <p>(3) 每个学生分数评定：  <math>S_i = \alpha \omega_i N K + (1 - \alpha) K</math> 【团队分、个人贡献占比】            式中：  <math>S_i</math>：为团队中第<i>i</i>个学生的最终成绩；  <math>\alpha</math>：(0&lt;<math>\alpha</math>&lt;1)为团队工作“量”在评分中的权重；  <math>1 - \alpha</math>：表示工作“质”在评分中所占比例；  <math>\omega_i</math>：团队中第<i>i</i>个学生的综合付出在团队总工作量中的权重；  <math>N</math>：团队成员数量；  <math>K</math>：团队整体工作成绩。</p>	30
期末考核	<p>(1) 智慧农业大棚项目（功能30%+PPT答辩30%+小论文报告40%）；</p> <p>(2) 每个组每次交1份报告（成员共同完成）；</p>	70

	(3) 每个学生成绩评定如过程考核。	
--	--------------------	--

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]张毅刚.单片机原理及应用-C51编程+Proteus仿真[M].高等教育出版社,2012.

[2]张毅刚.单片机原理及应用（第3版）[M].高等教育出版社,2016.

### (二) 其他资料

[1]CSDN-专业开发者社区,<https://www.csdn.net>.

[2]中国知网,<https://www.cnki.net>.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：蒋卫东。

# 《现代控制理论》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	现代控制理论				
课程英文名称	Modern Control Theory				
课程编码	220602005	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考试		
先修课程	线性代数，自动控制原理				
学分/学时	2/32	理论学时	28	实验学时	4
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	张珍凤		

## 二、课程简介

《现代控制理论》是电气工程与智能控制专业的重要专业理论课程，教学目的是培养学生以状态空间法来分析和设计自动控制系统。由单输入单输出系统引入，揭示多输入多输出系统内在特性等特点。本课程任务主要讲授现代控制理论的基础部分，以线性、定常系统为主，以系统分析和初步的系统设计为重点，为今后深入学习智能控制原理与运用等课程奠定基础。

《现代控制理论》课程教学以课堂教学为主，结合自主学习，由单输入/单输出控制系统引入，介绍多输入多输出系统，学习建立状态空间表达式，状态转移矩阵，并在给定输入条件下，求出系统的解。此外应该掌握在给定系统性能要求时，通过设计状态反馈及极点配置实现既定目标。培养学生运用工程基础知识和现代控制理论专业知识，分析和解决控制科学与工程领域复杂工程问题的能力。

## 三、课程学习基本要求

学生通过本课程的学习，应掌握状态空间法的基本概念和基本理论，理解能控性、能观性、极点配置和状态观测器设计的基本原理，具备初步的针对多输入多输出系统性能分析和控制器设计的能力。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1.了解状态空间表达式的基本概念，理解状态空间表达式建立方法，掌握状态空间表达式的变换及求解方法。

课程目标 2.理解状态能控性和能观性的概念和性质，掌握能控性和能观性标准型实现及其能控/能观判据；掌握 Lyapunov 判断系统稳定性的方法。

课程目标 3.理解状态反馈和输出反馈的概念和意义，熟练掌握基于极点配置的状态反馈系统，以及状态重构和状态观测器的设计方法，具有应用控制系统反馈相关知识，针对实际的控制工程实际问题，进行控制系统设计与改进的能力。

课程目标 4.课程思政目标。鼓励学生自我创新意识，深化学生思想政治的理解，增强民族自信和专业自信。结合知识点使学生了解世界先进技术，培养学生的责任感和使命感。教学过程中严格要求学生，培养学生的“工匠”精神以及严谨求实的工作作风；在解题过程中，通过对难点的分析和解决，培养学生用联系的、全面的、发展的观点看问题，正确对待人生发展中的顺境与逆境，处理好人生发展中的各种矛盾，培养健康向上的人生态度；在分组讨论教学时，通过合理分工和有效组织，培养学生团队合作精神；在实验实践教学，要求学生严格执行实验室的操作规范，培养良好的设备安全操作习惯，以及一丝不苟的工作作风。

## （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.3: 能够将数据处理、智能控制等相关知识和数学模型方法用于推演、分析电气领域工程问题。问题解决方案的比较和综合。	课程目标 1、2
G2: 问题分析	2.2: 能够利用数理分析方法和手段，针对复杂工程问题进行数学建模并分析，正确表达复杂工程问题。	课程目标 1、2、3
G3: 设计/开发解决方案	3.1: 掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开发方法和技术，了解影响设计目标和技术方案的各种因素。	课程目标 1、2、3、4
G4: 研究	4.1: 能够对电气工程相关的各类物理现象进行研究、分析，通过文献研究或相关方法，调研和分析复杂工程问题的解决方案。	课程目标 1、2、3、4

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	绪论	课程目标 1、3、4
主题二	控制系统的数学模型	课程目标 1、2、4
主题三	线性控制系统的运动分析	课程目标 1、2、4
主题四	控制系统的能控性与能观测性	课程目标 1、3、4
主题五	控制系统稳定性	课程目标 1、2、3、4
主题六	线性定常系统的综合	课程目标 1、2、3、4

## (二) 具体内容

### 主题一 绪论

#### 【教学目标】

- 1.明确本课程的内容、性质和任务以及学习本课程的意义；
- 2.了解控制理论的发展概况，以及现代控制理论的主要特点、内容和研究方法；
- 3.复习、补充有关《线性代数》的内容；
- 4.以课程思政为背景和根基，讲述学生学习现代控制理论的意义和用途，树立正确价值观，增强学生自主学习能力和踏实求学态度，在课程思政教育前提下踏踏实实掌握现代控制理论的入门知识。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：逆矩阵、线性无关与线性相关定义。
- 2.难点：控制理论的基本内容、本课程的基本任务。

#### 【课程内容】

- 1.控制理论的发展；
- 2.现代控制理论的基本内容学习要求；
- 3.正确的价值观，踏实的态度，为国家奉献的精神。

### 主题二 控制系统的数学模型

#### 【教学目标】

- 1.掌握状态空间表达方式；
- 2.了解传递函数矩阵、离散系统数学表达以及线性变换；
- 3.熟悉利用 MATLAB 求解系统方程；
- 4.以课程思政为背景和根基，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，



坚持知识传授与价值引领相结合，运用可以培养大学生理想信念、价值取向、政治信仰、社会责任的题材与内容，全面提高大学生缘事析理、明辨是非的能力，让学生通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，不断提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感，培养德智体美劳全面发展、堪当民族复兴大任的社会主义建设者和接班人。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：由微分方程求状态空间表达式、传递函数矩阵。
- 2.难点：状态空间表达式的建立。

#### 【课程内容】

- 1.状态变量及状态空间表达式；
- 2.状态空间表达式的模拟结构图；
- 3.状态空间表达式的建立；
- 4.状态向量的线性变换（坐标变换）；
- 5.从状态空间表达式求传递函数阵；
- 6.离散时间系统的状态空间表达式。

### 主题三 线性控制系统的运动分析

#### 【教学目标】

- 1.掌握线性定常系统齐次及非齐次状态方程的解；
- 2.了解时变系统、脉冲响应矩阵以及连续和离散系统的分析；
- 3.以课程思政为背景和根基，培养踏踏实实求学，干一行爱一行、爱一行钻一行、钻一行精一行的职业素养。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：求线性定常系统齐次状态方程的解、线性定常系统非齐次状态方程的解。
- 2.难点：线性定常系统非齐次状态方程的解。

#### 【课程内容】

- 1.线性定常系统齐次状态方程的解；
- 2.矩阵指数函数——状态转移矩阵；
- 3.线性定常系统非齐次方程的解；
- 4.线性时变系统的解；

5.离散时间系统状态方程的解。

#### 主题四 控制系统的能控性与能观测性

##### 【教学目标】

- 1.正确理解定常和离散系统可控性与可观性的基本概念与判据；
- 2.可控可观的含义与定义；
- 3.定常系统的可控、可观的各种判据；
- 4.线性变换的不变性；
- 5.熟练掌握可控标准型与可观标准型、对偶原理，规范分解；
- 6.引导学生全面客观地认识中国、看待世界，提升学生对于中国道路、中国制度的自信。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：系统能控性与能观测性的含义及其判据、系统的结构分解。
- 2.难点：系统的结构分解。

##### 【课程内容】

- 1.线性定常系统的能控性判别；
- 2.线性连续定常系统的能观性；
- 3.离散时间系统的能控性与能观性；
- 4.时变系统的能控性与能观性；
- 5.能控性与能观性的对偶关系；
- 6.状态空间表达式的能控标准型与能观标准型；
- 7.线性系统的结构分解。

#### 主题五 控制系统稳定性

##### 【教学目标】

- 1.理解李雅普诺夫稳定性概念；
- 2.掌握李氏第一法,李氏第二法的主要定义与定理；
- 3.掌握李雅普诺夫函数；
- 4.线性定常系统与非线性系统稳定性定理与判别；
- 5.渐近稳定性的分析与判别；
- 6.引导学生正确认识世界发展大势，全面客观地认识中国、看待世界，有助于提升学生对于中国道路、中国制度的自信。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：李雅普诺夫意义下的稳定、系统稳定性的确定。
- 2.难点：李雅普诺夫函数的构造与选取，离散系统的稳定性定理及稳定判据。

### 【课程内容】

- 1.李亚普诺夫意义下的稳定的定义；
- 2.李雅普诺夫第一法；
- 3.李雅普诺夫第二法；
- 4.李雅普诺夫方法在线性系统中的应用。

## 主题六 线性定常系统的综合

### 【教学目标】

- 1.理解状态反馈的概念；
- 2.掌握状态观测器的设计方法；
- 3.了解通过状态反馈的手段进行系统的校正和解耦控制方法；
- 4.掌握最小实现的定义和求解方法；
- 5.掌握状态反馈与输出反馈实现的充要条件；
- 6.掌握连续时间系统最优控制；
- 7.引导学生全面客观地认识中国、看待世界，提升学生对于中国道路、中国制度的自信。

### 【重点、难点】

- 1.重点：状态反馈系统的极点配置、输出反馈系统的极点配置、状态重构和状态观测器。实现与最小实现的特点和性质，状态反馈与输出反馈的基本结构、性质和有关定理。
- 2.难点：状态重构和状态观测器、降阶观测器、带状态观测器的状态反馈系统、渐进跟踪与干扰抑制问题。

### 【课程内容】

- 1.线性反馈控制系统的基本结构及其特性；
- 2.极点配置问题；
- 3.系统镇定问题；
- 4.系统解耦问题；
- 5.利用状态观测器实现状态反馈的系统。

## 项目一 系统能控性和能观性的判别

### 【教学目标】

- 1.通过本实验加深对系统状态的能控性和能观性的理解；
- 2.学习系统状态能控性、能观性的定义及判别方法；
- 3.验证实验结果所得系统能控能观的条件与由它们的判据求得的结果完全一致。

**【实践内容】**

- 1.线性系统能控性实验；
- 2.线性系统能观性实验；
- 3.调试仿真程序；
- 4.运行仿真系统。

**【实践要求】**

- 1.写出要求的实验程序；
- 2.记录各命令运行后的结果。

**项目二 状态反馈与状态观测器**

**【教学目标】**

- 1.实现状态反应的设计；
- 2.实现状态观测器的设计。

**【实践内容】**

- 1.掌握状态反馈极点配置的设计方法。
- 2.研究不同极点配置对系统动态性能的影响。
- 3.掌握观测器的构成及设计方法。
- 4.研究观测器在状态反馈极点配置中的应用。

**【实践要求】**

- 1.写出要求的实验程序；
- 2.记录各命令运行后的结果。

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	绪论	1	0
主题二	控制系统的数学模型	5	0

主题三	线性控制系统的运动分析	6	0
主题四	控制系统的能控性与能观测性	4	2
主题五	控制系统稳定性	4	0
主题六	线性定常系统的综合	8	2
合计		28	4

### (三) 学时分配

## 六、课程教学方法与策略

1.采用启发式教学方法，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识；

2.采用多媒体辅助教学方法，多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性。课堂教学主要讲述状态空间表达式的基本概念，基本原理、基本分析、计算和设计方法。并将简单的单输入/单输出工程实例融入理论教学中，使学生能够更加容易理解抽象的理论知识，提高学习控制理论的兴趣，熟悉控制系统分析与设计的理论知识体系，形成良好的思维方式和学习方法。在课堂教学中，充分引入互动环节，提高教学效果；

3.针对某些较为容易或先期讲解较为充分的知识点，列出部分内容作为学生自主学习环节，训练、形成良好的专业知识学习方法，培养学生自主学习意识和能力；

4.采用案例教学方法。理论教学与工程实际相结合，引导学生通过工程实际加深对基本理论知识的掌握。采用问题研讨及鼓励式教学方式，培养学生理论知识的应用能力、实验数据分析和处理能力及团队协作能力。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核(平时考核)、实验报告和课终考核(期末考核)。过程性考核(平时考核)方式包括课堂表现、平时作业等。

实验报告：考核学生实验过程的操作能力及实验结果正确与否，根据报告完成情况确定成绩。

课终考核（期末考核），采用考试形式。

## 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 1	(1) 状态空间表达式； (2) 由微分方程求状态空间表达式； (3) MATLAB 进行模型的转换	过程性考核、作业、实验报告、课终考核
课程目标 2	(1) 能观测性及其判据； (2) 能控性及其判据； (3) MATLAB 应用	过程性考核、作业、实验报告、课终考核
课程目标 3	(1) 理解状态反馈； (2) 掌握最小实现的定义和求解方法； (3) 掌握状态反馈与输出反馈实现的充要条件；	过程性考核、作业、实验报告、课终考核
课程目标 4	过程性考核	作业、出勤、实验报告与课堂表现

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。 3.实验报告：考核学生实验过程的操作能力及实验结果正确与否，完成质量如何。 4.考勤：仅作为平时成绩的参考，比重不能超过平时成绩的 10%。	40
期末考核	期末考试	60

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]刘豹.现代控制理论(第 3 版)[M].机械工业出版社,2011.

### (二) 其他资料

[1]闫茂德.现代控制理论[M].机械工业出版社,2016.

[2]王孝武.现代控制理论基础(第三版)[M].机械工业出版社,2013.

## 九、其他说明

- (一) 制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。
- (二) 参与人：徐善智，刘子源。

# 《电气制图与识图》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电气制图与识图				
课程英文名称	Electrical Drawing and Drawing				
课程编码	220601013	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查		
先修课程	电路理论，电气控制与 PLC 技术				
学分/学时	1.5/24	理论学时	8	上机学时	16
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	郑锁珍		

## 二、课程简介

《电气制图与识图》课程是电气工程及其自动化、电气工程与智能控制专业理论和实践并重的学科基础基础课，是一门基础性、工具性、理论性和实践性兼备的课程。起着联系理论课程与工程应用的纽带作用，对培养学生综合应用专业知识分析实际工程问题的能力具有重要的意义。

## 三、课程学习基本要求

通过本课程的学习，要求学生熟练掌握电气工程 CAD 软件的使用方法，熟悉常规电气工程图纸的设计规范，具有一般电气工程图纸的初步工程设计能力；树立正确的设计思想，了解国家当前的有关技术经济政策；具有运用标准、规范、手册、图册等有关技术的能力；掌握 AutoCAD 基本知识，基本操作，图形编辑，文字标注与尺寸标注、图块与属性、打印等内容，常用电气元件的符号和绘制标准，电气工程图纸的主要类型、结构、应用、标准等。培养学生分析问题、解决问题的综合素质；培养团队精神，养成耐心细致、不断进取的良好职业习惯。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1.了解国家有关电气制图的标准及规范，熟练掌握各种常用电气工



程图的识读和绘制。

课程目标 2.系统地掌握 Auto CAD 计算机绘图软件的基本绘图操作环境,掌握 Auto CAD 软件的绘图命令、编辑命令、尺寸标注、文字标注、图层使用、图块使用等二维命令的一般操作。

课程目标 3.通过实验训练,掌握电气工程图的基本绘制方法,培养电气工程图的计算机绘制能力,从而培养学生在设计过程中发现问题、分析问题的能力;并使学生能够完成一般的计算机辅助设计过程。

课程目标 4.课程思政的主要目的是教书育人同以德铸魂相融合,专业技能同价值引领协同发展,培养学生成为以知识为载体的、有家国情怀有担当意识的当代有志青年。“电气制图与识图”以“大工匠精神”作为核心课程思政教学目标,促使学生坚定理想信念,塑造积极向上的精神风貌。课程融入思政元素,增强学生的爱国主义情怀和民族自信心,要求学生遵纪守法,培养学生一丝不苟、精益求精的工匠精神,提高学生的全局意识,塑造学生的美学素养,培养学生同心协力的团队合作精神。

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G5: 使用现代工具	5.1: 了解工程活动中常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法,并理解其局限性。	课程目标 2、3
G6: 工程与社会	6.1: 了解电气工程与智能控制专业相关领域的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规,理解不同社会文化对工程活动的影响。	课程目标 1、2、3
G8: 职业规范	8.1: 有正确价值观,理解社会主义核心价值观、了解国情、维护国家利益,具有推动民族复兴和社会进步的责任感。	课程目标 4

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	电气工程制图规则	课程目标 1、4

主题二	AutoCAD 绘图基础	课程目标 2、3、4
主题三	工厂电气控制识图与绘图	课程目标 1、2、3、4
主题四	发变电一次工程图识图与绘制	课程目标 1、2、3、4
主题五	电子、通信线路及装置的识图与绘图	课程目标 1、2、3、4

## (二) 具体内容

### 主题一 电气工程制图规则

#### 【教学目标】

- 1.了解电气工程图的基本分类；
- 2.掌握电气工程图的制图规范；
- 3.掌握电气工程图元件的表示方法；
- 4.掌握电气工程图中连接线的表示方法；
- 5.掌握电气工程图中线路的表示方法；

6.以课程思政为背景和根基，讲授电气制图需要符合国家标准，强调“规矩”在学习和工作中的重要性，教导学生不能贪图眼前的短期小利，从细节上培养学生兢兢业业、一丝不苟的爱岗敬业精神。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：电气制图的分类及其表示方法。
- 2.难点：电气制图的分类及其表示方法。

#### 【课程内容】

- 1.电气 CAD 绘图基础；
- 2.电气制图的分类及其表示方法；
- 3.课程思政融入点“不以规矩，不成方圆”为切入点，讲述严谨、守规的重要性。

### 主题二 AutoCAD绘图基础

#### 【教学目标】

- 1.了解 AutoCAD 的绘图入门知识；
- 2.掌握 AutoCAD 的基本操作、设置绘图环境、掌握数据的输入方法、掌握绘图辅助工具的应用；
- 3.掌握直线、圆、矩形、弧、椭圆、正多边形、圆环、多段线、点的绘制命令；
- 4.总结我国工业技术领域的弱点，鼓励学生学成后投入到国家基础软件的自主

研发中，培养学生的爱国主义情怀；同时，结合国家重点电气工程项目的介绍，增强学生的民族自信心。

### **【重点、难点】**

- 1.重点：二维图形绘制，二维图形编辑，文字与编辑文字，尺寸标注。
- 2.难点：二维图形绘制，二维图形编辑。

### **【课程内容】**

- 1.AutoCAD 的基本操作；
- 2.二维图形绘制；
- 3.二维图形编辑；
- 4.文字与编辑文字；
- 5.尺寸标注；
- 6.图形输出；
- 7.培养学生以正确的价值观去学习，加强学生的爱国主义情怀教育。

## **主题三 工厂电气控制识图与绘图**

### **【教学目标】**

- 1.掌握 AutoCAD 常用绘图工具的使用；
- 2.掌握 AutoCAD 常用编辑工具的使用；
- 3.掌握利用 AutoCAD 绘制工厂电气控制图的方法；
- 4.了解典型继电逻辑控制电路的原理；
- 5.了解典型电气图形符号的表示方法；
- 6.培养学生严谨的科学精神和一丝不苟的工作态度。

### **【重点、难点】**

- 1.重点：电气控制图常用的图形符号及绘制方法。
- 2.难点：平面磨床电气控制原理图的识图与绘图。

### **【课程内容】**

- 1.电气控制图阅读及绘制基础；
- 2.电气控制图常用的图形符号及绘制方法；
- 3.双速异步电动机控制原理图的识图与绘制；
- 4.平面磨床电气控制原理图的识图与绘图；
- 5.坚守科研的初心和底线，为民族复兴积蓄知识和力量。

## 主题四 发变电一次工程图识图与绘制

### 【教学目标】

- 1.掌握 AutoCAD 常用绘图工具的使用；
- 2.掌握 AutoCAD 常用编辑工具的使用；
- 3.掌握利用 AutoCAD 绘制发变电一次工程图的方法；
- 4.了解发变电一次工程图的原理；
- 5.电气主接线图常用的图形符号；
- 6.引导学生正确认识世界发展大势，全面客观地认识中国、看待世界，有助于提升学生对于中国道路、中国制度的自信。

### 【重点、难点】

- 1.重点：电气主接线图常用的图形符号及绘制方法。
- 2.难点：电气主接线图的识图与绘制。

### 【课程内容】

- 1.电气主接线图常用的图形符号及绘制方法；
- 2.电气主接线图的识图与绘制；
- 3.配电装置断面图的识图与绘制；
- 4.中国高压输电电力系统技术在世界处于前列，建立学生的自信心。

## 主题五 电子、通信线路及装置的识图与绘图

### 【教学目标】

- 1.掌握 AutoCAD 常用绘图工具的使用；
- 2.掌握 AutoCAD 常用编辑工具的使用；
- 3.掌握利用 AutoCAD 绘制电子、通信线路及装置的方法；
- 4.了解电子、通信线路图的原理；
- 5.电子线路常用图形符号；
- 6.作为未来祖国各行各业电气技术的栋梁之才，我们回望历史风烟，中国发展，来之不易；我们坚守当下责任，振兴中华，义不容辞；我们展望前行之路，不忘初心，始终不渝！

### 【重点、难点】

- 1.重点：电子线路常用图形符号及绘制。
- 2.难点：几种通信电子线路电路识图和绘图。

## 【课程内容】

- 1.电子线路常用图形符号及绘制；
- 2.三极管结构示意图识图与绘制；
- 3.单相桥式全波整流电路识图与绘制；
- 4.共射放大电路；
- 5.四运放管脚排列图；
- 6.几种通信电子线路电路识图和绘图；
- 7.来之不易的非凡成就，是中国人用自力更生、艰苦奋斗、智慧创新甚至血汗换来的。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	上机学时
主题一	电气工程制图规则	1	1
主题二	AutoCAD 绘图基础	4	6
主题三	工厂电气控制识图与绘图	1	3
主题四	发变电一次工程图识图与绘制	1	3
主题五	电子、通信线路及装置的识图与绘图	1	3
合计		8	16

## 六、课程教学方法与策略

1.讲授法：采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识；采用案例教学。理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识对产品进行精度设计；

2.问答法：采用互动式教学。课内实验演练和答疑相结合；

3.演示法：采用电子教案，PPT 课件，多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性；

4.练习法：围绕各章教学重点内容，布置电路图绘制大作业。首先对不同电路

图识读；其次根据不同电路图的特点绘制，要求学生设置绘图环境（包括新建文件、设置绘图工具栏、设置图层），然后，绘制图形符合、电路图，最后添加注释文字，完善电路图。通过多个电路图的绘制训练，提高学生软件的使用能力和解决问题的能力。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为平时考核、上机操作考试和期末考核。

平时考核方式包括出勤、平时作业。

上机操作考核共 5 个实验任务，进行提问和检查，根据任务完成情况确定成绩。

期末考核，采用考查形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 1	1.电气制图的标准及规范 2.电气工程图的识读和绘制	绘图、报告
课程目标 2	1.二维绘图命令 2.二维编辑命令 3.文字编辑 4.尺寸标注	绘图、报告
课程目标 3	电气工程图的识读和绘制	报告
课程目标 4	辩证角度思考问题，具有家国情怀和爱国主义精神，奉献精神，正确的行业价值观人生价值观。	课堂表现、出勤

### （二）成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
平时考核	1.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。平时成绩一次未交扣除 10 分，作业质量酌情扣分，总分 100 分。 2.考勤：记录上课及上机的考勤，未到 1 次扣 10 分，总分 100 分。	20
上机操作考核	1.共 5 个实验任务，进行提问和检查，根据任务完成情况确定成绩。	40

	2. 每个任务 20 分，共 5 个任务，合计 100 分。	
期末考核	教师给出 3~5 个项目，学生选择一项目，独立完成该项目原理图的绘制，并完成实验报告。实验报告需包括：工作原理、绘制步骤、每一步的截图和最终原理图。总分 100 分。	40

## 八、参考资料

### （一）参考教材

[1]李忠勤.电气 CAD 工程实践技术[M].化学工业出版社,2019.

[2]郑传文,解璞,李瑞主编.AutoCAD 2014（中文版）电气设计基础与实例教程[M].机械工业出版社,2014.

### （二）其他资料

[1]左昉,胡仁喜等编著.电气 CAD 实例教程[M].人民邮电出版社,2012.

[2]吴比,姚红媛,苏会人著.Auto CAD2018 中文版电气设计实战手册[M].清华大学出版社,2019.

## 九、其他说明

（一）制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。

（二）参与人：李明。

# 《信号分析与处理》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	信号分析与处理				
课程英文名称	Signal Analysis and Processing				
课程编码	220602014	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查		
先修课程	复变函数与积分变换, 电路理论				
学分/学时	2/32	理论学时	32	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	蒋卫东		

## 二、课程简介

《信号分析与处理》是电气工程与自动化类专业的重要专业理论课程。本课程是数学分析工具与工程信号与系统分析设计的桥梁和纽带。本课程采用信息论和系统论对工程实际问题进行抽象分析,系统地阐述信号分析与处理的基本概念、原理、技术和方法,主要研究对象是连续时间信号与系统。通过本课程的学习,使学生系统地掌握信号分析与处理的基础知识,与后续的系统类课程结合,构成关于信号、系统的分析以及综合设计的完备知识结构,培养学生信号理论分析和计算的能力。

## 三、课程学习基本要求

学生在学习本课程时,需要以信号分析、处理为主线,掌握在不同讨论域连续信号分析、离散信号分析方法,以及信号与线性系统的关系,并掌握模拟和数字滤波器的基本理论和设计方法,为后续的理论课程和专业课程的学习打下坚实的理论基础。在学习本课程时,课堂学习之外,学生可以通过中国大学MOOC、国家智慧教育服务平台等网站进行课后学习。

学生在学习本课程时,需要必须阅读的教学教材:《信号分析与处理》(第3版)赵光宙主编,机械工业出版社;学生选读的教学教材:《信号与系统》Alan V.Oppenheim等著,刘树堂译,西安交通大学出版社。



学生在学习本课程时，需要按时上课，认真听课，及时回答任课教师提出的问题；按时保质完成章节作业、单元测试，针对答疑环节认真听课，积极复习准备期末考试。

学生在学习本课程时，任课教师需要制定合适的调查问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标情况，学生需要认真填写调查问卷进行课程目标达成情况进行评价。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.能够从时域、频域及复频域角度，列写、推导信号与系统的线性分解、变换及其基本性质。

课程目标2.能够具备信号运算和变换的分析能力，能够运用信号分解方法、线性理论等相关基础理论，结合工程问题特征及其数学模型选择适合的分析域进行系统分析。

课程目标3.课程思政目标：以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持知识传授与价值引领相结合，运用可以培养大学生理想信念、价值取向、政治信仰、社会责任的题材与内容，全面提高大学生明事辨理、明辨是非的能力，让学生通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，通过巧妙和科学的内容设计，引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，不断提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感，培养德智体美劳全面发展、堪当民族复兴大任的社会主义建设者和接班人。

### （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.1: 能够将数学、物理等自然科学知识应用到电气工程与智能控制工程问题的表述。	课程目标1、3
G2: 问题分析	2.1: 能够运用数学、物理和专业基础知识的科学原理，对电气与智能控制工程领域内的复杂工程问题进行分析，识别工程问题中的关键环节。	课程目标2、3

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	绪论	课程目标3
主题二	连续信号的分析	课程目标1、2、3
主题三	离散信号的分析	课程目标1、2、3
主题四	信号处理基础	课程目标1、2、3
主题五	滤波器	课程目标1、2、3

### (二) 具体内容

#### 主题一 绪论

##### 【教学目标】

- 1.了解：信号的定义及分类；
- 2.理解：信号分析与处理的基本概念及处理信号的系统。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：信号的分类；信号处理系统结构；
- 2.难点：能量信号与功率信号。

##### 【课程内容】

- 1.信号的概念；
- 2.信号的分类；
- 3.信号分析与处理概述；
- 4.信号处理系统。

#### 主题二 连续信号的分析

##### 【教学目标】

- 1.了解：连续信号的时域描述；
- 2.理解：连续信号的时域运算；信号的分解形式；拉普拉斯逆变换的求解方法；
- 3.掌握：几种常见信号的频谱；周期信号的傅里叶级数及傅里叶变换，非周期信号的傅里叶变换；傅里叶变换的性质；拉普拉斯变换的定义、收敛域；
- 4.熟练掌握：拉普拉斯变换的性质；

##### 【重点、难点】

1.重点：连续信号的频域、复频域分析；拉普拉斯变换的性质；拉普拉斯逆变换。

2.难点：傅里叶级数与傅里叶变换的关系；拉普拉斯变换收敛域。

### 【课程内容】

1.连续信号的时域描述和分析；

2.连续信号的频率分析；

3.连续信号的复频率分析。

## 主题三 离散信号的分析

### 【教学目标】

1.了解：几种常用典型离散信号；

2.理解：离散信号的时域运算；连续信号的采样及恢复；理解时域、频域采样定理快速傅里叶变换的算法原理；

3.掌握：周期信号的离散傅里叶级数及性质；非周期信号的傅里叶变换及性质；离散信号的傅里叶变换及性质；FFT的应用； $z$ 变换的定义、收敛域、性质及计算。

### 【重点、难点】

1.重点：离散信号的频域、复频域分析； $z$ 变换的性质； $z$ 反变换；

2.难点：傅里叶级数与傅里叶变换的关系；DTFT、DFT、 $z$ 变换的相互关系； $z$ 变换的收敛域。

### 【课程内容】

1.离散信号的时域描述和分析；

2.离散信号的频域分析；

3.快速傅里叶变换；

4.离散信号 $z$ 域分析。

## 主题四 信号处理基础

### 【教学目标】

1.了解：系统的概念、性质；数字信号处理技术的特点及实现方法；

2.理解：信号的线性系统处理方法；

3.掌握：系统的主要属性。

### 【重点、难点】

1.重点：时域分析法；频域分析法；复频域分析法；无失真传输系统的条件；

2.难点：零状态响应；微分方程的S域求解；差分方程的Z域求解。

### 【课程内容】

- 1.信号处理系统及其性质；
- 2.信号的线性系统处理；
- 3.数字信号处理技术。

## 主题五 滤波器

### 【教学目标】

- 1.了解：滤波器的基本概念；滤波器的技术指标；
- 2.理解：模拟滤波器的设计过程；数字滤波器的设计过程；
- 3.掌握：冲激响应不变法和双线性变换法；线性相位 FIR 滤波器的特性；不同窗口的特性；能确定频率采样设计法的主要参数。

### 【重点、难点】

1.重点：巴特沃斯低通滤波器设计；切比雪夫低通滤波器设计；无限冲激响应数字滤波器设计；有限冲激响应数字滤波器的设计。

2.难点：模拟滤波器的系统函数；模拟滤波器的频率变换；模拟滤波器与无限冲激响应数字滤波器的关系；冲激响应不变法与双线性变换法的区别；无限冲激响应数字滤波器网络结构；有限冲激响应数字滤波器的网络结构。

### 【课程内容】

- 1.滤波器概述；
- 2.模拟滤波器；
- 3.数字滤波器。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	绪论	2	0
主题二	连续信号的分析	8	0
主题三	离散信号的分析	8	0
主题四	信号处理基础	8	0

主题五	滤波器	6	0
合计	32		0

## 六、课程教学方法与策略

1.以多媒体教学与传统板书教学相结合的教学方法,教学涉及到系统求解过程等分析步骤较多的内容,从而实现使学生了解整个分析过程,提高课堂教学信息量,增强教学的直观性;

2.以启发式教学的教学方法,教学时域及变换域分析内容,从而实现培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力,引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识;

3.以案例教学的教学方法,教学滤波器设计内容,从而实现引导学生应用基本理论知识对系统进行精度设计。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程考核(平时考核)、课终考核(期末考核)。

过程考核(平时考核)方式包括课堂表现、作业完成情况、考勤等。

课终考核(期末考核),采用考查形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	连续、离散信号及系统的时域描述和分析;连续、离散信号及系统的频域分析、复频域分析	平时考核、期末考核
课程目标2	信号的采样和恢复、滤波器设计	平时考核、期末考核
课程目标3	价值观念、思想道德素养、学生服务国家服务人民的社会责任感	平时考核、期末考核

### (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现:学生主动参与课堂练习、讨论,创造性地提出问题的能力,比重10%。 2.作业完成情况:学生平时作业提交次数及完	30

	成质量，比重10%。 3.考勤：比重10%。	
期末考核	期末考查	70

## 八、参考资料

### （一）参考教材

[1]赵光宙.信号分析与处理（第3版）[M].机械工业出版社,2016.

[2]乔冬莲.信号分析与处理（第1版）[M].机械工业出版社,2021.

### （二）其他资料

[1]Alan V.Oppenheim.信号与系统（第2版）[M].西安交通大学出版社,2010.

[2]AEdward W Kamen等.应用Web和Matlab的信号与系统基础（第2版）[M].电子工业出版社,2011.

## 九、其他说明

（一）制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

（二）参与人：张珍凤。

# 《电气工程学科概论》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电气工程学科概论				
课程英文名称	Introduction to Electrical Engineering				
课程编码	220601012	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查		
先修课程					
学分/学时	1/16	理论学时	16	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	任家智		

## 二、课程简介

本课程是电气工程学科各专业主要选修课之一，对进一步学习电气专业知识起到“导航”作用。其任务是在不涉及过多专业理论知识的前提下，使学生对电气学科/专业的概貌有一个系统、全面的了解，要求了解电气工程学科/专业的发展历史及未来趋势，以及国内外部分大学的专业设置及培养模式；熟知本学科/专业的课程体系、专业特点、人才培养目标、学科结构等相关内容；了解电机电器及其控制、电力系统及其自动化、电力电子与电力传动、高电压与绝缘技术、电工理论与新技术等学科的研究内容和应用领域，坚定学生从事电气工程领域的研究和技术工作的决心和信心。

## 三、课程学习基本要求

本课程通过课堂讲授，结合文献资料查阅，撰写课程报告，使学生初步了解电气工程学科的研究内容、应用领域及发展趋势。学生期末按考核要求提交课程报告。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1.了解电气工程及其自动化专业的发展历史及未来趋势以及国内外部分大学的专业设置及培养模式。

课程目标 2.明确本专业的课程体系、专业特点、人才培养目标、学科结构等相关内容。

课程目标 3.了解电机电器及其控制、电力系统及其自动化、电力电子与电力传动、高电压与绝缘技术、电工理论与新技术等学科的研究内容、应用领域及典型案例。

课程目标 4.具有家国情怀、敢为人先、无私奉献的精神。

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G7. 环境和可持续发展	7.1: 知晓和理解有利于环境保护、社会可持续发展的电气工程发展方向。	课程目标 1、2、3
G12. 终身学习	12.1: 能在社会发展的大背景下, 认识到自主和终身学习的必要性。	课程目标 3、4

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	电气工程及其本科教育	课程目标1、2
主题二	电机电器及其控制	课程目标3、4
主题三	电力系统及其自动化	课程目标3、4
主题四	电力电子与电力传动	课程目标3、4
主题五	高电压与绝缘技术	课程目标3、4
主题六	电工理论与新技术	课程目标3、4

### (二) 具体内容

#### 主题一 电气工程及其本科教育

##### 【教学目标】

- 1.了解电气工程及其自动化专业发展史;
- 2.了解电气工程专业设置的使命;



- 3.掌握电气工程专业的课程体系与知识结构；
- 4.明确电气工程专业的未来发展趋势；
- 5.使同学们具有科学探索，勇于实践的精神。

### 【重点难点】

重点及难点：中国电力工业发展史和奠基人、电气工程相关学科与知识结构、专业培养目标与定位。

### 【课程内容】

- 1.电气工程及其自动化专业的内涵与发展；
- 2.电气工程及其自动化专业的使命；
- 3.电气工程及其自动化专业的课程体系和专业基础；
- 4.电气工程及其自动化专业的未来需求与教学改革；
- 5.课程思政：介绍中国及世界电气科学家、教育家的生平和业绩，以及我国电气学科的发展历程，激发学生献身电气事业、实现民族复兴的信心和决心。

## 主题二 电机电器及其控制

### 【教学目标】

- 1.了解电机在国民生产中的作用；
- 2.熟悉电机电器的分类和类型；
- 3.熟知电机的主要应用范围；
- 4.明确电机电器及其控制的发展趋势；
- 5.具有奉献精神，科技报国。

### 【重点、难点】

- 1.重点：电机及电器的主要类型、电力系统中的高低压电器；
- 2.难点：电机电器及其控制。

### 【课程内容】

- 1.电机的作用和发展历程；
- 2.电机的分类和主要类型；
- 3.电机的主要应用；
- 4.电器的分类及主要类型；
- 5.电机电器及其控制发展趋势；
- 6.课程思政：介绍“中国电机之父”—钟兆琳先生以及电机电器在我国电力系统、

交通运输及航空航天等领域中的作用，激励学生学好电机电器知识，为从事电气领域工作奠定坚实基础。

### 主题三 电力系统及其自动化

#### 【教学目标】

- 1.了解电力工业的发展概况；
- 2.熟知电力系统的组成与特点；
- 3.掌握发电厂和变电所的类型及特点；
- 4.掌握电力系统的电压等级、接线方式和运行方式；
- 5.掌握电力系统中性点的运行方式；
- 6.明确电力新技术的发展方向；
- 7.具有技术自强，敢为人先的精神。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：电力系统的运行方式、电力系统安全控制；
- 2.难点：电力系统安全控制。

#### 【课程内容】

- 1.电力系统的发展历程；
- 2.电力系统简介；
- 3.发电厂；
- 4.电力网和变电站；
- 5.电力系统运行与控制；
- 6.电力新技术；
- 7.课程思政：介绍特高压输电系统、水电及核电工程成就，特别是十八大以来建成的乌东德水电站、华龙核电机组等，让学生深刻感受到中国电力已走在世界前列，增强民族自豪感，增强作为中国人的底气、骨气和志气。深入挖掘其他思政元素，如“熊猫电站”、嫦娥、玉兔、祝融、天和等电力新技术应用场景，引出诸如一带一路、强国梦等。

### 主题四 电力电子与电力传动

#### 【教学目标】

- 1.了解电力电子与电力传动发展史；
- 2.掌握电力电子与电力传动的主要研究内容；

- 3.掌握电力电子技术的主要应用领域；
- 4.掌握电力传动控制系统的主要类型；
- 5.了解电力传动控制技术的发展趋势；
- 6.使同学具有科学探索，攻坚克难，民族自豪感。

### 【重点、难点】

电力电子技术研究内容、应用方式和发展趋势。

### 【课程内容】

- 1.电力电子与电力传动的发展历程；
- 2.电力电子技术的基本内容；
- 3.电力传动系统的类型及应用；
- 4.电力电子技术的应用；
- 5.电力电子与电力传动技术的发展趋势；
- 6.课程思政：介绍电力电子在新能源接入电网中的应用和电力传动在高铁中的应用，引入“双碳”目标的实现路径和“复兴号动车组”的成就，阐述中国构建人类命运共同体的决心，进一步增强学生的民族自豪感和报效祖国的情怀。

## 主题五 高电压与绝缘技术

### 【教学目标】

- 1.了解高电压与绝缘技术领域的发展现状；
- 2.掌握高电压与绝缘技术学科方向的主要研究内容；
- 3.掌握高电压与绝缘技术的评价方式；
- 4.具有攻坚克难，实干苦干的态度。

### 【重点、难点】

高电压技术研究的内容和应用的方式以及高电压技术的发展趋势。

### 【课程内容】

- 1.高电压与绝缘技术的主要内容；
- 2.绝缘材料；
- 3.高电压设备绝缘技术；
- 4.过电压保护与高电压试验技术；

5.高电压设备绝缘诊断与状态评价；

6.课程思政：介绍超特高压带电作业检修的“大国工匠”事迹，鼓励学生恪守专业素养，遵守职业道德，献身科学、献身电力，通过科技创新-无人机线路巡检，实现安全作业。

## 主题六 电工理论与新技术

### 【教学目标】

- 1.了解电工理论发展概述；
- 2.掌握电工新技术的主要研究内容；
- 3.掌握电工理论与新技术地位和作用；
- 4.了解我国电工科学的现状与发展；
- 5.使学生意识到储能新技术不但能服务社会，还是国家能源战略问题。

### 【重点、难点】

电工理论与新技术研究的主要内容以及新能源技术、无线电能传输的原理。

### 【课程内容】

- 1.电工理论与新技术的主要内容；
- 2.电工理论研究进展；
- 3.新能源技术；
- 4.无线电能传输；
- 5.超导电力技术；
- 6.磁悬浮技术；
- 7.脉冲功率技术；
- 8.生物电磁学；
- 9.微机电系统；
- 10.电工新技术展望；
- 11.课程思政：介绍我国新能源领域的成就，通过“熊猫电站”引入一带一路战略，体现了一个有担当的大国责任；介绍超导电力技术和磁悬浮技术的中国成就，鼓励学生要勇于创新勇于探索，通过学科交叉融合在基础研究和原始创新中创造佳绩。

### （四）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实践/实验/上机学时
主题一	电气工程及其本科教育	2	0
主题二	电机电器及其控制	3	0
主题三	电力系统及其自动化	4	0
主题四	电力电子与电力传动	3	0
主题五	高电压与绝缘技术	2	0
主题六	电工理论与新技术	2	0
合计		16	0

## 六、课程教学方法与策略

通过课堂讲授、书面作业及课程报告，引导学生更好地了解电气工程学科/专业，对电气工程专业建立浓厚兴趣，增强学生学好电气工程专业的信心和决心。

### 1.课堂讲授

(1) 采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生通过查阅文献获取所需要的知识。

(2) 采用电子教案，PPT 课件，多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性。

(3) 采用案例教学。通过电气工程典型案例与社会生活实践相结合，引导学生树立正确的人生观、价值观和为中国电气工程事业奋斗终身的信念。

(4) 采用互动式教学。课内讨论和课外答疑相结合。

### 2.书面作业及课程报告

围绕各专题教学重点内容，布置一定数量的课后作业，期末按要求完成课程报告。引导学生运用所学理论知识进行剖析、讨论，提升学生分析问题、解决问题的能力。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1.具体方式

课程考核分为过程考核（平时考核）和课终考核（期末考核）。

过程考核（平时考核）方式包括课堂表现、考勤及书面作业。

课终考核（期末考核），采用课程报告形式。

## 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	了解电气工程及其自动化专业的发展历史及未来趋势以及国内外部分大学的专业设置及培养模式。	课堂表现、书面作业、课程报告
课程目标2	明确本专业的课程体系、专业特点、人才培养目标、学科结构等相关内容。	课堂表现、书面作业、课程报告
课程目标3	了解电机电器及其控制、电力系统及其自动化、电力电子与电力传动、高电压与绝缘技术、电工理论与新技术等学科的研究内容、应用领域及典型案例。	课堂表现、书面作业、课程报告
课程目标4	培养学生具有家国情怀、敢为人先、无私奉献的精神。	课堂表现、书面作业、考勤、课程报告

## （二）成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。（10%） 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。（20%） 3.考勤：仅仅是平时成绩的参考，比重不能超过平时成绩的20%。	50
期末考核	课程报告	50

## 八、参考资料

### （一）参考教材

[1]戈宝军.电气工程及其自动化专业导论[M].机械工业出版社,2020.

### （二）其他资料

[1]范瑜.电气工程概论(第3版)[M].高等教育出版社,2021.

[2]孙元章.走进电世界-电气工程与自动化（专业）概论（第二版）[M].中国电力出版社,2014.

