

《电力电子技术》教学大纲

适用专业：电气类专业
位课

课程层次及学位课否：专业基础课、学

学 时 数：48

学 分 数：3

一、教学目的与任务

（一）教学目的

电力电子技术是建立自动化工业体系及高新技术产业的关键应用技术之一，无论对改造传统工业还是对新建高技术产业如航天、激光、通信、机器人等和高效利用能源均至关重要。

通过本课程的学习，了解常用电力电子器件的原理和特性，掌握电力电子器件基本应用方法；掌握AC-DC，DC-DC，DC-AC，AC-AC四大类变换技术的常用基本电路结构、工作原理和分析方法，并具有一定的实践能力。

（二）教学环节和学时分配

本课程的教学环节主要有：理论课

总学时：48 其中理论学时：36 实践学时：12

二、教学内容与基本要求

（一）第一部分：绪论（理论学时：2+实践学时：0）

1. 教学内容：介绍电力电子技术的发展历史、现代电力电子技术概况、应用现状、研究的前沿领域、本课程的主要授课内容。

2. 基本要求：了解电力电子技术的发展历史、现代电力电子技术概况

3. 重点与难点

（1）重点：应用现状、研究的前沿领域、本课程的主要授课内容

（2）难点：无

（二）第二部分：电力电子器件及其应用（理论学时：8+实践学时：2）

1. 教学内容

（1）电力电子器件概述

介绍电力电子技术常用术语、电力电子电路典型结构、器件工作特征、器件分类等内容。

（2）功率二极管

介绍功率二极管分类、工作特性、主要参数的定义；介绍动态损耗、静态损耗的概念及计算方法、器件设计选择的基本方法；

（3）晶闸管（SCR）

介绍晶闸管的结构与工作原理、工作特性、主要参数的定义、器件设计选择的基本方法。

（4）电力晶体管（GTR）

介绍晶体管的结构与工作原理、工作特性、主要参数的定义、器件设计选择的基本方法；介绍器件安全工作区的概念、晶体管二次击穿的概念及对器件安全工作区的限制。

（5）电力场效应管（P-MOSFET）

介绍电力场效应管的结构与工作原理、工作特性、主要参数的定义、器件设计选择的基本方法。

（6）绝缘栅双极型复合晶体管（IGBT）

介绍绝缘栅双极型复合晶体管的结构与工作原理、工作特性、主要参数的定义、器件设计选择的基本方法。

（7）常用驱动控制电路

介绍驱动控制电路设置的作用、必要性，介绍典型驱动控制电路的结构与工作原理。

（8）常用缓冲吸收电路（自学）

介绍缓冲吸收电路设置的作用、必要性，介绍典型缓冲吸收电路的工作原理与参数设计方法。

（9）其他电力电子器件（自学）

概要介绍MCT、SITH、IGCT、GTO、双向晶闸管（TRIAC）、智能功率模块的基本特性。

2. 基本要求

- (1) 了解电力电子技术常用术语、电力电子电路典型结构
- (2) 掌握电力二极管、SCR、GTR、P-MOSFET、IGBT器件的工作特性和控制方法
- (3) 了解器件的安全工作区及其器件的正确选择、了解典型驱动电路的结构和工作原理、设计方法。

3. 重点与难点

(1) 重点

掌握电力二极管、SCR、GTR、P-MOSFET、IGBT器件的工作特性和控制方法；了解器件的安全工作区及其器件的正确选择、了解典型驱动电路的结构和工作原理

(2) 难点

器件的正确选择

(三) 第三部分：直流—直流变换技术（理论学时：10+实践学时：4）

1. 教学内容

(1) 直流—直流变换技术概述

介绍直流—直流变换电路的功能、作用、典型变换电路分类，介绍PWM、PFM调制的原理与方法、占空比的概念与定义。

(2) 直流降压变换电路（BUCK电路）

介绍电路基本结构、基本工作原理、等效电路模型，并利用等效电路模型阐述电力电子电路稳态工作时的普遍规律：一个周期电容充放电平衡规律、一个周期电感伏秒平衡规律，阐述开关电路小纹波近似的原理与方法；介绍电感电流连续工作状态下电路波形分析的方法，并利用波形解析输入输出关系、电感电流脉动、输出电压脉动等参数，以示例方式示范这些分析方法在工程设计的实际运用；简要介绍电感电流临界连续、断续工作状态的概念。

