

湖南省高等教育自学考试
课程考试大纲

电力电子变流技术
(课程代码: 02308)

湖南省教育考试院组编
2017 年 12 月

高等教育自学考试课程考试大纲

课程名称：电力电子应用技术

课程代码：02308

第一部分 课程性质与目标

一、课程性质与特点

电力电子应用技术是高等教育自学考试电力系统及其自动化（本科）专业的专业核心课程。

电力电子技术是利用电力电子器件对电能的形式进行变换和控制的技术，是介于电气工程三大主要领域——电力、电子和控制之间的交叉学科，在电力、工业、交通、航空航天等领域具有广泛的应用。电力电子技术的应用已经深入到工业生产和社会生活的各个方面，成为传统产业和高新技术领域不可缺少的关键技术，可以有效的节约能源，提高电网的稳定性，并成为新能源与电网的中间接口。

本课程贯彻“理论与应用相统一、自学与实际相结合、工程应用特点明显”的指导思想，涉及电力电子器件及变流原理、基本变流电路、主要控制技术和应用案例等内容。

二、课程目标与基本要求

（一）课程目标

本课程的目的是使考生熟悉电力电子应用技术的基本理论、基本知识、基本电路及其分析方法，熟悉典型电力电子器件的基本结构、外特性、主要参数以及实际应用时应关注的驱动、保护、串并联等问题，掌握各种变流电路的拓扑结构、工作原理、数量计算和控制方法等，并了解它们在电气工程主要领域特别是电力系统中的应用。

（二）基本要求

本大纲的课程基本要求是依据高等教育自学考试的专业考试计划和专业培养目标而确定。课程基本要求从课程考核能力层次、课程考核知识点出发，明确了课程的基本内容以及对基本内容掌握的程度。

本课程主要包括电力电子器件、变流电路及其应用、变流技术三个方面的内容，考生在自学时应

1. 以变流电路为主线——本课程的重点在于研究各类电力电子器件所组成的各种变流电路；而介绍电力电子器件的概念和特性等内容，只是为了便于分析和应用变流电路。因此，考生只需着重熟悉常用电力电子器件的外特性、额定和极限参数，以及驱动、保护、串并联使用等方面，对于器件的内部结构则不必过多关注；必须掌握各种变流电路的组成部分和工作原理，不同性质的负载对主电路工作特性的影响，以及主电路的参数计算和器件选型等；深刻理解 PWM 控制技术。

2. 紧扣波形分析方法——在学习各种变流电路时，要根据电力电子器件的通、断状态，并结合电源电压波形和负载性质，画出各个状态下的相关波形，这样才能加深对主电路工作原理的定性理解，并在此基础上进行数量计算。

3. 注重实验与工程应用——本课程的理论性和实践性均很强，须加强实验动手能力的培养，并从实际工程应用的角度去学习和掌握各种变流电路的理论知识，还应了解各种变流电路应用于电气工程主要领域特别是电力系统中的背景及意义。

三、与本专业其他课程的关系

本课程的先修课程是电工原理、电子技术基础和电机学。学习本课程，必须具备电路的基本概念，掌握电路基本定律和分析计算方法；熟悉基本放大电路原理和集成运放的应用；熟悉晶体管、MOS管的工作原理、特性和典型数字集成电路的逻辑功能及外特性；熟悉交直流电动机的特点及调速方法。

本课程的后续课程是电力系统及其自动化（本科）专业的有关专业课；并可为毕业设计中柔性交流输电系统、高压直流输电、不间断电源和开关电源等方面的选题奠定基础。

第二部分 考核内容与考核目标

第一章 绪论

一、学习目的与要求

本章讲述电力电子技术的基本概念、开关变流原理、电力电子技术的主要应用，以及教材的主要内容和学习方法。

本章的总体要求：了解什么是电力电子技术，其主要的应用领域；理解电力的变换有哪些，何谓整流、逆变；掌握开关变流的思想。

本章的重点及难点：开关变流的本质。

二、考核知识点与考核目标

（一）电力电子技术的基本概念（重点）

识记：1. 电力电子技术的定义；2. 电力的变换形式；3. 整流、逆变的定义

第二章 电力电子器件

一、学习目的与要求

电力电子器件是组成变流电路的基石。本章以不控型器件、半控型器件、全控型器件为主线，对各种器件的结构作了简要介绍，着重介绍其外特性和主要参数、各种器件的特点和应用场合，并给出了一些生产厂商的器件型号和主要参数。相关内容均是以器件的应用为目的而展开的，基本上不涉及器件的制造工艺。

本章的总体要求：了解不控型器件、半控型器件与全控型器件的特点；掌握电力二极管、晶闸管、电力晶体管（GTR）、电力场效应晶体管（P-MOSFET）、绝

绝缘栅双极型晶体管（IGBT）、集成门极换流晶闸管（IGCT）和电子注入增强栅晶体管（IEGT）；理解功率集成模块和智能功率模块；了解其他电力电子器件。

本章的重点及难点：重点是晶闸管、P-MOSFET、IGBT、IGCT 和 IEGT 的外特性及其主要参数；难点是 GTR、P-MOSFET 和 IGBT 的输出特性。

