



中等职业学校电子信息类教材 电子技术专业

家用电器技术基础 与检修实例

辛长平 编著

本书配有电子教学参考资料包



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业学校电子信息类教材（电子技术专业）

家用电器技术基础与检修实例

辛长平 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书主要介绍了家用电器维修的基础知识与技能,结合现代厨房电器、电加热器、洗衣机、电冰箱和空调器五类家用电器的工作原理、基本结构和性能特点,给出了常见的故障现象与维修方法,并通过大量的维修实例介绍了每一类电器出现的多种故障的维修经验与技能。本书语言简练易懂,图文并茂,由浅入深,操作性强,有利于维修技能的学习与掌握。

本书是中等职业学校电子技术专业的教材,也可作为家用电器维修人员的技能培训用书和家用电器爱好者的参考书。

本书还配有电子教学参考资料包(包括电子教案、教学指南及习题答案),详见前言。

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

家用电器技术基础与检修实例 / 辛长平编著. —北京:电子工业出版社, 2005.4

中等职业学校电子信息类教材·电子技术专业

ISBN 7-121-00627-8

I. 家… II. 辛… III. 日用电气器具—维修—专业学校—教材 IV. TM925.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 014794 号

责任编辑:陈健德 特约编辑:师彦武

印 刷:北京季峰印刷有限公司

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:787×1092 1/16 印张:18.75 字数:462.4 千字

印 次:2005 年 4 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:24.90 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 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

中等职业学校教材工作领导小组

- 组 长：陈贤忠 安徽省教育厅厅长
- 副组长：李雅玲 信息产业部人事司技术干部处处长
- 尚志平 山东省教学研究室副主任
- 眭 平 江苏省教育厅职社处副处长
- 苏渭昌 教育部职业技术教育中心研究所主任
- 王传臣 电子工业出版社副总编
- 组 员：（排名不分先后）
- 唐国庆 湖南省教科院
- 张志强 黑龙江省教育厅职成教处
- 李 刚 天津市教委职成教处
- 王润拽 内蒙古自治区教育厅职成教处
- 常晓宝 山西省教育厅职成教处
- 刘 晶 河北省教育厅职成教处
- 王学进 河南省职业技术教育教学研究室
- 刘宏恩 陕西省教育厅职成教处
- 吴 蕊 四川省教育厅职成教处
- 左其琨 安徽省教育厅职成教处
- 陈观诚 福建省职业技术教育中心
- 邓 弘 江西省教育厅职成教处
- 姜昭慧 湖北省职业技术教育研究中心
- 李栋学 广西自治区教育厅职成教处
- 杜德昌 山东省教学研究室职教室
- 谢宝善 辽宁省基础教育教研培训中心职教部
- 安尼瓦尔·吾斯曼 新疆自治区教育厅职成教处
- 秘 书 长：李 影 电子工业出版社
- 副秘书长：蔡 葵 电子工业出版社

前言



随着人们生活水平的不断提高,现代化的厨房电器、电加热器、全自动洗衣机、电冰箱以及空调器等各类新型家用电器产品迅速普及,并已成为人们日常生活中不可缺少的部分。日益更新的现代化家用电器,也极大地方便和丰富了人们的家庭生活。

由于新型的家用电器是精密机械结构与电子线路的结合体,特别是数字技术、微处理器的应用,大大提高了家用电器的科技含量,一旦出现故障,维修难度相当大。目前存在的问题是许多维修人员没有经过正规化系统学习和培训,对家用电器的基本工作原理缺乏了解,实践经验较少,在检修家用电器时多采用“对比法”(与正常的产品相比较),采用换大件的方式,这样虽然方便了维修,却增加了用户的成本,而且对于维修人员的技术提高没有多大益处。为了适应家电维修人员不同文化层次,使广大家电维修人员尽快熟悉和掌握家电维修的相关知识技能,我们根据多年的教学实践,结合家用电器的基本结构、工作原理和性能特性,给出了常见的故障现象和维修方法,并通过大量的维修实例介绍了每一类电器出现的多种故障的维修经验与技能。

本书在编写过程中注重突出知识要点,理论联系实际。本书语言简练易懂,图文并茂,由浅入深,操作性强,有利于维修技能的学习与掌握。

本书由辛长平编著,杨亚洲、黄雷、周伟等分别提供了大量资料,并给予大力支持,郑红完成全书的录入工作,葛小青完成所有插图的收集与整理,还有多位同事提供了优秀的参考文献,在此对他们表示衷心的感谢。

