



DIAN LI DIAN ZI JI SHU

主编◎李建霞

 吉林大学出版社

21 世纪精品教材系列

电力电子技术

主 编 李建霞

副主编 漆芳兰 孙丽萍 吴立东

主 审 孙福成

 吉林大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电力电子技术 / 李建霞主编. — 长春: 吉林大学出版社, 2014.12

ISBN 978-7-5677-2849-3

I. ①电… II. ①李… III. ①电力电子技术—教材
IV. ①TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 304501 号

书 名: 电力电子技术
作 者: 李建霞 主编

责任编辑: 刘守秀 责任校对: 刘守秀
吉林大学出版社出版、发行
开本: 787×1092 毫米 1/16
印张: 12.5 字数: 200 千字
ISBN 978-7-5677-2849-3

封面设计: 可可工作室
北京楠海印刷厂 印刷
2015 年 1 月 第 1 版
2015 年 1 月 第 1 次印刷
定价: 29.00 元

版权所有 翻印必究

社址: 长春市明德路 501 号 邮编: 130021
发行部电话: 0431-89580028/29
网址: <http://www.jlup.com.cn>
E-mail: jlup@mail.jlu.edu.cn

前 言

电力电子技术是一门新兴的高新技术,是由电力电子器件、电力电子电路、电力电子的系统及控制三部分组成的,是自动控制系统、变频调速应用等课程的先行课程。同时,也是电气信息类其他相关专业的重要基础课程之一。本书依据应用型人才培养目标,遵循“面向就业,突出应用”的原则,注重教材的“科学性、通用性、实用性”,便于教学,保证本学科内容体系完整,理论联系实际,掌握基础知识、突出时代气息,强调知识的循序渐进,兼顾知识的系统性,注重培养学生的实践能力。通过本课程的学习,学生能理解并掌握电力电子技术领域的相关知识,培养其分析问题、解决问题的能力,了解电力电子学科领域的发展方向。

本书对教学内容及所编章节顺序进行了合理的规划,本书以器件为基础,系统介绍相关理论;各种变换电路的知识点相对集中,便于全面理解和掌握;做到“注重基础、精选内容、定性为主、方便教学”。因此在内容上充分考虑了与后续课程的紧密衔接问题,做到既打好必要的基础,又尽量避免重复,以减少整个教学计划的学时;重点和难点部分尽量翔实,便于自学;各章、节内容既有联系,又有相对的独立性。因此在使用时,各院校可根据教学计划的需要进行适当的删减。

本书共7章。第1章介绍常用的电力电子器件的工作原理,重点是外特性、参数、驱动电路和保护。第2章至第6章详细地介绍可控整流电路、直流斩波电路、有源逆变、变频电路等变换电路的组成、工作原理,重点是波形绘制、有关参数计算以及其主要应用范围。第7章介绍UPS不间断电源、变频调速装置等电力电子装置的组成、工作原理和实际应用。为了便于教师讲授与学生的学习,本书还编排了适当的例题和大量的习题。

本书由李建霞任主编,漆芳兰、孙丽萍、吴立东任副主编。参加编写的有:李建霞(绪论部分、第1章及第4章,全书统稿校对),漆芳兰(第2、3章),孙丽萍(第5、6章),吴立东(第7章)。书中的大量图片由甘肃畜牧工程职业技术王昭同老师处理,在此表示感谢!

由于作者水平有限,本书难免有遗漏和错误之处,期望使用本教材的老师和学生批评指正。

作 者
2014年9月



目 录

绪 论	(1)
1.1 电力电子技术的发展	(2)
1.2 电力电子技术的应用	(5)
1.3 教材的内容使用说明	(7)
第 1 章 电力电子器件	(8)
1.1 电力电子器件概述	(8)
1.2 电力二极管	(9)
1.3 晶 闸 管	(15)
1.4 典型全控型器件	(23)
1.5 其他新型电力电子器件	(38)
1.6 电力电子器件的驱动	(40)
1.7 电力电子器件的保护	(47)
1.8 电力电子器件的串联和并联	(50)
第 2 章 相控整流电路	(54)
2.1 单相半波可控整流电路	(54)
2.2 单相桥式全控整流电路	(57)
2.3 单相桥式半控整流电路	(61)
2.4 单相全波可控整流电路	(63)
2.5 三相可控整流电路	(63)
2.6 三相桥式全控整流电路	(67)
2.7 整流电路的有源逆变工作状态	(69)
第 3 章 直流斩波电路	(81)
3.1 降压斩波电路	(81)



