

汽车维修行业工人技术等级培训教材



中级汽车维修电工 培训教材

张美娟 廖学军 王库房 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
www.phei.com.cn

汽车维修行业工人技术等级培训教材

中级汽车维修电工 培训教材



张美娟 廖学军 王库房 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书共分三篇:第一篇电工与电子技术基础,主要介绍了复杂电路、电机基础、常用半导体器件及晶体管电路、汽车电器设备维修检测仪器等;第二篇汽车电器与电子控制装置,主要介绍了汽车电器设备的结构、工作原理、使用维护、检测以及故障诊断与排除技能等实用维修技术,为了适应微机控制技术在汽车上的应用,特别详细介绍了汽车电控技术,如电控汽油喷射技术、电控点火技术、电控自动变速器、电控制动防抱死系统以及电控巡航系统等;第三篇汽车空气调节系统,主要介绍了汽车空调系统的组成、结构、工作原理,汽车空调系统控制电路以及空调制冷系统实用维修技术等。

本书取材新颖,内容实用,条理清楚,图文并茂,适用于中级汽车维修电工、中级汽车空调维修工技术等级培训教材和自学用书,也可供汽车技术管理人员以及有关专业的广大师生阅读参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

中级汽车维修电工培训教材/张美娟等主编. —北京:电子工业出版社, 2003.2
汽车维修行业工人技术等级培训教材

ISBN 7-5053-8470-8

I. 中… II. 张… III. 汽车-电工-技术培训-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 005365 号

责任编辑:夏平飞 祁祯 特约编辑:吕亚增

印 刷:北京天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:25.75 字数:577 千字

印 次:2004 年 5 月第 2 次印刷

印 数:2000 册 定价:37.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

为加强职业技能鉴定工作,加快推行职业资格证书制度,促进劳动者素质的提高,2000年12月8日,劳动和社会保障部对此提出了《关于大力推进职业资格证书制度建设的若干意见》,意见内容对我们组织班子编写《汽车维修行业工人技术等级培训教材》提供了具有一定指导作用的出版依据。

电子工业出版社是教育部认定的“国家教材出版基地”,本着为企业完成培训计划,开展岗位培训,逐步使所有从事国家规定职业(工种)的职工达到相应职业资格要求,现根据与《交通行业工人技术等级标准》中的五个汽车维修工种相对应的《职业技能鉴定规范》的培训大纲,按各工种初、中、高三个技术等级划分,编写了一套《汽车维修行业工人技术等级培训教材》,分别是《(初级、中级、高级)汽车维修工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车维修电工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车维修漆工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车维修钣金工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车检测工培训教材》,共计15分册。

本书共分三篇:第一篇电工与电子技术基础,主要介绍了复杂电路、电机基础、常用半导体器件及晶体管电路、汽车电器设备维修检测仪器等;第二篇汽车电器与电子控制装置,主要介绍了汽车电器设备的结构、工作原理、使用维护、检测以及故障诊断与排除技能等实用维修技术,为了适应微机控制技术在汽车上的应用,特别详细介绍了汽车电控技术,如电控汽油喷射技术、电控点火技术、电控自动变速器、电控制动防抱死系统以及电控巡航系统等;第三篇汽车空气调节系统,主要介绍了汽车空调系统的组成、结构、工作原理,汽车空调系统控制电路以及空调制冷系统实用维修技术等。在编写过程中,作者参阅了大量的资料文献,并融入了多年的教学、生产及科研实践。

本书取材新颖,内容实用,条理清楚,图文并茂,可作为中级汽车维修电工、中级汽车空调维修工技术等级培训教材和自学用书,也可供汽车技术管理人员以及有关专业的广大师生阅读参考。

