



高等教育“十三五”规划教材
• 工科专业平台基础课程系列 •

电子电路

DIANZI DIANLU

主 编 谭庆吉 严兴喜
副主编 秦向荣 李晓慧 王耀楠 李艳华
主 审 郭建荣 马建忠



北京交通大学出版社
<http://www.bjtu.cn>

高等教育“十三五”规划教材
工科专业平台基础课程系列

电子电路

主 编	谭庆吉	严兴喜			
副主编	秦向荣	李晓慧	王耀楠	李艳华	
主 审	郭建荣	马建忠			



刮开涂层，首次扫描二维码安装加阅 App，安装成功并注册后，点击“扫一扫加入我的书架”，即可获取本书更丰富资源。

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本教材采用项目化任务驱动的方式编写, 共分为 7 个项目, 分别为晶体二极管、三极管的认识与检测, 放大电路的设计与制作, 信号产生电路的设计与制作, 直流稳压电源的设计, 数字电路与逻辑代数, 组合逻辑电路的设计, 触发器及时序逻辑电路。

本教材可作为应用型本科院校、高等职业院校电子、电气、自动化等专业的教学用书及参考书, 同时可供相关工程技术人员参考。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路 / 谭庆吉, 严兴喜主编. —北京: 北京交通大学出版社, 2017. 2
ISBN 978-7-5121-3173-6

I. ①电… II. ①谭…②严… III. ①电子电路—基本知识 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 034975 号

电子电路

DIANZI DIANLU

策划编辑: 刘 辉 责任编辑: 刘 辉 助理编辑: 李荣娜
出版发行: 北京交通大学出版社 电话: 010-51686414 <http://www.bjtu.cn>
地 址: 北京市海淀区高粱桥斜街 44 号 邮编: 100044
印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 185mm×260mm 印张: 11.5 字数: 287 千字
版 次: 2017 年 2 月第 1 版 2017 年 2 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-5121-3173-6/TN·108
印 数: 1~2000 册 定价: 29.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监局反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。
投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

为了适应高等教育教学改革的新形势，我们在总结多年教学经验的基础上，编写了《电子电路》。本教材力求通俗易懂、深入浅出、循序渐进，重在实训技能的训练，对电路实际维护工作具有很强的指导作用。本教材全面、系统地讲述了电子电路及其在实际工作中的应用，可作为电子、电气、自动化等专业的教学用书及参考书。

本教材采用项目化任务驱动方式编写，共分7个项目，分别为晶体二极管、三极管的认识与检测，放大电路的设计与制作，信号产生电路的设计与制作，直流稳压电源的设计，数字电路与逻辑代数，组合逻辑电路的设计，触发器及时序逻辑电路。教材内容着眼于电子电路的基础性、应用性和先进性，以电路的基本概念、基本理论、技能操作和实训为重点，以够用、适用为原则，增强了教材的活力和生命力。

本教材由黑龙江农垦科技职业技术学院谭庆吉和黑龙江交通职业技术学院严兴喜担任主编，由黑龙江交通职业技术学院秦向荣、李晓慧、王耀楠和唐山职业技术学院李艳华担任副主编，并由西安铁路局安康供电段汉中供电车间主任郭建荣、宝鸡电务段电务指挥中心主任马建忠主审。本教材的编写得到了黑龙江机器人技术人才培养合作联盟各兄弟院校的大力支持，在此，一并表示感谢！

尽管我们在本教材的编写方面做了很多探索，但由于作者的水平和教学经验有限，书中难免有疏漏之处，恳请各相关教学单位和读者批评、指正，并将意见和建议及时反馈给我们（cbslh@jg.bjtu.edu.cn），以便修订时改进。

编 者

2016年5月

目 录

项目 1 晶体二极管、三极管的认识与检测	1
任务 1.1 半导体二极管的识别与检测	1
任务 1.2 二极管伏安特性的测试	7
任务 1.3 三极管管脚判断及电流放大特性检测	9
项目习题	17
项目 2 放大电路的设计与制作	21
任务 2.1 分压式单管放大电路的设计与制作	22
任务 2.2 差分放大电路的制作与调试	36
任务 2.3 负反馈放大电路的制作与调试	42
项目习题	51
项目 3 信号产生电路的设计与制作	56
任务 3.1 比例运算电路的制作与测试	56
任务 3.2 方波、三角波、锯齿波发生器的设计与制作	69
项目习题	75
项目 4 直流稳压电源的设计	80
任务 4.1 并联型稳压电路的设计与检测	80
任务 4.2 集成稳压电路的设计与制作	87
项目习题	92
项目 5 数字电路与逻辑代数	96
任务 5.1 认识数字电路与数字信号	96
任务 5.2 认识逻辑代数	103
任务 5.3 逻辑代数的运算规律	109
任务 5.4 卡诺图化简法	112
项目习题	118
项目 6 组合逻辑电路的设计	121
任务 6.1 逻辑门电路及逻辑功能的测试	121
任务 6.2 组合逻辑电路的设计与测试	134
项目习题	149
项目 7 触发器及时序逻辑电路	152
任务 7.1 触发器及其功能测试	152
任务 7.2 时序逻辑电路及应用	163
项目习题	174
参考文献	177

