

典型电子产品的制作与调试

蔡滨，张小梅主编

江西高校出版社



江西省机械高级技工学校

国家中等职业教育改革示范学校建设成果

典型电子产品的制作与调试

主编 蔡 滨 张小梅

江西高校出版社

图书在版编目(CIP)数据

典型电子产品的制作与调试/蔡滨,张小梅主编. —南昌:江西高校出版社, 2014.12
现代职业教育机电类规划教材
ISBN 978-7-5493-2998-4

I. ①典... II. ①蔡... ②张... III. ①电子产品-制作-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. ①TN0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014) 第 307908 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮政编码	330046
总编室电话	(0791) 88504319
销售电话	(0791) 88530099
网 址	www.juacp.com
印 刷	江西教育印务实业有限公司
照 排	江西太元科技有限公司照排部
经 销	各地新华书店
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	18
字 数	426 千字
版 次	2014 年 12 月第 1 版第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5493-2998-4
定 价	41.80 元

赣版权登字-07-2014-721
版权所有 侵权必究

前 言

为了配合教育部“十一五”期间“以服务为宗旨,以就业为导向”的新一轮职业教育教学改革,固化职业教育课程改革成果,针对职业院校学生普遍存在的基础薄弱、学习兴趣不高的特点,编者结合多年本课程教学经验,编写了本书。书中内容完全按照项目教学法编排,以“够用、实用”为原则,将知识点融于九个项目中,而每个项目以任务来引领知识学习,力求在内容、结构、理论教学与实践教学的衔接方面充分体现职业教育的特点:突出实用性动手能力,针对职业院校学生所需的知识和能力的要求,注重提高学生的常用电子元器件选用能力、一般电子电路的读图能力、常用电子仪器的使用能力和电子线路的基本设计、安装和调试能力。本书特点如下:

- 1.通俗易懂、深入浅出,注重理论与工程实践相结合,重在会用。全书列举大量应用实例,以加深学生对各个单元电路功能的理解,尽量克服以往职业院校学生对电子技术理论知难而退的心理障碍。

- 2.版面安排上,收集了大量的图片、图表,采用图文并茂的形式,提高内容的直观性和形象性,便于理解和掌握理论知识,同时也为学生的自主学习创造了条件。

- 3.内容安排上,注意项目设置的实用性、可行性和科学性,从实际、实用出发,避免繁杂的数学推导和理论分析,适当降低理论知识的深度和难度,增加课堂实物教学、实验演示和技能操作等内容。让抽象微观的电子基础理论与形象的、直观的、有趣的实践相接合,让学生在做中学和学中做,充分调动学生学习的主动性,使职业院校学生在学到一定的电子技术理论知识的同时又具备了较强的动手能力,充分体现职业技术教育的特色。总之,全书注重了学生能力综合性的培养,为社会培养、输送高素质的技能型人才的同时,也为学生后续学习打下坚实基础。本课程由于实践性很强,建议授课课时 160 学时,具体分配如下:

内容	课时分配	
	课堂教学	技能操作
项目一 直流稳压电源的制作与调试	8	8
项目二 扩音器的制作与调试	20	16
项目三 声控延时开关的安装与测试	6	6
项目四 调光台灯电路的制作与调试	6	6
项目五 简易表决器的设计与制作	18	10
项目六 抢答器电路的制作与调试	6	6
项目七 多路控制开关电路的制作与调试	6	6
项目八 小区车位计数电路的设计与制作	6	10
项目九 简易服药提醒器的制作与调试	6	6
课时总计	82	74

本书由蔡滨、张小梅任主编,程珊任副主编。编写书目为:蔡滨(项目一、项目二)、张小梅(项目五、项目七、项目九)、程珊(项目八)、付裕(项目三、项目六)、董理(项目四)。全书由蔡滨和张小梅进行统稿和审定。本书在编写过程中,叶水春、徐也可、刘曼、万红海等许多同仁及企业工程师——南昌柴油机责任有限公司孙轶工程师和洪都飞机集团公司赵希哲工程师提供了宝贵意见,在此表示由衷的感谢。同时参考了大量的书刊及相关资料,并引用了其中一些资料,难以一一列举,在此谨向有关的书刊及相关资料的作者一并表示衷心感谢。由于作者水平有限,加之时间仓促,错误与不妥之处在所难免,恳请广大师生、同行和读者不吝指正。

编者

2014年10月

教材编审委员会名单(排名不分先后)

