



中等职业教育课程改革规划新教材

电子技术 基础与技能

(电类专业通用)

刘泽忠 主编

紧跟教学改革：全面培养专业能力，方法能力，社会能力三位一体的职业能力。

注重理实结合：依据岗位需求，选择教学内容，理论学习与技能训练相辅相成。

突出职教特色：再现工作场景、取证考点，引入任务引领、项目驱动编写模式。

力求好教易学：文简图多，版式活泼，教学资源配套齐全，满足教学双向需求。



项目式教学
赠电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中等职业教育课程改革规划新教材

电子技术基础与技能 (电类专业通用)

主 编 刘泽忠
副主编 蔡传芳
参 编 燕德禄 徐 萍 林英伏 于 建 王增茂
主 审 鞠锡勇



机 械 工 业 出 版 社

本书从中等职业学校的实际出发,以任务为引领、以能力为本位,采取项目式编写思路,对电子技术知识进行重新构建。通过模拟和数字两大综合模块,重点讲述了电子技术中常用元器件及集成电路的识别以及电子电路的识读、设计、测试、安装及故障处理等综合训练内容。

在结构上,本书从中等职业学校学生的基础能力出发,遵循专业课程理论特点和技能形成规律,按电子技术理论由易到难的顺序设计了一系列项目,使学生在项目引领下主动识记常用元器件,进而设计电路图、分析工作原理,最后能独立完成硬件电路的安装。遵循了实践—认识—再实践—再认识的认知规律,避免了理论与实践相脱节。

在内容安排上,从最基本的半导体入手,按照半导体—P型半导体和N型半导体—PN结—二极管—晶体管—放大器—集成电路—数字电路的规律,设计了14个相关项目。通过项目的层层深入展开相关知识点,有利于学生增强理解,提高学习效率。

本书可作为中等职业学校电子类专业教材,也可以作为企业的培训教材,以及相关技术人员的参考用书。

为方便教学,本书配有授课用电子课件,可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 免费注册并下载,也可联系编辑(010—88379195)索取。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础与技能/刘泽忠主编. —北京:机械工业出版社,2009.10
中等职业教育课程改革规划新教材. 电类专业通用
ISBN 978-7-111-28628-8

I. 电… II. 刘… III. 电子技术—专业学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第194965号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:张值胜 责任编辑:张值胜 版式设计:张世琴
封面设计:马精明 责任校对:李秋荣 责任印制:乔宇
北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)
2010年1月第1版第1次印刷
184mm×260mm·9印张·220千字
0 001—3 000册
标准书号:ISBN 978-7-111-28628-8
定价:17.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

《国务院关于大力发展职业教育的决定》中提出：“职业教育要坚持以就业为导向，深化职业教育教学改革”。当前，我国产业结构调整、生产技术进步和社会经济的快速发展，为职业教育事业发展提供了巨大的推动力量和广阔的发展空间，同时也对职业教育提出了新的要求和挑战。作为职业教育教学改革和职业教育内涵发展核心内容的课程改革迫在眉睫。

在这种情况下，针对目前传统的电子技术课程体系，进行了大胆的改革和探索，在原来背景知识的前提下，本着以项目课程为主体，以职业实践为主线，设置全新的、具有鲜明特色的模块化课程体系。本书具有以下特点：

1. 以就业为导向，以国家职业标准中级电子类考核要求为基本依据。
2. 在结构上，从中等职业学校学生的基础能力出发，遵循专业理论的特点和技能的形成规律，根据电子技术的理论梯度划分教学模块。按照由易到难的顺序，设计一系列学习项目，使学生在项目引领下学习电子技术的相关理论和技能，避免理论教学与操作实践相脱节。
3. 在内容上，从最基本的半导体入手，按照半导体—P型半导体和N型半导体—PN结—二极管—晶体管—放大器—集成电路—数字电路的规律，设计了14个相关项目：二极管单向导电板的制作；防火报警器的制作；电子助听器的制作；负反馈放大器的安装与调试；光控门铃的制作；电平指示器的制作；高保真功放机的制作；电视机稳压电源的安装与调试；楼梯灯开关的制作；举重裁判表决器的设计与安装；四人智力竞赛抢答器的制作；流水彩灯的制作；一位计数、译码、显示器的制作以及温度指示器的制作等。以这种层层深入的方式展开，有利于学生理解和掌握，提高学习效率。
4. 在形式上，通过[学习目标]、[任务分析]、[所用材料]、[相关原理]、[背景知识]、[操作指导]、[质量评价]以及[拓展提高]等模块，引导学生明确学习目标，完成学习目标，拓展知识、开阔视野。