3.2	升压斩波电路	(84)
3.3	升降压斩波电路	(86)
3.4	Cuk 斩波电路	(88)
3.5	Sepic 斩波电路和 Zeta 斩波电路	(90)
第 4 章	逆变电路	(94)
4.1	概 述	(94)
4.2	电压型 DC/AC 变换电路	(98)
4.3	逆变电路的 SPWM 脉宽控制技术	(104)
4.4	SPWM 调制技术	(110)
4.5	SPWM 控制技术	(111)
4.6	PWM 逆变电路的谐波分析	(113)
第 5 章	交流电力控制电路和交交变频电路	(118)
5.1	交流调压电路	(118)
5.2	其他交流电力控制电路	(130)
5.3	交交变频电路	(134)
5.4	矩阵式变频电路	(146)
第 6 章	软开关技术	(153)
6.1	软开关的基本概念	(153)
6.2	软开关电路的分类	(155)
6.3	典型的软开关电路	(158)
第 7 章	电力电子装置	(169)
7.1	不间断电源	(169)
7.2	开关电源	(171)
7.3	有源功率因数校正	(175)
7.4	变频调速装置	(179)
7.5	电力电子技术在可再生能源中的应用	(182)
结束语		(193)
参考文献		(194)

绪 论

将电子技术和控制技术引入传统的电力技术领域,应用半导体电力开关器件组成各种电力变换电路实现电能的变换和控制,构成一门完整的学科,该学科被国际电工委员会命名为电力电子技术。它是一门综合“电力”“电子”及“控制”三个领域的学科,电子技术包括信息电子技术和电力电子技术两大分支。通常所说的模拟电子技术和数字电子技术都属于信息电子技术。电力电子技术中所指的“电力”和“电力系统”所指的“电力”是有一定差别的。信息电子技术主要用于信息处理,而电力电子技术则主要用于电力变换,这是二者本质上的不同。图 0.1 形象地描述了这一学科的构成和它与其他学科的关系。



图 0.1 电力电子技术学科的构成

电力电子技术主要包括两个方面,即电力半导体器件制造技术和电力半导体变流技术。前者是电力电子技术的基础,后者是电力电子技术的核心。二者相辅相成、相互依存又相互促进,推进电力电子技术的飞速发展,使其在科技进步和经济建设中发挥着越来越重要的作用。

电力电子技术广泛用于电气工程中,这就是电力电子学和电力学的主要关系。电力学就是电工科学或电气工程,各种电力电子装置广泛应用于高压直流输电、电力机车牵引、交直流电力传动、高性能交直流电源等电力系统和电气工程中,因此,把电力电子技术归属于电气工程学科。电力电子技术是电气工程学科



中的一个最为活跃的分支。电力电子技术的不断进步推动了电气工程的现代化进程。

控制理论广泛用于电力电子技术中,它使电力电子装置和系统的性能的完善,可以满足人们的各种需求。电力电子技术可以看成是弱电控制强电的技术,是弱电和强电之间的接口。而控制理论则是实现这种接口的一条强有力的纽带。再者,控制理论是自动化技术的理论基础,二者密不可分,而电力电子装置则是自动化技术的基础元件和重要支撑技术。