## 九、其他说明

- (一) 制定依据：依据山西能源学院2022版人才培养方案制定。
- (二) 参与人：孙江，陈姝姝。

# 《专业外语》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	专业外语				
课程英文名称	Professional foreign language				
课程编码	220601016	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查		
先修课程	电气工程学科概论，电路理论				
学分/学时	1/16	理论学时	16	实践学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	邢智博		

## 二、课程简介

《专业外语》课程是电气工程及其自动化、电气工程与智能控制专业基础课。本课程着重于培养学生对英文专业资料、文献和信息的阅读能力，培养学生专业写作能力，同时兼顾培养学生的专业英文听说能力。

## 三、课程学习基本要求

本课程课程基本要求是基于课本，结合电气工程专业实际，提升学生电气工程专业外语能力水平。学生必须完成各章节 1-2 节的内容学习，对电机与电器、电力系统自动化、高电压与绝缘技术和电力电子与电力传动等课程的专业英语表达和词汇有一定认知和理解。熟练掌握阅读专业文献的方法，通过专业英语的学习，达到扩充学生的专业词汇量、熟练掌握科技英语和专业英语特点的教学目的，并为今后的工作奠定专业英语的基础。学生需按时参加课程，每节课结束前预留 3-5 分钟答疑时间，学生需按时提交作业，作业频次保持在 2 周一次及以上，学期结束进行考查。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.培养学生对能够对电气专业英文资料、文献和信息的熟练阅读能力；



课程目标2.通过专业英语的理论学习，培养学生专业写作能力，同时兼顾培养学生的专业英文听说能力；

课程目标3.培养学生具备分析通用英语和专业英语不同特点的能力；

课程目标4.通过学习专业外语，提升英文水平，学习西方有关电气工程的先进理念，提高个人专业知识素养，更好的服务社会，更好的建设社会主义现代化强国。

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.4: 能够利用相关的基础知识和专业知识，用于电气工程问题解决方案的比较和综合。	课程目标1、4
G2: 问题分析	2.3: 能认识到解决问题有多种方案可选择，会利用文献研究方法，对复杂的工程问题分析、寻求可替代的解决方案。 2.4: 能运用运用数学、物理和专业基础知识的基本原理，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	课程目标2
G10: 沟通	10.2: 了解电气工程领域的国际发展趋势、研究热点，理解和尊重世界不同文化的差异性和多样性。 10.3: 具备跨文化交流的语言和书面表达能力，能就专业问题，在跨文化背景下进行基本沟通和交流。	课程目标1、3

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	电气工程专业外语概述	课程目标1、2、3、4
主题二	电路理论基础	课程目标1、2
主题三	电力电子电路与自动控制	课程目标1、2
主题四	电机与电力拖动	课程目标1、2
主题五	电力系统设备及自动化	课程目标1、2

主题六	高电压绝缘、接地与防雷	课程目标1、2
-----	-------------	---------

## (二) 具体内容

### 主题一 电气工程专业外语概述

#### 【教学目标】

1. 学生掌握专业英语的语法特点、对相关词汇特点有一定了解；
2. 了解专业外语的使用场景；
3. 了解IEEE等电气专业期刊网站的使用。

#### 【重点、难点】

1. 重点：电气工程使用外语的实际意义。
2. 难点：电气工程专业不同学科当前发展趋势变化较大，技术路径比较复杂。

#### 【课程内容】

1. 电气工程专业使用外语的实际意义；
2. 电气工程专业各学科当前发展趋势；
3. 电气工程英文期刊及文献推荐。

### 主题二 电路理论基础

#### 【教学目标】

1. 掌握电路理论相关的专业词汇和语句表达；
2. 了解专业英语中定语从句的翻译方法。

#### 【重点、难点】

1. 重点：电路理论基础关于电压电流及基础原理的英文表述。
2. 难点：戴维南定理，诺顿原理，KCL和KVL原理的讲解。

#### 【课程内容】

1. 对电路原理中“Current and Voltage”、“Circuit Elements”、“Ohm’s Law”和“Kirchhoff’s Laws”等原理进行学习；
2. 对电路原理中“Basic Analysis Methods”、“AC Circuit”等部分进行分析讲解。

### 主题三 电力电子电路与自动控制

#### 【教学目标】

1. 掌握电力电子电路相关的专业词汇和语句表达；
2. 掌握电力电子控制及驱动的专业词汇和语句表达；
3. 了解专业英语中状语从句的翻译方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点：电路理论基础关于电压电流及基础原理的英文表述。
- 2.难点：戴维南定理，KCL和KVL原理的讲解；升压和降压驱动电路。

### 【课程内容】

- 1.对电力电子电路中“Semiconductor Cells”、“The Integrated Circuits”和“Digital Logic”等原理进行学习；
- 2.对电力电子驱动控制部分中“Electric Drive”、“Drive Circuits”等部分进行分析讲解。

## 主题四 电机与电力拖动

### 【教学目标】

- 1.掌握电机原理相关的专业词汇和语句表达；
- 2.掌握电力拖动的专业词汇和语句表达；
- 3.了解专业英语中倒装句的翻译方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点：电机原理关于感应电机基础原理的英文表述；电力拖动关于电机驱动电路的英文表述。
- 2.难点：感应电机和永磁同步电机原理的讲解；电力拖动中动静态坐标的转换。

### 【课程内容】

- 1.对电机原理中“Principle of operation of an Inductive machine”和“Synchronous machines”等理论的英文表述进行讲解；
- 2.对电机拖动部分中“Machine Drive”、“Drive Circuits”、“Control Theory”等部分进行讲解。

## 主题五 电力系统设备及自动化

### 【教学目标】

- 1.掌握电力系统各种高低压设备的专业词汇和语句表达；
- 2.掌握电力系统自动化的专业词汇和语句表达；
- 3.了解专业英语中对于电气设备的专业词汇。

### 【重点、难点】

- 1.重点：电力系统高低压设备的英文表述；包括变压器、开关元件及保护设备的英文描述。电力系统的组成英文描述。

2.难点：距离保护的英文讲解，相关专业词汇的翻译。

### 【课程内容】

1.对电力系统中“Components of Power Systems”、“Operation and Control of Power Systems”进行讲解；

2.对电力系统中“Power System Equipments”和“Protective Relaying”等理论的英文表述进行讲解；

3.对电力系统自动化控制理论进行英文讲解，分析其发展趋势。

## 主题六 高电压绝缘、接地与防雷

### 【教学目标】

1.掌握电力系统高电压绝缘的专业词汇和语句表达；

2.掌握电力系统接地与防雷措施专业词汇和语句表达；

3.了解专业英语中对于关于高电压设备的专业词汇。

### 【重点、难点】

1.重点：高电压原理，击穿原理的英文表述；接地与防雷措施的表述。

2.难点：高电压设备的英文表述，接地与防雷设备的选取及其英文描述。

### 【课程内容】

1.对各种系统中“Introduction of Electrical Insulation”、“Overload Due to Lightning”进行讲解；

2.对电力系统中“Lightning Strokes and Arrester”和“Grounding”等理论的英文表述进行讲解。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实践学时
主题一	电气工程专业外语概述	1	0
主题二	电路理论基础	2	0
主题三	电力电子电路与自动控制	3	0
主题四	电机与电力拖动	4	0
主题五	电力系统设备及自动化	4	0

主题六	高电压绝缘、接地与防雷	2	0
合计		16	0

## 六、课程教学方法与策略

1.以教授法为基础，结合多媒体演示法，对专业外语主要内容进行讲解，在课程中，板书标记出重点内容及要点。对于一些电气行业发展趋势，辅以视频演示法，通过近期的英文纪录片，达到提升英文水平并且了解行业趋势的目的。

### 2.布置大作业

(1) 要求学生以小组的形式分别准备一场专业英语的讲座，如：“电路基础知识”、“智能电网介绍”、“自动控制系统工作原理”等主题，或学生版主选题，以小组为单位，明确每人分工与责任；

(2) 以小组为单位完成一份英文个人简历，并进行评比，激发学生的兴趣，也培养了学生的团队合作意识；

(3) 布置英文文章的写作任务，学生独立查阅写作格式和要求，锻炼学生的英文写作能力。根据写作情况，教师进行英文文章的写作规范讲解。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（期末考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、平时作业和小组活动情况等。

课终考核（期末考核），采用考查形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	期末考查、课堂提问和课后作业	过程性考核、期末考核
课程目标2	期末考查、课堂提问和课后作业	过程性考核、期末考核
课程目标3	课堂提问和互动活动	过程性考核
课程目标4	大作业阶段性考核	过程性考核

### (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习，创造性地提出问题的能力，占平时成绩30% 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量，占平时成绩30%。 3.考勤：仅仅是平时成绩的参考，比重不能超过总成绩的20%。 4.小组讨论情况：学生收集资料能力、研究设计能力、解决实际问题能力和合作研究能力，占平时成绩10%。	30
期末考核	期末考查	70

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]陆地.电气工程专业英语[M].中国水利水电出版社,2010.

### (二) 其他资料

[1]刘健.电力英语阅读与翻译[M].中国水利水电出版社,2009

[2]陈青.电气工程专业英语[M].中国电力出版社,2010.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：李明。

# 《计算机控制技术》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	计算机控制技术				
课程英文名称	Computer Control Technology				
课程编码	220602004	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查		
先修课程	电路理论，自动控制原理				
学分/学时	1.5/24	理论学时	24	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	蒋卫东		

## 二、课程简介

本课程是电气工程与智能控制专业的专业基础选修课程。其任务是在学习电路、电子技术及自动控制理论等课程的基础上，系统的阐述了计算机的接口技术、控制系统数据处理技术、抗干扰技术以及总线控制系统，使学生对计算机控制系统有较深入的认识，为以后的学习打下坚实的理论基础。

通过本课程的学习，使学生该对计算机控制系统的现状及发展有一定的了解，为从事与计算机控制有关的工作奠定一定基础。

## 三、课程学习基本要求

学生在学习本课程时，需要以计算机控制系统的组成、原理、接口技术、控制算法、抗干扰技术、设计方法和步骤为主线，涉及计算机技术、检测与转换技术、单片机技术等方面的内容。在学习本课程时，课堂学习之外，学生可以通过中国大学MOOC、国家智慧教育服务平台等网站进行课后学习。

学生在学习本课程时，需要必须阅读的教学教材：《计算机控制技术》苏小林主编，中国电力出版社；学生选读的教学教材：《计算机控制技术》刘川来等著，机械工业出版社。

学生在学习本课程时，需要按时上课，认真听课，及时回答任课教师提出的问题；按时保质完成章节作业、单元测试，针对答疑环节认真听课，积极复习准

备期末考试。

学生在学习本课程时，任课教师需要制定合适的调查问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标情况，学生需要认真填写调查问卷进行课程目标达成情况进行评价。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.通过本课程的学习，使学生了解计算机控制系统的类型和组成，掌握和熟悉计算机控制系统的输入输出、数据采集、数据处理等技术。

课程目标2.通过对控制技术的理论学习，要求掌握计算机控制系统的控制原理和分析设计方法，培养基本的设计技能，能够设计出简单的计算机控制系统。

课程目标3.课程思政目标：以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持知识传授与价值引领相结合，运用可以培养大学生理想信念、价值取向、政治信仰、社会责任的题材与内容，全面提高大学生明事辨理、明辨是非的能力，让学生通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，通过巧妙和科学的内容设计，引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，不断提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感，培养德智体美劳全面发展、堪当民族复兴大任的社会主义建设者和接班人。

### （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.4: 能够利用相关的基础知识和专业知识，用于电气工程问题解决方案的比较和综合。	课程目标 1、3
G3: 设计开发/ 解决方案	3.1: 掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开发方法和技术，了解影响设计目标和技术方案的各种因素。	课程目标 2、3

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
------	------	---------



主题一	计算机控制系统概述	课程目标1、3
主题二	过程通道与输入输出接口	课程目标1、3
主题三	人机接口技术	课程目标1、3
主题四	计算机控制系统数据处理技术	课程目标1、3
主题五	数字 PID 控制技术	课程目标1、3
主题六	计算机控制系统的抗干扰技术	课程目标1、3
主题七	计算机集散控制系统	课程目标1、3
主题八	现场总线控制系统	课程目标1、3
主题九	计算机控制系统设计与实现	课程目标2、3

## (二) 具体内容

### 主题一 计算机控制系统概述

#### 【教学目标】

- 1.了解计算机控制系统的组成，分类及选用原则。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：计算机控制系统的组成及分类。
- 2.难点：计算机控制系统的各种分类及工作方式。

#### 【课程内容】

- 1.计算机控制系统的组成；
- 2.计算机控制系统的分类；
- 3.计算机控制系统中的计算机；
- 4.计算机控制系统的发展趋势。

### 主题二 过程通道与输入输出接口

#### 【教学目标】

- 1.了解：过程通道的一般结构；
- 2.掌握：模拟量输入通道设计方法；模拟量输出通道的设计方法；数字量（尤其是开关量）输入输出通道的实现方法；拉普拉斯变换的性质。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：模拟量输入输出通道设计；数字量输入输出通道的实现。
- 2.难点：模拟量输入输出通道中信号检测、变换过程。

### 【课程内容】

- 1.过程通道的一般结构；
- 2.输入输出接口；
- 3.模拟量输入通道；
- 4.模拟量输出通道；
- 5.数字量输入输出通道。

## 主题三 人机接口技术

### 【教学目标】

- 1.理解：显示器、键盘、报警器接口和通信接口；
- 2.掌握：人机接口设计方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点：常用显示器和键盘接口技术；串行通信接口技术；
- 2.难点：矩阵式键盘接口技术；串行通信接口技术。

### 【课程内容】

- 1.计算机控制系统的人机交互通道；
- 2.显示器原理及接口技术；
- 3.键盘及接口技术；
- 4.报警器及接口技术；
- 5.通信接口技术。

## 主题四 计算机控制系统数据处理技术

### 【教学目标】

- 1.了解：数据处理的原理，了解数据通信技术；
- 2.理解：标度变换和常用查表技术。

### 【重点、难点】

- 1.重点：标度变换、数据结构及查表技术，数据通信技术。
- 2.难点：标度变换、串行数据通信格式。

### 【课程内容】

- 1.系统误差及自动校正；
- 2.线性化处理和非线性补偿；
- 3.标度变换；

- 4.数字滤波;
- 5.查表技术;
- 6.数据通信技术。

## 主题五 数字PID控制技术

### 【教学目标】

- 1.了解: PID整定方法;
- 2.掌握: 基本数字式PID算法和改进型PID算法。

### 【重点、难点】

- 1.重点: 基本数字 PID 控制算法的实现方法。
- 2.难点: 改进型 PID 控制算法的实现方法。

### 【课程内容】

- 1.PID 控制的概述;
- 2.数字 PID 控制算法的实现;
- 3.数字 PID 控制算法的改进;
- 4.数字 PID 控制参数的整定。

## 主题六 计算机控制系统的抗干扰技术

### 【教学目标】

- 1.了解: 干扰源, 干扰传播途径和干扰作用形式;
- 2.掌握: 几种常用的抗干扰技术。

### 【重点、难点】

- 1.重点: 基本数字 PID 控制算法的实现方法。
- 2.难点: 改进型 PID 控制算法的实现方法。

### 【课程内容】

- 1.干扰的来源和传播途径;
- 2.硬件抗干扰技术;
- 3.软件抗干扰技术。

## 主题七 计算机集散控制系统

### 【教学目标】

- 1.了解: 集散控制系统的基本概念; 集散控制系统的实现方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点：集散控制系统的结构体系。
- 2.难点：集散控制系统的实现方法。

#### **【课程内容】**

- 1.集散控制系统概述；
- 2.集散控制系统的硬件结构和软件技术；
- 3.集散控制系统的软件技术；
- 4.典型集散控制系统。

### 主题八 现场总线控制系统

#### **【教学目标】**

- 1.了解：现场总线及控制系统；
- 2.理解：几种典型的现场总线。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：现场总线及控制系统的基本概念。
- 2.难点：几种典型的现场总线的应用。

#### **【课程内容】**

- 1.概述；
- 2.典型的现场总线；
- 3.现场总线的应用。

### 主题九 计算机控制系统设计与实现

#### **【教学目标】**

- 1.理解：通过实例巩固和加深理解前面章节所学知识；
- 2.掌握：计算机控制系统的设计原则和步骤。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：将本章内容与前面知识联系起来，熟悉计算机控制系统各部分的设计。
- 2.难点：熟悉计算机控制系统的设计过程。

#### **【课程内容】**

- 1.计算机控制系统的设计原则和步骤；
- 2.系统总体方案设计；
- 3.硬件设计；
- 4.软件设计；

5.系统的调试与运行。

### (三) 学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	计算机控制系统概述	2	0
主题二	过程通道与输入输出接口	2	0
主题三	人机接口技术	2	0
主题四	计算机控制系统数据处理技术	4	0
主题五	数字 PID 控制技术	4	0
主题六	计算机控制系统的抗干扰技术	2	0
主题七	计算机集散控制系统	2	0
主题八	现场总线控制系统	2	0
主题九	计算机控制系统设计与实现	4	0
合计		24	0

## 六、课程教学方法与策略

1.以多媒体教学与传统板书教学相结合的教学方法,教学计算机控制系统概述、过程通道与输入输出接口、人机接口技术、计算机控制系统数据处理技术等内容,从而实现提高课堂教学信息量,增强教学的直观性;

2.以板书的教學方法,教学数字PID控制技术的内容,从而实现使学生了解整个分析过程;

3.以案例教学的教学方法,教学计算机集散控制系统、现场总线控制系统、计算机控制系统设计与实现等内容,从而实现引导学生应用基本理论知识对系统进行精度设计。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程考核（平时考核）、课终考核（期末考核）。

过程考核（平时考核）方式包括课堂表现、作业完成情况、考勤等。

课终考核（期末考核），采用考查形式。

## 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	计算机控制系统概述、过程通道与输入输出接口、人机接口技术、计算机控制系统数据处理技术、数字PID控制技术、计算机控制系统的抗干扰技术、计算机集散控制系统、现场总线控制系统	平时考核、期末考核
课程目标2	计算机控制系统设计与实现	平时考核、期末考核
课程目标3	价值观念、思想道德素养、学生服务国家服务人民的社会责任感	平时考核、期末考核

### （二）成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力，比重10%。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量，比重10%。 3.考勤：比重10%。	30
期末考核	期末考查	70

## 八、参考资料

### （一）参考教材

[1]苏小林.计算机控制技术（第1版）[M].中国电力出版社,2004.

[2]刘川来.计算机控制技术（第1版）[M].机械工业出版社,2018.

### （二）其他资料

[1]姜学军.计算机控制技术（第2版）[M].清华大学出版社,2010.

[2]刘建昌.计算机控制系统（第2版）[M].科学出版社,2016.

## 九、其他说明

（一）制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

（二）参与人：张珍凤

# 《电力系统继电保护》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电力系统继电保护				
课程英文名称	Power System Protective Relaying				
课程编码	220601004	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考试		
先修课程	电机学，电力系统分析				
学分/学时	3/48	理论学时	40	实验	8
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	张晓荣		

## 二、课程简介

《电力系统继电保护》是研究继电器保护原理的综合技术性课程，是电力系统及其自动化专业核心专业课之一。教学内容包括输配电线路、电力变压器、同步发电机和母线的继电保护配置原则、整定原则、保护原理的实现方式及保护评价四方面内容。通过课堂教学，使学生具有判断电力系统故障和不正常工作状态的能力和判别变压器、发电机故障类型的能力；具有识别电磁型继电器的文字符号、继电器的分类、基本的参数的能力；熟练掌握保护配置原则、整定计算原则和方法以及设备选型，具备简单系统继电保护的设计能力。通过继电保护实验，培养学生分析和解决实际问题的能力，支撑专业学习成果中相应指标点的达成。

## 三、课程学习基本要求

### 1、温习前修课程内容

本课程的学习需要前修课程大量的专业知识做支撑，因此在学习相关章节时涉及的基础知识不熟悉或遗忘，需要提前温习；

### 2、选读课外教材

[1] 《电力系统继电保护原理》.贺家李,宋从矩. 中国电力出版社.2010

[2] 《继电保护原理》.刘学军. 中国电力出版社.2004

### 3、学习要求

上课严格考勤、迟到或早退视为缺勤，实验课课前完成实验预习报告，未完成者不得开展相关实验，实验数据记录要准确细致。将课堂讨论、回答问题、单元测试等课堂活动计入理论课程平时成绩。按时提交作业，杜绝作业抄袭问题。设置期末闭卷考试，将期末考试成绩计入课程总成绩。以负责任的态度完成课程教学评价。

## 四、课程目标

### （一）具体目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

1.理解继电保护的基本原理，掌握继电保护的配置原则、整定计算方法以及保护接线方式。具备查阅应用相关国家标准，培养学生解决继电保护实际工程问题的能力。

2.深刻理解继电保护的基本思想和技术实现方式，理解保护原理的开放性，培养学生科学思维能力和创新能力。

3.深刻理解继电保护装置的四性对电力系统安全、可靠运行的重要性及其故障对电力系统、生命财产、经济社会造成的危害，深刻认识继电保护工作的科学性和严谨性特点，培养学生严谨的科学态度和崇高的职业使命感。

### （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.3: 能够将电力发变输配用五大环节的相关知识和数学模型 方法用于推演、分析电气领域工程问题。	课程目标1
G3: 设计/开发解决方案	3.2: 能够针对特定需求，完成单元(部件)的设计。	课程目标1 课程目标2
G4: 研究	4.3: 能够根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据。	课程目标1 课程目标2
G8: 职业规范	8.1: 有正确价值观，理解社会主义核心价值观、了解国情、维护国家利益，具有推动民族复兴和社会进步的责任感。	课程目标3

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系



教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	课程简介	课程目标2、3
主题二	电流保护	课程目标1、2、3
主题三	距离保护	课程目标1、2、3
主题四	纵联保护	课程目标1、2、3
主题五	电力变压器保护	课程目标1、2、3
主题六	发电机保护	课程目标1、3
主题七	母线保护	课程目标1、3
主题八	自动重合闸	课程目标1、3

## (二) 具体内容

### 主题一 课程简介

#### 【教学目标】

- 1.了解电力系统继电保护的作用及继电保护的基本原理和构成；
- 2.掌握继电保护的基本要求，即继电保护的“四性”。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：继电保护的基本原理和构成。
- 2.难点：继电保护的“四性”的相互关系。

#### 【课程内容】

- 1.电力系统的工作状态、故障状态；
- 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.继电保护的发展简史。

### 主题二 线路的电流保护

#### 【教学目标】

- 1.了解电磁型继电器的工作原理和电压形成回路；理解相间短路电流保护原理、阶段式电流保护的配合和应用、反时限特性的电流保护，熟悉电流保护的接线方式，掌握三段式电流保护的整定计算原则和计算方法；

2.了解相间短路方向电流保护的作用、构成、应用特点，理解方向电流保护的基本原理，熟悉功率方向元件的工作原理和接线方式；

3.理解中性点直接接地电网接地短路时零序分量的特点，了解零序滤过器的工作原理，掌握中性点直接接地电网三段式零序电流保护，理解零序功率方向保护；

4.了解零序电流和零序功率方向保护，理解中性点非直接接地电网单相接地故障是零序分量的特点和接地保护方式。

### 【重点、难点】

1.重点：三段式电流保护的整定、校验方法。

2.难点：电流保护的灵敏度校验、多电源网络分支系数的计算。

### 【课程内容】

1.三段式电流保护的整定原则、动作电流的整定计算、灵敏度校验、动作间的整定；

2.方向性电流保护的原理接线及整定计算、功率方向元件的工作原理与接线方式；

3.中性点直接接地系统中零序电流保护及方向保护的原理、接线；

4.中性点不接接地系统中的绝缘检测和故障选线技术。

## 主题三 线路的距离保护

### 【教学目标】

1.理解距离保护的基本原理和构成；

2.掌握常用阻抗继电器的动作特性及其分析方法，掌握阻抗继电器的实现方法；

3.熟练掌握距离保护的整定计算；

4.理解距离保护的振荡闭锁，故障类型判别和故障选相；

5.深刻理解距离保护的的特殊问题，重点掌握过度电阻对距离保护的影响。

### 【重点、难点】

1.重点：阻抗继电器的工作原理及实现方法；距离保护的整定和校验方法；距离保护的接线方式。

2.难点：距离保护的振荡闭锁及特殊问题的处理方法

### 【课程内容】

1.距离保护的基本原理和构成；

- 2.阻抗继电器及其动作特性、实现方法；
- 3.距离保护的整定计算及对距离保护的评价；
- 4.距离保护振荡闭锁和故障类型判别、故障选相；距离保护的特殊问题

#### 主题四 输电线路的纵联保护

##### 【教学目标】

- 1.深刻理解纵联差动保护的基本原理；
- 2.了解输电线路纵联保护两侧信息的交换方式；
- 3.理解输电线路方向比较式纵联保护；
- 4.掌握输电线路纵联电流差动保护。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：输电线路纵联电流差动保护和方向比较式纵联保护。
- 2.难点：方向比较式纵联差动保护的工作原理及带制动特性的纵联电流差动保护的整定计算。

##### 【课程内容】

- 1.输电线路纵联差动保护原理，构成；
- 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。

#### 主题五 电力变压器保护

##### 【教学目标】

- 1.了解变压器的故障类型，异常运行情况和继电保护方式；
- 2.掌握变压器的纵差动保护整定计算；
- 3.掌握变压器的励磁涌流和克服影响的措施；
- 4.掌握变压器相间短路和接地短路后备保护的配置原则及整定方法。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：纵差动保护整定计算及励磁涌流的鉴别。
- 2.难点：不平衡电流的产生原因及消除不平衡电流影响的措施。

##### 【课程内容】

- 1.电力变压器的故障类型和不正常工作状态；
- 2.变压器的纵差动保护；

- 3.变压器励磁涌流及鉴别方法；
- 4.变压器相间短路的后备保护。

## 主题六 发电机保护

### 【教学目标】

- 1.了解发电机的故障、不正常运行状态及其保护方式；
- 2.掌握发电机纵差动保护、匝间短路保护、定子绕组的接地短路保护、负序电流保护；
- 3.理解发电机失磁保护原理。

### 【重点、难点】

- 1.重点：发电机的纵差动保护、横差动保护、100%定子接地保。
- 2.难点：发电机定子和转子故障对发电机和系统的影响。

### 【课程内容】

- 1.发电机的故障，不正常运行状态及其保护方式；
- 2.发电机定子绕组故障的保护；
- 3.发电机定子绕组单相接地保护；
- 4.发电机负序电流保护；
- 5.发电机的失磁保护。

## 主题七 母线保护

### 【教学目标】

- 1.了解母线保护的配置原则；
- 2.掌握母线保护的基本原理；
- 3.了解母线保护的特殊问题及解决措施；
- 4.掌握断路器失灵保护的配置原则及基本原理。

### 【重点、难点】

- 1.重点：重合闸与保护的配合。
- 2.难点：单相一次重合闸。

### 【课程内容】

- 1.自动重合闸的作用和对他的基本要求；
- 2.输电线路的三相一次自动重合闸；
- 3.高压输电线路的单相自动重合闸；

4.高压输电线路的综合重合闸简介。

## 主题八 自动重合闸

### 【教学目标】

- 1.了解自动重合闸的作用、要求；
- 2.熟悉输电线路的三相一次自动重合闸；
- 3.熟悉高压输电线路的单相自动重合闸；
- 4.了解高压线路的综合重合闸。

### 【重点、难点】

- 1.重点：重合闸与保护的配合。
- 2.难点：单相一次重合闸。

### 【课程内容】

- 1.自动重合闸的作用和对他的基本要求；
- 2.输电线路的三相一次自动重合闸；
- 3.高压输电线路的单相自动重合闸；
- 4.高压输电线路的综合重合闸简介。

## 项目一 电磁型电流/电压继电器的继电器特性实验

### 【教学目标】

- 1.熟悉DL型电流/电压继电器的实际结构，工作原理、基本特性；
- 2.掌握动作电流/电压参数的整定。

### 【实践内容】

- 1.电流/电压继电器的整定；
- 2.电流/电压继电器动作值和返回值测量电路的设计和接线；
- 3.电流/电压继电器动作值和返回值的实验测量；
- 4.电流/电压继电器返回系数的计算。

### 【实践要求】

1.完成电磁型电流/电压继电器的继电器特性实验预习报告的撰写，包括继电器的继电特性、继电器的接线方式、继电特性参数的测量原理、继电特性参数的测量步骤等；

2.完成电流/电压继电器继电特性测量，记录并处理实验数据，分析实验数据，得出实验结论；

3.回答实验思考题。

## 项目二 单电源输电线路过电流保护实验

### 【教学目标】

- 1.掌握无时限电流速断保护、带时限电流速断保护及过电流保护的电路原理，工作特性及整定原则；
- 2.理解输电线路阶段式电流保护的原理图及保护装置中各继电器的功用；
- 3.掌握阶段式电流保护的电气接线和操作实验技术。

### 【实践内容】

- 1.设计过电流保护，并完成接线；
- 2.模拟各种不同类型的线路故障，观察过电流保护是否启动并动作于断路器跳闸，记录实验现象；
- 3.依据实验现象，分析其原因。

### 【实践要求】

- 1.完成单电源输电线路过电流保护实验预习报告的撰写，包括过电流保护原理、构成、实验电路设计和实验步骤等；
- 2.按照要求，完成模拟不同故障类型条件下过电流继电保护实验，记录实验现象，分析原因，形成实验结论；
- 3.回答实验思考题。

## 项目三 无制动特性的变压器差动保护实验

### 【教学目标】

- 1.了解差动继电器的基本原理；
- 2.掌握变压器差动保护的原理、整定方法；
- 3.进行差动保护的接线、整定与测试；
- 4.理解变压器差动保护灵敏度不足的缺点。

### 【实践内容】

- 1.设计变压器差动保护，并完成接线；
- 2.模拟变压器内部和外部故障时差动保护的動作特性，记录实验现象；
- 3.依据实验现象，分析变压器内部和外部故障时保护动作的特点及其原因。

### 【实践要求】

- 1.完成变压器差动保护实验预习报告的撰写，包括差动继电器原理、作用，差

动保护的整定、实验电路设计和实验步骤等；

2.按照要求，完成模拟不同故障类型条件下变压器差动保护实验，记录实验现象并分析原因，形成实验结论；

3.回答实验思考题。

#### 项目四 带制动特性的变压器差动保护实验

##### 【教学目标】

- 1.了解带制动特性的差动继电器的基本原理；
- 2.掌握带制动特性的变压器差动保护的原理、整定方法；
- 3.进行带制动特性差动保护的接线、整定与测试。

##### 【实践内容】

- 1.设计带制动特性的变压器差动保护，并完成接线；
- 2.模拟变压器内部和外部故障时带制动特性的差动保护的动作特性，记录实验现象；
- 3.依据实验现象，分析变压器内部和外部故障时带制动特性的差动保护动作的特点及其原因。

##### 【实践要求】

- 1.完成带制动特性的变压器差动保护实验预习报告的撰写，包括差动继电器的制动绕组的作用、带制动特性的差动保护的整定、构成、实验电路设计和实验步骤等；
- 2.按照要求，完成模拟不同故障类型条件下变压器差动保护实验，记录实验现象并分析原因，形成实验结论；
- 3.回答实验思考题。

##### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	课程简介	2	0
主题二	线路的电流保护	8	4
主题三	线路的距离保护	6	0

主题四	输电线路的纵联保护	6	0
主题五	电力变压器保护	6	4
主题六	发电机保护	4	0
主题七	母线保护	4	0
主题八	自动重合闸	4	0
合计		40	8

## 六、课程教学方法与策略

课程教学采用多媒体辅助教学手段、理论讲授教学为主，实现课程内容的讲解、加强学生对教学内容重难点的理解和掌握，使学生初步掌握继电保护的配置原则和整定及校验方法，并对相应保护遇到的特殊问题及其解决办法有所了解和理解，并通过讨论、作业及实验等措施，加强培养学生独立分析和解决问题的能力、加深对继电保护原理的理解、熟练运用整定及校验方法。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）、期中考核和课终考核（期末考核）。过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、作业、考勤、实验报告四部分。期中考核采用自主考核形式。

课终考核（期末考核），采用考试形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	（1）三段之电流保护的整定及校验方法 （2）三段式距离保护整定及校验方法 （3）线路纵联电流差动保护整定及校验方法 （4）变压器主保护和后备保护配置原则和整定及校验方法 （5）发电机主保护和后备保护配置原则和整定及校验方法。	过程性考核 期中考核 课终考核
课程目标2	（1）三段式电流及距离保护基本原理及配置原则；	过程性考核 期中考核



	(2) 中心点接地系统和非接地系统接地故障的保护配置原则; (3) 距离保护的配置原则; (4) 纵联保护的四种基本原理及配置原则 (5) 变压器保护的配置原则 (6) 发电机保护的配置原则 (7) 母线保护的配置原则 (8) 断路器失灵保护的配置原则	课终考核
课程目标 3	(1) 继电保护的作用及其“四性”之间的关系; (2) 电流保护的接线方式及多侧电源的保护配置; (3) 距离保护的特殊问题及应对措施; (4) 影响方向比较式纵联保护正确工作的因素及措施; (5) 自动重合闸与保护的配合; (6) 变压器后备保护的配置特点及励磁涌流的鉴别; (7) 发电机的100%定子接地保护、负序电流保护、失磁保护、过励磁保护、失步保护等; (8) 母线保护的特殊问题及措施	过程性考核 期中考核 课终考核

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值(或百分比)
过程考核	1.课堂表现: 5% 2.作业完成情况: 10%。 3.考勤: 5%。 4.实验: 10%	30
期中考核	自主考核, 闭卷	10
期末考核	期末考试, 闭卷	60

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]贺家李,李永丽,董新洲等.电力系统继电保护原理(第五版)[M].中国电力出版社,2018.

[2]谷水清.电力系统继电保护(第二版)[M].中国电力出版社,2014.

[3]张保会,尹项根.电力系统继电保护(第二版)[M].中国电力出版社,2010.

### (二) 其他资料

[1]周长锁,史德明,孙庆楠.电力系统继电保护原理算例实例[M].化学工业出版社

社,2020.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院人才培养方案制定。

(二) 参与人：郭飞，李兆鑫。

# 《发电厂电气部分》教学大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	发电厂电气部分				
课程英文名称	Electrical Systems of Power Plants				
课程编码	220601006	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考试		
先修课程	电路原理，工程电磁场				
学分/学时	2/32	理论学时	24	实验学时	8
开课单位	电气与控制工程系		课程负责人	韩泓	

## 二、课程简介

本课程是电气工程及其自动化专业一门专业必修课,《发电厂变电所电气部分》是电气工程及其自动化专业的一门重要技术专业必修课,是一门理论与实际紧密结合并对学生进行工程训练的主干专业课。

通过本课程的教学,学生应熟练掌握单母线、双母线、3/2、桥形、单元等典型接线的运行特征与分析方法,以及电气一次设备的工作原理与选择校验方法,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基本技能,了解新理论、新技术、新产品在发电厂变电所电气部分中的应用,具备分析解决工程实际问题的初步能力。为后续专业课程的学习及以后从事设计、运行、科研工作,奠定必要的理论基础。

## 三、课程学习基本要求

通过本课程的学习,使学生掌握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,掌握发电厂一次系统电气部分的设计、运行,主要设备的原理及选择。通过课堂讲授、课堂讨论以及习题和课程设计等环节使学生树立工程观点和经济观点,逐步培养学生分析和解决工程问题的能力。

课程的任务是通过课堂教学,使学生获得和掌握发电、变电和输配电的电气主系统的构成、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。通过本课程的学习，使学生得到电气工程师的初步训练，能胜任一般的电气运行、设计方面的工作。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.掌握发电、变电和输配电的电气主系统的构成、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；掌握发电厂电气工程设计的基本方法。

课程目标2.能够构建电力系统设计方案，对设计方案进行分析和解释，并通过分析计算得到合理有效的系统设计，树立较完整的工程概念。具备查阅应用相关国家标准，进行系统设计的能力。

课程目标3.熟悉电气工程领域的相关行业背景、发展现状及发展趋势，理解工程实践和工程问题解决方案对社会的影响，并作出正确的评价，承担相应责任。

课程目标4.引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，不断提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感。

### （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.2: 能够应用工程基础和专业知 识, 对电力和电子线路、控制电路技术领域的复杂工程问题建立数学模型并求解。	课程目标 1
G3: 设计/开发 解决方案	3.1: 掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开发方法和技术, 了解影响设计目标和技术方案的各种因素。 3.2: 能够针对特定需求, 完成单元(部件)的设计。	课程目标 1、2
G6: 工程与社会	6.1: 了解电气工程及其自动化专业相关领域的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规, 理解不同社会文化对工程活动的影响。	课程目标 3、4

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
------	------	---------

主题一	发电厂和变电所类型及设备简介	课程目标1、2、4
主题二	高压开关电器	课程目标2、3、4
主题三	互感器、电力电容器和电抗器	课程目标2、3、4
主题四	电气主接线	课程目标1、2、4
主题五	发电厂变电所的自用电	课程目标1、2、4
主题六	配电装置	课程目标1、2、4
主题七	电力系统中性点接地方式	课程目标1、3、4
主题八	载流导体的发热、电动力及选择	课程目标1、2、4
主题九	电气设备选择	课程目标1、2、4
主题十	发电厂和变电所的控制与信号	课程目标1、2、3、4
项目一	变电设备和运行基础	课程目标2、3
项目二	变电站电气设备的巡视检查	课程目标2、3
项目三	电气倒闸操作	课程目标2、3
项目四	变电站事故异常及处理	课程目标2、3

## (二) 具体内容

### 主题一 发电厂和变电所类型及设备简介

#### 【教学目标】

1.了解发电厂的类型，理解火电厂、水电厂、核电站的电能生产过程及其特点；了解发电厂和变电站中主要的一次设备和二次设备。

2.理想和信念在人生发展中的重要作用；树立科学的理想信念；树立中国特色社会主义的共同理想，确立马克思主义的信念；正确处理理想与现实的关系。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：发电厂、变电所的类型；
- 2.难点：发电厂的生产流程。

#### 【课程内容】

- 1.发电厂的类型；
- 2.变电所的类型；

3.发电厂和变电所设备简述；

4.理想和信念在人生发展中的重要作用；树立科学的理想信念；树立中国特色社会主义的共同理想，确立马克思主义的信念；正确处理理想与现实的关系。

## 主题二 高压开关电器

### 【教学目标】

1.掌握高压开关电器的基本理论（电弧理论），各类开关电器设备的作用、结构和特性。

2.弘扬中国精神，确立国家安全观念。

### 【重点、难点】

1.重点：电弧的产生和熄灭条件；交流电弧熄灭的条件。高压断路器的原理及作用。

2.难点：正确理解电弧的熄灭条件；高压断路器的原理及作用。

### 【课程内容】

1.开关电气中的电弧；

2.高压断路器；

3.隔离开关、高压负荷开关；

4.高压熔断器、重合器、分段器；

5.智能电器。

## 主题三 互感器、电力电容器和电抗器

### 【教学目标】

1.掌握传统互感器的原理、特点、误差、接线和运行中的注意事项，了解新型电子式互感器的原理、组成和特点。

2.了解电力电容器、并联补偿电抗器的种类和作用、掌握并联电容器的基本原理、结构、常规接线方式；掌握并联补偿电抗器的结构、作用、配置与选择。

3.人生价值的标准，人生价值实现的方法和条件。

### 【重点、难点】

1.重点：电磁式电流互感器原理；电磁式电压互感器测量误差、准确级和额定容量；并联补偿电抗器的基础知识。

2.难点：电磁式电流互感器的误差及接线方法，高压并联电容器组配套设备的选型；并联补偿电抗器的配置及选型。

### 【课程内容】

- 1.概述、电磁式电流互感器；
- 2.电磁式和电容分压式电压互感器；
- 3.电子式互感器、电力电容器、并联补偿电抗器；
- 4.引导学生认识到电抗器和电容器在提高电网功率因数方面的重要性。让他们逐步明白经济性与可靠性是相互制约的。

## 主题四 电气主接线

### 【教学目标】

1.掌握电气主接线的概念；熟悉发电厂、变电站电气主接线设计的原则；掌握各典型的电气主接线的特点和适用范围；掌握电气主接线的设计程序，主变压器的选择方法；掌握限制短路电流的方法；了解不同类型的发电厂、变电站电气主接线的特点。

2.爱岗敬业、发现问题、解决问题、团队协作、自主学习、远大目标、人生规划、创业精神。

### 【重点、难点】

1.重点：对电气主接线的基本要求；单母线接线主接线的形式及特点；双母线接线主接线的形式及特点。

2.难点：单母线接线主接线的形式及特点；双母线接线主接线的形式及特点。

### 【课程内容】

- 1.概述；
- 2.单母线接线；双母线接线；无母线的电气主接线；电气主接线设计原则和设计程序；
- 3.发电厂变电所主变压器的选择；
- 4.主接线中的设备配置；限制短路电流的措施；
- 5.各类发电厂变电所电气主接线的特点及实例；通过对电气主接线各个部分的讲解，详细阐述各要素的重要性，引导学生团队协作能力的提升。

## 主题五 发电厂变电所的自用电

### 【教学目标】

1.掌握厂用电及厂用电率的概念；掌握厂用电负荷的分类及供电特点；掌握厂用电的电压等级和厂用电的供电电源及引接方式的设计原则；了解不同类型发电

厂的厂用电接线的特点；熟悉厂用变压器的选择方法；掌握厂用电动机的自启动校验方法。

2.道德的起源与本质；道德的功能与社会作用；继承和弘扬中华传统美德；发扬光大中国革命道德。

### 【重点、难点】

1.重点：厂用电源引接及厂用电接线形式，不同类型发电厂的厂用电接线；发电厂的直流系统。

2.难点：厂用变压器的选择，厂用电动机自启动的校验。

### 【课程内容】

- 1.厂用负荷分类及厂用电电压等级；
- 2.供电电源及其引接；
- 3.不同类型发电厂变电所的厂用电接线实例；
- 4.厂用变压器的选择与启动；
- 5.发电厂的直流系统；

## 主题六 配电装置

### 【教学目标】

1.掌握配电装置的概念；熟悉屋内、屋外、成套配电装置的特点；了解配电装置的设计原则。

2.掌握最小安全净距的概念，熟悉屋内外配电装置安全净距校验图；掌握间隔的含义，熟悉配电装置配置图、平面图和断面图的特点及绘制方法；了解成套配电装置的概念及特点。

3.着眼“四个全面”战略布局加强道德建设；积极投身崇德向善的道德实践。

### 【重点、难点】

1.重点：配电装置最小安全净距的概念；屋内配电装置的类型及布置原则；屋外配电装置的类型及特点。

2.难点：配电装置配置图、断面图和平面图及其相互之间的关系。

### 【课程内容】

- 1.概述；
- 2.屋内配电装置；
- 3.屋外配电装置；



4.成套配电装置；

## 主题七 电力系统中性点接地方式

### 【教学目标】

1.掌握电力系统的各种中性点运行方式的特点、应用以及各类中性点接地方式的适用范围。

2.引导学生树立远大的人生目标，培养学生高尚的爱国情操。

### 【重点、难点】

1.重点：电力系统的各种中性点运行方式的特点以及适用范围。

2.难点：电力系统的各种中性点运行方式的特点以及适用范围。

### 【课程内容】

1.中性点不接地系统；

2.中性点经消弧线圈接地系统；

3.中性点经电阻接地系统；

4.中性点直接接地系统。

## 主题八 载流导体的发热、电动力及选择

### 【教学目标】

1.掌握载流导体的发热和电动力的理论和计算方法，掌握载流导体长期发热、短时发热的特点，熟悉提高导体载流量的措施，掌握导体载流量修正的方法，掌握短路电流热效应的计算方法，掌握最大短路电动力的计算方法；掌握母线和电缆的选择方法。

2.社会公德的主要内容；大学生社会公德的实践与养成。

### 【重点、难点】

1.重点：载流导体短路时发热计算方法；载流导体短路时电动力计算方法，母线和电缆的选择和校验。

2.难点：载流导体短路时发热导体出现最高温度的计算方法。

### 【课程内容】

1.载流导体的发热；

2.载流导体短路的电动力效应；

3.母线和电缆的选择。

## 主题九 电气设备选择

### 【教学目标】

1.掌握电气设备选择的一般条件；掌握高压断路器、隔离开关和高压熔断器的选择方法；掌握限流电抗器的选择方法；掌握电流互感器、电压互感器的选择方法。

2.法律的含义、特征和本质；社会主义法律的本质、作用；社会主义法律的运行。

### 【重点、难点】

1.重点：高压断路器、隔离开关及高压熔断器的选择；

2.难点：限流电抗器、电磁式电流互感器、电磁式电压互感器的选择。

### 【课程内容】

1.电气设备选择的一般条件；

2.高压断路器、隔离开关、高压熔断器及限流电抗器的选择；

3.电磁式电流互感器和电磁式电压互感器的选择

## 主题十 发电厂和变电所的控制与信号

### 【教学目标】

1.熟悉二次回路接线图的类型及应用；掌握断路器的传统控制方式；了解火电厂的控制方式；

2.了解火电厂的计算机监控系统和变电所的计算机监控系统；了解智能变电所的控制方式。；

3.培养学生创新理念。

### 【重点、难点】

1.重点：二次回路接线图的类型及应用；断路器的传统控制方式；发电厂和变电站的控制方式，火电厂和变电所的计算机监控系统、智能变电所的控制方式。

2.难点：二次回路接线图的类型及应用，发电厂和变电站的控制方式。

### 【课程内容】

1.电气二次回路图；

2..断路器的控制与信号接线；

3.火电厂的控制方式及计算机监控系统；

4.智能变电所的控制方式及计算机监控系统。

## 项目一 变电设备和运行基础

### 【教学目标】

- 1.了解变电站的组成与运营情况；
- 2.熟悉变电站仿真培训系统的操作；
- 3.掌握认识电气主接线的接线方式、结构、运行方式。

### 【实践内容】

- 1.认识一次设备；
- 2.了解35kV变电站主接线的接线形式和运行方式；
- 3.了解110kV变电站主接线的接线形式和运行方式。

### 【实践要求】

- 1.完成要求操作，将操作记录以截图形式上交。
- 2.将各实验内容按要求写入实验报告。

## 项目二 变电站电气设备的巡视检查

### 【教学目标】

- 1.在主接线图和虚拟现场辨认电气设备；
- 2.熟悉并完成变电站电气设备巡视检查。

### 【实践内容】

巡视项目包括：主变压器巡检、断路器巡检、隔离开关巡检、互感器巡检、母线巡检。

巡检方法：把鼠标移到要巡视的设备上，当出现小手后点击鼠标右键，即弹出巡视信息，选择相应的设备状态即可完成该设备的巡视。

1.完成江金甲线303至1#主变的正常巡视（或江金乙线304至2#主变），并保存巡视记录。

2.对变电站内主要设备设置故障，并在相应的一次设备部分巡视。

### 【实践要求】

- 1.完成要求操作，将操作记录以截图形式上交。
- 2.将各实验内容按要求写入实验报告。

## 项目三 电气倒闸操作

### 【教学目标】

- 1.熟悉电气倒闸操作的基本原则、流程及要求；

- 2.掌握线路停送电、主变停送电等倒闸操作的原则及步骤。
- 3.能够填写操作票并完成倒闸操作。

### 【实践内容】

运用操作票软件，填写操作票：

- 1.将35kV江金甲303线路由运行转检修；
- 2.执行操作票并完成倒闸操作。

### 【实践要求】

- 1.完成要求操作，将操作记录以截图形式上交。
- 2.将各实验内容按要求写入实验报告。

## 项目四 变电站事故异常及处理

### 【教学目标】

- 1.了解异常运行及事故处理的基本知识和基本技能；
- 2.学会设置线路、主变、断路器等电气设备的故障；
- 3.能够巡视记录故障现象，确定故障范围并处理。

### 【实践内容】

1.设置主变故障，记录故障现象，向上级调度汇报现象，等待上级命令，处理故障。

- 2.完成庆林线 906 断路器的检修操作。
- 3.在供配电实验室练习断路器的操作。

### 【实践要求】

- 1.完成要求操作，将操作记录以截图形式上交。
- 2.将各实验内容按要求写入实验报告。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	概述	2	0
主题二	高压开关电器	4	2
主题三	互感器、电力电容器和电抗器	2	0

主题四	电气主接线	4	4
主题五	发电厂变电所的自用电	2	0
主题六	配电装置	2	2
主题七	电力系统中性点接地方式	2	0
主题八	载流导体的发热、电动力及选择	2	0
主题九	电气设备选择	2	0
主题十	发电厂和变电所的控制与信号	2	0
合计		24	8

## 六、课程教学方法与策略

- 1.讲授法：以课堂讲授形式进行理论课程的讲解，解决学生学习的困惑；
- 2.问题导向法：采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得知识；
- 3.多媒体辅助教学法：采用多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性和学生的参与度；
- 4.案例法：采用案例教学，理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识课程加强理解；
- 5.讨论法：采用互动式教学，课内讨论和课外答疑相结合；
- 6.练习法：练习法是学生在教师的指导下运用所学知识独立地进行实际操作，以巩固知识、形成技能的方法；
- 7.实验法：教师引导学生使用一定的仪器和设备，进行独立操作，引起某些事物和现象产生变化，从而使学生获得直接经验，培养学生的技能和技巧的教学方法。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括课堂表现、平时作业、考勤、实验（报告）和自主考核

等。自主考核具体考核方式不定，教师根据具体情况酌情安排。

课终考核（期末考核），采用闭卷形式。

## 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	(1) 掌握发电、变电和输配电的电气主系统的构成、设计和运行的基本理论和计算方法； (2) 熟悉和掌握主要电气设备的原理和性能； (3) 掌握发电厂电气工程设计的的基本方法。	过程性考核 课终考核
课程目标2	(1) 能够构建电力系统设计方案，对设计方案进行分析和解释； (2) 具备查阅应用相关国家标准，进行系统设计的能力。	过程性考核
课程目标3	(1) 熟悉电气工程领域的相关行业背景、发展现状及发展趋势； (2) 理解工程实践和工程问题解决方案对社会的影响。	过程性考核
课程目标4	引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念。	过程性考核

### (三) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。 3.考勤：按时上下课，不得缺勤、迟到、早退。 4.实验：考核学生实验过程的操作能力及实验结果正确与否，完成质量如何。 5.自主考核：可以开卷，可以闭卷，也可以是其他形式，题型任课教师自主设置，没有统一要求。	30
期末考核	期末考试	70

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]刘宝贵.发电厂变电所电气部分(第3版)[M].中国电力出版社,2016.

