



中等职业教育课程改革国家规划新教材
经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过

电类专业通用

电子技术基础 与技能

第2版

主编 张金华



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



中等职业教育课程改革国家规划新教材
经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过

电类专业通用

电子技术基础 与技能

DIANZI JISHU JICHU YU JINENG

第2版

主编 张金华
主审 邓志良 唐政平



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书依据教育部2009年颁布的“中等职业学校电子技术基础与技能教学大纲”，并参照了有关国家职业技能标准和行业职业规范，结合近年来中等职业教育的实际教学情况，在2010年出版的中等职业教育课程改革国家规划新教材《电子技术基础与技能》（电类专业通用）的基础上修订而成。

本书风格和体例与第1版基本一致，内容包括模拟电子技术技能和数字电子技术技能两部分。模拟电子技术技能部分包括二极管及其应用、三极管及放大电路基础、常用放大器、直流稳压电源、正弦波振荡电路；数字电子技术技能部分包括数字电路基础、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生与变换。以技能实训作为学习各章后的总结与提高，将关键知识点、基本技能融合在项目完成过程中。

本书配有学习指导与同步练习、教学参考、实训指导及助教光盘、助学光盘，包括电子教案、演示文稿、动画素材、图片、模拟仿真实训等数字化教学资源。本书配套学习卡网络教学资源，使用本书封底所赠的学习卡，登录 <http://sve.hep.com.cn>，可获得相关资源。

本书可作为中等职业学校电类相关专业教材，也可作为岗位培训用书。

图书在版编目（CIP）数据

电子技术基础与技能/张金华主编. --2版. --北京：高等教育出版社，2014.1
电类专业通用

ISBN 978-7-04-039156-5

I. ①电… II. ①张… III. ①电子技术-中等专业学校-教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 301971 号

策划编辑	陆明	责任编辑	陆明	封面设计	赵阳	版式设计	王莹
插图绘制	尹莉	责任校对	杨雪莲	责任印制	朱学忠		

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 北京鑫海金澳胶印有限公司
开本 787 mm × 1092 mm 1/16
印张 18.25
字数 430千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>

版 次 2010年7月第1版
2014年1月第2版
印 次 2014年12月第4次印刷
定 价 31.80元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 39156-00

中等职业教育课程改革国家规划新教材 出版说明

为贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》（国发〔2005〕35号）精神，落实《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》（教职成〔2008〕8号）关于“加强中等职业教育教材建设，保证教学资源基本质量”的要求，确保新一轮中等职业教育教学改革顺利进行，全面提高教育教学质量，保证高质量教材进课堂，教育部对中等职业学校德育课、文化基础课等必修课程和部分大类专业基础课教材进行了统一规划并组织编写，从2009年秋季学期起，国家规划新教材将陆续提供给全国中等职业学校选用。

国家规划新教材是根据教育部最新发布的德育课程、文化基础课程和部分大类专业基础课程的教学大纲编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过的。新教材紧紧围绕中等职业教育的培养目标，遵循职业教育教学规律，从满足经济社会发展对高素质劳动者和技能型人才的需要出发，在课程结构、教学内容、教学方法等方面进行了新的探索与改革创新，对于提高新时期中等职业学校学生的思想道德水平、科学文化素养和职业能力，促进中等职业教育深化教学改革，提高教育教学质量将起到积极的推动作用。

希望各地、各中等职业学校积极推广和选用国家规划新教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2010年6月

前言

中等职业教育课程改革国家规划新教材《电子技术基础与技能》（电类专业通用）自2010年出版以来，受到全国各地中等职业学校师生的欢迎，使用较为广泛。随着中等职业教育人才培养目标与教学模式的变化，为使该教材适应新的职业教育教学改革方向，更贴近教学的实际需求，我们对该教材及配套教学用书进行了修订。本次修订依据教育部颁布的“中等职业学校电子技术基础与技能教学大纲”，同时参照了有关的国家职业技能标准和行业职业技能鉴定规范，也充分吸收了使用学校一线教师的反馈意见和建议。修订后的教材更好地体现了课程的基础性和职业性，为学生后续专业课程的学习、职业生涯的发展奠定扎实的基础。

