



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

DIANZI CHANPIN ANZHUANG YU TIAOSHI

电子产品 安装与调试

王永红 主 编 ●

王炳艳 张惠丽 副主编 ●



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）。

本书共分13个项目和6个附录，主要介绍了直流稳压电源安装与调试，共发射极放大电路的安装与调试，共集电极放大电路的安装与调试，功率放大电路安装与调试，集成运算放大器的应用，RC振荡电路接线与调试，逻辑测试笔电路的安装与调试，三人多数表决电路设计、安装与调试，触发器组成三人抢答器安装与调试，译码显示电路的安装与应用，8选1数据选择器的应用与装接，集成计数器的设计安装与调试，电子门铃电路的安装与调试，以及国产半导体器件型号命名方法与部分型号对照表，逻辑代数常用的基本公式与基本定律，TTL系列集成电路型号对照表，CMOS集成电路型号对照表，常用元件型号含义及标称值、数制与码制。

本书适用于高职高专电气自动化、机电一体化、电力系统自动化等自动化类专业专业的学生使用，还可作为其他在职人员参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

电子产品安装与调试 / 王永红主编. —北京：中国电力出版社，2012.2

普通高等教育“十二五”规划教材. 高职高专教育
ISBN 978-7-5083-9657-6

I. ①电… II. ①王… III. ①电子产品—安装—高等职业教育—教材 ②电子产品—调试方法—高等职业教育—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 014640 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 3 月第一版 2012 年 3 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.5 印张 302 千字
定价 22.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

本书是普通高等教育“十二五”规划教材高职高专教育,本着“以就业为导向、以能力为本位”的指导思想,开展了以项目教学为主体的专业课程改革,即以培养电子设备安装调试与检修、电子产品的设计与研发等岗位能力为目标,依据岗位的职业活动工作过程,即电子电路读图、识图及元器件测试;装接与调试;故障排查;电路设计与调试等实际工作任务为出发点,以小型电子项目的装接、调试任务为载体,以学生为主体的项目训练过程,设计出便于学校设备实施的13个项目和众多的学习性工作任务,同时学习性工作任务要兼顾后续专业课程所必需的知识点要求,将知识点有机地融合在任务中,与企业技术人员共同编写了本书。

本书适用于高职高专电气自动化、机电一体化、电力系统自动化等自动化类专业使用,还可作为其他在职人员参考用书。教材内容可根据专业要求和教学时数进行取舍。

内容设计突出了编写思路的创新性、专业岗位的针对性与实用性、项目实操的适用性,着重培养学生电子电路装接与调试、故障的排查与处理、电路设计与选型等职业能力,本着“先单一简单的任务,再综合复杂的任务”这一原则进行排序的。

创新——将理论与实践教学内容融于每个任务中,以任务驱动,理实一体化组织教学内容。

实用——注重专业岗位技能和知识点的融合、统一。

适用——充分体现高职高专教学特色,教材的每个项目中设计了若干个任务,以任务为引导主线,每项任务中贯穿了所需要的理论知识点与技能训练项目,理论够用为度,技能训练项目适用学校实训设备开展教学,能达到岗位技能的培养目标。

本书的特色是任务中既有理论知识点,又有技能点,两者是相互融合、相互渗透的。本书为学生学习、实操与项目训练提供了重要的指导依据。

全书共分13个项目和6个附录,主要介绍了直流稳压电源安装与调试,共发射极放大电路的安装与调试,共集电极放大电路的安装与调试,功率放大电路安装与调试,集成运算放大器的应用,RC振荡电路接线与调试,逻辑测试笔电路的安装与调试,三人多数表决电路设计、安装与调试,触发器组成三人抢答器安装与调试,译码显示电路的安装与应用,8选1数据选择器的装接与应用,集成计数器的设计、安装与调试,电子门铃电路的安装与调试;国产半导体器件型号命名方法与部分型号对照表,逻辑代数常用的基本公式与基本定律,TTL系列集成电路型号对照表,CMOS集成电路型号对照表,常用元件型号含义及标称值,数制与码制等。

本书由包头职业技术学院王永红副教授担任主编,项目一及其思考题与习题,项目八及其思考题与习题、项目十的任务一由王永红编写;项目二及其思考题与习题,项目三及其思考题与习题,项目四及其思考题与习题由王炳艳编写;项目五及其思考题与习题,项目六及其思考题与习题由张惠丽编写;项目十二及其思考题与习题,附录由刘慧编写;项目九及其思考题与习题,项目十三及其思考题与习题由吕达编写;项目七及其思考题与习题,项目十

的任务二、三及其思考题与习题，项目十一及其思考题与习题由王政编写；全书由王永红负责统稿。

本教材的建设与编写过程中，邀请了内蒙古一机集团宏远电器有限公司高级工程师李秀峰、内蒙古科技大学信息工程学院副教授胡晓莉参与了课程建设、内容设计与教材的审稿工作，感谢他们给予本教材编写的极大帮助和建议。

