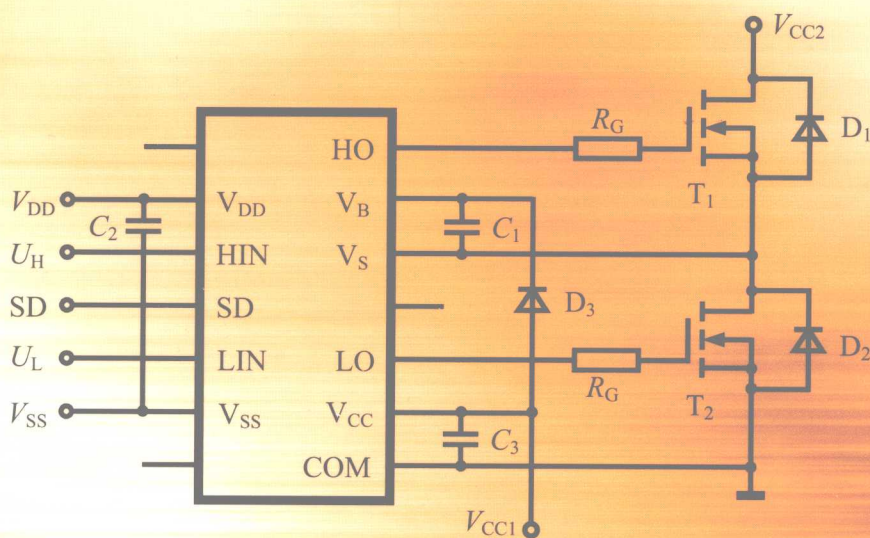




高等院校电子信息与电气学科特色教材

功率电子技术

林欣 编著



清华大学出版社





高等院校电子信息与电气学科特色教材

功率电子技术

林 欣 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书介绍了大功率电子电路的设计技术,包括功率电子器件的工作原理和参数、直流电源开关电路、线性功率放大电路、交流电源开关电路、直流-直流变换技术、直流-交流变换技术、交流-直流变换技术、交流-交流变换技术、软开关技术和功率电子电路安装技术等内容。本书注重功率电子器件的实际应用和功率电子电路的工程设计,采用循序渐进、由浅入深的方式,既系统全面,又兼顾新技术和实用性,便于教学使用和自学参考。

本书适用于电气工程、工业自动化、机电一体化等专业的本科生使用,也可供电子科学与技术及其他相关专业的本科生、研究生参考,还可供从事大功率电路设计和维护的工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

功率电子技术/林欣编著. 北京:清华大学出版社,2009.2

(高等院校电子信息与电气学科特色教材)

ISBN 978-7-302-19135-3

I. 功… II. 林… III. 大功率—电子技术—高等学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 202601 号

责任编辑:王一玲 陈志辉

责任校对:时翠兰

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:24 字 数:592 千字

版 次:2009 年 2 月第 1 版 印 次:2009 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:35.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:029310-01

出版说明

随着我国高等教育逐步实现大众化以及产业结构的进一步调整,社会对人才的需求出现了层次化和多样化的变化,这反映到高等学校的定位与教学要求中,必然带来教学内容的差异化和教学方式的多样性。而电子信息与电气学科作为当今发展最快的学科之一,突出办学特色,培养有竞争力、有适应性的人才,是很多高等院校的迫切任务。高等教育如何不断适应现代电子信息与电气技术的发展,培养合格的电子信息与电气学科人才,已成为教育改革中的热点问题之一。

目前我国电类学科高等教育的教学中仍然存在很多问题,例如在课程设置和教学实践中,学科分立,缺乏和谐与连通;局部知识过深、过细、过难,缺乏整体性、前沿性和发展性;教学内容与学生的背景知识相比显得过于陈旧;教学与实践环节脱节,知识型教学多于研究型教学,所培养的电子信息与电气学科人才还不能很好地满足社会的需求等等。为了适应 21 世纪人才培养的需要,很多高校在电子信息与电气学科特色专业和课程建设方面都做了大量工作,包括国家级、省级、校级精品课程的建设等,充分体现了各个高校重点专业的特色,也同时体现了地域差异对人才培养所产生的影响,从而形成各校自身的特色。许多一线教师在多年教学与科研方面已经积累了大量的经验,将他们的成果转化为教材的形式,向全国其他院校推广,对于深化我国高等学校的教学改革是一件非常有意义的事。