二、考核知识点与考核目标

（一）不控型器件、半控型器件与全控型器件的特点（次重点）

识记：不控型器件、半控型器件与全控型器件的特点

（二）电力二极管（次重点）

识记：电力二极管的基本结构

理解：1. 电力二极管的基本特性；2. 电力二极管的主要参数

应用：能够根据要求选用电力二极管

（三）晶闸管（重点）

理解：1. 晶闸管的基本结构；2. 晶闸管的基本特性；3. 晶闸管的主要参数

应用：能够根据要求选用晶闸管

（四）晶闸管的派生器件（一般）

识记：1. 快速晶闸管的特点及应用时的注意事项；2. 双向晶闸管、逆导晶闸管、光控晶闸管的电气图形符号和伏安特性

（五）典型全控型器件（重点）

识记：1. 典型全控型器件的中文名称和英文简称，以及它们的电气图形符号；2. 功率集成模块与智能功率模块（IPM）的内涵和优点

理解：1. 门极可关断晶闸管的基本结构、工作原理、静态特性和主要参数；2. 电力晶体管的基本结构、工作原理、基本特性和主要参数；3. 电力场效应晶体管的基本结构、基本特性和主要参数；4. 绝缘栅双极型晶体管的基本结构、基本特性、主要参数和封装形式

应用：能够根据要求选用典型全控型器件和 IPM

（六）其他全控型电力电子器件及宽禁带电力电子器件（一般）

识记：1. 静电感应晶体管的特点；2. 静电感应晶闸管的特点；3. 典型的宽禁带半导体材料及器件

理解：1. 集成门极换流晶闸管的优点及应用场合；2. 电子注入增强栅晶体管的优点及应用场合

第三章 AC/DC 变换电路

一、学习目的与要求

AC/DC 变换电路（整流电路）的作用是将交流电能变换成直流电能，从而供给直流用电设备所使用。本章主要介绍相控整流电路的相关知识，涉及到组成及工作原理等；而波形分析方法贯穿于本章始终。

本章的总体要求：了解整流电路常用的名词术语和概念；掌握单相、三相可

控整流电路的原理分析与计算，理解各种不同性质的负载对相控整流电路工作情况的影响；理解变压器漏抗对相控整流电路的影响，建立换相压降、换相重叠角等概念，并掌握相关的计算；了解具有电容性负载的不可控整流电路的特点，理解电容滤波的三相不可控整流电路的原理及计算；了解晶闸管控制极对触发电路基本要求的具体内容及其意义，理解数字触发器；理解产生有源逆变的条件，以及逆变失败的主要原因、最小逆变角的限制等，掌握三相桥式全控整流电路有源逆变工作状态的分析和计算；了解谐波和功率因数的概念，理解并掌握各种相控整流电路的功率因数以及产生谐波情况的定性、定量分析；掌握大功率相控整流电路拓扑结构的特点、原理及计算；熟练掌握波形分析方法。

本章的重点及难点：重点是波形分析方法和三相桥式全控整流电路的结构、工作原理、数量关系、谐波和功率因数分析等；难点是整流电路带阻感性负载时的分析与计算。

二、考核知识点与考核目标

（一）单相半波可控整流电路（次重点）

识记：1. 整流电路常用的名词术语和概念；2. 单相半波可控整流电路带电阻性负载、阻感性负载及续流二极管时的组成；3. 单相半波可控整流电路的缺点

理解：1. 单相半波可控整流电路带电阻性负载时的工作原理；2. 单相半波可控整流电路带阻感性负载（不接或接有续流二极管）时的工作原理

应用：1. 单相半波可控整流电路带电阻性负载时的参数计算；2. 单相半波可控整流电路带阻感性负载（接有续流二极管）时的参数计算

（二）单相桥式可控整流电路（重点）

识记：单相桥式全控整流电路与单相桥式半控整流电路的区别

理解：1. 单相桥式全控整流电路带电阻性负载时的工作原理；2. 单相桥式全控整流电路带阻感性负载时的工作原理；3. 单相桥式全控整流电路带反电动势负载时的工作原理；4. 单相桥式半控整流电路发生的失控现象及解决方法

应用：1. 单相桥式全控整流电路带电阻性负载时的参数计算；2. 单相桥式全控整流电路带阻感性负载时的参数计算；3. 单相桥式全控整流电路带反电动势负载时的参数计算；4. 单相桥式半控整流电路带阻感性负载（接有续流二极管）时的参数计算