限于编者水平及时间，书中难免有疏漏之处，殷切希望使用本教材的师生和读者批评指正。

编 者

2012 年 2 月

目 录

前言

项目一 直流稳压电源安装与调试	1
任务一 二极管、稳压管、电阻和电容的识别与测试	1
任务二 集成稳压电源电路接线与调试	17
思考题与习题	25
项目二 共发射极放大电路的安装与调试	28
任务一 三极管的基本知识与测试	28
任务二 共发射极放大电路的安装与调试	37
思考题与习题	47
项目三 共集电极放大电路的安装与调试	49
思考题与习题	53
项目四 功率放大电路安装与调试	54
思考题与习题	59
项目五 集成运算放大器的应用	61
任务一 差动放大电路的接线与调试	61
任务二 集成运算放大器运算功能测试	67
任务三 报警器电路的接线与调试	78
思考题与习题	82
项目六 RC 振荡电路接线与调试	85
思考题与习题	92
项目七 逻辑测试笔电路的安装与调试	94
任务一 用与非门芯片设计组成与门、或门、异或门电路,并完成接线与测试	94
任务二 逻辑测试笔电路安装与调试	108
思考题与习题	109
项目八 三人多数表决电路设计、安装与调试	112
任务一 逻辑电路设计方法	113
任务二 卡诺图化简法	115
任务三 三人多数表决电路设计、接线与调试	120
思考题与习题	121
项目九 触发器组成三人抢答器安装与调试	123
任务一 边沿 D 触发器认识与功能测试	123
任务二 边沿 JK 触发器认识与功能测试	128
任务三 触发器组成三人抢答器安装与调试	134
思考题与习题	136

项目十 译码显示电路的安装与应用	139
任务一 CT74LS138 译码器芯片认识与功能测试	139
任务二 二—十进制译码器 CT74LS42 芯片认识与功能测试	143
任务三 显示译码器及七段译码器 CD4511 功能测试	145
扩展任务 编码器的认识及应用	150
思考题与习题	153
项目十一 8 选 1 数据选择器的装接与应用	155
任务一 认识数据选择器芯片	155
任务二 用 CT74LS151 设计有否决权的三人表决电路及其安装与调试	159
思考题与习题	160
项目十二 集成计数器的设计安装与调试	161
任务一 CT74LS160、CT74LS161 芯片认识及组成 N 进制计数器 设计方法、装接与调试	161
任务二 24 进制计数器设计方法、装接与调试	168
思考题与习题	171
项目十三 电子门铃电路的安装与调试	172
思考题与习题	178
附录 A 国产半导体器件型号命名方法与部分型号对照表	180
附录 B 逻辑代数常用的基本公式与基本定律	182
附录 C TTL 系列集成电路型号对照表	183
附录 D CMOS 集成电路型号对照表	186
附录 E 常用元件型号含义及标称值	189
附录 F 数制与码制	191

项目一 直流稳压电源安装与调试

电子设备和家用电器都需要稳定的直流电源供电，最经济、简便的办法就是将电力系统供给的交流电变换成直流电，直流稳压电源就是实现这种转换的电子电路。直流稳压电源的功能：如 3V 稳压电源，当电源电压波动或负载变化时，输出电压保持 3V 不变。



【项目简介】

直流稳压电源由电源变压器、整流电路、滤波电路和稳压电路等 4 部分组成，如图 1-1 所示。4 部分组成内容中，电源变压器是电工学过的旧教学内容，整流电路、滤波电路和稳压电路是本项目的学习和实践的新教学内容。整流电路主要元器件是二极管，滤波电路主要元器件是电容或电感元器件，稳压电路主要元器件是三端稳压器或稳压管，而目前广泛使用的直流稳压电路是以集成电路为主导，因此构成了本项目的两个学习性工作任务。

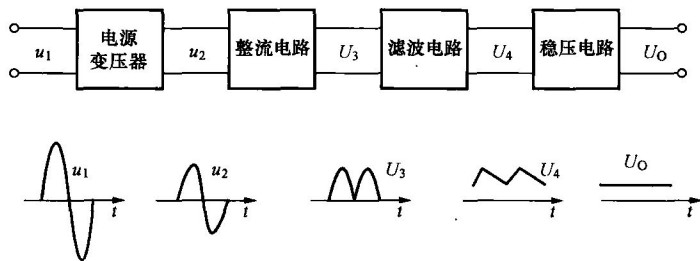


图 1-1 稳压电源组成框图



【项目组成】

任务一 二极管、稳压管、电阻和电容的识别与测试

任务二 集成稳压电源电路接线与调试

任务一 二极管、稳压管、电阻和电容的识别与测试



【能力目标】

- (1) 能够用万用表测试二极管、稳压管、发光二极管、电容好坏与极性。
- (2) 能够借助二极管手册合理选择出二极管、稳压管的型号。
- (3) 具有正确将二极管、稳压管接入电路的能力。
- (4) 具备自学、分析、语言表达能力。
- (5) 能够估算出色环电阻的阻值。



【知识目标】

- (1) 学会电阻器、电容器、电感器、二极管、稳压管、发光二极管种类、光电二极管等元器件测试方法，明确其作用，识别其符号。
- (2) 熟知半导体与 PN 结特性。
- (3) 熟记二极管、稳压管、发光二极管、光电二极管符号。
- (4) 学会简单二极管电路的计算方法。
- (5) 明确特殊二极管的应用。



【任务要求】

- (1) 根据电子元器件的型号，借助于手册或网络，正确选择电子元器件。
- (2) 能够正确使用万用表。
- (3) 根据实物准确识别出电阻、电容、二极管、稳压管、发光二极管类型和色环电阻的阻值。
- (4) 用万用表测试二极管、稳压管、发光二极管的好坏与极性。

一、工作任务相关知识

(一) 半导体与 PN 结特性

1. 半导体特点

自然界中的各种物质按其导电性能的不同，可划分为导体、半导体和绝缘体。半导体的导电性能介于导体和绝缘体之间。常见的半导体材料是硅（Si）和锗（Ge），它们都是+4 价元素，且硅的热稳定性比锗好。