修订后的教材具有以下特色：

（1）保留原有教材深入浅出的论述风格，力求从岗位职业能力要求出发，尽量降低理论难度，剔除复杂且不必要的工作原理分析与计算。教材中应用实例和技能项目的选择，注重学生基本概念的建立和基本技能的生成。

（2）强调以应用为主线，从“电子元器件”→“基本电路”→“制作功能电路”→“形成职业能力”来组织教材内容，充实和增加了原教材中“岗位知识积累”、“资料库”、“应用拓展”等栏目，突出了教学内容的实用性和应用性。

（3）以技能实训项目作为教材各教学单元的总结与提高，技能实训项目采用工作任务书的形式将关键知识点、基本技能融合在项目完成过程中，使学习过程对接工作过程。

（4）为推动信息化环境下职业教育教学模式的改革，本教材配有助教、助学光盘，教材中标示的“多媒体演示”，可从助教光盘及相关网站获取，为教学创造生动、直观、形象的环境。

根据教学大纲的要求，按通用性、基础性和专业需要与学生个性发展配置教学基础模块与选学模块，课程总学时数应至少保证96学时，学时安排建议见下表。

学时安排建议

模块	教学单元		建议学时数
基础模块	模拟电子技术 与技能	二极管及其应用	10
		三极管及放大电路基础	10
		常用放大器	20
	数字电子技术 与技能	数字电路基础	10
		组合逻辑电路	12
		触发器	10
		时序逻辑电路	12
			84

续表

模块	教学单元		建议学时数
选学模块	模拟电子技术 与技能	三极管及放大电路基础	4
		常用放大器	4
		直流稳压电源	10
		正弦波振荡电路	8
	数字电子技术 与技能	数字电路基础	2
		触发器	2
		脉冲波形的产生与变换	12
			42

本书配套学习卡网络教学资源，使用本书封底所赠的学习卡，登录 <http://sve.hep.com.cn>，可获得相关资源，详见书末“郑重声明”页。

本书由张金华担任主编。修订过程中得到了上海电气集团自动化研究所教授级高级工程师张玉龙、工业和信息化部电子行业职业技能鉴定指导中心副主任周明和上海第二工业大学实验实训中心主任周政新教授的指导和帮助，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在一些疏漏和不足之处，恳请广大师生批评指正，以便我们修改完善。读者意见反馈邮箱：zz_dzyj@pub.hep.cn。

编者
2013 年 10 月

第1版前言

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材,依据教育部2009年颁布的“中等职业学校电子技术基础与技能教学大纲”,同时参照了有关的国家职业技能标准和行业职业技能鉴定规范编写而成。本书总体结构力求符合中职学生的学习规律,把电子技术基础与技能课程的学习过程分为感知、体验、领悟和应用四个阶段,培养学生运用所学专业基础知识和技能进行分析问题、解决问题的能力,以及继续学习专业课程的能力,为学生职业生涯的发展奠定基础。

本书体现“电子技术基础与技能”课程的基础性与职业性,面向电子信息类、电气电力类专业,支撑后续专业课程的学习,为学生职业生涯发展与终身学习奠定基础;同时面向多个相关岗位群、职业群,涉及能源类、加工制造类、信息技术类等多个行业几十个职业(工种)的电工电子基本职业素养。

本书在编写中吸收了先进的教学经验和当前中职教学改革成果,主要特点有:

(1) 突出基础性和典型性

即在阐述电子技术的基本概念、基本原理和基本技能方面,反映电子技术发展的新技术、新方法、新器件和新工艺。选择与生产生活相联系的实例和实训项目,突出集成电路的应用,突出基本电子仪器仪表的正确使用。

(2) 突出简约性和新颖性

即用尽可能少的篇幅阐明有关内容,在有限的篇幅内阐明教学目标所要求的内容,表现形式直观生动、图文并茂。本书各章内容设计了“职业岗位群应知应会目标”、“做中学”、“电路评价”、“岗位知识积累”、“资料库”、“应用拓展”、“技能实训”、“应知应会要点归纳”等若干小栏目。教学内容由基础模块与选学模块构成,以“技能实训”作为教学单元的总结与提高,将关键知识点、基本技能融合在项目完成过程中。