姓 名	单 位
殷立君	江西省机电技师学院
叶水春	江西省机电技师学院
陈根琴	江西省机电技师学院
胡凤翔	江西省机电技师学院教务处
舒 翔	江西省机电技师学院实训处
郑 金	江西省机电技师学院材料工程系
徐也可	江西省机电技师学院电气工程系
顾 晔	江西省机电技师学院机械工程系
郭建平	江西省机电技师学院信息与管理工程系
李鹏程	江西省机电技师学院基础课部
章 力	江西省机电技师学院教学督导室
樊辉娜	江西省机电技师学院教务处
刘文杰	江西省机电技师学院教育研究室
李坤云	江西特种电机股份有限公司
朱义才	泰豪股份康富电机技术有限公司
刘小勤	南昌大学
刘建斌	西门子(中国)有限公司江西办事处
袁政海	江西五十铃股份有限公司
张友亮	江西省模具协会
付 强	南昌齿轮有限公司
邓新生	中航工业洪都工装工具制造厂
梁武根	昌河飞机工业(集团)公司
赵江英	格特拉克(江西)传动系统公司
范广健	南昌艾普拉斯液压技术有限公司
邹杨宁	恒天动力有限公司
喻小建	江西沃尔福发动机有限公司
刘志斌	华中数控股份有限公司
张存亮	南京日上自动化设备有限公司
刘恒军	江西恒信集团
欧阳小宝	江西启翔科技有限公司

目 录

项目一 直流稳压电源的制作与调试	1
任务一 电源变压器的选择	2
任务二 半导体二极管	5
任务三 整流电路的制作与调试	12
任务四 电容滤波电路	15
任务五 9V 直流稳压电源制作与调试	21
项目二 扩音器的制作与调试	30
任务一 认识晶体三极管	31
任务二 认识共射极基本放大电路	43
任务三 共集电极放大电路组成与测试	54
任务四 多级放大电路组成与测试	59
任务五 功率放大电路安装与调试	66
任务六 集成小功放—扩音器电路安装与调试	72
项目三 声控延时开关的安装与测试	79
任务一 声音放大电路的认识与制作	80
任务二 电压控制延时开关电路的认识与制作	90
项目四 调光台灯电路的制作与调试	98
任务一 晶闸管的识别与检测	99
任务二 识读晶闸管的可控整流电路	104
任务三 调光台灯电路的制作与调试	112

项目五 简易表决器的设计与制作·····	116
任务一 认识数字逻辑门电路·····	117
任务二 用门电路制作简单逻辑电路·····	132
任务三 简易表决器的设计与制作·····	147
项目六 抢答器电路的制作与调试·····	158
任务一 认识译码器·····	159
任务二 认识编码器·····	174
任务三 抢答器电路的制作与调试·····	180
项目七 多路控制开关电路的制作与调试·····	188
任务一 认识 RS 触发器·····	189
任务二 认识边沿触发器·····	196
任务三 多路控制开关电路的制作与调试·····	203
项目八 小区车位计数电路的设计与制作·····	209
任务一 认识计数器·····	210
任务二 常用集成计数器的应用·····	220
任务三 小区车位计数电路的设计和制作·····	231
项目九 简易服药提醒器的制作与调试·····	244
任务一 常见脉冲产生电路的应用·····	245
任务二 555 定时器及其应用·····	258
任务三 简易服药提醒器的制作与调试·····	271
附 录·····	279

项目一 直流稳压电源的制作与调试

项目引入和分析



项目引入

在生活和生产中常需要用稳定的直流电压供电,如家用电器,电子仪器和自动控制系统中。获取稳定直流电源有多种形式,本项目制作一个由集成稳压器构成的直流稳压电源。

性能指标要求 输出电压 $U_o = +9V$, 输出电流 $I_o = 0.5A$, $\Delta U_{op-p} \leq 5mV$ 。

学习要求

- ★ 学会选用变压器、整流二极管、滤波电容及三端集成稳压器来设计制作直流稳压电源
- ★ 理解半导体二极管基本知识,认识常用的半导体二极管
- ★ 会调试稳压电源的方法