[2]王成江.发电厂变电所电气部分(第2版)[M].中国电力出版社,2017.

### (二) 其他资料

[1]熊信银.发电厂电气部分(第3版)[M].中国电力出版社,2004.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：邢智博。

# 《高电压技术》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	高电压技术				
课程英文名称	High Voltage Technique				
课程编码	220601007	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考试		
先修课程	电力系统稳态分析，工程电磁场				
学分/学时	2/32	理论学时	32	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系		课程负责人	张文芳	

## 二、课程简介

《高电压技术》是电气类专业的一门专业必修课，是一门理论性和实践性都很强的课程。主要介绍高电压下的绝缘问题、高电压的产生及测试技术、电力系统过电压的成因及其限制措施以及电力系统的绝缘水平与绝缘配合等内容。为今后从事高电压工程领域的研究和技术工作打下必要的专业基础。本课程是一门专业课，又具备专业基础课的性质，本课程的特点是具有较强的实验性、理论性和学科交叉性。

本课程主要介绍电介质的极化、电导和损耗过程及其在工程中的意义;电介质的击穿过程、击穿特性及提高击穿电压的方法;电气设备绝缘试验的基本项目和原理;电气设备的绝缘及试验方法;波过程的基本理论及其在分析过电压中的应用;防雷设备的工作原理及电气参数;电力系统中雷电过电压产生的物理过程及其保护原理;电力系统中的内部过电压及其防护措施;电力系统的绝缘配合的基本方法。

## 三、课程学习基本要求

### 1、温习前修课程内容

本课程的学习需要前修课程大量的专业知识做支撑，因此在学习相关章节时涉及的基础知识不熟悉或遗忘，需要提前温习。

### 2、选读课外教材



[1]《高电压技术》.高长伟、韩刚、姚颖. 清华大学出版社.2018

[2]《高电压工程》.马爱清. 机械工业出版社.2022

### 3、学习要求

上课严格考勤、迟到或早退视为缺勤。将课堂讨论、回答问题、期中考试等课堂活动计入理论课程平时成绩。按时提交作业，杜绝作业抄袭问题。设置期末闭卷考试，将期末考试成绩计入课程总成绩。以负责任的态度完成课程教学评价。

## 四、课程目标

### (一) 目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.通过本课程的学习，使学生掌握电气设备绝缘结构基本特性，掌握电介质的主要电气性特性，了解电介质在高电压作用下的放电现象、影响因素和提高其抗电强度的措施；掌握电力系统雷电过电压和主要内部过电压的产生机理和影响因素，掌握过电压的各种保护装置和防雷接线的基本原理；

课程目标2.通过对高压输电线路实际问题的分析，提高学生解决工程实际问题的能力，提高学生计算和分析求解的能力；通过对问题的讨论，提高学生的发现、思辨和表达的能力。

课程目标3.理解高电压技术应用分析的思维模式，建立电力工程师必须具备的思想；通过课外导学的教学模式，提升学生自主学习的意识，形成能适应社会，自主发展的素质；通过课程中的讨论，培养和提高学生沟通交流的素质。

课程目标4.通过对专业知识点背后的“故事”、“人物”、“现象”、“问题”等的引入，激发学生的专业兴趣，让专业知识自己说话，展现出专业思想政治教育主题，由此，让价值观引导寓于知识传授和能力培养之中，引发学生思考，帮助他们树立正确的世界观、人生观、价值观。

### (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	熟练掌握电气设备绝缘结构基本特性,掌握电介质的主要电气性特性,了解电介质在高电压作用下的放电现象、影响因素和提高其抗电强度的措施;掌握线路和绕组的波过程,掌	课程目标1

	握电力系统雷电过电压和主要内部过电压的产生机理和影响因素,掌握过电压的各种保护装置和防雷接线的基本原理;	
G2: 问题分析	通过对高压线路实际问题的分析,提高学生解决工程实际问题的能力,提高学生计算和分析求解的能力;通过对问题的讨论,提高学生的发现、思辨和表达的能力。	课程目标2
G4: 研究	了解高电压技术应用分析的思维模式,建立电力工程师必须具备的思想;通过课外导学的教学模式,提升学生自主学习的意识,形成能适应社会,自主发展的素质;通过课程中的讨论,培养和提高学生沟通交流的素质。	课程目标3
G8: 情感目标	引入专业知识点背后的“故事”、“人物”、“现象”、“问题”,让专业知识具备活的灵魂。基于科学的梳理、布局,将思想政治教育知识点融于高电压技术,为学生树立正确的“三观”奠定基础。	课程目标4

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	气体放电的基本物理过程	课程目标1、3、4
主题二	气体介质的电气强度	课程目标1、4
主题三	液体和固体介质的电气强度	课程目标1、2、4
主题四	电气设备绝缘预防性实验	课程目标1、3、4
主题五	绝缘的高电压试验	课程目标1、3、4
主题六	线路和绕组的波过程	课程目标1、2、4
主题七	雷电放电及防雷保护装置	课程目标1、2、4
主题八	电力系统防雷保护	课程目标1、3、4
主题九	内部过电压	课程目标1、3、4
主题十	电力系统绝缘配合	课程目标1、2、4

### (二) 具体内容

## 主题一 气体放电的基本物理过程

### 【教学目标】

1.带电粒子的产生和消失；电子崩现象,汤森理论和巴申定理；电晕放电特征、效应和消除措施；不均匀电场中的放电过程，放电时间和冲击电压下的气隙击穿；沿面放电现象和污闪事故；

2.掌握：自持放电条件，污闪事故的对策；

3.熟练掌握：气体放电的流注理论，稍不均匀电场和极不均匀电场的放电特征；

4.通过简单介绍人物事迹，培养学生科研思维以及求知欲，并且要锻炼学生能够正确面对失败的勇气。

### 【重点、难点】

1.重点：气体放电基本过程；汤森理论；流注理论；沿面放电现象和污闪。

2.难点：稍不均匀电场和极不均匀电场的放电特征。

### 【课程内容】

1.气体放电的基本规律；

2.沿面放电和不均匀场中的放电规律；

3.沿面放电和不均匀场中的放电规律；

4.著名科学家人物事迹简介。

## 主题二 气体介质的电气强度

### 【教学目标】

1.了解大气条件对气隙击穿特性的影响及其校正；

2.掌握均匀和稍不均匀电场气隙的击穿特性，极不均匀电场气隙的击穿特性；提高气体介质电气强度的方法；六氟化硫在气体绝缘电气设备中的应用，并了解其优势和缺陷；

3.熟练掌握提高气体介质电气强度的方法；

4.学习电场击穿特性时，向学生介绍“万事同理”的哲学思想，从差异中总结相同点，从而上升到一般规律。

### 【重点、难点】

1.重点：提高气体介质电气强度的方法；六氟化硫在气体绝缘电气设备中的应用。

2.难点：提高气体介质电气强度的方法。

### 【课程内容】

- 1.均匀和稍不均匀电场气隙的击穿特性，极不均匀电场气隙的击穿特性；
- 2.大气条件对气隙击穿特性的影响及其校正；
- 3.提高气体介质电气强度的方法；
- 4.万物同构的哲学思想、团队合作的重要性。

### 主题三 液体和固体介质的电气强度

#### 【教学目标】

1.了解电介质的极化、介电系数，极化的四种形式和特点；电介质的电导及其特性，直流电压作用下的吸收特性；电介质的损耗；掌握电介质损耗角的含义、等值电路和介质损耗功率的计算公式；

2.掌握液体介质的击穿机理，“小桥”理论；提高液体介质击穿电压的措施；掌握固体介质的击穿机理，影响击穿的因素和提高击穿电压的措施；

3.熟记提高液体介质和固体介质击穿电压的措施；

4.贯彻矛盾论的辩证法原则，引导学生用辩证的思维，分析介质在不同条件下得电气强度，从而培养学生独立解决问题的能力。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：液体介质和固体介质的击穿机理以及提高击穿电压的方法。
- 2.难点：液体介质和固体介质击穿电压的措施。

### 【课程内容】

- 1.介质极化、电导、损耗的概念；
- 2.液体介质和固体介质的击穿机理，以及提高击穿电压的方法；
- 3.介质在直流电压作用下的吸收现象及交流电压作用下的损耗角正切值  $\tan\delta$ ；
- 4.科学探究精神、“一丝不苟”精神。

### 主题四 电气设备绝缘预防性实验

#### 【教学目标】

1.了解兆欧表的原理和测绝缘电阻的方法，吸收比的概念、测量方法，通过测试吸收比可以发现绝缘的缺陷；电桥的原理；电桥法测 $\tan\delta$ 的接线和方法，以及排除干扰的方法；

2.掌握损耗角正切测量的影响因素，介质损耗角正切的测量；掌握局部放电的测量和放电检测方法；掌握绝缘状态的综合判断；

- 3.熟练掌握绝缘的老化因素，绝缘电阻、吸收比的测量方法；
- 4.通过学生预防性试验的学习，增强对绝缘特性感性认识。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：吸收比的测量；介质损耗角正切的测量；局部放电的测量；绝缘状态的综合判断。
- 2.难点：绝缘状态的综合判断。

#### **【课程内容】**

- 1.绝缘的老化因素，绝缘电阻、吸收比的测量方法；
- 2.损耗角正切测量的影响因素，介质损耗角正切的测量；
- 3.局部放电的测量和放电检测方法；
- 4.实践是检验真理的唯一标准。

### **主题五 绝缘的高电压试验**

#### **【教学目标】**

- 1.了解工频耐压试验的接线，工频试验变压器的特点、串接方法，会解释“容升现象”，工频耐压试验方法；冲击电压发生器的工作原理及产生高压的过程；
- 2.掌握直流泄漏电流试验的特点，熟悉直流泄漏电流实验的接线，各元件的作用、测量方法；
- 3.熟练掌握各种试验方法的原理、试验方法、判断标准；
- 4.通过实验验证，让学生体会实践检验真理的过程，即人类在思想认识的指导下从事实践活动，如能得到预想的效果，则证明认识是正确的，反之，则是错误的。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：各种试验方法的原理、试验方法、判断标准。
- 2.难点：各种试验方法的原理。

#### **【课程内容】**

- 1.电气设备绝缘试验中常用的高压试验装置及测试仪器的原理和方法；
- 2.各种试验方法的原理、试验方法、判断标准以及试验时测试数据的分析；
- 3.检验真理不能在纯意识的范围内进行。

### **主题六 线路和绕组的波过程**

#### **【教学目标】**

1.了解波过程的基本概念，波动方程通解的意义；二平行导线的耦合系数；绕组中波过程，电压分布及其影响因素；冲击电晕对导线间的耦合系数、波阻抗和波形的影响；

2.掌握“彼得逊”法则，行波折、反射规律；行波通过串联电感和并联电容的应用计算；行波通过串联电感和并联电容的应用计算；网格法计算波得多次反射和折射，串联三导线再不同参数下的波过程计算；

3.熟练掌握行波通过串联电感和并联电容的应用计算；行波通过串联电感和并联电容的应用计算；

4.从科学的角度来说，电磁波是能量的一种，凡是能够释出能量的物体,都会释放出电磁波。正像人们一直生活在空气中而眼睛却看不见空气一样，人们也看不见无处不在的电磁波。电磁波就是这样一位人类素未谋面的“朋友”。

#### **【重点、难点】**

1.重点：线路上的波过程和绕组上的波过程；“彼得逊”法则，行波折、反射规律。

2.难点：行波折、反射规律，网格法计算波得多次反射和折射。

#### **【课程内容】**

1.线路和绕组在传输电压和电流时的特点和规律，线路上的波过程和绕组上的波过程，波过程的物理概念及波动方程通解的物理意义；

2.平行多导线的耦合系数和电晕对导线上波过程的影响；

3.场是一种物质，也是客观存在的。

### **主题七 雷电放电及防雷保护装置**

#### **【教学目标】**

1.了解雷电放电基本过程，雷流的主要参数；

2.掌握避雷针（线）的保护原理，保护范围的计算；避雷器的保护原理，类型和参数及其特点；接地电阻、接地装置冲击系数和防雷接地装置电阻估算方法；

3.熟练掌握避雷针（线）的保护原理，保护范围的计算；

4.通过富兰克林的实验，让学生培养不怕困难，敢于挑战的勇气和决心。

#### **【重点、难点】**

1.重点：避雷针（线）的保护原理；避雷器的保护原理；保护范围的计算。

2.难点：避雷针（线）保护范围的计算；接地电阻、接地装置冲击系数和防雷

接地装置电阻估算。

### 【课程内容】

- 1.雷电的主要参数；
- 2.防雷设备的保护原理；
- 3.避雷器的主要电气参数和作用原理；
- 4.防雷接地的作用和它的计算表达式；
- 5.富兰克林发明避雷针的事迹。

## 主题八 电力系统防雷保护

### 【教学目标】

1.了解耐雷水平和雷击跳闸率；感应雷的形成；输电线路直击雷过电压和耐雷水平；输电线路的雷击跳闸率；变电所进线段的保护原理，熟悉35KV及以上变电所的典型保护线路；35KV变压器中性点不需要防雷保护的原因，110KV及以上电网中保护中性点不接地变压器的防雷方案；60KV及以上进线段有（无）电缆的GIS变电所防雷保护接线；

2.掌握输电线路的防雷措施及其保护原理；发电厂、变电所直击雷保护原则，独立避雷针和构架避雷针的适用范围及安装须知；掌握阀式避雷器的保护原理，熟悉变压器与避雷器的电气距离；

3.熟练掌握避雷针（线）的保护原理；

4.通过美国大停电事故，让学生了解电力系统事故对人类的影响，从而激发学生对电力系统防雷保护的学习兴趣。

### 【重点、难点】

1.重点：输电线路的防雷措施及其保护原理；发电厂、变电所直击雷保护原则，独立避雷针和构架避雷针的适用范围及安装须知；变压器与避雷器的电气距离。

2.难点：输电线路的防雷保护；发电厂、变电所防雷保护。

### 【课程内容】

- 1.雷电过电压的产生及计算方法；
- 2.耐雷水平和雷击跳闸率；
- 3.输电线路的防雷措施；
- 4.雷电波入侵发电厂和变电所时避雷器的保护原理；
- 5.变电所进线段和变压器的防雷保护；

- 6.防止雷直击于发电厂、变电所的原理和方法；
- 7.介绍美国814大停电事故的原因、过程、危害以及启示。

## 主题九 内部过电压

### 【教学目标】

- 1.了解工频过电压；电容效应引起的工频过电压产生的原因，分布规律，限制措施；分闸、合闸过电压产生原因、物理过程，限制措施；切除空载变压器过电压产生的原因、物理过程、限制措施；谐振过电压的基本概念；铁磁谐振产生的物理过程；
- 2.掌握操作过电压及产生的原因、特点，物理过程及影响操作过电压的因素；
- 3.熟练掌握：内过电压及其分类；
- 4.让学生明白安全操作的重要性，并掌握相应的操作技巧，使电力系统变成一只温顺的“老虎”。

### 【重点、难点】

- 1.重点：过电压及产生的原因、特点，物理过程及影响操作过电压的因素。
- 2.难点：过电压及产生的原因、特点，物理过程及影响操作过电压的因素。

### 【课程内容】

- 1.操作过电压产生的物理过程；
- 2.各种操作过电压产生的原因、影响因素、限压措施；
- 3.内部过电压和工频过电压的分类及其特点；
- 4.电容效应引起的工频过电压；
- 5.谐振过电压的概念；
- 6.穿插讲解安全操作的重要性。

## 主题十 内部过电压

### 【教学目标】

- 1.了解架空输电线路的绝缘配合；
- 2.掌握绝缘配合、绝缘水平与绝缘试验的基本概念；
- 3.熟练掌握掌握1min工频耐压试验电压的概念；
- 4.通过电力系统绝缘配合的知识引出团队合作的重要性。

### 【重点、难点】

- 1.重点：绝缘配合、绝缘水平与绝缘试验。



2.难点：绝缘配合。

### 【课程内容】

- 1.中性点接地方式对绝缘水平的影响；
- 2.绝缘配合惯用法，绝缘水平的确定过程；
- 3.团队合作的重要性。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	气体放电的基本物理过程	4	0
主题二	气体介质的电气强度	3	0
主题三	液体和固体介质的电气强度	4	0
主题四	电气设备绝缘预防性实验	3	0
主题五	绝缘的高电压试验	3	0
主题六	线路和绕组的波过程	4	0
主题七	雷电放电及防雷保护装置	2	0
主题八	电力系统防雷保护	4	0
主题九	内部过电压	3	0
主题十	电力系统绝缘配合	2	0
合计		32	0

## 六、课程教学方法与策略

### 1.课堂讲授

（1）采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力。鼓励学生之间围绕专业知识多交流，引导学生主动通过自学和实践获得自己想学到的知识；

（2）采用电子教案，PPT课件，多媒体教学与传统板书教学相结合。提高课堂教学信息量和信息质量，增强教学的直观性，让学生接触到与专业相关的前沿

知识；

(3) 采用案例教学。理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识对产品进行精度设计。

## 2.大作业

以课后作业为主。

# 七、课程考核与成绩评定

## (一) 考核方式

### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核(平时考核)、期中考核、课终考核(期末考核)。

过程性考核(平时考核)方式包括课堂表现、平时作业、考勤。

期中考核具体考核方式不定，教师根据具体情况酌情安排。

课终考核(期末考核)，采用闭卷形式。

期末考核占70%，平时成绩占20%，其中成绩占10%。平时成绩包括课堂考勤、课堂表现和课程作业，其中，课堂考勤及课堂表现占50%，课程作业占50%。

课程成绩=平时成绩×20%+期末考试成绩×70%+期中考试成绩×10%。

### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	(1) 气体、固体、液体的电气特性 (2) 输电线路和绕组中波过程 (3) 内部过电压 (4) 绝缘配合	过程性考核 期中考核 课终考核
课程目标2	(1) 电气设备绝缘试验 (2) 电力系统防雷保护	过程性考核 期中考核 课终考核
课程目标3	(1) 电力系统防雷保护	过程性考核 期中考核 课终考核

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力，比重占平时成绩的5%。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量，比重占平时成绩的5%。	20

	3.考勤：仅仅是平时成绩的参考，比重占平时成绩的10%。	
期中考核	<p>1.期中考核占整个成绩的10%；题型任课教师自主设置，没有统一要求。</p> <p>2.自主考核可以开卷，可以闭卷，也可以是其他形式。</p> <p>3.如果是课程论文，必须有严格规定，不能是综述或学术性论文，保证其专业性（与所在专业密切相关）和实践性（有学生自身的实践参与）。</p> <p>4.自主考核中，学生的答卷（或材料），以及自己的评分标准，必须提交系部教学秘书。</p>	10
期末考核	期末考试	70

## 八、参考资料

### （一）参考教材

- [1]赵智大.高电压技术(第四版)[M].中国电力出版社,2022.  
 [2]周泽存.高电压技术(第三版)[M].中国电力出版社,2007.

### （二）其他资料

- [1]吴广宁.高电压技术(第三版)[M].机械工业出版社,2022.  
 [2]张一尘.高电压技术(第二版)[M].中国电力出版社,2004.

## 九、其他说明

- （一）制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。  
 （二）参与人：刘子源。

# 《电气控制与 PLC 技术》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电气控制与PLC技术				
课程英文名称	Electrical Control and PLC Technology				
课程编码	220602003	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考试		
先修课程	电路理论，电机学				
学分/学时	2.5/40	理论学时	8	上机学时	32
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	徐善智		

## 二、课程简介

《电气控制与PLC技术》课程是电气类本科专业的一门实践性、实用性很强的专业必修课，在专业课程体系中占有重要地位，是一门集自动控制技术、计算机技术和通信技术于一体的课程。通过本课程的学习，学生可以获得电气控制技术与可编程控制器的基本知识和基本技能，培养学生设计、安装、调试、运营、管理以可编程控制器为核心的自动控制系统的的能力，培养学生分析和解决实际问题的能力，并为今后从事电气工程领域的技术工作打下基础。

## 三、课程学习基本要求

本课程是学生理论联系实际和培养实际操作技能的重要专业课程，要求学生最终掌握PLC控制系统的综合设计方法。学生应按照课程进度要求以超新学习通课程资料为主，教材为辅进行预习；在课堂上应注意听讲各部分的重点和难点，积极思考参与讨论，认真做好平时的上机练习；课后要结合超新学习通课程资料和教材认真复习完成作业，加深对课程内容的理解。学生必须参加期中考试，完成期末四个实践任务考核，并按时参与教学评价。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.能够运用电力拖动系统和自动控制系统中常用低压电器的相关理论知识，正确选用和使用低压电器。

课程目标2.能够运用电气控制电路分析和设计的相关理论知识，分析和设计典型电气控制电路，分析和设计电气控制系统。

课程目标3.能够运用PLC的基础知识、PLC编程指令、PLC网络通信技术和PLC控制系统设计方法的相关理论知识，进行典型控制电路的PLC控制程序设计，进行以PLC为核心的自动控制系统的硬件设计和软件设计。

课程目标4.(课程思政目标)在培养学生电气控制系统设计 and 应用能力的同时，在国家意识层面，在教学内容中融入我国在电气控制技术上的成就，培养学生的自豪感和爱国精神；在专业学术方面，在教学内容中融入我国电气控制技术人员的科技强国情怀和远大抱负，将正确的价值观传递给学生。

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G3: 设计/开发解决方案	3.1: 掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开发方法和技术，了解影响设计目标和技术方案的各种因素。	课程目标1、2
G4: 研究	4.2: 能够根据对象特征，选择研究路线，设计实验方案。 4.3: 能够根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据。	课程目标3、4
G5: 使用现代工具	5.1: 了解工程活动中常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性。 5.2: 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对电气与智能控制复杂工程问题进行分析、计算与设计。	课程目标3、4

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	常用低压电器	课程目标1
主题二	电气控制电路基础	课程目标2

主题三	S7-1200 PLC基础	课程目标3、4
主题四	S7-1200 PLC指令及程序设计	课程目标3、4
主题五	S7-1200 PLC 通讯	课程目标3、4
主题六	PLC 控制系统综合设计	课程目标3、4

## (二) 具体内容

### 主题一 常用低压电器

#### 【教学目标】

- 1.了解低压电器的基本概念及术语。掌握的工作和使用方法；
- 2.掌握开关电器、熔断器、接触器、继电器、主令电器和其他低压电器的工作原理及使用方法。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：常用低压电器的结构原理、图形文字符号、使用和选用方法。
- 2.难点：低压电器的工作原理。

#### 【课程内容】

- 1.低压电器分类。低压电器的定义、分类、作用和符号；
- 2.开关电器。刀开关、组合开关、倒顺开关的用途、技术参数、选择原则、使用注要事项、常用产品型号、图形和文字符号；
- 3.熔断器。熔断器的用途、结构、使用方法、安秒特性、类型及应用场合，主要技术参数和选用方法；
- 4.接触器。功能，交流接触器好直流接触器的结构组成、用途、图形和文字符号、应用举例、常用产品型号；
- 5.继电器。电压继电器、电流继电器、中间继电器、时间继电器、热继电器、速度继电器的用途、分类、使用方法、图形和文字符号、选用原则和注意事项；
- 6.主令电器。按钮、行程开关、接近开关、万能转换开关、凸轮控制器、主令控制器的功能、结构组成、应用、图形和文字符号；按钮颜色的选用标准，转换开关和凸轮控制器图形符号的画法；
- 7.其他电器。电阻、电磁铁、信号灯、报警器的功能及使用。

### 主题二 电气控制电路基础

#### 【教学目标】

- 1.了解电器控制线路图的图形、文字符号及绘制原则；
- 2.掌握三相笼型异步电动机典型控制电路；
- 3.掌握三相笼型异步电动机基本控制电路。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：三相交流异步电动机的启动、制动控制电路工作原理。
- 2.难点：以电动机为控制对象的电气控制线路的分析与设计方法。

#### **【课程内容】**

- 1.电气控制线路分析基础；电气控制线路图表示方法、绘制原则和标准；
- 2.三相交流异步电动机的典型控制电路；典型控制电路的工作原理、分析方法和设计方法；点动控制、连续控制、直接启动、点动、连续混合控制、多地点控制、顺序控制、正、反转控制、行程控制；
- 3.三相交流异步电动机基本控制电路；笼型异步电动机直接启动和降压启动控制电路、绕线型异步电动机启动控制、异步电动机的制动控制电路；
- 4.电气控制电路中的保护环节；电气控制电路中的常用保护环节及实现方法。

### **主题三 S7-1200 PLC基础**

#### **【教学目标】**

- 1.了解有关可编程序控制器的概念和术语；
- 2.了解S7-1200 PLC的技术特点，掌握硬件组成、工作原理、程序结构与语言、内部资源和寻址方式。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：可编程控制器的系统组成、工作原理，S7-1200PLC 的常用模块功能与接线方法。
- 2.难点：可编程控制器的工作过程和扫描方式；S7-1200 PLC的系统存储区与数据类型。

#### **【课程内容】**

- 1.PLC概述：PLC的发展历史、定义、特点及分类、应用领域；
- 2.PLC的基本结构：硬件结构、软件结构、编程语言；
- 3.PLC的主要性能指标：I/O点数、存储器容量、扫描速度、内部寄存器；
- 4.PLC的工作原理：PLC控制系统的组成、PLC 的等效电路、PLC工作过程、PLC输出对输入的响应滞后现象；

5.S7-1200PLC的硬件结构：S7-1200PLC性能特点，常用模块的功能、接线与按安装；

#### 主题四 S7-1200 PLC指令及程序设计

##### 【教学目标】

- 1.了解软件开发环境；
- 2.能够熟练掌握S7-1200 PLC的存储器及寻址、程序结构的分类及块的调用、基本指令和扩展指令功能和应用要点；
- 3.能够熟练掌握经验设计法和顺序控制设计法。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：S7-1200 PLC的存储器及寻址、程序结构的分类及块的调用、基本指令和扩展指令功能和应用要点。
- 2.难点：经验设计法和顺序控制设计法。

##### 【课程内容】

- 1.S7-1200 PLC程序设计基础：S7-1200 的编程语言、数据类型及格式、系统存储区及寻址方式、全局变量与区域变量、编程语言；
- 2.S7-1200 PLC的基本指令：位逻辑指令、定时器与计数器指令、数据处理指令、数学运算指令的基本功能、应用要点和编程上机实训；
- 3.S7-1200 PLC的扩展指令：日期和时间指令、字符串与字符指令的基本功能、应用要点和编程上机实训；
- 4.S7-1200 PLC的程序结构：函数、函数块和数据块，多重背景及应用，组织块及应用和编程上机实训；
- 5.经验设计法：梯形图的经验设计方法和编程上机实训；
- 6.顺序控制设计法：顺序功能图的基本元件、基本结构、转换条件的实现方法和编程上机实训。

#### 主题五 S7-1200 PLC通讯

##### 【教学目标】

- 1.工业网络结构概念；
- 2.掌握S7-1200 PLC之间以太网通讯技术。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：S7-1200 PLC的通信原理。



2.难点：S7-1200 PLC的通信使用方法。

### 【课程内容】

- 1.工业网络结构概念，S7-1200 PLC通信网络；
- 2.S7-1200 PLC以太网通讯上机实训。

## 主题六 PLC控制系统综合设计

### 【教学目标】

- 1.掌握PLC控制系统设计原则及各流程的具体内容；
- 2.能够运用西门子TIA Portal博途软件设计、仿真调试PLC程序；
- 3.能够进行小型电气控制系统的设计、PLC硬件接线和调试，并归纳、总结、分析结果。

### 【重点、难点】

- 1.重点：PLC控制系统设计原则、流程。
- 2.难点：PLC硬件接线和调试方法。

### 【课程内容】

- 1.PLC控制系统设计步骤及内容；
- 2.根据上机实验指导书，完成流水灯控制系统设计、十字路口交通灯控制系统设计、传送带输送控制系统设计、机械手控制系统设计四个实践任务；
- 3.根据上机实验指导书中的内容要求，完成PLC程序的编写，给出仿真结果，硬件连线，编译下载程序，观察实验结果；
- 4.总结上机实验内容，写出计算机与S7-1200 PLC通信的步骤；画出调试程序的I/O接线图、梯形图，写出仿真结果，写出实际调试结果；总结调试过程中的经验或教训。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	上机学时
主题一	常用低压电器	2	0
主题二	电气控制电路基础	4	0
主题三	S7-1200 PLC基础	2	0

主题四	S7-1200 PLC指令及程序设计	0	14
主题五	S7-1200 通讯	0	2
主题六	PLC 控制系统综合设计	0	16
合计		8	32

## 六、课程教学方法与策略

1.采用多媒体辅助教学方法，多媒体教学与传统板书教学相结合，帮助学生更好地理解低压电器的工作原理、电气控制电路的执行过程与工作原理；

2.采用启发式教学方法，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识；

3.采用实验教学方法，引导学生使用一定的仪器和设备，进行独立操作，引起某些事物和现象产生变化，从而使学生获得直接经验，培养学生的技能和技巧；

4.采用演示教学方法，通过展示PLC实物教具，教学PLC基本结构，从而巩固加深学生对PLC硬件组成的理解；

5.采用案例教学方法。理论教学与工程实际相结合，引导学生通过工程实际加深对基本理论知识的掌握。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程的考核以考核学生能力培养目标的达成为主要目的，以检查学生对各知识点的掌握程度和应用能力为重要内容。课程考核方式分为过程性考核（平时考核）、期中考核和课终考核（期末考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括学生平时表现、平时作业和作业完成情况。

期中考核，采用考试形式。

课终考核（期末考核），采用上机实验形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	考查基本概念、基础知识的掌握及应用程度，主要有低压电器的基本结构和工作原理、常用电器元件的选用和使用方法等。	平时表现、作业、考试

课程目标2	考查电气控制线路图的图形、文字符号和绘制原则，以及三相笼型异步电动机的全压启动、正反转、电动、制动以及调速等电路。	平时表现、作业、考试
课程目标3	考查PLC的基础知识，包括产生与发展状况、基本组成结构、基本工作原理；理解PLC的编程方法和规则等。考查设计PLC控制系统的能力，包括查阅有关数据、功能和使用方法，考查PLC的硬件接线与程序设计的能力，包括各种指令的实际应用，能阅读和分析实际应用程序与梯形图，以及进行程序设计与调试等。	平时表现、上机实践、考试
课程目标4	考查学生的国家自豪感和爱国精神，科技强国情怀和远大抱负。	平时表现

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.平时表现：学生出勤，主动参与课堂练习、讨论情况，占平时成绩的20%。 2.作业：学生平时作业提交次数及完成质量，占平时成绩的30%。 3.课程平时上机实践操作情况，占平时成绩的50%。	30
期中考核	期中考试采用闭卷形式，占整个成绩的30%。	30
期末考核	为PLC控制系统综合设计中，四个实践任务的平均成绩。	40

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]梁岩,梁雪,王泓潇.电气控制与S7-1200 PLC应用技术[M].机械工业出版社,2023.

[2]王明武.电气控制与S7-1200 PLC应用技术[M].机械工业出版社,2022.

### (二) 其他资料

[1]廖常初.S7-1200 PLC编程及应用（第4版）[M].机械工业出版社,2021.

[2]王淑芳.电气控制与S7-1200 PLC应用技术[M].机械工业出版社,2020.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：乔凌霄，谢雪丹。

# 《电力系统自动化》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电力系统自动化				
课程英文名称	Power System Automation				
课程编码	220601005	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考试		
先修课程	发电厂变电所电气部分，电力系统稳态分析				
学分/学时	2.5/40	理论学时	32	实验学时	8
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	孙国荣		

## 二、课程简介

本课程是电气工程及其自动化专业中电力系统自动化方向的一门专业课程，涉及电力系统运行理论、自动控制理论、计算机控制技术、网络通信技术等多方面的知识，内容十分丰富，包括发电机励磁自动控制、发电厂自动化、电网调度自动化、配电网自动化、变电站自动化等。其任务是使学生了解电力系统自动化的基本工作原理、装置的调试方法以及装置的设计方法，并且学习自动装置对电力系统运行影响的分析方法，从而使学生将来能更好地从事这方面的工作。本课程是电气工程专业本科生的一门专业课程，该课程有关内容可以直接应用于工程。

## 三、课程学习基本要求

### 1、学习要求

本课程的学习需要先修课程大量的专业知识做支撑，因此在学习相关章节时涉及的基础知识需要提前温习。坚持上课，迟到或早退视为缺勤，认真听讲，做好笔记，积极参与教学互动，将课堂讨论、回答问题、随堂测试等课堂活动计入理论课程平时成绩。课后认真复习，独立完成作业，按时提交作业。必须参加实验课，亲自动手独立完成规定的实验内容，并提交合格的实验报告。以负责任的态度完成课程教学评价。

### 2、选读课外教材

[1]李先彬.电力系统自动化（第4版）[M].北京:中国电力出版社,2004年7月.

[2]王葵,孙莹.电力系统自动化[M].北京:中国电力出版社,2012年5月.

[3]李岩松,齐郑,刘君.电力系统自动化[M].北京:中国电力出版社,2014年4月.

## 四、课程目标

### (一) 目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.使学生对电力系统相关问题形成较为系统的认识和了解；使学生深入了解发电机自动励磁控制的基本原理和方法，掌握发电机的并网过程；使学生了解电力系统频率调整和电压调整的基本问题，掌握电力系统工频特性、自动发电控制、经济调度的原理和方法，掌握电力系统电压控制措施。

课程目标2.使学生了解电气自动装置的基本原理及其在电力系统运行中的作用，以及电力系统调度自动化方面的一些基本情况，使学生在从事电力系统设计、运行工作时对电力系统自动化具有必要的基本知识。

课程目标3.使学生了解电力系统自动化的基本知识，熟悉电网调度自动化、配电网自动化、变电站自动化的相关问题，训练和培养学生独立思考、解决实际工程问题的能力，为以后走上工作岗位打下基础。

课程目标4.引导学生坚定正确的政治方向、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，不断提高学生思想道德素养，培养学生具备积极思考、严谨创新的科学态度和解决实际问题的素质。

### (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.4: 能够利用相关的基础知识和专业知识,用于电气工程问题解决方案的比较和综合。	课程目标 1、2、3
G2: 问题分析	2.3: 能认识到解决问题有多种方案可选择,会利用文献研究方法,对复杂的工程问题分析、寻求可替代的解决方案。	课程目标 2、3
G3: 设计/开发解决方案	3.1: 掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开发方法和技术,了解影响设计目标和技术方案的各种因素。	课程目标 2、3
G8: 职业规范	8.1: 有正确价值观,理解社会主义核心价值观、了解国情、维护国家利益,具有推动民族复兴和社会进步的责任感。	课程目标 4

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	电力系统自动化概述	课程目标1、3、4
主题二	同步发电机自动并列	课程目标1、2、4
主题三	同步发电机励磁自动控制及电力系统电压无功控制	课程目标2、4
主题四	电力系统频率和有功功率自动调节	课程目标1、2、3、4
主题五	电网调度自动化	课程目标1、3、4
主题六	配电自动化技术	课程目标3、4
主题七	电力系统安全自动装置	课程目标2、4
项目一	发电机组的启动与运转实验	课程目标1、2、4
项目二	准同期并网实验	课程目标1、2、4
项目三	调差实验	课程目标1、2、4
项目四	电力系统调度自动化实验	课程目标2、3、4

### （二）具体内容

#### 主题一 电力系统自动化概述

##### 【教学目标】

- 1.了解电力系统自动化对电力系统安全、经济运行的作用；电力系统自动化的内容和发展；电力系统的运行状态与调度控制；本课程的目的任务及学习方法；
- 2.理解电力系统的概念、特点；
- 3.了解电力系统自动化领域人物先进事迹。

##### 【重点、难点】

电力系统自动化相关概念。

##### 【课程内容】

- 1.电力系统自动化概论；
- 2.我国电力系统自动化发展历程。

#### 主题二 同步发电机自动并列

##### 【教学目标】

- 1.了解并列操作及其重要性；
- 2.理解两种并列方法—准同期并列和自同期并列；
- 3.理解滑差电压的性质，掌握准同期并列条件分析方法、准同期并列的整定计算。获得恒定越前时间的方法及典型电路；均频、均压部分的作用及工作原理；
- 4.掌握自动准同期装置的基本构成，包括滑差检测、合闸部分的工作原理及作用；
- 5.熟练掌握自动准同期并列的基本原理；
- 6.培养学生科研工作的创新精神、奉献精神和报国情怀。

### 【重点、难点】

- 1.重点：并列的基本原理。
- 2.难点：准同期并列的整定计算。

### 【课程内容】

- 1.电力系统并列概述；
- 2.准同期并列检测基本原理；
- 3.模拟式自动准同期装置；
- 4.微机自动准同期装置原理误差及其表达形式；
- 5.欧洲等国同期装置发展与选择。

## 主题三 同步发电机励磁自动控制及电力系统电压无功控制

### 【教学目标】

- 1.了解电力系统电压和无功功率控制的必要性；励磁控制系统的构成、励磁方式分类；起励、灭励、强励；
- 2.理解励磁控制系统的主要任务及对励磁控制系统的基本要求；
- 3.掌握励磁调节器的静态工作特性、励磁控制系统的静态调节特性、电压调差系数，调差装置；
- 4.熟练掌握励磁调节器基本构成，包括测量比较单元、综合放大单元、可控整流电路、移相触发单元的基本工作原理及典型电路；
- 5.培养学生发现问题、团队协作、解决问题的精神。

### 【重点、难点】

- 1.重点：系统电压和武功的关系；励磁控制系统的构成、励磁方式分类。
- 2.难点：励磁控制系统的特性。

### 【课程内容】

- 1.励磁系统的主要任务及其基本要求；
- 2.同步发电机励磁系统及自动励磁调节器基本原理；
- 3.励磁调节与并联运行机组间无功功率的分配；
- 4.同步发电机微机励磁控制；
- 5.电力系统电压和无功功率控制；
- 6.讲述励磁系统背后的故事。

## 主题四 电力系统频率和有功功率自动调节

### 【教学目标】

- 1.了解电力系统频率的调节方法、自动发电控制（AGC）原理；
- 2.理解电力系统频率和有功功率控制的重要性，调速器的基本工作原理、调速系统的静态调节特性、一次调整和二次调整；
- 3.掌握电力系统负荷的调节效应；频率调差系数；
- 4.熟练掌握并联机组间有功功率的分配；
- 5.增强学生学习兴趣，联系课本与生活，培养学生社会责任感。

### 【重点、难点】

- 1.重点：系统频率和有功功率的关系及频率的调节方法。
- 2.难点：频率调差系数的计算。

### 【课程内容】

- 1.电力系统频率特性和频率调节；
- 2.同步发电机调速器及其建模；
- 3.电力系统频率和有功功率自动控制的基本原理；
- 4.自动发电控制；
- 5.讲述生活中发电小知识。

## 主题五 电网调度自动化

### 【教学目标】

- 1.了解电网系统调度自动化的基本任务；调度自动化的主要功能；调度自动化系统的现状和发展趋势；
- 2.理解电网调度自动化系统的基本构成与工作原理；电网调度自动化系统的软件平台和硬件组成；



3.掌握远方终端的结构与功能、调度中心计算机系统的结构与功能、自动发电控制、EMS的网络分析功能；

4.熟练掌握数据通信的通信规约、电力系统的分层调度控制；

5.增强学生社会责任感，顺应历史使命，培养学生主人翁精神，培养学生对科研工作的热爱。

### 【重点、难点】

1.重点：电网系统调度自动化的相关概念；信息传输和通信规约；

2.难点：电力系统状态估计。

### 【课程内容】

1.远方终端RTU；

2.信息传输和通信规约；

3.电网调度中心计算机系统；

4.SCADA/EMS 系统；

5.新世纪我国电力系统自动化的发展。

## 主题六 配电自动化技术

### 【教学目标】

1.了解配电管理系统（DMS）概述；配电网重构；变电站综合自动化；智能变电站；分布式发电与微电网控制；

2.理解配电管理系统的工作原理；

3.掌握配电图地理信息系统（AM、FM、GIS）；馈线自动化技术；远程自动抄表计费；获得恒定越前时间的方法及典型电路；均频、均压部分的作用及工作原理；

4.引导学生理论联系实际，加快建设社会主义新中国。

### 【重点、难点】

1.重点：配电管理系统的工作原理。

2.难点：重合器和分段器的配合使用。

### 【课程内容】

1.配电管理系统概述；

2.馈线自动化技术及配电网重构；

3.变电站综合自动化与智能变电站；

- 4.分布式发电与微电网控制、配电地理信息系统和自动抄表计费；
- 5.习近平总书记的勿忘初心、服务百姓的思想。

## 主题七 电力系统安全自动装置

### 【教学目标】

- 1.了解电力系统安全自动装置；
- 2.理解自动解列装置；输电线路自动重合闸装置；备用电源自动投入装置；故障录波装置；
- 3.掌握自动低频减负荷装置；
- 4.了解现阶段电力系统自动化发展，及国内外差距通过工业背景，培养学生工程师使命感。

### 【重点、难点】

- 1.重点：各种安全自动装置的工作原理。
- 2.难点：自动低频减载装置最大功率缺额的确定。

### 【课程内容】

- 1.概述；自动低频减负荷装置；
- 2.自动解列装置；
- 3.输电线路自动重合闸装置；
- 4.备用电源自动投入装置；故障录波装置；
- 5.现阶段电力系统自动化发展。

## 项目一 发电机组的启动与运转实验

### 【教学目标】

- 1.了解微机调速装置的工作原理和掌握其操作方法；
- 2.熟悉发电机组中原动机（直流电动机）的基本特性；
- 3.掌握发电机组起励建压，并网，解列和停机的操作。

### 【实践内容】

- 1.无穷大系统的投入操作；
- 2.无穷大系统的切除操作。

### 【实践要求】

- 1.实验前提前预习实验内容；
- 2.按要求提交实验报告。

## 项目二 准同期并网实验

### 【教学目标】

- 1.加深理解同步发电机准同期并列运行原理，掌握准同期并列条件；
- 2.掌握准同期的概念及并网操作方法，准同期并列装置的分类和功能；
- 3.熟悉同步发电机手动、自动准同期并列过程。

### 【实践内容】

- 1.恒 $U_g$ 控制：投入无穷大系统，调压器电压设置400V；
- 2.手动准同期：投入同期表观察指针偏转方向和偏转角度，调节励磁和转速，使压差和频差满足条件，手动合闸；
- 3.自动准同期：“自动调频”：投入；“自动调压”投入；“自动合闸”投入；调整电压和频率，自动判断，满足条件合闸。

### 【实践要求】

- 1.实验前提前预习实验内容；
- 2.按要求提交实验报告。

## 项目三 调差实验

### 【教学目标】

- 1.深入理解调差原理，掌握改变发电机电压调节特性斜率的方法；
- 2.多台机组在同一母线上并线运行时，无功功率分配与无功调节特性的关系；
- 3.理解调差系数的涵义及其发电机外特性曲线。

### 【实践内容】

- 1.在微机励磁调节器中使用的调差公式为（按标么值计算） $U_B = U_g \pm K_Q * Q$ ，它是将无功功率的一部分叠加到电压给定值上（模拟式励磁调节器通常是将无功电流的一部分叠加在电压测量值上，效果等同）；
- 2.按照实验步骤分别做零调差实验、正调差实验、负调差实验。

### 【实践要求】

- 1.实验前提前预习实验内容；
- 2.按要求提交实验报告。

## 项目四 电力系统调度自动化实验

### 【教学目标】

- 1.掌握电力系统自动化的遥测、遥信、遥控、遥调等功能；
- 2.加深电力系统调度的自动化。

### 【实践内容】

1.PS-7G型电力系统微机监控实验台"相当于电力系统的调度和通信中心。针对5个发电厂的安全、合理分配和经济运行进行调度，针对电力网的有功功率进行频率调整，针对电力网的无功功率的合理补偿和分配进行电压调整；

2.所有常规监视和操作除就地进行外，均可以在远方的监控系统上完成，计算机屏幕显示整个电力系统的主接线的开关状态和潮流分布，通过画面切换可以显示每台发电机的运行状况，实现电力系统自动化的遥测、遥信、遥控、遥调等功能。

### 【实践要求】

- 1.实验前提前预习实验内容；
- 2.按要求提交实验报告。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	电力系统自动化概述	2	0
主题二	同步发电机自动并列	4	0
主题三	同步发电机励磁自动控制及电力系统电压无功控制	8	0
主题四	电力系统频率和有功功率自动调节	6	0
主题五	电网调度自动化	6	0
主题六	配电自动化技术	4	0
主题七	电力系统安全自动装置	2	0
项目一	发电机组的起动与运转实验	0	2
项目二	准同期并网实验	0	2
项目三	调差实验	0	2

项目四	电力系统调度自动化实验	0	2
合计		32	8

## 六、课程教学方法与策略

- 1.讲授法：以课堂讲授形式进行理论课程的讲解，解决学生学习的困惑；
- 2.问题导向法：采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得知识；
- 3.多媒体辅助教学法：采用多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性和学生的参与度；
- 4.案例法：采用案例教学，理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识课程加强理解；
- 5.讨论法：采用互动式教学，课内讨论和课外答疑相结合。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（期末考核）。

过程考核（平时考核）占30%，包括出勤、课堂表现、课堂测试、实验过程及报告、作业完成情况等。其中，出勤、课堂表现主要考核学生的出勤情况、课堂表现及学生对课程内容的掌握情况，在课堂或课后随机进行；实验过程及报告主要考核学生实验过程的操作能力及实验结果正确与否，实验报告完成质量；作业完成情况主要考核学生的作业上交次数和作业完成质量。

课终考核（期末考核），采用考试形式进行，在学期教学结束后进行。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	(1) 电力系统并列概述 (2) 自动励磁调节器基本原理 (3) 电力系统电压和无功功率控制 (4) 电力系统频率和有功功率自动控制的基本原理	课堂提问、作业、实验报告、期末考核
课程目标2	(1) 自动解列装置原理； (2) 输电线路自动重合闸装置原理； (3) 备用电源自动投入装置原理；	作业、实验报告、期末考核

	(4) 自动低频减负荷装置原理。	
课程目标3	(1) 电力系统自动化的整体认知 (2) SCADA/EMS 系统结构组成 (3) 信息传输和通信规约 (4) 配电管理系统概述 (5) 馈线自动化技术 (6) 配电地理信息系统	作业、实验报告、期末考核
课程目标4	引导学生坚定正确的政治方向、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，不断提高学生思想道德素养，培养学生具备积极思考、严谨创新的科学态度和解决实际问题的素质。	课堂提问、作业、实验

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。 3.考勤：按时上下课，不得缺勤、迟到、早退。 4.实验报告：考核学生实验过程的操作能力及实验结果正确与否，完成质量如何。	30
期末考核	期末考试	70

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

- [1]丁坚勇,胡志坚.电力系统自动化[M].中国电力出版社,2015.
- [2]王葵,孙莹.电力系统自动化[M].中国电力出版社,2012.
- [3]李岩松,齐郑,刘君.电力系统自动化[M].中国电力出版社,2014.
- [4]李先彬.电力系统自动化(第4版)[M].中国电力出版社,2004.