为了配合全国高校培育有特色的精品课程和教材,清华大学出版社在大量调查研究的基础之上,在教育部相关教学指导委员会的指导下,决定规划、出版一套“高等院校电子信息与电气学科特色教材”,系列教材将涵盖通信工程、电子信息工程、电子科学与技术、自动化、电气工程、光电信息工程、微电子学、信息安全等电子信息与电气学科,包括基础课程、专业主干课程、专业课程、实验实践类课程等多个方面。本套教材注重立体化配套,除主教材之外,还将配套教师用 CAI 课件、习题及习题解答、实验指导等辅助教学资源。

由于各地区、各学校的办学特色、培养目标和教学要求均有不同,所以对特色教材的理解也不尽一致,我们恳切希望大家在使用本套教材的过程中,及时给我们提出批评和改进意见,以便我们做好教材的修订改版工作,使其日趋完善。相信经过大家的共同努力,这套教材一定能成

为特色鲜明、质量上乘的优秀教材,同时,我们也欢迎有丰富教学和创新实践经验的优秀教师能够加入到本丛书的编写工作中来!

清华大学出版社

高等院校电子信息与电气学科特色教材编委会

联系人:王敏稚 wangmz@tup.tsinghua.edu.cn

前言

一个完整的电路,必然在最后的输出部分涉及到驱动各类负载的问题。作为电路的前级,基本上采用的是小信号处理电路,其电路由小功率器件或小功率的集成电路构成,工作电压也比较低,属于弱电范围。而驱动各类负载往往是进行大信号的处理,要求器件的耗散功率比较大,供电电压也比较高,这就在使用的器件上、电路的设计方法和设计要求等方面均与小信号处理有所不同。

在大学的电子类课程中,模拟电子技术(或电子线路)、数字电子技术、单片计算机原理、嵌入式系统等课程均主要介绍在小信号、弱电范围内的电路器件、电路设计原理和电路构成方式,这些电路的输出能力均比较弱,无法满足大功率负载的驱动要求。设计一个完整的电路,经常会遇到诸如发光二极管点阵显示牌的驱动,直流伺服电动机、步进电机的驱动,几十瓦~几百瓦音频功率放大器设计,交流伺服电动机的驱动等大功率负载的驱动和大功率电路的设计问题,有时也会遇到如开关电源的设计,遥控开、关机或微动开关开、关机装置设计等电源转换和电源管理等类型的问题。而这些问题在上述课程中均很少涉及到。

本书建立在通用的模拟电子技术、数字电子技术、单片计算机原理等学科的基础之上,主要讲述基本的大功率电路构成原理和设计方法,使读者掌握大功率电路的有关知识,能够对大功率负载进行驱动和控制。作为一个从事电路设计或电路维护的技术人员,仅仅掌握小信号处理电路的电路原理和设计方法是远远不够的,只有在掌握小信号处理电路的基础上,对大功率电路的原理、设计方法也有比较深入的了解和掌握,才能够比较全面地掌握一个完整电路的设计和维修。

功率电子电路的作用并不是仅仅局限于各类负载的简单驱动上。利用功率电子技术的电路方法,通过对电源的有效控制以及对电源形式的合理变换,可以使电机等大功率负载的工作效率、精度等得到很大的提高,而能耗却可以大幅度地降低,这对于提高设备的工作效能和节能降耗具有重要的意义。因此,功率电子技术成为了当前高新技术产业发展的重要技术基础,其发展正在变革着过去的很多功率设备的驱动和控制方式。从这个角度上看,学习功率电子技术的意义不仅是一个完整电路的设计问题,而是进入了一个崭新的负载设备控制和电源形式变换的领域。

本书内容分为11章。

第1章 绪论。主要介绍功率电子技术的主要内容、功率电子电路设计要求、功率电路的计算方法。

第2章 功率器件及其性能。介绍功率电子电路主要使用的功率器件,如功率二极管、功率三极管、功率 MOSFET、IGBT、晶闸管、可关断晶闸管以及一些比较新型的功率器件,通过对这些器件的结构和性能的介绍,为这些器件的使用奠定基础。