项目 1 晶体二极管、三极管的认识与检测



知识目标：

- 熟悉二极管器件的外形和电路符号。
- 熟悉二极管的主要特性和参数。
- 了解三极管的结构，掌握三极管的电流分配原则及放大原理。
- 掌握三极管的输入/输出特性，理解其含义，了解主要参数的定义。



技能目标：

- 会使用万用表检测二极管的性能好坏并判断电极。
- 会使用万用表判别三极管的管脚和管型。
- 会查阅半导体器件手册，能按要求选用二极管、三极管。



工作任务：

- 半导体二极管的识别与检测。
- 二极管伏安特性的测试。
- 三极管管脚判断及电流放大特性检测。

任务 1.1 半导体二极管的识别与检测

学习任务书

学习领域	晶体二极管、三极管的认识与检测	学习小组、人数	第 组 人
学习情境	半导体二极管的识别与检测	专业、班级	
任务内容	1. 认识半导体		
	2. 认识 PN 结		
	3. 二极管的单向导电性		
学习目标	1. 了解半导体材料； 2. 学习 PN 结的形成及导电过程； 3. 学习二极管的测试； 4. 掌握二极管的单向导电性		

续表

任务描述	通过生活中半导体的导电现象，让学生了解半导体的导电过程，理解 PN 结的工作原理，进而认识二极管所具有的单向导电性，并了解其在生产和生活中的重要意义
对学生的要求	1. 认识半导体，知道生活中哪些器件是由半导体构成的； 2. 知道 P 型半导体、N 型半导体，掌握其差别； 3. 能够进行二极管性能的测量； 4. 学生必须具有团队合作的精神，以小组的形式完成学习任务； 5. 学生应树立职业道德意识，并按照企业的质量管理体系标准去学习和工作； 6. 严格遵守课堂纪律，不迟到、不早退、不旷课

读一读

认识二极管

1. 二极管的结构及符号

半导体二极管又称晶体二极管（简称二极管），其核心部分是由 P 型半导体和 N 型半导体结合而成的 PN 结，从 P 区和 N 区各引出一个电极，并在外面加管壳封装，如图 1-1（a）所示。二极管的符号如图 1-1（b）所示，由 P 端引出的电极是正极，由 N 端引出的电极是负极，箭头的方向表示正向电流的方向，VD 表示二极管。



图 1-1 二极管的结构和符号

2. 二极管的种类

按半导体材料来分，常用的有硅二极管、锗二极管和砷化镓二极管等。
按工艺结构来分，有点接触型、面接触型和平面型二极管 3 种，其内部结构如图 1-2 所示。

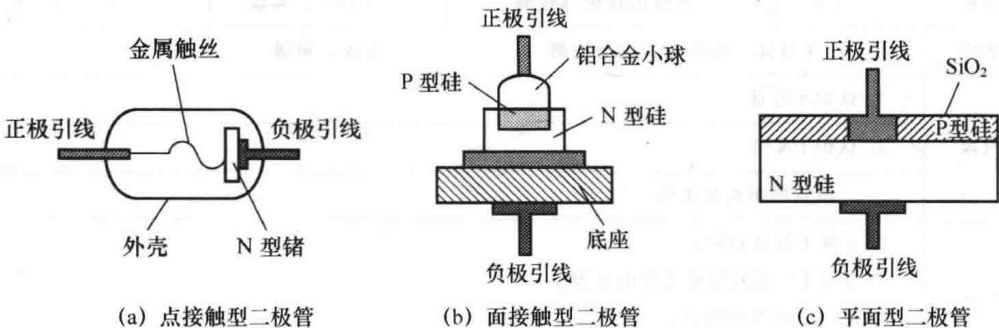


图 1-2 二极管的内部结构

点接触型二极管：PN 结面积小，结电容小，用于检波和变频等高频电路。

面接触型二极管：PN 结面积大，结电容大，用于低频大电流整流电路。

平面型二极管：PN 结面积大小可控。PN 结面积大的，用于大功率整流电路；PN 结面积小的，用于高频电路。

按封装形式来分类，常见的二极管有金属、塑料和玻璃 3 种。

按照应用的不同，二极管分为整流、检波、开关、稳压、发光、光电、快恢复和变容二极管等。

根据使用的不同，二极管的外形各异，常见的二极管外形如图 1-3 所示。

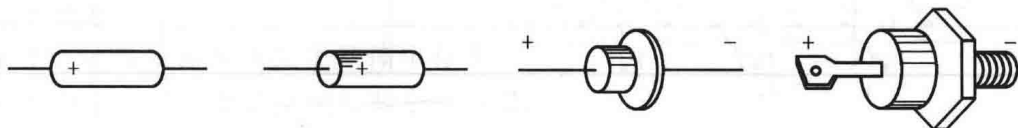


图 1-3 常见的二极管外形

3. 二极管的测试

1) 二极管极性的判定

万用表选在欧姆挡测量，将红、黑表笔分别接二极管的两个电极，若测得的电阻值很小（几千欧以下），则黑表笔所接电极为二极管正极，红表笔所接电极为二极管负极，如图 1-4（a）所示；若测得的电阻值很大（几百千欧以上），则黑表笔所接电极为二极管负极，红表笔所接电极为二极管正极，如图 1-4（b）所示。