本书由山东省费县职业中专刘泽忠任主编，山东省章丘市第三职业中专蔡传芳任副主编，参加编写的有山东省章丘市第三职业中专燕德禄，山东省济南电子机械学校徐萍、于建，山东省青岛城阳职教中心林英伏以及南昌汽车机电学校王增茂。本书由山东省费县职业中专鞠锡勇审稿。

职业教育课程改革教材的编写是一项全新的工作。由于没有成熟经验借鉴，也没有现成模式可套用，书中难免存在错误之处，敬请读者指正。

编者

目 录

前言

第一篇 模拟电路部分

项目一 二极管单向导电板的制作	2	项目六 电平指示器的制作	45
项目二 防火报警器的制作	9	项目七 高保真功放机的制作	52
项目三 电子助听器的制作	21	项目八 电视机稳压电源的安装与 调试	60
项目四 负反馈放大器的安装与调试	29		
项目五 光控门铃的制作	37		

第二篇 数字电路部分

项目九 楼梯灯开关的制作	72	项目十二 流水彩灯的制作	102
项目十 举重裁判表决器的设计与 安装	84	项目十三 一位计数、译码、显示器的 制作	110
项目十一 四人智力竞赛抢答器的 制作	93	项目十四 温度指示器的制作	123

附录 习题解答	132
参考文献	139

第一篇 模拟电路部分

项目一 二极管单向导电板的制作

学习目标

- 认识二极管的实物和符号；
- 理解二极管的单向导电性；
- 会用万用表判别二极管的质量和极性；
- 能独立完成二极管单向导电板的制作。

任务分析

按图 1-1a 所示连接电路，开关 S 闭合则指示灯亮；按图 1-1b 所示连接电路，开关 S 断开则指示灯不亮。学生通过观察两种电路的不同现象，理解二极管的单向导电特性，并能自主进行实物连接制作导电板。

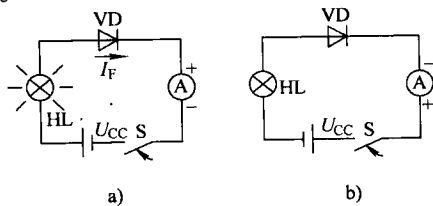


图 1-1 二极管单向导电电路
a) 二极管导通 b) 二极管截止

所用材料

本项目所需工具、元器件及材料见表 1-1。

表 1-1 工具、元器件及材料一览表

序 号	分 类	名 称	型号规格	数 量	备 注
1	工具	常用电工工具	CT-816	1 套	
2		万用表	MF100	1 块	
3		电烙铁	35W/220V	1 把	
4	元器件 及材料	二极管	2CZ32B1 1N4007	2 只	
5		指示灯	0.3A、2.5V	2 只	
6		指示灯座	J2351	2 个	
7		小开关	MSK-12D03	2 个	
8		干电池	1 号	4 节	
9		导线	0.75mm	5m	多股
10		电流表	1A	2 块	



背景知识

1. 半导体

自然界的物质，按导电能力来分，有导体、半导体和绝缘体三大类。半导体的导电能力介于导体（如铜）和绝缘体（如橡胶）之间。最常用的半导体材料是锗（Se）和硅（Si）。半导体中存在两种带电物质：一种是带正电的空穴（简称空穴），一种是带负电的自由电子（简称电子）。在外电场的作用下它们都能定向移动形成电流，称为载流子。

半导体具有热敏性、光敏性和掺杂性三种特性。热敏性和光敏性是指当半导体的温度升高或受到光的照射时，其导电能力会显著增强的性质；掺杂性是指在纯净的半导体中掺入微量的三价或五价元素杂质时，其导电能力会大大增强的性质。半导体的掺杂性是形成半导体元器件的重要基础。

2. 半导体的种类

不含任何杂质的半导体叫本征（纯净）半导体。本征半导体中，原子排列极为整齐，每两个原子之间都形成了8个电子的稳定结构，因而通常情况下它的导电能力极差。但是在在本征半导体中掺入某种微量元素（杂质）后，其导电能力可增强几十倍甚至几百万倍。根据掺入元素的不同，可形成两种杂质半导体，即N型半导体和P型半导体。