### (二) 其他资料

- [1]陈堂.配电系统及其自动化技术[M].中国电力出版社, 2003.

## 九、其他说明

- (一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。
- (二) 参与人：孙江，陈姝姝。

# 《新能源发电技术》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	新能源发电技术				
课程英文名称	New Energy Generation Technology				
课程编码	220602013	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查		
先修课程	电气工程学科概论，电力电子技术				
学分/学时	1.5/24	理论学时	24	实验	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	林异凤		

## 二、课程简介

《新能源发电技术》是电气工程与智能控制专业一门重要的专业课程。本课程的主要目标是使学生获得有关能源的基本理论和基本知识；帮助学生学习和掌握能源利用技术的前沿动态，掌握对二次能源及新能源的开发、转换与利用，使学生获得较宽广的能源科学技术知识。培养学生树立环境友好发电、分布式发电的良好意识，为以后从事电力系统及新能源相关行业打下基础。

## 三、课程学习基本要求

### 1.学习本课程的方法、策略及教育资源的利用

(1) 学习基础：学生在进入本课程学习之前，应完成和需要复习的课程：《电气工程学科概论》、《电机学》等；

(2) 本课程理论知识有一定难度，必须通过一定量的练习，才能达到教学基本要求。希望认真完成作业，多练习相关的复习思考题及习题，及时了解自己掌握的程度和不足，以便进一步学习或复习。特别要注意在日常生活中观察实践，理解课程内容；

(3) 本课程内容丰富、实践应用性很强，需要多结合工程应用来促进对课程理论知识的理解，使学生具备初步分析问题和解决问题的能力。

### 2.学生完成本课程每周须耗费的时间

为掌握本课程的主要内容，按约 1: 1 的比例配比课外学时（预习、复习和完成老师布置的作业），学生课外每周必须耗费的最少时间为 2 小时，学生完成本课程每周须耗费的最少时间为 4 小时。

3.学生的上课、实验、讨论、答疑、提交作业（论文）单元测试、期末考试等方面的要求

课前预习，坚持上课，认真听讲，做好笔记，积极参与教学互动，主动与老师探讨问题；课后认真复习，独立完成作业。勤于动脑动笔，认真演算习题，培养自己的分析和计算能力；必须参加实验课，亲自动手独立完成规定的实验内容，并提交合格的实验报告。

4.学生参与教学评价要求

依照学校规定，课程结束前 1-2 周内，按照学校统一安排，通过网上评教系统，回答调查问卷，实事求是地对本课程及任课教师的教学效果作出客观公正的评价，是学生的应尽的责任和义务，对促进教师改进教学工作具有重要的意义，每个学生都必须参加。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

课程目标 1.知识掌握：通过对该门课程的学习，使学生了解中国的能源现状和中国新能源的发展现状；了解太阳能、风能、生物质能、地热能、氢能和燃料电池等新能源发电技术的基本原理；掌握新能源发电系统的构成。

课程目标 2.能力提高：通过对该门课程的学习，使学生了解新能源发电的运行方式，各类发电场的选址和维护；深化理解新能源发电与环境的关系。熟悉各类新能源的运行性能的评判。进而能够分析出各类新能源发电技术工程问题，同时能预判出各类新能源发电技术在电力系统中应用可能出现的问题。获得各类新能源的利用开发价值，比较分析各类新能源的工程管理与经济决策问题，以便提升学生对电力系统和储能专业工程领域项目的工程管理与经济决策的能力。

课程目标 3.素养培养：具有良好的工程职业道德、追求卓越的态度、爱国敬业和艰苦奋斗精神、较强的社会责任感和较好的人文素养；具有良好的质量、安全、效益、环境、职业健康和服务意识；具有较强的创新意识和进行产品开发和设计、技术改造与创新的能力。



课程目标 4.思政教育目标：以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持知识传授与价值引领相结合，培养学生理想信念、价值取向、政治信仰、社会责任，具备明事辨理、明辨是非的能力，学生通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感，培养德智体美劳全面发展、堪当民族复兴大任的社会主义建设者和接班人。

## （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G2: 问题分析	2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，会通过文献研究寻求可替代的解决方案。	课程目标 1、2、3
G7: 环境和可持续发展	7.1 知晓和理解有利于环境保护、社会可持续发展的电气工程发展方向。	课程目标 1、2、3
G8: 职业规范	8.1 有正确价值观，理解个人与社会的关系，了解中国国情、维护国家利益，具有推动民族复兴和社会进步的责任感。	课程目标 4

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	新能源概论	课程目标 1、2、3
主题二	太阳能发电技术	课程目标 1、2、3、4
主题三	风力发电技术	课程目标 1、2、3、4
主题四	氢能和燃料电池	课程目标 1、2、3、4
主题五	地热能发电技术	课程目标 1、2、3、4
主题六	生物质能发电技术	课程目标 1、2、3、4
主题七	互补发电与综合利用	课程目标 1、2、3、4
主题八	分布式发电技术	课程目标 1、2、3、4

### （二）具体内容

#### 主题一 新能源概论

### 【教学目标】

- 1.了解本课程的性质和任务，了解能源利用的历史；
- 2.了解能源与环境问题及新能源发展战略、意义与展望；
- 3.掌握能源的概念与类型。掌握测量仪表的输入输出特性。

### 【重点、难点】

- 1.重点：新能源的概念与类型、常用研究方法；
- 2.难点：新能源的概念与类型、常用研究方法。

### 【课程内容】

- 1.资源与能源；
- 2.能源的分类
- 3.能源与环境问题。

## 主题二 太阳能发电技术

### 【教学目标】

- 1.了解太阳能；
- 2.掌握太阳能热发电技术的分类和结构；
- 3.掌握太阳能光伏发电技术原理及结构。

### 【重点、难点】

- 1.重点：太阳能的利用；
- 2.难点：光热发电、光伏发电系统的组成及作用。

### 【课程内容】

- 1.太阳能的概述；
- 2.太阳能集热器；
- 3.太阳能的集热方式和太阳能热发电站的构成；
- 4.太阳能光伏发电的原理和太阳能光伏电站的构成；
- 5.光伏发电系统的分类及并网方式。

## 主题三 风力发电技术

### 【教学目标】

- 1.了解风能的基本知识、风能资源及利用；
- 2.掌握风力发电的原理及设备构成。

### 【重点、难点】

- 1.重点：风力发电的原理。
- 2.难点：风力发电设备及工作原理。

#### **【课程内容】**

- 1.风能的基本知识、风能资源及利用；
- 2.风力发电的原理及设备构成。

### **主题四 氢能和燃料电池**

#### **【教学目标】**

- 1.了解氢能和燃料电池的概念；
- 2.了解氢能发电。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：氢能制取和燃料电池原理；
- 2.难点：氢能制取和燃料电池原理。

#### **【课程内容】**

- 1.氢能和燃料电池的概念；
- 2.氢能发电和和燃料电池的工作原理；
- 3.氢能和燃料电池应用。

### **主题五 地热能发电技术**

#### **【教学目标】**

- 1.了解地热能的基本知识、地热能资源的类型及分布；
- 2.熟悉地热能的利用、地热发电的原理和技术。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：地热能的利用；
- 2.难点：地热发电的原理和技术。

#### **【课程内容】**

- 1.地热能的基本知识、地热能资源的类型及分布；
- 2.地热能的利用、地热发电的原理和技术。

### **主题六 生物质能发电技术**

#### **【教学目标】**

- 1.了解生物质能转化技术；
- 2.掌握生物质能发电技术。

### 【重点、难点】

- 1.重点：生物质能发电原理和应用；
- 2.难点：生物质能发电原理和应用。

### 【课程内容】

- 1.生物质能转化技术；
- 2.生物质能发电技术。

## 主题七 互补发电与综合利用

### 【教学目标】

- 1.了解互补发电的概念和特点；
- 2.掌握风光互补发电技术。

### 【重点、难点】

- 1.重点：风光互补发电技术应用；
- 2.难点：风光互补发电技术应用。

### 【课程内容】

- 1.互补发电的概念和特点；
- 2.风光互补发电技术；
- 3.其他互补发电技术及应用。

## 主题八 分布式发电技术

### 【教学目标】

- 1.了解分布式发电的概念和特点；
- 2.熟悉分布式发电单元、储能装置；
- 3.了解分布式供电系统和微电网。

### 【重点、难点】

- 1.重点：分布式供电系统和微电网；
- 2.难点：分布式供电系统和微电网。

### 【课程内容】

- 1.分布式发电的概念和特点；
- 2.分布式发电单元、储能装置；
- 3.分布式供电系统和微电网。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验/实践/上机学时
主题一	新能源概论	2	0
主题二	太阳能发电技术	6	0
主题三	风力发电技术	4	0
主题四	氢能和燃料电池	2	0
主题五	地热能发电技术	2	0
主题六	生物质能发电技术	4	0
主题七	互补发电与综合利用	2	0
主题八	分布式发电技术	2	0
合计		24	0

## 六、课程教学方法与策略

- 1.讲授法：以课堂讲授形式进行理论课程的讲解，解决学生学习的困惑；
- 2.问题导向法：采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得知识；
- 3.多媒体辅助教学法：采用多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性和学生的参与度；
- 4.案例法：采用案例教学，理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识课程加强理解；
- 5.讨论法：采用互动式教学，课内讨论和课外答疑相结合；
- 6.练习法：通过课后作业练习，巩固所学知识。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（期末考核）；过程考核（平时考核）占40%，包括出勤、课堂表现、作业完成情况等。其

中，出勤、课堂表现主要考核学生的出勤情况、课堂表现及学生对课程内容的掌握情况，在课堂或课后随机进行；作业完成情况主要考核学生的作业上交次数和作业完成质量；

课终考核（期末考核），采用结课报告形式进行，在学期教学结束后进行。

## 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 1	(1) 新能源概论 (2) 太阳能发电技术 (3) 风力发电技术 (4) 氢能和燃料电池 (5) 地热能发电技术 (6) 生物质能发电技术 (7) 互补发电与综合利用 (8) 分布式发电技术	作业、期末考核
课程目标 2	(1) 新能源概论 (2) 太阳能发电技术 (3) 风力发电技术 (4) 氢能和燃料电池 (5) 地热能发电技术 (6) 生物质能发电技术 (7) 互补发电与综合利用 (8) 分布式发电技术	作业、期末考核
课程目标 3	(1) 新能源概论 (2) 太阳能发电技术 (3) 风力发电技术 (4) 氢能和燃料电池 (5) 地热能发电技术 (6) 生物质能发电技术 (7) 互补发电与综合利用 (8) 分布式发电技术	作业、期末考核
课程目标 4	(1) 新能源概论 (2) 太阳能发电技术 (3) 风力发电技术 (4) 氢能和燃料电池 (5) 地热能发电技术 (6) 生物质能发电技术 (7) 互补发电与综合利用 (8) 分布式发电技术	作业、期末考核

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力； 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量； 3.考勤：按时上下课，不得缺勤、迟到、早退。	40
期末考核	期末结课报告	60

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]朱永强.新能源发电技术.第2版[M].机械工业出版社,2020.

[2]黄素逸.新能源发电技术[M].中国电力出版社,2017.

### (二) 其他资料

[1]学习网站：清洁能源与电气工程科学知识 [www.pengky.cn/](http://www.pengky.cn/)

[2]迟永宁.新能源发电建模及接入电网分析[M].电力出版社.2020.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。

(二) 参与人：任家智。

# 《电力工程项目管理》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电力工程项目管理				
课程英文名称	Electric Power Engineering Project Management				
课程编码	220601008	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查		
先修课程	电气工程学科概论				
学分/学时	1/16	理论学时	16	实践学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	辛鑫		

## 二、课程简介

《电力工程项目管理》是电气工程及其自动化专业的一门专业课程选修课，是一门基于电力行业实际并紧密联系工程建设管理实践的重要课程，它以工程项目为对象提出工程项目管理的概念和系统，从施工项目管理者或承包商的角度讲授项目组织与管理的理论和方法，重点结合电力行业特点强调管理的应用。

设立本门课程的目的是使本专业学生了解并掌握在工程项目管理中，如何进行全方位全过程的科学管理和合理协调，为学生建立管理项目的知识体系，并培养运用管理知识解决实际问题的技能，为本专业学生在毕业后从事有关的工程建设管理工作奠定坚实的基础。学生通过本课程的学习，要求掌握建筑工程造价的基本理论、基本知识，熟悉建筑工程招标和投标的程序和方法，具备编制工程量清单和清单报价的能力，为今后从事电力行业相关的工程建设或工程造价专业技术工作及研究开发打下必要的理论基础。

## 三、课程学习基本要求

### 1.提前预习内容。

课程通知、课程大纲和教学计划，是每门课程的基础和指导。预习是重要的准备环节，可以帮助学生提前了解课程内容和难点，缩小差距，更好地掌握知识点。

### 2.积极参与课堂。



在课堂上，学生需要积极参与课堂，增强与教师和同学之间的互动和交流，培养团队协作和表达能力。

### 3.认真思考记录。

学生需要认真记录并整理笔记，包括教师提供的资料、想法和思考；需要认真思考和提问，对教师教学内容进行重要反馈和反向激励，有助于提高课堂教学质量。

### 4.积极反思总结。

课后需认真完成课堂作业。碰到疑难问题，可以寻求教师、同学、导师等的帮助和指导，进行深入讨论和分析；同时，学生可结合自身情况和经验，反思自身学习策略和方法，总结成功经验和教训，提高学习效率和质量。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.了解并掌握电力工程项目管理的基本概念和理论知识，培养学生运用学科专业知识解决电力工程实际问题的能力和素质，积累解决工程实际问题的经验。

课程目标2.能够在电力行业的工程项目团队中发挥自身应有的作用，逐步培养个人的沟通、协调和管理能力。

课程目标3.熟练掌握电力工程项目管理相关决策手段和判断依据，并能够结合专业知识在电力工程领域灵活运用。

课程目标4.（课程思政目标）培养学生不断学习和适应社会进步发展的能力，激发学生为中华民族伟大复兴而奋斗的自豪感和责任感。

### （二）课程目标与毕业要求的关系

G8: 职业规范	8.2 理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，并能在工程实践中自觉遵守。	课程目标 1、2
G11: 项目管理	11.1: 掌握电气工程项目中涉及的管理与经济决策方法。 11.2: 了解工程及产品全周期、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。 11.3: 能在多学科环境下(包括模拟环境),在设计开发解决方案的过程中,运用工程管	课程目标 3、4

	理与经济决策方法。	
--	-----------	--

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	工程项目管理概论及电力工程特点	课程目标1、4
主题二	工程项目管理策划及电力工程特点	课程目标1、4
主题三	工程项目前期管理及电力工程特点	课程目标1、3、4
主题四	工程项目造价管理及电力工程特点	课程目标1、2、3、4
主题五	工程项目质量管理及电力工程特点	课程目标1、3、4
主题六	工程项目进度管理及电力工程特点	课程目标1、3、4
主题七	工程项目招投标管理及电力工程特点	课程目标1、2、3、4
主题八	工程项目合同管理及电力工程特点	课程目标1、2、3、4
主题九	工程项目风险管理及电力工程特点	课程目标1、3、4
主题十	工程项目环境与安全管理及电力工程特点	课程目标1、3、4
主题十一	工程项目信息与档案管理及电力工程特点	课程目标1、4
主题十二	工程项目竣工管理及电力工程特点	课程目标1、2、3、4
主题十三	工程项目运行维护管理及电力工程特点	课程目标1、3、4

### （二）具体内容

#### 主题一 工程项目管理概论及电力工程特点

##### 【教学目标】

- 1.了解项目管理与工程项目管理的发展动态；
- 2.掌握项目的概念及特点，项目管理的内容与程序，工程项目管理的分类，工程项目管理的基本内容和方法。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：工程项目管理的分类。

2.难点：工程项目管理的基本内容和方法。

### **【课程内容】**

- 1.工程项目管理基本概念；
- 2.工程项目承发包方式及主要法律约束；
- 3.工程项目管理组织。

## **主题二 工程项目管理策划及电力工程特点**

### **【教学目标】**

- 1.掌握项目策划的内涵、目的与特点；
- 2.掌握工程项目不同管理主体之间的组织关系；
- 3.掌握工程项目管理主体内的组织形式。

### **【重点、难点】**

- 1.重点：工程项目不同管理主体之间的组织关系。
- 2.难点：工程项目管理主体内的组织形式。

### **【课程内容】**

- 1.工程项目管理策划的基本概念；
- 2.项目管理工作分解结构；
- 3.人力资源配置和岗位责任分配矩阵；
- 4.项目管理任务执行与控制。

## **主题三 工程项目前期管理及电力工程特点**

### **【教学目标】**

了解工程项目建设前的各种手续办理和相关流程规范。

### **【重点、难点】**

- 1.重点：工程项目建设前的各种手续办理和相关流程规范。
- 2.难点：工程项目建设前的各种手续办理和相关流程规范。

### **【课程内容】**

- 1.工程项目审批；
- 2.工程项目建议书；
- 3.工程项目可行性研究；
- 4.工程项目评价；
- 5.工程项目设计管理；

6.工程项目建设前的其他相关准备。

#### 主题四 工程项目造价管理及电力工程特点

##### 【教学目标】

1.掌握工程造价的概念、工程造价管理的基本内涵、工程造价管理的主要内容及原则；

2.掌握工程项目经济评价报表的编制、概预算文件的审查、资金使用计划的编制、施工成本管理、工程变更与索赔管理、工程价款的结算及其审查。

##### 【重点、难点】

1.重点：建设项目各阶段工程造价的确定与控制。

2.难点：工程结算。

##### 【课程内容】

1.工程项目造价管理的相关知识；

2.建设工程项目投资构成；

3.工程造价的确定方法；

4.建设项目投资估算阶段工程造价的确定与控制；

5.建设项目设计阶段工程造价的确定与控制；

6.建设项目施工阶段工程造价的确定与控制；

7.工程结算。

#### 主题五 工程项目质量管理及电力工程特点

##### 【教学目标】

1.了解工程项目勘察设计质量控制的基本内容；

2.掌握工程项目质量、质量控制的概念；

3.掌握工程项目质量控制的统计分析方法；

4.熟悉工程项目施工质量控制内容和方法，熟悉工程项目质量事故处理程序。

##### 【重点、难点】

1.重点：工程项目质量控制的统计分析方法。

2.难点：工程项目施工质量控制内容和方法

##### 【课程内容】

1.工程项目质量管理概述；

2.工程项目质量控制；

3.工程项目质量保证；

4.工程项目质量管理的数学工具及方法。

### 主题六 工程项目进度管理及电力工程特点

#### 【教学目标】

- 1.了解工程项目实际进度与计划进度的香蕉形曲线比较法和表格比较法；
- 2.掌握常用网络图的特点、绘制及时间参数计算；
- 3.掌握工程项目实际进度与计划进度的横道图、前锋线和 S 形曲线比较法，熟悉工程项目进度监测与调整的系统过程。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：常用网络图的特点、绘制及时间参数计算。
- 2.难点：常用网络图的特点、绘制及时间参数计算。

#### 【课程内容】

- 1.工程项目进度管理概述；
- 2.网络计划优化；
- 3.工程项目进度控制。

### 主题七 工程项目招投标管理及电力工程特点

#### 【教学目标】

- 1.了解电力工程项目招投标特点；
- 2.掌握工程项目施工评标的方法，熟悉工程项目招标投标的概念、分类及招标方式，熟悉工程项目施工招投标的程序和内容。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：了解电力工程项目招投标特点。
- 2.难点：工程项目招标投标的概念、分类及招标方式。

#### 【课程内容】

- 1.招投标的基本概况；
- 2.工程项目招标；
- 3.工程项目投标；
- 4.工程项目评标；
- 5.电力工程项目招投标特点。

### 主题八 工程项目合同管理及电力工程特点

#### 【教学目标】

- 1.了解合同管理的法律依据和电力工程项目合同管理特点；
- 2.掌握工程合同实施管理相关步骤和法律责任。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：工程合同实施管理相关步骤和法律责任。
- 2.难点：合同管理的法律依据。

#### **【课程内容】**

- 1.合同的法律基础；
- 2.工程合同实施管理；
- 3.工程合同的变更管理；
- 4.保险、担保、索赔及违约责任；
- 5.电力工程项目合同管理特点。

### **主题九 工程项目风险管理及电力工程特点**

#### **【教学目标】**

- 1.了解电力工程项目风险管理特点；
- 2.掌握项目风险管理的基本概念、管理过程与分析方法；
- 3.掌握项目建设过程中各阶段的风险因素、风险分析的方法以及主要的风险管理对策。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：项目风险管理的基本概念、管理过程与分析方法。
- 2.难点：项目建设过程中各阶段的风险因素、风险分析的方法以及主要的风险管理对策。

#### **【课程内容】**

- 1.工程项目风险管理概述；
- 2.工程项目风险识别；
- 3.工程项目风险估计和评估；
- 4.工程项目风险决策；
- 5.工程项目风险应对与监控；
- 6.电力工程项目风险管理特点。

### **主题十 工程项目环境与安全管理及电力工程特点**

#### **【教学目标】**

- 了解施工安全控制、文明施工；

环境保护的概念、内容及措施；

电力工程项目环境与安全管理特点。

**【重点、难点】**

- 1.重点：施工安全控制、文明施工。
- 2.难点：环境保护的概念、内容及措施。

**【课程内容】**

- 1.工程项目环境管理；
- 2.工程项目施工现场管理；
- 3.工程项目安全管理体系；
- 4.电力工程项目环境与安全管理特点。

**主题十一 工程项目信息与档案管理及电力工程特点**

**【教学目标】**

- 1.了解工程项目信息和档案管理的含义；
- 2.工程项目管理信息系统的相关内容；
- 3.电力工程项目信息及档案管理特点。

**【重点、难点】**

- 1.重点：工程项目信息和档案管理的含义。
- 2.难点：工程项目管理信息系统的相关内容。

**【课程内容】**

- 1.工程建设过程中的信息管理；
- 2.工程项目信息管理系统；
- 3.工程建设过程中的档案管理；
- 4.电力工程项目信息及档案管理特点。

**主题十二 工程项目竣工管理及电力工程特点**

**【教学目标】**

了解工程项目生产准备的主要内容和电力工程项目竣工管理特点。

掌握工程项目竣工验收的意义，工程项目竣工验收的组织程序。熟悉竣工验收档案管理的要求，熟悉工程项目保修期限及责任划分。

掌握工程项目管理主体内的组织形式。

**【重点、难点】**

- 1.重点：工程项目竣工验收的组织程序。

2.难点：工程项目竣工验收的组织程序。

### 【课程内容】

- 1.工程项目竣工验收；
- 2.工程项目竣工档案管理；
- 3.工程项目竣工结算管理；
- 4.工程项目总结评价和后评价；
- 5.电力工程项目竣工管理特点。

## 主题十三 工程项目运行维护管理及电力工程特点

### 【教学目标】

了解电力工程项目运行维护管理特点。

掌握工程项目运行维护管理方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点：工程项目运行维护管理方法。
- 2.难点：工程项目运行维护管理方法。

### 【课程内容】

- 1.工程项目运行维护管理的基本概念；
- 2.工程项目运行管理的内容及方法；
- 3.工程项目维护管理的内容及方法；
- 4.电力工程项目运行维护管理特点。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实践学时
主题一	工程项目管理概论及电力工程特点	1	0
主题二	工程项目管理策划及电力工程特点	1	0
主题三	工程项目前期管理及电力工程特点	2	0
主题四	工程项目造价管理及电力工程特点	2	0
主题五	工程项目质量管理及电力工程特点	1	0
主题六	工程项目进度管理及电力工程特点	1	0



主题七	工程项目招投标管理及电力工程特点	1	0
主题八	工程项目合同管理及电力工程特点	1	0
主题九	工程项目风险管理及电力工程特点	2	0
主题十	工程项目环境与安全管理及电力工程特点	1	0
主题十一	工程项目信息与档案管理及电力工程特点	1	0
主题十二	工程项目竣工管理及电力工程特点	1	0
主题十三	工程项目运行维护管理及电力工程特点	1	0
合计		16	0

## 六、课程教学方法与策略

### 1.课堂讲授

(1) 采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识；

(2) 采用电子教案，多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性；

(3) 采用案例教学。理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识对工程问题进行分析，加深学生对教学内容的理解；

(4) 采用互动式教学。通过讨论、练习、角色扮演等多种教学手段，激发学生潜能，提高学习效果。

### 2.课后作业辅导和答疑

根据各章教学重点内容和作业完成情况，在了解学生知识点掌握情况的基础上，安排适量的课后作业，并进行辅导和答疑。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核(平时考核)、期中考核和课终考核(期末考核)。

过程性考核(平时考核)方式包括课堂表现、平时作业、调研报告等。

期中考核以阶段性考核为主要形式，也可以采用专题实践报告等形式。

课终考核（期末考核），采用考试或考查形式。

## 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	(1) 基本概念和理论知识。 (2) 运用学科专业知识解决电力工程实际问题的能力和素质。	课堂表现、平时作业、期末成绩
课程目标2	在团队中的沟通协调管理能力。	课堂表现
课程目标3	电力工程项目管理相关决策手段和判断依据。	课堂表现、期末成绩
课程目标4	不断学习和适应社会进步发展的能力。	课堂表现

### (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。比重占平时成绩的10%。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。比重占平时成绩的10%。 3.考勤：比重占平时成绩的10%。	30
期末考核	1.期末考试 2.期末考查	70

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]杨太华,汪洋,张双甜等.电力工程项目管理[M].清华大学出版社,2017.

[2]乌云娜,牛东晓等.电力工程项目管理[M].中国电力出版社,2016.

### (二) 其他资料

[1]丁士昭.工程项目管理（第2版）[M].中国建筑工业出版社,2014.

[2]卢向南.项目计划与控制（第3版）[M].机械工业出版社,2018.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：李明。

# 《供配电技术》教学大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	供配电技术				
课程英文名称	Power Supply and Distribution				
课程编码	220601014	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查		
先修课程	电路原理，发电厂电气部分				
学分/学时	2/32	理论学时	32	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	韩泓		

## 二、课程简介

本课程是一门与实际工程应用联系紧密的专业课。通过本课程的学习，使学生对供配电系统的各种电气设备有清晰、完整、比较深入的了解，并了解其控制方式，能在工程分析、设计、施工安装等方面的能力上得到训练和培养，为今后的进一步学习和实际工程应用打下坚实的基础。通过开设此课程，让本专业学生对电力系统、变配电系统、电气设备原理作用与操作及系统安全保护有个整体性的、系统的了解，树立供电系统运行的概念。

## 三、课程学习基本要求

本课程是电气工程专业本科生的一门专业课程，用于培养学生进行供配电工程设计及供配电工程基本的施工安装能力。该课程有关内容可以直接应用于工程，课程目标对学生能力要求如下：

- (1) 了解电气设备的用途、分类、结构原理、工作特点及其在电力系统中的布置；
- (2) 了解掌握电气设备的操作和选择原则及方法；
- (3) 具有进行电气设备运行、巡检、维护的能力；
- (4) 具有运用标准、规范、手册及相关技术资料的能力。

## 四、课程目标

### (一) 目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.了解电气设备的用途、分类、结构原理、工作特点及其在电力系统中的布置；了解掌握电气设备的操作和选择原则及方法；

课程目标2.具有进行电气设备运行、巡检、维护的能力；

课程目标3.熟练运用标准、规范、手册及相关技术资料；

课程目标4.引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，不断提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感。

## （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.4: 能够利用相关的基础知识和专业知识，用于电力工程与智能控制工程问题解决方案的比较和综合。	课程目标 1
G3: 设计/开发解决方案	3.1: 掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开发方法和技术，了解影响设计目标和技术方案的各种因素。 3.4: 在设计中能够考虑电气安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。	课程目标 2、3
G6: 工程与社会	6.1: 了解电气工程与智能控制专业相关领域的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规，理解不同社会文化对工程活动的影响。 6.2: 能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，以及这些制约因素对项目实施的影响，并理解应承担的责任。	课程目标 3、4

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	电力系统的基本知识	课程目标1、2、4
主题二	电力负荷计算	课程目标1、2
主题三	供配电系统的一次接线	课程目标1、2、3、4
主题四	短路电流的计算与高低压电器的选择	课程目标2、3、4
主题五	供配电系统的继电保护	课程目标1、2、4

主题六	供配电系统的二次接线及自动化	课程目标1、2、4
主题七	电线电缆的选择与敷设	课程目标1、2、4
主题八	低压配电线路的保护与电击防护	课程目标1、2、4
主题九	防雷及过电压保护与接地	课程目标1、3、4
主题十	电能质量的提高	课程目标1、3、4

## (二) 具体内容

### 主题一 电力系统的基本知识

#### 【教学目标】

1.工厂供电的知识，电力系统电压，电力系统中性点运行方式，用户供配电系统供电要求；

2.理想和信念在人生发展中的重要作用；树立科学的理想信念。

#### 【重点、难点】

1.重点：电力系统电压，电力系统中性点运行方式。

2.难点：电力系统中性点运行方式。

#### 【课程内容】

工厂供电的有关知识；

1.电力系统电压；

2.电力系统中性点运行方式；

3.用户供配电系统及供电要求；

4.理想信念教育，增强学生的中国特色社会主义道路自信、理论自信、文化自信，通过对供配电技术基本知识的学习和掌握，为毕业后进入电力控制领域打下基础。

### 主题二 电力负荷计算

#### 【教学目标】

1.三相负荷设备组计算负荷确定，供电系统功率损耗及电能损耗计算；

2.学习电力人的创新精神、奉献精神和报国情怀。

#### 【重点、难点】

1.重点：三相用电设备组计算负荷的确定方法、尖峰电流的计算方法。

2.难点：三相用电设备组计算负荷的确定方法，利用系数法确定三相用电设备

组的计算负荷。

### 【课程内容】

- 1.掌握电力负荷计算方法；
- 2.供电系统功率损耗及电能损耗计算。
- 3.工厂计算负荷确定；
- 4.学习习近平的勿忘初心、服务百姓的思想。

## 主题三 供配电系统的一次接线

### 【教学目标】

- 1.掌握工厂变电所的类型，高压一次设备，低压一次设备；
- 2.掌握主电路图，变电所布置一次系统运行；
- 3.弘扬中国精神，不忘初心。

### 【重点、难点】

- 1.重点：高压一次设备，低压一次设备，主电路图。
- 2.难点：主电路图。

### 【课程内容】

- 1.了解工厂变电所的类型；
- 2.高压一次设备的原理、作用及低压一次设备的作用和运行；
- 3.主电路图，一次系统的运行；
- 4.非典、新冠期间，电力工作者为了保障供电和线路的铺设所遇到的困难。

## 主题四 短路电流的计算与高低压电器的选择

### 【教学目标】

- 1.了解短路的原因、后果及其形式，短路过程分析；掌握三相短路电流的计算；
- 2.了解短路电流的效应；供电系统电气设备的选择与校验。

### 【重点、难点】

- 1.重点：短路过程分析，三相短路电流计算方法。
- 2.难点：三相短路电流计算方法。

### 【课程内容】

- 1.了解无限大容量电源系统供电短路过程；
- 2.掌握三相短路电流的计算；

- 3.了解短路电流的效应;
- 4.供电系统电气设备的选择与校验;
- 5.千人计划学者回国报效祖国,为我国电气行业发展作出了自己的贡献。

### 主题五 供配电系统的继电保护

#### 【教学目标】

- 1.供配电系统保护的任务与要求,电力线路的继电保护和电力变压器的继电保护;
- 2.引导学生不忘初心,报效祖国。

#### 【重点、难点】

- 1.重点:供配电系统保护的任务与要求,电力线路的继电保护,电力变压器的继电保护。
- 2.难点:电力线路的继电保护。

#### 【课程内容】

- 1.了解供配电系统保护的任务与要求;
- 2.了解电力线路的继电保护;
- 3.了解电力变压器的继电保护;
- 4.新中国成立后,为打破超级大国压迫,工程师做出的贡献。

### 主题六 供配电系统的二次接线及自动化

#### 【教学目标】

- 1.二次接线及其操作电源,绝缘监察装置与测量仪表,高压断路器的控制回路和信号回路,电力系统自动化系统;
- 2.讲述科技发展,引导学生投身科研。

#### 【重点、难点】

- 1.重点:高压断路器的控制回路和信号回路。
- 2.难点:二次接线及其操作电源,绝缘监察装置与测量仪表。

#### 【课程内容】

- 1.掌握二次接线及其操作电源;
- 2.了解绝缘监察装置与测量仪表;
- 3.了解高压断路器的控制回路和信号回路;
- 4.了解电力系统自动化系统;

5.对比德国日本等产业发展，讲述我国的电力系统自动化。

## 主题七 电线电缆的选择与敷设

### 【教学目标】

- 1.电线电缆的分类与结构，导线截面选择计算，配电线路的敷设；
- 2.讲述电力系统建设，引导学生热爱祖国。

### 【重点、难点】

- 1.重点：电线电缆的分类与结构，导线截面选择计算。
- 2.难点：导线截面选择计算。

### 【课程内容】

- 1.了解电线电缆的分类与结构；
- 2.了解导线截面选择计算；
- 3.了解配电线路的敷设；
- 4.讲述中国电力系统的建设。

## 主题八 低压配电线路的保护与电击防护

### 【教学目标】

1.低压配电线路保护，低压电气装置的电击防护，低压保护电器的选择与整定，低压保护电器的级间选择性配合；

2.培养学生新思想新方法的恒心和毅力，引导学生投身科研，为中国电力系统发展做出贡献。

### 【重点、难点】

- 1.重点：低压配电线路保护，低压电气装置的电击防护。
- 2.难点：低压保护电器的选择与整定。

### 【课程内容】

- 1.了解低压配电线路保护；了解低压电气装置的电击防护；
- 2.了解低压保护电器的选择与整定；了解低压保护电器的级间选择性配合；
- 3.了解国外低压保护电器发展，讲述国内外差别。

## 主题九 防雷及过电压保护与接地

### 【教学目标】

- 1.过电压及防雷措施，电气设备接地；
- 2.学习解放思想、与时俱进的精神，为新中国发展做出贡献。



### 【重点、难点】

- 1.重点：过电压及防雷措施，电气设备接地；
- 2.难点：电气设备接地。

### 【课程内容】

- 1.了解过电压及防雷措施；
- 2.掌握电气设备接地知识；
- 3.马克思主义的中国化。

## 主题十 电能质量的提高

### 【教学目标】

- 1.电能质量标准，频率调整，供电电压偏差及其调节；
- 2.引导学生正确认识世界发展大势，全面客观地认识中国、看待世界，有助于提升学生对于中国道路、中国制度的自信。

### 【重点、难点】

- 1.重点：电能质量标准，频率调整，供电电压偏差及其调节。
- 2.难点：频率调整，供电电压偏差及其调节。

### 【课程内容】

- 1.了解电能质量标准；
- 2.掌握频率调整；
- 3.掌握供电电压偏差及其调节；
- 4.讲述国内外电能标准。

### （五）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验/实践/ 上机学时
主题一	绪论	4	0
主题二	负荷计算	4	0
主题三	供配电系统的一次接线	4	0
主题四	短路电流的计算与高低压电器的选择	8	0
主题五	供配电系统的继电保护	2	0

主题六	供配电系统的二次接线及自动化	2	0
主题七	电线电缆的选择与敷设	2	0
主题八	低压配电线路的保护与电击防护	2	0
主题九	防雷及过电压保护与接地	2	0
主题十	电能质量的提高	2	0
合计		32	0

## 六、课程教学方法与策略

- 1.讲授法：以课堂讲授形式进行理论课程的讲解，解决学生学习的困惑。
- 2.问题导向法：采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得知识。
- 3.多媒体辅助教学法：采用多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性和学生的参与度。
- 4.案例法：采用案例教学，理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识课程加强理解。
- 5.讨论法：采用互动式教学，课内讨论和课外答疑相结合。
- 6.练习法：练习法是学生在教师的指导下运用所学知识独立地进行实际操作，以巩固知识、形成技能的方法。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括课堂表现、平时作业、考勤、实验（报告）和自主考核等。自主考核具体考核方式不定，教师根据具体情况酌情安排。

课终考核（期末考核），采用考试或考查形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	（1）了解电气设备的用途、分类、结构原理、工作特点及其在电力	过程性考核 课终考核

	系统中的布置； (2) 了解掌握电气设备的操作和选择原则及方法；	
课程目标2	具有进行电气设备运行、巡检、维护的能力；	过程性考核
课程目标3	熟练运用标准、规范、手册及相关技术资料。	过程性考核
课程目标4	引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念，提高学生服务国家服务人民的社会责任感。	过程性考核

#### (四) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。 3.考勤：按时上下课，不得缺勤、迟到、早退。 4.实验：考核学生实验过程的操作能力及实验结果正确与否，完成质量如何。	30
期末考试	1.期末考试 2.期末考查	70

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

- [1]莫岳平,翁双安.供配电工程[M].机械工业出版社,2019.  
[2]刘燕.供配电技术[M].机械工业出版社,2016.

### (二) 其他资料

- [1]唐志平,邹一琴.供配电技术[M].电子工业出版社,2019.  
[2]刘燕.供配电技术[M].机械工业出版社,2016.

## 九、其他说明

- (一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。  
(二) 参与人：邢智博。

# 《架空输电线路设计》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	架空输电线路设计				
课程英文名称	Design of Overhead Transmission Line				
课程编码	220601011	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考试		
先修课程	工程电磁场，高电压技术				
学分/学时	1.5/24	理论学时	24	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	张晓荣		

## 二、课程简介

架空输电线路设计是电气工程及其自动化专业的一门专业选修课，具有理论严密、实践性强、与工程实际结合紧密的特点。本课程既是一门专业课，同时又具备专业基础课的性质。对培养学生的工程思维能力，理论联系实际科学作风，分析和解决架空输电线路工程复杂问题的能力，都有重要的作用。

## 三、课程学习基本要求

### 1、温习前修课程内容

本课程的学习需要前修课程大量的专业知识做支撑，因此在学习相关章节时涉及的基础知识不熟悉或遗忘，需要提前温习；

### 2、学习要求

**基本要求：**上课严格考勤、迟到或早退视为缺勤。将课堂讨论、回答问题、单元测试等课堂活动计入理论课程平时成绩。按时提交作业，杜绝作业抄袭问题。设置期末闭卷考试，将期末考试成绩计入课程总成绩。以负责任的态度完成课程教学评价。

**专业要求：**能将电学与力学的专业知识用于分析架空输电线路模型，以及架空输电线路专业工程设计问题的解决方案比较与综合。能认识到解决与架空输电线路设计相关的复杂工程问题有多种方案可选择及最优方案的确定。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，使学生掌握架空输电线路设计的基本理论和方法，掌握输电线路的设计流程，具备架空输电线路设计和解决输电线路工程复杂问题的初步能力。了解输电线路工程未来发展趋势及所面临的复杂问题，培养工程创新意识。

课程目标对学生能力要求如下：

课程目标 1.学生能够掌握架空输电线路的构成及选型，掌握架空输电线路设计的基本流程及注意事项，熟练运用架空输电线路设计方法及给定的基本参数完成简单架空输电线路的设计工作。

课程目标 2.了解与输电线路工程相关的职业和行业的生产、设计、研究与开发、环境保护和可持续发展等方面的方针、政策和法律、法规，并能够在架空输电线路设计过程中充分考虑上述因素的影响。

课程目标 3.通过对专业知识点背后的“故事”、“人物”、“现象”、“问题”等的引入，激发学生的专业兴趣，让专业知识自己说话，展现出专业思想政治教育主题，由此，让价值观引导寓于知识传授和能力培养之中，引发学生思考，帮助他们树立正确的世界观、人生观、价值观。

### （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G3: 设计/开发解决方案	3.1: 掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开发方法和技术,了解影响设计目标和技术方案的各种因素。 3.4: 在设计中能够考虑电气安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。	课程目标 1、2
G6: 工程与社会	6.2: 能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,以及这些制约因素对项目的影响,并理解应承担 的责任。	课程目标 1、2
G8: 职业规范	8.1: 有正确价值观,理解社会主义核心价值观、了解国情、维护国家利益,具有推动民族复兴和社会进步的责任	课程目标 3

	感。	
--	----	--

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	课程简介	课程目标1、3
主题二	架空输电线路基础知识	课程目标1、3
主题三	设计用气象条件	课程目标1
主题四	架空线的机械物理特性	课程目标1
主题五	架空线的计算	课程目标1
主题六	架空线的振动和防振	课程目标1、3
主题七	杆塔的选择和定位	课程目标1、2、3

### (二) 具体内容

#### 主题一 课程简介

##### 【教学目标】

- 1.掌握架空输电线路的任务、分类和组成部分及其作用；
- 2.了解输电技术与输电线路的发展；
- 3.了解架空输电线路设计的一般内容和步骤。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：输电线路的分类。
- 2.难点：架空输电线路的组成及其作用。

##### 【课程内容】

- 1.架空输电线路的任务、分类和组成部分及其作用；
- 2.输电技术与输电线路的发展；
- 3.架空输电线路设计的一般内容和步骤。
- 4.著名科学家人物事迹简介。

#### 主题二 架空输电线路基础知识

##### 【教学目标】

- 1.了解导地线的种类和型号，掌握导地线的选择方法；
- 2.了解绝缘子的种类和主要性能指标，掌握绝缘子的选用以及片数和联数的确定；
- 3.了解杆塔的类型及其选用方法；了解杆塔基础的种类和特点；
- 4.了解接地装置的作用及特点；
- 5.掌握导线的排列方式及其特点；
- 6.了解导地线的换位原理，掌握换位的实现方式。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：导地线的结构及其代号及其选用;导线的排列方式与换位。
- 2.难点：绝缘子片数和联数。

#### **【课程内容】**

- 1.导地线的种类和型号及选择方法；
- 2.绝缘子的种类和主要性能指标、选用以及片数和联数的确定；
- 3.杆塔的类型及其选用方法、种类和特点；
- 4.接地装置的作用及特点；
- 5.导线的排列方式及其特点、导地线的换位原理及实现方式。
- 6.理解系统及子系统间的关系，领会团队协作的重要性。

### **主题三 设计用气象条件**

#### **【教学目标】**

- 1.了解重现期的概念，掌握气象条件三要素对线路的影响；
- 2.了解基本风速的规定，掌握最大设计风速的确定方法；
- 3.掌握气象条件的组合及用途。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：重现期，气象三要素及其影响。
- 2.难点：基本风速和最大设计风速，理想覆冰、气象组合及其作用。

#### **【课程内容】**

- 1.重现期的概念、气象条件三要素对线路的影响；
- 2.基本风速的规定和最大设计风速的确定方法；
- 3.气象条件的组合及用途。
- 4.理解问题的提出、概念的规定及问题的描述及解决过程，掌握科学研究的一

般思维方式。

#### 主题四 架空线的机械物理特性

##### 【教学目标】

- 1.了解常用架空线的机械物理特性；
- 2.了解影响安全系数的因素，掌握不同计算内容对安全系数的要求；
- 3.掌握架空线比载的种类和计算方法。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：安全系数的取值。
- 2.难点：比载的计算方法。

##### 【课程内容】

- 1.常用架空线的机械物理特性；
- 2.影响安全系数的因素，不同计算内容对安全系数的要求；
- 3.架空线比载的种类和计算方法。
- 4.理解概念提出背后的目的及从概念规定后问题的解决方法，体会背后的逻辑关系。

#### 主题五 架空线的计算均

##### 【教学目标】

- 1.掌握斜抛物线形式的架空线的弧垂、应力和线长的计算方法；
- 2.了解架空线平均高度和平均应力的概念和斜抛物线形式的计算公式；。
- 3.掌握临界档距的概念以及临界档距的计算、控制气象条件的判定；
- 4.掌握最大弧垂产生气象的判定方法；
- 5.掌握架空线的应力弧垂曲线和安装曲线的绘制方法。

##### 【重点、难点】

- 1.重点：斜抛物线形式的架空线的弧垂、应力和线长的计算方法；状态方程式及其解法、临界档距的计算与判断。
- 2.难点：控制气象条件及其判定方法及。

##### 【课程内容】

- 1.悬链线形式的架空线的弧垂、应力和线长的计算方法；
- 2.斜抛物线形式的架空线的弧垂、应力和线长的计算方法；
- 3.架空线平均高度和平均应力的概念和斜抛物线形式的计算；



- 4.斜抛物线形式的状态方程式的作用及其解法；
- 5.临界档距的概念以及临界档距的计算、控制气象条件的判定；
- 6.最大弧垂产生气象的判定方法；
- 7.架空线的应力弧垂曲线和安装曲线及其绘制方法。

## 主题六 架空线的振动和防振

### 【教学目标】

- 1.了解架空线的振动形式及微风振动产生的机理；
- 2.了解刚性架空线的振动特点；
- 3.了解影响微风振动的主要因素；
- 4.掌握微风振动强度的表示方法及估算振动幅值的方法；
- 5.掌握防振锤的防振原理和安装设计方法，了解阻尼线防振设计原理和方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点：防振锤的防振原理。
- 2.难点：微风振动产生的机理。

### 【课程内容】

- 1.架空线的振动形式，掌握微风振动产生的机理；
- 2.柔性架空线振动的基本理论和刚性架空线的振动特点；
- 3.微风振动强度的表示方法；
- 4.能量平衡原理估算振动幅值；
- 5.影响微风振动的主要因素；
- 6.防振锤的防振原理和安装设计方法；阻尼线防振设计原理和方法。

## 主题七 路径选择和杆塔定位

### 【教学目标】

- 1.了解架空输电线路的路径选择；
- 2.了解导线对地和交叉跨越的有关规定；
- 3.掌握弧垂曲线模板及其选用，了解平断面图，掌握杆塔定位的方法；
- 4.掌握杆塔定位校验曲线的种类、绘制、校验方法以及不满足时可采取的措施；
- 5.了解杆塔中心位移和施工基面的确定。

### 【重点、难点】

- 1.重点：杆塔的定位及校验方法。

2.难点：路径的选择。

### 【课程内容】

- 1.架空输电线路的路径选择；
- 2.导线对地和交叉跨越的有关规定；
- 3.弧垂曲线模板及其选用，了解平断面图，掌握杆塔定位的方法；
- 4.杆塔定位校验曲线的种类、绘制、校验方法以及不满足时可采取的措施；
- 5.杆塔中心位移和施工基面的确定。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	课程简介	2	0
主题二	架空输电线路基础知识	2	0
主题三	设计用气象条件	2	0
主题四	架空线的机械物理特性	2	0
主题五	架空线的计算	8	0
主题六	架空线的振动和防振	4	0
主题七	路径的选择和杆塔的定位	4	0
合计		24	0

## 六、课程教学方法与策略

课程教学采用多媒体辅助教学手段、理论讲授、提问、讨论、课堂练习等教学方法，完成课程内容的讲授、加强学生对教学内容重难点的理解和掌握，使学生初步掌握架空输电线路的设计的基本方法及步骤，能够运用气象条件及设计指标完成线路杆塔的定位及校验，同时对架空线设计中的涉及的法律法规、环境保护、安全问题等能够予以考虑。通过讨论、作业及实验等措施，加强培养学生独立分析和解决问题的能力、加深对架空输电线路设计的步骤及方法的理解。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

## 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和期末考核。

过程性考核（平时考核）方式包括考勤、课堂表现、平时作业、思政等。

课终考核（期末考核），采用考试或考查形式。

## 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 1	(1) 架空输电线路的任务、类型、构成及设计内容和步骤 (2) 导地线、绝缘子、杆塔的类型及选型 (3) 气象条件的基本参数计算方法 (4) 架空线的机械特性相关的基本概念及计算方法 (5) 架空线的弧垂、应力和线长的概念及计算方法 (6) 架空线的断线； (7) 架空线的振动。	过程性考核 期末考核
课程目标 2	路径选择和杆塔定位	过程性考核 期末考核
课程目标 3	课堂讨论及故事分享	过程性考核

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值（或百分比）
过程考核	1.课堂表现：（10%）。 2.作业完成情况：（10%）。 3.考勤：10%。	20%
期末考核	期末考试或期末大作业	80%

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]孟遂民.架空输电线路设计（第二版）[M].中国电力出版社,2015.