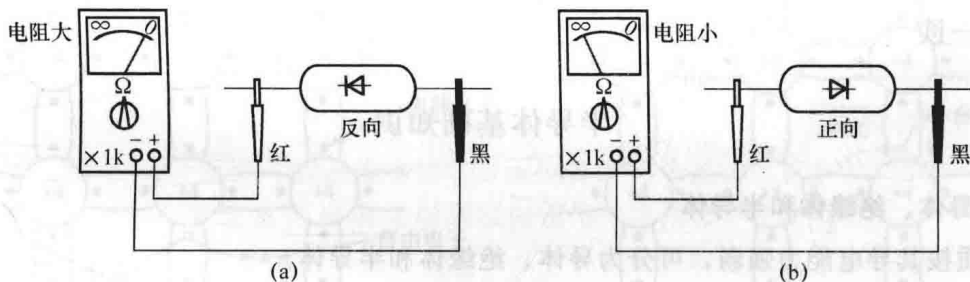


图 1-4 二极管极性的测试

2) 二极管性能好坏的判定

① 若测得的反向电阻很大（几百千欧以上），正向电阻很小（几千欧以下），则表明二极管性能良好。

② 若测得的反向电阻和正向电阻都很小，则表明二极管短路，已损坏。

③ 若测得的反向电阻和正向电阻都很大，则表明二极管断路，已损坏。



做一做

项目 1-1：二极管极性的判定，正、反向电阻的测量

实训流程：

① 在元件盒中取出两只不同型号的二极管（分别为硅二极管和锗二极管），用万用表鉴别二极管的极性。

② 将万用表拨到 $R \times 10$ 或 $R \times 1\text{ k}$ 挡, 测量上述二极管的正、反向电阻, 并判断其性能好坏, 将以上测量结果填入表 1-1 中。

表 1-1 二极管的测试结果

阻值 型号	正向电阻	反向电阻	电阻挡位	质量鉴别

 填一填

通过上述实训, 可以得到下列结论:

二极管正向电阻 _____ (大/小), 反向电阻 _____ (大/小), _____ (具有/不具有) 单向导电性。二极管正向导通时, 导通压降约为 _____ V。

 想一想

为什么用 $R \times 10$ 或 $R \times 1\text{ k}$ 挡测量的二极管的正、反向电阻值不同?

 读一读

半导体基础知识

1. 导体、绝缘体和半导体

物质按其导电能力强弱, 可分为导体、绝缘体和半导体。

① 导体: 导电能力很强的物质称为导体, 如低价元素铜、铁、铝等。

② 绝缘体: 导电能力很弱, 基本上不导电的物质, 称为绝缘体, 如高价惰性气体和橡胶、陶瓷、塑料等高分子材料等。

③ 半导体: 导电能力介于导体和绝缘体之间的物质, 称为半导体, 如硅、锗等 4 价元素。

为什么物质的导电能力有如此大的差别呢? 这与它们的原子结构有关, 即与它们的原子最外层的电子受其原子核束缚力的强弱有关。

2. 本征半导体

1) 本征半导体结构

通过特殊工艺加工, 可以使硅或锗元素的原子之间靠共有电子对——共价键形成非常规则的晶体点阵结构, 每个原子外层相对排满 8 个电子, 形成相对稳定的状态, 这种结构整齐且单一的纯净半导体, 称为本征半导体。共价键内的两个电子由相邻的原子各用一个价电子组成, 称为束缚电子。图 1-5 所示为硅和锗的原子结构和共价键结构。

2) 本征激发

在常温下，由于热能的激发，使本征半导体共价键中的价电子获得足够的能量而脱离共价键的束缚，成为自由电子。同时，在共价键中留下一个空位，称为空穴。这种产生自由电子和空穴对的现象，称为本征激发。本征半导体中，自由电子和空穴成对出现，数目相同。温度越高，半导体材料中产生的自由电子便越多。

由于本征激发而在本征半导体中存在一定浓度的自由电子（带负电荷）和空穴（带正电荷）对，故其具有导电能力，但其导电能力有限。图 1-6 所示为本征激发所产生的自由电子和空穴对。

如图 1-7 所示，空穴（见图中位置 1）出现以后，邻近的束缚电子（见图中位置 2）可能获取足够的能量来填补这个空穴，而在这个束缚电子的位置又出现一个新的空位，另一个束缚电子（见图中位置 3）又会填补这个新的空位，这样就形成束缚电子填补空穴的运动。为了区别自由电子的运动，称此束缚电子填补空穴的运动为空穴运动。