由于时间紧迫和作者水平有限,书中难免存在错漏和不足之处,敬请广大读者不吝批评指正。

为了方便教师教学,本书还配有电子教学参考资料包,内容包括电子教案、教学指南及习题答案,请有此需要的教师登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)下载或与电子工业出版社联系(E-mail: ve@phei.com.cn),我们将免费提供。

编著者
2005年2月





第1章 电器维修基础知识	1
1.1 常用半导体元器件	1
1.1.1 基本工作原理与特性	1
1.1.2 常用电子元件的测量与判断	6
1.2 电热基础知识	8
1.2.1 电能与热能转换的基本理论	8
1.2.2 电热器具的类型与基本组成部件	8
1.3 电热元件	9
1.3.1 电阻式电热元件	9
1.3.2 PTC 电热元件	11
1.3.3 红外线电热元件	12
1.4 电热控制元件	12
1.4.1 温度控制元件	12
1.4.2 时间控制元件	13
1.5 小型交、直流电动机	16
1.5.1 永磁式电动机	16
1.5.2 励磁式直流电动机	17
1.5.3 单相异步交流电动机的结构	20
1.5.4 单相异步交流电动机的工作原理	21
1.5.5 交、直流两用串励电动机	23
习题1	23
第2章 电器维修常用工具与维修技术	24
2.1 常用工具的使用方法	24
2.1.1 通用工具	24
2.1.2 万用表的使用	29
2.1.3 兆欧表的使用	34
2.1.4 制冷维修专用工具和材料	36
2.2 维修技术基础	42
2.2.1 常规维修方法	42
2.2.2 气焊的基本操作	43
2.3 制冷系统的维修技术	46
2.4 常用电器零部件的维修技术	50
2.4.1 电动机的拆装	50

2.4.2	电动机重要部件的检修	51
2.4.3	电动机的常见故障分析与检修方法	53
2.4.4	电阻丝及管状电加热器的维修	56
2.4.5	琴键开关的维修	58
2.4.6	温度控制器的维修	58
2.4.7	定时器的维修	59
习题 2		59
实训 1		59
第 3 章	现代厨房电器	60
3.1	电烤箱	60
3.1.1	电阻丝电烤箱的结构和工作原理	60
3.1.2	远红外线烤箱	61
3.1.3	电烤箱的常见故障分析与维修方法	62
3.2	电磁灶	63
3.2.1	电磁灶的分类与结构	63
3.2.2	电磁灶的加热原理	65
3.2.3	电磁灶的常见故障分析与维修方法	65
3.3	电饭锅	66
3.3.1	电饭锅的分类与结构	66
3.3.2	电饭锅的工作原理	68
3.3.3	电饭锅的常见故障分析与维修方法	69
3.4	电压力锅	71
3.4.1	电压力锅的结构与工作原理	71
3.4.2	电压力锅的常见故障分析与维修方法	73
3.4.3	电压力锅维修实例	74
3.5	微波炉	75
3.5.1	微波炉的特性	75
3.5.2	微波炉在使用中的优点	75
3.5.3	微波炉的分类	76
3.5.4	微波炉的结构	76
3.5.5	微波炉的加热原理	78
3.5.6	微波炉的维修方法	79
3.5.7	微波炉维修实例	83
3.6	洗碗机	101
3.6.1	洗碗机的结构与工作原理	102
3.6.2	洗碗机的使用方法	107
3.6.3	洗碗机的常见故障分析与维修方法	108
3.7	电子消毒柜	111
3.7.1	电子消毒柜的结构与工作原理	111
3.7.2	电子消毒柜的使用	114