(3) 突出逻辑性和层次性

即教材内容的组织与编排既注意符合知识和技能的逻辑顺序,又着眼于中职生的年龄与智力水平,充分考虑到符合学生的思维发展和技能生成规律,章节之间、“技能实训”之间既相对独立又有一定的梯度。

(4) 突出实用性和趣味性

即在教材知识点和技能点的选择安排上不单单考虑知识结构问题,还加强了制作和调试电路等工程应用背景的实用性内容,强化学生与职业岗位对接的能力,激发学生学习兴趣,项目的选择与设计常常集声光于一体,兼顾一定的趣味性。

本书总学时数为126学时,各章内容的参考教学学时数见学时安排建议表。根据教学大纲的要求,按通用性、基础性和专业需要与学生个性发展配置教学基础模块与选学模块,既适合不同学制使用,也适合各地不同设备条件的学校灵活选用。基础模块是各专业学生必修的

教学内容和应该达到的基本教学要求,建议安排84学时;选学模块是适应不同专业需要,以及不同地域、学校、学制差异,满足学生个性发展的选学内容,选定后也为该专业的必修内容,建议至少选择12学时的选择模块的教学内容,课程总学时数应至少保证96学时。

学时安排建议表

模块	教学单元		建议学时数
基础模块	模拟电子技术 与技能	二极管及其应用	10
		三极管及放大电路基础	10
		常用放大器	20
	数字电子技术 与技能	数字电路基础	10
		组合逻辑电路	12
		触发器	10
		时序逻辑电路	12
选学模块	模拟电子技术 与技能	三极管及放大电路基础	4
		常用放大器	4
		直流稳压电源	10
		正弦波振荡电路	8
	数字电子技术 与技能	数字电路基础	2
		触发器	2
		脉冲波形的产生与变换	12

为推动信息化环境下职业教育教学模式的改革,创新教材呈现方式,本书配套有练习册、教学参考、实训指导以及助教光盘、助学光盘,包括电子教案、演示文稿、动画素材、图片、模拟及仿真实训等数字化教学资源,为教师教学和学生提供便利。书中标示的“多媒体演示”,可从助教光盘相关章节中获取,为教学创造生动、直观、形象的环境。本书配套学习卡,可登录“中等职业教育教学在线(<http://sve.hep.com.cn>)”网站获取相关教学资源。学习卡兼有防伪功能,可查询图书真伪,详细说明见书末“郑重声明”页。

本书由教育部2009年“教学大纲”审定工作组的主要成员、上海工商信息学校张金华任主编并统稿,上海电子工业学校陈国培任副主编。其中,陈国培编写第1、4、5章,上海电子工业学校谭克清编写第2、3章,张金华编写第6、10章,上海工商信息学校陆冬荣编写第7章,上海石化工业学校李怡然编写第8、9章。

本书经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过,由常州信息职业技术学院邓志良老师、陕西省机电工程学校唐政平老师审稿;在本书出版过程中,高等教育出版社还聘请了上海第二工业大学周政新教授审阅了全书,他们对本书的编写提出了许多宝贵意见和建议,在此一并表示诚挚的感谢!