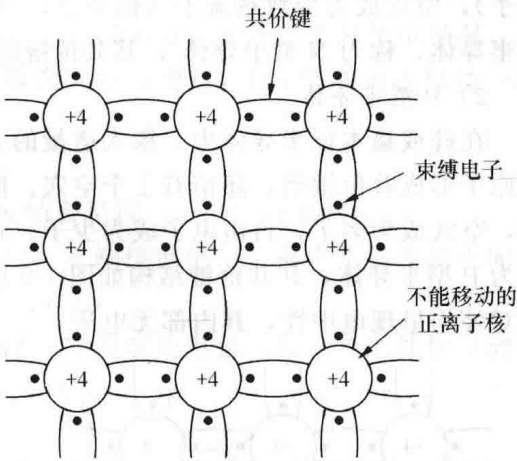


图 1-5 硅和锗的原子结构和共价键结构

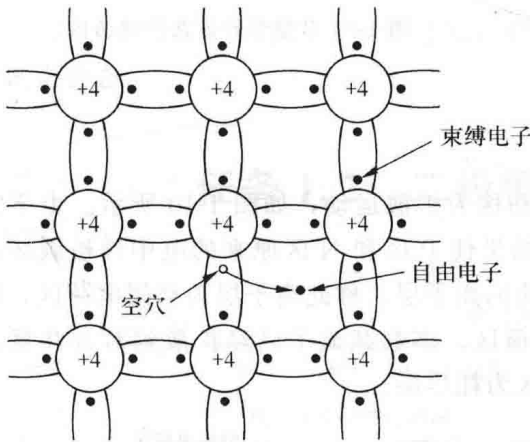


图 1-6 本征激发所产生的自由电子和空穴对

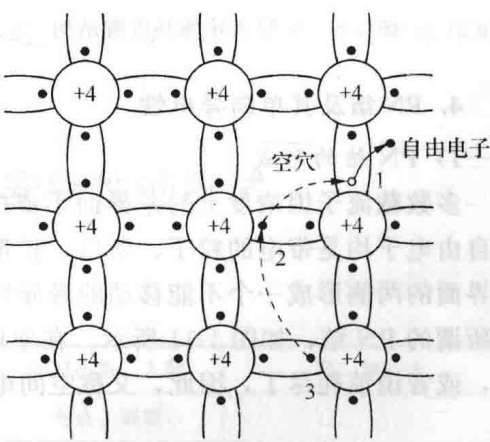


图 1-7 空穴运动

3. 杂质半导体

在本征半导体中掺入适量且适当的其他元素（叫杂质元素），就形成杂质半导体，其导电能力将大大增强。根据掺入杂质的性质不同，杂质半导体分为两类：电子型（N 型）半导体和空穴型（P 型）半导体。

1) N 型半导体

在硅或锗本征半导体中掺入适量的 5 价元素（如磷），则磷原子与其周围相邻的 4 个硅或锗原子之间形成共价键后，还多出 1 个电子，这个多出的电子极易成为自由电子参与导电。同时，因本征激发还产生自由电子和空穴对。结果，自由电子成为多数载流子（称

多子)，空穴成为少数载流子（称少子）。这种主要依靠多数载流子（自由电子）导电的杂质半导体，称为 N 型半导体，其共价键结构如图 1-8 所示。

2) P 型半导体

在硅或锗本征半导体中，掺入适量的 3 价元素（如硼），则硼原子与周围的 4 个硅或锗原子形成共价键后，还留有 1 个空穴。同时，因本征激发还产生自由电子和空穴对。结果，空穴成为多子，自由电子成为少子。这种主要依靠多子（空穴）导电的杂质半导体，称为 P 型半导体，其共价键结构如图 1-9 所示。无外电场作用时，本征半导体和杂质半导体对外均呈现电中性，其内部无电流。