项目分析

直流稳压电源一般由电源变压器、整流电路、滤波电路及稳压电路等环节组成,图 1-1 是它的原理框图,各组成部分的电压波形图如图 1-2 所示。

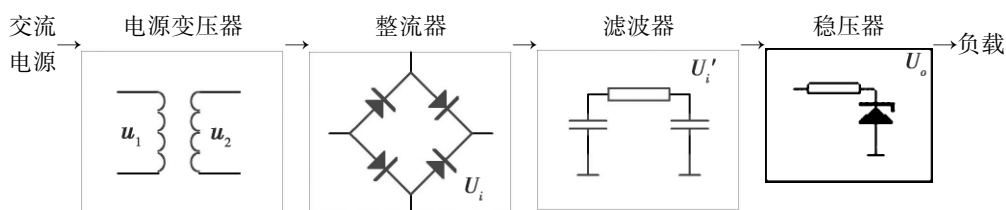


图 1-1 直流稳压电源方框图

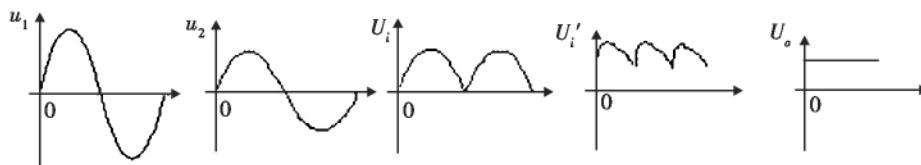


图 1-2 各部分波形图

任务一 电源变压器的选择

任务引入和分析



任务引入

变压器在电路中的作用主要有变电压、变电流、阻抗匹配和耦合隔离等。在直流稳压电源组成部分中,电源变压器的作用是将来自电网的 220V 交流电压变换为整流电路所需要的交流电压,使电网的强电与电路中的弱电隔离开。

学习要求

- ★ 会变压器原边和副边简单判别
- ★ 学会选用变压器输出电压和功率

任务分析

根据电源需要合理的选择变压器的输出电压和输出功率,选用合适的降压变压器将电网交流电压 220V 变换成符合要求的交流电压。

基本知识

一、认识常用小型变压器外观和电子电路中变压器图形符号

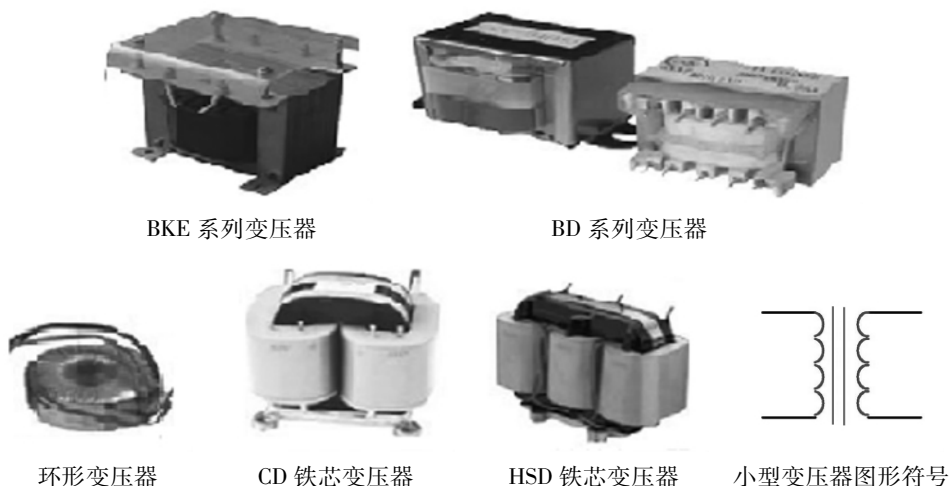


图 1-3 常用小型变压器外形图和图形符号

二、变压器输出电压的选择

由于所需的直流电压比起电网的交流电压在数值上相差较大,考虑到集成稳压器 7809 须在输入直流电压大于稳压后输出直流电压 2V 以上时,才能使输出电压为 9V。所以,降压后的交流电压设为 10V 以上,才能达到要求输出的电压,我们选择变压器副边电压 $U_2 = 12V$,即该部分电路采用变压器把 220V 交流市电变为约 12V 的低压交流电,作为电源的输入电压。变压器原辅线圈的匝数比为:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220V}{12V} \approx \frac{18}{1} \quad (1-1)$$