本书编写过程中,得到了上海市教委教研室骆德溢老师、上海工商信息学校方德明老师和上海电子工业学校杨秀英老师的指导和帮助,在此一并表示感谢。

鉴于编者水平、经验有限,教材中错误及不妥之处在所难免,恳请读者、同仁予以指正,以便进一步完善本书,读者反馈邮箱:zz_dzyj@pub.hep.cn。

编者

2010年6月

目 录

第一部分 模拟电子技术与技能

第1章 二极管及其应用	1	技能实训 音频功放电路的 安装与调试	96
1.1 二极管	2	*3.3 场效晶体管放大器	102
1.2 二极管整流及滤波电路	16		
技能实训 单相整流滤波 电路的安装与调试	25	*第4章 直流稳压电源	112
第2章 三极管及放大电路基础	37	4.1 直流稳压电源的组成	113
2.1 三极管	38	4.2 三端集成稳压器电路	116
2.2 三极管基本放大电路	50	技能实训 用三端集成稳压器 制作多功能直流稳压电源	123
技能实训 单管低频放大 电路的安装与调试	62	4.3 开关式稳压电源	128
*2.3 多级放大电路	67	*第5章 正弦波振荡电路	134
第3章 常用放大器	75	5.1 自激振荡	135
3.1 集成运算放大器	76	5.2 常用振荡电路	137
3.2 低频功率放大器	89	技能实训 RC 桥式振荡器 的制作	148

第二部分 数字电子技术与技能

第6章 数字电路基础	155	7.3 译码器	192
6.1 逻辑门电路	156	第8章 触发器	203
6.2 数制与编码	169	8.1 RS 触发器	204
*6.3 逻辑函数化简	173	8.2 JK 触发器	208
第7章 组合逻辑电路	179	技能实训 制作四人抢答器	214
7.1 组合逻辑电路的基本 知识	180	*8.3 D 触发器	217
技能实训 制作三人表决器	183	第9章 时序逻辑电路	224
7.2 编码器	187	9.1 寄存器	225



9.2 计数器	230	10.1 常见的脉冲产生电路	251
技能实训 制作 60 s 计数器	240	10.2 555 时基电路及应用	266
* 第 10 章 脉冲波形的产生与 变换	250	技能实训 用 555 时基电路制作 双音报警器	272
附录 技能评价表	278		
参考文献	280		

第一部分 模拟电子技术与技能

第1章

二极管及其应用

本章引入



手

机充电器是一种生活中必需的常用电子设备，打开某种手机充电器外壳，如图 1.0.1 所示，组成其电子电路的元器件有变压器、电容器和半导体器件（4 个二极管），如图 1.0.2 所示。



图 1.0.1 手机充电器

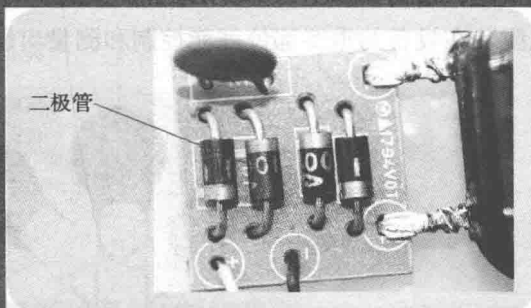


图 1.0.2 手机充电器电路

半导体器件是组成电子电路的主要元器件，而最基本的半导体器件就是二极管和三极管。半导体器件的基本功能是按照预定的要求来控制电压或电流。

本章主要介绍二极管的基本知识和二极管在工程中的应用，它们是电工电子类行业专业工种所必备的基本知识和技能。



职业岗位群应知应会目标

- 了解二极管的单向导电特性、主要参数及伏安特性。
- 会用万用表检测二极管极性和质量优劣。
- 了解其他类型二极管的外形特征、功能及应用。
- 了解整流和滤波电路的作用。
- 会估算桥式整流电路和电容滤波电路的输出电压。
- 会合理选用整流元器件。
- 会用万用表和示波器测量整流、滤波电路相关电量参数和波形。

1.1 二极管

1.1.1 半导体的奇妙特性

自然界中的物质,按照导电能力的不同,可分为导体、半导体和绝缘体。半导体的导电能力介于导体和绝缘体之间,常用的半导体材料有硅(Si)、锗(Ge)等。它们都是单晶体,所以半导体器件又称晶体器件。

半导体的导电能力受多种因素影响。

一、对温度反应灵敏

当温度升高时,大多数半导体的导电能力显著增强,当温度下降时,这些半导体的导电能力显著下降。利用半导体对温度十分敏感的特性,制成了工业自动控制装置中常用的热敏电阻,实物如图 1.1.1 所示。利用热敏电阻可以测量出万分之一的温度变化,把热敏电阻装在设备的重要部位就能控制和测量出设备的温度。