(1) N型半导体 在本征半导体中掺入五价元素杂质（如磷元素）形成的主要靠自由电子导电的半导体称为N型半导体（电子型半导体）。其特点是自由电子多，空穴少，参与导电的主要是自由电子。

(2) P型半导体 在本征半导体中掺入三价元素杂质（如硼元素）形成的主要靠空穴导电的半导体称为P型半导体（空穴型半导体）。其特点是空穴多，自由电子少，参与导电的主要是空穴。

3. PN结

如图1-2所示，将N型半导体和P型半导体经过特殊的工艺加工在一起，在两者的交界处会形成一个具有特殊性能的薄层，我们称之为PN结。PN结的特性是当P区接电源正极，N区接电源负极，即给PN结加正向电压时则导通。反之，P区接电源负极，N区接电源正极，即给PN结加反向电压时则截止。PN结的这种特性称为PN结的单向导电性。

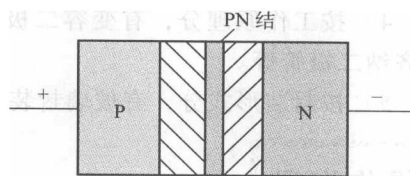


图1-2 PN结的结构示意图

4. 二极管

(1) 二极管的外形与符号 二极管的核心就是PN结，将PN结用金属或塑料封装，从两端各引出一条金属引线，就构成二极管。从P区接出的引线称为二极管的正极或阳极a，从N区接出的引线称为二极管的负极或阴极k。二极管的结构示意图及电路符号如图1-3所示。

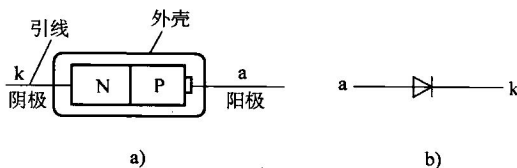


图1-3 二极管结构示意图及电路符号

a) 结构示意图 b) 电路符号



二极管的实物外形如图 1-4 所示,其文字符号用 VD 表示。

(2) 二极管的开关特性 当二极管的正极接电源的正极,负极接电源的负极时,二极管因加正向电压而导通,相当于开关闭合;当二极管的正极接电源的负极,负极接电源的正极时,二极管因加反向电压而截止,相当于开关断开。

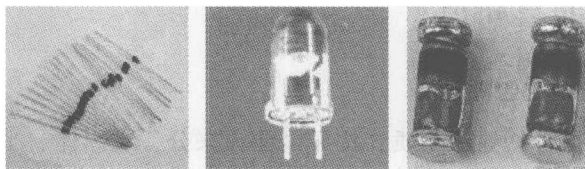


图 1-4 二极管实物外形

(3) 二极管的特性曲线 加在二极管两端的电压与通过二极管的电流之间的关系曲线,称为二极管的伏安特性曲线。如图 1-5 所示,第一象限描述的是二极管的正向特性,第三象限描述的是二极管的反向特性。正向特性分为死区(原点至 A 或 A')和正向导通区(A 或 A'至 B 或 B');反向特性分为反向截止区(原点至 C 或 C')和反向击穿区(C 或 C'至 D 或 D')。