本书由张美娟、廖学军、王库房主编,其中第一篇第一章、第二章第四、五节、第三章第四、五节由王学梅编写,第一篇第四章、第二篇第七、第八、第十章由廖学军编写,第二篇第六章由王库房编写,其他章节均由张美娟编写。参加资料收集、整理、翻译的人员还有潘文起、骆雨、朱维红、张伯民、刘纯学、雷志强、张胜利、谢亚莉、李天顺、王君芳、黄引贤、界文智、冯伟萍、吴浩、李小川、赵伟光、李鑫等。在编写本书时,我们参阅和引用了一些文献资料,在此对这些文献资料的作者表示诚挚的谢意。

限于编者的水平,书中难免有错误和缺点,恳请广大读者批评指正。

编者

《汽车维修行业工人技术等级培训教材》 编审委员会

主任：刘浩学

委员：龙凤丝 秦 川 董元虎 马强骏 伍少初

王生昌 张美娟 廖学军 王库房 赵春奎

罗金佑 赵社教 陆永良

目 录

第一篇 电工与电子技术基础

第一章 复杂电路	1
第一节 基尔霍夫定律	1
第二节 等效电压源定理	2
第三节 最大功率输出定理	3
第二章 晶体二极管和三极管	4
第一节 P型、N型半导体及PN结	4
第二节 晶体二极管	5
第三节 晶体三极管	8
第四节 晶闸管简介	13
第五节 其他晶体管	16
第三章 常用晶体管电路	18
第一节 晶体管整流电路	18
第二节 晶体管放大电路	20
第三节 晶体管开关电路	26
第四节 晶体管振荡电路	28
第五节 硅稳压管稳压电路	30
第四章 汽车电器设备维修常用检测仪器	33
第一节 通用示波器	33
第二节 点火正时仪	33
第三节 汽车电器万能实验台	35
第四节 前照灯检测仪	36
第五节 汽车喷油器清洗测试仪	38
第六节 燃油压力表与真空表	38

第二篇 汽车电器与电子控制装置

第一章 蓄电池	40
第一节 普通干封式蓄电池	40

第二节 干荷电和湿荷电蓄电池	46
第三节 免维护蓄电池	47
第四节 蓄电池技术状况的检查	49
第五节 蓄电池的常见故障与排除	51
第六节 蓄电池维修技术方法	53
第七节 其他蓄电池简介	57
第二章 硅整流发电机及调节器	61
第一节 硅整流发电机的结构	61
第二节 硅整流发电机的工作原理	65
第三节 硅整流发电机的工作特性	68
第四节 无刷式硅整流发电机	69
第五节 电子调节器	71
第六节 充电指示灯及磁场控制电路	81
第七节 硅整流发电机及调节器的维护技能	85
第八节 充电系统常见故障及诊断方法	88
第九节 硅整流发电机实用检修技术	92
第三章 起动系统	99
第一节 串励直流电动机	99
第二节 起动机传动机构和控制装置	102
第三节 典型起动机及起动电路	106
第四节 电枢移动式起动机及起动电路	109
第五节 减速式起动机及起动电路	111
第六节 移动磁极式起动机及起动电路	112
第七节 永磁减速式起动机及起动电路	113
第八节 起动系统常见故障诊断与排除	114
第九节 起动系统的检修技术	117
第四章 新型汽油机点火系统	124
第一节 磁感应式电子点火系统	124
第二节 霍尔效应式电子点火系统	133
第三节 光电式电子点火系统	142

2

第一节	余热式采暖系统	361	第五章	汽车空调系统维修技术	387
第二节	独立热源式采暖系统	363	第一节	常用维修工具及其使用	387
第三节	汽车空调通风与空气净化系统 ...	366	第二节	汽车空调系统故障常用诊断 方法	393
第四章	汽车空调控制电路	371	第三节	汽车空调系统检漏操作方法	395
第一节	汽车空调一般控制电路	371	第四节	汽车空调系统抽真空操作方法 ...	397
第二节	典型轿车空调控制电路分析	373	第五节	汽车空调系统制冷剂的充注、 储存及排放	399
第三节	轻型客车空调控制电路分析	379	第六节	制冷系统冷冻润滑油充注技术 ...	403
第四节	大客车空调控制电路分析	381			
第五节	全自动空调控制电路分析	383			