1.1 电力电子技术的发展

(1) 电力电子器件的发展

电力电子器件是电力电子技术的基础,也对电力电子技术的发展起着决定性的作用,图 0.2 给出了电力电子技术器件的发展历程。

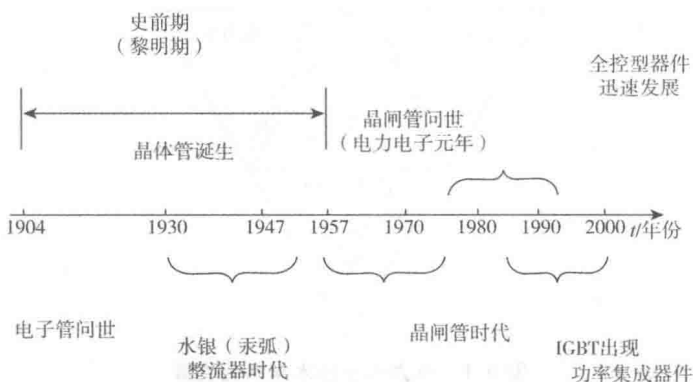


图 0.2 电力电子技术器件的发展

电力电子技术的起始是以 1957 年第一个晶闸管的产生为标志的。但在晶闸管出现以前,电力电子技术它用于电力变换了,所以晶闸管出现前的时期叫电力电子技术的史前期。

自 20 世纪初发明了整流管,1904 年出现了电子管,它能在真空中对电子流进行控制,并应用于通信和无线电,从而开启了电子技术用于电力领域的先河。后来出现了水银整流器。它把水银封于管内,利用对其蒸气的点弧可对大电流进行控制,其性能和晶闸管十分相似。20 世纪中期,是水银整流器迅速发展并被大



量应用的时期,它广泛用于电化学工业、电气铁道直流变电所以及轧钢用直流电动机的传动。

1956 年研制出了最先用于电力领域的半导体器件——硅整流二极管(SR),又称为电力二极管(PD),1957 年诞生了晶闸管,由于其实现了弱电对以晶闸管为核心的强电变换电路的控制,使之很快就取代了水银整流器,并且其应用范围迅速在低频、大功率变流领域占有优势。

自 1957 年美国通用电气公司 GE 研制出第一个晶闸管开始,随着晶闸管结构的改进和工艺的改革,已形成了从低压小电流到高压大电流的系列产品。同时研制了一系列晶闸管的派生器件,如快速晶闸管(FST)、逆导晶闸管(RST)、双向晶闸管(TRIAC)、光控晶闸管(LASCR)等器件,它们很快被用于电化学、铁道电气机车、电力工业、冶金等行业,并促进了工业的发展。但是晶闸管只能通过对门极的控制来实现器件的导通而不能使器件关断,这就使得晶闸管的应用受到了很大的限制。

20 世纪 70 年代后期,以全控型器件为主的可关断晶闸管(GTO)、电力双极型晶体管(GTR)和电力场效应晶体管(Power-MQSFET)为代表的第二代器件迅速发展。它的特点是驱动信号可控制导通也可控制关断。此外,这些器件的开关速度和工作频率比晶闸管高,这些优越的特性把电力电子技术推进到一个崭新的阶段,在逆变、直流斩波、整流、交流—交流控制等所有电力电子电路中均可应用。它使电路的控制性能大为改善,使以前难以实现的功能也能实现,对电力电子技术的发展产生了深远的影响。

在 20 世纪 80 年代,出现了以绝缘栅极双极型晶体管(IGBT)为代表的第三代复合型全控型器件。它是 MOSFET 和 GTR 的复合。它集 MOSFET 的驱动功率小、开关速度快和 GTR(或 GTO)载流能力大的优点于一身,在大容量、高频率的电力电子电路中表现出非凡的性能,形成了一个新的器件应用发展平台。与 IGBT 相对应,MOS 控制晶闸管(MCT)和集成门极换流晶闸管(IGCT)都是 MOSFET 和 GTO 的复合,它们也综合了 MOSFET 和 GTO 两种器件的优点。其中 IGCT 也取得了相当的成功,已经获得大量应用。