第3章 直流电源开关电路。介绍利用功率器件构成的低端、高端直流电源开关电路的电路形式、设计方法以及应用形式。同时,本章还介绍了 H 桥电路和脉冲宽度调制(PWM)的原理以及应用形式。

第4章 线性功率放大电路。介绍 A、B、C、D 四类线性功率放大电路的工作原理、电路构成、电源转换效率等内容。

第5章 交流电源开关电路。介绍利用晶闸管构成的交流电源开关电路的电路形式、设计方法以及触发电路的形式。

第6章 开关电源技术(DC/DC 变换技术)。介绍各种非隔离型开关电源和隔离型开关电源的工作原理、电路形式和设计方法,同时也介绍了电子装置的电源管理方法。

第7章 逆变技术(DC/AC 变换技术)。介绍各种实现无源逆变功能的 DC/AC 变换电路的电路形式、工作原理和控制方法,包括采用 SPWM 技术实现的输出波形为正弦波的无源逆变电路。

第8章 整流技术(AC/DC 变换技术)。介绍能够实现整流和调压功能的相控整流电路、PWM 整流电路的工作原理、电路形式和控制方法。同时介绍利用整流电路实现有源逆变的工作原理和控制方法。

第9章 交流-交流变换技术(AC/AC 变换技术)。介绍了通过交流-交流变换以及交流-直流-交流变换实现交流调压与交流变频的原理、电路形式和控制方法。

第10章 软开关技术。介绍利用 LC 谐振实现功率器件软开关功能的开关电路构成形式和工作原理。

第11章 功率电子电路安装技术。介绍了功率电子电路的布局、走线的基本原则以及功率器件的散热设计。

本书内容可以分为三大部分。

第一部分为第1~5章。除第1章为绪论,对功率电子电路的主要特点和设计要求进行概述外,第2章对主要功率器件及其性能、参数等进行了比较详细地介绍,在随后的第3~5章中,分别对这些功率器件的电路构成、驱动要求、缓冲、保护等技术环节进行了介绍,使读者可以比较全面地掌握功率器件的使用方法和电路设计要求,为功率器件的应用奠定坚实的基础。通过此部分内容的学习,读者即可掌握大功率负载的基本驱动方法,设计各种基本的驱动电路。

第二部分为第6~9章。此4章内容介绍了4种电源变换技术,即 DC/DC 变换技术、DC/AC 变换技术、AC/DC 变换技术和 AC/AC 变换技术,包括4种电源变换形式的原理、方法和电路结构等。结合第一部分的功率器件应用基础,便可以设计出各种电源变换电路。

第三部分为第10,11章。第10章主要介绍能够降低功率器件开关损耗的软开关技术。第11章介绍制作功率电子电路时,电路的布局、印刷线路板的设计、散热器的设计等安装技术。

本书注重于功率器件的应用能力和实际功率电子电路设计能力,采用循序渐进、由浅入深的方式,在介绍功率器件及其性能、参数后,即通过直流电源开关电路、线性功率放大电路

和交流电源开关电路三章,详细介绍由各种功率器件构成的最基本电路的形式和电路设计方法,为功率器件的应用奠定坚实的基础。在这个基础上,再介绍电源变换技术,以使读者除了从电路的结构上了解电源变换电路的形式、工作原理和控制方式外,对于具体电路的设计也有明确的概念。最后,介绍了软开关技术和功率电子电路安装技术。

“功率电子学”与“电力电子学”的英文名称同为 Power Electronics,国内的此类教材常采用“电力电子”名称,其内容主要侧重于介绍能够为工业、制造业的负载发送强功率的4种电力变换技术。而本书撰写的出发点在于试图使书中内容有更宽的适用领域,比较全面地介绍各式各样的功率电子电路。这里提到的“功率电子电路”是指当负载的功率要求超出了普通小功率电子电路所能解决的范围时,必须采用能够提供更大功率输出的一类电路。功率电子电路的基本功能是对各类功率负载的驱动,同时包括对于电源形式的变换。因此,本书中除介绍4种电力变换技术外,将直流电源开关电路、线性功率放大电路、交流电源开关电路、电源管理技术等内容同样作为重点内容,而这些内容实际上是功率电子电路的基础。由于这一原因,本书采用了“功率电子技术”这一名称。