（三）单相全波可控整流电路（一般）

识记：单相全波可控整流电路的特点及应用场合

理解：单相全波可控整流电路带电阻性负载时的工作原理

（四）三相半波可控整流电路（次重点）

识记：1. 三相半波可控整流电路的整流变压器一、二次接线及特点；2. 共阴极接法和共阳极接法的定义及特点；3. 三相半波可控整流电路的

自然换相点；4. 三相半波可控整流电路的缺点

理解：1. 共阴极三相半波可控整流电路带电阻性负载时的工作原理及波形；

2. 共阴极三相半波可控整流电路带感性负载时的工作原理及波形

应用：1. 共阴极三相半波可控整流电路带电阻性负载时的参数计算；2. 共阴极三相半波可控整流电路带感性负载时的参数计算

（五）三相桥式全控整流电路（重点）

识记：1. 三相桥式全控整流电路的组成原理；2. 三相桥式全控整流电路的自然换相点；3. 三相桥式全控整流电路的优点

理解：1. 三相桥式全控整流电路带电阻性负载时的工作原理及波形；2. 三相桥式全控整流电路带感性负载时的工作原理及波形

应用：1. 三相桥式全控整流电路带电阻性负载时的参数计算；2. 三相桥式全控整流电路带感性负载时的参数计算

（六）变压器漏抗的影响（次重点）

识记：1. 换流重叠角 γ 的概念；2. 共阴极三相半波可控整流电路在换相过程期间，整流输出电压在数值上的特点；3. 由于变压器漏抗的影响，将产生换相压降，并导致整流输出电压波形畸变、平均值变化等结果

理解：1. 在考虑变压器漏抗时，晶闸管换流的物理过程；2. γ 的计算

（七）具有电容性负载的不可控整流电路（次重点）

识记：1. 具有电容滤波的不控整流电路的应用场合及特点；2. 电容滤波的单相桥式不可控整流电路的基本数量关系

理解：1. 电容滤波的三相不可控整流电路在电流断续时的工作原理及波形；2. 电容滤波的三相不可控整流电路在电流连续时的工作原理及波形

应用：电容滤波的三相不可控整流电路的参数计算

（八）晶闸管的驱动控制（次重点）

识记：1. 晶闸管控制极对触发电路基本要求的具体内容及其意义；2. 同步信号为锯齿波的触发电路的组成部分；3. 集成触发器的优点；4. 数字触发器的优点及组成部分

理解：同步信号为锯齿波的触发电路中关键节点的工作波形

应用：1. 数字触发器中脉冲同步的实现方法；2. 数字触发器中脉冲移相的实现方法；3. 数字触发器中脉冲形成与输出的实现方法

（九）全控整流电路的有源逆变（重点）

识记：1. 有源逆变和无源逆变的概念及应用场合；2. 逆变角 β 的概念；3. 逆变失败的主要原因；4. 决定最小逆变角 β_{\min} 的三个因素——换相重叠角 γ 、管子关断时间 t_q 折合的电角度 δ 和安全裕量角 θ' ；5. 逆变失败的主要防护措施

理解：1. 产生有源逆变的两个条件及其含义；2. 有源逆变时能量的流转方向；3. 三相半波可控整流电路有源逆变状态下的工作原理、电压

波形

应用：三相桥式全控整流电路有源逆变状态下的工作原理、电压波形，计算 U_d 、 I_{VT} 、 P_d 等主要参数

(十) 整流电路的谐波及功率因数（重点）

识记：1. 谐波及功率因数的概念、危害和计算方法；2. 交流输入侧电流谐波的次数、幅值的特点；3. 交流输入侧电流基波因数、位移因数（基波功率因数）和功率因数的计算公式；4. 直流输出侧谐波的次数、幅值的特点；5. 抑制谐波及提高功率因数的措施

理解：相控整流电路直流输出侧的谐波分析方法

应用：带阻感性负载时三相桥式全控整流电路，其交流输入侧电流基波因数、位移因数和功率因数的计算

(十一) 大功率相控整流电路（重点）

识记：1. 整流电路串并联连接后的应用场合及特点；2. 直接并联的六相半波可控整流电路的结构原理；3. 带平衡电抗器的双反星形可控整流电路的特点

理解：1. 带平衡电抗器的双反星形可控整流电路中平衡电抗器的作用；2. 通过三相桥式可控整流电路串并联连接方式构成的 12 脉波整流电路的工作原理；3. 串联多重结构的顺序控制方法的特点及原理

应用：1. 带平衡电抗器的双反星形可控整流电路的波形分析及参数计算；2. 三相桥式可控整流电路串联连接方式构成的 12 脉波整流电路的参数计算

(十二) 相控整流电路的应用（次重点）

识记：1. 晶闸管不可逆直流调速系统与晶闸管可逆直流调速系统的电路结构；2. 晶闸管不可逆直流调速系统与晶闸管可逆直流调速系统的工作象限；3. 高压直流输电的优缺点；4. 高压直流输电系统中换流站的基本结构；5. 电解电源和电弧炉直流电源常选用的整流电路形式

理解：1. 晶闸管不可逆直流调速系统的机械特性；2. 晶闸管可逆直流调速系统在电动机四象限运行时，两组变流器的工作方式

第四章 AC/AC 变换电路

一、学习目的与要求

AC/AC 变换电路是把一种形式的交流电能转变成另外一种形式的交流电能。本章主要介绍交流无触点开关，不改变输出频率、只改变输出电压大小的交流调压电路，实现频率直接变换的相控式交交变频电路，以及交流调功电路。