为了提高电力电子装置的功率密度以减小体积,一般把多个大功率器件组成的各种单元与驱动、控制、保护、检测电路集成在一块芯片上,构成电力电子集成



电路(PIC),后又有智能功率模块(IPM),是第四代电力电子器件。目前,新型电力电子器件的发展十分迅速,具有智能化、模块化、高频化、大功率化、绿色化的进程,为电力电子技术的发展做出新的贡献,器件与计算机控制技术的结合,在各行各业发挥了重要的作用,给电力电子技术注入了强大的生命力。

(2) 电力电子电路及控制技术的发展

电力电子电路的任务是实现电能变换和控制,完成电能变换可控制的电路就是电力电子电路这是电力电子的主要内容,基本电路形式有 AC/DC 变换、DC/AC 变换、AC/AC 变换、DC/DC 变换。在某些变换电路中,可能存在多种变换形式。

AC/DC 变换电路:把交流电压变换成固定或可调的直流电压称为 AC/DC 变换,也叫整流。完成整流任务的装置是整流器,整流器的种类多。晶闸管相控整流电路的优点是控制简单,运行可靠,适合大功率应用;缺点是低次谐波分量大,功率因数低。把逆变电路的 SPWM 技术用于整流电路,形成了 PWM 电路,通过对 PWM 控制,就产生了大功率整流器,它克服相控整流的缺点,使电网电压和电流同相位,功率因数近似为 1,其应用前景十分广泛。

DC/AC 变换电路:将直流电变换为交流电称为 DC/AC 变换,又称为逆变器。当交流侧接在电网上,输出频率与电网相同,即交流侧接有电源时,称有源逆变。它用于直流电动机的可逆调速、高压直流输电和太阳发电等方面。当交流侧直接和负载连接时,输出频率可以改变,称为无源逆变,它用于交流电机调速用变频器、不间断电源(UPS)、感应加热电源等方面应用十分广泛,其核心部分是逆变电路。而逆变电路经常和变频的概念联系在一起,变频电路有交交变频和直交变频两种形式。

AC/AC 变换电路:将某一频率和幅值的交流电变换成同一频率或另一种频率和幅值的交流电称为 AC/AC 变换电路。依参数的不同有交流电力控制电路和交交变频电路,它们广泛应于电路温度控制、灯光调节、异步电动机的软启动和调速及大功率交流电动机调速系统。

DC/DC 变换电路:将直流电变换成固定或可调的直流电,称为 DC/DC 变换,也叫直流斩波。它用于地铁列车、蓄电池供电的无极变速电动汽车控制,从而获得加速平稳、快速响应性能,还能节约电能。直流变换技术高水平开关电源,为计



算机、通讯等领域提供可靠的直流电源。

1.2 电力电子技术的应用

电力电子技术的应用范围十分广泛,在工业、交通运输、电力系统、通信系统、计算机系统、新能源系统以及照明、空调等家用电器中得到广泛的应用。其应用范围如下:

1. 一般工业

工业中大量应用各种交直流电动机。直流电动机有良好的调速性能,为其供电的可控整流电源或直流斩波电源都是电力电子装置。近年来,由于电力电子变频技术的迅速发展,使得交流电动机的调速性能可与直流电动机相媲美,所以,交流调速技术的应用占据了主导地位。还有电化学、冶金工业场合也应用各种交直流电动机。随着变频技术的发展,像风机、水泵、空调采用变频技术每年节约用电量可达数百亿度。

2. 交通运输

电气化铁道中广泛采用电力电子技术。电气机车中的直流机车采用整流装置,交流机车采用变频装置。直流斩波器也广泛用于铁道车辆。在磁悬浮列车的研发制造中,电力电子技术更是一项关键技术。新型环保绿色电动汽车和混合动力电动汽车正在积极发展中。汽车是靠汽油引擎运行而发展起来的机械,它排出大量二氧化碳和其他废气,严重污染了环境。绿色电动车的电机是以蓄电池为能源,靠电力电子装置进行电力变换和驱动控制,其蓄电池的充电也离不开电力电子技术。显然,未来电动车将取代燃油汽车的。

