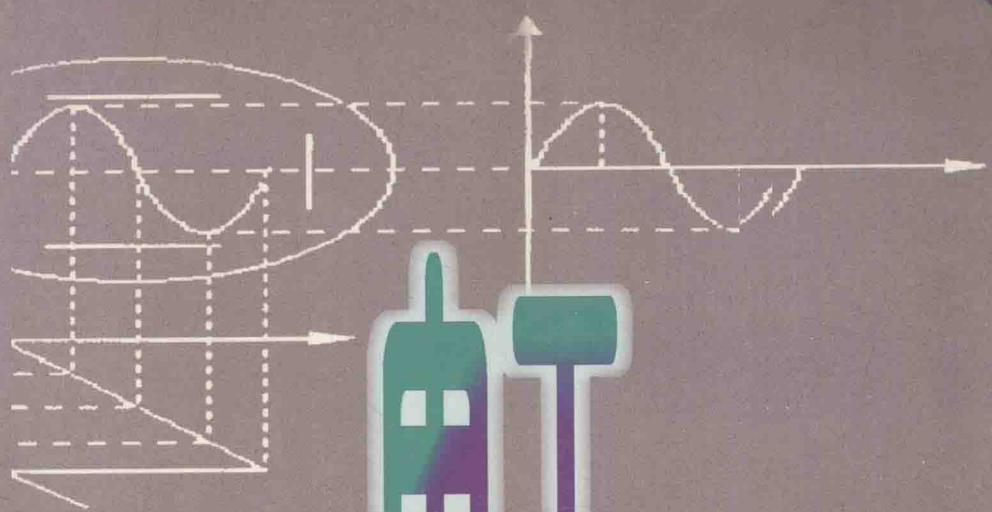
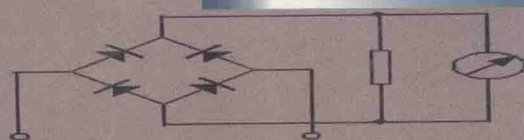




电子

技术实验



主 编 葛传力
副主编 张保华 孙学平

武汉大学出版社

电子 技术实验

主 编 葛传力

副主编 张保华 孙学平



武汉大学出版社

内 容 提 要

本书为高等学校电工电子课程配套的实验教材。内容包括:电工电子测量常识与基本训练,电路分析基础及系统实验,模拟电子线路实验,数字电路系统实验,EDA实验。

本书可用于电气信息类及相关专业的电路、数电、模电等实验,也可供从事电工电子技术工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实验/葛传力主编;张保华,孙学平副主编. —武汉:武汉大学出版社,2001.9

ISBN 7-307-03357-7

I. 电… II. ①葛… ②张… ③孙… III. ①电工技术—实验—高等学校—教材 ②电子技术—实验—高等学校—教材 IV. TM-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 067725 号

责任编辑:刘 争 责任校对:叶 效 版式设计:支 笛
策 划:张洪光 丰张翼 桂正茂

出版:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

发行:新华书店湖北发行所

印刷:湖北省民政印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:21.875 字数:499千字

版次:2001年9月第1版 2001年9月第1次印刷

ISBN 7-307-03357-7/TM·3 定价:31.00元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

高等学校电气信息类专业是技术性较强的工科专业,从事这类专业的工程技术人员应掌握电工电子技术、信息工程、计算机技术等方面的工程技术基础知识和一定的专业知识,本专业的学生应受到电子与信息工程实践的基本训练,具备设计、开发集成电子设备和信息系统的基本能力。实验教学是培养学生创造性思维和动手能力的重要环节。实验课与理论教学相辅相成,又相对独立。通过一定量的实验教学,使学生不仅具有较为深厚的理论基础,而且具有一定分析问题、解决问题的实践能力。一系列严格细致的实验技能训练,将会培养学生实事求是、踏实严谨的工作作风,这一点是十分重要的。

按照教学改革的要求,为了培养学生工程实践的能力,拓宽知识面,增强适应能力,电气信息类各工科专业应加强电工电子系列课程的实践课程教学。本教材是在多年实验教学的基础上,按照教育部规定的普通高校电类专业电工电子课程教学大纲的基本要求编写而成的。本教材具有以下特点:

1. 改变以往单一实验课程的模式,将电工电子基本训练、电路与系统、模拟电子技术、数字电路、EDA 实验等融为一体,形成一个较为系统的电工电子实验教学平台,有力地配合了理论教学。

