



兰州交通大学  
LANZHOU JIAOTONG UNIVERSITY

# 甘肃省高等教育自学考试 课程考试大纲

专业名称：电气工程及其自动化（专升本）

专业代码：080601

课程名称：现代电力电子技术（14411）



甘肃省高等教育自学考试委员会 制定  
2024年3月



## 目 录

### I. 能力考核要求

《现代电力电子技术》课程主要是研究电力电子器件的结构、基本特性及其主要参数、四种基本电能变换装置的拓扑结构、基本工作原理及波形分析及移相控制和 PWM 控制两种基本控制方法。通过本课程的学习，学生能够掌握电力电子电路分析的基本方法，应用所学基本知识进行各种变流装置拓扑结构设计、器件参数选择和相应控制算法设计，进一步提高学生的理论分析和实践能力。通过本课程的学习，学生将了解电力电子技术领域的国内外现状和发展趋势，各种变流技术的性能指标，为今后从事电能变换装置、电源设计、有源电力滤波器、无功发生器等相关设计提供理论支持，也为同学们今后从事与电力电子技术有关的设计、运行、施工奠定理论基础。

本课程是电气工程及其自动化专业核心的专业教育课程，尤其对电气工程及其自动化专业后续专业课程的学习起着承上启下的桥梁作用。过本课程的学习，旨在实现以下能力考核目标：

考核目标 1：通过学习电力电子器件的基础知识，学生能够掌握功率二极管、晶闸管、典型全控型电力电子器件和新型宽禁带器件的开关条件和额定参数，能够根据实际电力电子系统特点合理选择器件及参数。

考核目标 2：通过学习变流技术的基本理论和基础知识，学生掌握整流电路、交流调压电路、直流-直流变换电路和无源逆变电路四种基本电能变换的电路拓扑、工作原理、波形分析和参数计算，针对



实际应用电能变换的各种负载需求和性能指标，合理选择变流电路，根据输入电源和负载需要计算选择主电路参数、控制参数以及元器件及其参数。熟悉四种基本电能变换电路的谐波分析；掌握 PWM 型逆变电路的工作原理、调制方法和波形分析，能够根据规则采样法产生合理的 PWM 调制信号，达到相应的技术指标；能够根据实际应用中的电能变换的需求特点。