船舶、飞机需要各种不同要求的电源,因此航海、航空都离不开电力电子技术。

3. 电力系统

估计,发达国家在用户最终使用的电能中,有60%以上的电能至少经过一次以上电力电子变流装置的处理,电力系统的现代化是离不开电力电子技术的。

直流输电在长距离、大容量输电时有很大的优势,其送电端的整流阀和受电



端的逆变阀都采用晶闸管变流装置,而轻型直流输电则主要采用全控型的 IGBT 器件。近年发展起来的柔性交流输电(FACTS)也是依靠电力电子装置才得以实现的。

无功补偿和谐波抑制对电力系统有重要的意义。晶闸管控制电抗器(TCR)、晶闸管投切电容器(TSC)都是重要的无功补偿装置。近年来出现的采用全控型器件(如 IGBT)的静止无功发生器(SVC)、有源电力滤波器(APF)等新型电力电子装置具有更为优越的无功功率和谐波补偿的性能。在配电网系统,电力电子装置还可用于防止电网瞬时停电、瞬时电压跌落、闪变等,以进行电能质量控制,改善供电质量。

在变电所中,给操作系统提供可靠的交直流操作电源,给蓄电池充电等都需要电力电子装置。

4. 电子装置用电源

在各种电子装置中,以前大量采用线性稳压电源供电,由于高频开关电源体积小、重量轻、效率高,现在已逐渐取代了线性电源。通信设备中的程控交换机所用的直流电源,以前用晶闸管整流电源,现在已改为采用全控型器件的高频开关电源。因为各种信息技术装置都需要电力电子装置提供电源,所以说信息电子技术离不开电力电子技术。

5. 新能源开发和利用

传统的发电方式是火力、水利以及后来兴起的核能发电。能源危机后,各种新能源、可再生能源及新型发电方式越来越受到重视,其中太阳能发电、风能发电的发展较快,燃料电池更受关注。太阳能、风能发电受到环境条件的制约,发出的电能质量较差,利用电力电子技术可以进行电能储存和缓冲,改善电能质量。同时,采用变速恒频发电技术,可以将新能源发电与电力系统联网。

6. 家用电器

照明在家用电器中占有十分突出的地位。由于电力电子照明电源体积小、发光效率高、可节省大量能源,通常采用电力电子装置的光源被称为“节能灯”,它正在逐步取代传统的白炽灯和荧光灯。变频空调器是家用电器中应用电力电子技术的典型例子之一。此外洗衣机、电视机、音响设备、家用计算机等电子设备的电



源部分也都应用了电力电子技术。电力电子技术广泛用于家用电器使得它和我们的生活变得十分贴切。

7. 环境保护

随着工、农业迅速发展,特别是火力发电和水泥业的发展对自然环境的污染越来越严重,为了净化环境,提高人们的生活质量,在某些行业采用高压静电除尘措施是十分有效的,其关键技术也是微机和电力电子技术。

电力电子技术正在不断发展,新材料、新器件的陆续诞生,计算机技术的进步为现代控制技术的实际应用提供了有力的支持。电力电子技术在各行各业中的应用越来越广泛,从人类对宇宙和大自然的探索,到国民经济的各个领域,再到我们的衣食住行,到处都能感受到电力电子技术的存在和其巨大的魅力。

1.3 教材的内容使用说明

电力电子技术课程是高等院校电气工程及自动化、自动化及相关专业本科生的专业基础课程。学习本课程前,学生应先学习《电路》和《电子技术基础》两门课程,为学习本课程打基础。学习本课程时要着重概念与基本分析方法的学习,理论结合实际,尽量做到器件、电路、系统应用三者结合。学习本课程的任务和目的是熟悉各种电力电子器件的原理、特性、参数和使用方法;各种电力电子电路的结构、原理、设计方法及实验技能;电力电子装置应用范围及技术指标。



第1章 电力电子器件

在电力电子电路中能实现电能变换的开关电子器件称为电力电子器件,它是电路的核心,因此必须掌握各种常用电力电子器件的特性和使用方法。本章介绍常用电力电子器件的结构、工作原理、特性、主要参数以及选择和使用中应注意的问题。