### (二) 其他资料

[1]东北电力设计院.电力工程高压送电线路设计手册[M].中国电力出版社,2003.

[2]邵天晓.架空送电线路的电力力学计算（第二版）[M].中国电力出版社,2003.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。

(二) 参与人：王永垚。

# 《电能质量分析》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电能质量分析				
课程英文名称	Power Quality Analysis				
课程编码	220601010	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考查		
先修课程	发电厂电气部分，电力系统分析				
学分/学时	1.5/24	理论学时	24	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	辛鑫		

## 二、课程简介

《电能质量分析》课程是电气工程及其自动化专业选修课程。电能质量是指电力系统中电能的质量。理想的电能是完美对称的正弦波。一些因素会使波形偏离对称正弦，由此便产生了电能质量问题。随着科学技术及工业的发展，对电能质量及供电可靠性提出了更高的要求。一方面我们研究存在哪些影响因素会导致电能质量问题，一方面我们研究这些因素会导致哪些方面的问题。如何提供方便优质的电能，使之更好地为知识化、信息化社会服务，是当前电力工作者面临的新机遇和新挑战。因电能质量直接关系到国民经济的总体效益，所以对电能质量进行深入分析有着非常重要的意义。本课程主要介绍电能质量的核心概念、国家或行业主要相关标准、认识引起电能质量问题的类型和原因、掌握保障电能质量的一般原理和实现方法。本课程具有较强的理论性和学科交叉性。

## 三、课程学习基本要求

### 1.提前预习内容。

课程通知、课程大纲和教学计划，是每门课程的基础和指导。预习是重要的准备环节，可以帮助学生提前了解课程内容和难点，缩小差距，更好地掌握知识点。

### 2.积极参与课堂。

在课堂上，学生需要积极参与课堂，增强与教师和同学之间的互动和交流，培养团队协作和表达能力。

### 3.认真思考记录。

学生需要认真记录并整理笔记，包括教师提供的资料、想法和思考；需要认真思考和提问，对教师教学内容进行重要反馈和反向激励，有助于提高课堂教学质量。

### 4.积极反思总结。

课后需认真完成课堂作业。碰到疑难问题，可以寻求教师、同学、导师等的帮助和指导，进行深入讨论和分析；同时，学生可结合自身情况和经验，反思自身学习策略和方法，总结成功经验和教训，提高学习效率和质量。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.通过对该课程的学习，使学生了解电能质量的基本概念和理论知识，具备将电能质量的基本原理和方法应用于认识 and 解决电气复杂工程问题的初步能力。

课程目标2.理解和掌握国家关于电能质量相关问题的测量、危害、计算和改善措施；初步掌握提高配电系统可靠性的措施及效果分析。

课程目标3.了解当前系统中各类非线性、冲击性、波动性负载对电网电能质量污染日益严重背景下电能质量工程领域所面临的复杂问题及未来发展趋势，培养工程创新意识。

课程目标4.（课程思政目标）培养学生不断学习和适应社会进步发展的能力，激发学生为中华民族伟大复兴而奋斗的自豪感和责任感。

### （二）课程目标与毕业要求的关系

G2: 问题分析	2.2: 能够利用数理分析方法和手段，针对复杂工程问题进行数学建模并分析，正确表达复杂工程问题。	课程目标 1、4
G5: 使用现代工具	5.2: 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对电气工程及其自动化复杂工程问题进行分析、计算与设计。 5.3: 能够针对具体的对象，开发或选用满足特定需求的现代工具，模拟和预测电气控制问题，并能够分析其局限性。	课程目标 2、4

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	电能质量基本概念	课程目标1、4
主题二	电力系统电压偏差	课程目标1、4
主题三	电力系统频率偏差	课程目标1、2、4
主题四	电力系统谐波、间谐波	课程目标1、2、3、4
主题五	电压波动和闪变	课程目标1、4
主题六	电力系统三相不平衡	课程目标1、2、4
主题七	暂时过电压和瞬态过电压、电压暂降	课程目标1、2、4
主题八	配电系统可靠性	课程目标1、2、3、4

## (二) 具体内容

### 主题一 电能质量基本概念

#### 【教学目标】

- 1.了解电能质量概念、主要内容及相关标准；
- 2.了解动态电能质量；
- 3.了解 IEEE 电压容限曲线及分类。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：本课程的内容和特点。
- 2.难点：本课程的内容和特点。

#### 【课程内容】

- 1.电能质量的主要内容；
- 2.中国电能质量标准与主要内容；
- 3.关于电能质量的一些概念；
- 4.动态电能质量；
- 5.IEEE电压容限曲线及分类。

### 主题二 电力系统电压偏差

#### 【教学目标】

- 1.了解电压偏差国家标准及危害；

2.理解电力系统电压调整及无功补偿;

3.掌握无功和电压管理。

### 【重点、难点】

1.重点: 负荷无功功率与电压水平的关系, 有功、无功功率传输对电压水平的影响, 电压监测、中枢点电压管理, 电网电压调整标准及无功电源的优化, 无功补偿规划原则及容量配置。

2.难点: 负荷无功功率与电压水平的关系, 有功、无功功率传输对电压水平的影响, 电压监测、中枢点电压管理, 电网电压调整标准及无功电源的优化, 无功补偿规划原则及容量配置。

### 【课程内容】

1.电压偏差的国家标准;

2.电压偏差超标的危害;

3.电力系统电压调整;

4.电力系统无功补偿;

5.无功和电压管理。

## 主题三 电力系统频率偏差

### 【教学目标】

1.了解电力系统频率概念及频率偏差对系统的影响;

2.掌握电力系统频率的检测与评价;

3.理解电力系统频率偏差的标准和规定;

4.掌握电力系统频率调整;

5.新能源发电接入后的电力系统频率调整。

### 【重点、难点】

1.重点: 电力系统动态频率及检测, 国内外有关电力系统频率有关的标准和规定, 系统频率调整方法, 新能源发电并网对系统影响及调频。

2.难点: 电力系统动态频率及检测, 国内外有关电力系统频率有关的标准和规定, 系统频率调整方法, 新能源发电并网对系统影响及调频。

### 【课程内容】

1.电力系统频率概念;

2.频率偏差对电力系统的影响;



- 3.电力系统频率的检测与评价；
- 4.电力系统频率偏差的标准和规定；
- 5.电力系统频率调整；
- 6.新能源发电接入后的电力系统频率调整。

#### 主题四 电力系统谐波、间谐波

##### 【教学目标】

- 1.了解电力系统谐波基本概念及来源；
- 2.掌握电力系统非正弦波形分析方法及潮流计算；
- 3.理解电力系统谐波测量技术；
- 4.了解谐波对电网的影响和危害；
- 5.理解电力系统谐波的抑制及交流滤波装置；
- 6.理解电力系统谐波的标准及管理；
- 7.了解间谐波概念及相关标准。

##### 【重点、难点】

1.重点：电力系统非正弦波形电压/电流分析方法，非正弦电路功率和功率因数，谐波潮流计算，谐波及谐波阻抗的检测，谐波的抑制及所用设备，电力电容器组和电抗器谐波过载能力；谐波的标准及管理，间谐波适用性标准及危害和抑制。

2.难点：电力系统非正弦波形电压/电流分析方法，非正弦电路功率和功率因数，谐波潮流计算，谐波及谐波阻抗的检测，谐波的抑制及所用设备，电力电容器组和电抗器谐波过载能力；谐波的标准及管理，间谐波适用性标准及危害和抑制。

##### 【课程内容】

- 1.电力系统谐波的基本概念；
- 2.电力系统非正弦波形的分析方法；
- 3.电力系统谐波的来源；
- 4.电力系统谐波潮流计算；
- 5.电力系统谐波测量技术；
- 6.谐波对电网的影响和危害；
- 7.电力系统谐波的抑制；

- 8.交流无源滤波装置;
- 9.电力系统谐波的标准及其管理;
- 10.间谐波的概念;
- 11.间谐波的相关标准;
- 12.间谐波的测量技术;
- 13.间谐波的产生、危害及其抑制措施。

## 主题五 电压波动和闪变

### 【教学目标】

- 1.了解电压波动和闪变概念及标准;
- 2.理解电压波动和闪变的测量;
- 3.掌握电压波动和闪变的产生和抑制。

### 【重点、难点】

1.重点:电压波动检测方法,IEC闪变检测方法,人脑神经对视觉反映和记忆效应环节设计,电压波动和闪变的产生及补偿装置。

2.难点:电压波动检测方法,IEC闪变检测方法,人脑神经对视觉反映和记忆效应环节设计,电压波动和闪变的产生及补偿装置。

### 【课程内容】

- 1.电压波动和闪变的基本概念;
- 2.电压波动和闪变的标准;
- 3.电压波动和闪变的测量。
- 4.电压波动和闪变的产生和抑制。

## 主题六 电力系统三相不平衡

### 【教学目标】

- 1.了解三相不平衡的概念及国家标准;
- 2.掌握三相不平衡度的计算和评估;
- 3.掌握三相不平衡的危害性及改善措施。

### 【重点、难点】

- 1.重点:三相不平衡度的计算,改善三相不平衡的措施。
- 2.难点:三相不平衡度的计算,改善三相不平衡的措施。

### 【课程内容】

- 1.三相不平衡的概念及计算；
- 2.三相不平衡的国家标准；
- 3.三相不平衡的危害及改善措施。

## 主题七 暂时过电压和瞬态过电压、电压暂降

### 【教学目标】

- 1.了解暂时过电压、瞬态过电压和电压暂降的概念、危害及标准；
- 2.掌握工频/谐振过电压的机理与限制；
- 3.掌握电压暂降值的测量和计算；
- 4.掌握抑制电压暂降电压的措施；
- 5.了解雷电压的保护。

### 【重点、难点】

1.重点：电容效应与限制方法，单相接地时的工频电压升高，线性/铁磁/参数谐振的机理与限制，操作过电压的机理与限制，电压暂降幅值和相位跳变的基本计算方法，电压暂降动态补偿技术。

2.难点：电容效应与限制方法，单相接地时的工频电压升高，线性/铁磁/参数谐振的机理与限制，操作过电压的机理与限制，电压暂降幅值和相位跳变的基本计算方法，电压暂降动态补偿技术。

### 【课程内容】

- 1.暂时过电压和瞬态过电压的概念；
- 2.工频过电压的机理与限制；
- 3.谐振过电压的机理与限制；
- 4.操作过电压的机理与限制；
- 5.雷电压的保护；
- 6.电压暂降的概念；
- 7.电压暂降的危害性；
- 8.电压暂降的标准；
- 9.电压暂降值的测量和计算；
- 10.抑制电压暂降的措施。

## 主题八 配电系统可靠性

### 【教学目标】

- 1.了解配电系统可靠性及准则；
- 2.了解我国城市电力网可靠性规定；
- 3.掌握配电系统可靠性预测方法；
- 4.了解配电系统缺电和停电损失的计算；
- 5.了解配电系统可靠性经济评价；
- 6.理解提高配电系统可靠性的措施及效果分析。

**【重点、难点】**

- 1.重点：配电系统可靠性预测评估指标，网络的可靠性评价。
- 2.难点：配电系统可靠性预测评估指标，网络的可靠性评价。

**【课程内容】**

- 1.概述；
- 2.配电系统可靠性准则；
- 3.我国城市电力网可靠性的规定；
- 4.配电系统可靠性预测方法；
- 5.配电系统缺电和停电损失的计算；
- 6.配电系统可靠性经济评价；
- 7.提高配电系统可靠性的措施；
- 8.提高配电系统可靠性措施的效果分析。

**(三) 学时分配**

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	电能质量基本概念	2	0
主题二	电力系统电压偏差	3	0
主题三	电力系统频率偏差	3	0
主题四	电力系统谐波、间谐波	7	0
主题五	电压波动和闪变	2	0
主题六	电力系统三相不平衡	2	0

主题七	暂时过电压和瞬态过电压、电压暂降	3	0
主题八	配电系统可靠性	2	0
合计		24	0

## 六、课程教学方法与策略

### 1.课堂讲授

(1) 采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识；

(2) 采用电子教案，多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性；

(3) 采用案例教学。理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识对工程问题进行分析，加深学生对教学内容的理解；

(4) 采用互动式教学。通过讨论、练习、角色扮演等多种教学手段，激发学生学习的潜能，提高学习效果。

### 2.课后作业辅导和答疑

根据各章教学重点内容和作业完成情况，在了解学生知识点掌握情况的基础上，安排适量的课后作业，并进行辅导和答疑。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核(平时考核)、期中考核和课终考核(期末考核)。

过程性考核(平时考核)方式包括课堂表现、平时作业、调研报告等。

期中考核以阶段性考核为主要形式，也可以采用专题实践报告等形式。

课终考核(期末考核)，采用考试或考查形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	1.基本概念和理论知识 2.运用学科专业知识解决电能质量实际问题的能力和素质	课堂表现、平时作业、期末成绩
课程目标2	计算、解决和处理问题能力	课堂表现

课程目标3	电能质量领域的技术标准体系等相关社会文化对工程活动的影响。	课堂表现、期末成绩
课程目标4	不断学习和适应社会进步发展的能力	课堂表现

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。比重占平时成绩的10%。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。比重占平时成绩的10%。 3.考勤：比重占平时成绩的10%。	30
期末考核	1.期末考试 2.期末考查	70

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

- [1]程浩忠,艾芊,张志刚等.电能质量概论(第2版)[M].中国电力出版社,2013.  
[2]肖湘宁等.电力系统电能质量[M].中国电力出版社,2022.

### (二) 其他资料

- [1]国家电网有限公司设备管理部.电能质量治理典型案例分析报告[M].中国电力出版社,2020.  
[2]肖湘宁等.电能质量分析与控制(第3版)[M].中国电力出版社,2010.

## 九、其他说明

- (一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。  
(二) 参与人：邢智博。

# 《电力市场》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电力市场				
课程英文名称	Electricity market				
课程编码	220601009	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考查		
先修课程	高等数学，电路原理				
学分/学时	1.5/24	理论学时	24	实践学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	辛鑫		

## 二、课程简介

本课程是“电气工程及其自动化”专业的一门专业课程，本课程的目的在于向学生介绍电力市场的市场结构、运作模式、交易理论、电价管理、电力市场的调度运营以及一些发达国家电力工业市场化改革的成功经验及我国电力市场建设中存在的问题和相应措施等方面的内容。完成本课程的学习后，能够对电力市场及其运营有一定的了解，并为以后从事本专业的工作打下基础。

## 三、课程学习基本要求

- 1.做好课前预习工作；
- 2.课中认真听讲，做好笔记；
- 3.课后及时复习并独立认真完成作业。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.熟悉和掌握电力市场的基本概念、几种电力市场的特征及收益、电力市场的运作、电力市场的交易理论、合理化电价的标准及上网电价的制定、电力市场的调度运营；

课程目标 2.理解和掌握完全竞争型市场、完全垄断型市场、垄断竞争型市场、电力现货市场的运作、电力市场的结算、电力市场环境下输电定价理论及应用分析、协调性多边电力交易理论及应用分析、电网调度与电量交易、有功功率的最优分配及无功平衡与电压调整、发电备用容量；

课程目标3.了解市场的作用及其结构、市场的构成、我国现行的电价管理体制和管理方法、市场经济国家电力工业市场化改革及案例、市场化改革后对电力工业的管制方式及其国际经验、我国电力市场问题及相应对策。通过结合生活实际，培养学生对电力市场的学习兴趣和爱好，养成自主学习与探究学习的良好习惯，拓展学生创新能力。

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G5: 使用现代工具	5.2: 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件,对电气工程及其自动化复杂工程问题进行分析、计算与设计。	课程目标1
G6: 工程与社会	6.1: 了解电气工程及其自动化专业相关领域的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规,理解不同社会文化对工程活动的影响。	课程目标2
G7: 环境和可持续发展	7.2: 能够站在环境保护和可持续发展的角度思考电气工程实践的可持续性,评价产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。	课程目标3

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	电力市场的结构及运作	课程目标1
主题二	电力市场交易理论及电价问题	课程目标2
主题三	电力市场的调度运营	课程目标3
主题四	我国电力市场问题研究与分析	课程目标2

### (二) 具体内容

#### 主题一 电力市场的结构及运作

##### 【教学目标】

1.理解各种常见的电力市场的类型以及基本运作方式；



2.掌握市场构成以及电力市场的结算。

**【重点、难点】**

1.重点：电力市场运营模型分析。

2.难点：电力市场的结算。

**【课程内容】**

1.市场的作用及其结构；

2.完全竞争型市场；

3.完全垄断型市场；

4.垄断竞争型市场；

5.寡头垄断型市场；

6.电力市场运营模型分析；

7.市场的构成；

8.电力现货市场的运作；

9.合约市场；

10.电力市场的结算。

**主题二 电力市场交易理论及电价问题**

**【教学目标】**

1.了解：我国现行的电价管理体制和管理方法；输电费用；

2.理解：市场经济国家和地区的电价管制与改革。

**【重点、难点】**

1.重点：计及输电网环境影响的交易理论及应用分析。

2.难点：市场经济国家和地区的电价管制与改革。

**【课程内容】**

1.计及输电网环境影响的交易理论及应用分析；

2.协调性多边电力交易理论及应用分析；

3.我国现行的电价管理体制和管理方法；

4.输电费用；

5.转运费的计算；

6.市场经济国家和地区的电价管制与改革；

7.我国电价改革问题及措施研究。

### 主题三 电力市场的调度运营

#### 【教学目标】

- 1.了解：电网调度与电量交易、发电备用容量；
- 2.掌握：有功功率的最优分配、负荷频率控制、无功平衡与电压调整；

#### 【重点、难点】

- 1.重点：电网调度与电量交易、负荷频率控制。
- 2.难点：发电备用容量、无功平衡与电压调整。

#### 【课程内容】

- 1.电网调度与电量交易；
- 2.发电备用容量；
- 3.有功功率的最优分配；
- 4.负荷频率控制；
- 5.无功平衡与电压调整。

### 主题四 我国电力市场问题研究与分析

#### 【教学目标】

- 1.了解：我国建立电力市场的一些框架性和原则性问题研究；
- 2.了解：我国省级电力市场问题研究与建议；
- 3.掌握：关于单一购电的市场运营模式的若干问题；
- 4.掌握：我国电力市场的管制问题研究与建议。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：逻辑代数运算及化简。
- 2.难点：组合逻辑电路的分析；不同触发器的转换。

#### 【课程内容】

- 1.我国建立电力市场的一些框架性和原则性问题研究；
- 2.关于单一购电的市场运营模式的若干问题；
- 3.我国省级电力市场问题研究与建议；
- 4.区域性电力市场问题研究；
- 5.我国发电侧市场垄断问题研究；
- 6.我国输电价格过渡方案研究及建议；
- 7.我国电力市场的管制问题研究与建议。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实践学时
主题一	电力市场的结构及运作	5	0
主题二	电力市场交易理论及电价问题	10	0
主题三	电力市场的调度运营	5	0
主题四	我国电力市场问题研究与分析	4	0
合计		24	0

## 六、课程教学方法与策略

以课堂讲授为主，并在教学过程中采取如下方法：

（1）采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识；

（2）采用电子教案，多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性；

（3）采用案例教学。理论教学与实际应用相结合，引导学生应用电工电子知识进行电路的分析和设计。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）、期中考核和课终考核（期末考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、平时作业、调研报告等。

期中考核以阶段性考核为主要形式，也可以采用专题实践报告等形式。

课终考核（期末考核），采用考试或考查形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	电力市场的结构及运作	期末考核

课程目标2	电力市场交易理论及电价问题	期末考核
课程目标3	贯穿所有章节	平时考核

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。 3.考勤：仅仅是平时成绩的参考，比重不能超过平时成绩的10%。	30
期中考核	1.自主考核占整个成绩的10%；题型任课教师自主设置，没有统一要求。 2.自主考核可以开卷，可以闭卷，也可以是其他形式。 3.如果是课程论文，必须有严格规定，不能是综述或学术性论文，保证其专业性（与所在专业密切相关）和实践性（有学生自身的实践参与）。 4.自主考核中，学生的答卷（或材料），以及自己的评分标准，必须提交系部教学秘书。	10
期末考核	期末考查	60

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]杜松怀.电力市场(第四版)[M].中国电力出版社,2023.

### (二) 其他教材

[1]杰里米·林.电力市场:理论与应用[M].机械工业出版社,2022.

[2]陈向群,罗朝春.电力市场化交易必读[M].中国电力出版社,2023.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：陈姝姝。

# 《智能微电网控制技术》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	智能微电网控制技术				
课程英文名称	Smart micro-grid control technology				
课程编码	220602019	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查		
先修课程	电力电子技术，嵌入式系统及应用				
学分/学时	2/32	理论学时	32	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	张晓荣		

## 二、课程简介

本课程是电气工程及其自动化专业的一门主要专业选修课程，通过介绍微电网的结构、特性、运行方式、控制模式、电源特性、保护及监控等内容，使学生掌握微电网及其关键技术的基本理论知识，掌握微电网的基本概念、关键技术、相关标准、实用设计方法和原则，熟悉微电网的控制，了解微电网的保护，掌握微电网的并网运行。学生通过本课程的学习，掌握智能电网和微电网的有关知识，对于从事微电网技术科学研究、建设及运维具有重要的意义。

## 三、课程学习基本要求

### 1、温习前修课程内容

本课程的学习需要前修课程大量的专业知识做支撑，因此在学习相关章节时涉及的基础知识不熟悉或遗忘，需要提前温习；

### 2、选读课外教材

[1]张清小,葛庆.智能微电网应用技术(第二版)[M].北京:中国铁道出版社有限公司, 2019年8月.

[2]李钟实. 太阳能分布式光伏发电系统设计施工与运维手册[M].北京: 机械工业出版社,2020年1月.

[3]周邴飞,郝卫国,汪春等.微电网运行与控制技术[M].北京:中国水利 水电出

版社.2017年8月.

[4]李一龙,蔡振兴,张忠山.智能微电网控制技术[M].北京:北京邮电大学出版社,2017年8月.

### 3、学习要求

上课严格考勤、迟到或早退视为缺勤。将课堂讨论、回答问题、单元测试等课堂活动计入理论课程平时成绩。按时提交作业,杜绝作业抄袭问题。设置期末大作业,将期末大作业成绩计入课程总成绩。以负责任的态度完成课程教学评价。

## 四、课程目标

### (一) 目标设置

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标1.通过课堂讲授、实验等教学环节,使学生树立工程观点,初步掌握微电网的设计方法,并在计算、分析、解决工程问题的能力方面得到训练。

课程目标2.初步具备网络化、信息化、智能化电气系统领域的研究、开发、设计、运行维护与管理等相关工作能力,具有较强电气工程和信息工程的综合素质和创新精神,掌握电力系统通信技术、信息采集和处理的基本理论与技术。

课程目标3.培养具有良好的科学素质和文化修养,扎实的专业理论和专业技能,掌握智能电网相关的理论知识,在新能源发电与智能接入技术、电网智能调度与控制技术、电能计量与监测、计算机与网络技术等方面有专长。

### (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G2: 问题分析	2.2: 能够利用数理分析方法和手段,针对复杂工程问题进行数学建模并分析,正确表达复杂工程问题。	课程目标1 课程目标2
G3: 设计/开发解决方案	3.2: 能够针对特定需求,完成单元(部件)的设计。	课程目标2 课程目标3
G4: 使用现代工具	5.2: 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件,对电气与智能控制复杂工程问题进行分析、计算与设计。	课程目标2 课程目标3

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	微电网概述	课程目标1、2
主题二	微电网的构成与分类	课程目标1、2
主题三	微电网与分布式发电	课程目标1、2
主题四	微电网的控制及运行	课程目标1、2、3
主题五	微电网的保护	课程目标1、2、3
主题六	微电网的监控与能量管理	课程目标1、2、3
主题七	微电网的通信	课程目标1、2
主题八	微电网的接地	课程目标1、2

## (二) 具体内容

### 主题一 微电网概述

#### 【教学目标】

- 1.了解微电网的发展历程；
- 2.了解微电网的发展现状；
- 3.掌握微电网存在的问题及发展动态。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：微电网的发展现状。
- 2.难点：微电网存在的技术缺陷及发展动态。

#### 【课程内容】

- 1.微电网的发展历程；
- 2.微电网的发展现状。

### 主题二 微电网的构成与分类

#### 【教学目标】

- 1.掌握微电网的组成和特性；
- 2.了解微电网的体系结构；
- 3.了解微电网的运行模式；

- 4.掌握微电网运行模式工作运行机理；
- 5.了解微电网的控制模式；
- 6.掌握基于逆变器控制模式的工作机理；
- 7.了解微电网接入电网电压等级；
- 8.了解微电网的分类。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：微电网运行模式工作运行机理及基于逆变器控制模式的工作机理。
- 2.难点：逆变器控制模式的工作机理。

#### **【课程内容】**

- 1.微电网的构成；
- 2.微电网的体系结构；
- 3.微电网的运行模式；
- 4.微电网的控制模式；
- 5.微电网接入电压等级；
- 6.微电网的分类。

### **主题三 微电网与分布式发电**

#### **【教学目标】**

- 1.理解微电网构建特点；
- 2.掌握光伏发电电站工作原理；
- 3.掌握光伏发电电站接入微电网控制模式；
- 4.掌握风力发电电站工作原理；
- 5.掌握风力发电电站接入微电网控制模式；
- 6.了解微型轮机工作原理；
- 7.理解微型轮机发电接入微电网原理；
- 8.了解其他多种分布式发电工作原理；
- 9.了解微电网储能的作用；
- 10.了解多种储能类型特点；
- 11.掌握储能接入微电网控制方法。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：光伏发电系统和风力发电系统及储能。



2.难点：光伏发电电站接入微电网控制模式、风力发电电站接入微电网控制模式及储能接入微电网控制方法。

#### **【课程内容】**

- 1.光伏发电系统；
- 2.风力发电系统；
- 3.微型轮机发电系统；
- 4.其他分布式发电；
- 5.储能系统。

### **主题四 微电网的控制及运行**

#### **【教学目标】**

- 1.掌握微电网稳态恒频恒压控制；
- 2.掌握微电网动态切换减载控制；
- 3.了解微电网暂态故障保护控制；
- 4.熟悉DG并网逆变器原理及控制方式；
- 5.了解储能变流器(PCS)控制原理及策略；
- 6.掌握微电网并网运行原理及控制方法；
- 7.掌握微电网离网运行原理及控制方法；
- 8.了解微电网的并网和离网运行原理；
9. 掌握微电网并网和离网工作方式的切换机理。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：独立微电网三态控制、微电网的逆变器控制及微电网的并离网控制。
- 2.难点：微电网的逆变器控制技术及其并离网控制策略。

#### **【课程内容】**

- 1.独立微电网三态控制；
- 2.微电网的逆变器控制；
- 3.微电网的并离网控制；
- 4.微电网的运行。

### **主题五 微电网的保护**

#### **【教学目标】**

- 1.了解常规配电网保护配置和常规低压配电保护配置；

- 2.了解微电网对配电网继电保护的影响；
- 3.了解微电网对配电网一次设备及继电保护的要求；
- 4.掌握基于区域差动的配电网继电保护；
- 5.掌握基于正、反方向阻抗继电器的低压配电网继电保护。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：微电网接入保护方案的配置。
- 2.难点：微电网接入对原有配电网继电保护的影响。

#### **【课程内容】**

- 1.DG特殊的故障特性；
- 2.微电网接入对配电网继电保护的影响；
- 3.微电网运行保护策略；
- 4.微电网接入配电网保护方案。

### 主题六 微电网的监控与能量管理

#### **【教学目标】**

- 1.了解微电网监控系统架构；
- 2.掌握微电网监控系统组成和系统设计；
- 3.了解分布式发电预测和负荷预测；
- 4.熟悉分布式发电及负荷的频率响应特性；
- 5.掌握微电网中光伏发电优化控制和风力发电优化控制；
- 6.掌握微电网优化调度策略。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：微电网监控系统组成和系统设计、发电优化控制及优化调度策略。
- 2.难点：发电优化控制及优化调度策略。

#### **【课程内容】**

- 1.微电网的监控；
- 2.微电网能量管理；
- 3.微电网的优化控制。

### 主题七 微电网的通信

#### **【教学目标】**

- 1.了解微电网通信系统的设计；

- 2.掌握微电网的通信体系结构；
- 3.理解微电网通信的设计原则。

**【重点、难点】**

- 1.重点：微电网通信系统的设计。
- 2.难点：微电网的通信体系结构。

**【课程内容】**

- 1.微电网通信的特殊要求；
- 2.微电网通信的设计原则；
- 3.微电网的通信系统的构成。

### 主题八 微电网的接地

**【教学目标】**

- 1.了解微电网的TN、TT、IT接地系统；
- 2.了解微电网接入的接地要求；
- 3.掌握微电网的各种接地方式。

**【重点、难点】**

- 1.重点：微电网的基地要求。
- 2.难点：微电网各种接地方式的优缺点及其工程应用的条件。

**【课程内容】**

- 1.低压配电网的安全接地；
- 2.微电网系统接地。

**(三) 学时分配**

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	微电网概述	2	0
主题二	微电网的构成与分类	4	0
主题三	微电网与分布式发电	2	0
主题四	微电网的控制及运行	8	0
主题五	微电网的保护	6	0

主题六	微电网的监控与能量管理	6	0
主题七	微电网的通信	2	0
主题八	微电网的接地	2	0
合计		32	0

## 六、课程教学方法与策略

课程教学采用多媒体辅助教学手段、理论讲授教学为主，实现课程内容的讲解、加强学生对教学内容重难点的理解和掌握，使学生初步掌握微电网的构成，掌握运行控制策略及调度方法，并通过讨论、作业等措施，加强培养学生独立分析和解决问题的能力、加深微电网运行控制策略的理解、掌握微电网运行方式及能量管理的方法、使学生初步具备微电网的设计能力。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核和课终考核。

过程性考核方式包括课堂表现、平时作业、考勤等。

课终考核方式为提交设计报告或考试。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	(1) 微电网的发展历程及发展现状 (2) 微电网的组成及运行控制模式 (3) 微电网运行模式工作运行机理 (4) 基于逆变器控制模式的工作机理	过程性考核 课终考核
课程目标2	(1) 微电网通信的设计原则； (2) 微电网的通信系统的构成 (3) 独立微电网三态控制； (4) 微电网的逆变器控制； (5) 微电网的并离网控制； (6) 微电网的优化控制	过程性考核 课终考核
课程目标3	(1) 光伏发电系统； (2) 风力发电系统； (3) 微型轮机发电系统； (4) 其他分布式发电；	过程性考核 课终考核

	(5) 微电网的运行。 (6) 微电网能量管理 (7) 微电网的监控 (8) 微电网系统接地设计 (9) 储能系统。 (10) 微电网接入配电网保护方案	
--	---	--

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：5% 2.作业完成情况：10%。 3.考勤：5%	20
期末考核	期末大作业或综合性设计性报告	80

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]李一龙,蔡振兴,张忠山.智能微电网控制技术[M].北京邮电大学出版社,2017.

[2]周邛飞,郝卫国,汪春等.微电网运行与控制技术[M].中国水利水电出版社,2017.

### (二) 其他资料

[1]张清小,葛庆.智能微电网应用技术(第二版)[M].中国铁道出版社有限公司,2019.

[2]李钟实.太阳能分布式光伏发电系统设计施工与运维手册[M].机械工业出版社,2020.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：李明。

# 《智能变电站技术》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	智能变电站技术				
课程英文名称	Smart Substation Technology				
课程编码	220601015	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查		
先修课程	大学物理				
学分/学时	3/32	理论学时	32	实验学时	0
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	任家智		

## 二、课程简介

本课程是电气工程及其自动化专业的专业选修课，该课程是针对智能电网最新发展方向而设置的。电力系统正向完全自动化、高效能、低投资、安全可靠、灵活应变的智能系统方向发展，智能变电站技术是智能电网的重要基础。本课程重点阐述智能化一次设备和网络化二次设备，包括IEC61850通信规约、信息模型和通信协议等方面内容，为以后从事智能变电站有关电气部分设计、检修、安装、运行、维护管理工作奠定必要的基础。

## 三、课程学习基本要求

本课程需要以智能变电站知识为核心内容，需要学生掌握智能变电站的体系结构、智能化一次设备和网络化二次设备，IEC61850通信规约、信息模型和通信协议等方面内容。学生需按时参加课程、完成随堂作业，按时提交课后作业，参加课程期末考试，学生应按要求参与教学评价要求。另外通过课程设计训练，进一步培养学生的分析与设计能力。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.学完本课程后学生能够：掌握智能变电站的基本概念；智能变电站

的体系结构；了解神电子式互感器及相关智能电器在智能变电站控制中的应用；了解智能变电站技术的未来发展和应用前景。

课程目标2.培养学生具有运用各种手段查阅文献资料、获取信息的能力；具有自主学习专业新技术、新知识的能力。

课程目标3.通过课前预习、课堂听课、课后复习、作业完成及实验设计和实例设计等环节过程的实施，使得学生能够根据系统开发的要求，培养学生利用智能变电站相关知识基础来分析和解决有关问题，为智能变电站技术在工业控制系统开发、遥感遥测、通信、自动化仪表、控制、航空航天、生物医学等电子领域的工程应用开发实际工作中打下良好的技术技能基础。培养学生认真、严谨、求实、敬业、创新的工作能力和学习态度。

课程目标4.变电站的智能化改造是电力系统发展的必然趋势。在现有教学条件和环境的基础上，结合现在高度发展的信息技术和工业技术全球化进程，呼应现在国家政策、社会需求和学校发展，以立德树人为根本任务，从知识点到章节内容各个环节设计思政要点。

## （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.4 能够利用相关的基础知识和专业知识，用于电力工程和智能控制工程问题解决方案的比较和综合。	课程目标1、2、3
G3: 设计/开发解决方案	3.1 掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的基础设计/开发方法和技术，了解影响设计目标和技术方案的各种因素； 3.4 在设计中能够考虑电气安全、健康。法律、文化及环境等制约因素。	课程目标1、2
G6: 工程与社会	6.1 了解电气工程与智能控制专业相关领域的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规，理解不同社会文化对工程活动的影响。	课程目标1、2、4
G7: 环境和可持续发展	7.1 知晓和理解有利于环境保护、社会可持续发展的电气工程发展方向。	课程目标3、4

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	智能变电站概述	课程目标1、2、4
主题二	智能变电站体系结构	课程目标1、3、4
主题三	电子式互感器	课程目标1、2、3
主题四	智能电器与变压器智能监测	课程目标1、2、3
主题五	智能变电站二次系统技术	课程目标1、2、3
主题六	智能变电站的通信网络系统与智能变电站应用举例	课程目标1、2、3

## (二) 具体内容

### 主题一 智能变电站概述

#### 【教学目标】

- 1.了解智能变电站概念；
- 2.了解智能变电站主要研究内容。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：智能变电站总体内容介绍。
- 2.难点：智能变电站概念。

#### 【课程内容】

- 1.掌握智能变电站主要研究内容；
- 2.理解智能电网与智能变电站关系；
- 3.依据当下时事，进行课程思政融入。

### 主题二 智能变电站体系结构

#### 【教学目标】

- 1.掌握智能变电站的体系结构；
- 2.掌握智能变电站的技术特征。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：智能变电站系统结构。
- 2.难点：智能变电站体系结构。

#### 【课程内容】



- 1.传统变电站自动化的体系结构；
- 2.智能变电站系统结构设计原则；
- 3.智能变电站的体系结构；
- 4.智能变电站的技术特征；
- 5.依据当下时事，进行课程思政融入。

### 主题三 电子式互感器

#### 【教学目标】

- 1.掌握电子式互感器分类、基本结构、工作原理；
- 2.了解电子式互感器数据接口。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：电子式互感器工作原理。
- 2.难点：电子式互感器应用。

#### 【课程内容】

- 1.电子式互感器分类、基本结构、工作原理；
- 2.电子式互感器基本特点；
- 3.电子式互感器数据接口；
- 4.电子式互感器应用；
- 5.依据当下时事，进行课程思政融入。

### 主题四 智能电器与变压器智能监测

#### 【教学目标】

- 1.掌握智能电器结构；
- 2.掌握变压器智能监测；
- 3.了解智能电器关键技术。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：智能电器构成与关键技术。
- 2.难点：断路器及高压组合电器智能化。

#### 【课程内容】

- 1.智能一次设备的发展及特征；
- 2.智能电器构成与关键技术；
- 3.变压器智能监测与智能变压器；

4.断路器及高压组合电器智能化。

### 主题五 智能变电站二次系统技术

#### 【教学目标】

- 1.了解过程层主要功能，合并单元，智能终端；
- 2.间隔层设备及实现的功能；
- 3.站控层系统的构成和功能要求；
- 4.过程层功关键技术；
- 5.依据当下时事，进行课程思政融入。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：过程层功能实现主要功能、间隔层设备及实现的功能。
- 2.难点：电子式互感器对间隔层IED功能的影响。

#### 【课程内容】

- 1.过程层功能实现主要功能；
- 2.关键技术；
- 3.合并单元；
- 4.智能终端；
- 5.间隔层设备及实现的功能；
- 6.电子式互感器对间隔层 IED 功能的影响；
- 7.保护 IED 的配置原则；
- 8.站控层系统的发展；
- 9.站控层系统的构成和功能要求；
- 10.站控层功能的实现方法。

### 主题六 智能变电站的通信网络系统与智能变电站

#### 【教学目标】

- 1.了解 ICE61850 标准；
- 2.了解基于 ICE61850 标准的智能变电站通信网络；

#### 【重点、难点】

- 1.重点：ICE61850 标准。
- 2.难点：基于ICE61850标准的智能变电站通信网络。

#### 【课程内容】

- 1.ICE61850 标准；

- 2.基于 ICE61850 标准的智能变电站通信网络；
- 3.基于 ICE61850 标准的智能变电站通信系统工程配置；
- 4.智能变电站应用举例。

### (三) 学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	智能变电站概述	2	0
主题二	智能变电站体系结构	4	0
主题三	电子式互感器	6	0
主题四	智能电器与变压器智能监测	6	0
主题五	智能变电站二次系统技术	6	0
主题六	智能变电站的通信网络系统与智能变电站应用举例	8	0
合计		32	0

## 六、课程教学方法与策略

1.以教授法为基础，结合多媒体演示法，对智能变电站主要内容进行讲解，在课程中，板书标记出重点内容及要点。对于智能变电站发展趋势，辅以视频演示法，通过近期的英文纪录片，达到提升专业知识水平并且了解行业趋势的目的。

2.布置课后习题，对重点知识进行记忆加深，提高学生对各知识点掌握程度。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（期末考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、平时作业和小组活动情况等。

期中考核可以采用大作业形式。

课终考核（期末考核），采用考查形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	期末考查、课堂提问和课后作业	过程性考核、期末考核
课程目标2	期末考查、课堂提问和课后作业	过程性考核、期末考核
课程目标3	课堂提问和互动活动	过程性考核
课程目标4	大作业阶段性考核	过程性考核

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习，创造性地提出问题的能力，占平时成绩30% 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量，占平时成绩30%。 3.考勤：仅仅是平时成绩的参考，比重不能超过总成绩的20%。 4.小组讨论情况：学生收集资料能力、研究设计能力、解决实际问题能力和合作研究能力，占平时成绩10%。	20
期中考核	1.自主考核以大作业形式进行，占整个成绩的10%； 2.自主考核可以开卷，可以闭卷，也可以是其他形式。	10
期末考核	1.期末考查	70

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]覃剑等.智能变电站技术与实践[M].中国电力出版社,2012.

### (二) 其他资料

[1]冯军等.智能变电站原理及测试技术[M].中国电力出版社,2012.

[2]蔡勇等.新一代智能变电站技术及工程应用[M].中国电力出版社,2014.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：邢智博。

# 《电气测试技术》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电气测试技术				
课程英文名称	Electrical Testing Technology				
课程编码	220602002	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考查		
先修课程	自动控制原理，信号分析与处理				
学分/学时	2/32	理论学时	28	实验学时	4
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	林异凤		

## 二、课程简介

《电气测试技术》是电气工程及其自动化、电气工程与智能控制等专业一门重要的专业学科课程。本课程的主要目标是使学生掌握电气测试技术的理论、常用传感器的工作原理和一般的检测方法，进而能够进行一般传感器检测系统的安装、调试、设计和使用。

《电气测试技术》课程涉及到电气技术的物理量的测量、变换和处理，并根据工程实际的需要对各种生产工艺过程实施精确测量控制。其任务在于使学生获得误差理论、测试系统性能、传感器技术、自动检测方法等方面的基本知识和基本技能，培养学生分析问题和解决问题的能力。

## 三、课程学习基本要求

### 1. 学习本课程的方法、策略及教育资源的利用

(1) 学习基础：学生在进入本课程学习之前，应完成和需要复习的课程：《自动控制原理》、《信号分析与处理》等。

(2) 本课程理论知识有一定难度，必须通过一定量的练习，才能达到教学基本要求。学生需要认真完成作业，及时了解自己掌握的程度和不足。

(3) 本课程内容丰富、实践应用性很强，需要多结合工程应用来促进对课程理论知识的理解，使学生具备初步分析问题和解决问题的能力。

### 2. 学生完成本课程每周须耗费的时间

为掌握本课程的主要内容，按约 1: 1 的比例配比课外学时（预习、复习和完成老师布置的作业），学生课外每周必须耗费的最少时间为 2 小时，学生完成本课程每周须耗费的最少时间为 4 小时。

### 3.学生的学习要求

课前预习，坚持上课，认真听讲，做好笔记，积极参与教学互动，主动与老师探讨问题；课后认真复习，独立完成作业。勤于动脑动笔，认真演算习题，培养自己的分析和计算能力；必须参加实验课，亲自动手独立完成规定的实验内容，并提交合格的实验报告。

### 4.学生参与教学评价要求

依照学校规定，课程结束前 1-2 周内，按照学校统一安排，通过网上评教系统，回答调查问卷，实事求是地对本课程及任课教师的教学效果作出客观公正的评价，是学生的应尽的责任和义务，对促进教师改进教学工作具有重要的意义，每个学生都必须参加。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

课程目标 1.知识掌握：熟练掌握测试技术的理论、基本测试方法及特点、对测试系统性能的基本要求；掌握数学、物理学和工程科学的基本原理，具有数学分析和计算思维能力。

课程目标 2.能力提高：掌握本课程的专业基础知识，能够应用所学专业知识解决实际复杂工程问题，具备一定的自动检测系统设计和改进的能力，能够参与制定工程解决方案的设计、开发，并能实施解决方案，完成本专业领域相关工程任务；具有良好沟通、团队合作的能力，具有分析和解决实际问题的基本能力；具有数学、自然科学、电气工程学科知识及智能控制技术的应用能力；具备承担智能电网运行与控制、电气设备智能互联等行业的设备安装、调试和维护工作能力，以及相关领域生产、设计、研究与技术创新和一定的生产组织和市场营销能力。

课程目标 3.素养培养：具有良好的工程职业道德、追求卓越的态度、爱国敬业和艰苦奋斗精神、较强的社会责任感和较好的人文素养；具有良好的质量、安全、效益、环境、职业健康和服务意识；具有较强的创新意识和进行产品开发和

设计、技术改造与创新的能力。

课程目标 4.思政教育目标：以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持知识传授与价值引领相结合，培养学生理想信念、价值取向、政治信仰、社会责任，具备明事辨理、明辨是非的能力，学生通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感，培养德智体美劳全面发展、堪当民族复兴大任的社会主义建设者和接班人。

## （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.4 能够将相关知识和数学模型方法用于专业工程问题解决方案的比较与综合。能够针对复杂工程问题，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，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。	课程目标 1、2
G2: 问题分析	2.4 能运用基本原理，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	课程目标 1、2、3
G8: 职业规范	8.1 有正确价值观，理解个人与社会的关系，了解中国国情、维护国家利益，具有推动民族复兴和社会进步的责任感。	课程目标 4

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	电气测试技术绪论	课程目标 1、4
主题二	电气测试技术基础	课程目标 1、2、3、4
主题三	电气测试系统	课程目标 1、2、3、4
主题四	传感器技术	课程目标 1、2、3、4
主题五	检测系统的抗干扰技术	课程目标 1、2、3、4

### （二）具体内容

#### 主题一 电气测试技术绪论

#### 【教学目标】

- 1.了解电气测试技术的概念和方法；
- 2.了解电气测试关键技术；
- 3.了解电气测试关键技术的应用及发展。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：电气测试关键技术；
- 2.难点：电气测试关键技术。

#### **【课程内容】**

- 1.电气测试技术；
- 2.电气测试技术发展历程；
- 3.电气测试关键技术
- 4.电气测试技术应用与未来发展

### 主题二 电气测试技术基础

#### **【教学目标】**

- 1.掌握电气测试概念；
- 2.掌握电气测试技术常用仪表；
- 3.掌握电气测试方法；
- 4.掌握测量误差分析与处理。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：电气测试技术常用仪表及测量方法；
- 2.难点：测量误差分析与处理。

#### **【课程内容】**

- 1.电气测量基本概念；
- 2.电气测试常用的电工仪表；
- 3.电气测量方法；
- 4.测量误差分析与处理。

### 主题三 电气测试系统

#### **【教学目标】**

- 1.掌握电气测试系统及其特性；
- 2.掌握电气测试输入输出特性；
- 3.掌握电气测试工具。



### **【重点、难点】**

- 1.重点：电气测试系统及其特性；
- 2.难点：电气测试输入输出特性。

### **【课程内容】**

- 1.电气测试系统组成；
- 2.电气测试输入输出特性；
- 3.掌握电气测试工具。

## 主题四 传感器技术

### **【教学目标】**

- 1.了解传感器技术；
- 2.了解各类传感器的原理及应用。

### **【重点、难点】**

- 1.重点：传感器的原理及应用；
- 2.难点：传感器检测的综合应用。

### **【课程内容】**

- 1.各类传感器的原理；
- 2.各类传感器的应用。

## 主题五 检测系统的抗干扰技术

### **【教学目标】**

- 1.了解干扰源与干扰耦合方式；
- 2.掌握干扰抑制技术的措施。

### **【重点、难点】**

- 1.重点：干扰抑制技术；
- 2.难点：抑制干扰的措施。

### **【课程内容】**

- 1.干扰源与干扰耦合方式；
- 2.干扰抑制技术。

## 项目一 传感器参数测量

### **【教学目标】**

- 1.学习金属应变片传感器的原理及应用；

2.掌握单臂电桥、双臂半桥、全桥性能。

**【实践内容】**

- 1.金属箔式应变片应用实验；
- 2.单臂电桥、双臂半桥、全桥性能实验。

**【实践要求】**

- 1.掌握实验的原理及传感器的应用；
- 2.将各实验数据进行整理并分析。

**项目二 热电偶测量温度实验**

**【教学目标】**

- 1.掌握传感器的工作原理；
- 2.了解热电偶的特性与应用。

**【实践内容】**

- 1.利用热电偶测量温度实验；
- 2.热电偶测温及冷端温度补偿实验。

**【实践要求】**

- 1.掌握实验的原理及传感器的应用；
2. 将各实验数据进行整理并分析。

**(三) 学时分配**

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实践学时
主题一	电气测试技术绪论	2	0
主题二	电气测试技术基础	4	0
主题三	电气测试系统	8	0
主题四	传感器技术	10	4
主题五	检测系统的抗干扰技术	4	0
合计		28	4

**六、课程教学方法与策略**

- 1.讲授法：以课堂讲授形式进行理论课程的讲解，解决学生学习的困惑。
- 2.问题导向法：采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得知识。
- 3.多媒体辅助教学法：采用多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性和学生的参与度。
- 4.案例法：采用案例教学，理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识课程加强理解。
- 5.讨论法：采用互动式教学，课内讨论和课外答疑相结合。
- 6.练习法：通过课后作业练习，巩固所学知识。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（期末考核）。

过程考核（平时考核）占 40%，包括出勤、课堂表现、实验过程及报告、作业完成情况等。其中，出勤、课堂表现主要考核学生的出勤情况、课堂表现及学生对课程内容的掌握情况，在课堂或课后随机进行；实验过程及报告主要考核学生实验过程的操作能力及实验结果正确与否，实验报告完成质量；作业完成情况主要考核学生的作业上交次数和作业完成质量。

课终考核（期末考核）占 60%，采用考试形式进行，在学期教学结束后进行。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 1	(1) 电气测试技术绪论 (2) 电气测试技术基础 (3) 电气测试系统 (4) 传感器技术 (5) 检测系统的抗干扰技术	作业、实验过程和报告、期末考核
课程目标 2	(1) 电气测试技术绪论 (2) 电气测试技术基础 (3) 电气测试系统 (4) 传感器技术 (5) 检测系统的抗干扰技术	作业、实验过程和报告、期末考核
课程目标 3	(1) 电气测试技术绪论 (2) 电气测试技术基础	实验过程和报告、期末考核

	(3) 电气测试系统 (4) 传感器技术 (5) 检测系统的抗干扰技术	
课程目标 4	(1) 电气测试技术绪论 (2) 检测系统的抗干扰技术	出勤、课堂表现

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。 3.考勤：按时上下课，不得缺勤、迟到、早退。 4.实验报告：考核学生实验过程的操作能力及实验结果正确与否，完成质量如何；	40
期末考核	期末考试	60

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

- [1]黄新波.电气测试技术.[M].电子工业出版社,2018.  
[2]梁森.自动检测技术及应用.第3版[M].机械工业出版社,2018.