本书力求为各种电气工程专业、工业自动化专业、机电一体化专业以及涉及功率输出的有关专业的本科生、研究生提供一种适用范围宽、接近实际应用的教材和参考用书。对于非强电类专业的学生,也可只学习第1~5章,即可为功率电子电路的设计奠定比较坚实的基础,能够掌握各种功率负载的一般驱动电路。学习第6~9章,将对各种电源变换技术有比较深入的理解,能够在电源设计、电气自动化、机电一体化等领域充分发挥作用。第10章是软开关技术,将此技术应用于功率电子电路中,可以有效地降低开关器件的损耗。第11章是功率电子电路的安装技术,讲述功率电子电路实际安装方面的技术要求。

由于作者的业务水平和教学经验有限,书中的错误及不妥之处在所难免,殷切希望广大读者和同行给予批评指正。

作者

2008年7月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 功率电子技术的研究内容	1
1.2 功率电子电路的性能要求	3
1.3 功率电子技术的应用效能	5
1.4 功率电子电路中的常见波形及计算	7
1.4.1 常见波形的描述方程	8
1.4.2 平均值	9
1.4.3 均方根值	10
1.4.4 功率	11
小结	13
思考题与习题	14
第 2 章 功率器件及其性能	15
2.1 概述	15
2.2 功率二极管	16
2.2.1 功率二极管的结构和工作原理	16
2.2.2 功率二极管的特性和主要参数	16
2.2.3 功率二极管的主要类型及用途	18
2.3 双极型功率三极管	19
2.3.1 功率三极管的结构和工作原理	19
2.3.2 功率三极管的特性和主要参数	20
2.3.3 功率三极管的击穿特性和安全工作区	22
2.3.4 达林顿功率三极管	24
2.4 功率场效应晶体管	25
2.4.1 功率 MOSFET 的结构和工作原理	25
2.4.2 功率 MOSFET 的特性和主要参数	26
2.4.3 功率 MOSFET 的安全工作区	31
2.4.4 功率 MOSFET 的技术特点	32
2.5 绝缘栅双极型三极管	32
2.5.1 IGBT 的结构和工作原理	33
2.5.2 IGBT 的特性和主要参数	34
2.5.3 IGBT 的擎住效应和安全工作区	36
2.5.4 IGBT 的技术特点	37



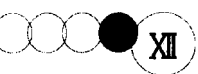
2.6	晶闸管	37
2.6.1	晶闸管的结构和工作原理	37
2.6.2	晶闸管的特性和主要参数	39
2.6.3	晶闸管的技术特点	43
2.7	晶闸管的派生器件	43
2.7.1	双向晶闸管	43
2.7.2	可关断晶闸管	45
2.7.3	逆导晶闸管	47
2.7.4	光控晶闸管	48
2.8	光电耦合器	48
2.8.1	光电耦合器的结构和工作原理	48
2.8.2	光电耦合器的主要参数	49
2.9	其他新型功率电子器件	51
2.9.1	静电感应晶体管	51
2.9.2	静电感应晶闸管	52
2.9.3	MOS 控制晶闸管	52
2.9.4	集成门极换流晶闸管	53
小结		54
思考题与习题		55
第3章	直流电源开关电路	56
3.1	概述	56
3.2	低端电源开关电路	57
3.2.1	最简单的低端开关	57
3.2.2	双极型功率三极管 GTR 构成的低端开关	64
3.2.3	功率 MOSFET 构成的低端开关	70
3.2.4	IGBT 构成的低端开关	74
3.2.5	开关电路的缓冲电路和负载回扫电压的抑制	78
3.3	高端电源开关电路	82
3.3.1	最简单的高端开关	82
3.3.2	双极型功率三极管(GTR)构成的高端开关	86
3.3.3	功率 MOSFET 和 IGBT 构成的高端开关	88
3.4	H 桥开关电路	95
3.5	脉冲宽度调制技术	98
3.6	功率电子器件的并联	102
小结		104
思考题与习题		105