(3) 直流升压变换电路（BOOST电路）

介绍电路基本结构、基本工作原理，介绍电感电流连续工作状态下电路波形分析的方法，并利用波形解析输入输出关系、电感电流脉动、输出电压脉动等参数。

(4) 直流升降压电路（BUCK-BOOST电路）

介绍电路基本结构、基本工作原理，介绍电感电流连续工作状态下电路波形分析的方法，并利用波形解析输入输出关系、电感电流脉动、输出电压脉动等参数。

(5) 库克电路（CUK电路）

介绍电路基本结构、基本工作原理，介绍电感电流连续工作状态下电路波形分析的方法，并利用波形解析输入输出关系、电感电流脉动、输出电压脉动等参数。

(6) 单管正激变换器

介绍电路基本结构、基本工作原理，介绍电感电流连续工作状态下电路波形分析的方法，并利用波形解析输入输出关系、电感电流脉动、输出电压脉动等参数。

(7) 反激式变换器

介绍电路基本结构、基本工作原理，介绍电感电流连续工作状态下电路波形分析的方法，并利用波形解析输入输出关系、电感电流脉动、输出电压脉动等参数。

(8) 其他常用直流—直流变换电路

概要介绍Sepic、Zeta、双向DC/DC变换、桥式隔离变换器（含半桥、全桥）、推挽隔离变换器的电路结构、基本工作原理与波形、基本输入输出关系，桥式电路和推挽电路中直流偏置问题及预防对策。

2. 基本要求

- (1) 了解直流—直流变换电路的功能、作用、典型变换电路分类，了解PWM、PFM调制的原理与方法、占空比的概念与定义。
- (2) 掌握典型DC—DC变换电路的工作原理与分析方法

3. 重点与难点

- (1) 重点：典型DC—DC变换电路的工作原理与分析方法
- (2) 难点：典型DC—DC变换电路的分析方法

(四) 第四部分：直流—交流变换技术（理论学时：10+实践学时：2）

1. 教学内容

(1) 逆变技术概述

介绍逆变的概念、逆变电路的应用、逆变电路的分类、常用逆变电路结构。

(2) 单相方波逆变电路

介绍单相电压型方波逆变电路的结构、控制规律、阻感性负载下的波形分析方法、利用波形解析电路工作参数的方法、电路工作基本特性。

(3) 单相方波逆变电路输出电压控制

介绍两级电路结构单相方波逆变电路输出电压调节的原理；介绍方波移相调压控制原理、控制规律、运行特性；介绍方波PWM调压控制原理、控制规律、运行特性。

(4) 单相方波逆变电路输出电压谐波控制

介绍SPWM调制的原理和应用、自然采样法产生SPWM波的原理与方法、规则采样法的原理与应用、SPWM调制波的单极性控制和双极性控制应用及其电路运行特性，介绍同步调制、异步调制、分段同步调制的原理与概念，过调制提升直流电压利用率的方法；介绍电流跟踪法和指定消谐法的原理、应用方法、电路工作特性。

(5) 三相逆变电路

介绍三相方波逆变电路的基本结构、电路控制规律、三相对称阻感性负载条件下的波形分析方法、电路运行工作特性；介绍三相SPWM逆变电路的基本结构、三相对称负载条件下的波形分析方法、电路运行工作特性。

(6) 逆变电路输出滤波器的设计（自学）

简要介绍滤波器的电路结构、工作特性、基本的设计原则与方法。

2. 基本要求

- (1) 了解逆变的概念、逆变电路的应用、常用逆变电路结构；
- (2) 掌握方波逆变电路的结构、控制规律、电压调节方法及电路分析方法；
- (3) 掌握单相、三相SPWM调制的原理和应用方法；