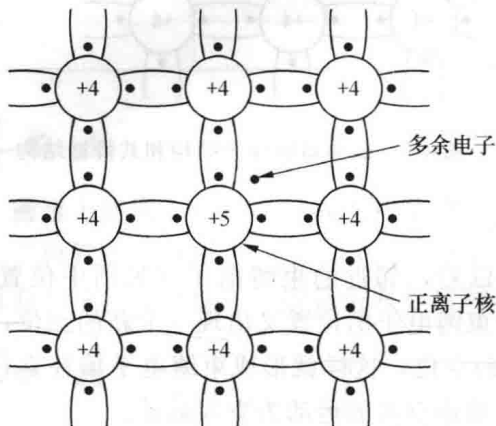


图 1-8 N 型半导体共价键结构

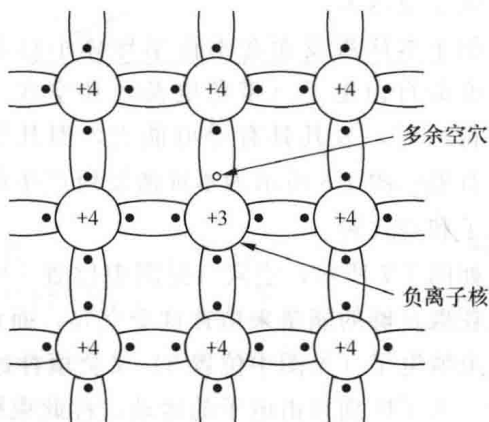


图 1-9 P 型半导体共价键结构

4. PN 结及其单向导电性

1) PN 结的形成

多数载流子因浓度上的差异而形成的运动称为扩散运动，如图 1-10 所示。由于空穴和自由电子均是带电的粒子，所以，扩散的结果使 P 区和 N 区原来的电中性被破坏，在交界面的两侧形成一个不能移动的带异性电荷的离子层，称此离子层为空间电荷区，这就是所谓的 PN 结，如图 1-11 所示。在空间电荷区，多数载流子已经扩散到对方并复合掉了，或者说消耗尽了，因此，又称空间电荷区为耗尽层。

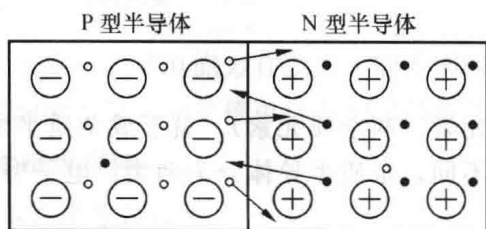


图 1-10 P 型和 N 型半导体交界处多数载流子的扩散运动

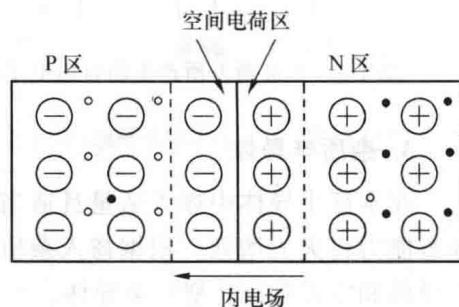


图 1-11 PN 结的形成

空间电荷区出现后，因为正负电荷的作用，将产生一个从 N 区指向 P 区的内电场。内电场的方向，会对多数载流子的扩散运动起阻碍作用。同时，内电场还可推动少数载流

子（P区的自由电子和N区的空穴）越过空间电荷区，进入对方。少数载流子在内电场作用下有规则的运动称为漂移运动。漂移运动和扩散运动的方向相反。无外加电场时，通过PN结的扩散电流等于漂移电流，PN结中等效为无电流流过，PN结的宽度保持一定而处于稳定状态。

2) PN结的单向导电性

如果在PN结两端加上不同极性的电压，PN结会呈现出不同的导电性能。

① PN结外加正向电压：PN结P端接高电位，N端接低电位，称PN结外加正向电压，又称PN结正向偏置，简称为正偏，如图1-12所示。

② PN结外加反向电压：PN结P端接低电位，N端接高电位，称PN结外加反向电压，又称PN结反向偏置，简称为反偏，如图1-13所示。

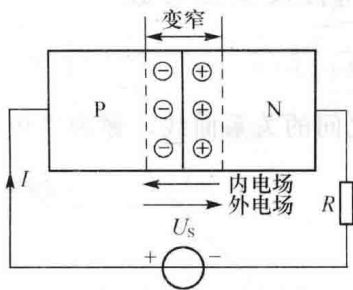


图 1-12 PN 结外加正向电压

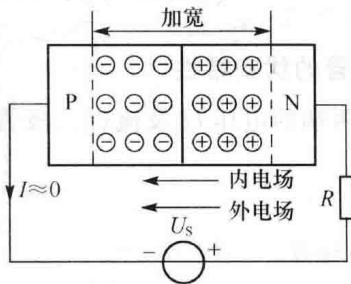


图 1-13 PN 结外加反向电压

PN结的单向导电性是指PN结外加正向电压时，处于导通状态；外加反向电压时，处于截止状态。

任务 1.2 二极管伏安特性的测试

学习任务书

学习领域	晶体二极管、三极管的认识与检测	学习小组、人数	第 组 人
学习情境	二极管伏安特性的测试	专业、班级	
任务内容	1. 了解二极管的伏安特性		
	2. 测量二极管的伏安特性		
	3. 根据伏安特性，判断二极管的性能好坏		
学习目标	1. 掌握二极管的伏安特性； 2. 学会测量二极管的伏安特性； 3. 根据伏安特性，判断二极管的性能好坏		
任务描述	通过理论讲授，让学生了解二极管的伏安特性，然后让学生通过实际测量对其深入理解，并学会根据伏安特性曲线，判断二极管性能的好坏		

对学生的要求	1. 会测量伏安特性，并学会画曲线； 2. 学生必须具有团队合作的精神，以小组的形式完成学习任务； 3. 严格遵守课堂纪律，不迟到、不早退、不旷课； 4. 学生应树立职业道德意识，并按照企业的质量管理体系标准去学习和工作
--------	--