二极管的材料有硅和锗,它们的死区电压分别是 0.5V 和 0.2V,导通电压分别是 0.7V 和 0.3V。也就是说锗材料的二极管比硅材料的二极管更接近电流轴。

(4) 二极管的种类

1) 按用途分,有普通二极管、整流二极管、稳压(齐纳)二极管、发光二极管、光敏二极管、开关二极管及检波二极管等。

2) 按制造材料分,有锗二极管、硅二极管及砷化镓二极管等。

3) 按制造工艺(结构)分,有点接触二极管和面接触二极管。点接触二极管用于频率较高的场合;面接触二极管一般用于低频整流电路中。

4) 按工作原理分,有变容二极管、雪崩二极管及齐纳二极管等。

5) 按封装形式分,有玻璃封装、金属封装和塑料封装等。

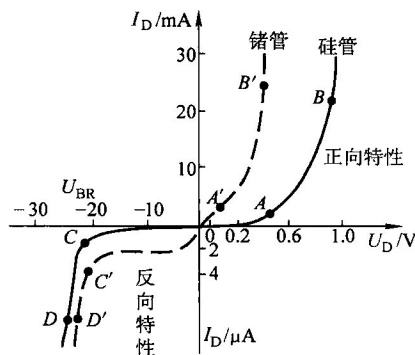


图 1-5 二极管的伏安特性曲线

操作指导

1. 识别元器件

(1) 识别 1N4007 型二极管 详见表 1-2 所示。

(2) 识别灯泡、电源和开关 检查规格是否符合要求,检测其质量是否良好。

2. 连接实物图

根据电路图,对照如图 1-6 所示的实物连接图,在安装板上根据配线原则及工艺要求,按如下顺序进行配线安装:二极管→开关→指示灯座→干电池盒。

表 1-2 二极管的识别过程

序号	识别任务	识别方法	参考值	识别值	要点提示
1	读二极管的型号规格	读的位置在二极管的管壳上	1N4007		使用时规格选择要正确



(续)

序号	识别任务	识别方法	参考值	识别值	要点提示
2	检测、判别二极管的好坏	万用表测量：将万用表拨到欧姆挡 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡，两只表笔分别接二极管的两端，记录数值，然后交换表笔再测一次，并记录数值	若测得电阻较小，应为几百欧至几千欧		如果两次测得的电阻值都很小，表明管子内部已经短路损坏，若都很大，则管子内部已经断路损坏
			若测得电阻较大，应大于几百千欧		
3	检测、判别二极管的正、负极	方法同上	所测电阻小的那一次为二极管的正向接法，这时与黑表笔相接触的是二极管的正极，另一边是负极		两种方法判断的结果应是一致的
		外观识别	外壳上有标志环的一端对应的引脚是二极管的负极，另一端是二极管的正极		

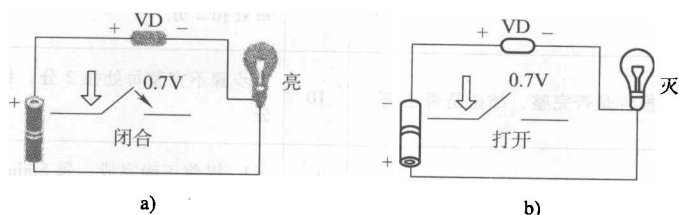


图 1-6 二极管的实物连接图

a) 加正向电压导通 b) 加反向电压截止

3. 自检

对照接线图检查是否掉线、错线或漏线；接线是否牢固，二极管、电池极性是否正确等。

4. 通电试验

经自检，在确定电路正确和无安全隐患后，在教师监督下接通电源，并观察灯泡变化情况。

5. 结论

二极管加正向电压也叫正偏（即阳极接电源正极，阴极接电源负极）时导通，加反向电压也叫反偏（即阳极接电源负极，阴极接电源正极）时截止。我们把二极管加正向电压导通、加反向电压截止的特性称为二极管的单向导电性。

质量评价

项目质量考核要求及评分标准见表 1-3。





表 1-3 质量评价表

班级	姓名	学号	指导教师	
考核项目	考核内容	配分	评分标准	得分
安全文明操作	熟悉安全用电常识	20	1. 每违反一项规定, 扣 3 分 2. 出现安全事故判 0 分 3. 漏接接地线一处扣 5 分 4. 态度不认真, 扣 2 分	
元件识别	能正确识别二极管的极性、灯泡、电源及开关	10 分	二极管的电极判断错误、电源极性错误以及位置放错等每处扣 2 分	
元件整形及焊接	依照电路板尺寸将各元件整形、插件并焊接	20 分	元器件与安装尺寸不符, 每处扣 2 分 元器件插接错误, 每处扣 2 分	
导线焊接	导线连接正确, 挺直、紧贴电路板	20 分	导线弯曲、拱起、错置, 每处扣 2 分	
焊点质量	焊点光滑、均匀, 无搭焊、假焊、虚焊、漏焊、焊盘脱落、桥接、毛刺	20 分	有搭焊、假焊、虚焊、漏焊、焊盘脱落、桥接等, 每处扣 2 分 出现毛刺、焊料过多、焊料过少等现象, 每处扣 2 分	
实训报告	实训报告是否完整, 结论是否正确	10	步骤不完整每处扣 2 分; 结论不正确扣 5 分	
时间	2h		1. 提前正确完成, 每 5min 加 2 分 2. 超过额定时间, 每 5min 扣 2 分	
总 分				