第 4 章 线性功率放大电路	108
4.1 概述	108
4.2 A 类功率放大电路	110
4.2.1 由 GTR 构成的 A 类功率放大电路	110
4.2.2 变压器耦合 A 类功率放大电路	113
4.2.3 由功率 MOSFET 构成的 A 类功率放大电路	114
4.3 B 类(AB 类)功率放大电路	117
4.3.1 B 类功率放大电路的工作特点及参数计算	117
4.3.2 B 类功率放大电路中功率输出晶体管的选择	120
4.3.3 由双极三极管构成的 B 类功率放大电路	122
4.3.4 由功率 MOSFET 构成的 B 类功率放大电路	128
4.3.5 由运算放大器与 B 类功率放大器构成的闭环电路	130
4.3.6 浮动电源功率放大电路	132
4.3.7 以差分电路作为输入级的功率放大电路	137
4.3.8 功率放大电路功率输出器件的保护	138
4.3.9 集成 B 类(AB 类)功率放大器	140
4.4 C 类功率放大电路	144
4.5 D 类功率放大电路	146
4.5.1 D 类功率放大电路的基本特点	146
4.5.2 D 类功率放大电路的脉冲宽度调制方式	147
4.5.3 D 类功率放大器的开关频率和滤波器频率	152
4.5.4 集成的 D 类功率放大电路	153
小结	155
思考题与习题	156
第 5 章 交流电源开关电路	158
5.1 概述	158
5.2 晶闸管交流电源开关电路	160
5.2.1 晶闸管对门极触发信号的要求	160
5.2.2 交流电源开关电路基本形式	161
5.2.3 电流上升速率的抑制	164
5.2.4 电压变化速率的抑制	165
5.2.5 晶闸管的零交叉开启	167
5.3 晶闸管的移相控制触发电路	168
5.3.1 晶闸管移相控制触发电路的要求和分类	169
5.3.2 双向交流开关移相触发电路	170



5.3.3	单结晶体管移相触发电路	171
5.3.4	同步信号为锯齿波的触发电路	173
5.3.5	集成触发电路	176
5.3.6	数字触发电路	179
小结		180
思考题与习题		180
第 6 章	开关电源技术(DC/DC 变换技术)	181
6.1	概述	181
6.2	非隔离型 DC/DC 变换电路	183
6.2.1	降压型电路	183
6.2.2	降压型电路开关调节器	188
6.2.3	升压型电路	190
6.2.4	升压型电路开关调节器	195
6.2.5	升降压型电路	196
6.3	隔离型 DC/DC 变换电路	198
6.3.1	反激式电路	199
6.3.2	正激式电路	205
6.3.3	推挽式电路	209
6.3.4	半桥式电路	212
6.3.5	全桥式电路	215
6.3.6	各种隔离型 DC/DC 变换电路的特点	219
6.4	典型集成开关电源控制器及应用电路	220
6.4.1	UC3842 开关电源控制器	220
6.4.2	SG3525A 开关电源控制器	224
6.5	电源管理技术	227
6.5.1	电路的开、关机管理	227
6.5.2	电源转换效率管理	229
小结		229
思考题与习题		230
第 7 章	逆变技术(DC/AC 变换技术)	231
7.1	概述	231
7.2	电压型逆变电路	232
7.2.1	单相电压型逆变电路	232
7.2.2	电压型三相逆变电路	235
7.3	电流型逆变电路	238