3.7.3 电子消毒柜的常见故障分析与维修方法	115
习题 3	116
实训 2	117
第 4 章 电加热器	118
4.1 电热水器	118
4.1.1 电热水器的结构与工作原理	118
4.1.2 电热水器的常见故障分析与维修方法	120
4.2 空气电加热器	121
4.2.1 空气电加热器的结构与工作原理	121
4.2.2 空气电加热器的使用	125
4.2.3 空气电加热器的常见故障分析与维修方法	126
4.2.4 空气电加热器维修实例	128
习题 4	129
第 5 章 洗衣机	130
5.1 洗衣机的类型与功能	130
5.1.1 洗衣机的命名	130
5.1.2 洗衣机的分类	130
5.1.3 洗衣机的基本功能	131
5.2 双桶洗衣机的基本结构及工作原理	132
5.2.1 基本结构	132
5.2.2 工作原理	133
5.3 套桶全自动洗衣机的基本结构及工作原理	134
5.3.1 基本结构	134
5.3.2 工作原理	135
5.4 滚筒式全自动洗衣机的基本结构及工作原理	138
5.4.1 基本结构	138
5.4.2 工作原理	139
5.5 洗衣机的维修	139
5.5.1 电气元件的故障判别	139
5.5.2 元件的拆卸	142
5.5.3 维修洗衣机的基本思路	146
5.5.4 常用的维修方法	148
5.5.5 洗衣机维修实例	150
习题 5	166
实训 3	167
第 6 章 电冰箱	168
6.1 电冰箱的分类与制冷系统	168
6.1.1 电冰箱的基本结构	168
6.1.2 电冰箱的制冷原理	172

6.1.3	制冷剂	173
6.1.4	电冰箱的箱体	174
6.1.5	电冰箱的制冷系统	175
6.2	电冰箱的电气控制系统	179
6.2.1	电气控制系统中的主要电气元件	180
6.2.2	典型控制电路	183
6.2.3	电气控制系统的常见故障及维修	185
6.3	电冰箱的故障检查及维修实例	187
6.3.1	电冰箱故障的一般检查方法	187
6.3.2	电冰箱故障的检查步骤	188
6.3.3	电冰箱维修实例	188
习题 6		225
实训 4		225
第 7 章	空调器	226
7.1	空调器的基本组成及工作原理	226
7.1.1	房间空调器的基本组成	226
7.1.2	空调器的工作原理	227
7.1.3	空调器的制冷系统	230
7.1.4	空调器的空气循环通风系统	232
7.2	空调器的电气控制系统	235
7.2.1	电气控制系统的基本组成	235
7.2.2	电气控制系统的主要电气元件	236
7.2.3	典型控制电路	239
7.3	空调器的安装方法	242
7.3.1	准备工作和基本要求	242
7.3.2	安装方法	242
7.4	空调器的故障检查及维修实例	249
7.4.1	空调器故障的一般检查方法	249
7.4.2	制冷系统组成部件的常见故障及维修方法	251
7.4.3	空调器维修实例	253
7.4.4	空调器的故障代码	272
习题 7		287
实训 5		288
参考文献		289

第1章 电器维修基础知识



知识要点

- ❖ 理解二极管、三极管、稳压二极管的特性与主要工作参数；掌握不同的晶体管在实际电路中的作用。
- ❖ 掌握电与热的能量转换的基本原理。
- ❖ 掌握各类电热元件的材料、性能及 PTC 元件的特性。
- ❖ 掌握各类小型电动机的工作原理。

1.1 常用半导体元器件

1.1.1 基本工作原理与特性

1. 晶体二极管

晶体二极管如图 1.1 所示，它由 PN 结、管壳、电极引线（管脚）等组成。其中图（a）中晶体二极管的下端表示阳极（正极），上端表示阴极（负极）。在使用时，阳极接电源的正极，阴极接电源的负极，标准符号的箭头表示电流的流动方向。

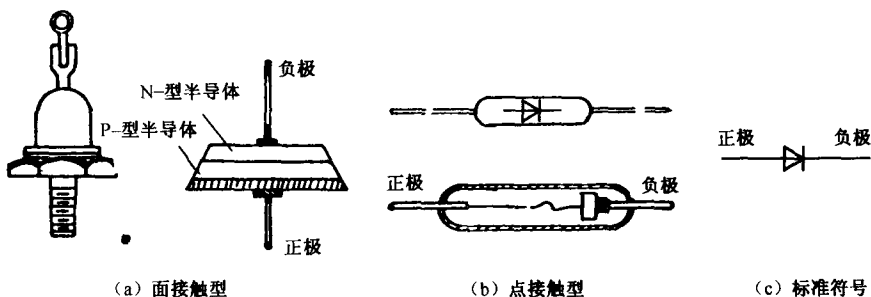


图 1.1 晶体二极管的外形与标准符号

晶体二极管按材料分为锗管和硅管；按结构分为点接触型和面接触型；按用途分为整流二极管、开关二极管、稳压二极管及光电二极管等。



注意

① 晶体二极管在接入电路前，必须判明二极管的极性与质量，接入电路时不能接错极性。



② 要识别二极管的各种型号（查晶体管手册）。必须注意二极管的正向电流和反向电压的峰值不能超过手册中所允许的极限值。

③ 整流二极管在高电压下工作时需串联使用，每个二极管应并联一个均压电阻，按每 100 V 峰值电压 70 k Ω 计算。如需并联使用以满足通过较大的负载电流时，每个二极管应串联 10 Ω 左右的均流电阻，防止个别元件过载烧坏。