由于半导体温度升高、光照加强，其导电能力将大大增强，因此具有热敏性、光敏性，由此可制成热敏电阻和光敏电阻。

- (1) 热敏性：当温度升高时，其半导体导电性能大大提高。
- (2) 光敏性：当光照时，其半导体导电性能大大提高。
- (3) 掺杂性：当掺入微量的杂质元素时，其半导体导电性能大大提高。

2. 本征半导体及特点

(1) 本征半导体。半导体按其是否掺入杂质来划分为本征半导体和杂质半导体。完全纯净的、具有晶体结构的半导体称为本征半导体，晶体管由此而得名。

(2) 本征半导体的特点。

1) 本征半导体相邻的原子各用一个价电子组成共价键结构，价电子结构较为牢固，不易挣脱束缚变成自由电子，在较低温度下，如绝对 0° (-273°C)，本征半导体基本不导电，相当于绝缘体。

2) 当温度升高或受光照射时，本征半导体共价键中的价电子获得足够能量，从共价键中挣脱出来，变成自由电子；同时在原共价键的相应位置上留下一个空位，这个空位称为空穴，电子—空穴对就形成了，此现象称为本征激发。由于产生了电子—空穴对，其导电性能可以大大提高。

如图 1-2 所示，为硅原子共价键结构图及本征激发。

3. 杂质半导体

在本征半导体中掺入微量杂质元素，可使其导电性能显著提高。根据掺入杂质的性质不

同，杂质半导体分为电子（N）型半导体和空穴（P）型半导体两大类。

（1）P 型半导体。在本征半导体如硅中，掺入微量的 3 价硼元素杂质，由于硼原子只有 3 个价电子，它与周围硅原子组成共价键时，缺一个电子，因此产生了一个空穴，如图 1-3 所示。

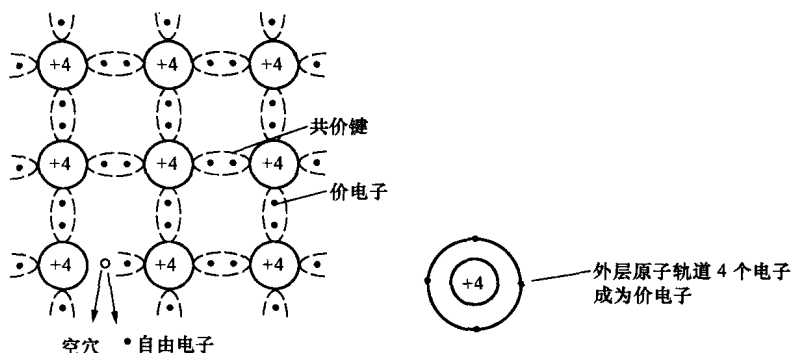


图 1-2 硅原子共价键结构图及本征激发

室温下，这个空穴很容易被邻近共价键中的价电子来递补，由此形成空穴的相对运动。每有一个硼原子与周围相邻 4 个硅原子组成共价键时，就提供一个空穴，杂质元素数量直接控制空穴的数量。而价电子挣脱束缚变成自由电子—空穴对，这样，空穴数量远大于自由电子数量。在这种半导体中，多数载流子（简称多子）为空穴，少数载流子（简称少子）为自由电子，主要靠多子空穴导电。但是，半导体整体仍然呈现电中性。

P 型半导体的特点：多数载流子为空穴，少数载流子为自由电子，主要靠多子空穴导电。

（2）N 型半导体。在本征半导体如硅中，掺入微量的 5 价元素磷杂质，由于磷原子只有 5 个价电子，它与周围硅原子组成共价键时，多一个电子，因此产生了一个自由电子，如图 1-4 所示。每有一个磷原子就与周围相邻 4 个硅原子组成共价键，就提供一个自由电子，杂质元素数量也直接控制自由电子数量。这样，自由电子数量远大于空穴数量。在这种半导体中，多数载流子为自由电子，少数载流子为空穴，主要靠多子自由电子导电。但半导体整体仍然呈现电中性。

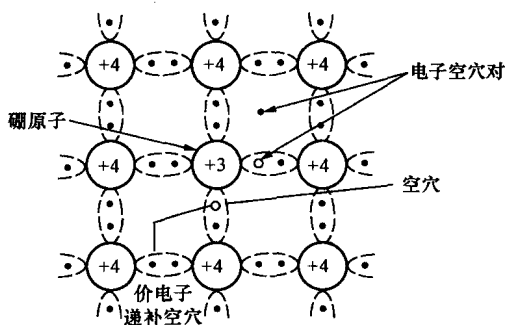


图 1-3 P 型半导体结构示意图

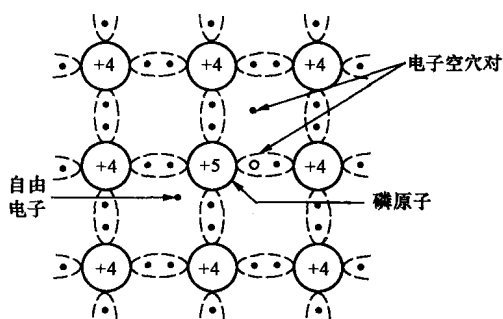


图 1-4 N 型半导体结构示意图

N 型半导体的特点：

多子—自由电子，少子—空穴，主要靠自由电子导电。

杂质半导体中多数载流子的浓度与掺杂浓度有关，由于少数载流子是因本征激发产生，

因而其浓度与掺杂无关，只与温度等因素有关。

(二) PN 结及其特性

1. PN 结

PN 结是半导体器件的核心。若在一块纯净的硅或锗半导体中，通过特殊掺杂工艺，一边掺入微量的 3 价硼元素，制成 P 型半导体，另一边掺入微量的 5 价磷元素，制成 N 型半导体，在 P 型半导体和 N 型半导体交界处，会形成一个导电薄层，即空间电荷区，我们把这个导电薄层称为 PN 结，如图 1-5 所示。