2. 每一部分实验内容均按从易到难、由浅入深、循序渐进的原则编写,各部分内容既自成体系又相互联系。在实验安排上既有技能训练、验证性的实验,也有一些带设计性的实验,根据具体情况,部分实验可供学生选做。通过这些实验课程,学生在基本训练、动手能力、创新能力、理论联系实际方面均得到大大提高,对所学的理论知识将进一步加深。

3. 本实验教材安排的大部分实验均可在同一实验平台完成。通过实验课学生将学会熟练使用常用的电子仪器,包括稳压电源、函数信号发生器、毫伏表、示波器等,并对这些仪器的基本原理有进一步的了解。

4. 本教材的内容除包括常规仪器的实验内容外,还包括电子设计自动化(EDA - Electronic Design Automatic)的有关内容,从基本操作实验到以计算机软件为工具的虚拟实验,再到电路的设计和应用,为电工电子实验建立了一个硬件与软件相结合的实验平台。

5. 内容上注重了电子元器件和功能单元模块的调试与设计,以及电子系统电路的设

计与综合运用,有利于学生拓宽知识面,强化基础训练,提高综合素质。

本书共分五篇:第一篇为电工电子测量常识及基本训练,由孙学平、张保华、葛传力共同编写。第二篇为电路分析基础与系统实验,由孙学平、葛传力编写。第三篇为模拟电子线路实验,由张保华编写。第四篇为数字电路系统实验,由刘磊编写。第五篇为 EDA 实验,由淮南师范学院王霞编写。附录部分由张保华整理。在本书编写过程中,安徽大学电子工程与信息科学学院陈军宁教授,黄立霞、卢业珍、贺漫古副教授,及淮南师范学院廖晓纬等老师给予了热情的指导和帮助,在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中的缺点和错漏之处在所难免,敬请读者不吝指教。

编者

2001 年 7 月于安徽大学

目 录

第一篇 电工电子测量常识及基本训练

实验一	万用表的原理及其应用	1
实验二	电路元器件的识别与测量	6
实验三	电路基本物理量的测量	23
实验四	常用电子仪器的使用	30
实验五	测量误差及数据处理	49
实验六	焊接技术的训练	54

第二篇 电路分析基础及系统实验

实验一	元件伏安特性的测试	57
实验二	基尔霍夫定律的验证	62
实验三	叠加定理和等效电源定理	64
实验四	受控源的实验研究	67
实验五	典型电信号的观察与测试	72
实验六	电路瞬态响应的研究	75
实验七	R 、 L 、 C 元件阻抗特性的测试	79
实验八	三表法测量电路元件参数	82
实验九	正弦交流电路相量的研究	86
实验十	交流电路中互感的研究	89
实验十一	三相电路中电压和电流的测量	93
实验十二	三相电路功率的测量	97
实验十三	元件参数的测定	102
实验十四	RC 网络特性的测试	107
实验十五	RLC 谐振电路特性的研究	111
实验十六	二端口网络参数的测试	114

实验十七	负阻变换器及其应用	117
实验十八	回转器及其应用	123

第三篇 模拟电子线路实验

实验一	晶体管器件的测试	128
实验二	恒流源电路的研究	139
实验三	基本放大电路的研究	144
实验四	三种基本组态放大电路性能比较	151
实验五	差分放大电路的研究	157
实验六	负反馈放大电路的研究	162
实验七	互补推挽电路的研究	167
实验八	集成运算放大器在信号运算方面的应用(一) ——比例运算电路	170
实验九	集成运算放大器在信号运算方面的应用(二) ——求和、积分与微分电路	175
实验十	集成运算放大器在稳压电源中的应用	182
实验十一	三端集成稳压电源	189
实验十二	有源滤波电路的频率特性	194
实验十三	信号产生与处理电路	203
实验十四	自动增益控制 AGC 电路	209

第四篇 数字电路系统实验

实验一	脉冲参数的测量	212
实验二	TTL 集成逻辑与非门的测试	216
实验三	集电极开路门电路及三态输出门电路的研究	222
实验四	用小规模集成电路进行组合逻辑电路设计	227
实验五	数据选择器及应用	230
实验六	译码器及应用	235
实验七	组合逻辑电路冒险现象的研究	239
实验八	触发器的研究	242
实验九	计数、译码和显示电路	248
实验十	移位寄存器	255