读一读

二极管的伏安特性、温度特性及主要参数

1. 二极管的伏安特性

二极管两端的电压 U 及流过二极管的电流 I 之间的关系曲线，称为二极管的伏安特性，即

$$I = f(U)$$

1) 正向特性

当二极管外加正向电压比较小时 ($0 < U < U_{th}$)，二极管上流经的电流为 0，管子仍截止，此区域称为死区， U_{th} 称为死区电压（门槛电压）。硅二极管的死区电压约为 0.5 V，锗二极管的死区电压约为 0.1 V。测量二极管正向特性的电路如图 1-14 所示。

当二极管所加正向电压大于死区电压时，正向电流增加，二极管导通，电流随电压的增大而上升，二极管呈现很小的电阻，二极管处于正向导通状态。硅二极管的正向导通压降约为 0.7 V，锗二极管的正向导通压降约为 0.3 V。

2) 反向特性

当二极管外加反向电压时，反向电流很小 ($I \approx -I_s$)，而且在相当宽的反向电压范围内，反向电流几乎不变，因此，称此电流值为二极管的反向饱和电流。二极管呈现很大的电阻，管子处于截止状态。测量二极管反向特性的电路如图 1-15 所示。

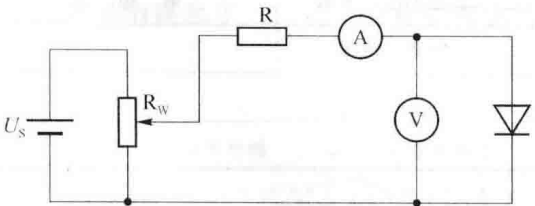


图 1-14 测量二极管正向特性的电路

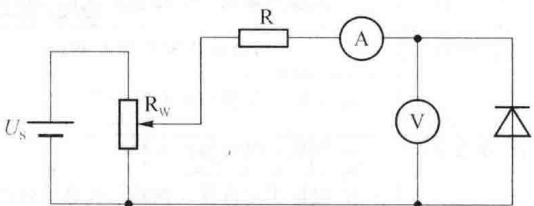


图 1-15 测量二极管反向特性的电路

3) 反向击穿特性

当反向电压值增大到 U_{BR} 后，若反向电压值稍有增大，反向电流会急剧增大，称此现象为反向击穿（电击穿）， U_{BR} 为反向击穿电压。二极管的伏安特性曲线如图 1-16 所示。

在电路中采取适当的限压措施，就能保证电击穿不会演变成热击穿，以避免损坏二极管。

2. 二极管的温度特性

二极管是对温度非常敏感的器件。温度升高，二极管的正向电压减小，正向特性左移，即二极管的正向电压具有负的温度系数（约为 $-2\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ ）；温度升高，反向饱和电流会增大，反向击穿电压减小，反向击穿特性后移，温度每升高 10°C ，反向饱和电流大约增加一倍。温度升高对二极管的伏安特性影响如图 1-17 所示。