### (二) 其他资料

- [1]陈杰.传感器与检测技术.第3版[M].高等教育出版社,2021.  
[2]周润景.常用传感器技术及应用[M].电子工业出版社,2020.

## 九、其他说明

- (一) 制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。  
(二) 参与人：谢雪丹。

# 《矿业工程导论》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	矿业工程导论				
程英文名称	Introduction to Mining Engineering				
课程编码	220801004	课程属性	理论		
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查		
先修课程	无				
学分/学时	2/32	理论学时	32	实践学时	0
开课单位	矿业工程系		课程负责人	张凌云	

## 二、课程简介

《矿业工程导论》系统地阐述了矿业工程技术的基础知识，概括了煤和非煤固体矿床的主要开采技术、选矿技术。内容包括：煤田地质及矿图、井田开拓、井巷掘进与支护、准备方式及采煤方法、矿井安全技术、露天开采工艺、非煤固体矿床开采技术、选矿技术等。其中重点介绍了矿井安全技术，煤矿地下开采井田开拓、准备方式、采煤方法等内容。

## 三、课程学习基本要求

以讲授、多媒体辅助和讨论的教学方法，让学生对课程内容有基本的了解和掌握。学生可以通过学习《矿业工程导论》、《露天矿开采技术》、《采矿学》、《非煤矿床地下开采》和《岩土工程学》等资料，继续深入学习课程相关知识以加强学习效果。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1.了解矿业工程的概念，国内外的应用及发展情况，矿业工程的特点及有关学科的关系。

课程目标 2.了解矿井的开拓、巷道布置和开采方法，矿井生产系统及洗选方

法。

课程目标 3.掌握矿井通风系统和矿井瓦斯、矿尘与火灾的防治。

课程目标 4.掌握矿产资源的开采对生态环境的影响和破坏及其解决问题的方法。

课程目标 5.以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持知识传授与价值引领相结合，运用可以培养大学生理想信念、价值取向、政治信仰、社会责任的题材与内容，全面提高大学生缘事析理、明辨是非的能力，让学生通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，不断提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感，培养德智体美劳全面发展、堪当民族复兴大任的社会主义建设者和接班人。

## （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G3: 设计/开发解决方案	3.1: 针对采矿工程领域的复杂工程问题,能够根据需求确定合理的设计目标和技术方案。	课程目标 1、2、3、4
G7: 环境和可持续发展	7.1: 了解矿业工程学科在国民经济建设中的作用,能够理解环境保护和社会可持续发展的内涵和意义,熟悉国家环境保护相关政策、法规,树立较强的环保和可持续发展意识。	课程目标 2、3、5
G10: 沟通	10.2: 了解采矿及其相关行业工程问题,并能与业界同行及社会公众进行有效沟通、交流与协作。	课程目标 1、4

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
主题一	煤田地质及矿图知识	课程目标 1、2
主题二	井田开拓	课程目标 2
主题三	井巷掘进	课程目标 2
主题四	近水平、缓倾斜和中斜煤层准备方式	课程目标 2
主题五	近水平、缓倾斜和中斜煤层采煤方法	课程目标 2

主题六	急倾斜煤层准备方式及采煤方法	课程目标 2
主题七	水力采煤	课程目标 2
主题八	煤炭地下气化	课程目标 2
主题九	矿井通风与安全技术	课程目标 3、5
主题十	露天开采工艺	课程目标 2、3、4
主题十一	非煤固体矿床开采	课程目标 2
主题十二	矿区环境保护	课程目标 1、4、5

## (二) 具体内容

### 主题一 煤田地质及矿图知识

#### 【教学目标】

- 1.掌握成煤作用，矿图类型及其识别；
- 2.理解矿图投影方法；
- 3.了解成煤条件及过程、煤的组成及成分、煤的种类，煤田地质勘探手段。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：煤层地质。
- 2.难点：矿图投影方法。

#### 【课程内容】

- 1.煤田地质概述；
- 2.煤质及煤的工业分类；
- 3.煤田地质勘探及煤炭储量；
- 4.矿图投影方法。

### 主题二 井田开拓

#### 【教学目标】

- 1.掌握基本的井田开拓方式；
- 2.理解井田开拓方式的优缺点；
- 3.了解井田划分的原则、井型及服务年限。

#### 【重点、难点】

- 1.重点：井田开拓方式。

2.难点：井田划分。

### 【课程内容】

- 1.井田开拓的基本问题；
- 2.井田开拓方式；
- 3.井田开拓中几个重要问题分析。

## 主题三 井巷掘进

### 【教学目标】

- 1.掌握井巷断面形状、尺寸，能够进行巷道净断面计算和风量校正；
- 2.理解巷道掘进工艺及常用巷道支护形式；了解立井开凿过程及常用方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点：井巷断面设计。
- 2.难点：井巷断面设计计算。

### 【课程内容】

- 1.井巷断面；
- 2.巷道掘进；
- 3.立井开凿。

## 主题四 近水平、缓倾斜和中斜煤层准备方式

### 【教学目标】

- 1.掌握采区式准备方式、带区式准备方式的巷道掘进顺序以及生产系统构成，采（盘）区适用条件及参数；
- 2.了解盘区式准备方式。

### 【重点、难点】

- 1.重点：准备方式。
- 2.难点：采区式准备方式。

### 【课程内容】

- 1.采区式准备方式；
- 2.带区式准备方式；
- 3.采区准备巷道布置及参数。

## 主题五 近水平、缓倾斜和中斜煤层采煤方法

### 【教学目标】



- 1.掌握炮采、普采、综采采煤工艺方式及巷道布置；
- 2.理解采煤工艺概念；
- 3.了解综放采煤工艺。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：综采。
- 2.难点：综采放顶煤工艺。

#### **【课程内容】**

- 1.采煤方法概念；
- 2.长壁工作面采煤工艺；
- 3.放顶煤采煤工艺；
- 4.综采采煤工艺；
- 5.回采巷道布置系统。

### 主题六 急倾斜煤层准备方式及采煤方法

#### **【教学目标】**

- 1.掌握倒台阶、伪倾斜柔性掩护支架、水平分段放顶煤及综合机械化采煤方法；
- 2.理解各种采煤法的区别；
- 3.了解急倾斜煤层开采特点。

#### **【重点、难点】**

- 1.重点：倾斜煤层开采特点。
- 2.难点：急倾斜煤层开采。

#### **【课程内容】**

- 1.急倾斜煤层开采特点；
- 2.倒台阶采煤法；
- 3.伪倾斜柔性掩护支架采煤法；
- 4.水平分段放顶煤采煤法及综合机械化采煤方法。

### 主题七 水力采煤

#### **【教学目标】**

- 1.掌握水力采煤方法；
- 2.理解水采矿井生产系统；
- 3.了解对水采的评价及水采发展趋势。

### 【重点、难点】

- 1.重点：水力采煤。
- 2.难点：水力采煤方法。

### 【课程内容】

- 1.水采矿井生产系统；
- 2.水力采煤方法；
- 3.对水采的评价及水采发展趋势。

## 主题八 煤炭地下气化

### 【教学目标】

- 1.掌握煤炭地下气化方法及其工艺系统；
- 2.理解煤炭地下气化原理；
- 3.了解煤炭地下气化评价及其发展前景。

### 【重点、难点】

- 1.重点：煤炭地下气化原理。
- 2.难点：煤炭地下气化方法。

### 【课程内容】

- 1.煤炭地下气化原理；
- 2.煤炭地下气化评价及其发展前景；
- 3.煤炭地下气化方法及其工艺系统

## 主题九 矿井通风与安全技术

### 【教学目标】

- 1.掌握采动岩体诱发顶底板事故、矿井瓦斯、矿井粉尘、矿井火灾、矿井水灾、矿井热害及冲击矿压、职业病防治；
- 2.理解矿井通风；了解安全避险六大系统。

### 【重点、难点】

- 1.重点：顶底板事故。
- 2.难点：安全避险六大系统。

### 【课程内容】

- 1.矿井通风；
- 2.采动岩体诱发顶底板事故防治。

- 3.矿井瓦斯防治；
- 4.矿井粉尘防治；
- 5.矿井火灾防治；
- 6.矿井水灾防治；
- 7.矿井热害及冲击矿压防治；
- 8.职业病防治；
- 9.安全避险六大系统。

## 主题十 露天开采工艺

### 【教学目标】

- 1.掌握露天开采工艺生产工艺；
- 2.理解露天开采工艺程序；
- 3.了解露天开采工艺境界。

### 【重点、难点】

- 1.重点：露天开采工艺。
- 2.难点：露天开采工艺程序。

### 【课程内容】

- 1.露天开采工艺境界及开采程序；
- 2.露天开采工艺生产工艺。

## 主题十一 非煤固体矿床开采

### 【教学目标】

- 1.掌握矿石损失率和贫化率的计算；
- 2.理解矿产、矿石、矿体、围岩与废石等基本概念；
- 3.了解开矿方法。

### 【重点、难点】

- 1.重点：非煤固体矿床开采基本概念。
- 2.难点：非煤固体矿床开矿方法。

### 【课程内容】

- 1.非煤固体矿床开采基本概念；
- 2.开矿方法概述。

## 主题十二 矿区环境保护

### 【教学目标】

- 1.掌握充填开采技术；
- 2.理解采动岩层破坏的基本规律；
- 3.了解矿区环境保护措施。

### 【重点、难点】

- 1.重点：充填开采技术。
- 2.难点：充填开采岩层的基本规律。

### 【课程内容】

- 1.采动岩层破坏的基本规律；
- 2.充填开采技术。

### （三）学时分配

教学主题	主题名称	教学环节	
		理论教学学时	实验学时
主题一	煤田地质及矿图知识	2	0
主题二	井田开拓	2	0
主题三	井巷掘进	4	0
主题四	近水平、缓倾斜和中斜煤层准备方式	2	0
主题五	近水平、缓倾斜和中斜煤层采煤方法	3	0
主题六	急倾斜煤层准备方式及采煤方法	3	0
主题七	水力采煤	2	0
主题八	煤炭地下气化	2	0
主题九	矿井通风与安全技术	6	0
主题十	露天开采工艺	2	0
主题十一	非煤固体矿床开采	2	0
主题十二	矿区环境保护	2	0
合计		32	0

## 六、课程教学方法与策略

### 1.讲授法

采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识。

### 2.多媒体辅助教学法

辅助以最新的视频资料，多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性。

### 3.讨论法

(1) 采用互动式教学。课内讨论和课外答疑相结合。

(2) 采用案例教学。理论教学与社会生活实践相结合，引导学生应用基本理论知识解决思想和生活问题。

### 4.课后作业

针对重点章节布置课后习题作业，提高自身的自学能力。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（期末考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、平时作业、考勤等。

课终考核（期末考核）采用考试形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 1	(1) 煤田地质及矿图知识 (2) 矿区环境保护	考试
课程目标 2	(1) 煤田地质及矿图知识 (2) 井田开拓 (3) 井巷掘进 (4) 近水平、缓倾斜和中斜煤层准备方式 (5) 近水平、缓倾斜和中斜煤层采煤方法 (6) 急倾斜煤层准备方式及采煤方法 (7) 水力采煤 (8) 煤炭地下气化 (9) 露天开采工艺	考试

	(10) 非煤固体矿床开采	
课程目标 3	(1) 矿井通风与安全技术 (2) 露天开采工艺	考试
课程目标 4	(1) 露天开采工艺 (2) 矿区环境保护	考试
课程目标 5	(1) 矿井通风与安全技术 (2) 矿区环境保护	考试

## (二) 成绩评定

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	1.课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。 2.作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。 3.考勤：仅仅是平时成绩的参考，比重不能超过平时成绩的 10%。	30
期末考核	期末考试	70

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

- [1]汪理全,杨真,张吉雄.矿业工程概论(第二版)[M].中国矿业大学出版社,2014.  
[2]杨军伟.采矿工程专业导论[M].中国矿业大学出版社,2017.

### (二) 其他资料

- [1]夏建波,邱阳.露天矿开采技术[M].冶金工业出版社,2015.  
[2]徐永圻.采矿学[M].中国矿业大学出版社,2003.  
[3]藏传伟.非煤矿床地下开采[M].煤炭工业出版社,2015.  
[3]谢定义.岩土工程学[M].高等教育出版社,2008.

## 九、其他说明

- (一) 制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。  
(二) 参与人：沈玉旭。

# 《电路实验》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电路实验		
课程英文名称	Circuit Theory Experiment		
课程编码	22060303E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查
先修课程	大学物理，电路理论		
学分	1	实践学时	16
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	张文芳

## 二、课程简介

《电路实验》课程是电气工程及其自动化、电气工程与智能控制专业的一门综合实践课程，是附属于《电路理论》课程内的实验。通过本大纲所规定的全部教学内容的学习，使学生掌握常用电工仪表、仪器的使用，培养学生的动手能力和实验能力、简单电路实验设计的能力和编写实验报告的能力。通过实验验证和巩固所学课程的基本理论，达到深化理论学习的目的，为后续课程及今后的科研工作及与专业有关的工程技术工作打好基础。

## 三、课程学习基本要求

### 1.学习本课程的方法、策略及教育资源的利用

(1) 学习基础：学生在进入本课程学习之前，应完成和需要复习的课程：大学物理、电路、高等数学。

(2) 电路理论试验是一门动手能力很强的学科，在教学过程中，只有把书本知识与动手操作有机结合起来，才能强化学生的学习兴趣，为此，上课时，老师应加强直观教学，重视实验实习操作，利用实物、模型等，充分发挥学生的视觉、听觉、触觉等各种器官的相互协调作用。

2.深入阅读教材和参考书：学生应该认真阅读教材和相关参考书，尤其是对于难点部分需多加关注。

### 3.学生的上课、实验、讨论、答疑等方面的要求

课前预习，上课期间应认真听讲，做好笔记记录，并及时解决问题；积极参与教学互动，主动与老师探讨问题；学生需要认真研读相关资料，了解问题前置知识，积极参加讨论与答疑。学生应在试验中注意举一反三，灵活利用实际测试设备，并能够合理地完成规定的实习内容，并提交合格的实验报告。

#### 4.学生参与教学评价要求

依照学校规定，课程结束前 1-2 周内，按照学校统一安排，通过网上评教系统，回答调查问卷，实事求是地对本课程及任课教师的教学效果作出客观公正的评价，是学生的应尽的责任和义务，对促进教师改进教学工作具有重要的意义，每个学生都必须参加。

### 四、课程目标

#### （一）目标设置

课程目标对学生能力要求如下：

课程目标1.能够熟练应用电路理论和方法分析解决实验过程中的问题，得到有效的实验结论；

课程目标2.熟练掌握常用电工仪器、仪表的使用方法和用电安全知识，培养学生的用电安全意识和多条件约束下简单电路设计能力；

课程目标3.熟悉电路设计方案和实验报告编写的要求，培养学生编写完整可行的实验设计方案和实验报告的能力。

#### （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G2: 问题分析	2.1:能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达和分析复杂工程问题，获得问题的起因、影响因素和解决方案等有效结论。	课程目标1
G6: 工程与社会	6.2:能够基于电气工程相关背景知识进行合理分析，评价电气控制领域的工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。	课程目标2
G10: 沟通	10.1:能够就电气控制领域的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	课程目标3



## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排(课时)
项目一	电阻电路综合实验	课程目标1、2、3	6
项目二	动态电路实验	课程目标1、2、3	2
项目三	日光灯电路实验	课程目标1、2、3	2
项目四	三相交流电路综合实验	课程目标1、2、3	6
合计			16

### (二) 具体内容

#### 项目一 电阻电路综合实验

##### 【教学目标】

1.验证基尔霍夫定律、叠加定理和戴维南定理、互易定理的正确性，加深对电路定律和定理的理解；

2.学会使用电流表和电压表测量电流和电压；

3.掌握电路仿真软件对电阻电路进行建模和分析方法。

##### 【实践内容】

1.根据原理图在实验台搭建实验电路，并测量电压、电流，学会排查电路的故障；

2.会用Multisim搭建电路，并用虚拟仪表测量测量电压、电流；

3.撰写完整的实验报告，按照要求将各实验内容的要求写入实验报告。

##### 【实践要求】

1.要求学生认真预习，明确实验目的，掌握实验原理；

2.根据实验要求，搭建实验电路图以及实验所需要的数据记录表，拟定实验步骤；

3.认真撰写实验报告。

#### 项目二 动态电路实验

##### 【教学目标】

1.利用一阶、二阶动态电路的基础知识设计一阶和二阶动态电路实验，利用电

路仿真软件进行分析，验证设计的正确性，加深对动态电路的认识和理解。

### 【实践内容】

- 1.根据原理图，搭建Multisim电路，学会排查仿真电路的故障；
- 2.测量动态参数，并验证测量的准确性；
- 3.撰写完整的实验报告，按照要求将各实验内容的要求写入实验报告。

### 【实践要求】

- 1.要求学生认真预习，明确实验目的，掌握实验原理；
- 2.根据实验要求，搭建 Multisim 实验电路图以及实验所需要的数据记录表，拟定实验步骤；测量出要求的动态参数；
- 3.认真撰写实验报告。

## 项目三 日光灯电路实验

### 【教学目标】

- 1.研究正弦稳态电路中电压、电流相量之间的关系；
- 2.掌握日光灯线路的接线；
- 3.研究正弦稳态电路中电压、电流相量之间的关系。

### 【实践内容】

- 1.根据原理图，在实验台搭建电路，学会排查电路的故障；
- 2.测量不同补偿电容情况下的电压、电流、功率因数的大小，并分析原因；
- 3.撰写完整的实验报告，按照要求将各实验内容的要求写入实验报告。

### 【实践要求】

- 1.要求学生认真预习，明确实验目的，掌握实验原理；
- 2.根据实验要求，搭建实验电路图以及实验所需要的数据记录表，拟定实验步骤；测量出要求的实验数据；
- 3.认真撰写实验报告。

## 项目四 三相电路综合实验

### 【教学目标】

- 1.掌握三相负载作星形连接和三角形连接方法，验证这两种接线法下线、相电压及线、相电流之间的关系；
- 2.充分理解三相四线供电系统中中线的作用；
- 3.掌握三相电路电流、电压、功率的测量方法；

4.掌握三相电路仿真分析方法和虚拟仪表的使用方法。

### 【实践内容】

- 1.根据原理图，在实验台搭建三相电路；
- 2.测量不同负载连接情况下的电压、电流，并分析实验数据；
- 3.搭建Multisim实验仿真电路，用虚拟多功能表测量不同负载连接情况下的电压、电流，并分析实验数据；
- 4.撰写完整的实验报告，按照要求将各实验内容的要求写入实验报告。

### 【实践要求】

- 1.要求学生认真预习，明确实验目的，掌握实验原理；
- 2.根据实验要求，搭建实验电路图以及仿真电路，拟定实验步骤，记录实验数据；测量出要求的实验数据，并分析仿真数据和实测数据的关系；
- 3.认真撰写实验报告。

## 六、课程教学方法与策略

- 1.讲授法：运用口头语言系统向学生传授知识；
- 2.演示法：通过展示实际电路的搭建，进行示范性教学；
- 3.练习法：学生在教师的指导下独立地进行实际操作，以巩固知识、形成技能；
- 4.讨论法：采用互动式教学，课内讨论实验中遇到的问题；

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（实验报告）。

过程性考核（平时考核）方式包括熟练程度、正确性、考勤、安全性。

课终考核（期末考核），采用实习报告形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及占比	考核方式
课程目标 1	电阻电路实验、动态电路实验、日光灯电路实验、三相交流电路综合实验	实际操作、仿真实验、出勤
课程目标 2	电阻电路实验、动态电路实验、日光灯电路实验、三相交流电路综合实验	实际操作、仿真实验、出勤
课程目标 3	电阻电路实验、动态电路实验、日光灯电路实验、三相交流电路综合实验	实际操作、仿真实验

	灯电路实验、三相交流电路综合实验	验、出勤
--	------------------	------

## (二) 成绩评定

本课程成绩按百分制评定，成绩包括平时综合成绩和课终考核成绩(根据实际情况评估方式修改)，采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值（或百分比）
出勤	出勤（10%）	10%
实际操作	熟练程度（10%）+正确性（20%）+安全性（20%）。	50%
实验报告	完整性（10%）+数据分析正确性（20%）、结论合理性（10%）	40%

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]中意电气.电工技能实验装置实验指导书[M].许昌中意电气科技有限公司,2016.

[2]江缉光,刘秀成.电路原理[M].清华大学出版社,2017.

### (二) 其他资料

[1]洪秋媛.电路实验指导书[M].武汉理工大学出版社,2018.

[2]于宝琦,于桂君,陈亚光.电路实验指导[M].化学工业出版社,2015.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：李明，李兆鑫。

# 《模拟电子技术实验》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	模拟电子技术实验		
课程英文名称	Experiment of Analog Electronic Technology		
课程编码	22060305E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查
先修课程	大学物理，电路理论		
学分	1	实践学时	16
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	韩建萍

## 二、课程简介

《模拟电子技术实验》是根据《模拟电子技术基础》课程而开设的实验课程，是一门重要的工程技术基础课，可作为电子、电气、通信、自动控制、计算机、物理等专业学生的必修课；课程特点是理论教学的深化和补充，具有较强的实践性，实验为设计性、综合性项目；其主要教学内容和《模拟电子技术基础》课程重要内容对应的七个实验内容；核心目标是进一步巩固和加深理论知识，培养和训练学生综合设计及创新能力，团队合作实践、讨论分析问题和解决问题的能力。同时注意培养学生实事求是、严肃认真的科学作风和良好的实验习惯，为今后工作打下良好的基础。

## 三、课程学习基本要求

- 1.本课程采用“教学做一体化”策略，授课为多媒体辅助教学，结合讨论法、讲授法、谈话法、读书指导法、实验法等多种手段，合理利用网络教育资源、电子图书和相关科技的小视频进行学习；
- 2.要求学生必须预习实验内容、进行仿真实验；
- 3.要求学生按时上课、积极参与讨论和实验、按规定提交实验报告，过程实验成绩和实验报告成绩达到及格以上；
- 4.要求学生积极参与教学评价，对本课程实验中指导水平、实验困难、学习诉求、实验效果等方面提出中肯的意见和建议。

## 四、课程目标

### (一) 目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1. 学生具有辨别常用半导体元件及集成块的符号、名称的能力；能熟练掌握常用电子仪器的使用方法；可利用文献研究和寻求元器件替代方法解决电路设计问题。

课程目标 2. 学生应掌握各种基本单元电路的组成、工作原理及其重要性能指标的测量方法；具有一定的读图能力和初步设计电路的能力；具有解决各单元电路的安装、调试和检测、设计和制作简单的实用电路、排除电路的常见故障等问题的能力。

课程目标 3. 学生能够根据对象电路功能特征，设计实验方案，安全实验，正确采集实验数据。

课程目标 4. 学会正确地使用通用计算机分析软件对电子电路进行模拟仿真；能独立地写出严谨的、有理论分析的、实事求是的、文理通顺的、字迹端正的实验报告。

课程目标 5. 通过了解模拟电子技术在各领域的应用现状，树立祖国繁盛强大的民族自豪感和为国家建设做出奉献的民族责任心；通过学习模拟电子技术课程使学生树立求实创新的科学价值观。

### (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G2: 问题分析能力	2.3: 能认识到解决问题有多种方案可选择, 会利用文献研究方法, 对复杂的工程问题分析、寻求可替代的解决方案。	课程目标1
G3: 设计/开发解决方案能力	3.2: 能够针对特定需求, 完成单元(部件)的设计。	课程目标2、5
G4: 研究能力	4.2: 能够根据对象特征, 选择研究路线, 设计实验方案。 4.3: 能够根据实验方案构建实验系统, 安全开展实验, 正确采集实验数据。	课程目标3
G5: 使用现代工具能力	5.3: 能够针对具体的对象, 开发或选用满足特定需求的现代工具, 模拟和预测电气控制问题, 并能够分析其局限性。	课程目标4

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排(课时)
项目一	常用电子仪器的使用	课程目标1、5	2
项目二	三极管共射放大器偏置电路的设计与校验	课程目标2、5	2
项目三	射极跟随器电路设计	课程目标2、5	2
项目四	模拟运算电路设计	课程目标3、5	2
项目五	波形发生器电路设计	课程目标3、5	2
项目六	直流稳压电源电路设计	课程目标4、5	2
项目七	函数信号发生器的设计与调试	课程目标4、5	4
合计			16

### (二) 具体内容

#### 项目一 常用电子仪器的使用

##### 【教学目标】

- 1.学习电子电路实验中常用的电子仪器：示波器、信号发生器、交流毫伏表、数字频率计等的主要技术指标、性能及正确使用方法。
- 2.初步掌握用双踪示波器观察正弦信号波形和读取波形参数的方法。
- 3.培养学生预先善其事，必先利其器的理念。

##### 【实践内容】

- 1.测量示波器内的校准信号。
- 2.测量信号源输出电压波形及频率。
- 3.使用万用表

##### 【实践要求】

- 1.完成实验内容，整理实验数据，并进行分析。
- 2.问题讨论。
- 3.预习有关示波器部分内容；预习电子学实验装置的功能及使用方法说明。
- 4.实验报告内容完整、数据详实，书写整洁，夹页标注清楚。

## 项目二 三极管共射放大器偏置电路的设计与校验

### 【教学目标】

- 1.学会放大器静态工作点设置和调试方法,分析静态工作点对放大器性能的影响。
- 2.掌握放大器电压放大倍数测试方法。
- 3.熟悉常用电子仪器及电子技术实验台的使用。
- 4.学会团队内部分工协作。

### 【实践内容】

- 1.设计测量静态工作点。
- 2.测量电压放大倍数。
- 3.观察静态工作点对电压放大倍数的影响。

### 【实践要求】

- 1.完成实验内容,整理实验数据,并进行分析。
- 2.预习电子学实验装置的功能及使用方法说明。
- 3.思考能否用数字电压表直接测量晶体管的 $U_{BE}$ ?为什么实验中要采用测 $U_B$ 、 $U_E$ ,再间接算出 $U_{BE}$ 的方法?
- 4.实验报告内容完整、数据详实,书写整洁,夹页标注清楚。

## 项目三 射极跟随器电路设计

### 【教学目标】

- 1.掌握射极跟随器的特性及测试方法。
- 2.进一步学习放大器各项参数测试方法。
- 3.学会发现问题、思考问题、讨论问题,从而解决问题。

### 【实践内容】

- 1.设计射随器电路。
- 2.静态工作点的调整。
- 3.测量电压放大倍数 $A_v$ 、输出电阻 $R_0$ 、输入电阻 $R_i$ 。
- 4.测试跟随特性。

### 【实践要求】

- 1.完成实验内容。
- 2.整理实验数据,并画出曲线 $U_L = f(U_i)$ 曲线。



- 3.分析射极跟随器的性能和特点。
- 4.实验报告内容完整、数据详实，书写整洁，夹页标注清楚。

#### 项目四 模拟运算电路设计

##### 【教学目标】

- 1.研究由集成运放组成的比例、加法、减法和积分等基本运算电路的功能。
- 2.了解运算放大器在实际应用时应考虑的一些问题。
- 3.学会多角度看问题、多方法解决问题。

##### 【实践内容】

- 1.反相比例运算电路设计。
- 2.同相比例运算电路设计。
- 3.反相加法运算电路设计。
- 4.减法运算电路设计。
- 5.积分运算电路设计。

(五种电路任选三种设计)

##### 【实践要求】

- 1.完成实验内容，整理实验数据，并进行分析。
- 2.整理实验数据，画出波形图(注意波形间的相对关系)。
- 3.将理论计算结果和实测数据相比较，分析产生误差的原因。
- 4.实验报告内容完整、数据详实，书写整洁，夹页标注清楚。

#### 项目五 波形发生器电路设计

##### 【教学目标】

- 1.学习用集成运放构成正弦波、方波和三角波发生器。
- 2.学习波形发生器的调整和主要性能指标的测试方法。
- 3.培养学生认真细致的学习态度。

##### 【实践内容】

- 1.RC桥式正弦波振荡器(文氏电桥振荡器)设计。
- 2.三角波和方波发生器设计。

##### 【实践要求】

- 1.完成实验内容，整理实验数据，并进行分析。
- 2.正弦波发生器

- (1) 列表整理实验数据，画出波形。
- (2) 根据实验分析RC振荡器的振幅条件。
- (3) 讨论二极管D1、D2的稳幅作用。

### 3.三角波和方波发生器

- (1) 整理实验数据，把实测频率与理论值进行比较。
- (2) 实验结果拍照并标明时间和电压幅值。

4.实验报告内容完整、数据详实，书写整洁，夹页标注清楚。

## 项目六 直流稳压电源电路设计

### 【教学目标】

- 1.研究集成稳压器的特点和性能指标的测试方法。
- 2.了解集成稳压器扩展性能的方法。
- 3.培养学生实事求是的工作作风。

### 【实践内容】

- 1.反相比例运算电路设计。
- 1.整流滤波电路测试。
- 2.集成稳压器性能测试。

### 【实践要求】

- 1.完成实验内容，整理实验数据，并进行分析。
- 2.整理实验数据，计算S和 $r_o$ ，并与手册上的典型值进行比较。
- 3.分析讨论实验中发生的现象和问题。
- 4.实验报告内容完整、数据详实，书写整洁，夹页标注清楚。

## 项目七 函数信号发生器的设计与调试

### 【教学目标】

- 1.了解单片多功能集成电路函数信号发生器的功能及特点。
- 2.进一步掌握波形参数的测试方法。
- 3.培养学生理论联系实际的工作方法。

### 【实践内容】

- 1.设计电路。
- 2.调整电路，使其处于振荡，产生方波。
- 3.观测输出波形，使正弦波不产生明显的失真。

4.改变外接电容C的值，观测三种输出波形。

### 【实践要求】

- 1.完成实验内容，整理实验数据，并进行分析。
- 2.分别画出方波、三角波和正弦波的波形图，从中得出的结论。
- 3.列表整理C取不同值时三种波形的频率和幅值。
- 4.实验报告内容完整、数据详实，书写整洁，夹页标注清楚。

## 六、课程教学方法与策略

本课程拟采用“思-学-做一体化”的策略完成教学内容，具体教学方法如下。

- 1.以探索法+讨论法，完成实验电路设计，从而达到培养学生创造能力的目的。
- 2.以实验法+实习作业法，完成相关理论知识的设计性实验，并撰写实验报告。从而达到实践检验理论，实践应用理论的目的。
- 3.以多媒体辅助教学法+谈话法，快速解决实验中的疑惑和问题，从而达到培养学生思-学-做的思维方式的目的。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
实验过程考核	考勤、实验完成度和操作规范性（五级等级制）	50%
实验报告	撰写规范、实验结果准确（五级等级制）	50%

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及占比	考核方式
课程目标1	(1) 具有辨别常用半导体元件及集成块的符号、名称的能力，占比为10%； (2) 能熟练掌握常用电子仪器的使用方法，占比为10%； (3) 可利用文献研究和寻求元器件替代方法解决电路设计问题。占比为5%。	实验过程考核 实验报告考核
课程目标2	(1) 掌握各种基本单元电路的组成、工作原理及其重要性能指	实验过程考核 实验报告考核

	标的测量方法，占比10%； （2）具有一定的读图能力和初步设计电路的能力，占比10%； （3）具有解决各单元电路的安装、调试和检测、设计和制作简单的实用电路、排除电路的常见故障等问题的能力，占比5%。	
课程目标3	（1）能够根据对象特征，选择研究路线，设计实验方案，占比15%； （2）安全实验，占比10%。	实验过程考核 实验报告考核
课程目标4	学生应具备电路仿真的能力，占比为25%。	实验过程考核 实验报告考核
课程目标5	辩证角度思考问题，具有家国情怀和爱国主义精神，奉献精神，正确的行业价值观人生价值观。	课堂表现、出勤

## （二）成绩评定

本课程成绩按百分制（五级制）评定，成绩包括实验过程考核成绩、考勤考核和实验报告考核成绩，采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	（1）实验表现：学生主动参与实验讨论，创造性地提出问题的能力，包括实习日志、答辩情况、仪器操作、图表绘制等内容；能圆满完成实验内容。比重为平时成绩的40%。 （2）考勤：比重为平时成绩的10%。	50
课终考核	实验报告：学生收集资料能力、研究设计能力、解决实际问题能力和合作研究能力。比重为总成绩的50%。	50

## 八、参考资料

### （一）参考教材

实验台配套实验教材。

## 九、其他说明

（一）制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

（二）参与人：郑婷一，王永垚。

# 《数字电子技术实验》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	数字电子技术实验		
课程英文名称	Experiment of digital electronic technology		
课程编码	22060306E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查
先修课程	大学物理、电路理论、模拟电子技术基础		
学分	0.5	实践学时	8
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	韩建萍

## 二、课程简介

《数字电子技术实验》是根据《数字电子技术基础》课程而开设的实验课程，是一门重要的工程技术基础课，可作为电子、电气、通信、自动控制、计算机、物理等专业学生的必修课；课程特点是对理论教学的深化和补充，具有较强的实践性，实验基本为设计性、综合性项目；其主要教学内容是和《数字电子技术基础》课程重要内容对应的四个实验；核心目标是进一步巩固和加深理论知识，培养和训练学生综合设计及创新能力，团队合作实践、讨论分析问题和解决问题的能力。同时注意培养学生实事求是、严肃认真的科学作风和良好的实验习惯，为今后工作打下良好的基础。

## 三、课程学习基本要求

- 1.本课程采用“教学做一体化”策略，授课为多媒体辅助教学，结合讨论法、讲授法、谈话法、读书指导法、实验法等多种手段，合理利用网络教育资源、电子图书和相关科技的小视频进行学习；
- 2.要求学生必须预习实验内容、进行仿真实验；
- 3.要求学生按时上课、积极参与讨论和实验、按规定提交实验报告，过程实验成绩和实验报告成绩达到及格以上；
- 4.要求学生积极参与教学评价，对本课程实验中指导水平、实验困难、学习诉求、实验效果等方面提出中肯的意见和建议。

## 四、课程目标

### (一) 目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1.掌握各种类型的集成块的名称，归纳它们的电气特性和作用，识别它们的主要管脚及其作用。

课程目标 2.掌握各种基本单元电路的组成、工作原理；具有从复杂的电路中区分出基本的单元电路的能力；具有初步设计电路的能力。

课程目标 3.通过各单元电路和综合设计电路的学习，使学生能设计简单的实用电路，建立工程设计的理念和学习工程设计工作方法。

课程目标 4.通过了解数字电子技术在各领域的应用现状，树立祖国繁盛强大的民族自豪感和为国家建设做出奉献的民族责任心；通过学习数字电子技术课程使学生树立求实创新的科学价值观。

### (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G2: 问题分析能力	2.3: 能认识到解决问题有多种方案可选择，会利用文献研究方法，对复杂的工程问题分析、寻求可替代的解决方案。	课程目标1
G3: 设计/开发解决方案能力	3.2: 能够针对特定需求，完成单元(部件)的设计。	课程目标2
G4: 研究能力	4.2: 能够根据对象特征，选择研究路线，设计实验方案。 4.3: 能够根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据。 4.4: 能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。	课程目标3
G12: 终身学习能力	12.2: 具有自主学习的能力，包括对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力等。	课程目标4

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排(天/课时)
------	------	---------	------------

项目一	组合逻辑电路的设计与测试	课程目标1、4、5	2课时
项目二	数据选择器应用电路设计	课程目标2、4、5	2课时
项目三	智力竞赛抢答器的设计	课程目标3、4、5	2课时
项目四	计数器应用电路设计	课程目标3、4、5	2课时
合计			8课时

## (二) 具体内容

### 项目一 组合逻辑电路的设计与测试

#### 【教学目标】

- 1.掌握组合逻辑电路的设计与测试方法和步骤。
- 2.掌握集成块的测试方法。
- 3.培养学生理论联系实际的学习方法。

#### 【实践内容】

- 1.设计用与非门组成的四输入表决电路。
- 2.测试电路逻辑功能符合设计要求与否。

#### 【实践要求】

- 1.完成实验内容，用实验验证逻辑功能，并进行分析。
- 2.问题讨论。
- 3.根据实验任务要求设计组合电路，并根据所给的标准器件画出逻辑图。
- 4.实验报告内容完整、数据详实，书写整洁，夹页标注清楚。

### 项目二 数据选择器应用电路设计

#### 【教学目标】

- 1.熟悉中规模集成数据选择器的逻辑功能及测试方法。
- 2.学习用集成数据选择器进行逻辑设计。
- 3.学会团队内部分工协作。

#### 【实践内容】

- 1.测试74LS153双四选一数据选择器的逻辑功能。
- 2.测试74LS151八选一数据选择器的逻辑功能。
- 3.用74LS153设计一个全加器，完成全加器功能。

### 【实践要求】

- 1.完成实验内容，分析设计的电路优缺点。
- 2.总结74LS153和74LS151的逻辑功能。
- 3.实验报告内容完整、数据详实，书写整洁，夹页标注清楚。

## 项目三 智力竞赛抢答器电路设计

### 【教学目标】

- 1.学习数字电路中各单元电路的综合运用。
- 2.熟悉智力竞赛抢答器的工作原理。
- 3.了解简单数字系统实验、调试及故障排除方法。
- 4.学会综合应用所学知识解决问题。

### 【实践内容】

- 1.测试设计电路所用触发器及各逻辑门的逻辑功能，判断器件的好坏。
- 2.设计四人抢答器。
- 3.测试抢答器电路功能。

### 【实践要求】

- 1.完成实验内容，整理实验数据，并进行分析。
- 2.分析智力竞赛抢答装置各部分功能及工作原理。
- 3.总结数字系统的设计、调试方法。
- 4.分析实验中出现的故障及解决办法。
- 5.实验报告内容完整、数据详实，书写整洁，夹页标注清楚。

## 项目四 计数器应用电路设计

### 【教学目标】

- 1.学习用集成触发器构成计数器的方法。
- 2.熟悉中规模集成十进制计数器的逻辑功能及使用方法。
- 3.学习计数器的功能扩展。
- 4.学会发现问题、思考问题、讨论问题，从而解决问题。

### 【实践内容】

- 1.测试74LS192十进制加法计数器的逻辑功能。
- 2.用两片74LS192组成两位十进制加法计数器。

### 【实践要求】



- 1.完成实验内容，整理实验数据，并进行分析。
- 2.总结用中规模集成计数器构成任意进制计数器的方法。
- 3.对实验中异常现象进行分析。
- 4.实验报告内容完整、数据详实，书写整洁，夹页标注清楚。

## 六、课程教学方法与策略

本课程拟采用“思-学-做一体化”的策略完成教学内容，具体教学方法如下。

- 1.以探索法+讨论法，完成实验电路设计，从而达到培养学生创造能力的目的。
- 2.以实验法+实习作业法，完成相关理论知识的设计性实验，并撰写实验报告。

从而达到实践检验理论，实践应用理论的目的。

3.以多媒体辅助教学法+谈话法，快速解决实验中的疑惑和问题，从而达到培养学生思-学-做的思维方式的目的。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
实验过程考核	考勤、实验完成度和操作规范性(五级等级制)	50%
实验报告	撰写规范、实验结果准确(五级等级制)	50%

课程目标	考核内容及占比	考核方式
课程目标1	(1) 掌握各种基本单元电路的组成、工作原理，占比10%； (2) 具有从复杂的电路中区分出基本的单元电路的能力，占比10%； (3) 具有一定的读图能力和初步设计电路的能力，占比5%。	实验过程考核 实验报告考核
课程目标2	学生能够针对用户需求，完成各单元电路的设计，正确连接各模块，最终完成电子产品的整体设计，占比25%。	实验过程考核 实验报告考核
课程目标3	(1) 学生能够根据电路特征，设计实验方案，占比为10%； (2) 能够根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据，占	实验过程考核 实验报告考核

	比为 10%； (3) 能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。占比为 5%。	
课程目标4	学生应具备终身学习的能力，包括对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力等。占比为25%。	实验过程考核 实验报告考核

## 2.考核方式与课程目标的关系

### (二) 成绩评定

本课程成绩按百分制（五级制）评定，成绩包括实验过程考核成绩、考勤考核和实验报告考核成绩，采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值（或百分比）
过程考核	(1) 实验表现：学生主动参与实验讨论，创造性地提出问题的能力，包括实习日志、答辩情况、仪器操作、图表绘制等内容；能圆满完成实验内容。比重为平时成绩的40%。 (2) 考勤：比重为平时成绩的10%。	50
课终考核	实验报告：学生收集资料能力、研究设计能力、解决实际问题能力和合作研究能力。比重为总成绩的50%。	50

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

实验台配套实验教材

### (二) 其他资料

[1]电子发烧友网站,https://www.elecfans.com/analog/.