3. 重点与难点

(1) 重点

方波逆变电路的结构、控制规律、电压调节方法及电路分析方法，单相、三相SPWM调制的原理和应用方法

(2) 难点：逆变电路分析方法

(五) 第五部分：交流一直流变换技术（理论学时：3+实践学时：2）

1. 教学内容

(1) 单相可控整流电路

介绍单相桥式全控整流电路纯电阻负载、阻感性负载、反电势负载的工作特性及其分析方法，介绍自然换流点和移相触发角的概念、利用工作波形解析电路工作参数的方法；概要介绍单相半控电路的结构与工作原理。

(2) 三相可控整流电路

简要介绍三相半波纯电阻和阻感性负载的工作分析、介绍三相全控桥式整流电路理想状态下电路工作波形的分析方法、阐述理想条件的工程含义、利用工作波形解析电路工作参数的方法；简要介绍换流过程及其对电路工作的影响、三相有源逆变的原理、整流电路的谐波与功率因数。

(3) PWM整流与有源功率因数校正（APFC）（自学）

简要介绍单相BOOST型PWM整流有源功率因数校正（APFC）电路的控制原理、三相有源功率因数校正（APFC）电路的结构、控制原理。

2. 基本要求

- (1) 掌握自然换流点和移相触发角的概念；
- (2) 掌握晶闸管整流电路的工作原理和电路分析方法，了解换流过程的影响、有源逆变的原理；

3. 重点与难点

(1) 重点

单相、三相晶闸管整流电路工作波形的分析方法、有源逆变的原理，自然换流点和移相触发角的概念；

(2) 难点

整流电路工作波形分析、APFC控制原理

(六) 第六部分：交流—交流变换电路（理论学时：3+实践学时：2）

1. 教学内容

(1) 交流电力控制电路

介绍单、三相交流调压电路的工作原理、控制方法及运行特性，包括相控调压、斩控调压、周波控制等内容。

(2) 直接交流—交流变换电路（自学）

概要介绍晶闸管单、三相直接交—交变频电路的工作原理，简要介绍矩阵式交—交变换器的电路结构与工作原理。

(3) 间接交流—交流变换电路（自学）

概要介绍间接交流—交流变换电路的结构、工作原理。

2. 基本要求

(1) 掌握常用交流电力控制电路的工作原理、控制方法、运行特性;

3. 重点与难点

(1) 重点: 交流电力控制电路的工作原理、控制方法

(2) 难点: 无

(七) 第七部分: 软开关与多电平变换 (理论学时: 0+实践学时: 0)

1. 教学内容 (自学)

本章教学重点在于扩展视野, 了解电力电子技术的新技术、新发展, 为今后深入学习打下一定基础。在软开关技术方面: 概要介绍软开关的概念、应用, 实现软开关的基本方法、原理。在多电平变换技术方面: 概要介绍多电平变换技术的概念、PWM多电平电路的基本原理与方法

2. 基本要求

(1) 了解软开关技术基本原理、多电平电路基本原理

3. 重点与难点

(1) 重点: 无

(2) 难点: 无

三、课程考核

1) 平时作业10%: 每次作业以百分制评分, 期末以所有作业的平均分的10%计入总成绩, 作业抄袭或没有及时交作业者以当次作业零分计;

2) 实验项目20%: 项目须在结课前完成, 并有简短的答辩, 抄袭者以零分计;

3) 期末考试70%: 开卷考试, 作弊者以总成绩零分计。

四、推荐教材与参考书目

教材: 《电力电子技术》黄兆安、黄俊主编, 机械工业出版社, 2001年6月第4版

参考书:

1. 《电力电子技术基础》应建平、林渭勋、黄敏超编著, 机械工业出版社, 2003年2月第1版。

2. 《电力电子技术》徐德鸿、马皓、汪樾生主编, 科学出版社2006年8月第1版

3. 《电力电子学》陈坚编著, 高等教育出版社, 2002年1月第1版