考核目标 3:通过本课程的学习，学生能够应用电路、电子技术、基本电能变换电路及控制方法，对典型的电气工程中的电力电子技术问题进行定性分析、模拟和定量计算。

#### 参考教材：

《电力电子技术》，刘进军、王兆安编，机械工业出版社（2022 版）



## II. 考试形式和试卷结构

**考试要求:**本课程考试采用闭卷考试方式,考试的时间为 150 分钟,试卷总分为 100 分,60 分为及格,考试时可以携带无存储及联网功能的计算器。

**考核范围:**本大纲考试内容所规定知识点及知识点下的知识细目,都属于考核范围。

**试卷分数比例:**本课程在试卷中对不同能力层次要求的分数比例大致为:识记占 20%,领会占 30%~40%,简单应用占 30%,综合应用占 10%~20%。

**试卷难度:**试卷中试题的难度可分为:易、较易、较难和难四个等级。每份试卷中不同难度试题的分数比例一般为:2:3:3:2。

**试卷题型:**课程考试命题的主要题型一般有:单项选择题(四选一)、判断题、名词解释、简答题、分析计算题等。在命题工作中必须按照本课程大纲中规定的题型命题,考试试卷使用的题型可以略少,但不能超出大纲规定的范围。



### III. 考试内容和考核要求

#### 第一部分 绪论

##### 一、考试内容

- 1、什么是电力电子技术
- 2、电力电子技术的发展史
- 3、电力电子技术的应用

##### 二、考核要求

- 识记：什么是电力电子技术
- 识记：电力电子技术的发展史
- 识记：电力电子技术的应用

#### 第二部分 电力电子器件

##### 一、考试内容

- 1、电力电子器件概述
- 2、不可控器件—电力二极管
- 3、半控型器件—晶闸管
- 4、典型全控型器件

##### 二、考核要求

- 1、电力电子器件概述
- 识记：电力电子器件的概念和特征
- 识记：应用电力电子器件的系统组成



识记：电力电子器件的分类

## 2、不可控器件--电力二极管

领会：PN 结与电力二极管的工作原理

领会：电力二极管的基本特性

领会：电力二极管的主要参数

领会：电力二极管的主要类型

## 3、半控型器件--晶闸管

领会：晶闸管的结构与工作原理

领会：晶闸管的基本特性

领会：晶闸管的主要参数

识记：晶闸管的派生器件

## 4、典型全控型器件

领会：门极可关断晶闸管

领会：电力晶体管

领会：电力场效应晶体管

领会：绝缘栅双极晶体管

# 第三部分 整流电路

## 一、考试内容

1、可控整流电路

2、变压器漏感对整流电路的影响

3、整流电路的谐波和功率因数

4、大功率可控整流电路



## 5、整流电路的有源逆变工作状态

### 二、考核要求

#### 1、可控整流电路

领会：单相半波可控整流电路结构及工作原理分析

领会：单相桥式全控整流电路结构及工作原理分析

领会：单相全波可控整流电路结构及工作原理分析

领会：单相桥式半控整流电路结构及工作原理分析

领会：三相半波可控整流电路结构及工作原理分析

领会：三相桥式全控整流电路结构及工作原理分析

#### 2、变压器漏感对整流电路的影响

领会：变压器漏感对整流电路的影响

#### 3、整流电路的谐波和功率因数

领会：谐波和无功功率分析基础

领会：带阻感负载时可控整流电路交流侧谐波和功率因数分析

领会：电容滤波的不可控整流电路交流侧谐波和功率因数分析

领会：整流输出电压和电流的谐波分析

#### 4、大功率可控整流电路

领会：双反星形可控整流电路结构及工作原理分析

简单应用：多重化整流电路结构及工作原理分析

#### 5、整流电路的有源逆变工作状态

识记：逆变的概念

领会：三相桥整流电路的有源逆变工作状态



领会：逆变失败与最小逆变角的限制

## 第四部分 逆变电路

### 一、考试内容

- 1、换流方式
- 2、电压型逆变电路
- 3、电流型逆变电路
- 4、多重逆变电路和多电平逆变电路

### 二、考核要求

#### 1、换流方式

领会：逆变电路的基本工作原理

识记：换流方式分类

#### 2、电压型逆变电路

领会：单相电压型逆变电路特点及原理

领会：三相电压型逆变电路特点及原理

#### 3、电流型逆变电路

领会：单相电流型逆变电路特点及原理

领会：三相电流型逆变电路特点及原理

#### 4、多重逆变电路和多电平逆变电路

领会：多重逆变电路特点及原理

领会：多电平逆变电路特点及原理

## 第五部分 直流-直流变流电路

### 一、考试内容



- 1、直接直流变流电路
- 2、间接直流变流电路
- 3、双向直流-直流变流电路

## 二、考核要求

### 1、直接直流变流电路

领会：降压斩波电路结构及工作原理

领会：升压斩波电路结构及工作原理

领会：升降压斩波电路结构及工作原理

领会：丘克斩波电路结构及工作原理

领会：多重斩波电路结构及工作原理

### 2、间接直流变流电路

领会：正激电路结构及工作原理

领会：反激电路结构及工作原理

领会：半桥电路结构及工作原理

领会：全桥电路结构及工作原理

### 3、双向直流-直流变流电路

领会：非隔离型双向直流-直流变流电路

领会：隔离型双向直流-直流电路

## 第六部分 交流-交流变流电路

### 一、考试内容

- 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