7.4 正弦脉冲宽度调制逆变电路	240
7.4.1 单相桥式 SPWM 逆变电路	241
7.4.2 三相桥式 SPWM 逆变电路	243
7.4.3 异步调制与同步调制	245
7.4.4 SPWM 控制信号的生成	246
7.5 不间断电源	249
7.5.1 后备式 UPS	249
7.5.2 在线式 UPS	250
小结	251
思考题与习题	252
第 8 章 整流技术(AC/DC 变换技术)	253
8.1 概述	253
8.2 单相相控整流电路	254
8.2.1 单相半波相控整流电路	255
8.2.2 单相桥式全控整流电路	258
8.2.3 单相桥式半控整流电路	263
8.2.4 单相双半波可控整流电路	264
8.3 三相相控整流电路	265
8.3.1 三相半波可控整流电路	265
8.3.2 三相桥式全控整流电路	268
8.3.3 变压器漏感对整流电路的影响	272
8.4 相控整流电路的谐波和功率因数	275
8.4.1 谐波和功率因数分析	275
8.4.2 整流电路交流侧谐波和功率因数分析	277
8.4.3 整流输出电压和电流的谐波分析	278
8.5 大功率相控整流电路	281
8.5.1 六相半波可控整流电路	281
8.5.2 多重化可控整流电路	284
8.6 电容的滤波作用	285
8.6.1 单相全波整流电路的电容滤波	285
8.6.2 三相全波整流电路的电容滤波	286
8.7 整流电路的有源逆变工作状态	288
8.7.1 单相桥式全控整流电路的有源逆变	288
8.7.2 三相半波整流电路的有源逆变	291
8.7.3 三相桥式全控整流电路的有源逆变	292
8.7.4 逆变失败与最小逆变角的限制	293



8.8 脉冲宽度调制整流电路	295
8.8.1 电压型 PWM 整流电路	296
8.8.2 电流型 PWM 整流电路	304
8.8.3 电压型与电流型 PWM 整流电路的性能特点比较	309
小结	310
思考题与习题	311
第 9 章 交流-交流变换技术(AC/AC 变换技术)	313
9.1 概述	313
9.2 交流调压电路	314
9.2.1 半波通断控制电路	314
9.2.2 相位控制单相交流调压电路	316
9.2.3 三相相控交流调压电路	320
9.2.4 斩波控制交流调压电路	323
9.3 交流变频电路	326
9.3.1 单相交流-交流直接变频电路	326
9.3.2 三相交流-交流直接变频电路	329
9.3.3 交流-直流-交流间接变频电路	330
小结	332
思考题与习题	333
第 10 章 软开关技术	334
10.1 概述	334
10.1.1 软开关的基本概念	334
10.1.2 软开关电路的分类	335
10.2 准谐振电路	336
10.2.1 零电压开关准谐振电路	336
10.2.2 零电流开关准谐振电路	338
10.3 零开关 PWM 电路	340
10.3.1 零电压开关 PWM 电路	340
10.3.2 零电流开关 PWM 电路	342
10.4 零转换 PWM 电路	343
10.4.1 零电压转换 PWM 电路	344
10.4.2 零电流转换 PWM 电路	345
10.5 软开关技术应用实例	346
10.5.1 移相全桥型零电压开关 PWM 电路	346
10.5.2 谐振直流环电路	348



小结	349
思考题与习题	350
第 11 章 功率电子电路安装技术	351
11.1 概述	351
11.2 功率电子电路的布局与走线	352
11.2.1 功率电子电路的布局	352
11.2.2 功率电子电路的走线	353
11.3 器件的散热	356
小结	359
思考题与习题	359
索引	361
参考文献	364

第1章

绪 论

1.1 功率电子技术的研究内容

功率电子电路是指当负载的功率要求超出了普通小功率电子电路所能解决的范围时,必须采用的能够提供更大功率输出的一类电路。在实际的应用中,许多负载的功率要求超出了普通小功率电子电路所能解决的范围,必须采用能够提供更大功率输出的电路,才能满足这类负载的功率要求。如驱动小型电动机需要几十伏电压和几百毫安~几安的电流,控制照明灯具的调光需要 220V 电压和几百毫安~几安的电流,这样的功率要求是普通小功率电子电路无法达到的,需要由功率电子电路进行驱动。大功率负载则对电压和电流有更高的要求,如驱动工业电动机要求 220V 或 380V 的交流电压,电流为几十安或者更大,驱动大型的工业设备有时还要求有几千安的电流等。对于这类负载的驱动和控制,小功率电子电路更是无能为力,必须由功率电子电路来完成。

各种大功率负载对于驱动和控制的要求是不同的,有些负载只要求控制电源的接通与断开,如控制照明灯具的点亮与熄灭、电动机的运转与停止等。但有些负载则要求电源形式的变换和调节,如控制直流电动机调速运行时,要求以直流电源供电,且直流电源的输出电压应根据电动机的速度要求实时进行调节;控制交流伺服电动机调速运行工作,要求以交流电源供电,但交流电源的输出频率应根据电动机的速度要求实时调节变化。