电路可安装保险丝,起到保护电源的作用,当电流大于 1A 时,保险丝熔断,从而防止电源烧坏。

三、变压器功率选择

电源变压器的效率为:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad (1-2)$$

其中: P_2 是变压器副边的功率, P_1 是变压器原边的功率。

一般小型变压器的效率如表 1-1 所示,因此,当算出了副边功率后,就可以根据下表算出原边功率。

表 1-1 小型变压器的效率

副边功率 P_2	<10VA	10~30VA	30~80VA	80~200VA
效率 η	0.6	0.7	0.8	0.85

副边电压 U_2 取 10V,副边电流 $I_2 > I_0 = 0.5A$,取 $I_2 = 0.7A$,副边功率 $P_2 \geq U_2 I_2 = 10 \times 0.7 = 7W$ 。由表 1-1 可得变压器的效率 $\eta = 0.7$,原边输入视在功率 $S \geq P_2 / \eta = 10 VA$,我们选 10VA 的电源变压器。



一、变压器原副边线圈的判别

我们在使用变压器的时候应能正确识别变压器的原边、副边线圈,变压器原边、副边线圈的判别可用下面的方法:

1. 直观判别法

本项目所用到的降压变压器原边电压比副边电压大很多,而原边电流比副边电流小很多,那么原边线圈匝数要比副边线圈匝数多,原边线圈要比副边线圈线径细。

2. 万用表检测法

本项目所用的变压器是降压变压器,原边线圈匝数要比副边线圈匝数多,原边线圈要比副边线圈线径细。用万用表测量原副边线圈电阻,电阻大的是原边线圈,电阻小的是副边线圈。数字万用表测量变压器如图 1-4 所示,将数字万用表置 20k Ω 档,测得变压器原边线圈电阻为

2.74k Ω ; 将数字万用表置 200 Ω 档, 测得变压器原边线圈电阻为 21.5 Ω 。

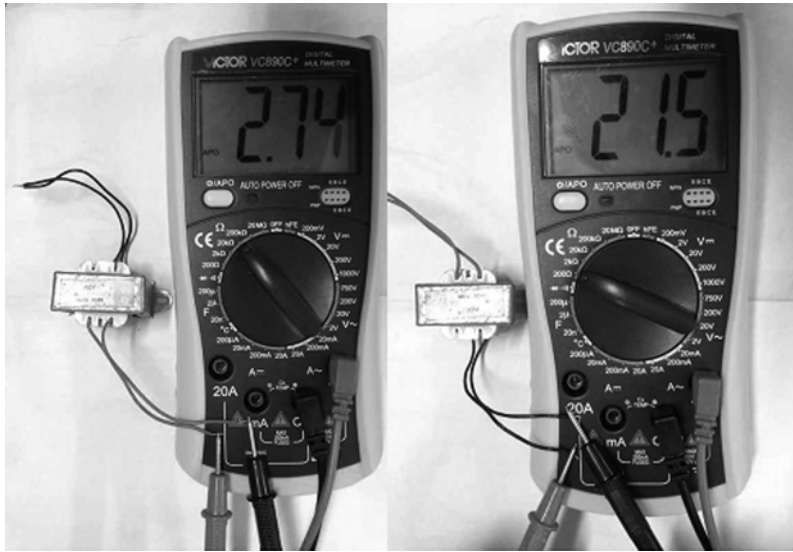
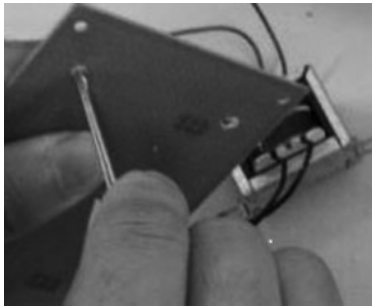


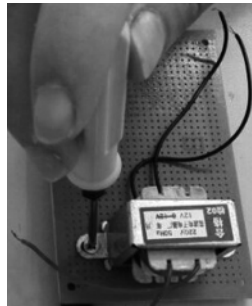
图 1-4 万用表测量判别变压器的原边、副边线圈

二、变压器的安装

变压器的安装如下图 1-5 所示:



(a) 打孔



(b) 固定变压器打孔



(c) 接电源线

图 1-5 变压器安装

想一想

1. 变压器的自身损耗有哪些?
2. 为什么降压变压器原边电流比副边电流小很多?