第一篇 电工与电子技术基础

第一章 复杂电路

在分析计算电路时,会遇到一些不能用串、并联方法简化成单回路的电路。这类电路就是复杂电路。对于复杂电路,只用欧姆定律来计算是不够的。计算复杂电路的方法很多,其主要依据的定律是欧姆定律和基尔霍夫定律。

为了讨论问题方便,先介绍一下有关电路结构的几个名词。

支路: 电路中的每个分支叫支路。支路是构成复杂电路的基本单元,由一个或几个串联的电路元件构成。

节点: 三个或三个以上支路的连接点叫节点。

回路: 电路中任意闭合路径叫回路。

网孔: 电路中的回路内部不含有支路的回路叫网孔。

第一节 基尔霍夫定律

一、基尔霍夫第一定律

基尔霍夫第一定律也叫做节点电流定律,其内容是: 在任意时刻,流入某一节点的电流和等于从这一节点流出的电流和,即 $\sum_{\text{入}} I = \sum_{\text{出}} I$ 。在图 1-1-1 中,则有: $I_1 + I_4 = I_2 + I_3 + I_5$ 。

二、基尔霍夫第二定律

基尔霍夫第二定律也叫回路电压定律,其内容是: 在任意时刻,沿闭合回路绕行一周,各电阻上电压的代数和等于各电动势的代数和,即 $\sum IR = \sum E$ 。

上式中各电压和电动势的正负确定方法如下:

- (1) 首先选定一个支路电流的正方向;
- (2) 任意选定沿回路的绕行方向;

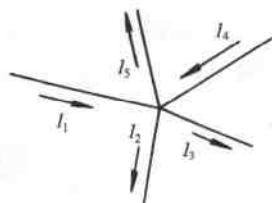


图 1-1-1 节点电流

(3) 若通过电阻的电流方向与绕行方向一致,则该电阻上的电压取正,反之取负。

(4) 若电动势与绕行方向一致时,则该电动势取正,反之取负。

在图 1-1-2 中,根据回路电压定律则有: $I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 - E_2$ 。

基尔霍夫定律是分析计算电路的基本定律,它既适用于直流电路,也适用于交流电路,此外还适用于含有电子元件的非线性电路。

三、支路电流法

支路电流法以支路电流为未知量,应用基尔霍夫第一定律和基尔霍夫第二定律列出方程组,然后解联立方程得到各支路电流的数值。其步骤如下:

(1) 假定各支路电流的参考方向并选定回路的绕行方向。

(2) 根据基尔霍夫第一定律列出节点电流方程。假设某电路节点总数为 m ,则该电路独立的节点电流方程数为 $m - 1$ 。

(3) 根据基尔霍夫第二定律列出独立的回路电压方程。由于网孔是独立的回路,所以独立的回路电压方程数就是电路的网孔数。

(4) 联立独立的节点电流方程和独立的电压方程,代入已知数据求解方程组。解得电流若为正,该支路电流实际方向与参考方向一致,电流若为负,该支路电流实际方向与参考方向相反。

例:如图 1-1-3 所示的电路中,首先假定各支路电流方向及绕行方向。

根据基尔霍夫第一定律有:

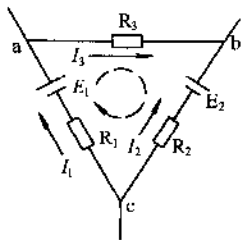


图 1-1-2 回路电压

节点 a $I_1 + I_2 = I_3$

根据基尔霍夫第二定律有:

回路 A $I_1 R_1 + I_3 R_3 = E_1$

回路 B $-I_2 R_2 - I_3 R_3 = -E_2$

解上述三个独立方程组成的方程组,即可求得三条支路电流。

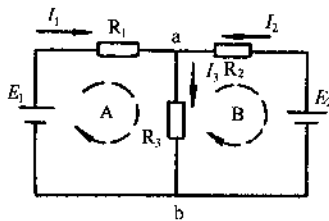


图 1-1-3

第二节 等效电压源定理

在实际问题中,一个复杂电路并不需要把所有支路电流都求出来,而只需求出某一支路

电流。求解这种问题的简单方法就是等效电压源定理,即戴维南定理。

二端网络:任何具有两个出线端的部分电路都称为二端网络。二端网络内含有电源称为有源二端网络,不含电源的称为无源二端网络。

等效电压源定律:对任何一个有源二端网络来说,都可以用一个具有电动势和内阻的等效电源来等值代替。电动势的值就等于有源二端网络两端的开路电压;内阻的值就等于网络内电动势短接时无源二端网络的等效电阻。

用等效电压源定律求解电流的一般步骤如图 1-1-4 所示。

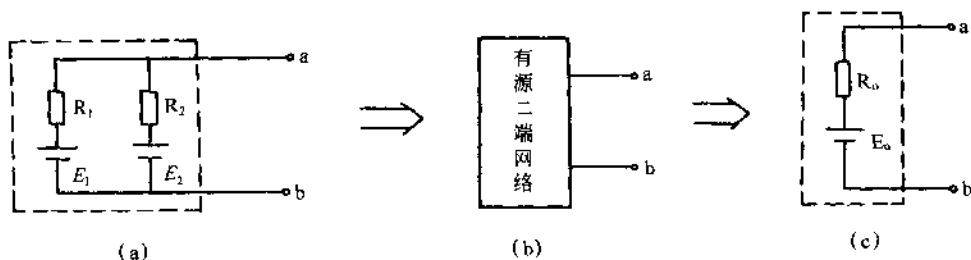


图 1-1-4 等效电压源定律

- (1) 将原电路划分成待求支路和有源二端网络两部分;
- (2) 断开待求支路,求出有源二端网络的开路电压;
- (3) 把有源二端网络中的各电动势短路,内阻保留,求出无源二端网络的等效电阻;
- (4) 画出等效电源,接入待求支路,根据全电路欧姆定律求出该支路电流。

注意:等效电压源定律只适用于线性电路。同时,画等效电源时,电动势的方向必须根据开路电压的正负来确定。

第三节 最大功率输出定律

任何电源总有内阻,因此电源提供的总功率由内阻上消耗的功率和电源的输出功率(负载获得的功率)两部分组成,若内阻上消耗的功率增大,则电源的输出功率减小。在电子电路中,总希望负载上能获得最大的功率,即电源能输出最大功率。

数学推导可得:当负载电阻 R 等于内阻 R_0 时,电源输出最大功率 P_m ,即

$$P_m = \frac{E^2}{4R_0} = \frac{E^2}{4R}$$

式中 P_m ——负载输出的最大功率, W ;

E ——电源电动势, V ;

R ——负载电阻, Ω ;

R_0 ——电源内阻, Ω 。

第二章 晶体二极管和三极管

第一节 P型、N型半导体及PN结

一、P型半导体

在纯净半导体（硅或锗）中掺入少量三价元素（如硼、铟、铝等）所制成的半导体称为P型半导体。这种半导体中多数载流子为空穴，少数载流子为自由电子，其导电主要靠空穴，故又称为空穴型半导体。

二、N型半导体

在纯净半导体（硅或锗）中掺入少量五价元素（如磷或砷等）所制成的半导体称为N型半导体。这种半导体中多数载流子为自由电子，少数载流子为空穴，其导电主要靠自由电子，故又称为电子型半导体。