对于只要求控制电源通、断的负载,可以通过开关电路进行控制,但由于这类负载往往要求的是高电压、大电流的通、断控制,需要由功率电子电路来构成电源开关。对于要求电源形式变换和调节的负载,则需要对电源形式的变换,且这种变换常常要求有较大的输出功率,如几十瓦、几百瓦、几千瓦,甚至更大。显然,这样的电源形式变换也只能通过功率电子电路加以实现。

由此可见,功率电子电路有着广泛的应用领域。对于一个完整的电路而言,功率电子电路往往是不可或缺的,因为电路体现其功能的最终手段就是驱动各类负载执行相应的功能和动作。而对于大功率负载,其驱动通常需要由功率电子电路来完成。

研究各种功率电子电路的构成形式、工作机理和设计方法的学科称为功率电子学或功率电子技术。功率电子学和功率电子技术是一个学科,但一般认为功率电子学偏重于功率电子电路的理论研究,功率电子技术则偏重于功率电子电路的应用研究。功率电子学和功率电子技术主要研究以下内容。

1. 功率电子器件

为了能够提供大功率的输出,功率电子电路的输出部分往往需要采用大功率的电子器

件,如功率二极管、双极型功率三极管、功率 MOSFET、IGBT、晶闸管、双向晶闸管等,这些器件在性能、工作速度、驱动方式等方面与小功率的电子器件均存在较大的差异。使用这些器件,需要对器件的工作机理、性能参数等有深入的了解,并根据器件的参数和功率电子电路的具体情况,配以相应的驱动电路、缓冲电路、保护电路等,以保证器件可靠地工作。

2. 直流电源开关电路

许多直流负载的控制仅仅需要控制其与电源的通断状态,如灯泡的亮灭、直流电机的启停及转动方向的切换等。利用由功率电子器件构成的直流电源开关电路,可对这类负载进行控制。此外,直流电源开关电路在以脉冲宽度调制(PWM)方式工作时,可对输出电压进行调节,对负载进行调压控制或调功控制。

3. 线性功率放大电路

对于音频等模拟信号的大功率输出需要采用线性功率放大电路,在保证信号低失真度的前提下,实现大功率输出。线性功率放大电路工作在大信号状态下,其电路设计方法、输出级器件的选择等方面均与工作在小信号状态下的小功率放大电路有很大的差别,尤其是D类放大器的出现,其工作状态与小功率放大电路有本质的区别。

4. 交流电源开关电路

许多交流负载的控制仅仅需要控制其与电源的通断状态,如灯泡的亮灭、交流电机的启停等。利用由功率电子器件构成的交流电源开关电路,可对这类负载进行控制。

5. 直流-直流变换电路

直流-直流变换电路是将直流电的参数(电压、极性)进行变换的电路。直流-直流变换电路可将输入的直流电压进行降压或升压变换,如果将电力线路提供的交流电压经整流后作为输入的直流电压,直流-直流变换电路就可构成目前广泛使用的开关电源或其他形式的直流电源。此外,电源的管理也是现代电子装置广泛使用的一项技术,它使电子装置可通过遥控方式或微动开关控制方式进行开机和关机,并可根据负载的情况,调整电源电路的工作状态,以使电源电路始终具有比较高的电源转换效率。

6. 直流-交流变换电路

直流-交流变换电路是将直流电转换为交流电的电路,通常也称为逆变电路。逆变电路可将蓄电池中存储的直流电能、光电池产生的直流电能、风力发电产生的不稳定电能形式转换为稳定的交流电能,为交流设备供电或送入电网。

7. 交流-直流变换电路

交流-直流变换电路是将交流电转换为直流电的电路,通常也称为整流电路。整流电路可将电力线路提供的交流电压整流为直流电压,并可在整流过程中调节输出直流电压的幅值,对直流负载进行调压控制。此外,整流电路还可实现有源逆变,即将直流负载产生的直流电能逆变为交流电,反馈回交流电力线路中。