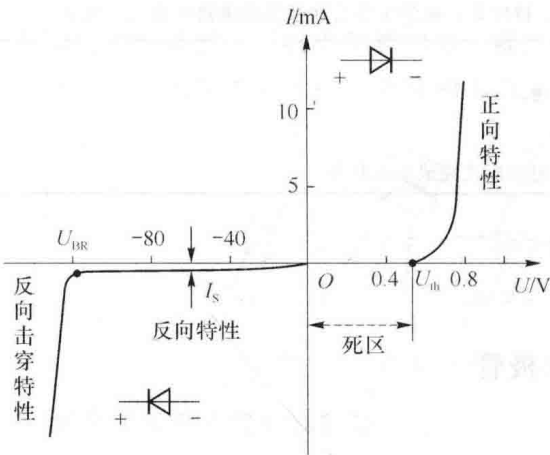


图 1-16 二极管的伏安特性曲线

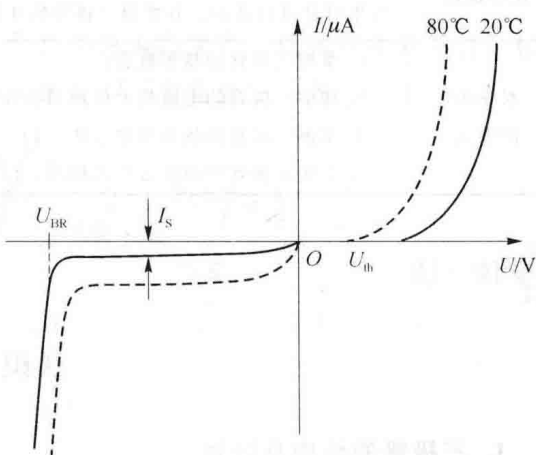


图 1-17 温度升高对二极管的伏安特性影响

3. 二极管的主要参数

1) 最大整流电流 I_F

最大整流电流 I_F 是指二极管长期连续工作时，允许通过二极管的最大正向电流的平均值。

2) 反向击穿电压 U_{BR}

反向击穿电压 U_{BR} 是指二极管击穿时的电压值。

3) 反向饱和电流 I_S

反向饱和电流 I_S 是指二极管没有击穿时的反向电流值。其值越小，说明二极管的单向导电性越好。

任务 1.3 三极管管脚判断及电流放大特性检测

学习任务书

学习领域	晶体二极管、三极管的认识与检测	学习小组、人数	第 组 人
学习情境	三极管管脚判断及电流放大特性检测	专业、班级	
任务内容	1. 了解三极管的结构类型		
	2. 测试三极管的管脚和管型		
	3. 了解三极管的电流放大作用		
	4. 熟悉三极管的特性曲线		
	5. 掌握三极管的主要参数		

续表

学习目标	1. 掌握三极管的基本概念； 2. 掌握三极管管脚和管型的测量方法； 3. 掌握三极管的电流放大作用； 4. 掌握三极管的主要参数
任务描述	在复杂的实际电路当中，很多地方都用到了三极管。本任务从实际电路中的三极管出发，带领学生对其进行认识，并学习三极管的功能、特性等，使学生学会在适当的电路中使用三极管
对学生的要求	1. 掌握三极管的基本概念； 2. 理解三极管的电流放大作用和特性曲线； 3. 掌握三极管的基本测量方法； 4. 学生必须具有团队合作的精神，以小组的形式完成学习任务



认识三极管

1. 三极管的结构及符号

半导体三极管又称晶体三极管（简称三极管），一般也称晶体管或双极型晶体管。它是通过一定的制作工艺，将两个 PN 结结合在一起的三极器件。两个 PN 结相互作用，使三极管成为一个具有控制电流作用的半导体器件。三极管可以用来放大微弱的信号，也可以作无触点开关。

三极管从结构上来讲分为两类：NPN 型三极管和 PNP 型三极管。图 1-18（a）与（b）所示分别为 NPN 型和 PNP 型三极管的结构和符号。

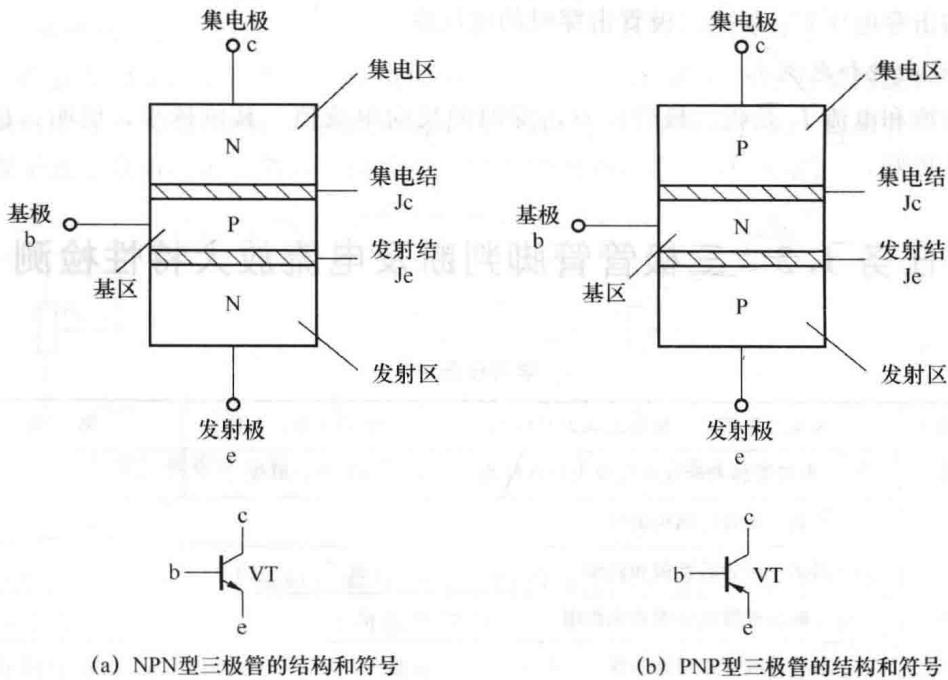


图 1-18 三极管的结构和符号

三极管符号中发射极上的箭头方向,表示发射结正偏时电流的流向。

制作三极管时,通常将基区做得很薄(几微米到几十微米),且掺杂浓度低;发射区的杂质浓度则比较高;集电区的面积比发射区做得大,这是三极管实现电流放大的内部条件。

三极管可以由半导体硅材料制成,称为硅三极管;也可以由锗材料制成,称为锗三极管。

从应用的角度讲,三极管种类很多。根据工作频率分为高频管、低频管和开关管;根据工作功率分为大功率管、中功率管和小功率管。常见的三极管外形如图 1-19 所示。

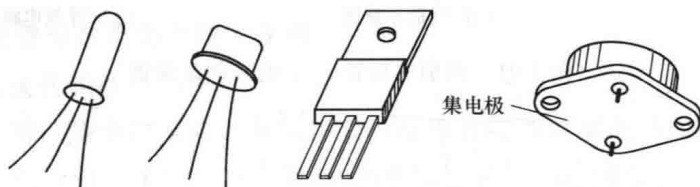


图 1-19 常见的三极管外形

2. 用万用表判别管脚和管型

用万用表判别管脚的根据是:把三极管看作两个背靠背的 PN 结,如图 1-20 所示,对 NPN 型三极管来说,基极是两个结的公共阳极,对 PNP 型三极管来说,基极是两个结的公共阴极。