三、PN结

（一）PN结及其形成过程

1. PN结

用特殊工艺把P型半导体和N型半导体结合在一起后，在它们的交界面上就形成了一个特殊的空间电荷区，该空间电荷区被称为PN结。

2. PN结形成过程

（1）多数载流子的扩散运动及其结果

当P型半导体和N型半导体结合在一起时，由于两种半导体中自由电子和空穴的浓度相差很大，载流子将自发地从浓度高的地方向浓度低的地方扩散并复合，使交界面附近电子-空穴对消失，结果在交界面两侧一个很窄的区域里，电子-空穴对的数目大量减少，留下了不能移动的正、负离子，如图1-2-1（a）所示。通常把这个区域称为空间电荷区。在空间电荷区内，由于载流子的复合，使N区一侧由于失去电子而带上了正电，P区一侧由于失去空穴而带上了负电，即产生了一个由N区指向P区的内电场，如图1-2-1（b）所示。

（2）少数载流子的漂移运动

随着内电场的形成，将对多数载流子的进一步扩散起着阻碍作用。因此，空间电荷区又

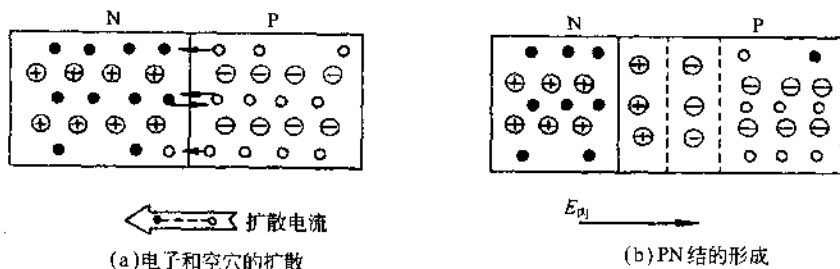


图 1-2-1 PN 结的形成

可看作一个阻挡层,它对两边多数载流子的扩散有阻挡作用。另一方面,由于内电场的存在,P区和N区的少数载流子会做漂移运动,且内电场越强,漂移运动也越强。

(3) 动态平衡形成 PN 结

当载流子的扩散和漂移运动达到动态平衡时,空间电荷区宽度和内电场强度都不再改变,呈现很高的电阻率,此时的空间电荷区就是 PN 结。如图 1-2-1 (b) 所示。

由于 PN 结内存在着内电场,因此在 PN 结两边就有电位差,一般用硅材料制成的 PN 结约为 0.5~0.6V,用锗材料制成的 PN 结约为 0.2~0.3V。电位降落的方向和内电场方向相同。

(二) PN 结的单向导电性

当 PN 结外加正向电压,即把 P 区接电源正极,N 区接电源负极,如图 1-2-2 (a) 所示,此时 HL 亮,说明 PN 结处于导通状态,呈现较小的正向电阻,电流能通过 PN 结。当 PN 结外加反向电压,即 P 区接电源负极,N 区接电源正极,如图 1-2-2 (b) 所示,此时 HL 不亮,说明 PN 结处于截止状态,呈现很大的反向电阻,电流不能通过 PN 结。

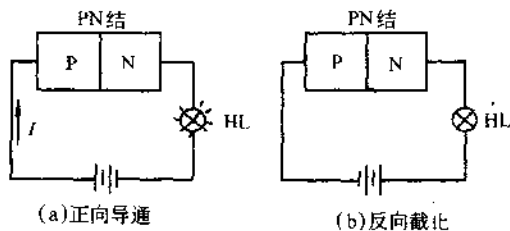


图 1-2-2 PN 结的单向导电性

由此可见,PN 结具有单向导电特性。即加正向电压时,PN 结导通;加反向电压时,PN 结截止。PN 结是构成晶体二极管、三极管、晶闸管等半导体器件的基础。

第二节 晶体二极管

一、晶体二极管的结构和类型

1. 晶体二极管的结构

晶体二极管简称二极管,是由一个 PN 结加上相应的两个电极引线 and 外壳封装而成的,其结构、外形和图形符号如图 1-2-3 所示。从 P 型半导体引出的电极叫正极(阳极),从 N