④ 大功率二极管应加装散热器。

⑤ 安装二极管时应尽量远离发热元件。

2. 稳压二极管

稳压二极管也是一种晶体二极管，主要用于电子电路中稳定电压。与一般二极管不同的是，当稳压二极管反接时（阳极接电源的负极，阴极接电源的正极），不会被反向电压击穿而损坏，且工作在击穿区起稳压作用。稳压二极管的符号及特性曲线，如图 1.2 所示。从特性曲线可以看出（图中 A 点），反向电流可以在很大范围内变化，而其电压几乎不变，稳压二极管利用这一特性在电路中来起稳压作用。

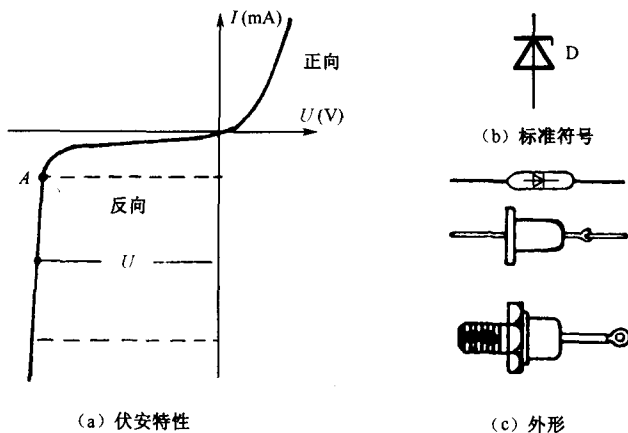


图 1.2 稳压二极管的伏安特性、标准符号与外形

稳压二极管的工作参数有下面三个。

① 稳定电压 U_Z 是正常工作状态下稳压二极管两端的电压。它的允许范围从最小反向击穿电压到最大反向击穿电压之间。

② 稳定电流 I_Z 只作为一个参考值，在选用时应根据工作电流的具体变化范围确定。

③ 耗散功率 P_Z 是稳定电压 U_Z 与稳定电流 I_Z 的乘积。



注意

因稳压二极管工作在反向电压下，应注意极性不能接反。如果极性接错，将会造成电源短路，过大的电流会烧毁稳压二极管。环境温度应控制在 50℃ 以下，温度每升高 1℃，稳压二极管的最大消耗功率将降低 1%~2%。另外稳压二极管可以串联使用，但不能并联使用。

3. 光电二极管

光电二极管的结构与一般晶体二极管相似，装在透明的玻璃外壳中，其中的 PN 结可以



接受光照。光电二极管在电路中处在反向工作状态, 在没有光照时, 其反向电阻很大, 可达几兆欧; 当有光照时, 光电二极管的反向电阻只有几百欧, 反向电流约为几十微安。光电二极管通常用在需要进行光电转换的自动控制电路中。

4. 整流电路

整流就是将交流电转换成直流电的过程。晶体二极管的整流电路就是利用二极管单向导电的特性组成的, 分为单相整流和三相整流两种。整流形式又可分为半波整流和全波整流。

(1) 单相半波整流电路

单相半波整流电路如图 1.3 所示。根据二极管具有单向导电的特性, 当二极管的阳极接电源的正极, 阴极接电源的负极时, 即电压 U_2 的正半周时立即有电流流过。反之, 在电压 U_2 的负半周时则电路中无电流, 二极管为不导通状态。因此, 在负载电阻 R 上得到单方向的脉动电压, 把交流电变成了直流电。这种单相半波整流电路的特点是电路简单, 只需 1 只变压器与 1 只二极管元件, 但整流出来的直流电压直流分量较小, U_R 约为 $0.45U_2$ 。