1.1 电力电子器件概述

电力电子器件在电力电子技术中作为开关元件使用,要求它具有承受高电压和大电流、开关损耗小及开关速度快等特点。电力电子器件一般都工作在开关状态,用理想开关来代替。导通时阻抗很小,接近于短路,管压降接近于零,而电流由外电路决定;阻断时阻抗很大,接近于断路,电流几乎为零,而管子两端电压由外电路决定。但事实电力电子器件在导通或阻断状态下,并不是理想的短路或断路。导通时器件上有一定的通态压降,形成通态损耗;阻断时器件上有微小的断态漏电流流过,其数值都很小,就形成了断态损耗。此外,还有在电力电子器件由断态转为通态或由通态转为断态的转换过程中产生开通损耗和关断损耗,总称开关损耗。特别是当器件的开关频率较高时,开关损耗会随之增大而可能成为器件功率损耗的主要因素。为了保证不会因损耗散发的热量导致器件温度过高而损坏,工作时要安装散热器。

电力电子器件种类多,各有特点。按照器件的开关控制特性可分为以下三类:

1)不可控:器件不能用控制信号来控制其导通、关断,而是需要根据外电路条件决定其导通、关断状态的器件为不可控器件。电力二极管(Power Diode)就是此类。

2)半控型:通过控制信号只能控制其导通,而不能控制其关断的电力电子器



件被称为半控型器件。如:晶闸管(SCR)及其派生器件。

3)全控型:通过控制信号不但可以控制其导通,而且可以控制其关断的电力电子器件被称为全控型器件,由于不需要外部条件提供关断,仅靠控制信号控制其关断,因此又称为自关断器件。这类器件种类多,最常用的是门极可关断晶闸管(GTO)、电力场效应晶体管(MOSFET)和绝缘栅双极晶体管(IGBT)等。

按照驱动电路性质,可以将电力电子器件分为电流型和电压型两类。电流型器件采用电流信号实现导通或关断控制,而电压型器件只需足够的电压和很小的驱动电流就可以实现导通、关断。所以电压型器件又被称为场控器件,或者场效应器件。

根据器件内部载流子参与导电的情况,分为单极型器件、双极型器件和复合型器件三类。只有一种载流子参与导电的器件称为单极型器件;器件内部电子和空穴两种载流子参与导电的器件称为双极型器件;由单极型器件和双极型器件集成的新器件称为复合型器件,也称混合型器件。

电力电子器件种类多,除了具有良好的开关特性,不同器件还有特殊性,所以使得不同器件的应用范围不同。

1.2 电力二极管

电力二极管(Power Diode, PD)也被称为半导体整流器(Semiconductor Rectifier, SR),属于不可控器件,20世纪获得应用最早的电力电子器件,但由于结构和原理简单,工作可靠,所以直到现在电力二极管仍然大量应用于许多电气设备中,尤其是快恢复二极管和肖特基二极管,它在中、高频整流和逆变以及低压高频整流场合发挥着重要的作用,具有不可替代的地位。

1.2.1 电力二极管的结构及工作原理

由一个面积较大的PN结和两端引线封装组成电力二极管。图1.1(a)所示是电力二极管的外形(左边的是螺栓型,右边的是平板型)。图(b)所示是阳极A由P型半导体引出,阴极K由N型半导体引出,(c)图是它的电气图形符号。