实验十一 集成逻辑门构成的脉冲电路..... 260

实验十二 555 定时器及应用 265

实验十三 随机存储器(RAM)的应用 269

实验十四 D/A 和 A/D 转换器的研究 273

第五篇 EDA 实验

第一部分 EWB5.0 的基本使用方法..... 279

第二部分 EWB5.0 的应用..... 295

实验一 基尔霍夫定律..... 295

实验二 戴维南定理与诺顿定理..... 299

实验三 电路频率特性的研究..... 303

实验四 二阶 RLC 串联电路的方波响应 306

实验五 双极型晶体管特性..... 309

实验六 单级放大电路的研究..... 311

实验七 模拟运算电路..... 313

实验八 积分器及低通滤波器..... 317

实验九 RS 触发器 320

附录 常用半导体器件型号及其主要性能参数..... 323

第一篇 电工电子测量常识及基本训练

实验一 万用表的原理及其应用

万用表是一种最常用的测量仪表。它具有结构简单,使用方便,测量范围广,便于携带等特点,因此在电路的安装、调试、维修工作中被广泛使用。一般的万用表可以用来测量直流电压、直流电流、交流电压、电阻等,有的万用表还可以测量音频电平、电容量、电感量和晶体管的 β 值等。为了正确使用万用表,应对万用表的结构、电路原理及使用方法加以了解。

一、万用表的构成

通常万用表由表头、测量电路和转换开关三部分组成。

1. 表头

万用表的表头一般采用磁电式的直流微安表,这种表头的灵敏度和准确度都较高。表头的主要参数是灵敏度和内阻。表头灵敏度是指表头指针达到满度所需的电流值,满度电流值越小则灵敏度越高。通常万用表的灵敏度为几十微安。表头灵敏度也可用满度电流值的倒数表示,这种表示法常用于电压表。

表头的灵敏度的测量电路如图 1-1-1 所示。

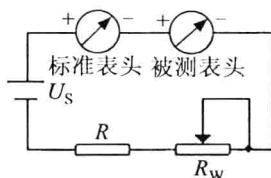


图 1-1-1 表头的灵敏度的测量电路

调节电位器使被测表指针指示满刻度,则标准电流表的读数即为被测表的灵敏度。

表头的内阻指动圈所绕漆包线的直流电阻值,一般在几千欧范围内,内阻高的万用表性能好。表头内阻可以通过图 1-1-2 的电路来测量,先断开 K , 调节 R_1 , 使表头指针达满度,再闭合 K , 调节 R_2 , 使表头指针回到满刻度的一半,则 R_2 的值即等于表头内阻。

2. 测量电路

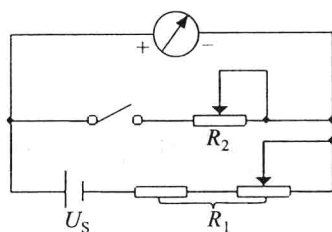


图 1-1-2 表头内阻的测量电路

(1) 直流电流的测量电路

万用表的直流电流测量电路就是一个多量程直流电流表,采用分流电阻来扩大量程。为了避免在改变量程的瞬间,由于电流过大而损坏表头,在电路中常采用闭路式的分流电路,如图 1-1-3 所示。

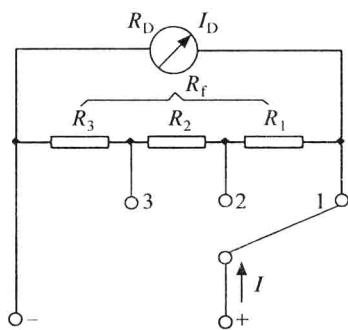


图 1-1-3 直流电流分流电路

当开关置“1”时,电路的等效电阻为 $R_D // R_f$,分流比为

$$\frac{I_D}{I_1} = \frac{R_f}{R_f + R_D} \quad R_f = R_1 + R_2 + R_3 = \frac{I_D}{I_1 - I_D} R_D \quad (1-1-1)$$

当开关置“2”时,电阻等效为 $(R_D + R_1) // (R_2 + R_3)$,分流比为

$$\frac{I_D}{I_2} = \frac{R_2 + R_3}{R_f + R_D} \quad R_2 + R_3 = (R_f + R_D) \frac{I_D}{I_2} \quad (1-1-2)$$

当开关置“3”时,电阻等效为 $(R_D + R_1 + R_2) // R_3$,分流比为

$$\frac{I_D}{I_3} = \frac{R_3}{R_f + R_D} \quad R_3 = (R_f + R_D) \frac{I_D}{I_3} \quad (1-1-3)$$