型半导体引出的电极叫负极（阴极），箭头指向表示二极管加正向电压时电流的方向。二极管外壳上都印有符号表示极性。二极管的文字代号为“V”。

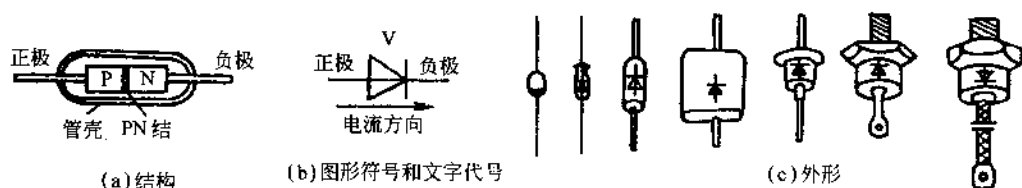


图 1-2-3 二极管的外形、结构和符号

2. 晶体二极管的类型

(1) 按制造材料可分为硅二极管和锗二极管。前者允许工作温度高,可制成中、大功率二极管;后者允许工作温度低,一般为小、中功率二极管。

(2) 按用途可分为整流二极管、开关二极管、稳压二极管、检波二极管等。

(3) 按结构可分为点接触型二极管和面接触型二极管。点接触型二极管 PN 结的面积很小,不能通过大电流(一般为几十毫安),结电容也很小,可用于高频检波、开关电路和小电流整流。面接触型二极管 PN 结的面积大,可通过很大的电流(可达数百安),但由于结电容大,所以不能用于高频电路,较适用于低频(如工频)大电流整流。

二、晶体二极管的特性

晶体二极管的特性是单向导电特性。它可以用来表示加在二极管两端的电压与流过二极管的电流之间的关系即二极管的伏安特性表示。二极管典型的伏安特性曲线如图 1-2-4 所示。

1. 正向特性

当二极管两端加正向电压且正向电压较小($<0.5\text{V}$)时,正向电流很小,二极管呈现的正向电阻较大,如曲线的 OA 段,通常称这个区域为死区。当正向电压增大到一定数值(即死区电压)后,正向电流迅速增大,如曲线的 AB 段,此时二

极管导通,导通后二极管两端的正向电压称为二极管的正向压降(也称管压降),一般硅管约为 0.7V ,锗管约为 0.3V 。

2. 反向特性

二极管两端加上反向电压时,在一定的电压范围内,二极管只有很小的反向电流通过,其大小几乎不变,此时二极管呈现很大的反向电阻而处于截止状态。当反向电压增加到一定数值(图中的 U_C)时,反向电流突然增大,二极管失去了单向导电特性,这种现象称为击穿。发生击穿时,加在二极管两端的反向电压叫做反向击穿电压。

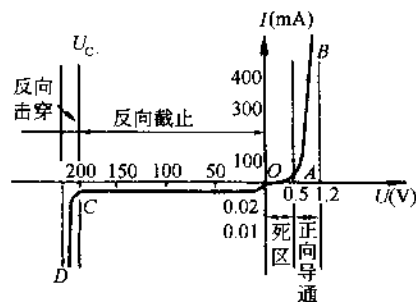


图 1-2-4 二极管的伏安特性曲线

三、晶体二极管的主要参数

1. 最大正向电流 I_M

二极管长期工作时,允许通过的最大正向平均电流叫做最大正向电流。选用二极管时,工作电流不能超过它的最大正向电流,以免烧坏管子。

2. 最高反向工作电压 U_{RM}

二极管长期工作时,允许加到二极管上的最高反向电压峰值叫做最高反向工作电压。通常取反向击穿电压值的一半或三分之二。使用 and 选择二极管时,加在二极管上的反向电压的峰值不允许超过这一数值,以保证二极管在使用中不致因反向电压过高而击穿。