本章的总体要求：了解交流无触点开关；理解交流调压电路的实质，掌握其输出电压的大小和谐波情况、应用场合；理解并掌握相控式交交变频电路的基本原理、优缺点等；理解交流调功电路的本质；了解 AC/AC 变换电路在电气传动和

电力系统方面的应用。

本章的重点及难点：重点是交流调压电路和相控式交交变频电路；难点是相控式交交变频电路的整流和逆变工作状态的理解，以及其输出电压的调制方法。

二、考核知识点与考核目标

（一）交流无触点开关（一般）

识记：1. 晶闸管交流无触点开关的应用场合、特点及使用时的注意事项；
2. 全控型器件交流无触点开关的形式

（二）恒频变压交流变换电路（交流调压电路）（重点）

识记：1. 交流调压电路的两种控制方式；2. 单相相控式交流调压电路带电阻性、阻感性负载时的组成及原理；3. 斩控式交流调压电路的优点；4. 三相相控式交流调压电路的连接方式及其特点

理解：对于无中性线星形接法的三相交流调压电路带电阻性负载，画出其在不同触发延迟角 α 时的负载两端电压波形

（三）相控式交交变频电路（周波变流器）（重点）

识记：1. 相控式交交变频电路的概念；2. 三相交交变频电路的两种接线方式及其特点；3. 对于三相交交变频电路，改善输入功率因数和提高输出电压的方法；4. 相控式交交变频电路的优缺点

理解：1. 单相交交变频电路的组成及工作原理；2. 单相交交变频电路在整流和逆变工作状态的波形；3. 单相交交变频电路的输入输出特性

应用：用余弦交点法求解单相交交变频电路的 α

（四）交流调功电路（次重点）

识记：1. 交流调功电路的特点及应用场合；2. 交流调功电路与交流调压电路的异同

理解：交流调功电路的控制方式

应用：交流调功电路负载侧输出电压有效值、输出功率、功率因数的计算

（五）AC/AC 变换电路的应用（次重点）

识记：1. 异步电动机软启动器的几种启动方式；2. 晶闸管投切电容器(TSC)、晶闸管控制电抗器(TCR)、晶闸管控制的串联补偿电容器(TCSC)的作用；3. TSC 中所串接的小电感的作用；4. TCR 中晶闸管的移相范围；5. 调整变压器抽头型交流稳压电源的优缺点；6. 变压器绕组组合型交流稳压电源的特点

理解：1. TSC 运行时晶闸管的投切原则；2. TCSC 改变输电线路阻抗的原理

第五章 DC/DC 变换电路

一、学习目的与要求

DC/DC 变换电路能将一组电参数的直流电能变换为另一组电参数的直流电能，这些电参数包括直流电的幅值、极性、阻抗等。本章主要讲述直流斩波电路

的工作原理和控制方式，并对几个典型的斩波电路进行分析，其中最基本的是降压斩波电路和升压斩波电路，这两种斩波电路是理解和学习本章的关键和核心；还介绍了带隔离变压器的 DC/DC 变换电路，输出低电压的同步整流电路和分布式电源，以及 DC/DC 变换电路在电力系统和电源领域的具体应用等内容。

本章的总体要求：了解直流斩波电路的功能及分类；理解直流斩波电路的工作原理和控制方式；掌握降压斩波电路、升压斩波电路、升降压斩波电路；理解 Cuk、Sepic、Zeta 斩波电路；理解可逆斩波电路和带隔离变压器的 DC/DC 变换电路；了解同步整流电路、分布式电源、DC/DC 变换电路的应用。

本章的重点及难点：重点是直流斩波电路的控制方式，降压、升压、升降压斩波电路，以及带隔离变压器的 DC/DC 变换电路；难点是可逆斩波电路。

二、考核知识点与考核目标

（一）DC/DC 变换电路的调制方式（一般）

识记：1. 脉冲宽度调制（PWM）和脉冲频率调制的概念；2. 实际应用中，以 PWM 应用得最多

（二）直流降压斩波电路（Buck 电路）（重点）

识记：负载电流断续的原因

理解：1. Buck 电路给包含有电感、电阻和反电动势的负载供电时，在电流连续时输出电压、电流的波形；2. Buck 电路给包含有电感、电阻和反电动势的负载供电时，在电流断续时输出电压、电流的波形