任务二 半导体二极管

任务引入和分析



任务引入

直流稳压电源就是将交流电转换为稳定的直流电输出,所以直流稳压电源首先利用二极管的单向导电性将交流电变成脉动直流。

学习要求

- ★ 理解二极管的单向导电性,知道其伏安特性
- ★ 能够识读二极管的图形符号和文字符号,知道其主要参数
- ★ 会判别二极管的正负极及好坏

任务分析

整流电路的作用就是将交流变脉动直流,而要构建整流电路必须先掌握二极管的基本知识,才能运用二极管构建整流电路。二极管有很多种,有整流二极管、发光二极管、稳压二极管、光电二极管等。

基本知识

自然界中的物质,按照导电能力的不同,可分为导体、半导体和绝缘体,半导体材料的导电性能介于导体与绝缘体之间。常用的半导体材料有四价元素硅、锗等。

纯净的半导体又称为本征半导体,其导电能力较差,不能直接用来制造半导体器件,但在本征半导体中掺入不同种类的微量元素后能大大提高它的导电能力。在本征半导体(硅或锗)中掺入三价元素(硼),就形成以空穴为多数载流子的空穴型半导体,又称为P型半导体;若在本征半导体(硅或锗)中掺入五价元素(磷),则形成以电子为多数载流子的电子型半导体,又称为N型半导体。通过一定的工艺将P型和N型半导体结合在一起,在它们的交界处形成一个具有单向导电性能的PN结。

一、常用二极管的外观与普通二极管的图形符号

将PN结加上相应的电极引线和管壳,就构成半导体二极管。由P区引出的电极成为正极(阳极),由N区引出的电极为负极(阴极)。半导体二极管的类型,按结构分有点接触型,面接触型;按材料分有硅管和锗管;按用途分有检波管,整流管及特殊用途二极管等。

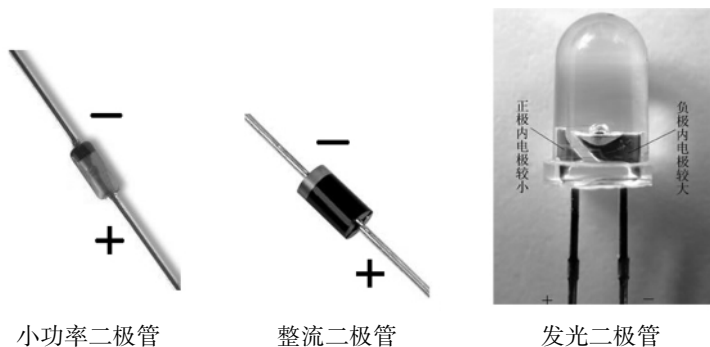


图 1-6 常用二极管的外观



图 1-7 二极管图形符号

半导体二极管的图形符号如图 1-7 所示,其文字符号为 VD。



二极管的单向导电性验证

图 1-8 (a)、(b) 为二极管单向导电性验证电路,图 1-8 (a) 中二极管加正向偏置电压,即二极管的阳极(正极)电位高于阴极(负极)电位,灯泡亮;图 1-8 (b) 中二极管加反向偏置电压,即二极管的阳极(正极)电位低于阴极(负极)电位,灯泡不亮。

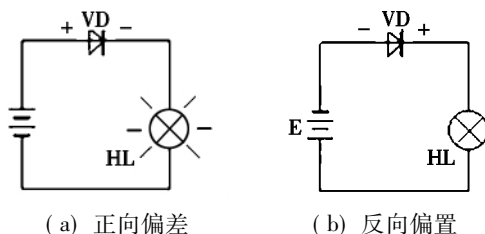


图 1-8 二极管单向导电性验证电路

二、二极管的伏安特性

所谓二极管的伏安特性,是讨论加在二极管两端的电压与流过二极管电流之间的关系。如图 1-9 所示。

1. 正向特性

二极管加正向偏置电压,如图 1-8 (a) 所示。死区(OA 段),正向电压比较小,二极管不导通,几乎没有电流,呈高电阻状态。此时二极管两端的电压为死区电压,硅二极管约为 0.5V,锗管约为 0.1V。导通(BC 段),当正向电压高于一定数值后流过二极管中的电流随正向电压的升高而明显增大,二极管导通。导通时二极管的正向压降,硅管约为 0.6~0.8V,取 0.7V,锗管约 0.2~0.3V,取 0.3V。