## 二、考核要求

### 1、交流调压电路

领会：单相交流调压电路工作原理及特点

领会：三相交流调压电路工作原理及特点

### 2、其他交流电力控制电路

领会：交流调功电路工作原理及特点

领会：交流电力电子开关工作原理及特点

### 3、交-交变频电路

领会：单相交-交变频电路工作原理及特点

领会：三相交-交变频电路工作原理及特点

## 第七部分 脉宽调制(PWM)及相关控制技术

### 一、考试内容

1、PWM 控制技术的基本原理

2、PWM 逆变电路及其典型脉宽调制方法

3、PWM 整流电路及其控制技术

### 二、考核要求

1、PWM 控制技术的基本原理

2、PWM 逆变电路及其典型脉宽调制方法

领会：算法和调制法

领会：异步调制和同步调制

领会：自然采样法与规则采样法



领会：PWM 逆变电路的谐波分析

领会：提高直流电压利用率和减少开关次数

领会：空间矢量脉宽调制

领会：多重化逆变电路和多电平逆变电路的 PWM 控制

### 3、PWM 整流电路及其控制技术

领会：PWM 整流电路的工作原理

简单应用：PWM 整流电路的控制技术



## IV. 题型示例

### 一、单项选择题

在有源逆变电路中，逆变角的移相范围应选（ ）为最好。

- A、 $=90^\circ \sim 180^\circ$                       B、 $=35^\circ \sim 90^\circ$ ，  
C、 $=0^\circ \sim 90^\circ$                          D、 $0^\circ \sim 180^\circ$

### 二、填空题

在通常情况下，电力电子器件功率损耗主要为\_\_\_\_\_，而当器件开关频率较高时，功率损耗主要为\_\_\_\_\_。

### 三、判断题

晶闸管属于全控型器件。（ ）

### 四、名词解释题

整流

### 五、简答题

维持晶闸管导通的条件是什么？怎样才能使晶闸管由导通变为关断？

### 六、分析计算题



图中阴影部分为晶闸管处于通态区间的电流波形，各波形的电流最大值均为  $I_m$ ，试计算各波形的电流平均值  $I_{d1}$ 、 $I_{d2}$ 、 $I_{d3}$  与电流有效值  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$ 。

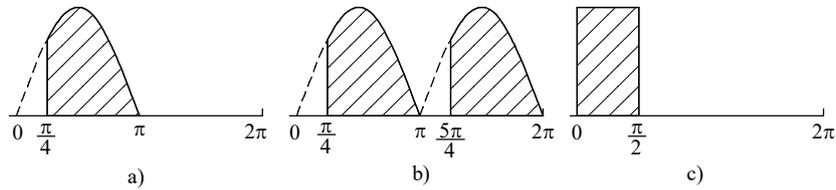


图 晶闸管导电波形

### 参考答案

#### 一、单项选择题

B

#### 二、填空题

通态损耗；开关损耗

#### 三、判断题

×

#### 四、名词解释题

答：整流是指将交流电变换为直流电的过程。

#### 五、简答题



答：维持晶闸管导通的条件是使晶闸管的电流大于能保持晶闸管导通的最小电流，即维持电流。要使晶闸管由导通变为关断，可利用外加电压和外电路的作用使流过晶闸管的电流降到接近于零的某一数值以下，即降到维持电流以下，便可使导通的晶闸管关断。

## 六、分析计算题

$$\text{解： (1) } I_{d1} = \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} I_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{I_m}{2\pi} \left( \frac{\sqrt{2}}{2} + 1 \right) \approx 0.2717 I_m$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} (I_m \sin \omega t)^2 d(\omega t)} = \frac{I_m}{2} \sqrt{\frac{3}{4} + \frac{1}{2\pi}} \approx 0.4767 I_m$$

$$(2) I_{d2} = \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} I_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{I_m}{\pi} \left( \frac{\sqrt{2}}{2} + 1 \right) \approx 0.5434 I_m$$

$$I_2 = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} (I_m \sin \omega t)^2 d(\omega t)} = \frac{\sqrt{2} I_m}{2} \sqrt{\frac{3}{4} + \frac{1}{2\pi}} \approx 0.6741 I_m$$

$$(3) I_{d3} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} I_m d(\omega t) = \frac{1}{4} I_m \quad I_3 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} I_m^2 d(\omega t)} = \frac{1}{2} I_m$$