应用：Buck 电路给包含有电感、电阻和反电动势的负载供电时，计算输出电压和输出电流

（三）直流升压斩波电路（Boost 电路）（重点）

识记：Boost 电路的组成

理解：1. 电力二极管的作用；2. 电压泵升

应用：Boost 电路给电阻性负载供电时，计算输出电压和输出电流

（四）直流升降压斩波电路（重点）

识记：直流升降压斩波电路的组成

理解：直流升降压斩波电路的工作原理

应用：直流升降压斩波电路给电阻性负载供电时的参数计算

（五）Cuk、Sepic、Zeta 斩波电路（次重点）

识记：Cuk、Sepic、Zeta 斩波电路的组成及其特点

理解：全可控型电力电子器件导通、关断时的电流流通路径

应用：Cuk、Sepic、Zeta 斩波电路的参数计算

（六）可逆斩波电路（重点）

识记：1. 电流可逆斩波电路的组成及其特点；2. 桥式可逆斩波电路的组成；3. 桥式可逆斩波电路的三种驱动控制方式——单极性斩波控制、双极性斩波控制、受限单极性斩波控制

理解：1. 电流可逆斩波电路的工作原理；2. 桥式可逆斩波电路在双极性

斩波控制方式下的工作模式和电流流通路径

(七) 带隔离变压器的 DC/DC 变换电路 (重点)

识记: 1. 采用带隔离变压器的 DC/DC 变换电路的原因; 2. 带隔离变压器的 DC/DC 变换电路的分类和典型电路, 以及各典型电路的组成; 3. 半桥、全桥变换器的应用场合

理解: 1. 单端正激变换器中复位绕组所起的消磁作用; 2. 双管正激变换器相较于单端正激变换器的优点; 3. 单端反激变换器不允许空载运行 (即不能工作于负载开路的状态); 4. 半桥变换器的工作原理

(八) 同步整流电路 (一般)

识记: 采用同步整流技术的背景

理解: 半波同步整流电路的工作原理和波形

(九) 分布式电源 (一般)

识记: 1. 与集中式电源相比, 分布式电源所具有的优势; 2. 典型的分布式电源系统结构

(十) DC/DC 变换电路的应用 (次重点)

识记: 1. 典型的太阳能光伏发电系统结构, 以及 DC/DC 变换电路所起的主要作用; 2. 开关电源的概念、特点、组成; 3. 开关电源式脉冲快速充电电源的架构, 以及 DC/DC 变换电路所起的主要作用; 4. 开关电源型弧焊电源的优点、主电路结构, 以及 DC/DC 变换电路所起的主要作用

第六章 DC/AC 变换电路

一、学习目的与要求

DC/AC 变换电路 (逆变电路) 实现将直流电能转换成交流电能。无源逆变和有源逆变同为逆变的两大类型, 其中, 无源逆变电路是将直流电能转换成交流电能后, 直接供给负载的逆变电路, 是电力电子技术中非常活跃的部分; 而有源逆变电路是将直流电能转变为交流电能后, 又馈送回交流电网的逆变电路, 具有广泛的应用。本章主要讲述逆变电路的概念、分类、控制方式, 单相电压型逆变电路和三相电压型逆变电路的主电路拓扑结构、基本工作原理、定量计算方法、输出电压谐波情况等, 电流型逆变电路及其在电气传动领域的应用案例, 典型多电平逆变电路的组成、特点及工作原理, 以及逆变电路在电力系统中的应用情况。

本章的总体要求: 理解逆变的概念以及逆变电路的分类、控制方式; 掌握单相、三相电压型逆变电路组成原理及其工作波形; 了解电流型逆变电路的组成原理; 理解典型多电平逆变电路的组成、特点及工作原理; 了解逆变电路的应用。

本章的重点及难点: 重点是电压型逆变电路的波形分析方法及主要参数计算, 典型多电平逆变电路的组成及工作原理; 难点是电压型逆变电路给阻感性负载供电时, 电流流通路径的分析。

二、考核知识点与考核目标

(一) 逆变电路的分类和控制方式 (次重点)

识记: 1. 逆变电路的分类; 2. 逆变电路的控制方式

理解: 1. 电压型逆变电路和电流型逆变电路各自的主要特点; 2. 有源逆变器与无源逆变器的区别

(二) 单相电压型逆变电路 (重点)

识记: 1. 与开关管反并联的二极管所起的续流作用; 2. 负载交流电压 u_o 的大小取决于直流电压 U_d , u_o 的频率取决于器件的切换频率; 3. 三种驱动控制方式——固定脉冲控制、脉冲移相控制和脉冲宽度控制; 4. 推挽式单相逆变电路的组成、特点、应用场合

理解: 1. 采用固定脉冲控制方式时, 单相半桥式逆变电路、单相全桥式逆变电路的工作原理, 特别是电流的流电路径; 2. 采用脉冲移相控制方式时, 单相全桥式逆变电路的工作原理, 特别是电流的流电路径

应用: 1. 对于采用固定脉冲控制方式的单相半桥式电压型逆变电路, 画出其带阻感性负载时的输出电压、输出电流、晶闸管电流、续流二极管电流的波形; 2. 对于采用脉冲移相控制方式的单相全桥式电压型逆变电路, 画出其带阻感性负载时的工作波形; 3. 计算单相全桥式电压型逆变电路的输出电压

(三) 三相电压型逆变电路 (重点)