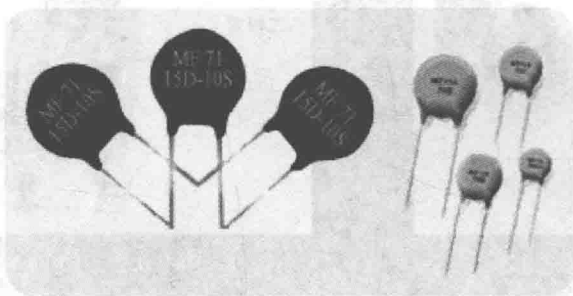


图 1.1.1 热敏电阻

二、对光照反应灵敏

当有光线照射在某些半导体上时,这些半导体就像导体一样,导电能力很强;当没有光线照射时,这些半导体就像绝缘体一样不导电,这种特性称为“光敏”特性。利用这一特性可制成光敏电阻、光电二极管、光电三极管及光电池等光电器件,如图 1.1.2 所示。

由此可见,温度和光照对半导体的影响很大。因此,半导体器件不能存放在高温和强烈的光照环境中。

三、掺入杂质后会改善导电性

完全纯净的半导体称为本征半导体。在纯净的半导体中,掺入适量的杂质,会使半导体的导电能力显著增强。人们正是通过掺入某些特定的杂质元素,精确地控制半导体的导电能力,制造成各种性质、用途的半导体

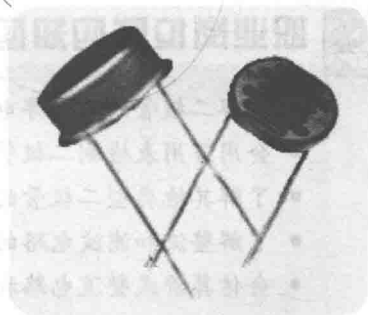


图 1.1.2 光敏电阻

器件。几乎所有的半导体器件（如二极管和三极管、场效晶体管、晶闸管以及集成电路等）都是采用掺有特定杂质的半导体制作的。



资料库

用得最多的半导体是四价元素硅和锗，在纯净的半导体中掺入极微量的其他元素后所得到的半导体称为杂质半导体，其类型有P型半导体和N型半导体两种。掺杂过程是在高温炉中进行的，将特定元素和纯净半导体材料一起蒸发，这一过程受到严格控制。

(1) N型半导体 在纯净的半导体硅或锗中掺入适量的五价磷元素（或其他五价元素），可形成带负电的自由电子（又称多数载流子）参与导电，如图1.1.3（a）所示，故被称为电子型半导体，简称N型半导体。

(2) P型半导体 在纯净的半导体硅或锗中掺入适量的三价硼元素（或其他三价元素），可形成带正电的空穴（又称多数载流子）参与导电，如图1.1.3（b）所示，故被称为空穴型半导体，简称P型半导体。

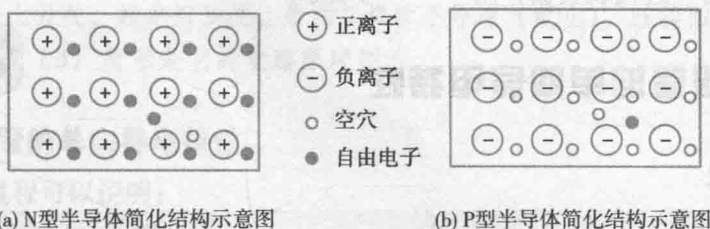


图 1.1.3 N型和P型半导体简化结构示意图

1.1.2 二极管的结构与图形符号

二极管是最简单的半导体器件，将P型半导体和N型半导体结合在一起，在结合处会形成一个特殊的薄层，即PN结，一个PN结可以制作一只二极管。

一、二极管的结构

普通二极管是由一个PN结加上两条电极引线做成管芯，从P区引出的电极作为正极，从N区引出的电极作为负极，并且用塑料、玻璃或金属等材料作为管壳封装起来，这样就构成了二极管，如图1.1.4所示。二极管一般采用两种方式进行电极的极性标识。体积较小时，在其中的一端用一个色环来表示负极，无色环一端就是正极；体积较大时，常在壳体上印有标明正极和负极的符号，如图1.1.5所示。