(2) 单相全波整流电路

单相全波整流电路是由两个单相半波整流电路组合而成。在变压器次级线圈上引出大小相等、方向相反的两个电压 U_{2a} 与 U_{2b} , 当第一个二极管阳极接电源正极时, V_1 导通, 这时第二个二极管 V_2 不导通。当第二个二极管阳极接电源正极时, V_2 导通, 这时第一个二极管则不导通。这样随着交流电源极性的变化, V_1 与 V_2 轮流导通, 在负载电阻 R 上得到两个直流半波相加的直流脉动电压, 直流分量增加一倍。

全波整流电路的特点是电路中需要 2 只二极管元件, 变压器次级线圈需中间抽头, 输出的直流电压 U_R 约为 $0.9U_2$ 。

(3) 单相桥式整流电路

单相桥式整流电路如图 1.4 所示, 它是由 4 只二极管连接而成的整流电路。当电源极性处于上正下负时, V_1 与 V_3 导通, 负载电阻 R 上有电流流过, 得到一个半波整流电压; 当电源极性处于上负下正时, V_2 与 V_4 导通, 负载电阻 R 上也得到一个半波整流电压。如此重复, 在负载电阻 R 上就能得到一个与单相全波整流一样的电压, 输出电压 U_R 为 $0.9U_2$ 。电路特点是所需二极管比全波整流多了一倍, 但每个二极管承受的反向电压比全波整流小。

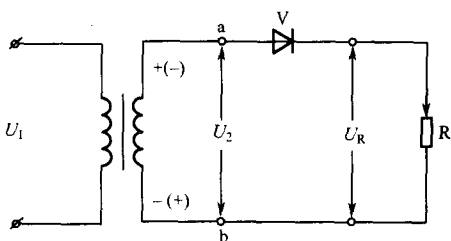


图 1.3 单相半波整流电路

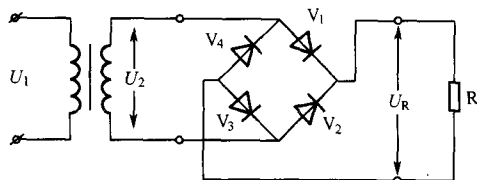


图 1.4 单相桥式整流电路

(4) 三相桥式整流电路

三相桥式整流必须用三相变压器, 变压器副边的相电压分别为 U_a , U_b , U_c , 其电路如图 1.5 所示。

当电压在 $t_1 \sim t_2$ 时间内, a 相电压为正, b 相电压为负, V_1 和 V_4 导通, 电流从 a 相出发



经过 V_1 与 R_L , 再经过 V_4 回到 b 相, 使 ab 间的线电压全加在 R_L 上; 当电压在 $t_2 \sim t_3$ 时间内, a 相电压仍然为正, 而 c 相电压为负, 这时电流从 a 相出发, 经过 V_1 和负载 R_L , V_6 回到 c 相, 使 ac 之间的线电压加在 R_L 上; 如此下去在 $t_4 \sim t_5$ 时间, V_3 与 V_2 导通; 在 $t_5 \sim t_6$ 时间, V_5 与 V_2 导通; 在 $t_6 \sim t_7$ 时间, V_3 与 V_6 导通, 就使负载电阻 R_L 得到一个比较平直的直流电压。

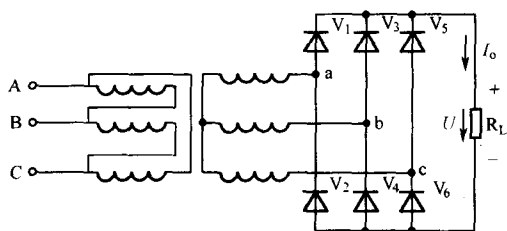


图 1.5 三相桥式整流电路

5. 滤波电路

利用整流电路可以将交流电转变为直流电, 但从得到的直流电压来看, 往往含有相当多的交流成分。当用电设备对直流电源的质量要求较高时, 就必须设法削弱直流电源中的交流成分, 通常用滤波电路来改善脉动成分。