识记: 1. 对于 180° 导通型方波输出三相逆变电路, 每 60° 区间内的导通管号和依次每隔 60° 的换流顺序; 2. 设置“死区”的原因

理解: 1. 三相全桥式电压型逆变电路的组成原理; 2. 180° 和 120° 导通型方波输出三相逆变电路的工作波形

应用: 计算 180° 导通型方波输出三相逆变电路的输出电压

(四) 电流型逆变电路 (一般)

识记: 1. 电流型逆变电路的应用场合; 2. 单相桥式电流型逆变电路的组成原理

理解: 1. 负载换流方式; 2. 对于三相串联二极管式电流型逆变电路, 理解换流过程各阶段的电流路径

(五) 多电平逆变电路 (重点)

识记: 1. 多电平逆变电路的三类主要结构; 2. 我国的电压等级; 3. 二极管钳位型三电平逆变电路的组成及特点; 4. 电容钳位型三电平逆变电路的组成及特点; 5. 具有独立直流电源的级联型多电平逆变电路的组成及特点

理解: 1. 二电平逆变电路的不足之处; 2. 二极管钳位型三电平逆变电路的工作原理; 3. 级联式七电平逆变电路的工作波形

(六) 逆变电路的应用 (次重点)

识记: 1. 静止同步补偿器 (STATCOM) 的作用; 2. 并联式、串联式逆变电路感应加热电源的组成; 3. 三相输入单相输出交流方波电源的组

成；4. IGBT 逆变式电阻焊机电源的组成

理解：1. STATCOM 的工作原理及向量图；2. 并联式、串联式逆变电路感应加热电源的工作波形

第七章 PWM 原理与控制技术

一、学习目的与要求

PWM 变流电路已成为逆变电路的主流，其核心技术——PWM 控制技术使得逆变电路如虎添翼，在完善电力电子装置性能方面起到了巨大的推动作用。本章主要讲述 PWM 控制技术的基本原理及基本概念，PWM 技术的实现方法，PWM 逆变电路、PWM 整流电路等，以及 PWM 变流电路的应用。

本章的总体要求：了解 PWM 控制技术的基本原理；掌握 SPWM 波形的生成方法、电流跟踪型 PWM 控制技术、电压空间矢量 PWM（SVPWM）控制技术；掌握 PWM 逆变电路；理解 PWM 整流电路；了解 PWM 变流电路的应用。

本章的重点及难点：重点是 PWM 技术的实现方法，以及 PWM 逆变电路；难点是 SVPWM 控制技术。

二、考核知识点与考核目标

（一）PWM 控制的基本原理及基本概念（重点）

识记：1. 三种控制方式——脉冲宽度调制（PWM）、脉冲频率调制、脉冲幅度调制；2. SPWM 的概念；3. 载波比及调制深度的概念和意义；4. 同步调制、异步调制及分段同步调制的概念和特点；5. 生成 SPWM 波形有两种控制模式——单极性调制和双极性调制

理解：1. PWM 控制的基本原理——面积等效原理；2. 单极性调制和双极性调制的原理

（二）SPWM 波形的生成方法（重点）

识记：1. 生成 SPWM 波形的的方法——等面积法、调制法、低次谐波消去法、电流跟踪控制法、空间电压矢量 PWM 控制等；2. 调制波和载波的概念；3. SPWM 的调制波为正弦波，常用载波为三角波；4. 直流电压利用率；5. 两种准正弦波脉冲宽度调制法——采用梯形波和采用鞍形波作为调制波

理解：1. 自然采样法生成 SPWM 波形的原理；2. 规则采样法生成 SPWM 波形的原理

应用：以 SPWM 在一个周期内有指定个数的脉冲为例，计算采用低次谐波消去法时所需确定的开关时刻

（三）PWM 逆变电路（重点）

识记：1. PWM 逆变电路采用单极性控制模式时，将产生零电平、正电平、负电平；2. PWM 逆变电路采用双极性控制模式时，只产生正电平、负电平

理解：1. 单相桥式 PWM 逆变电路采用单极性、双极性控制模式时，电流

的流电路径；2. 三相桥式 PWM 逆变电路采用双极性控制模式时的工作波形

(四) 电流跟踪型 PWM 控制技术 (重点)

识记：1. 采用滞环比较方式的电流跟踪型 PWM 控制技术的特点；2. 采用定时比较方式的电流跟踪型 PWM 控制技术的特点；3. 采用三角波比较方式的电流跟踪型 PWM 控制技术的特点

理解：采用滞环比较方式的 PWM 电流跟踪控制单相半桥逆变电路的原理

(五) 电压空间矢量 PWM (SVPWM) 控制技术 (重点)

识记：SVPWM 的基本思想

理解：1. 电压空间矢量；2. 8 种工作状态及对应的 8 个基本电压空间矢量；3. 输出 SVPWM 波形的两种方法——非对称和对称

应用：合成期望的电压空间矢量

(六) PWM 整流电路 (次重点)