2. 反向特性

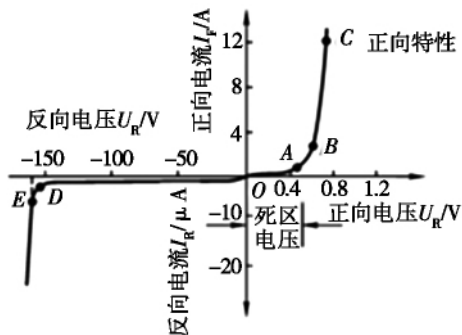


图 1-9 二极管伏安特性曲线

二极管加反向偏置电压,如图 1-8(b) 所示。当二极管反向电压不超过某一范围时,只有极小的(微安级)反向电流通过二极管,而且硅管的反向电流比锗管的小,我们将这电流称为反向饱和电流,此时二极管工作在反向截止状态(OD 段)。当反向电压继续增大到一定数值 U_{BR} (D 点后) 时,反向电流急剧上升,这种现象称为反向击穿。 U_{BR} 称为反向击穿电压。反向击穿后将会使普通二极管造成永久性损害。

三、二极管的主要参数

1. 最大正向电流(I_F)

二极管长期工作时所允许通过的最大正向电流。电流流过二极管时二极管会发热,当电流过大就会过热而烧坏二极管,所以应用二极管时要特别注意不得超过 I_F 。大电流整流二极管使用时应加散热片。

2. 最高反向工作电压(U_{RM})

二极管所能承受的最高反向工作电压(峰值),一般取 U_{BR} 的二分之一。



一、目视法识别二极管的极性

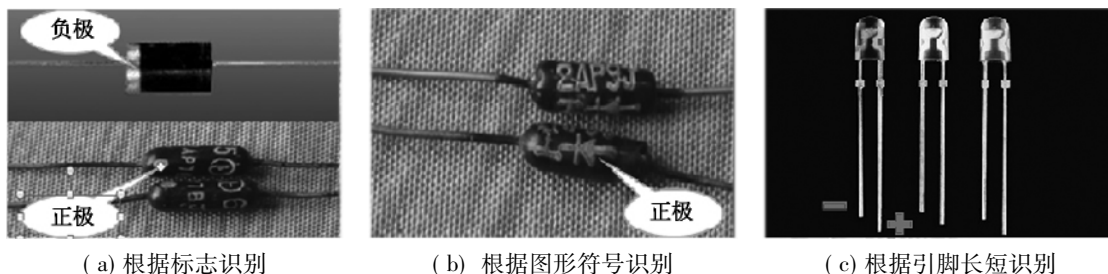


图 1-10 目视法识别二极管的极性

二、万用表检测半导体二极管

1. 指针式万用表检测二极管

测量方法如图 1-11 所示,将万用表调至“ Ω ”档,并置于 $R \times 100$ 或 $R \times 1K$ 档,把两笔分别接二极管的一个电极,测量二极管的电阻值,然后对调两表笔再测一次二极管的电阻值,若二极管是好的,先后两次所测的阻值差异较大,阻值小的为正向电阻,其阻值一般在 $10k\Omega$ 以下;阻值大的为二极管的反向电阻,其阻值应为几十 $k\Omega$ 甚至几百千欧以上。而且,阻值为小时,黑表笔接的电极就是二极管的正极(阳极),红表笔接的电极为二极管的负极(阴极)。

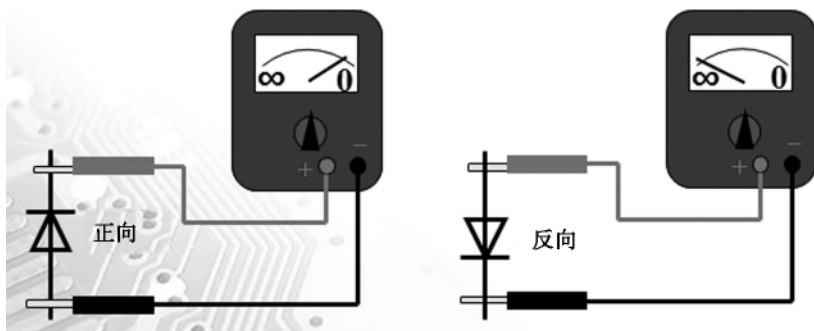


图 1-11 指针式万用表检测半导体二极管

如果测的两次电阻值均很大,则说明二极管内部已断开;若测得两次电阻值均很小(接近零),则说明二极管内部已短接;正、反向电阻相差不大为劣质管。测量出这些问题的二极管都不能使用。