常用的滤波元件有电容和电感。因为这两种电器元件都具有储能作用, 故可用来调节脉动成分, 使输出的直流电压平滑。常用的滤波电路如图 1.6 所示。

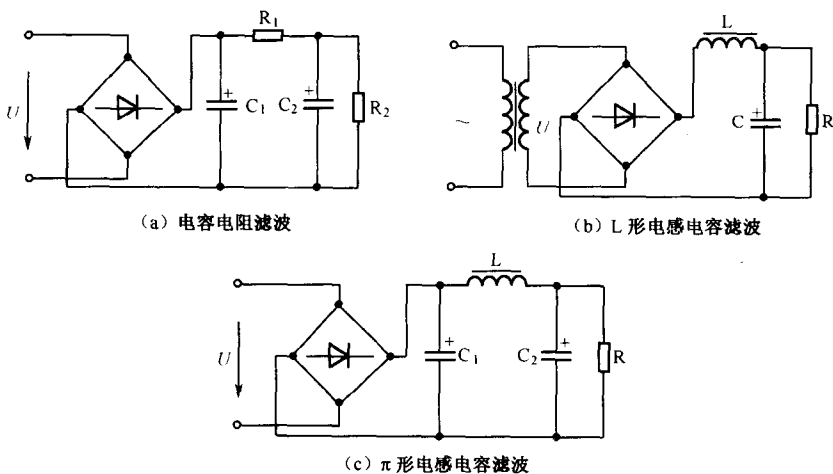


图 1.6 滤波电路

6. 直流稳压电路

最简单的直流稳压电路是采用稳压管来稳定电压的, 如图 1.7 所示。交流电压经过桥式整流电路整流和电容滤波得到直流电压 U_0 。当电源电压发生波动时, 输出电压也将随着发生变化。当电压升高时, 稳压管两端的电压也相应升高。由于稳压管的反向击穿特性, 稳压管的电流 I_0 增加很快, 于是在电阻 R_2 上的电压降增加, 使得输出电压 U_2 保持不变。同时, 如果负载电流变化, 稳压管的电流 I_0 显著增加, 仍通过 R_2 上的电压变化进行调整, 使输出电压 U_2 保持不变。

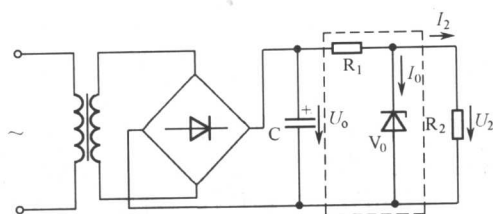


图 1.7 直流稳压电路

7. 晶体三极管

晶体三极管由两个 PN 结组成, 如图 1.8 所示。它有三个电极引出, 从两边分别引出发射极 e 和集电极 c, 从中间引出基极 b, 所以晶体三极管是具有三个电极和两个 PN 结的半导体元件, 它分为 NPN 型 PNP 型。

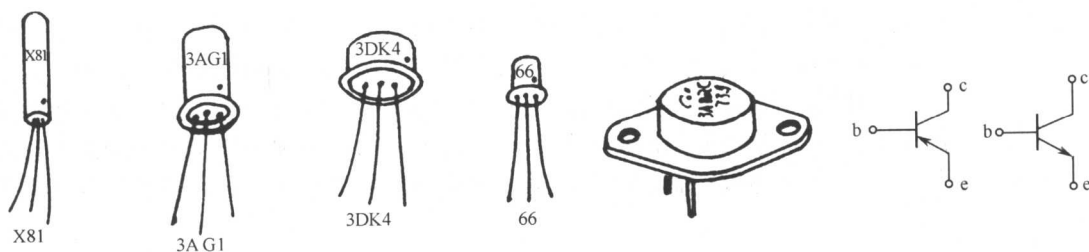


图 1.8 晶体三极管的外形与标准符号

晶体三极管型号参数的含义介绍如下。

- 第一个数字 3 表示三极管。
- 第二个字母表示材料与极性, 如表 1.1 所示。

表 1.1 晶体三极管的材料与极性

字母	A	B	C	D
材料	锗		硅	
极性	PNP	NPN	PNP	NPN

● 第三个字母表示器件的类型。X—低频小功率管, D—低频大功率管, G—高频小功率管, A—高频大功率管, K—开关管。

● 第四个字母表示元件序号。如 3AD8 是表示 PNP 型低频大功率锗三极管。

晶体三极管的主要参数有:

① 电流放大倍数 β 是衡量三极管放大能力的一个主要参数, 由集电极电流变化量与基极电流变化量的比值来表示, 即 $\beta = \Delta I_c / \Delta I_b$ 。