识记：1. 整流电路的分类——二极管组成的不可控整流电路、晶闸管组成的相控整流电路、全控型器件组成的 PWM 整流电路；2. PWM 整流电路的优点

理解：1. 电压型单相全桥 PWM 整流电路的组成及各部件的作用；2. 电压型单相全桥 PWM 整流电路的工作原理；3. PWM 变流电路的 4 种运行方式；4. PWM 整流电路的间接、直接控制方法

(七) 矩阵式变频电路 (一般)

识记：矩阵式变频电路的特点

(八) PWM 变流电路的应用 (次重点)

识记：1. 交直交变频电路的几种常用主电路形式及特点；2. 不间断电源 (UPS) 和应急电源 (EPS) 的作用；3. UPS 的分类；4. 选用 UPS、EPS 应注意的问题；5. 静止同步串联补偿器 (SSSC)、统一潮流控制器 (UPFC)、并联型有源电力滤波器、串联型有源电力滤波器、统一电能质量调节器 (UPQC) 的概念和作用

理解：1. 后备式、在线互动式、双变换在线式、双变换电压补偿在线式 UPS 的结构；2. 双馈型变速恒频风力发电系统和永磁同步低速直驱式风力发电系统的并网结构

第八章 电力电子器件应用基础

一、学习目的与要求

电力电子器件种类繁多，性能各异，其性能除了与器件的内部结构有关外，还与外部的应用条件密切相关。本章主要讲述应用电力电子器件时应关注的驱动、保护、串并联等问题。

本章的总体要求：掌握电力电子器件驱动技术，以及电力电子器件过电流、过电压、过热的保护措施；了解缓冲与吸收电路；理解电力电子器件进行串并联

连接的原因，以及实现串联器件均压、并联器件均流的常用方法。

本章的重点及难点：重点是电力电子器件驱动技术和保护措施；难点是电力电子器件的串联和并联。

二、考核知识点与考核目标

（一）电力电子器件驱动技术（重点）

识记：1. 驱动电路的功能；2. 电力电子器件按照控制极控制方式进行的分类；3. 晶闸管、GTO、GTR、P-MOSFET、IGBT 对驱动电路的基本要求

（二）电力电子器件的保护（重点）

识记：1. 保护主要有过电流、过电压、过热；2. 过电压保护措施；3. 过电流保护措施；4. 过热保护措施

（三）缓冲与吸收电路（次重点）

识记：1. 缓冲电路的作用；2. 缓冲电路的分类

（四）电力电子器件的串联和并联（重点）

识记：电力电子器件进行串并联连接的原因

理解：1. 解决串联器件均压问题的常用措施；2. 解决并联器件均流问题的常用措施

第九章 软开关变换技术

第十章 电磁兼容性和抗干扰

附录 电力电子电路的仿真

（不作考试要求）

实 践 环 节

一、类型

课程实验

二、目的与要求

电力电子应用技术是一门实践性很强的专业基础课，教学实验是十分必要的。其目的是：

1. 通过实验使考生能进一步巩固所学的基础知识，提高其思考问题和研究问题的兴趣，初步培养起分析问题及解决问题的能力；
2. 培养考生进行科学实验的基本技能；
3. 学会常用电子测量仪器仪表的使用方法。

实验是将理论与实践密切结合的主要手段，考生应给与应有的重视。要求考生不但能从书本上获取理论知识，还要学会在实验中取得更为宝贵的实践知识。例如，考生通过实验，不仅能够更好的掌握波形分析方法，并能更深刻的理解波

形分析方法的重要性。因此，对本课程的每个实验，考生必须认真的预习、准备，积极的思考，细心、安全、合理的进行实验操作，真实、完整的记录实验数据，严格、仔细的分析和总结，写出详实的实验报告，养成严谨、认真、一丝不苟的科学实验态度。

三、内容

本课程共有实验 6 个，前 4 个为必做，后 2 个可选做。

实验项目名称为：

1. 单相桥式可控整流电路；
2. 三相桥式全控整流及有源逆变电路；
3. 单相相控式交流调压电路及交流调功电路；
4. 单相交直交变频电路（阻感性负载）；
5. 晶闸管的简易测试及导通关断条件；
6. 直流斩波电路（设计性）的性能研究。