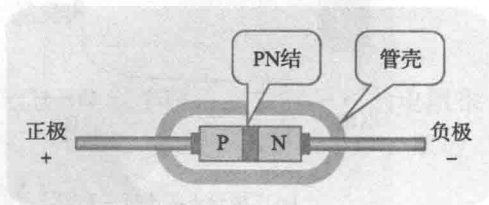


图 1.1.4 二极管基本结构

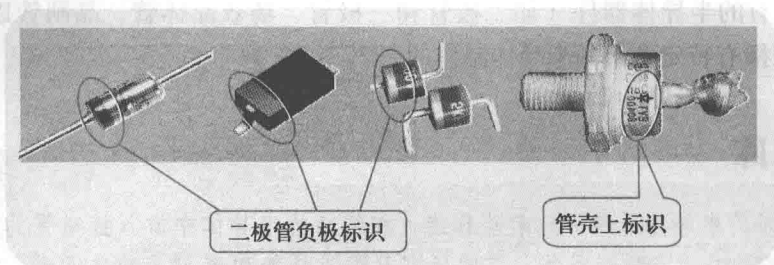


图 1.1.5 二极管不同封装类型和极性标识

二、二极管的图形符号

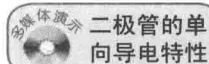
图 1.1.5 所示的各类二极管广泛应用于各类电子产品中，其图形符号如图 1.1.6 所示，文字符号用字母“VD”表示。



图 1.1.6 二极管的图形符号

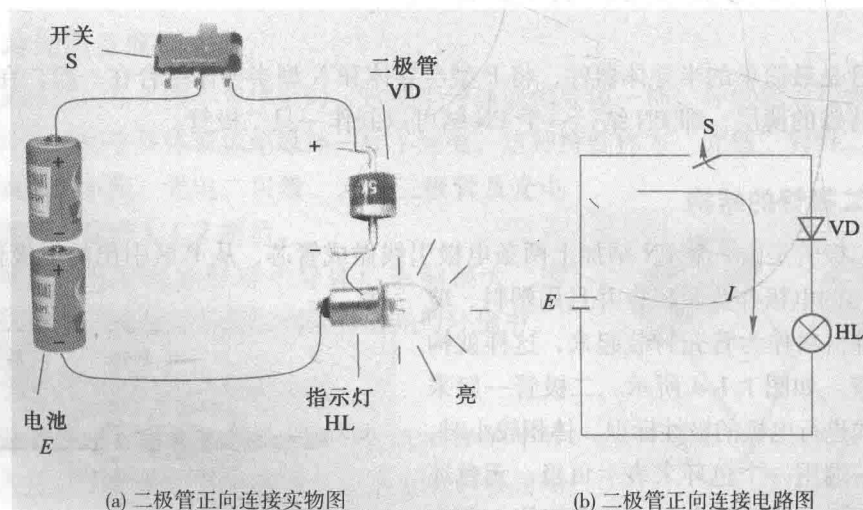
图形符号用箭头形象地表示了二极管正向电流流通的方向，箭头的一边代表正极，用“+”号表示，另一边代表负极，用“-”号表示。

1.1.3 二极管的单向导电特性



做中学

将一只二极管 VD 与一只 2.5 V 的指示灯 HL 按图 1.1.7 (a) 所示连接。二极管的正极通过开关 S 与一个 3 V 的两节电池（电源）正极相连，负极通过指示灯与电池负极相连。合上开关，观察到指示灯被点亮，表明二极管导通。图 1.1.7 (b) 所示是它的电路原理图。