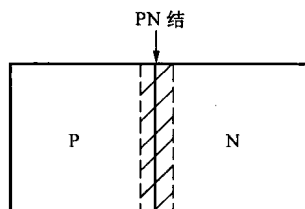


图 1-5 PN 结

2. PN 结特性

下面通过测试的方法来看看 PN 结的特性。

(1) 如图 1-6 (a) 所示，将 P 端接电池的正极，将 N 端接电池的负极，PN 结加正向电压或正向偏置电压，简称正向偏置。

这时发现小灯泡亮了。

(2) 如图 1-6 (b) 所示，将 N 端接电池的正极，将 P 端接电池的负极，PN 结加反向电压或反向偏置电压，简称反向偏置。这时发现小灯泡不亮。

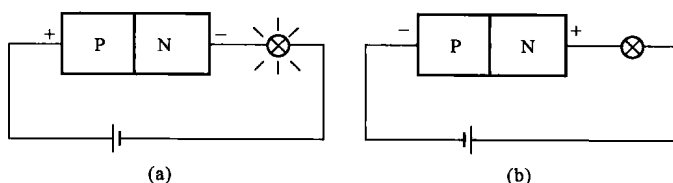


图 1-6 PN 结单向导电性

(a) PN 结正向偏置；(b) PN 结反向偏置

测试结果说明，PN 结具有单向导电性，PN 结是组成二极管、三极管器件的核心部件。

PN 结的单向导电性：

1) PN 结外加正向电压（正偏）时，PN 结导通，呈低阻特性，PN 结相当于闭合的无触点开关。

2) PN 结外加反向电压（反偏）时，PN 结截止，呈高阻特性，PN 结相当于断开的无触点开关。

小结：

(1) 本征半导体中，电子与空穴总是成对出现的。

(2) 杂质半导体有 P 型和 N 型之分。P 型半导体中，多子是空穴，少子是电子；N 型半导体中，多子是电子，少子是空穴。

(3) 在 P 型和 N 型半导体交界处形成的空间电荷区就是 PN 结，其主要特性是单向导电性——正偏导通，反偏截止。

(三) 二极管特性、识别与测试

半导体二极管又称为晶体二极管，简称二极管。

1. 二极管的结构

二极管是由管芯（PN 结）、电极、管壳组成的，如图 1-7 (a) 所示。

2. 符号

符号如图 1-7 (b) 所示。

3. 外观识别

二极管极性一般标示在它的封装管壳上, 因此可以通过管壳的标示来识别确定它的正、负极性, 有的二极管的极性用符号“—”印在外壳上, 箭头指向的一端为负极; 还有的二极管用色环或色点来标志(靠近色环的一端是负极, 有色点的一端是正极)。带银色环的一端为负极, 另一端为正极。如图 1-7 (c) 所示。

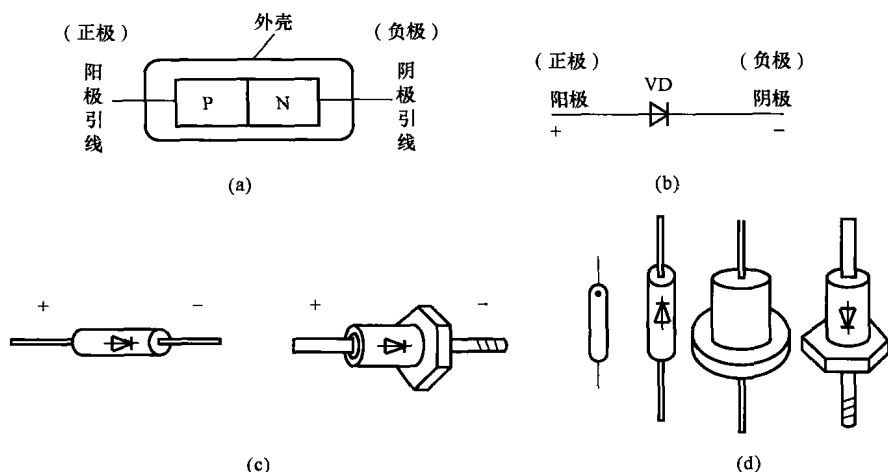


图 1-7 二极管结构、符号、外观标示

(a) 结构; (b) 符号; (c) 管壳标示; (d) 外观

4. 分类

二极管按所用材料可以分为锗二极管和硅二极管, 其中硅二极管的热稳定性比锗二极管的热稳定性要好得多。

二极管按用途可以分为普通二极管、整流二极管、检波二极管、稳压二极管、开关二极管、光电二极管等。

整流二极管: 可分为高频整流二极管、低频整流二极管、大功率整流二极管; 中、小功率整流二极管, 具有金属封装、塑料封装、玻璃封装等多种形式。常用的国产低频(普通)整流二极管有 2CP1~4 系列、2CZ11~13 系列、2DP3~5 系列、2CZ55~60 系列、2CZ80~86 系列; 高频整流二极管有 2CZ20/21 系列、2CP6 系列、2CP10~20 系列、2CG 系列、2DG 系列、2DZ2 系列。常用的进口低频整流二极管有 1S 系列、RM 系列、1N40××系列、1N53××系列和 1N54××系列; 高频整流二极管有 EU 系列、RU 系列、RGP 系列等。