四、与课程考试的关系

实验与自学阶段中的内容紧密结合，可在考前完成；如果不具备分期实验的条件，则可在本课程考试结束后集中进行。在实验结束后，必须有实验报告并考核。

第三部分 有关说明与实施要求

一、考核的能力层次表述

本大纲在考核目标中，按照“识记”、“理解”、“应用”三个能力层次规定其应达到的能力层次要求。各能力层次为递进等级关系，后者必须建立在前者的基础上，其含义是：

识记：能知道有关的名词、概念、知识的含义，并能正确认识和表述，是低层次的要求。

理解：在识记的基础上，能全面把握基本概念、基本原理、基本方法，能掌握有关概念、原理、方法的区别与联系，是较高层次的要求。

应用：在理解的基础上，能运用基本概念、基本原理、基本方法联系学过的多个知识点分析和解决有关的理论问题和实际问题，是最高层次的要求。

二、教材

1. 指定教材：

电力电子应用技术，郭荣祥、崔桂梅主编，高等教育出版社，2013 年 12 月第 1 版

2. 参考教材：

电力电子技术（第 5 版），王兆安、刘进军主编，机械工业出版社

电力电子技术，曲永印、白晶主编，机械工业出版社，2013 年版

三、自学方法指导

1. 在开始阅读指定教材某一章之前，先翻阅大纲中有关这一章的考核知识点

及对知识点的能力层次要求和考核目标，以便在阅读教材时做到心中有数，有的放矢。

2. 阅读教材时，要逐段细读，逐句推敲，集中精力，吃透每一个知识点，对基本概念必须深刻理解，对基本理论必须彻底弄清，对基本方法必须牢固掌握。
3. 在自学过程中，既要思考问题，也要做好阅读笔记，把教材中的基本概念、原理、方法等加以整理，这可从中加深对问题的认知、理解和记忆，以利于突出重点，并涵盖整个内容，可以不断提高自学能力。
4. 完成书后作业和适当的辅导练习是理解、消化和巩固所学知识，培养分析问题、解决问题及提高能力的重要环节，在做练习之前，应认真阅读教材，按考核目标所要求的不同层次，掌握教材内容，在练习过程中对所学知识进行合理的回顾与发挥，注重理论联系实际和具体问题具体分析，解题时应注意培养逻辑性，针对问题围绕相关知识点进行层次（步骤）分明的论述或推导，明确各层次（步骤）间的逻辑关系。

四、对社会助学的要求

1. 应熟知考试大纲对课程提出的总要求和各章的知识点。
2. 应掌握各知识点要求达到的能力层次，并深刻理解对各知识点的考核目标。
3. 辅导时，应以考试大纲为依据，指定的教材为基础，不要随意增删内容，以免与大纲脱节。
4. 辅导时，应对学习方法进行指导，宜提倡“认真阅读教材，刻苦钻研教材，主动争取帮助，依靠自己学通”的方法。
5. 辅导时，要注意突出重点，对考生提出的问题，不要有问即答，要积极启发引导。
6. 注意对应考者能力的培养，特别是自学能力的培养，要引导考生逐步学会独立学习，在自学过程中善于提出问题，分析问题，做出判断，解决问题。
7. 要使考生了解试题的难易与能力层次高低两者不完全是一回事，在各个能力层次中会存在着不同难度的试题。
8. 助学学时：本课程共 3 学分，建议总课时 54 学时，其中助学课时分配如下：

章 次	内 容	学 时
第一章	绪论	1
第二章	电力电子器件	4
第三章	AC/DC 变换电路	19
第四章	AC/AC 变换电路	5
第五章	DC/DC 变换电路	7
第六章	DC/AC 变换电路	7
第七章	PWM 原理与控制技术	8

第八章	电力电子器件应用基础	3
合 计		54

9. 02308 电力电子应用技术实践助学学时：本课程共 1 学分，建议总课时 18 学时，其中助学课时分配如下：

序 号	实验项目名称	学 时
实验一	单相桥式可控整流电路	4
实验二	三相桥式全控整流及有源逆变电路	6
实验三	单相相控式交流调压电路及交流调功电路	2
实验四	单相交直交变频电路（阻感性负载）	6
合 计		18

五、关于命题考试的若干规定

1. 本大纲各章所提到的内容和考核目标都是考试内容。试题覆盖到章,适当突出重点。
2. 试卷中对不同能力层次的试题比例大致是:“识记”为 30%、“理解”为 40%、“应用”为 30%。
3. 试题难易程度应合理:易、较易、较难、难比例为 2: 3: 3: 2。
4. 每份试卷中,各类考核点所占比例约为:重点占 60%,次重点占 30%,一般占 10%。
5. 试题类型一般分为:单项选择题、填空题、名词解释、简答题、分析计算题。
6. 考试采用闭卷笔试,考试时间 150 分钟,采用百分制评分,60 分合格。

六、题型示例（样题）

一、单项选择题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，请将其选出并将“答题卡”上的相应字母涂黑。错涂、多涂或未涂均无分。

1. 下列电力电子器件中不属于典型全控型器件的是
- A. SCR B. GTO
C. GTR D. IGBT

二、填空题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 晶闸管是晶体闸流管的简称，常用的有螺栓型、 、模块型三种。

三、名词解释（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

- ## 1. 整流

四、简答题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 无源逆变器和有源逆变器有何不同?

五、分析计算题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 在如图所示的直流降压斩波电路中, 已知 $E=100\text{V}$, $R=10\Omega$, L 值极大, $E_M=30\text{V}$, 采用脉宽调制控制方式, $T=50\mu\text{s}$, $t_{\text{on}}=20\mu\text{s}$ 。试:

- (1) 计算输出电压平均值 U_o ;
- (2) 计算输出电流平均值 I_o 。