拓展提高

特殊二极管简介

1. 发光二极管

发光二极管 (简称 LED) 是一种由磷化镓 (GaP) 等半导体材料制成的, 能直接将电能转变成光能的发光显示器件。当其内部有一定电流通过时, 它就会发光。它具有功耗低、体积小、工作可靠等优点。发光二极管与普通二极管一样也由 PN 结构成, 具有单向导电性。它广泛应用于各种家电、仪表等设备中, 用做电源指示或电平指示。

目前常用的发光二极管有红、绿、黄三种颜色, 其符号及实物如图 1-7 所示。

2. 光敏二极管

光敏二极管又称光电二极管, 它是利用硅 PN 结受到光照后产生光电流的一种光电器件。其封装形式有金属封装和塑料封装两种 (即圆柱形和扁方形)。有的光敏二极管为了提



高其稳定性,还外加了一个屏蔽接地脚,外形类似晶体管。光敏二极管工作于反向偏压,其光谱响应特性主要由半导体材料中所掺的杂质浓度所决定。同一型号的光敏二极管在一定的反偏电压、相同强度和不同波长的入射光照射下,产生的光电流并不相同,但有一最大值。不同型号的光敏二极管在同一反偏电压、同一强度的入射光照射下,所产生的光电流最大值也不相同,且光电流最大值所对应的入射光的波长也不相同。由于光敏二极管的基本结构也是一个PN结,故其检测方法也与普通二极管相同,其测得的正、反向电阻也类似于普通二极管,但在测反向电阻遇光照时,电阻值应明显减小,否则说明光敏二极管已损坏。

目前使用最多的是硅(Si)光敏二极管。其符号和实物图如图1-8所示。

3. 开关二极管

半导体二极管导通时相当于开关闭合(电路接通),截止时相当于开关断开(电路切断),所以二极管可用做开关。开关二极管是专门用来做开关用的二极管,它由导通变为截止或由截止变为导通所需的时间比一般二极管短,常见的有2AK、2DK等系列,主要用于电子计算机、脉冲和开关电路中。开关二极管的符号和实物图如图1-9所示。

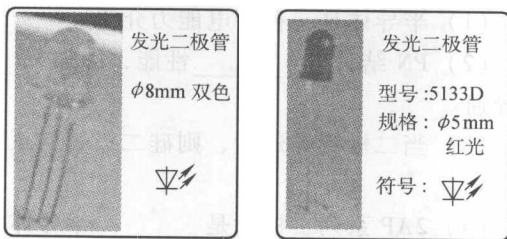


图 1-7 发光二极管的符号和实物图



图 1-8 光敏二极管的符号和实物图

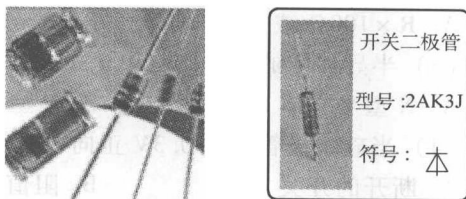
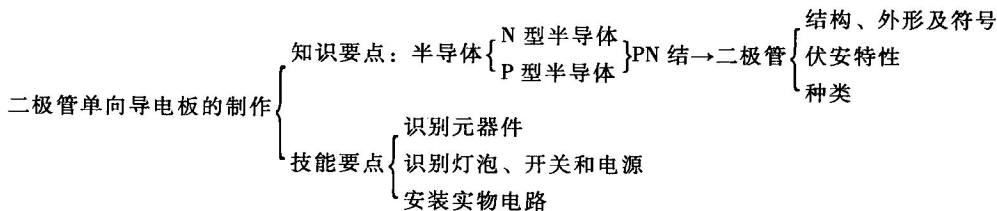


图 1-9 开关二极管的符号和实物图

项目小结



项目习题

1. 填空题



- (1) 半导体是一种导电能力介于_____与_____之间的物体。
- (2) PN 结具有_____性能, 即加_____电压时 PN 结导通, 加_____电压时 PN 结导通。
- (3) 当二极管导通后, 则硅二极管的正向压降为_____V, 锗二极管正向压降为_____V。
- (4) 2AP 系列二极管是_____半导体材料制成的, 2CP、2CZ 系列二极管是_____半导体材料制成的。
- (5) 二极管因所加_____电压过大而_____, 并且出现_____的现象, 称为热击穿。