此外还有最大反向电流、最高工作频率、结电容等参数。这些参数都可在《半导体器件手册》中查到。

四、晶体二极管的简易判别

1. 好坏判别

把万用表欧姆挡的量程拨到 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡,将两表笔分别正接或反接在被测二极管的两端,即可测得大小两个电阻值。其中大的是反向电阻,小的是正向电阻。如果测得的正向电阻在几十到几百欧(汽车用整流二极管用 $R \times 1$ 挡测量时正向电阻为 10Ω 左右),反向电阻在几百千欧以上,说明二极管良好,而且正、反向电阻值相差越大,说明二极管的单向导电特性越好;如果测得的正、反向电阻均为无穷大,说明二极管内部已断路;如果测得正、反向电阻都很小或为零,说明二极管内部已短路。后两种情况都说明二极管已损坏,不能继续使用。

2. 极性判别

用万用表测量二极管的正、反向电阻时,如果测得电阻较小时,则黑表笔所接的一端是二极管的正极,红表笔所接的一端是二极管的负极;反之,如果测得电阻较大时,则黑表笔所接的一端是二极管的负极,红表笔所接的一端是二极管的正极。这是因为万用表在电阻挡时,黑表笔与表内电池的正极相连,红表笔与表内电池的负极相连。

五、硅稳压二极管

1. 硅稳压二极管及其特性

硅稳压二极管(简称稳压管)是一种特殊的面接触型二极管。它与普通二极管一样,也是由一个 PN 结构成,但其制造工艺特殊。普通二极管反向击穿后便损坏不能使用,而稳压管却要求工作在反向击穿状态下,以实现稳压目的,只要反向电流限制在一定范围内,反向击穿并不会造成稳压管损坏,即稳压管的反向击穿是可逆的。

稳压管的伏安特性曲线和符号,如图 1-2-5 所示。由图可见,它与二极管的伏安特性曲线相似,不同的是稳压管工作在反向击穿区,即特性曲线的 AC 段。在这一区域内流过稳压管的电流可以在一个很大的范围内变化,而它两端的电压变化很小,几乎保持不变,因此具

有稳定电压的作用。如果将负载电阻与稳压管并联,负载上就可得到近似恒定的电压。

由于稳压管工作在反向击穿区,所以在电路中稳压管的两端应加反向电压,即稳压管在电路中应做反向连接。

2. 稳压管的主要参数

(1) 稳定电压 U : 是指稳压管反向击穿后的稳定工作电压值。对于某一型号的稳压管,它们的稳定电压值并不相同,例如 2DW7C 的稳压值是 $6.1\text{V} \sim 6.5\text{V}$ 。这就是说,如果把一个 2DW7C 的稳压管接到电路中,它可能稳压在 6.1V ;再换一个 2DW7C,它可能稳压在 6.4V 。

(2) 稳定电流 I : 是指稳压管正常工作的电流。在伏安特性曲线中对应于 C 点的电流值 I_C 。

(3) 最大稳定电流 I_M : 是指稳压管工作时所允许通过的最大反向电流。使用中若超过该值,稳压管将因过热而损坏。

此外,还有动态电阻 r_Z 、最大耗散功率 P_M 等。

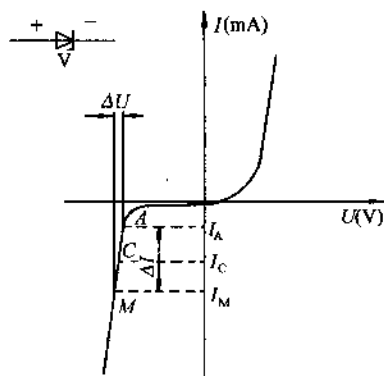


图 1-2-5 稳压管的特性曲线和符号

第三节 晶体三极管

一、三极管的结构

1. 结构和符号

在一块极薄的硅或锗基片上制作两个 PN 结就构成三层半导体,从三层半导体上各引出一根引线,就是三极管的三个电极,再封装在管壳里就制成了晶体三极管。可见,晶体三极管是由两个 PN 结、三个区、三个引出电极构成的,如图 1-2-6 所示。