检波二极管的作用是利用其单向导电性将高频或中频无线电信号中的低频信号或音频信号取出来。常用的国产检波二极管有 2AP 系列锗玻璃封装二极管, 外形如图 1-8 所示。

二极管按其结构的不同, 可以分为点接触型、面接触型和平面型三类。

(1) **点接触型二极管。**点接触型半导体二极管的结构如图 1-9 (a) 所示。这类管子的 PN 结面积和极间电容均很小, 不能承受高的反向电压和大电流, 适用于高频检波、脉冲数字电路里的开关, 作为无触点开关以及小电流的整流电路中。一般为锗管, 如国产的 2AP 型、2AK

型二极管。

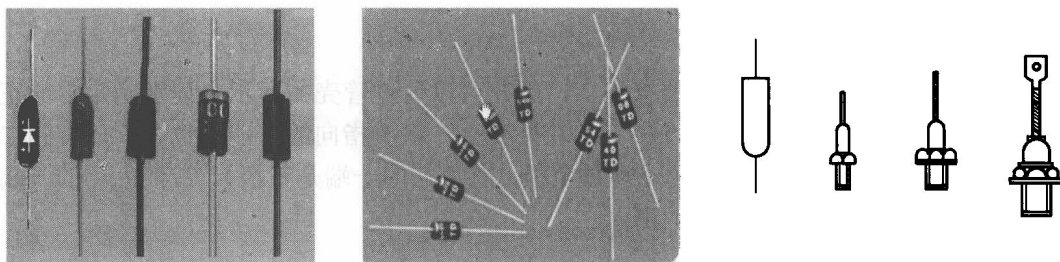


图 1-8 二极管外形图

(2) 面接触型二极管。面接触型半导体二极管的结构如图 1-9 (b) 所示。这种二极管的 PN 结接触面积大，可承受较大的电流，适用于大电流整流电路，因结电容较大，故只能在较低的频率下工作，不宜用于高频电路；一般为硅管，如国产的 2CZ 型、2CP 型二极管。

(3) 平面型二极管。如图 1-9 (c) 所示。平面型二极管的 PN 结面积可大可小，结面积较大时，能通过较大的电流，适用于大功率整流。结面积较小时，结电容较小，工作频率较高，适用于开关电路，它是集成电路中的常见形式。

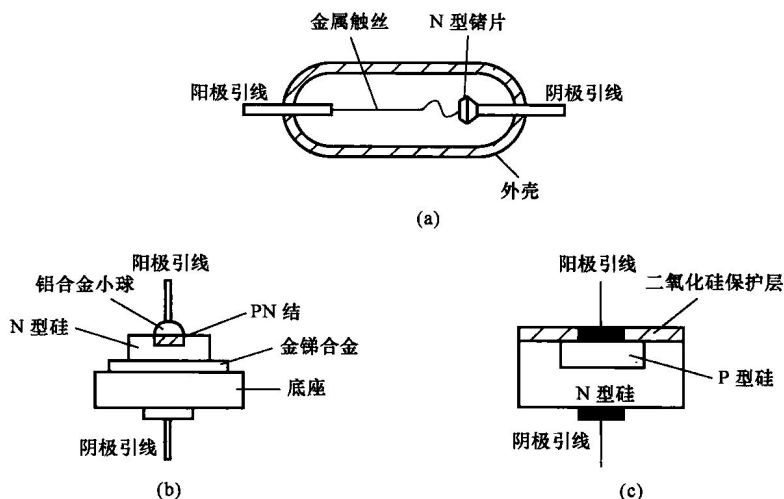
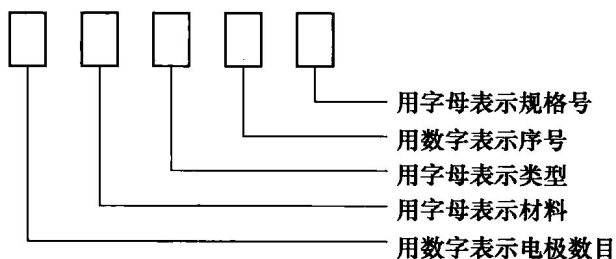


图 1-9 半导体二极管的结构

(a) 点接触性；(b) 面接触性；(c) 平面型

5. 型号认识



第一部分（数字）		第二部分（拼音）		第三部分（拼音）		第四部分（数字）	第五部分（拼音）
2	二极管	A	N 型锗材料	P	普通管	序号	规格
		B	P 型锗材料	W	稳压管		
		C	N 型硅材料	Z	整流管		
		D	P 型硅材料	U	光电管		
				K	开关管		
				C	参量管		
				L	整流堆		
				S	隧道管		

2AP7 表示 N 型锗普通二极管，2DZ56C 表示 P 型硅整流二极管，规格号为 C。

6. 二极管的伏安特性

伏安特性是指二极管两端的电压 u 与流过二极管电流 i 的关系，如图 1-10 所示二极管的伏安特性曲线。

（1）正向特性。正向特性是指二极管加正向偏置电压，其电压与电流之间的关系。如图 1-10 中曲线 A 所示， u_F 为二极管外加电压， i_F 为二极管的电流。