2. 是非题

- (1) 在 N 型半导体中, 多数载流子是空穴, 少数载流子是自由电子。 ()
- (2) 一般来说, 硅二极管的死区电压小于锗二极管的死区电压。 ()
- (3) 在半导体内部, 只有电子是载流子。 ()
- (4) 二极管击穿后立即烧毁。 ()
- (5) 少数载流子是自由电子的半导体称为 P 型半导体。 ()

3. 选择题

- (1) 当晶体二极管的 PN 结导通后, 则参加导电的是 ()。
- A. 少数载流子 B. 多数载流子 C. 既有少数载流子又有多数载流子
- (2) 用万用表欧姆挡测量小功率二极管性能好坏时, 应把欧姆挡拨到 ()。
- A. $R \times 100\Omega$ 或 $R \times 1k\Omega$ 挡 B. $R \times 10k\Omega$ 挡 C. $R \times 1\Omega$ 挡
- (3) 半导体中的空穴和自由电子数目相等, 这样的半导体称为 ()。
- A. N 型半导体 B. P 型半导体 C. 本征半导体
- (4) 当硅二极管加上 0.3V 正向电压时, 该二极管相当于 ()。
- A. 断开的开关 B. 阻值很大的电阻 C. 小阻值电阻
- (5) 二极管的阳极电位是 -10V, 阴极电位是 -5V, 则该二极管处于 ()。
- A. 反偏 B. 截止 C. 正偏

项目二 防火报警器的制作

学习目标

- 认识晶体管实物和符号,掌握晶体管的结构及有关特性;
- 会用万用表判别晶体管管型和引脚极性;
- 认识基本放大电路的组成及其工作原理;
- 理解静态工作点的重要作用;
- 掌握基本放大电路的交流性能分析;
- 能独立完成防火报警器的安装、调试和监控。

任务分析

如图 2-1 所示,用传感器元件(热敏电阻)代替放大电路中的基极偏置电阻,使电路在静止时处于截止状态。当外界环境温度发生变化时,通过热敏电阻反映至晶体管基极,改变晶体管的工作状态使晶体管进入放大状态,从而驱动安装在集电极电路中的发光二极管工作报警。

学生通过认识晶体管,掌握晶体管的放大电路,进而能识读防火报警器的构成及工作原理,最后能完成防火报警器的硬件安装。

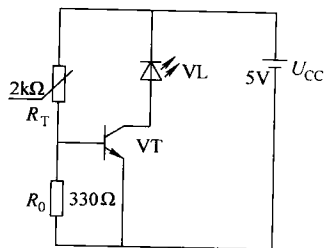


图 2-1 防火报警电路图

所用材料

学习所需工具、元器件及材料见表 2-1。

表 2-1 工具、元器件及材料一览表

序 号	分 类	名 称	型号规格	数 量
1	工具	常用电工工具	CT-186	1 套
2		万用表	MF100	1 块
3		电烙铁	35W/220V	1 把
4	元器件及材料	热敏电阻	CTR 1-200kΩ	1 只
5		电阻	330Ω	1 只
6		发光二极管	红色 $\phi 5\text{mm}$	1 只
7		晶体管	3DG6	2 只

(续)

序 号	分 类	名 称	型号规格	数 量
8	元器件及材料	晶体管	9013	1 只
9		晶体管	2SC1815	1 只
10		导线	0.75mm	5m
11		电源	5V	1 只

背景知识

1. 认识晶体管的定义、结构、符号、外形图及种类

(1) 定义 晶体管又称半导体晶体管，它是由两个 PN 结和三个引出电极及外壳组成的半导体器件。在晶体管内部也有电子与空穴两种载流子，它们同时参与导电，故晶体管又称为双极型晶体管 (Bipolar Junction Transistor, BJT)。它的基本功能是具有电流放大作用。

(2) 内部结构 晶体管从内部半导体的构成方式分 PNP 型和 NPN 型两种。它们的内部结构形式是一样的, 都有三个极 (即基极、集电极和发射极); 三个区 (即基区、集电区和发射区) 和两个 PN 结 (即集电结和发射结), 其各自结构如图 2-2 所示。