[2]电工学习网站,https://www.diangon.com/wenku/rd/dianzi/.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：郑婷一，王永垚。

# 《电机实验》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电机实验		
课程英文名称	Motor Experiment		
课程编码	22060102E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考查
先修课程	大学物理，电路理论		
学分	1	实践学时	16
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	徐善智

## 二、课程简介

《电机学》是电气工程及其自动化专业本科生必修的专业基础课，是本学科后续专业课程的重要基础。《电机实验》是学习电机理论的重要实践环节，其目的在于通过实验来验证和研究电机理论，增强感性认识以促进理论认识的深化，培养学生科学的分析能力，使学生掌握电机实验的操作方法和基本技能，培养学生严格认真和实事求是的科学作风，锻炼科学实验的能力。

## 三、课程学习基本要求

《电机实验》的目的在于培养学生掌握基本的实验方法与操作技能。学生学会根据实验目的、实验内容及实验设备拟定实验线路，选择所需仪表，确定实验步骤，测取所需数据，进行分析研究，得出必要结论，从而完成实验报告。要求学生做好预习准备，在整个实验过程中，必须集中精力，及时认真做好实验，并按时完成实验报告以及参与教学评价。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.通过电机实验的内容、方法、思维多个层面对学生进行价值塑造，帮助学生初步掌握科学的方法论和认识论，培养学生的创新能力。

课程目标2.能够基于科学原理并采用科学方法，根据实验方案构建实验系统，

安全地开展电机实验，正确地采集实验数据。

课程目标3.（课程思政目标）能对电机实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论，培养学生严格认真和实事求是的科学作风，对实验和报告中存在的问题进行思考和讨论，锻炼学生沟通和交流的能力。

## （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G4: 研究	4.2: 能够根据对象特征, 选择研究路线, 设计实验方案。 4.3: 能够根据实验方案构建实验系统, 安全地开展实验, 正确地采集实验数据。	课程目标1、2
G9: 个人和团队	9.2: 能够在团队中独立或合作开展工作。	课程目标3
G10: 沟通	10.1: 能就电气工程问题, 以口头、文稿、图表等方式, 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3

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

### （二）具体内容

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排 (课时)
项目一	三相变压器的参数测定	课程目标1、2、3	4
项目二	直流发电机的运行特性	课程目标1、2、3	2
项目三	异步电动机的参数和工作特性	课程目标1、2、3	2
项目四	同步发电机的运行特性	课程目标1、2、3	4
项目五	同步发电机的并联运行	课程目标1、2、3	4
合计			16

### 项目一 三相变压器的参数测定

#### 【教学目标】

- 1.了解电机实验台与安全操作注意事项;
- 2.根据变压器额定值计算变压器变比;
- 3.通过空载和短路实验, 测定三相变压器的参数;

4.学会用仿真的方法求取变压器的空载特性和短路特性。

### 【实践内容】

- 1.记录变压器额定值，计算变压器变比；
- 2.空载实验：测取空载特性 $U_0=f(I_0)$ ， $P_0=f(U_0)$ ；
- 3.短路实验：测取短路特性 $U_K=f(I_K)$ ， $P_K=f(I_K)$ ；
- 4.完成变压器空载运行和稳态短路运行仿真模型的搭建和参数设定。

### 【实践要求】

- 1.计算变压器的变比；
- 2.根据空载实验数据作空载特性曲线并计算励磁参数；
- 3.绘出短路特性曲线和计算短路参数；
- 4.利用由空载和短路实验测定的参数，画出被试变压器的“T”型等效电路；
- 5.仿真测取空载特性  $U_0=f(I_0)$ ， $P_0=f(U_0)$ ；
- 6.仿真测取短路特性  $U_K=f(I_K)$ ， $P_K=f(U_K)$ 。

## 项目二 直流发电机的运行特性

### 【教学目标】

- 1.掌握用实验方法测定直流发电机的运行特性，并根据所测得的运行特性评定该被试电机的有关性能；
- 2.通过实验观察并励发电机的自励过程和自励条件。

### 【实践内容】

- 1.他励发电机：
  - (1) 空载特性：保持 $n=n_N$ ，使 $I=0$ ，测取 $U_0=f(I_f)$ ；
  - (2) 外特性：保持 $n=n_N$ ，使 $I_f=I_{fN}$ ，测取 $U=f(I)$ ；
  - (3) 调节特性：保持 $n=n_N$ ，使  $U=U_N$ ，测取 $I_f=f(I)$ 。
- 2.并励发电机：
  - (1) 观察自励过程；
  - (2) 测外特性：保持 $n=n_N$ ，使 $R_{f2}=\text{常数}$ ，测取 $U=f(I)$ 。

### 【实践要求】

- 1.根据空载实验数据，作出空载特性曲线，由空载特性曲线计算出被试电机的饱和系数和剩磁电压的百分数；
- 2.在同一张座标上绘出他励、并励发电机的两条外特性曲线。分别算出两种励

磁方式的电压变化率，并分析差异的原因；

3.绘出他励发电机调整特性曲线，分析在发电机转速不变的条件下，为什么负载增加时，要保持端电压不变，必须增加励磁电流的原因。

### 项目三 异步电动机的参数和工作特性

#### 【教学目标】

- 1.掌握三相异步电动机的空载、堵转和负载试验的方法；
- 2.用直接负载法测取三相鼠笼式异步电动机的工作特性；
- 3.测定三相鼠笼式异步电动机的参数。

#### 【实践内容】

- 1.空载实验；
- 2.短路实验；
- 3.负载实验。

#### 【实践要求】

- 1.计算基准工作温度时的相电阻；
- 2.作空载特性曲线： $I_{0L}$ 、 $P_0$ 、 $\cos \phi_0=f(U_{0L})$ ；
- 3.作短路特性曲线： $I_{KL}$ 、 $P_K=f(U_{KL})$ ；
- 4.由空载、短路实验数据求异步电机的等效电路参数；
- 5.作工作特性曲线： $P_1$ 、 $I_1$ 、 $\eta$ 、 $s$ 、 $\cos \phi_1=f(P_2)$ ；
- 6.由损耗分析法求额定负载时的效率。

### 项目四 同步发电机的运行特性

#### 【教学目标】

- 1.用实验方法测量同步发电机在对称负载下的运行特性；
- 2.由实验数据计算同步发电机在对称运行时的稳态参数。

#### 【实践内容】

- 1.测定电枢绕组实际冷态直流电阻；
- 2.空载试验：在  $n=n_N$ 、 $I=0$ 的条件下，测取空载特性曲线 $U_0=f(I_f)$ ；
- 3.三相短路实验：在 $n=n_N$ 、 $U=0$ 的条件下，测取三相短路特性曲线 $I_k=f(I_f)$ ；
- 4.测同步发电机在纯电阻负载时的外特性 $U=f(I)$ ；
- 5.调节特性：在 $n=n_N$ 、 $U=U_N$ 、 $\cos \phi=1$ 的条件下，测取调节特性曲线 $I_f=f(I)$ 。

#### 【实践要求】

- 1.根据实验数据绘出同步发电机的空载特性；
- 2.根据实验数据绘出同步发电机短路特性；
- 3.根据实验数据绘出同步发电机的外特性；
- 4.根据实验数据绘出同步发电机的调整特性；
- 5.利用空载特性和短路特性确定同步发电机的直轴同步电抗 $X_d$ (不饱和值)；
- 6.求短路比；
- 7.由外特性试验数据求取电压调整率 $\Delta U\%$ 。

## 项目五 同步发电机的并联运行

### 【教学目标】

- 1.掌握三相同步发电机投入电网并联运行的条件与操作方法；
- 2.掌握三相同步发电机并联运行时有功功率与无功功率的调节。

### 【实践内容】

- 1.用准确同步法将三相同步发电机投入电网并联运行；
- 2.用自同步法将三相同步发电机投入电网并联运行；
- 3.三相同步发电机与电网并联运行时有功功率的调节；
- 4.三相同步发电机与电网并联运行时无功功率的调节。

### 【实践要求】

- 1.绘制有功功率与定子电流关系曲线；
- 2.绘制输出功率等于零时三相同步发电机的V形曲线；
- 3.输绘制输出功率等于0.5倍额定功率时三相同步发电机的V形曲线。

## 六、课程教学方法与策略

- 1.采用启发式教学方法，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识；
- 2.采用实验教学方法，引导学生使用一定的仪器和设备，进行独立操作，引起某些事物和现象产生变化，从而使学生获得直接经验，培养学生的技能和技巧；
- 3.采用演示教学方法，通过展示电机实物教具，教学电机基本结构和原理，从而巩固加深学生对电机工作原理的理解；
- 4.采用案例教学方法。理论教学与工程实际相结合，引导学生通过工程实际加深对基本理论知识的掌握。

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 考核方式

#### 1. 具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（期末考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括实验预习情况、实验操作和实验数据。

课终考核（期末考核）采用实验报告形式。

#### 2. 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及占比	考核方式
课程目标1	实验内容和方法，占总成绩的10%	实验预习情况
课程目标2	实验完成质量，占总成绩的40%	实验操作和实验数据
课程目标3	实验数据处理质量，占总成绩的50%	实验报告

### (二) 成绩评定

本课程成绩按五级制评定，成绩包括平时综合成绩和课终考核成绩。根据每一次的实验给出平时考核成绩和实验报告成绩，最后总评课程综合得分。采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	(1) 实验预习情况：学生预习报告的准备质量，对预习问题的回答情况 (2) 实验操作和实验数据完成情况：实验纪律，实验操作技能情况，实验数据正确情况。	50
课终考核	实验报告：实验报告书写工整情况，图表绘制情况，数据处理结论正确情况等。	50

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]任家智,徐善智,辛鑫.电机学实验指导书[M].自编教材,2018.

### (二) 其他资料

[1]曾成碧,赵莉华.电机学.第2版[M].机械工业出版社,2016.

[2]张婷.电机学实验教程[M].机械工业出版社,2018.

## 九、其他说明



(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：辛鑫。

# 《系统建模与仿真实训》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	系统建模与仿真实训		
课程英文名称	System Modeling and Simulation Training		
课程编码	22060107E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考查
先修课程	C 语言程序设计，电力系统分析		
学分	2	实践周数/学时	16/32
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	李明

## 二、课程简介

《系统建模与仿真实训》本课程是电气工程及其自动化专业的一门理论和实践并重的学科基础课，是一门基础性、工具性、理论性和实践性兼备的课程。起着联系理论课程与工程应用的纽带作用，对培养学生综合应用专业知识分析实际工程问题的能力具有重要的意义。

## 三、课程学习基本要求

通过本课程的学习，使学生熟悉电力系统仿真相关知识，了解仿真软件MATLAB/Simulink主要模块及功能特点，初步掌握上述软件在电力系统仿真中的应用，能够使用MATLAB/Simulink仿真软件搭建实际电力系统中变压器、发电机、线路等元件的模型并进行参数设置，学会利用软件仿真技术对电力系统的潮流、短路、小电流接地、暂态稳定性和静态稳定性等问题进行分析，培养学生利用计算机进行工程技术辅助计算、设计、分析的能力，培养学生利用所学专业知分析、解决工程问题的能力，为以后在相关领域的进行工作打下良好的基础。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.了解电力系统分析常用模拟软件的使用原理和方法，理解其局限性，

并能够熟练掌握MATLAB/Simulink的使用方法。

课程目标2.能够使用MATLAB/Simulink搭建实际电力系统的仿真模型,对电力系统进行潮流、短路、稳定性等分析。

课程目标3.通过建模和编程的过程培养学生的逻辑思维能力与探索精神;讲述计算相关学者充满正能量的事迹激发学生的爱国情怀;展示中国在相关领域中取得的伟大成就增强学生的民族自信和文化自信。

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G4: 研究	能够基于科学原理并采用科学方法对复杂电气工程问题进行建模仿真,分析研究得到合理有效的结论。	课程目标1、2
G5: 使用现代工具	能够针对复杂工程利用MATLAB/Simulink软件进行建模仿真分析,更好的解决实际工程问题。	课程目标1、2
G6: 工程与社会	了解MATLAB相关领域的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规,理解不同社会文化对工程活动的影响。	课程目标1、3

## 五、课程内容

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排(课时)
项目一	MATLAB基础知识	课程目标1、3	4
项目二	Simulink仿真入门	课程目标1、3	4
项目三	电力系统元件模型及模型库介绍	课程目标1、3	4
项目四	MATLAB在电力系统潮流计算中的应用实例	课程目标2、3	4
项目五	MATLAB在电力系统故障分析中的仿真实例	课程目标2、3	4
项目六	MATLAB在电力系统稳定性分析中的应用实例	课程目标2、3	4
项目七	MATLAB在微机继电保护中的应用实例	课程目标2、3	8
合计			32

### (一) 课程内容与课程目标的关系

### (二) 具体内容

## 项目一 MATLAB基础知识

### 【教学目标】

- 1.熟悉MATLAB操作环境；
- 2.了解MATLAB的通用命令、计算基础、赋值及运算；
- 3.掌握MATLAB程序设计方法及绘图功能。

### 【实践内容】

- 1.MATLAB操作环境；
- 2.MATLAB的通用命令、计算基础、赋值及运算；
- 3.MATLAB程序设计基础；
- 4.MATLAB的绘图功能。

### 【实践要求】

- 1.了解MATLAB的工作环境，通用命令；
- 2.掌握MATLAB的计算基础、赋值运算、程序设计和图形绘制。

## 项目二 Simulink仿真入门

### 【教学目标】

- 1.熟悉Simulink的基本操作；
- 2.掌握运行仿真方法及参数设置方法；
- 3.掌握模型创建的基本步骤及方法，了解子系统的创建与封装。

### 【实践内容】

- 1.Simulink基本操作；
- 2.运行仿真及参数设置；
- 3.创建模型的基本步骤及仿真算法；
- 4.子系统及其封装。

### 【实践要求】

- 1.熟悉Simulink的基本操作；
- 2.掌握仿真参数设置方法、模型创建基本步骤；
- 3.了解子系统创建和封装方法。

## 项目三 电力系统元件模型及模型库介绍

### 【教学目标】

- 1.掌握同步发电机、变压器、输电线路、负荷的数学模型的使用方法和参数设

置方法；

2.了解Powergui的基本功能，及使用方法。

#### **【实践内容】**

1.同步发电机数学模型；

2.变压器数学模型；

3.输电线路模型；

4.负荷魔性；

5.Powergui模块。

#### **【实践要求】**

1.熟悉各电力元件的仿真模型；

2.掌握各电力元件的参数设置方法；

3.了解Powergui的功能及使用方法。

### **项目四 MATLAB在电力系统潮流计算中的应用实例**

#### **【教学目标】**

1.了解MATPOWER软件在电力系统潮流分析中的使用方法；

2.掌握Powergui在电力系统潮流计算中的使用方法。

#### **【实践内容】**

1.MATPOWER软件在电力系统潮流计算中的应用实例；

2.Powergui在简单电力系统潮流计算中的应用实例。

#### **【实践要求】**

1.了解MATPOWER软件在潮流计算中的使用方法；

2.熟练掌握电力系统建模方法及潮流计算仿真分析方法。

### **项目五 MATLAB在电力系统故障分析中的仿真实例**

#### **【教学目标】**

1.熟悉短路故障仿真分析方法；

2.掌握同步发电机短路暂态过程仿真分析方法；

3.熟悉单相接地故障分析方法。

#### **【实践内容】**

1.无穷大功率电源供电系统三相短路仿真；

2.同步发电机突然短路的暂态过程仿真；

3.小电流接地系统中的单相接地仿真。

#### **【实践要求】**

- 1.掌握无穷大功率电源系统的建模与仿真分析方法；
- 2.掌握同步发电机短路时的暂态过程仿真分析；
- 3.掌握单相接地故障的建模与仿真分析方法。

### **项目六 MATLAB在电力系统稳定性分析中的应用实例**

#### **【教学目标】**

- 1.掌握电力系统静态稳定性分析方法；
- 2.掌握电力系统暂态稳定性分析方法。

#### **【实践内容】**

- 1.简单电力系统的暂态稳定性仿真分析；
- 2.简单电力系统的静态稳定性仿真分析。

#### **【实践要求】**

- 1.熟悉仿真模块的功能及建模方法；
- 2.掌握模块的使用方法及其参数设置方法；
- 3.熟悉电力系统暂态和问题分析步骤及结果分析方法。

### **项目七 MATLAB在微机继电保护中的应用实例**

#### **【教学目标】**

- 1.了解数字滤波器的辅助设计；
- 2.掌握输电线路和变压器保护仿真建模方法。

#### **【实践内容】**

- 1.简单数字滤波器的MATLAB辅助设计；
- 2.微机继电保护算法的MATLAB辅助设计；
- 3.输电线路及变压器微机保护仿真分析；
- 4.Simulink在变压器微机继电保护中的应用举例；
- 5.输电线路故障行波仿真举例。

#### **【实践要求】**

- 1.掌握基本的数字滤波方法；
- 2.掌握距离保护的MATLAB建模与分析方法；
- 3.熟悉变压器保护的MATLAB建模分析方法。

## 六、课程教学方法与策略

1.讲授法：采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识；采用案例教学。理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识对产品进行精度设计；

2.谈话法：采用互动式教学。课内练习和答疑相结合；

3.演示法：采用电子教案，PPT课件，多媒体教学与传统板书教学相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性；

4.练习法：围绕各章教学重点内容，布置电力系统建模仿真大作业。要求学生：第一步根据所给电路图进行模型搭建；第二步对各模块进行参数设置，必要时要进行相关计算；第三步进行仿真参数设置并进行仿真；第四步对仿真结果进行分析。通过多个仿真训练，提高学生软件的使用能力和解决问题的能力。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为平时考核和期末考核。

平时考核方式包括课堂表现、平时作业、考勤等。

期末考核采用实习报告形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及占比	考核方式
课程目标1、2	电力系统潮流计算（50%）	期末报告
课程目标1、2	电力系统故障分析（25%）	仿真、期末报告
课程目标1、2	电力系统稳定性分析（25%）	仿真、期末报告

### （二）成绩评定

本课程成绩按百分制（五级制）评定，成绩包括平时综合成绩和课终考核成绩(根据实际评估方式修改)，采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
------	---------	--------------

平时考核	(1) 课堂表现(10%) (2) 作业完成情况 (10%) (3) 考勤 (10%)	30
期末考核	教师给出2-3个项目，学生选择任一项目，独立完成建模及仿真，并完成实验报告，需包括：搭建的模型、相关计算、每个模块参数设置截图、仿真结果及分析。	70

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]于群等.MATLAB/Simulink电力系统建模与仿真(第二版)[M].机械工业出版社出版社,2017.

### (二) 其他资料

[1]王晶等.电力系统的MATLAB/Simulink仿真与应用[M].电子科技大学出版社,2008.

[2]苏小林等.MATLAB及其在电气工程中的应用[M].机械工业出版社,2014.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：张晓荣。



# 《变电站仿真实训》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	变电站仿真实训		
课程英文名称	Substation Simulation Training		
课程编码	22060101E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查
先修课程	电机与拖动，电力工程		
学分	1	实践周数	1
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	辛鑫

## 二、课程简介

《变电站仿真实训》是大四第一学期集中安排的一个实践性教学环节，重点培养学生设计分析开关线路、解决复杂工程问题的能力，通过本教学实训可以强化学生对变电站的认识和了解，不断夯实自身专业知识基础，逐步加深学生对本专业在实际工作中一些具体应用的深入理解，进一步加强学生独立思考、自我创新和实际操作能力。

## 三、课程学习基本要求

通过此次实训，学生能够深刻理解理论知识与实际电气设备相结合，能够加深对先修课程如供配电技术、发电厂电气部分等课程的理解。通过课程报告及答辩的形式，把控学生参与此次实训的学习情况，保证学生明确变电站内主要设备构成及基本选型原则，能量流的传递方式等问题。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1：

理解各种主接线方式和变电站主要电气设备的工作原理，培养学生运用学科专业知识解决电力工程实际问题的能力和素质，积累解决实际问题的经验。

### 课程目标2:

培养学生根据实训内容需要,选学、自学参考书籍,具备查阅相关技术手册、图表和文献资料的能力。通过独立思考,深入钻研有关问题,学会分析并解决实际问题的方法。

### 课程目标3:

了解电气设备的技术指标、性能、型号、符号、特点、用途、操作及联系,并会根据实践要求选用合适的电气设备和接线方式,对变电站各种电气设备的故障和不正常运行方式具备判别和分析能力。

### 课程目标4:

通过学习,使学生的思想品质得到改变和提高,使其具有报效国家的情怀和行动。明确我国变电站发展概况,目前我国变电站发展的瓶颈,具备敢于攻坚克难的品质。

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.4: 能够利用相关的基础知识和专业知识,用于电力工程与智能控制工程问题解决方案的比较和综合。	课程目标1、2
G5: 使用现代工具	5.1: 了解工程活动中常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法,并理解其局限性。	课程目标2、3
G8: 职业规范	8.3: 理解工程师对公众的安全、健康和福祉,以及环境保护的社会责任,能够在工程实践中自觉履行责任。	课程目标3、4

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排(天)
项目一	课程设计任务与选题	课程目标1、4	1
项目二	变电站故障演习及操作演练	课程目标2、3、4	3
项目三	撰写实训报告	课程目标1、2、3、4	1
合计			5

### (二) 具体内容

## 项目一 变电站故障演习及操作演练

### 【教学目标】

1. 对变电站具有一定的认识 and 了解；
2. 培养学生对故障时的处理手段，培养独立思考能力；
3. 培养学生敢于突破，敢为人先的家国情怀。

### 【实践内容】

1. 包括模拟正常运行的各种操作及模拟电网及变电站各种电气设备的故障和不正常运行方式；
2. 正常运行中各种操作有：
  - (1) 线路，主变的切除和投入；
  - (2) 线路、主变停运并进行检修的各种操作及安全技术措施；
  - (3) 母线倒闸操作；旁路代替线路开关的操作；
  - (4) 消弧线圈、电容器的投入和切除；
  - (5) 有载调压变压器分接头的调整；
  - (6) 主变压器冷却器的投切；
  - (7) 联络线合环和解列操作等。
3. 模拟电网及变电站各种电气设备的故障和不正常运行方式有：
  - (1) 电网故障；
  - (2) 线路及母线故障；
  - (3) 变压器故障；
  - (3) 保护回路故障；
  - (4) 直流回路故障；
  - (5) 控制信号回路典型故障等。

### 【实践要求】

1. 在实训期间，学生要写实训笔记和日记，收集有关资料；
2. 实训结束时，提交一份实训报告（字数不少 3500 字）；
3. 学生应完成实训实施计划规定的全部任务，并提交实训报告后方可参加考核。

## 六、课程教学方法与策略

以参观法为基础，根据教学目的和要求，组织学生在校内进行参观，使学生对实际变电站内的设备具有一定的认识，并结合基础知识，探究校内某一变电站

的设计方法，实现变电站设计的理论与实际相结合的目的。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（答辩考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、考勤、实习日志、答辩情况、设备操作、图表绘制。

课终考核（期末考核），采用实习报告、答辩。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及占比	考核方式
课程目标2、3	学生能够有选择性的查阅相关资料并根据实践要求选用合适的电气设备和接线方式，对变电站各种电气设备的故障和不正常运行方式具备判别和分析能力；20%	课堂表现
课程目标1、2、3、4	理解各种主接线方式和变电站主要电气设备的工作原理，明确选型依据并能对事故情况做出分析；40%	课程报告
课程目标2、3	培养学生临场应变能力，明确我国变电站发展概况，目前我国变电站发展的瓶颈，具备敢于攻坚克难的品质，40%	答辩

### （二）成绩评定

本课程成绩按百分制（五级制）评定，成绩包括平时综合成绩和课终考核成绩(根据实际评估方式修改)，采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	（1）课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力，包括实习日志、答辩情况、仪器操作、图表绘制等内容。 （2）考勤：仅仅是平时成绩的参考，比重不能超过平时成绩的10%。	20
课终考核	（1）研究报告：学生收集资料能力、研究设计能力、解决问题能力和合作研究能力。 （2）答辩：回答问题。	80

## 八、参考资料

### （一）参考教材

[1]刘宝贵.发电厂变电所电气部分(第三版)[M].中国电力出版社,2016.

[2]王成江.发电厂变电站电气部分(第2版)[M].中国电力出版社,2017.

[3]熊信银.发电厂电气部分(第三版).[M].中国电力出版社,2004.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：李明。

# 《认知实习》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	认知实习		
课程英文名称	Cognitive internship		
课程编码	22060108E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考查
先修课程	电路理论		
学分	1	实践周数/学时	1/1
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	辛鑫

## 二、课程简介

《认知实习》是“电气工程及其自动化”专业培养计划中规定必修的实践性教学环节，是加强素质教育、按照培养目标对学生进行工程训练和能力培养的重要教学环节。

核心目标：使学生对自己所学专业有一个感性认识，进而对自己所学的专业有更深入的了解，初步形成经济、环境、市场、管理等意识，培养学生勇于探索的创新精神、严肃认真的学习态度，为今后走上工作岗位打下基础。

## 三、课程学习基本要求

通过一周的认识性实习，使学生对工业自动化、电力系统自动化行业企业的生产组织、生产过程、工艺流程和产品销售、生产组织的管理以及这些企业在国民经济中的地位和作用有一定的了解，获得初步的感性认识。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.了解电力系统生产及工程实际，增强学生的感性认识、敬业精神和责任心。

课程目标2.了解本专业应具备的专业技能和工作能力,使学生逐步认识熟悉本专业。

课程目标3.了解电气工程领域相关行业的背景、发展现状、发展趋势,以及电力系统在国民经济及工农业生产中的地位和作用。

课程目标4.在认知实习的过程中,要让学生全面认识到我国在世界大电网技术方面的领先地位,从而激发学生强烈的自豪感及爱国热情,让学生明白只有在中国共产党的领导下,通过无数电力科研技术人员的不懈努力,我们伟大的祖国才能做出如此巨大的成就。

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G3: 设计/开发解决方案	3.1: 掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开发方法和技术,了解影响设计目标和技术方案的各种因素。	课程目标 1
G6: 工程与社会	6.2: 能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,以及这些制约因素对项目实施的影响,并理解应承担的责任。	课程目标 3
G7: 环境和可持续发展	7.1: 知晓和理解有利于环境保护、社会可持续发展的电气工程发展方向。	课程目标 2

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排(天)
项目一	组织学习视频资料	课程目标3、4	3
项目二	参观各专业实验室、专题实习讲座等	课程目标1	1
项目三	收集、整理资料和写实习报告	课程目标2	1
合计			5

### (二) 具体内容

#### 项目一 组织学习视频资料

##### 【教学目标】

1.初步了解工业生产自动化、加工过程自动化的发展现状,了解电力系统调度

控制的重要性，了解本专业在整个行业中的地位；

2.初步了解认识企业对本专业毕业生的要求，学习生产第一线工人和工程技术人员的好思想、好作风和好经验。

### **【实践内容】**

收看介绍电气工程及其自动化概貌的电视录像片。

### **【实践要求】**

了解社会，了解国情，接触实际，增强感性认识，增强社会责任感。

## **项目二 参观各专业实验室、专题实习讲座等**

### **【教学目标】**

在参观、授课过程中，要让学生明白每一个大学生的个人理想要与社会理想联系在一起。如，在课程实践环节，通过讲授发展历程，重点介绍在变电站发展工作中做出卓越贡献的科学家，通过对伟大科学家事迹的学习，引领学生深刻认识什么是真正的民族精神和时代精神。

### **【实践内容】**

参观本系各专业的实验室，参加专题实习讲座等。

### **【实践要求】**

严格遵守实验室的各项规章制度、遵纪守法，安全第一。

## **项目三 收集、整理资料和写实习报告**

### **【实践内容】**

总结认识实习心得体会，在认识实习日记的基础上，撰写认识实习报告。

### **【实践要求】**

认真写好实习日记，记载有关技术资料、实习进度、实习收获和体会等，实习结束按要求认真完成认知实习报告。

## **六、课程教学方法与策略**

以演示法、参观法等教学方法，通过一周的认识性实习，使学生对工业生产自动化、电力系统自动化行业企业的生产组织、生产过程、工艺流程和产品销售、生产组织的管理以及这些企业在国民经济中的地位和作用有一定的了解，获得初步的感性认识。

## **七、课程考核与成绩评定**



## （一）考核方式

### 1.具体方式

考核学生的政治思想表现，劳动态度，组织纪律，任务完成情况，实习日志，实习报告及结束时的集中考核等。实习成绩按优、良、中、及格和不及格五级记分给出。

### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及占比	考核方式
课程目标1	考核学生掌握的电气工程基础知识，40%	实习报告、实习考核成绩
课程目标2	考核学生分析问题的能力，40%	实习报告、实习考核成绩
课程目标3	考核学生对行业背景的认识，20%	实习报告

## （二）成绩评定

本课程成绩按百分制（五级制）评定，成绩包括实习报告和实习考核成绩，采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
实习报告	总结认真全面、实事求是。文字简练，层次清楚，语句通顺，字迹清楚/五级制	60%
实习考核成绩	实习纪律、实习成绩/五级制	40%

## 八、参考资料

### （一）参考教材

[1]阎治安,苏少平,崔新艺.电机学(第3版)[M].西安交通大学出版社,2016.

[2]刘宝贵,叶鹏,马仕海.发电厂变电所电气部分(第3版)[M].中国电力出版社,2016.

[3]陈珩.电力系统稳态分析(第4版)[M].中国电力出版社,2015.

## 九、其他说明

（一）制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

（二）参与人：陈姝姝。

# 《电子工艺实习》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电子工艺实习		
课程英文名称	Electronic Technical Practice		
课程编码	22060304E	课程属性	实践
适用专业	电气工程与智能控制	考核方式	考查
先修课程	电路理论, 模拟电子技术基础		
学分	1	实践周数	1
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	郑婷一

## 二、课程简介

《电子工艺实习》是电气工程与智能控制专业学生开设的一门专业必修实训课程。主要讲授实验室安全与规范；常用的元器件如电阻、电容、电感、二极管、三极管等电子元器件的技术指标、性能、型号、符号、特点及用途以及元器件筛选的主要方法；电子产品制作过程的基本流程（电路原理图分析、元器件筛选、装配焊接、调试）；元件焊接、焊料、焊剂和电烙铁的相关知识及其应用；SMT 的特点、发展前景、基本工艺流程及主要设备，了解贴装技术和贴装设备的使用。

本课程采用实验为主、教师讲授指导为辅的教学模式，旨在让学生初步掌握并研究电子元器件的布局与焊接、电路系统的调试与测试以及相关现代化工具的正确选择与使用。能够根据实习要求完成 1 件电子产品整机组装的任务，掌握必要的生产设备使用和维护方法。通过实习任务的实施，进一步培养学生分析问题、解决问题的能力以及分工协作的团队意识，为以后从事相关工作做准备。

## 三、课程学习基本要求

### 1. 学习本课程的方法、策略及教育资源的利用

(1) 学习基础：学生在进入本课程学习之前，应完成和需要复习的课程，包括：大学物理、电路、模拟电子技术。

(2) 《电工电子实习》是一门动手能力很强的学科，在教学过程中，只有把

书本知识与动手操作有机结合起来，才能强化学生的学习兴趣，为此，上课时，教师应加强直观教学，重视实验实习操作，利用实物、模型等，充分发挥学生的视觉、听觉、触觉等各种器官的相互协调作用。

2.深入阅读教材和参考书：学生应该认真阅读教材和相关参考书，尤其是对于难点部分需多加关注。

### 3.学生完成本实习每周须耗费的时间

为掌握本实习的主要内容，按约 1: 1 的比例配比课外学时（预习、复习和完成老师布置的作业）。对于焊接部分，学生应勤于练习，掌握焊接技巧，努力达到焊接要求。

### 4.学生的上课、实验、讨论、答疑等方面的要求

课前预习，上课期间应认真听讲，做好笔记记录，并及时解决问题；积极参与教学互动，主动与老师探讨问题；学生需要认真研读相关资料，了解问题前置知识，积极参加讨论与答疑。学生应在实习中掌握焊接技巧，灵活利用实际测试设备，并能够合理地完成规定的实习内容，并提交合格的实习报告。

### 5.学生参与教学评价要求

依照学校规定，课程结束前 1-2 周内，按照学校统一安排，通过网上评教系统，回答调查问卷，实事求是地对本课程及任课教师的教学效果作出客观公正的评价，是学生的应尽的责任和义务，对促进教师改进教学工作具有重要的意义，每个学生都必须参加。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

课程目标 1.能够掌握常用电子元器件如电阻、电容、电感、二极管、三极管和简单的模拟集成电路等的特性、用途以及元器件筛选的主要方法，能够正确选用实验元件，熟练使用电工设备仪器，采用科学的实验方法，安全地开展电子实验。

课程目标 2.掌握电子线路的工作原理，能正确、合理地设计、布局和焊接实验电路系统，并优化工艺流程；能正确选择和使用电子仪器进行电路系统的调试与测试。

课程目标 3.掌握某型号电子产品的调试方法。科学地记录实验数据，能对实验结果进行整理和分析，得出相应的结论。并写出严谨合乎规范的报告。

课程目标 4.具备电气安全和消防安全知识，掌握防电、防火等基本技能。学习电子实验室的操作规范和条例守则，了解工程师的职业性质和职业操守。

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G3.设计/开发解决方案	3.1 掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开发方法和技术，了解影响设计目标和技术方案的各种因素。	课程目标 1、2
G8: 职业规范	8.2 理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，并能在工程实践中自觉遵守。	课程目标 3、4
G11: 项目管理	11.2 了解工程及产品全周期、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。	课程目标 2、3

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排 (天/课时)
项目一	实验室安全和实验室规范	课程目标 4	0.5 天
项目二	电子元器件识别	课程目标 1	0.5 天
项目三	电子产品装配与调试	课程目标 2、3	4 天
合计			5 天

### (二) 具体内容

#### 项目一 实验室安全和实验室规范

##### 【教学目标】

- 1.了解火灾的预防原则，掌握安全用电的基本常识。
- 2.了解电气事故的发生原因和预防措施，了解机械加工作业的防护方法和三不伤害原则。
- 3.掌握各类安全标识，自觉遵守实验室规范，学习实验中心的管理条例和学生守则。

### 【实践内容】

1. 电工电子实验中心概述。
2. 消防安全。
3. 电气安全。
4. 机械损伤防护。
5. 各类安全标识。
6. 实验室规范要求。

### 【实践要求】

1. 认真听取实验室指导老师的讲解。
2. 了解实验过程中的注意事项。

## 项目二 电子元器件识别

### 【教学目标】

1. 掌握基本电子元器件的识别。
2. 掌握基本电子元器件的读数。
3. 了解基本电子元器件的特性和功能。

### 【实践内容】

1. 电阻种类及读数。
2. 电容种类及读数。
3. 电感。
4. 二极管、三极管的识别及其特性。

### 【实践要求】

1. 要求学生认真预习，明确实验目的，掌握实验原理。
2. 认真做好数据记录，认真完成实验报告。

## 项目三 电子产品装配与调试

### 【教学目标】

1. 了解电子产品工作的基本原理。
2. 了解各电子元器件在电路中的基本功能。
3. 掌握电子产品的焊接技巧。
4. 掌握电子产品的装配和调试方法。

### 【实践内容】

- 1.掌握所安装电子产品的工作原理。
- 2.元器件筛选：根据所要求的参数，利用仪器或仪表对电子元器件进行简单的筛选。
- 3.元器件装配焊接：按照电路图，将筛选后的电子元器件插入电路板，将电子元器件引脚进行挂锡、涂助焊剂和焊接，完成整机装配。
- 4.整机调试：对装配完成的整机进行调试，检验性能指标和技术参数。
- 5.认真编写实习报告。

### **【实践要求】**

- 1.要求学生认真预习，明确实验目的，掌握实验原理。
- 2.根据实验要求，画出实验电路图以及实验所需要的数据记录表，拟定实验步骤。
- 3.认真编写实习报告。实习报告要求内容详实，文字表达清楚，既要有对材料收集的阐述，又要有自己的心得体会。

## **六、课程教学方法与策略**

- 1.讲授法：运用口头语言系统向学生传授知识。
- 2.演示法：通过展示电子元器件实物和图片，进行示范性教学，完成电子元器件的识别和读数，从而实现识读元器件和掌握元器件特性的目的。
- 3.练习法：学生在教师的指导下独立地进行焊接实际操作，以巩固知识、形成技能。
- 4.讨论法：采用互动式教学，课内讨论完成电子产品的装配。
- 5.实验法：引导学生使用一定的仪器和设备，进行独立操作，完成电子产品的组装和调试，从而使学生获得直接经验，培养学生的技能和技巧。

## **七、课程考核与成绩评定**

### **（一）考核方式**

#### **1.具体方式**

课程考核方式分为过程性考核和课终考核。

过程性考核方式包括课堂表现、考勤、实习日志、答辩情况、仪器操作等。

课终考核，采用实习报告和实物作品。

#### **2.考核方式与课程目标的关系**

课程目标	考核内容及占比	考核方式
课程目标 1	电子元器件的识别、读数以及特性；应用电工仪器、仪表完成元器件的筛选。占考核内容 10%	仪器操作、课堂表现、考勤
课程目标 2	按照电子产品电路图进行合理装配。占考核内容 20%	实操考核、课堂表现、考勤
课程目标 3	电子产品安装、焊接、调试实际操作过程。占考核内容 30%	实操及成品检测
课程目标 4	实习报告。占考核内容 40%	实习报告

## （二）成绩评定

本课程成绩按五级制评定，分优、良、中、及格、不及格五个等级。成绩包括平时综合成绩和课终考核成绩，采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	<p>(1) 课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力，包括实习日志、答辩情况、仪器操作、图表绘制、考勤等内容。占 10%。</p> <p>(2) 实操考核：电子产品安装、焊接、装配过程考核。占 25%。</p> <p>(3) 考勤：占 5%。</p>	40
课终考核	<p>(1) 实习报告：学生收集资料能力、研究设计能力、解决实际问题能力和合作研究能力。占 30%。</p> <p>(2) 成品等。占 30%。</p>	60

## 八、参考资料

### （一）参考教材

- [1]李明.电子工艺实训指导[M].哈尔滨工业大学出版社,2019.  
[2]刘艳翠.电子工艺基础与实训[M].中国人民大学出版社,2022.

### （二）其他资料

- [1]王建华.电工电子技能创新实训项目教程[M].华中科技大学出版社,2023.  
[2]曾令琴.模拟电子技术.第 2 版[M].电子工业出版社出版,2013.  
[3]张宏群.数字电子技术基础.第 3 版[M].清华大学出版社,2016.

## 九、其他说明

- (一) 制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。  
(二) 参与人：郑锁珍。

# 《电子课程课设》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电子课程课设		
课程英文名称	Design for Electronic Technology		
课程编码	22060105E	课程属性	综合实践
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考查
先修课程	模拟电子技术基础，数字电子技术基础		
学分	1	实践周数	1
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	郑婷一

## 二、课程简介

《电子技术课程设计》是在《电路理论》《模拟电子技术基础》《数字电子技术基础》课程之后，集中安排的一个电子综合性教学环节，是理论联系实际的桥梁，是使学生体察工程实际问题复杂性的初次尝试。重点培养学生分析、调试电子电路、解决实际电子电路问题的能力。

课程任务是使学生运用所学的电子电路知识，在教师指导下，通过电子产品的需求分析、完成原理框图设计、原理电路图设计、软件仿真、工艺文件制定、电路焊接和调试，最终实现特定电子产品的功能。

## 三、课程学习基本要求

在设计前期，教师应讲解必要的电路原理和设计方法，如果需要深化和扩展学过的知识，还要补充讲授有关的内容，帮助学生明确任务、掌握工程设计方法。学生在教师指导下选择设计方案，进行电路计算并完成设计。

1.以电子技术基础的基本理论、知识点为指导。可分为基础型和系统型两个层次，基础型指模块单元电路设计与调试；系统型指若干个模拟、数字模块单元电路组成并完成特定功能的电子电路的设计、整体调试；

2.熟悉常用电子仪器操作使用和测试方法；

3.学习计算机软件辅助电路设计方法，能熟练应用 Multisim 等软件对电子电路进行仿真；



4.掌握电子电路的调试技术；

5.拓展电子电路的应用领域，能设计、制作出满足与产品匹配的性能指标或特定功能的电子电路设计任务。

## 四、课程目标

### (一) 目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1.了解常用电子元器件的技术指标、性能、型号、符号、特点及用途，具备元器件筛选和识别的能力。

课程目标 2.通过电路方案的分析、论证和比较、设计和计算、元器件选取、电路绘制及仿真，掌握简单实用电路的分析与设计方法，具备应用电子技术相关知识设计特定功能电子电路的能力。

课程目标 3.通过设计，使学生树立正确的设计思想，培养实事求是、严肃认真、高度负责的工作作风，具备严谨负责的工程素养。

### (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G1: 工程知识	1.2: 能够应用工程基础和专业知 识，对电力和电子线路、控制电 路技术领域的复杂工程问题建 立数学模型并求解。	课程目标 2
G2: 问题分析	2.3: 能认识到解决问题有多种 方案可选择，会利用文献研究方 法，对复杂的工程问题分析、寻 求可替代的解决方案。	课程目标 1, 2
G3: 设计/开发 解决方案	3.2: 能够针对特定需求，完成 单元(部件)的设计。 3.3: 能够进行系统或工艺流程 设计，在设计中体现创新意识。	课程目标 1, 2
G8: 职业规范	8.2: 理解诚实公正、诚信守 则的工程职业道德和规范，并能 在工程实践中自觉遵守。	课程目标 3

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排(天)
------	------	---------	---------

项目一	选题及方案论证	课程目标 2, 3	1
项目二	原理图总框架设计	课程目标 2	0.5
项目三	元器件选择	课程目标 1	1
项目四	电路图仿真与调试	课程目标 2	1.5
项目五	撰写设计报告及电路验收	课程目标 1, 2, 3	1
合计			5

## (二) 具体内容

### 项目一 选题及方案论证

#### 【教学目标】

- 1.培养学生自学参考书籍, 查阅手册、图表和文献资料的能力, 通过独立思考, 深入钻研, 总结分析不同设计方案的优缺点;
- 2.掌握电子产品设计过程的基本流程;
- 3.通过电路方案的分析、论证和比较, 使学生掌握典型功能电路的分析能力。

#### 【实践内容】

- 1.学生按小组完成选题, 并查阅相关资料, 明确电路功能需求, 确定设计方案;
- 2.设计方案论证与确定。

#### 【实践要求】

- 1.组员间分工合作, 明确责任;
- 2.根据实际问题, 鼓励学生提出创新方案。

### 项目二 原理图总框架设计

#### 【教学目标】

- 1.巩固和加深学生对电子技术课程基本知识的理解, 综合运用课程中所学到的理论知识;
- 2.了解电子电路的工程技术规范, 按照选定的设计方案, 完成原理图总框架设计。

#### 【实践内容】

- 1.分析电路原理, 明确每部分电路的功能需求;
- 2.设计并绘制原理图总框架。

### 【实践要求】

1. 组员均能独立讲解电路原理；
2. 小组间合作完成原理图总框架设计，并绘制设计图。

## 项目三 元器件选择

### 【教学目标】

1. 熟悉常用电子元器件的类型、特性、原理及应用；
2. 掌握元器件的筛选方法和常用仪器仪表的正确使用方法；
3. 通过设计计算，按照合理选用原则，选用相应的元器件；

### 【实践内容】

1. 通过电路计算，选出电路中所需的候选元器件；
2. 对每个元器件进行优缺点对比，选定元器件。

### 【实践要求】

1. 组员间合作完成元器件选取；
2. 组员均能独立讲解元器件选择原因；
3. 列出所有元器件清单。

## 项目四 电路图仿真与调试

### 【教学目标】

1. 学习使用仿真软件，正确绘制电路图，完成电路仿真；
2. 掌握电子电路的设计方法，学会分析与处理电路故障，具备电路调试及故障的排查能力；

### 【实践内容】

1. 绘制并运行电路图；
2. 电路出现故障时，需排查故障，调整电路。

### 【实践要求】

1. 电路仿真正常，无故障；
2. 能够分析电路故障原因，并合作完成故障排查和解决故障。

## 项目五 撰写设计报告及电路验收

### 【教学目标】

1. 培养学生处理复杂工程问题的能力，具备电路功能验证的能力；
2. 培养学生写作能力、专业论述答辩能力，促使学生素质的全面提高。

### 【实践内容】

- 1.电路功能的验证与电路验收；
- 2.撰写设计报告。

### 【实践要求】

- 1.指导教师组织电路验收，小组成员均需参加验收提问；
- 2.每名同学根据小组任务，根据自己的归纳与整理，按照报告规范要求，独立撰写设计报告。

## 六、课程教学方法与策略

- 1.以讲授法教学方法，讲解设计任务、必要的电路原理和设计方法，从而帮助学生明确任务、掌握工程设计方法；
- 2.以讨论法教学方法，参与各小组方案讨论，从而实现教师了解学生能力、教师与学生互相学习的目的。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（期末考核）。

过程性考核（平时考核）包括方案论证、原理图总框架设计、元器件选择、电路图仿真与调试环节的考核。

课终考核（期末考核）包括课程设计报告、验收回答情况。

实践内容	项目名称	支撑的课程目标
项目一	选题及方案论证	课程目标 2, 3
项目二	原理图总框架设计	课程目标 2
项目三	元器件选择	课程目标 1
项目四	电路图仿真与调试	课程目标 2
项目五	撰写设计报告及电路验收	课程目标 1, 2, 3
合计		

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及占比	考核方式
课程目标 1	(1) 元器件选择, 占 15%。	小组讨论、任务分工、教师提问
课程目标 2	(1) 方案论证, 占 15%; (2) 原理图总框架设计, 占 10%; (3) 电路图仿真与调试, 占 20%;	小组讨论、任务分工、教师提问
课题目标 3	(1) 课程设计报告及电路验收, 占 40%。	报告规范性、内容完备性、教师验收时提问

## (二) 成绩评定

本课程成绩按百分制（五级制）评定，成绩包括平时综合成绩和课终考核成绩(根据实际评估方式修改)，采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值
过程考核	(1) 方案论证：方案论证过程中的表现，能够提出创新性方案。 (2) 原理图总框架设计：能够独立讲解电路原理，参与完成总框架的绘制。 (3) 元器件选择：完成元器件选取，并能讲解元器件优缺点及选用原因。 (4) 电路图仿真与调试：参与或负责电路图绘制及仿真，并能分析电路故障原因、排查并解决电路故障。	60
课终考核	(1) 课程设计报告：学生收集资料能力，报告撰写规范性。 (2) 验收：学生研究设计能力、解决实际问题能力和合作研究能力。	40

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

- [1]田良.综合电子设计与实践(第3版)[M].东南大学出版社,2020.  
[2]张莉萍.电子技术课程设计实用教程[M].清华大学出版社,2014.

### (二) 其他资料

- [1]周润景.Multisim 电路系统设计与仿真教程[M].机械工业出版社,2018.