当二极管正向电压 u_F 较小时，不足以使二极管导通， $i_F \approx 0$ ，此时伏安曲线对应的区域称为死区。二极管的死区电压，硅管为 0.5V，锗管为 0.2V。

当二极管正向电压 u_F 小于死区电压值时，通过二极管的电流很小，几乎为零；当二极管所加的正向电压超过死区电压时，电流 i_F 随电压的升高而明显增加，二极管进入导通状态。二极管导通后其两端的电压几乎不随电流的大小而变化，此时二极管两端的电压称为导通压降，用 u_D 表示，硅管为 0.7V，锗管为 0.3V。

二极管正常使用时必须串接限流电阻，目的是限制正偏电流。

二极管截止条件： $u_F \leq 0.5V$ （硅管）

$u_F \leq 0.2V$ （锗管）

二极管可靠截止条件： $u_F \leq 0V$

二极管导通条件： $u_F \geq 0.7V$ （硅管）

$u_F \geq 0.3V$ （锗管）

（2）反向特性。反向特性是指二极管加反向电压时的伏安特性，如图 1-10 中曲线 B 所示。当二极管外加反向电压较小，并且反向电压 u_F 在一定范围内变化时，反向电流 i_F 几乎不变，

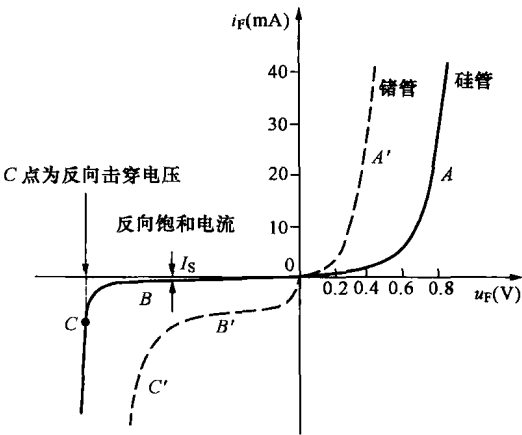


图 1-10 二极管伏安特性曲线

近似为 0，此时的二极管反向电流 i_F 又称为反向饱和电流，用 I_S 表示。由于二极管反向电流是由少数子组成的，少数子数量较小，因此反向电流 I_S 近似为 0。当环境温度升高时，少数子数目增加，所以 I_S 增加。室温下，一般硅管的反向饱和电流小于 $1\mu A$ ，锗管的为几十到几百微安，因此，环境温度对二极管的特性有显著影响。温度每升高 $1^\circ C$ ，正向压降减小 $2\sim 2.5mV$ ，温度每升高 $10^\circ C$ ，反向电流约增大 1 倍。温度升高，正向特性曲线向左移，反向特性曲线向下移。

(3) 反向击穿特性。二极管反向外加电压 u_F 继续增大，当超过某一特定电压值时，反向电流将急剧增大，这种现象称为反向击穿。如图 1-10 的 C 点电压，发生击穿时的电压称为击穿电压，用 U_{BR} 来表示。普通二极管外加反向电压超过 U_{BR} 后，二极管将损坏，失去单向导电性，不可修复。反向击穿电压可以从晶体管手册中查阅，使用中不可超过其反向击穿电压。

普通二极管被击穿后，由于反向电流很大，PN 结温度过高而烧坏，造成“热击穿”，不能恢复原来的性能，不能再次使用，应更换新的。

而稳压管正是利用反向击穿特性进行工作的，即反向电流在一定范围内变化，而电压几乎不变，实现稳压作用，但必须串接合适的限流电阻。

二极管的应用范围很广，利用它的单向导电性，可用于整流、检波、限幅、元件保护以及在数字电路中用作开关元件等；利用它的击穿特性，可制成稳压管。

7. 二极管的主要参数

二极管的主要参数是通过二极管型号，查阅二极管手册来获取的，应用中合理选择二极管很重要，参数既不能过大，也不能过小。

(1) 最大整流电流 I_{FM} 。允许通过二极管平均电流的最大值。使用中，通过二极管的实际电流值应小于此值，否则，二极管会因过热而损坏。

(2) 最高反向工作电压 U_{RM} 。允许加在二极管两端反向电压的最大值（一般情况下 $U_{RM}=1/2 U_{BR}$ ）。

使用中，二极管两端所加最大反向电压实际值应小于此值，否则，二极管将会反向击穿，损坏，不可恢复。

(3) 反向饱和电流 I_S 。二极管未击穿时的反向电流。使用中，选择其值越小的二极管越好，其值越小，单向导电性就越好。

8. 二极管的检测与判别

(1) 外观识别法。通过二极管管壳上的符号、标志来识别。有的二极管的极性用符号“—”印在外壳上，箭头指向的一端为负极；还有的二极管用色环来标识，靠近色环的一端是负极。

(2) 检测法。用万用表的欧姆挡，量程为 $R\times 100\Omega$ 或 $R\times 1k\Omega$ 挡测量其正向、反向电阻。

测试前先把万用表的转换开关拨到欧姆挡的 $R\times 100\Omega$ 或 $R\times 1k\Omega$ 挡位（一般不用 $R\times 1\Omega$ 挡，因为电流太大；而 $R\times 10k\Omega$ 挡的电压太高，二极管有被击穿的危险），再将红、黑两根表笔短路，进行欧姆调零。