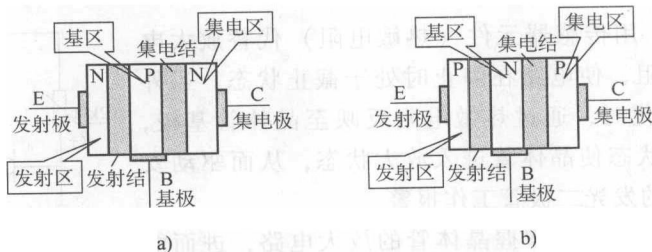


图 2-2 晶体管结构示意图

a) NPN 型 b) PNP 型

(3) 符号 晶体管的图示符号如图 2-3 所示。发射极箭头的方向即为发射结的正向电流的方向。其文字符号一般用 VT 表示。

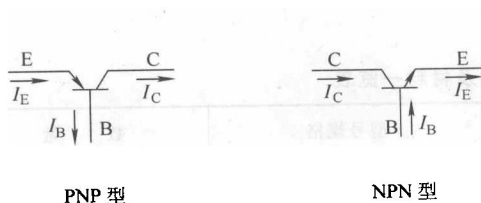


图 2-3 晶体管符号

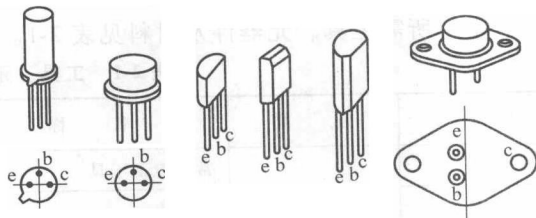


图 2-4 晶体管的外形图

(4) 外形图 部分晶体管的外形如图 2-4 所示。

(5) 种类 在实际应用中,从不同的角度对晶体管可有不同的分类方法:按构成材料分,有硅管和锗管;按结构分,有 NPN 型晶体管和 PNP 型晶体管;按工作频率分,有高频

管和低频管；按制造工艺分，有合金管和平面管；按功率分，有中功率管、小功率管和大功率管等。

2. 晶体管的放大原理

晶体管具有电流放大作用的外部条件是发射结正向偏置，集电结反向偏置。为此按如图 2-5 所示连接好电路，观察各极电流的大小及其关系，并总结如下：

(1) 电流分配关系 $I_E = I_B + I_C$ 且 $I_E \approx I_C$ 。

对于 PNP 型晶体管，流入晶体管发射极的电流等于流出晶体管基极和集电极的电流之和。对于 NPN 管，流出晶体管发射极的电流等于流入晶体管基极和集电极的电流之和。

(2) 电流放大作用

直流电流放大倍数 $\beta = I_C / I_B$ ；

交流电流放大倍数 $\beta = \Delta I_C / \Delta I_B$ 。

综上所述：晶体管工作在放大状态的条件是发射结正偏，集电结反偏；放大作用的实质是以微小的基极电流的变化量 ΔI_B 控制集电极电流的变化量 ΔI_C ；晶体管是一个电流控制器件，即通过基极电流 I_B 控制集电极电流 I_C 。

3. 晶体管的特性曲线

晶体管外部各极电压和电流之间的关系曲线称为晶体管的特性曲线，又称伏安特性曲线。它不仅能反映晶体管的质量与特性，还能用来定量地估算出晶体管的某些参数，是分析和设计晶体管电路的重要依据。

(1) 输入特性曲线 输入特性是指在集电极与发射极之间的电压 U_{CE} 一定时，基极电流 I_B 与电压 U_{BE} 之间的关系曲线，如图 2-6 所示。

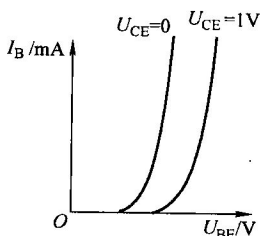


图 2-6 晶体管输入特性曲线

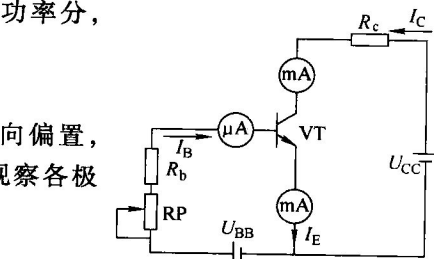


图 2-5 晶体管各极上的电流分配关系

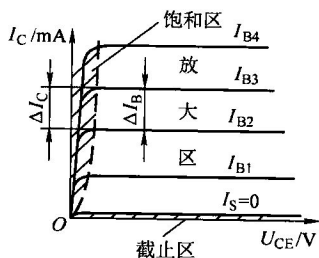


图 2-7 晶体管输出特性曲线

(2) 输出特性曲线 输出特性是指在基极电流 I_B 一定时，集电极电流 I_C 与集电极电压 U_{CE} 之间的关系曲线，如图 2-7 所示。

从输出特性曲线上看，它有三个区域，即截止区、饱和区和放大区。截止区指 $I_B = 0$ 以下的区域；饱和区指虚线与纵轴之间的区域；放大区指近乎平行线的区域。晶体管在放大区具有恒流特性和放大作用。