三个电极分别叫发射极 e、基极 b、集电极 c,对应的每层半导体分别称为发射区、基区、集电区。发射区与基区交界处的 PN 结叫发射结,集电区与基区交界处的 PN 结叫集电结。依据基区材料是 P 型还是 N 型半导体,三极管有 NPN 型和 PNP 型两种组合形式,它们的基本结构如图 1-2-6 (a) 所示。

三极管的文字符号为“V”,图形符号如图 1-2-6 (b) 所示。两种符号的区别在于发射极箭头的方向不同。箭头方向表示发射结加正向电压时的电流方向。常见晶体三极管外形如图 1-2-6 (c)。

2. 类型

(1) 按制造材料的不同,三极管分为锗管与硅管两类。它们的特性大同小异。硅管受温度影响较小,工作较稳定,因此在电工设备上常用硅管。

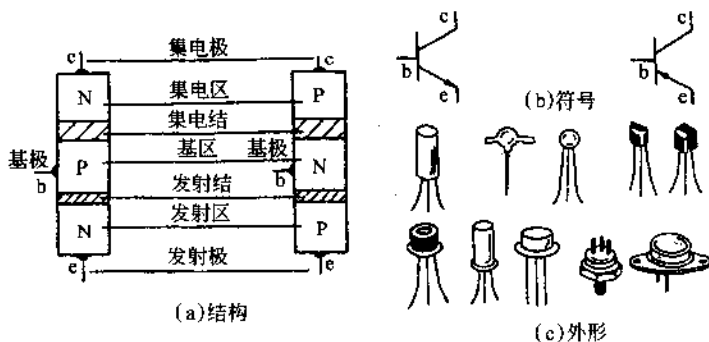


图 1-2-6 晶体三极管的结构和符号

(2) 按三极管内部基本结构,分为 NPN 型和 PNP 型两类。目前我国生产的硅管多数是 NPN 型(也有少量 PNP 型),一般采用平面工艺制造。锗管多数是 PNP 型(也有少量 NPN 型),一般采用合金工艺制造。

(3) 按工作频率不同,可分为高频管(工作频率等于或大于 3MHz)和低频管(工作频率低于 3MHz)。

(4) 按用途的不同,分为普通放大三极管和开关三极管等。

(5) 按功率不同,分为小功率管(耗散功率 $<1\text{W}$)和大功率管(耗散功率 $\geq 1\text{W}$)。

二、三极管的电流分配和放大作用

1. 三极管的工作电压

要使三极管能够正常进行电流放大,必须使发射结正向偏置,集电结反向偏置。NPN 型硅三极管工作时电源接线如图 1-2-7 所示。图中基极电源 E_1 通过 R_P 和 R_b 在基极与发射极之间的发射结上加了正向电压 U_{be} 。正常情况下, U_{be} 要大于发射结死区电压,以保证发射结导通。集电极电源 E_2 通过 R_c 给集电极与发射极之间加上电压 U_{ce} ,且要求 U_{ce} 大于 U_{be} 使集电结反向偏置。这种以基极作为输入端,集电极作为输出端,发射极作为公共端的联接法叫共发射极接法。

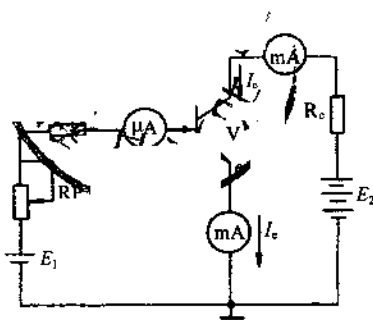


图 1-2-7 晶体三极管放大实验电路

对于 PNP 型三极管,要实现电流放大作用也必须保证发射结正向偏置,集电结反向偏置,但因它的基区材料是 N 型半导体,所以与 NPN 型三极管所接电源极性相反。

2. 三极管的电流分配关系

在图 1-2-7 的实验电路中,调节 R_P 的阻值,改变基极电流 I_b , I_b 的变化引起集电极电流 I_c 的变化。这样每调整一次 I_b ,就得到一组相应变化的 I_c 和 I_e 值,如表 1-2-1 所示。从