(a) 二极管正向连接实物图

(b) 二极管正向连接电路图

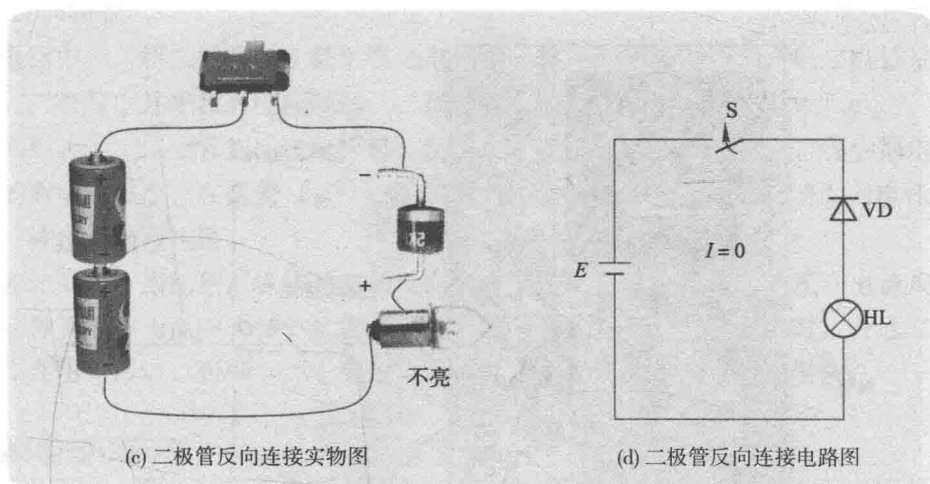


图 1.1.7 二极管导电特性实验电路

如果将二极管的负极通过开关 S 与电源的正极相连，正极通过指示灯 HL 与电源负极相连，合上开关，指示灯不亮，表明二极管不导通（截止），连接图如图 1.1.7 (c) 所示，图 1.1.7 (d) 所示是它的电路原理图。

一、二极管的单向导电特性

以上实验过程可以说明：

(1) 加正向电压二极管导通

将二极管的正极接电路中的高电位，负极接低电位，称为正向偏置（正偏）。此时二极管内部呈现较小的电阻，有较大的电流通过，二极管的这种状态称为正向导通状态。

(2) 加反向电压二极管截止

将二极管的正极接电路中的低电位，负极接高电位，称为反向偏置（反偏）。此时二极管内部呈现很大的电阻，几乎没有电流通过，二极管的这种状态称为反向截止状态。

二、二极管的特性曲线

当加在二极管两端的电压大小和方向发生变化时，流过二极管的电流又是如何变化的呢？

利用晶体管特性图示仪可以直接测出二极管两端的电压、电流变化的关系曲线，即二极管的伏安特性曲线，如图 1.1.8 所示。二极管的伏安特性分为正向特性和反向特性。

1. 正向特性

观察二极管的伏安特性曲线可以看出，当正向电压较小时，二极管呈现的电阻很大，基本上处于截止状态，这个区域称为正向特性的“死区”，如图 1.1.9 所示。一般硅二极管的“死区”电压约为 0.5 V ，锗二极管约为 0.2 V 。