4. 晶体管的主要参数

晶体管的参数能从不同侧面反映晶体的各种特性，它是我们选用元器件和设计电路的



重要依据。因此,了解晶体管的参数十分重要。晶体管主要参数有:

(1) 直流电流放大倍数 $\bar{\beta}$ 和交流电流放大倍数 β 一般情况下认为二者近似相等。

(2) 集电极最大允许电流 I_{CM} 若晶体管的工作电流 I_C 超过 I_{CM} , 其交流放大倍数 β 将下降到正常值的 2/3 以下。

(3) 集电极与发射极之间的反向击穿电压 $U_{(BR)CEO}$ 它是基极开路时, 加在集电极和发射极之间的最大允许电压, 下标中“B”表示击穿, “R”表示反向。若晶体管的 U_{CE} 超过 $U_{(BR)CEO}$, 会引起击穿导致晶体管损坏。

(4) 集电极最大允许耗散功率 P_{CM} 它是集电极的最大允许平均功率, 是 I_C 和 U_{CE} 的乘积允许的最大值, 超过此值晶体管会过热而损坏。可见, 这个参数决定了晶体管的温升。

5. 单级放大电路

由单个晶体管构成的放大电路叫单级放大电路。它有三种基本连接方式, 即共基极电路(简称共 b 电路)、共发射极电路(简称共 e 电路)和共集电极电路(简称共 c 电路)。一般情况下采用的是共 e 电路。下面就重点学习这种电路。

如图 2-8 所示是一个基本共 e 电路, 图中的 VT 是一个 NPN 型晶体管, 它是整个电路的核心, 起电流放大作用; 直流电源 U_{CC} 是电路的能量来源; 基极偏置电阻 R_B 与电源相配合提供了合适的基极偏置电流, 简称偏流, 保证发射结处于正偏、集电结处于反偏, 使晶体管满足放大条件; 集电极电阻 R_C 称为负载电阻, 通过 R_C 可以将放大后的电流转换成电压输出; 电容 C_1 、 C_2 起隔直通交的作用, 既能使交流信号顺利传递, 同时又能隔断信号源与放大电路之间、负载与放大电路之间直流电流的相互影响, C_1 为输入耦合电容, C_2 为输出耦合电容。

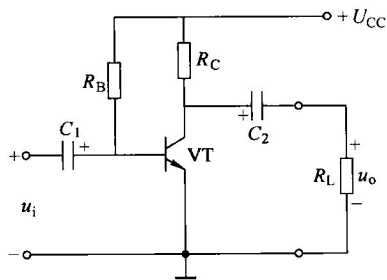


图 2-8 基本共发射极放大电路

6. 静态工作点及其计算

合适的静态工作点是保证放大器能进行正确放大的必须条件。所谓静态是指当放大器的输入端交流信号为零, 电路中只存在直流时的工作状态。所谓静态工作点就是指电路处于静态时, 晶体管中各电极的电流及电压值, 用 Q 表示。它一般有四个参数, 用 I_{BQ} 、 I_{CQ} 、 U_{BEQ} 、 U_{CEQ} 来表示。(其中 U_{BEQ} 是已知的, 对于硅管一般是 0.7V, 锗管是 0.3V)。

由图 2-9 中可知, 静态工作点的计算公式如下

$$I_{BQ} = \frac{U_{CC} - U_{BEQ}}{R_B} \quad (2-1)$$

$$I_{CQ} \approx \beta I_{BQ} \quad (2-2)$$

$$U_{CEQ} = U_{CC} - R_C I_{CQ} \quad (2-3)$$

例 2-1 电路如图 2-8 所示, 已知 $U_{CC} = 6V$, $R_B = 150k\Omega$, $R_C = 2k\Omega$, $\beta = 50$ 。试求电路的静态工作点。

解 由以上公式可得

$$I_{BQ} \approx \frac{U_{CC}}{R_B} = \frac{6}{150 \times 10^3} A = 40 \mu A$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 50 \times 40 \mu A = 2 mA$$