## 九、其他说明

- (一) 制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。  
(二) 参与人：张文芳。

## 《自动控制原理课程设计》课程大纲

课程名称	自动控制原理课程设计		
课程英文名称	Curriculum Design of Automatic Control Principle		
课程编码	22060201E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化 电气工程与智能控制	考核方式	考查
先修课程	电路理论，自动控制原理		
学分	1	实践周数	1
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	林异凤

### 一、课程基本信息

本课程是电气工程及其自动化、电气工程与智能控制等专业实践课程。

### 二、课程简介

《自动控制原理课程设计》是电气工程及其自动化、电气工程与智能控制等专业的一门专业实践课，体现着自动控制原理课程的工程实践性，在培养学生综合设计能力和工程实践能力方面占有重要地位。

课程的任务：

1.综合运用自动控制原理课程的理论知识进行控制系统分析及设计，利用MATLAB/SIMULINK软件作为编程工具进行计算机实现，复习与巩固课堂所学的理论知识，提高对所学知识的综合应用能力，并从实践上初步了解控制系统的分析设计理论与过程；

2.具体要求掌握线性系统的时域、复域和频域分析与计算方法，以及掌握线性系统的超前、滞后、滞后-超前等校正方法。

### 三、课程学习基本要求

《自动控制原理课程设计》考核要求包括：设计过程和设计报告。报告内容要求专业针对性、全面合理、逻辑清晰；报告格式符合规范要求（排版、字号、行间距、段落、图表等）。

### 四、课程目标

## （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.理解自动控制系统基本原理，掌握控制器的设计原则、设计方法以及实现路径。具备评价一个自动控制系统和改善系统、设计系统的能力。

课程目标2.深刻理解自动控制系统的基本思想，理解自动控制系统的开放性，培养学生科学思维能力和创新能力。

课程目标3.深刻理解自动控制系统的科学性和严谨性特点，培养学生严谨的科学态度和扎实的工程实践能力。

课程目标4.以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持知识传授与价值引领相结合，运用可以培养大学生理想信念、价值取向、政治信仰、社会责任的题材与内容，全面提高大学生明事辨理、明辨是非的能力，让学生通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，通过巧妙和科学的内容设计，引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，不断提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感，培养德智体美劳全面发展、堪当民族复兴大任的社会主义建设者和接班人。

## （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G3: 设计/开发解决方案	3.3: 能够进行系统或工艺流程设计，在设计中体现创新意识。	课程目标1、2
G4: 研究	4.2: 能够根据对象特征，选择研究路线，设计实验方案。 4.4: 能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。	课程目标1、3
G5: 使用现代工具	5.3: 能够针对具体的对象，开发或选用满足特定需求的现代工具，模拟和预测电气控制问题，并能够分析其局限性。	课程目标1、3、4

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排(天)
项目一	布置课程设计任务与选题	课程目标1、2	0.5

项目二	认识自动控制系统的结构， 了解控制器的性能	课程目标3	0.5
项目三	掌握系统校正的基本原理 和校正计算	课程目标4	0.5
项目四	对简单自动控制系统进行 设计和校正	课程目标4	2
项目五	撰写课程设计说明书	课程目标4	1.5
合计			5

## (二) 具体内容

### 【教学目标】

- 1.熟练运用自动控制原理课程的理论知识进行控制系统分析、设计要求；
- 2.掌握线性系统的时域、复域和频域分析与计算方法；
- 3.掌握线性系统的超前、滞后、滞后-超前等校正方法。

### 【实践内容】

学生按照任务分配表，完成题目，做同一个题目的学生，所采用的设计方法或参数不能完全相同。

### 【实践要求】

课程设计要求在MATLAB/SIMULINK环境下进行仿真，达到以下要求：

- 1.分析、设计要求；
- 2.在时域、复域和频域下分析原系统的性能；
- 3.说明串联校正的设计思路（滞后校正，超前校正，滞后-超前）；
- 4.详细设计（包括的图形有：串联校正结构图，校正前系统的Bode图，校正装置的Bode图，校正后系统的Bode图）；
- 5.MATLAB编程代码及运行结果（包括图形、运算结果，校正前后系统的阶跃响应图）；
- 6.校正前后的系统性能指标的计算；
- 7.分析校正器对系统性能的影响；
- 8.根据仿真过程撰写课程设计报告。

## 六、课程教学方法与策略

- 1.采用读书指导的教学方法，让学生通过自学教科书和其他参考书，培养学生



的自学能力；

2.采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识；

3.通过MATLAB实验教学，锻炼学生动手实践操作的能力，达到学以致用目的。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核和课终考核。过程性考核包括课程设计过程表现和考勤。课终考核包括设计过程和设计报告考核，其中设计过程主要包括初始系统分析、校正方法选择、校正装置设计、计算、校正后系统分析等；设计报告考核包括报告内容和报告格式两方面，报告内容是否有专业针对性、是否全面合理、是否逻辑清晰；报告格式是否符合规范要求（排版、字号、行间距、段落、图表等）。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及占比	考核方式
课程目标1、2	设计过程（20%）	表现（10%）+提问（10%）
课程目标1、2	设计成果（40%）	内容（30%）+ 报告格式（10%）
课程目标1、2	答辩（40%）	问题回答（40%）

### （二）成绩评定

本课程设计成绩按五级制评定，分优、良、中、及格、不及格五个等级。成绩包括平时综合成绩和课终考核成绩（根据实际评估方式修改），采用以下方式检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	设计过程：初始系统分析、校正方法选择、校正装置设计、计算、校正后系统分析等。	50
课终考核	设计报告：是否有专业针对性、是否全面合理、是否逻辑清晰；报告格式是否符合规范要求（排版、字号、行间距、段落、图表等）。	50

## 八、参考资料

### （一）参考教材

[1]孙建平.自动控制原理[M].中国电力出版社,2014.

[2]王万良.自动控制原理(第3版)[M].高等教育出版社,2020.

### （二）其他资料

[1]刘卫国.MATLAB程序设计与应用（第3版）[M].高等教育出版社,2017.

[2]黄坚.自动控制原理及其应用（第3版）[M].高等教育出版社,2016.

## 九、其他说明

（一）制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

（二）参与人：张珍凤。

# 《电力系统分析课程设计》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电力系统分析课程设计		
课程英文名称	Curriculum Design for Power System		
课程编码	22060104E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考查
先修课程	电力系统分析		
学分	1	实践周数	1
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	孙江

## 二、课程简介

电力系统分析课程设计是电气工程及其自动化专业人才培养目标的重要环节，也是整个实践教学系统中的有机组成部分。

本课程是为电气工程及其自动化专业设置的综合实践环节，目的是使学生掌握电气工程及自动化专业相关课程的综合应用技能；通过本课程设计，使学生得到一次独立进行课程设计的工程实践锻炼，帮助学生培养扎实的实践技能、树立严谨的科学态度、形成良好的工程意识。并在实际设计过程中学会发现问题、分析和解决问题的方法，能将所学的理论知识应用到实践中。

## 三、课程学习基本要求

把综合能力和实践能力作为创新、创造能力的基础，结合课程教学，培养学生分析、解决问题的能力，实践能力和创新能力等。

## 四、课程目标

### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1.独立工作能力和创造力，综合运用专业及基础知识，解决实际工程技术问题的能力。

课程目标 2.查阅图书资料，产品手册和各种工具书的能力，工程绘图能力。

课程目标 3.撰写技术报告和编制技术资料的能力。

课程目标 4.使学生的爱国情怀更加深厚。

## (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G3: 设计/开发解决方案	<p>3.1: 掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开对电气工程领域复杂工程问题的解决方法和技术,了解影响设计目标和技术方案的各种因素。</p> <p>3.2: 能够针对特定需求,完成单元(部件)的设计。</p> <p>3.3: 能够进行系统或工艺流程设计,在设计中体现创新意识。</p> <p>3.4: 在设计中能够考虑电气安全、健康、法律、文化及环境等安全、法律、文化以及环境等因素。制约因素。</p>	课程目标 1
G8: 职业规范	<p>8.1: 有正确价值观,理解社会主义核心价值观、了解国情、维护国家利益,具有推动民族复兴和社会进步的责任感素养、社会责任感。</p> <p>8.2: 理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范,并能在工程实践中自觉遵守</p> <p>8.3: 理解工程师对公众的安全、健康和福祉,以及环境保护的社会责任,能够在工程实践中自觉履行责任。</p>	课程目标 2 课程目标 4
G10: 沟通	<p>10.1: 能就电气工程问题,以口头、文稿、图表等方式,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;</p> <p>10.2: 了解电气工程领域的国际发展趋势、研究热点,理解和尊重世界不同文化的差异性和多样性。</p>	课程目标 3

## 五、课程内容

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排(天)
项目一	任务布置	课程目标 1、2	1
项目二	确定设计方案	课程目标 3	1
项目三	编写设计说明书	课程目标 4	2
项目三	答辩、考核	课程目标 3	1
合计			5

(一) 课程内容与课程目标的关系

(二) 具体内容

### 项目一 任务布置

#### 【教学目标】

- 1.理解设计的要求和意义；
- 2.明确设计的方法与思路。

#### 【实践内容】

- 1.布置设计题目；
- 2.讲解题目设计的思路与要求。

#### 【实践要求】

- 1.能理解设计的要求。

### 项目二 确定设计方案

#### 【教学目标】

- 1.能根据理论知识确定设计方案；
- 2.掌握设计流程和理论知识。

#### 【实践内容】

- 1.查阅资料；
- 2.确定方案。

#### 【实践要求】

- 1.能根据题目要求确定设计方法。

### 项目三 编写说明书

#### 【教学目标】

- 1.能根据设计思路编写说明书。

#### 【实践内容】

- 1.查阅资料；
- 2.确定方案。

#### 【实践要求】

- 1.能根据题目要求完成设计。

### 项目四 答辩

#### 【教学目标】

- 1.设计方案达到考核要求；
- 2.使学生对所学知识有系统的认知。

### 【实践内容】

- 1.教师针对设计内容提问。

### 【实践要求】

- 1.能根据教师要求完美回答问题。

## 六、课程教学方法与策略

讲授示范和讨论法相结合，针对不同学生的情况，具体问题具体解答。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和设计报告（结课考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、平时作业、考勤、实习日志、答辩情况、仪器操作、图表绘制等。

结课考核（期末考核），采用课程设计报告等。

### （二）成绩评定

本课程成绩按百分制（五级制）评定，成绩包括平时综合成绩和课终考核成绩(根据实际评估方式修改)，采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	(1) 课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力，包括实习日志、答辩情况、仪器操作、图表绘制等内容。 (2) 作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。 (3) 考勤：仅仅是平时成绩的参考，比重不能超过平时成绩的 10%。等	50
课终考核	(1) 研究报告：学生收集资料能力、研究设计能力、解决实际问题能力和合作研究能力。 (2) 课程实践作品等。	50

## 八、参考资料

### （一）参考教材

[1]王士政.电力工程类专题课程设计与毕业设计指导教程[M].中国水利水电出版社,2007.

## (二) 其他资料

[1]何仰赞,温增银.电力系统分析(上、下)[M].华中科技大学出版社,2016.

[2]杨淑英.电力系统分析复习指导与习题精解[M].中国电力出版社,2008.

[3]杨淑英.电力系统概论[M].中国电力出版社,2007.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。

(二) 参与人：张晓荣。

# 《电力系统继电保护课程设计》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	电力系统继电保护课程设计		
课程英文名称	Course design of power system relay protection		
课程编码	22060103E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考查
先修课程	电力系统继电保护		
学分	1	实践周数	1
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	张晓荣

## 二、课程简介

《电力系统继电保护课程设计》是电气工程及其自动化专业的一门专业实践课，体现着电力系统继电保护课程的工程实践性，在培养学生综合设计能力、和工程实践能力方面占有重要地位。通过对变电站继电保护系统进行设计，使学生掌握继电保护的基本原理和整定计算的基本方法，深化学生对线路、变压器、母线等元件的继电保护基本原理和装置结构的理解，掌握各种元件的保护配置和故障后的动作特性，培养学生分析、解决问题的能力 and 工程应用能力，通过对继电保护配置图和接线图的绘制，掌握工程图纸的绘制方法。

## 三、课程学习基本要求

### 1.温习电力系统继电保护课程内容

本课程的学习需要继电保护专业知识做支撑，因此在进行课程设计时涉及的基础知识不熟悉或遗忘，需要提前温习；

### 2.阅读工程规范

继电保护的配置需要满足《继电保护和安全自动装置技术规程》GB14285-2006要求；保护配置图及原理图及接线图需要满足电气工程图纸规范。若可配备多种类型的保护，还应以经济性为原则。



### 3.选读课外教材

[1]贺家李,李永丽,董新洲等.电力系统继电保护原理(第五版)[M].北京:中国电力出版社.2018年5月

[2]张保会尹项根.电力系统继电保护(第二版)[M].北京:中国电力出版社.2010年03月.

### 4.学习要求

课程设计期间严格考勤、迟到或早退视为缺勤,每天课程设计前预完成习课程设计任务所需要的知识点。根据原始资料中说设定的电气设备的种类及电压等级让学生确定保护的配置,保护的整定计算及校验、保护的评价以及保护原理图及接线图的绘制。综合考查学生回答问题、讨论结果、课程设计完成度及准确性等过程作为评定学生设计过程成绩的基本依据。要求学生完成课程设计报告,根据报告的完整性、准确性给定学生的报告成绩。

## 四、课程目标

### (一) 目标设置

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标1.理解继电保护的基本原理,掌握继电保护的配置原则、整定计算方法以及保护接线方式。具备查阅应用相关国家标准和进行保护方案设计的能力。

课程目标2.深刻理解继电保护的基本思想,理解保护原理的开放性,培养学生科学思维能力和创新能力。

课程目标3.运用继电保护基本原理就简单工程实际问题,运用现代分析计算工具完成继电保护的配置、设计工作,且能够熟练运用文档编辑工具以图标和文字方式撰写设计报告。

### (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G4: 研究	4.2:能够根据对象特征,选择研究路线,设计实验方案。	课程目标1 课程目标2
G5: 使用现代工具	5.2:能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专 业模拟软件,对电气工程及其自动化复杂工程问题进行分析计算与设计	课程目标1 课程目标3

G10:沟通	10.1:能就电气工程问题，以口头、文稿、图表等方式，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3
--------	---	-------

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排(天)
项目一	任务布置与保护配置	课程目标2	1
项目二	保护整定及校验	课程目标1	2
项目三	仿真分析	课程目标3	1
项目四	保护配置图、原理图、接线图绘制及报告撰写	课程目标3	1
合计			5

### (二) 具体内容

#### 项目一 任务布置与保护配置

##### 【教学目标】

- 1.掌握变电站保护配置的一般步骤；
- 2.掌握变电站继电保护的配置原则。

##### 【实践内容】

- 1.任务分析；
- 2.保护配置一般步骤；
- 3.保护配置原则。

##### 【实践要求】

1.结合变电站原始数据、通过查阅《继电保护和安全自动装置技术规程》GB14285-2006，完成变电站继电保护的配置工作。

#### 项目二 保护整定与校验

##### 【教学目标】

- 1.掌握不同类型主保护的整定及校验方法；
- 2.掌握不同类型后备保护间配合是的整定及校验方法；

##### 【实践内容】

- 1.短路电流计算；
- 2.主保护的整定与校验；
- 3.后备保护的整定与校验。

#### **【实践要求】**

1.完成变电站所有电力元件主保护与后备保护的整定及校验工作，给出整定值及灵敏度校验值表。

### **项目三 仿真分析**

#### **【教学目标】**

- 1.掌握基于Simulink的电力系统建模与仿真方法；
- 2.掌握仿真数据分析方法。

#### **【实践内容】**

- 1.在simulink环境中搭建变电站仿真模型；
- 2.进行仿真计算与分析，验证保护配置、整定及校验工作的合理性；
- 3.分析问题原因，给出解决措施。

#### **【实践要求】**

- 1.完成电力系统继电保护仿真模型建模与仿真；
- 2.完成保护配置、整定及校验的仿真验证，并对不合理部分进行分析及修改。

### **项目四 继电保护布置图、原理图和接线图绘制**

#### **【教学目标】**

- 1.掌握继电保护布置图、原理图及接线图的绘制方法及注意事项。

#### **【实践内容】**

- 1.保护配置图的绘制；
- 2.保护原理图的绘制；
- 3.接线图绘制。

#### **【实践要求】**

- 1.正确绘制保护原理图、接线图和配置图。

## **六、课程教学方法与策略**

课程教学采用多媒体+Simulink仿真分析的教学手段、通过介绍变电站原始数据，继电保护配置原则；通过讨论、提问及讲解等方法，加强学生对继电保护配

置和评价的理解，掌握继电保护整定、校验方法及接线方法；采用仿真工具对影响继电保护正确动作的特殊问题的分析，掌握分析和解决问题的办法，锻炼学生分析和解决问题的思路。通过保护配置图和接线图的绘制，使学生掌握电气工程相关的专业图纸的绘制能力。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核和设计报告两部分。

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、考勤、讨论、回答问题及图表绘制等。

课终考核，采用课程设计报告形式。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	(1) 短路电流计算； (2) 主保护的整定与校验； (3) 后备保护的整定与校验。	过程性考核 课终考核
课程目标2	(1) 保护的配置； (2) 保护的整定原则； (3) 分析问题原因，给出解决措施。	过程性考核 课终考核
课程目标3	(1) 进行仿真分析，验证保护配置、整定及校验工作的合理性； (2) 保护原理图、接线图的绘制； (3) 课程设计报告撰写	过程性考核 课终考核

### （二）成绩评定

本课程成绩按百分制（五级制）评定，成绩包括平时综合成绩和课终考核成绩，采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	(1) 课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力，包括实习日志、答辩情况、仪器操作、图表绘制等内容。 (2) 考勤：仅仅是平时成绩的参考，比重不能超过平时成绩的10%。等	50
课终考核	(1) 设计报告：学生收集资料能力、研究设计能力、解决实际问题能力和合作研究能力。	50

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

[1]陈根永.电力系统继电保护整定计算原理与算例(第二版)[M].化学工业出版社,2010.

[2]崔家佩.电力系统继电保护与安全自动装置整定计算[M].中国电力出版社,2006.

### (二) 其他资料

[1]贺家李,李永丽,董新洲等.电力系统继电保护原理(第五版)[M].中国电力出版社,2018.

[2]张保会,尹项根.电力系统继电保护(第二版)[M].中国电力出版社,2010.

## 九、其他说明

(一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

(二) 参与人：郭飞，李兆鑫。

## 《发电厂电气部分课程设计》课程大纲

### 一、课程基本信息

课程名称	发电厂电气部分课程设计		
课程英文名称	Course Design for Electrical Systems of Power Plants		
课程编码	22060106E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考查
先修课程	发电厂电气部分		
学分	1	实践周数	1周
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	韩泓

### 二、课程简介

本课程是为电气工程及其自动化专业设置的综合实践环节，目的是使学生掌握电气工程及自动化专业相关课程的综合应用技能；通过本课程设计，使学生得到一次独立进行课程设计的工程实践锻炼，帮助学生培养扎实的实践技能、树立严谨的科学态度、形成良好的工程意识。并在实际设计过程中学会发现问题、分析和解决问题的方法，能将所学的理论知识应用到实践中。

通过本课程设计使学生掌握发电厂电气工程设计的基本方法，深入对所学基本知识的理解，培养解决电气工程设计问题的能力。课程的任务是培养学生综合应用所学理论知识，分析和解决具体电气工程设计问题的能力，得到电气设计工程师的初步训练。

### 三、课程学习基本要求

通过该课程设计，对学生综合运用所学知识，进行工程设计的基本技能、综合计算以及编写报告的初步训练，使学生掌握发电厂是电力系统的重要组成环节，掌握发电厂一次系统电气部分的设计、运行，主要设备的原理及选择，提高独立分析问题和解决问题的能力。

(1) 培养学生认真执行国家法规、标准和规范及使用技术资料解决实际问题的能力；

(2) 培养学生理论联系实际，努力思考问题的能力；

(3) 进一步理解所学知识,使其巩固和深化,拓宽知识视野,提高学生的综合能力;

(4) 懂得发电厂电气部分设计的基本方法,为毕业设计和步入社会奠定良好的基础。

## 四、课程目标

### (一) 目标设置

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标1.掌握发电、变电和输配电的电气主系统的构成、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;掌握发电厂电气工程设计的基本方法。

课程目标2.能够构建电力系统设计方案,对设计方案进行分析和解释,并通过分析计算得到合理有效的系统设计,树立较完整的工程概念。具备查阅应用相关国家标准,进行系统设计的能力。

课程目标3.熟悉电气工程领域的相关行业背景、发展现状及发展趋势,理解工程实践和工程问题解决方案对社会的影响,并作出正确的评价,承担相应责任。

课程目标4.引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养,不断提高学生思想道德素养,提高学生服务国家服务人民的社会责任感。

### (二) 课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G3: 设计/开发解决方案	3.4: 在设计中能够考虑电气安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。	课程目标1、2
G6: 工程与社会	6.1: 了解电气工程及其自动化专业相关领域的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规,理解不同社会文化对工程活动的影响。 6.2: 能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,以及这些制约因素对项目实施的影响,并理解应承担的责任。	课程目标3

## 五、课程内容

### (一) 课程内容与课程目标的关系

教学主题	主题名称	支撑的课程目标
项目一	变电站电气部分初步设计	课程目标1、2、3、4

## (二) 具体内容

### 项目一 变电站电气部分初步设计

#### 【教学目标】

1. 巩固和提高已学过的专业知识，并通过课程设计进一步学习新知识和新技能；
2. 使学生掌握发电厂、变电所电气部分工程设计的基本程序和思想方法，使学生获得查阅文献、收集资料、计算比较、综合分析、设计图纸等方面的训练和基本技能；
3. 通过查阅有关技术文献资料，培养学生独立分析和解决实际问题的能力。

#### 【实践内容】

1. 电气主接线设计：依据提供的原始资料，进行综合分析，结合国家有关方针政策、设计规程规范设计发电厂的电气主接线；
2. 选择主变压器；
3. 短路电流计算：用短路电流实用算法，结合电气设备选择的需求，计算短路电流；
4. 电气设备选择：依据规程规范选择母线、断路器、隔离开关、互感器等电气设备；
5. 绘制工程图纸；
6. 撰写课程设计说明书。

#### 【实践要求】

1. 课程设计应根据设计任务书以及国家的有关政策和各专业的设计技术规程、规定进行；
2. 按要求提交实验报告。

## 六、课程教学方法与策略

1. 采用案例教学：理论教学与工程实践相结合，引导学生应用基本理论知识对工程问题进行精确设计；
2. 采用互动式教学：课内讨论和课外答疑相结合；
3. 讲授法：是教师运用口头语言系统向学生传授知识的一种方法；



4.采用谈话法教学：教师根据一定的教学目的要求和学生已有的知识和经验，通过师生间的问答对话而使 学生获得新知识或巩固知识、发展智力的教学方法；

5.采用讨论法教学：全班或小组成员在教师的指导下，围绕某一中心问题发表自己的看法和见解，从而进行相互学习的一种方法；

6.采用读书指导法教学：教师指导学生通过阅读教科书和其他参考书，以获得知识、巩固知识，培养学生自学能力的一种方法。教师通过读书指导法，教给学生读书的方法，组织学生交流心得，让学生学会自己按照一定的方法读懂课文，感受语言；

7.采用参观法教学：教师根据教学目的和要求，组织学生到社会场所，使学生通过对实际实物或现象的观察来获得新知识的方法；

8.采用实习作业法教学：教师依据学科课程标准要求，指导学生运用所学的知识从事一定的工作或操作，将书本知识运用于实践的 教学方法。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

课程考核方式分为过程性考核（平时考核）和课终考核（期末考核）。

过程性考核（平时考核）方式包括课堂表现、平时作业、考勤、实习日志、答辩情况、仪器操作、图表绘制等。

课终考核（期末考核），采用实习报告、实验报告、课程设计等。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及占比	考核方式
课程目标1	掌握发电、变电和输配电的电气主系统的构成、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；掌握发电厂电气工程设计的基本方法。占比：40%	过程性考核 课终考核
课程目标2	能够构建电力系统设计方案，对设计方案进行分析和解释；具备查阅应用相关国家标准，进行系统设计的能力。占比：30%	过程性考核
课程目标3	熟悉电气工程领域的相关行业背景、发展现状及发展趋势；理解工程实践和工程问题解决方案对社会的影响。占比：20%	过程性考核

课程目标4	引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念。占比: 10%	过程性考核
-------	---	-------

## (二) 成绩评定

本课程成绩按百分制（五级制）评定，成绩包括平时综合成绩和课终考核成绩(根据实际评估方式修改)，采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
过程考核	(1) 课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力，包括实习日志、答辩情况、仪器操作、图表绘制等内容。 (2) 作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。 (3) 考勤：仅仅是平时成绩的参考，比重不能超过平时成绩的 10%。等	60
课终考核	(1) 研究报告：学生收集资料能力、研究设计能力、解决实际问题能力和合作研究能力。 (2) 课程实践作品等。	40

## 八、参考资料

### (一) 参考教材

- [1]刘宝贵.发电厂变电所电气部分(第3版)[M].中国电力出版社,2016.  
 [2]王成江.发电厂变电所电气部分(第2版)[M].中国电力出版社,2017.

### (二) 其他资料

- [1]郭琳.发电厂电气部分课程设计[M].中国电力出版社,2009.  
 [2]熊信银.发电厂电气部分(第3版)[M].中国电力出版社,2004.

## 九、其他说明

- (一) 制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。  
 (二) 参与人：邢智博。

# 《毕业实习》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	毕业实习		
课程英文名称	Graduation practice		
课程编码	22060109E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考查
先修课程	所有理论课程		
学分	3	实践周数/学时	3/3
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	辛鑫

## 二、课程简介

《毕业实习》是电气相关专业人才培养方案中的一个重要实践性环节，是学生理论联系实际，增强感性认识的必要途径，是培养学生生产实践、独立工作、团结协作、交流沟通、创新探究等能力的一项重要措施，是培养应用研究型技术人才的重要手段。毕业实习对于学生来说是一个从学校到工作单位的过渡阶段，学生必须重视并认真对待该过程的每个环节，仔细处理所遇到的每一个问题，以便顺利完成毕业实习教学任务。

《毕业实习》课程的主要任务是巩固深化所学理论知识，培养分析和解决实际问题的初步能力，熟悉专业技术人员的工作职责和工作程序，获得组织和管理的初步知识，虚心学习，培养热爱专业，热爱劳动的品德。

## 三、课程学习基本要求

1.毕业实习作为电气工程及其自动化专业的必要教学环节，是在完成全部专业课程学习的基础上进行的实习，旨在帮助学生巩固深化所学理论知识。

2.毕业实习期间，要求学生严格遵守实习纪律，认真完成毕业实习计划要求的内容，能独立完成实习岗位所需的技能，通过实习，提升人际交往能力、沟通协调能力和反应能力、学习和接受能力等综合素质。

## 四、课程目标

## （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标1.接触和熟悉电力系统生产及工程实际，增强学生的感性认识、敬业精神和责任心，锻炼工程实践能力，树立正确的职业道德。

课程目标2.培养初步的实际工作能力和专业技能，使学生逐步了解实际生产情况。学习生产技术和知识，巩固所学理论，获取本专业的实际技能。

课程目标3.熟知电气工程领域相关行业的背景、发展现状、发展趋势，以及电力系统在国民经济及工农业生产中的地位和作用，对自己的工作有初步规划。

课程目标4.在毕业实习过程中，除了让学生学习先进的技术之外，还必须对学生进行安全教育，使学生能明白自己的工作是多么的重要，自己的一点点粗心就可能造成严重的人身伤亡和财产损失，将来的工作必须要求自己建立崇高的职业道德和工作责任心。

## （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G6: 工程知识	6.2: 能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，以及这些制约因素对项目实施的影响，并理解应承担的责任。	课程目标1
G8: 问题分析	8.3: 理解工程师对公众的安全、健康和福祉，以及环境保护的社会责任，能够在工程实践中自觉履行责任。	课程目标2
G9: 工程与社会	9.2: 能够在团队中独立或合作开展工作。	课程目标3

## 五、课程内容

### （一）课程内容与课程目标的关系

实践内容	项目名称	支撑的课程目标	进程安排(天)
项目一	实习动员及准备	课程目标3	1
项目二	进厂安全教育及参观	课程目标1、3、4	5
项目三	听取企业工程师的技术报告、讲座	课程目标3	2
项目四	岗位实习	课程目标1、2、4	5

项目五	收集、整理资料和写实习报告	课程目标1、2	2
合计			15

## （二）具体内容

实习要结合学生准备从事的专业方向，有侧重点地进行，但必须涵盖实习的基本内容。实习主要以发电厂的一次系统、电力系统的整体运行以及继电保护、自动装置等二次系统为主。具体内容及要求如下：

### 项目一 电厂、变电站的实习

#### 【教学目标】

以课程思政为背景和根基，向学生讲解变电站和电厂的作用，重点分析发电厂和变电站对经济社会的支撑作用，树立学习电力系统的正确价值观。

#### 【实践内容】

- 1.厂、站接线、厂用电接线。分析主接线的运行方式及其优缺点；
- 2.厂、站主要设备的型号、性能及参数；
- 3.厂站电流、电压互感器的配置、作用、型号及接线方式；
- 4.厂、站户内外配电装置及电气设备的布置。配电装置的结构。发电机变压器间及它们与户内外配电装置的连接方式，母线结构；
- 5.电厂操作电源形式、配置。电气设备的控制方式，阅读有关设备的控制、测量、保护、信号图纸；
- 6.电厂同期点的设置，同期方式以及同期装置；
- 7.发电机、变压器、厂用变、同线等测量仪表的配置情况；
- 8.发电机、变压器、厂用变继电保护的配置情况；
- 9.厂、站过电压保护总体方案（避雷针、避雷器的布置情况。避雷针高度、保护范围、构架型式、避雷器型号），收集典型雷击事故；
- 10.发电机的自动励磁调节装置及调节形式；
- 11.各电压等级线路的继电保护、自动重合闸的配置及运行状况；
- 12.了解系统中性点（变压器）的运行方式，消弧线圈的型号、参数、作用、补偿方式如何调节；
- 13.厂、站计算机监控系统的结构及功能；
- 14.与调度通讯的方式；

15.思政引入：结合发电厂与国民经济的关系，分析讲解。

### 【实践要求】

- 1.实习期间，学生应当爱护公共场所设施、设备，维护场所卫生，不大声喧哗打闹；
- 2.严禁擅自进入生产区域。进入生产现场，不得单独活动，未经允许严禁触碰场所的设备设施；
- 3.实习期间，严格禁止在厂区内流动吸烟。跟班实习期间服从指挥，遵守纪律，令行禁止。

## 项目二 电力调度局的实习

### 【教学目标】

科学方法论教育和职业素养教育，提高学习效率、专心治学，提高电力系统专业素养，研习电力调度在电网系统中的关键作用，培养精益求精的工匠精神；培养踏踏实实求学，干一行爱一行、爱一行钻一行、钻一行精一行的职业素养。

### 【实践内容】

- 1.电力系统电源配置和分布，电力系统主接线。各主要发电厂和枢纽变电站的一次接线及运行方式；
- 2.电力系统的组织管理及调度自动化情况；
- 3.电力系统电力电量平衡方法，各种运行方式的编制方法，检修计划的安排及编制方法；
- 4.电力系统电压质量要求，无功平衡和电压管理方法，有功平衡和频率调整方法；
- 5.电力系统继电保护，安全自动装置，远动装置的配置和整定计算方法及运行情况；
- 6.电力系统的稳定性问题，以及提高稳定的主要措施；
- 7.电力系统通讯方式，通讯规约；
- 8.培养学生的家国情怀，爱国主义精神。

### 【实践要求】

学生在校外实习时严格遵守国家法律法规和实习单位的各项规章制度、操作规程、劳动纪律和安全条例等，对自己的人身及财产安全负责，在实习单位外出时向实习单位和学校履行请假手续。

## 六、课程教学方法与策略

以现场实习的方式开展学习，重点对电力系统、发电厂和电力调度进行学习研究。实习后辅以实习报告，总结分析。

## 七、课程考核与成绩评定

### （一）考核方式

#### 1.具体方式

实习期间，学生要写实习笔记和日记，收集有关资料。实习结束时，提交一份实习报告（字数不少3500字）。学生应完成实习实施计划规定的全部任务，并提交实习报告后方可参加考核。

#### 2.考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及占比	考核方式
课程目标1	考核学生掌握的电气工程基础知识，40%	实习报告、实习考核成绩
课程目标2	考核学生分析问题的能力，40%	实习报告、实习考核成绩
课程目标3	考核学生对行业背景的认识，20%	实习报告

### （二）成绩评定

本课程成绩按百分制（五级制）评定，成绩包括实习报告和实习考核成绩，采用以下方式来检验教学目标的实践情况：

成绩组成	考核/评价细则	分值（或百分比）
实习报告	总结认真全面、实事求是。文字简练，层次清楚，语句通顺，字迹清楚/五级制	40%
实习考核成绩	实习纪律、实习成绩/五级制	60%

## 八、参考资料

### （一）参考教材

[1]关金峰.发电厂动力部分(第3版) [M].中国电力出版社,2015.

[2]刘宝贵,叶鹏,马仕海.发电厂变电所电气部分(第3版) [M].中国电力出版社,2016.

[3]孙丽华.电力工程基础(第3版) [M].机械工业出版社, 2016.

## （二）其他资料

[1]张宝会,尹项根.电力系统继电保护(第2版) [M].中国电力出版社,2010.

[2]丁坚勇,胡志坚.电力系统自动化[M].中国电力出版社.2015.

## 九、其他说明

（一）制定依据：依据山西能源学院2020版人才培养方案制定。

（二）参与人：陈姝姝。



# 《毕业设计（论文）》课程大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	毕业设计（论文）		
课程英文名称	Graduation Design (Thesis)		
课程编码	22060110E	课程属性	实践
适用专业	电气工程及其自动化	考核方式	考查
先修课程	1-7 学期所有课程		
学分	12	实践周数	12
开课单位	电气与控制工程系	课程负责人	电气工程教研室

## 二、课程简介

《毕业设计（论文）》是电气工程及其自动化专业本科学生毕业前的最后一门必修课程，也是实践性教学的最后一个环节，占用学时最多、经历时间最长、知识和技术的复合度最高，旨在培养学生充分发挥主动性、综合运用所学理论、知识和技能研究和解决复杂工程问题的能力，从总体上考察学生本科阶段学习所达到的学业水平。

课题选题主要来源于企业生产实际、教师科学研究、学科竞赛等方面，分为工程设计类、产品开发类、实验研究类、软件仿真类等类型。在教师指导下，学生应该充分发挥主观能动性，积极推进工作进程，经过选题落实、开题论证、方案设计、绘制图纸、编写程序等环节，最后提交体现设计成果的论文，并进行公开答辩。

## 三、课程学习基本要求

学生在指导教师的指导下，独立完成一项给定的毕业设计(论文)任务，编写符合要求的毕业设计论文并参与教学评价。在知识要求方面，应综合运用多学科的知识与技能，分析并解决工程问题，使得理论认识深化、知识领域扩展、专业技能延伸。在能力培养要求方面，应学会依据课题的任务，进行资料的调研、收集、加工与整理，正确使用工具书，培养掌握从事科学研究的基本方法和编写技术文件的能力；还应掌握实验及测试的基本方法，锻炼分析与解决工程实际问题的能

力。在综合素质要求方面，培养严肃认真的科学态度和严谨求实的工作作风，树立正确的工程观点、生产观点、经济观点和全局观点。

#### 四、课程目标

##### （一）目标设置

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1.培养学生综合应用多学科理论知识，在全面调研文献的基础上，能从技术的原理层面认识并剖析设计课题，得出有利于设计方案的结论。学生利用多种调研手段和技术，对于课题任务相关的资讯进行收集、整理以及归纳、比较，从而提出符合设计任务要求的设计方向或目标。

课程目标 2.学生能针对课题设计目标特定需要，分析其所牵涉的各种复杂因素或制约条件，提出有创新性的切实可行的总体方案，并能就可能出现的技术难点予以评估。学生能梳理出正确的设计步骤和流程，能对具体设计环节和内容进行必要的计算、建模、制图、编程等。

课程目标 3.培养学生书面文字和口头语言的表达能力，能规范地编写技术文本、并与指导教师以及其他成员等进行技术交流。学生能查阅英文技术文献并能够翻译，了解课题国内外研究状况，并能就所做的设计研究工作撰写规范的英文摘要，用于不同语言文化背景下的技术交流。

课程目标 4.学生能理解工程问题中的受经济因素影响的关系，能够在具体的设计项目中进行技术经济性评价中。学生能主动地与时俱进、适应设计工作需要、通过不断学习新知识新资讯解决课题设计所遇困难，提升专业能力、素质和视野。

课程目标 5.以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持知识传授与价值引领相结合，让学生通过设计过程，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，通过巧妙和科学的指导，引导学生坚定正确的政治方向、树立远大的理想抱负、确立科学的价值观念、增强自身的综合素养，不断提高学生思想道德素养，提高学生服务国家服务人民的社会责任感，培养德智体美劳全面发展、堪当民族复兴大任的社会主义建设者和接班人。

##### （二）课程目标与毕业要求的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
G2: 问题分析	2.2: 能够利用数理分析方法和手段，针对复杂工程问题进行数学建模并分析，正确	课程目标 1、5

	表达复杂工程问题。 2.4: 能运用运用数学、物理和专业基础知识的基本原理, 借助文献研究, 分析过程的影响因素, 获得有效结论。	
G4: 研究	4.1: 能够对电气工程相关的各类物理现象进行研究、分析, 通过文献研究或相关方法, 调研和分析复杂工程问题的解决方案。	课程目标 2
G5: 使用现代工具	5.2: 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件, 对电气领域复杂工程问题进行分析、计算与设计。	课程目标 2、5
G10: 沟通	10.1: 能就电气工程问题, 以口头、文稿、图表等方式, 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。 10.2: 了解电气工程领域的国际发展趋势、研究热点, 理解和尊重世界不同文化的差异性和多样性。	课程目标 3、5
G11: 项目管理	11.2: 了解工程及产品全周期、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。	课程目标 4
G12: 终身学习	12.2: 具有自主学习的能力, 包括对技术问题的理解能力, 归纳总结的能力和提出问题的能力等。	课程目标 4

## 五、课程内容与要求

### (一) 选题原则

1. 课题必须符合本专业的培养目标及教学基本要求, 对学生进行较全面的综合能力培养和训练。其中, 设计内容体现本专业特色, 反映本专业所学的基本理论, 基础知识和基本技能要求。2. 课题应尽可能结合生产、科研和实验室建设等任务。工程应用类型的课题应占较大比例, 从而强化工程基本训练, 掌握专业的基本功。在保证对学生综合训练的基础上, 多做些来源于生产、科研中的实际课题, 增强学生责任感、紧迫感和经济观念。

3. 选题应考虑学生之间知识和能力的差别, 注重因材施教, 针对学生对基本知识和技能掌握的情况, 有针对性地进行分配课题, 使学生的创造性得以充分发挥, 从而保证课题成果的高质量。

4. 选题应力求有益于学生综合运用多学科的理论知识与技能。随着科学技术的发展, 不同学科间相互渗透, 应有意识地引导学生勇于接受综合性课题, 以培养

锻炼学生的综合能力、自学能力、探索与钻研能力，适应未来社会的需求与科技发展的需要。

5.选题应考虑任务的可完成性。课题的选择要使其分量和难易程度适当，内容既要结合实际，有一定的探索性，又要贯彻“少而精”的原则，确保学生在指导教师指导下，在教学计划规定的时间内，利用可利用的实验支撑条件，经过努力能够完成任务。

## （二）主要内容

1.毕业设计选题。采取教师申报方式确定毕业设计选题，主要有以下原则和要求：

（1）毕业设计题目由指导教师根据教学计划要求初步提出毕业设计候选课题，并填写题目征集表，由系部完成题目审核。

（2）坚持每人一题的原则，题目应符合电气工程及其自动化专业人才培养目标和毕业设计（论文）课程目标。

（3）设计题目一经确定，指导教师编写《山西能源学院本科毕业设计（论文）任务书》，并在学校规定时间内提交下达给学生。

2.毕业设计开题。开题工作包括开题报告提交和开题答辩。开题报告是用文字体现的论文总构想，学生需根据教师的任务书，写清楚课题的目的和意义、国内外研究现状、研究目标和内容、准备工作情况和主要工作措施、进度安排及预期达到研究结果、文献综述等内容。开题答辩是检验毕业设计过程的合理性和可行性。在答辩过程中，考核组重点对学生查阅文献相关性、全面性、文献内容凝练能力等方面进行综合评价。主要有以下原则和要求：

（1）学生应在规定时间内向指导教师提交合格的开题报告，具体内容及要求参照《山西能源学院本科毕业设计（论文）开题报告》。

（2）开题报告中“课题的目的和意义”要明确选题目的与意义，即回答为什么要研究，对涉及的系统或产品开发全流程的成本构成进行分析，介绍清楚研究的价值及需要背景，综合调研的现状，分析当前存在的问题或不足，进而引出研究的实际意义。

（3）开题报告中“国内外研究动态”要以查阅文献为前提，能够筛选出与研究课题相关的文献，并凝练重点文献的主要思想，条理地总结出当前研究主线的优势与不足，进而分析出突破点。

(4) 开题报告中“研究目标和内容”要针对研究现状中存在的问题，明确研究目标，条理清楚的提出研究内容。

(5) 开题报告中“准备工作情况和主要工作措施、进度安排及预期达到研究结果”要明确整体研究中的前提工作，最主要的、最根本的关键性困难与问题要有准确、科学的估计和判断，并采取可行的解决方法和措施；进度安排及预期达到研究结果要明确整体研究在时间及顺序上的安排，要分阶段进行，阶段之间不能间断，以保证研究进程的连续性，并明确各阶段及最终的研究结果。

(6) 开题报告中“文献综述”是对调研文献的总结与归纳，应具有全面性，并能够概括文献的创新点。文字须满足 3500 字以上，参考文献数量为 25 篇以上，其中至少有 5 篇外文文献，且 10 篇文献为近两年内的参考文献。

(7) 开题报告中“参考文献”目的在于帮助理清思路，提供研究的依据。文献格式要规范，应满足《山西能源学院本科毕业设计（论文）开题报告》格式规范。

3. 毕业设计中期检查。为确保毕业设计任务的按时完成，在毕业设计进行至第 8 周时，系部组织教师对学生前期工作情况进行检查，具体要求为：

(1) 根据毕业设计开题报告的进度计划检查任务的完成情况，对于不满足进度要求的学生根据完成的实际情况限期修改合格后重新进行中期检查。

(2) 对于毕业设计学生遇到较为复杂的技术问题，与指导教师进行协商及时解决技术问题。

(3) 评阅教师应在规定时间内，按评分标准和相应权重进行审阅，并在《山西能源学院本科毕业设计（论文）中期检查表》中给出评价。

4. 毕业设计后期工作和论文准备。指导教师根据中期检查的结果，督促、指导学生完成毕业设计后期工作，具体要求为：

(1) 指导教师及时检查学生阶段成果，对完成的情况及时给出指导意见，不断完善系统。

(2) 对于中期检查不合格学生，学生与指导教师积极协商制定本阶段的工作计划，指导教师加大指导力度，学生提高工作效率，尽量在规定时间内完成毕业设计任务。

(3) 指导教师检查学生的最终成果，提出修改意见，指导学生改进系统，达到预期功能。

(4) 对于学生的技术难题，指导教师要及时了解、学习，帮助学生尽快解决

问题。

(5) 指导教师审核学生的毕业设计论文提纲，并指导学生按照学校论文规范进行撰写。

(6) 教师评阅学生论文，并在《山西能源学院毕业设计（论文）指导教师评阅表》、《山西能源学院毕业设计（论文）同行教师评阅表》中填写评语和评阅成绩。

5. 毕业答辩。答辩前毕业论文应经过指导教师和评阅教师审阅和评分，经资格审核后，答辩小组对学生逐个进行公开答辩。具体要求为：

(1) 毕业答辩不得缺席，无论何种原因，学生如未按公布的时间参加毕业答辩，按自动放弃处理，成绩以“不及格”记载。

(2) 答辩时学生先介绍课题的任务、目的和所完成的毕业论文的基本内容、主要思路、方法和成果，演示系统等。

(3) 在答辩过程中，学生应回答答辩小组成员提出的问题。

(4) 在答辩过程中，答辩小组应做好记录并完成相应文档资料的整理，给出答辩成绩和答辩评语，填写《山西能源学院毕业设计（论文）答辩记录及成绩评定表》。

### （三）论文要求

1. 学生在规定的时限内独立完成给定的设计任务。设计从研究对象的功能出发，从原理探索的角度发散思路，思考多种可能方案；进一步从制造、社会、法规、人文等角度，将原理性方案进行推敲和推进，提出包含整体布局内容的总体方案；具体功能模块设计，包括必要的计算、图纸设计、算法验证、程序设计、建模仿真分析、系统搭建等。

2. 学生在规定时限内撰写完成论文。论文框架结构合理，内容包括题目、中文摘要、外文摘要、目录、正文、参考文献、致谢和附录等，符合学校本科毕业设计（论文）撰写规范。

4. 指导教师在答辩前一周，检查学生的设计成果，以确定工作内容的真实性。

5. 学生必须提交论文的查重报告，重复比例满足学校要求。 6. 答辩要求。答辩时需使用演示文稿（PPT）介绍课题、回答答辩小组质询，设计成果相关的技术资料要齐备。

## 六、进程安排

序号	内容	时间安排(周)
1	毕业设计(论文)准备、论文选题	1
2	毕业设计(论文)任务启动	1
3	完成毕业设计(论文)提纲、初稿	4
4	毕业设计(论文)修改、定稿	3
5	毕业设计(论文)评阅阶段	2
6	毕业设计(论文)答辩	1
合计		12

## 七、课程考核与成绩评定

### (一) 毕业设计(论文)考核方式:

成绩组成	考核/评价细则	分值 (或百分比)
指导教师评分	任务书任务的完成情况及平时表现	30
同行评阅教师评分	任务完成情况及论文完成情况	20
答辩小组评分	答辩情况	50

### (二) 毕业设计(论文)成绩评定标准:

毕业设计(论文)按优秀、良好、中等、及格和不及格五级计分。

学生毕业设计成绩由指导教师、评阅教师和答辩小组评分组成,三部分的比例分别为30%、30%、40%。毕业论文(设计)的成绩按优秀[90~100]、良好[80~90)、中等[70~80)、合格[60~70)与不合格[0~60)五级评定。

#### 毕业设计(论文)成绩评定标准

评议项目	评价要素	分数
选题意义	1.选题顺应国内外科技发展趋势和创新精神,对技术进步、经济建设、国家安全方面有积极意义。 2.选题有一定特色或新意,符合专业培养目标,体现综合训练基本要求。 3.面向所在专业领域学术问题或行业社会实际问题,有一定的理论意义或实用价值。	10
逻辑构建	1.时间进度安排合理,工作量饱满,符合专业特点和选题需要。	30

	<p>2.设计能体现教学大纲（培养方案）要求的技能，能反映专业基本理论、方法和技术手段能够熟练掌握。核心模块完备，层次分明，重点突出，详略得当。</p> <p>3.研究设计思路清晰，表述明确，论点鲜明，论证充分，概念准确，理论运用恰当，达到专业领域要求。</p>	
专业能力	<p>1.综合分析国内外文献，追踪本领域研究现状或行业动态，关注学科及本领域前沿，能支撑该选题。</p> <p>2.将相关领域的基础理论、专业知识合理应用到设计过程，能体现所在专业领域的能力和素养。</p> <p>3.运用专业知识，采取恰当的研究（设计）方法开展研究（设计），善于发现问题、分析问题，具备解决实际问题的能力和素养。</p> <p>4.观点新颖，或将经典理论创新性应用，或阐释了对实践的指导意义。</p>	40
学术规范	<p>1.文字表达、书写格式、图表（图纸）、公式符号、缩略词等方面符合通行学术规范和相关工程规范。</p> <p>2.毕业设计说明材料必须紧密联系学生自身创作实践，是对毕业设计的理论或应用的原创性陈述。</p>	20

## 八、参考资料

### （一）参考教材

[1]李阳.电气与自动化类专业毕业设计指导[M].中国电力出版社,2016.

[2]顾涵.电气信息类专业毕业设计(论文)指导教程[M].科学出版社,2018.

[3]华莹,董婷.高等学校毕业设计(论文)指导教程—电气工程类专业[M].中国水利水电出版社,2015.

### （二）其他资料

[1]教育部高教司,北京教育委员会.高等学校毕业设计(论文)指导手册 电工卷[M].高等教育出版社,1998.

[2]王士政.电力工程类专题课程设计与毕业设计指导教程[M].中国水利水电出版社,2007.

[3]陈跃.电气工程专业毕业设计指南(电力系统分册)[M].中国水利水电出版社,2008.

## 九、其他说明

（一）制定依据：依据山西能源学院 2020 版人才培养方案制定。

（二）参与人:郑婷一，辛鑫。