1) 二极管好坏的测试。把万用表的黑表笔（表内正极）搭触二极管的正极，红表笔（表内负极）搭触二极管的负极，若表针不摆到 0 值而是停在标度盘的中间，这时的阻值就是二极管的正向电阻，一般正向电阻越小越好。若正向电阻接近无穷大值，说明二极管管芯断路。

再将万用表的红表笔搭触二极管的正极，黑表笔搭触二极管的负极，若表针指在无穷大值或接近无穷大值（锗管的反向电阻为几十千欧，硅管为 $500k\Omega$ 以上），这时的阻值就是二极

管的反向电阻,若测试的二极管正向电阻小(通常小功率锗二极管的正向电阻值为 $300 \sim 500 \Omega$,硅管为 $1k\Omega$ 或者更大),反向电阻大,说明二极管是合格的。

通常二极管正、反向电阻差值越大越好。

如果测得正、反向电阻均为无穷大,说明二极管内部断路,二极管失去单向导电性,没有使用价值了;若正向电阻为 0,说明二极管短路损坏;短路和断路的二极管都不能使用。

2) 二极管正、负极性的判断。用万用表表笔分别搭触二极管的两极,分别测试正向电阻 R_a 和反向电阻 R_b ,满足一大、一小测试结果后,说明二极管是好的,且测得阻值较小的一次,与黑表笔相连的一端为正极,红表笔相连的一端为负极,如图 1-11 所示。

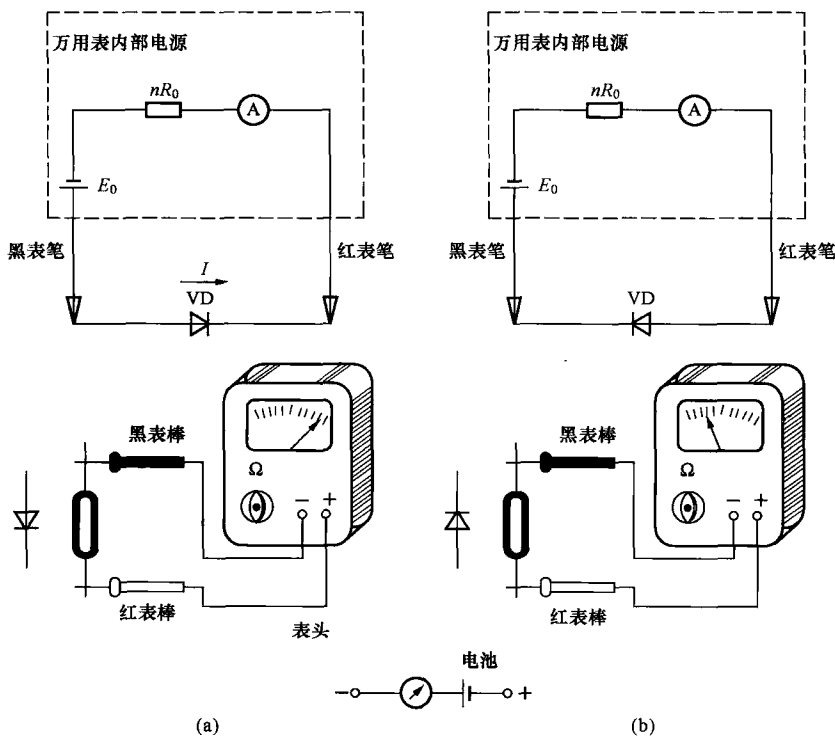


图 1-11 二极管正负极判断

(a) 二极管正向导通测试; (b) 二极管反向截止测试



【应用要点】

(1) 二极管加反向电压时不能导通,但反向电压达到反向击穿电压时,二极管会反向击穿,应用时不同电路,选择的二极管参数不同,所允许加的反向电压大小也不同。

(2) 在使用二极管时,电路中应该串联适当的限流电阻,以免因电流过大而损坏二极管。

(3) 二极管应按照用途、参数及使用环境选择。

(4) 使用二极管时,正、负极不可接反。通过二极管的电流,承受的反向电压及环境温度等都不应超过手册中所规定的极限值。

(5) 更换二极管时,应用同类型或高一级的代替。

(6) 二极管的引线弯曲处距离外壳端面应不小于 2mm，以免造成引线折断或外壳破裂。

小结：

- (1) 二极管伏安特性。
- (2) 二极管的主要参数与选型。
- (3) 二极管的检测与判别。

(四) 特殊二极管

常用的特殊二极管有稳压管、光电二极管、发光二极管等。

1. 稳压管

稳压管是利用一种特殊工艺制成的面接触型二极管，工作在二极管伏安特性的反向击穿区。如图 1-12 (a) 所示稳压管伏安特性曲线，由于反向特性曲线较陡，稳压电路中串接了合适的限流电阻，反向电流在很大范围内变化，其电压值变化极小，因此具有稳压作用。由于电路中串接合适的限流电阻，其反向电流不会烧坏稳压管。稳压管的正向特性与普通二极管相似，反向击穿特性曲线很陡。