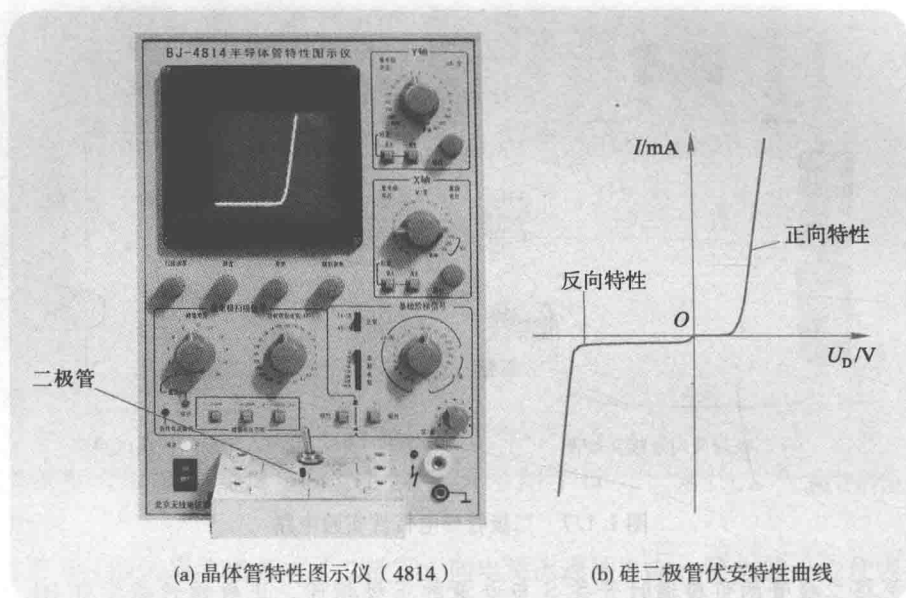


图 1.1.8 晶体管特性图示仪和二极管伏安特性曲线

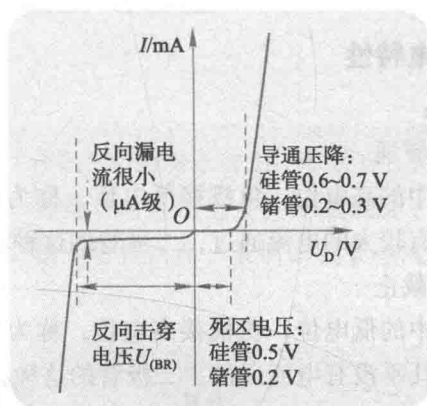


图 1.1.9 二极管伏安特性曲线分析

当正向电压超过“死区”电压后，二极管的电阻变得很小，二极管处于导通状态，电流随电压按指数规律增长，即正向电压只要略微增加一点，电流就会增加很多。二极管导通后两端电压降基本保持不变，硅二极管约为 0.7 V ，锗二极管约为 0.3 V 。



岗位知识积累

二极管最重要的特性就是单向导电性。在电路中，电流只能从二极管的正极流入，负极流出。二极管加正向电压时并不一定能导通，必须是正向电压达到并超过“死区”电压时，二极管才能导通。

2. 反向特性

在电路中,若将二极管的正极接在低电位端,负极接在高电位端,则二极管呈现很大的电阻,二极管中几乎没有电流流过,二极管处于截止状态,如图 1.1.9 所示。

反向截止区 二极管加反向电压时,仍然会有反向电流流过二极管,称为漏电流。小功率管的漏电流很小,在微安(μA)级,而且在很大范围内,基本不随反向电压的变化而变化,称为反向截止区。

反向击穿区 当加到二极管两端的反向电压超过某一规定数值时,反向电流突然急剧增大,这种现象称为反向击穿,反向击穿电压用 $U_{(\text{BR})}$ 表示。实际应用时,普通二极管应避免工作在击穿区域,否则会因电流过大而损坏管子,使其失去单向导电性。



岗位知识积累

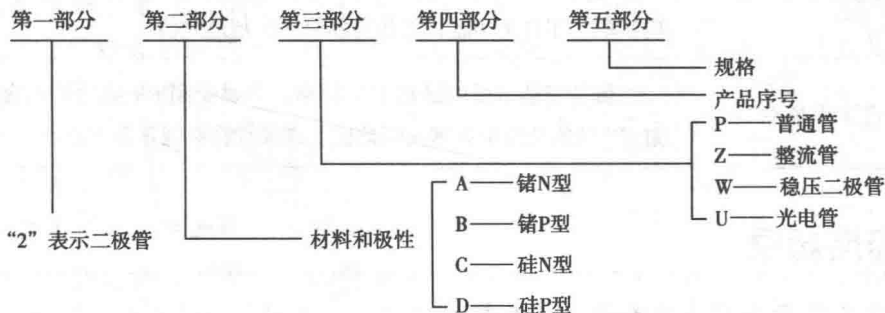
从二极管伏安特性曲线可以看出,二极管的电压与电流变化不呈线性关系,其内阻不是常数,所以二极管属于非线性器件。

1.1.4 二极管的使用常识

二极管的类型非常多,性能不一,从半导体器件手册可以查找二极管的技术参数和使用资料,这些参数是正确使用二极管的依据。

一、二极管的型号

国产二极管型号命名规定由五部分组成(国外产品依各国标准而确定,需要对应查阅相关资料),意义如下(部分二极管无第五部分):



示例: 2CZ31D 表示 N 型硅材料整流二极管。