图 1-20 三极管的结构设想

1) 判断三极管的基极

对于功率在 1 W 以下的中、小功率管,可用万用表的 $R \times 100$ 或 $R \times 1 \text{ k}$ 挡测量,对于功率在 1 W 以上的大功率管,可用万用表的 $R \times 1 \text{ k}$ 或 $R \times 10 \text{ k}$ 挡测量。

用黑表笔接触某一管脚,用红表笔分别接触另两个管脚,如表头读数都很小,则与黑表笔接触的那一管脚是基极,同时可知此三极管为 NPN 型。若用红表笔接触某一管脚,而用黑表笔分别接触另两个管脚,表头读数同样都很小时,则与红表笔接触的那一管脚是基极,同时可知此三极管为 PNP 型。用上述方法既判定了三极管的基极,又判别了三极管的类型。

2) 判断三极管发射极和集电极

以 NPN 型三极管为例,确定基极后,假定其余的两个管脚中的一个是集电极,将黑表笔接到此管脚上,红表笔则接到假定的发射极上。用手指把假设的集电极和已测出的基极捏起来(但不要相碰),看表针指示,并记下此阻值的读数。图 1-21 所示为判别三极管 c、e 电极的原理图。然后再作相反假设,即把原来假设为集电极的管脚假设为发射极。进行同样的测试并记下此阻值的读数。比较两次读数的大小,若前者阻值较小,说明前者的假设是对的,那么黑表笔接的一个管脚就是集电极,剩下的一个管脚便是发射极。

若需判别的是 PNP 型三极管,仍用上述方法,但必须把表笔极性对调一下。

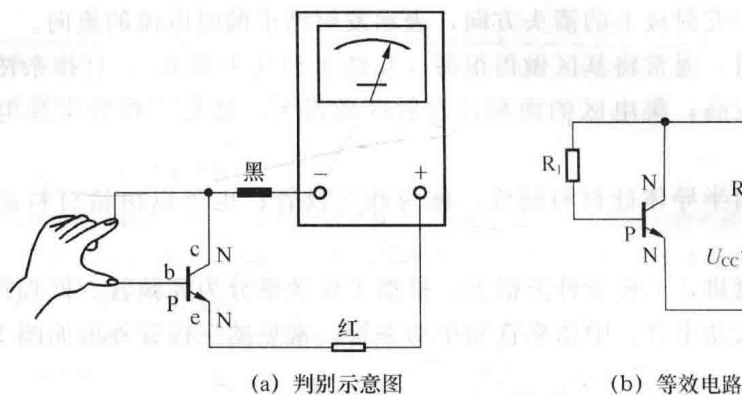


图 1-21 判别三极管 c、e 电极的原理图

做一做

项目 1-2：用万用表判别三极管管脚和管型

实训流程：

在元件盒中取出两个三极管，根据上文介绍的方法进行如下测量。

- ① 管型判别（判别三极管是 PNP 型还是 NPN 型），并确定基极 b。
 - ② 判断三极管集电极 c 和发射极 e，估测三极管的电流放大倍数 β 的大小。
- 将以上测量结果填入表 1-2 中，并画出三极管简图，标出管脚名称。

表 1-2 三极管型号、管型和三极管简图

三极管型号	管型	三极管简图

做一做

项目 1-3：三极管电流放大检测

为了了解三极管的电流分配原则及其放大原理，首先做一个实验，实验电路如图 1-22 所示。在电路中，要给三极管的发射结加正向电压，集电结加反向电压，保证三极管能起到放大作用。改变可变电阻 R_b 的值，则基极电流 I_B 、集电极电流 I_C 和发射极电流 I_E 都发生变化，电流的方向如图 1-22 所示。将测量数据填入表 1-3 中。

表 1-3 三极管各电极电流的实验测量数据

基极电流 $I_B/\mu A$	0	0.010	0.020	0.040	0.060	0.080	0.100
集电极电流 I_C/mA							
发射极电流 I_E/mA							

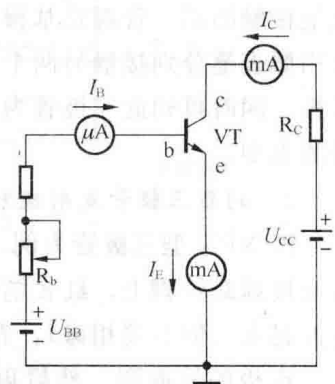


图 1-22 三极管电流放大实验电路