(1) 稳压管符号与外观。稳压管符号如图 1-12 (b) 所示，外观如图 1-12 (c) 所示。

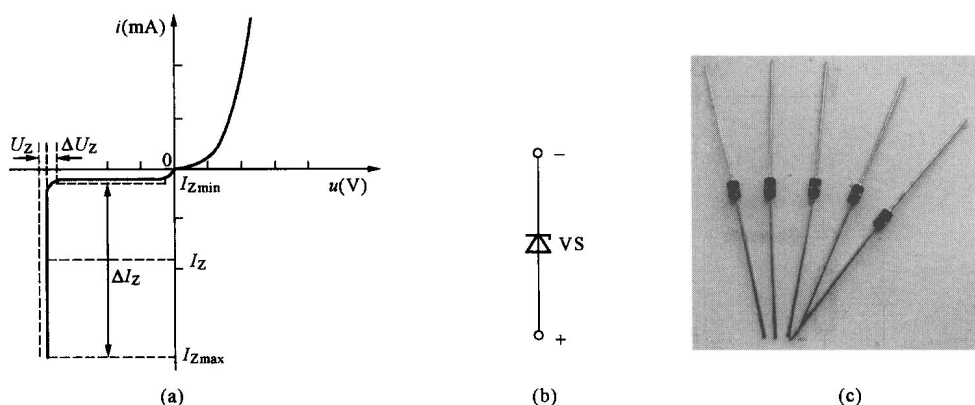


图 1-12 稳压管特性曲线和符号

(a) 稳压管特性曲线；(b) 稳压管符号；(c) 外观

(2) 稳压管的主要参数。

1) 稳定电压 U_Z 。它是稳压管正常工作时两端所呈现的电压，为稳压管的反向击穿电压。

2) 最小稳定电流 I_{Zmin} 。

稳压管进入正常工作状态所必需的最小电流。使用时，通过稳压管的电流不能小于此值。

3) 最大稳定电流 I_{Zmax} 。

稳压管正常工作时允许通过的最大电流。使用时，实际电流不得超过此值，否则会损坏。

4) 稳定电流 I_Z 。稳压管正常工作时的反向电流值。其值在最大稳定电流和最小稳定电流之间。

5) 额定功耗 P_Z 。稳压管正常工作时所能承受的最大耗散功率，它等于稳定电压 U_Z 和最

大稳定电流 $I_{Z\max}$ 的乘积, 即 $P_{ZM} = U_Z I_{Z\max}$ 。

在实际应用中, 由于稳定电压是固定的, 为了使稳压管的实际耗散功率小于 P_{ZM} , 必须通过限流电阻来限制所通过稳压管的电流, 使之不超过最大稳定电流 $I_{Z\max}$, 否则损坏稳压管, 特别是大功率稳压管, 工作时要加装散热装置。

除此之外, 还有动态电阻、温度系数等参数。

动态电阻 Δr 越小, 稳压管的稳压性能越好。

温度系数反映了稳压管的稳压性能。温度系数越小, 温度稳定性越好, 即稳定电压受温度变化的影响就越小。

(3) 稳压管应用时的注意事项。

1) 稳压管使用中, 在电路中需反接, 即稳压管的负极接电路中的高电位, 正极接低电位, 才能实现稳压作用。若稳压管加正向电压, 其性质就与普通二极管相同。若稳压管使用中接反, 则相当于电源短路, 电流过大, 烧毁稳压管。

2) 稳压管必须在电源电压高于它的稳压值时才能实现稳压作用。

3) 使用时, 当一个稳压管的稳压值不够, 可以用多个稳压管串联使用, 但绝对不能并联使用。

2. 光电二极管

(1) 光电二极管工作原理。光电二极管又称为光敏二极管, 它和普通二极管一样, 具有单向导电性, 它也有一个 PN 结, 与普通二极管不同之处, 是在光电二极管的外壳上有一个透明的窗口, 以接收光线照射, 实现光电转换。如图 1-13 (a) 所示为外观图, 光电二极管符号如图 1-13 (b) 所示。

普通二极管在反向电压作用下, 处于截止状态, 只能流过微弱的反向电流。而光电二极管在设计和制作时, 尽量使 PN 结的面积大一些, 以便接收入射光。光电二极管必须工作在反向偏置状态, 无光照射时, 其反向电流极微弱, 此时电流称为暗电流; 若有光照射时, 则反向电流迅速增大到几十微安, 此时电流称为光电流, 光的强度越大, 反向电流也越大, 即反向电流与光的照度成正比例, 特性曲线如图 1-13 (c) 所示。

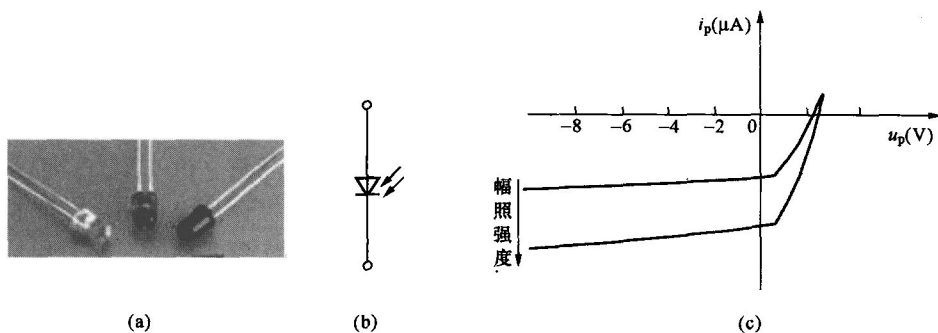


图 1-13 光电二极管、符号及特性

(a) 外观图; (b) 符号; (c) 特性曲线

光的变化引起光电二极管电流的变化, 这样就可以把光信号转换成电信号。光控电路如图 1-14 所示。