2.数字式万用表检测半导体二极管

测量方法如图 1-12 所示,将万用表拨到二极管档,万用表的红黑表笔分别接二极管的两端,若此时万用表的读数在小于 1,红表笔接二极管正极,黑表笔接二极管负极,这个读数大致反映二极管的正向导通压降;反接二极管,若万用表显示溢出标志 1,红表笔连接的是负极,黑表笔连接的是正极;表明二极管是好的。

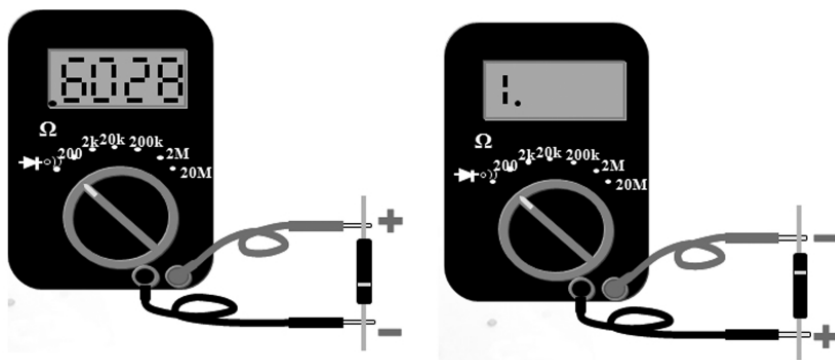


图 1-12 数字式万用表检测半导体二极管

拓展知识

一、特种二极管

1.稳压二极管

稳压二极管简称稳压管,图 1-13 是稳压管的符号。使用时,它的阴极接外加电压的正端,阳极接负,管子工作在反向击穿状态,利用它的反向击穿特性稳定直流电压。如果稳压管的极性接反,则不能起到稳压作用,稳压管此时只相当于一个普通二极管。稳压管两端的正向电压降约为 0.7V。

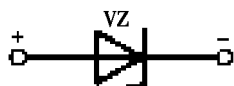


图 1-13 稳压管符号

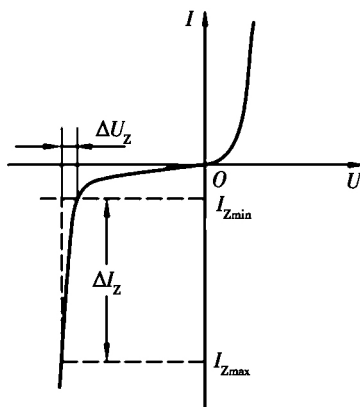


图 1-14 稳压管伏安特性

(1) 稳压管的伏安特性

稳压管的正向特性和普通二极管相同,不同的是反向特性曲线比普通二极管陡峭。如图 1-14 所示,在反向电压较小时,管子只有极小的反向电流。当反向电压达到击穿电压(U_Z)时,管子突然导通,电压即使增加很少,也会引起较大的电流变化。

(2) 稳压管的主要参数

① 稳定电压(U_Z)

在正常工作时,稳压管两端的反向电压.由于半导体器件性能参数的离散性,即使同一型号的稳压管(U_Z)的分散性也较大,所以,通常给出的是该型号管子稳定电压的一个范围。例如 2CW54 的稳定范围为 5.5V—6.5V。

② 稳定电流(I_Z)

维持稳定电压的工作电流,流过稳压管的电流小于此值时稳压效果不好。

③ 最大耗散功率(P_M)

稳压管正常工作时所允许的最大功率,大于此值,管子会由于过热而损坏。

④ 最大电流(I_{ZM})

稳压管工作时允许流过的最大电流,最大电流可根据公式 $I_{ZM} = P_Z / U_Z$ 计算得出,工作电流一般取最大电流的 1/5~1/2 稳压效果较好。

⑤ 动态电阻 r_z

$$r_z = \frac{\Delta U_z}{\Delta I_z} \quad (1-1)$$

动态电阻 r_z 越小越好。

2. 发光二极管

图 1-15 所示为发光二极管的符号。发光二极管简称 LED,是一种将电能转换为光能的半导体器件,由镓(Ga)、砷(As)、磷(P)等化合制成。管子工作在正向偏置状态,一般正向电压(U_F)在(1V-2V),正向电流(I_F)约为 10mA。发光强度与电流近似成正比。为防止过电流而损坏发光管,必须串联限流电阻 R。R 阻值可用下式计算:

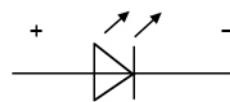


图 1-15 发光二极管图形符号