β 值约为 20~100 之间。 β 太高会使晶体管的性能不稳定, β 值太低会导致放大作用不好。

② 反向饱和电流 I_{cbo} 是当发射极开路时, 集电极与基极间的反向电流, 这个数值要求越小越好。

③ 穿透电流 I_{ceo} 是当基极开路, 集电极接反向电压, 发射极接正向电压时, 流过电极的



电流, 这个数值越小越好。

8. 晶闸管

晶闸管又叫可控硅整流元件, 英文缩写为 SCR, 是一种大功率硅半导体元件。它具有与半导体二极管相似的单向导电特性, 但它的导通是可加以控制的, 所以说晶闸管元件是具有可控单向导电特性的整流元件。利用它的这种特性, 可以组成下面不同作用的电器装置。

晶闸管整流器——把交流电转换成可调的直流电。

逆变器——把直流电转换成交流电。

变频器——把一种频率的交流电转换成另一种频率或频率可调的交流电。

交流调压器——把有效值一定的交流电压转换成有效值可调的交流电压。

无触点开关——在控制装置中按需要实现通断切换。

由于晶闸管元件具有耐高压、效率高、体积小、重量轻、无噪声与使用方便等特点, 因此得到了广泛的应用。

晶闸管与二极管不同, 它除了有一个阳极和一个阴极以外, 还有一个控制极。在正常情况下, 晶闸管的导通必须具备两个条件, 一是它的阳极与阴极之间要施加正向直流电压, 二是在它的控制极与阴极之间要加入一个适当的正向触发电压。晶闸管一经导通, 加于控制极与阴极的控制电压消失后, 晶闸管仍能维持导通。要使它关断, 必须将阴阳两极间的电压降低到一定数值, 或者在阴阳两极间施加反向电压。因此使用晶闸管时, 必须掌握其导通和关断的条件。



注意

晶闸管元件的过载能力较低, 为保证元件的正常工作在使用时要注意下列几点。

① 合理选择元件的容量。选择晶闸管元件时容量不可过大, 以免增加成本; 也不能过小, 造成频繁的维修和更换。通常选择的容量约大于额定容量的 1.5 倍即可。

② 提供良好的散热条件。元件在使用时必须提供符合规定的散热条件, 可以配用散热器。通风条件好的场所可以采取自然通风, 通风不良的环境可采用强迫风冷或水冷散热。

③ 防止控制极的正向过载和反向击穿。使用晶闸管元件时, 为了保证可靠的触发, 往往配以触发电路以供给控制极足够的电压和电流, 一般正向电压不超过 10 V, 反向电压不超过 5 V, 以免造成控制极电流过大被烧坏或电压过高被击穿。同时, 在采用晶闸管元件的电路中, 都要备有过电流和过电压的保护元件。

1.1.2 常用电子元件的测量与判断

1. 晶体二极管的极性判断

通常可根据晶体二极管上标志的符号来判断, 如标志不清或无标志时, 可根据二极管的正向电阻小、反向电阻大的特点, 利用万用表的欧姆挡来判断极性。具体的方法是将万用表的选择开关旋到 $R \times 100 \Omega$ 或 $R \times 1 k\Omega$ 挡, 然后用表笔分别测量二极管的正反向电阻值, 一个为几百欧姆, 另一个为几百千欧姆。测量出小电阻值时, 与黑表笔相连的一端为二极管的正极, 另一端为负极; 而测量出大电阻值时, 则与红表笔相连的一端为正极, 另一端为负极, 如图 1.9 所示。

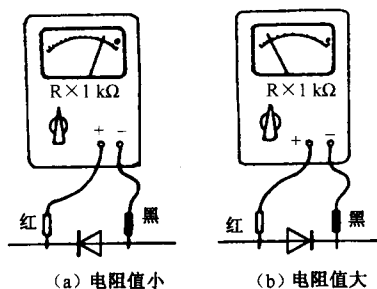


图 1.9 用万用表判断二极管的极性

因为二极管是单向导通的电子元件，因此测量出的正反向电阻值相差越大越好。如果相差不大，说明二极管的性能不好或已经损坏；如果测量时万用表表针不动，说明二极管内部已断路；如果所测量的电阻值为零，说明二极管的内部已短路。

2. 三极管的管脚与管型的判断

三极管的管脚与管型可以利用万用表来判断。

(1) 管脚的判断

基极判断出来后，其余的两个管脚不是发射极就是集电极。此时可以假定红表笔接的是集电极，黑表笔接的是发射极，测量两极的电阻值，记下读数，然后将两表笔对调进行测量，将两次测量的电阻值读数相比较。若第一次测量的阻值小，说明假定是正确的，红表笔接的是集电极，而黑表笔接的就是发射极。测量时要注意，必须将万用表的选择开关旋到 $R \times 100 \Omega$ 或 $R \times 1 k\Omega$ 挡。