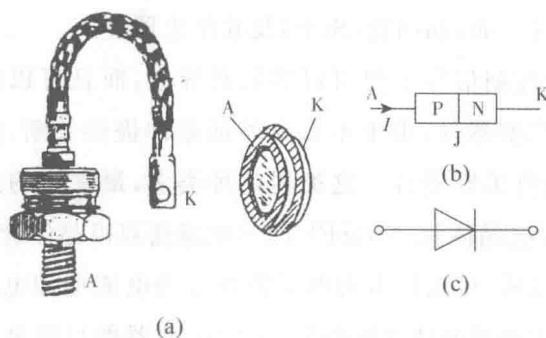


图 1.1 电力二极管的外形、结构及电气图形符号

(a) 电力二极管的外形 (b) 电力二极管的机构

(c) 电力二极管的电气符号

电力二极管的内部结构如图 1.2 所示,将 N 型半导体和 P 型半导体结合在一起时,由于 N 型半导体中有大量的电子(多子),P 型半导体存在大量的空穴(多子),在 N 区和 P 区交界处电子和空穴存在浓度差,于是 N 区中的电子会向 P 区扩散,在 P 区被空穴复合,而 P 区的空穴也会向 N 区扩散,并在 N 区被电子复合,结果在界面两侧形成了等量正、负离子组成的空间电荷区。空间电荷建立的电场被称为内电场,其方向由 N 指向 P,所以会阻止扩散运动,有利于少子的漂移运动。当扩散运动和漂移运动达到动态平衡,正、负空间电荷量等量,形成了一个稳定的空间电荷区,即 PN 结。

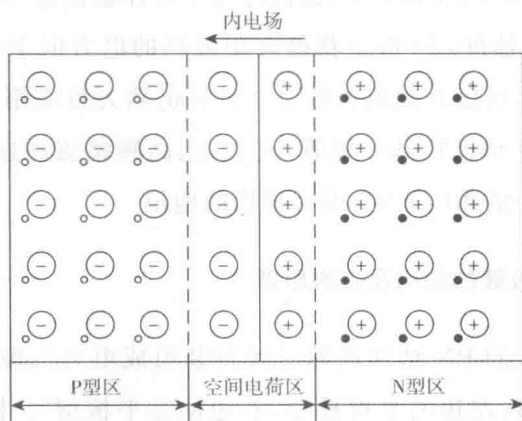


图 1.2 PN 结的形成

当 PN 结外加正向电压,即 P 正、N 负时,外加电场与 PN 结内电场方向相反,



使得多子的扩散运动强于少子的漂移运动,使空间电荷区变窄,形成从P区流向N区的正向电流。当外加电压升高时,外电场削弱内电场,扩散电流进一步增加。这就是PN结的正向导通。当PN结上流过的正向电流较小时,二极管的电阻阻值较大且为常量,所以管压降随正向电流的上升而增加;当PN结上流过的正向电流较大时,注入并积累在低掺杂N区的少子空穴浓度将很大,为了维持半导体电中性条件,其多子浓度也相应大幅度增加,使得其电阻率明显下降,也就是电导率大大增加,这就是电导调制效应。电导调制效应使得PN结在正向电流较大时压降仍然很低,维持在1V左右,所以正向偏置的PN结表现为低阻态,并不随电流大小变化而变化。

当PN结外加反向电压时,外电场与内电场方向相同,使得少子的漂移运动强于多子的扩散运动,形成漂移电流,使空间电荷区变宽,形成从N区流向P区的反向电流,由于少子的浓度很小,只有很小的反向电流流过,PN结表现为高阻态,被称为反向截止。如果增大反向电压,当增大到超过某一临界电压值时,反向电流将会急剧增大,电力二极管反向击穿,可导致二极管击穿损坏。电力二极管规定的额定电压低于反向击穿电压,当然它必须在额定电压以下使用,才能保证使用安全。

由以上分析说明,PN结的具有单向导电性。

必须注意,在外加电压的作用下,PN结的电荷量随外加电压而变化,呈现电容效应,称为结电容 C_j ,又称为微分电容。结电容按其产生机制和作用的差别分为势垒电容 C_B 和扩散电容 C_D 。势垒电容只在外加电压变化时才起作用,外加电压频率越高,势垒电容作用越明显。势垒电容的大小与PN结截面积成正比,与阻挡层厚度成反比,而扩散电容仅在正向偏置时起作用。在正向偏置时,当正向电压较低时,势垒电容为主要成分;当正向电压较高时,扩散电容的主要成分为结电容。结电容影响PN结的工作频率,特别是在高速开关的状态下,可能使其单向导电性变差,甚至不能工作,应用时应加以注意。还有,电力二极管一般工作在大电流、高电压场合,使用时必须配备良好的散热器,确保安全运行。