(2) 管型的判断

用万用表的 $R \times 1 k\Omega$ 挡，红表笔（正）接任一个管脚，黑表笔（负）分别搭接其余两管脚。若测量出的电阻值都很小时（约在 $1 k\Omega$ 以下）为 PNP 型，如测量出的电阻值很大时（约在几百 $k\Omega$ 以上），则为 NPN 型三极管。

3. 锗管和硅管的判断

用万用表判断时，将欧姆挡置于 $R \times 100 \Omega$ 或 $R \times 1 k\Omega$ 位置，如果是 NPN 型三极管，用红表笔（正）接基极，黑表笔（负）接任意两极，若表针指示在刻度盘中间偏右位置时，该管为硅管；若表针的位置在刻度盘右接近满刻度时，此管为锗管。

在判断三极管的性能好坏时，主要是以测量极间电阻值的大小来判断 PN 结性能的好坏。用万用表的 $R \times 100 \Omega$ 挡测量发射极和集电极的正向电阻，如果测量出的电阻值小，说明三极管是好的；如果所测量的正向电阻值非常大或反向电阻值很小，则说明三极管已经损坏。

4. 晶闸管的测量

晶闸管有阳极、阴极和控制极。测量时可用万用表的 $R \times 1 k\Omega$ 电阻挡来测量阳极和阴极的正反向电阻值，表针指示应保持不动。控制极和阴极间是一个 PN 结，故可以用判断二极管的方法来测量。



1.2 电热基础知识

1.2.1 电能与热能转换的基本理论

在物理学中, 热现象是物质中大量分子的无规则运动的具体表现, 热是能量的一种表现形式。电能和热能可以互相转换, 如电热器具将电能转换为热能。电能与热能的转换关系可以用焦耳—楞次定律来表述。电流通过导体时产生的热量 (Q) 跟电流强度的平方 (I^2)、导体的电阻 (R) 以及通电的时间 (t) 成正比。用公式表示就是:

$$Q=KI^2Rt$$

式中的 K 是比例恒量, 又叫做电热当量, 它的数值由实验中得到的数值算出。当热量用 cal (卡)、电流强度用 A、电阻用 Ω 、时间用 s 做单位时, $K=0.24 \text{ cal/J}$ 。于是上式可以写作:

$$Q=0.24I^2Rt$$

上述公式表达了电能与热量之间的数量变换关系, 它是电热器具工作原理的基本理论。

在我国法定计量单位制中, 热量的单位为 J (焦耳):

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{s}$$

在非法定计量单位制中, 热量单位也可用 cal, 它是指 1 g 水的温度升高 1℃ 所需要的热量。另外, 还有 kcal (千卡), 俗称大卡。它们之间的关系是:

$$1 \text{ kcal} = 1\,000 \text{ cal}$$

把单位 J 换算成 cal 时, 需要乘以常数 0.24, 即 $1 \text{ J} \approx 0.24 \text{ cal}$ 。

1.2.2 电热器具的类型与基本组成部件

1. 电热器具的类型

(1) 电阻式电热器具

用电阻发热原理制成的电热器具就称为电阻式电热器具, 如电炉、电熨斗、电吹风、电热毯、电热杯、电烤箱、电饭锅、电咖啡壶、电炒锅、电暖器等, 均是利用这一原理制成的, 这是目前电热器具中使用最为广泛的一种形式。

(2) 远红外线辐射式电热器具

在电热元件 (金属管、石英管、电热板) 的表面上直接涂上远红外线辐射涂料, 当给电热元件通电后, 产生的热量加热了远红外线辐射物质, 使其发射远红外线对物体进行加热。它具有热效率高、省时、节约能源、卫生等优点, 但高温易使远红外线涂料脱落, 而导致远红外线辐射能力减弱, 影响加热效果。利用远红外线辐射原理制成的电热器具主要有远红外线电烤炉、远红外线电暖器、远红外线医用理疗器等。

(3) 感应式电热器具

闭合导体在交变磁场中会产生感应电流 (涡流), 由此而产生热, 利用电磁感应原理制成的电热器具就称为感应式电热器具, 应用这种原理的电热器具主要有电磁炉等。

(4) 微波式电热器具

当微波照射到物体时, 使物体内部的分子加速运动而产生热, 利用微波加热的原理制成