由式(1-1-2)可求出 R_2 ,再由式(1-1-1)求出 R_1 。

(2) 直流电压测量电路

万用表的直流电压测量电路就是一个多量程的直流电压表,它是通过转换开关接电路中与表头相串联的不同的分压电阻,来实现电压量程的转换,如图 1-1-4 所示。

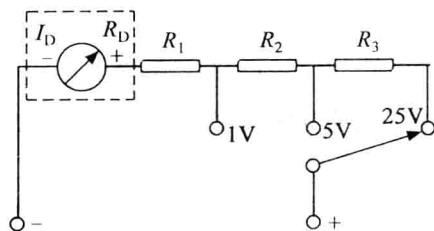


图 1-1-4 直流电压分压电路

若表头灵敏度 $I_D = 50\mu\text{A}$, 表头内阻 $R_D = 2.8\text{k}\Omega$, 当表针指示满度时, 表头两端电压降为 $U_D = I_D R_D = 50\mu\text{A} \times 2.8\text{k}\Omega = 0.14\text{V}$, 若需把量程扩大为 1V, 5V, 25V 时, 只需求出串接的不同分压电阻即可。

当量程为 1V 时, 分压电阻为

$$R_1 = \frac{U_1 - U_D}{U_D} R_D = \frac{0.86}{0.14} \times 2.8 \times 10^3 = 17.2\text{k}\Omega$$

当量程为 5V 时, 只需再串接一电阻 R_2 , 使 4V 电压降在 R_2 上, 所以

$$R_2 = \frac{5 - 1}{I_D} = \frac{4}{50 \times 10^{-6}} = 80\text{k}\Omega$$

依此类推, 即可求得各量程所需电阻值。

(3) 交流电压测量电路

由于磁电式表头的结构特点, 不能直接测量交流电压。测量交流电压的原理是将被测交流电压经半波或全波整流变成单向脉动电压, 再进行测量, 电路如图 1-1-5 所示。

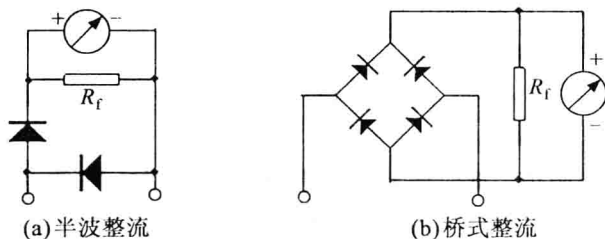


图 1-1-5 交流电压表的整流电路

用直流电压表测量单向脉动电压时指示的是该电压的平均值, 为了能直接读出被测正弦交流电的有效值, 可以把平均值换算成有效值。若正弦交流电振幅为 U_m , 则有效值为 $U_m/\sqrt{2}$, 经半波整流后的平均值为 U_m/π , 两者之比称为波形因数。

半波整流波形因数为

$$K = \frac{U_m/\sqrt{2}}{U_m/\pi} \doteq 2.22$$

全波整流波形因数为

$$K = \frac{U_m/\sqrt{2}}{2U_m/\pi} \approx 1.11$$

若采用半波整流,只需将直流电压的刻度乘以半波整流的波形因数,直流电压表就成为直接读出被测正弦交流电有效值的交流电压表。

由于万用表的交流电压刻度是按正弦交流电有效值和整流后平均值的关系换算的,因此万用表测量非正弦波形时,读数是不正确的。同时万用表的交流电压档使用了整流元件,因此测量频率取决于整流元件的工作频率。一般测量频率在 3 000Hz 以下。

(4)电阻测量电路

万用表的电阻档就是一个多量程的欧姆表,其工作原理如图 1-1-6 所示。电流 I 为:

$$I = \frac{U_S}{R_D + R + R_X}$$

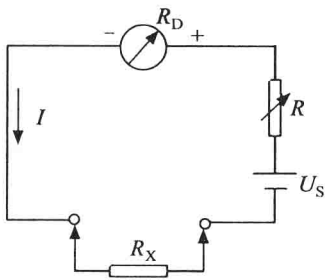


图 1-1-6 测量电阻的电路

若 U_S, R_D 和 R 为已知值,则电流 I 与被测电阻 R_X 一一对应,测出电流的数值,就可知被测电阻的大小。当 $R_X=0$ 时,有:

$$I = \frac{U_S}{R_D + R} = \frac{U_S}{R_T}$$

其中 R_T 称为中心阻值。此时调节 R 可使表头指针指示满度,因此可在电流满度值处刻上 0Ω 。当 $R_X=\infty$ 时,电流 I 为零,所以在表针指零处刻上 ∞ 。当 $R_X=R_T$ 时,电流应减小为满刻度的一半,表针指示中心位置。当 $R_X=2R_T$ 时,电流为满刻度的 $1/3$ 。由上可知,电流的大小即反映了 R_X 的大小,两者之间是非线性关系。由于欧姆表的分度是不均匀的,在中心阻值的附近,分度较细,读数比较准确,当 R_X 与 R_T 较接近时,被测电阻值的相对误差较小。因此,不同的被测电阻 R_X 应选择不同的量程来测量。量程的变换,实际上就是 R_T 和满偏电流 I 的变换。可采用并联一串电阻 $R_1, R_2, R_3, \dots$ 进行分流,扩大量程。通常万用表的欧姆档分为 $R\times 1, R\times 10, R\times 100, R\times 1k, R\times 10k$ 等 5 档。

在电阻测量电路中,我们假定 1.5V 的干电池的端电压是恒定的。但是在实际中,由于电池用旧了内阻会增加,它的端电压会下降,这样会使欧姆表在 $R_X=0$ 时,指针不能偏

转到满刻度,导致测量结果不准确。为了解决这一问题,可在表头的两端并联一电位器 R_w 。若电池电压变化使得当 $R_x=0$ 时,指针不能满刻度偏转,则调节 R_w ,使表头指针指示满刻度。 R_w 称为调零电位器。应注意的是,每次测量之前都要先将表棒短接,调节调零电位器,使表针指示 0Ω 处,然后再进行测量。

3. 转换装置

万用表中的转换装置是用来选择测量项目和量程的,主要由转换开关、接线柱、旋钮、插孔等组成,通过多刀多掷的转换开关,接通相应的测量电路。

二、万用表的正确使用

1. 万用表在使用前应检查表针是否指向零点,即进行“机械调零”。

2. 注意万用表的极性标记。红表笔接正极,黑表笔接负极。用欧姆档测量晶体管、电容等元件时,注意“+”插孔接表内电池负极,而“-”插孔接表内电池正极,以免损坏元器件。

3. 进行测量时,量程转换开关应旋至相应位置,当被测电流或电压数值无法估计时,应先将量程开关调至最大进行试测,然后逐渐旋至合适的量程进行测量,以减小误差。不可带电转换量程开关。

4. 电压表使用时应并联在被测电路两端,而电流表则应串接在电路中。电表的正极接高电位端,负极接低电位端,不能接反,否则会损坏表头。

5. 测量高电压或大电流时,要注意人身安全。不能带电拨动转换开关。

6. 测量交流电压、电流时,注意必须是正弦交流电压、电流,频率必须在规定范围之内,否则测量数值是错误的。

7. 测量电阻时,首先要选择适当的倍率档,然后将表笔短路,调节调零电位器,使表针指零,确保测量的准确性。每换一次量程,都要重新调零,不能在带电的情况下测电阻,测大阻值电阻时,不要用双手分别接触电阻两端,防止因人体电阻造成测量误差。

8. 每次测量完毕,应将转换开关拨在空档上,防止他人误用而损坏仪表。万用表长期不用,应取出电池,以防止电池漏液而腐蚀或损坏表内元件。

实验二 电路元器件的识别与测量

一、实验目的

1. 熟悉各种类型的二极管、三极管及场效应管的形状及型号。
2. 学习利用万用表判别二极管及三极管管脚和类型的方法。

二、预习要求

1. 复习有关二极管、三极管及场效应管的工作原理。
2. 掌握根据型号判别二极管、三极管的类型的方法。

三、实验原理与方法

晶体管又称半导体管,它是利用导电性能介于导体与绝缘体之间的半导体材料制成的。多用锗(Ge)和硅(Si)材料。通常分为晶体二极管、晶体三极管、场效应晶体管、可控硅管。这里重点介绍二极管和三极管的基本特性和判别方法。

1. 晶体二极管

用一定的工艺方法把P型和N型半导体紧密地结合在一起,就会在其交界面处形成空间电荷区,即PN结。

当PN结两端加上正向电压时,P区接正极,N区接负极,呈导通状态,正向电阻很小;当PN结两端加反向电压时,P区接负极,N区接正极,呈截止状态,反向电阻很大,且远远大于正向电阻。PN结的重要电特性是单向导电性。在一个PN结上P区和N区各引一个电极,用金属管壳封装后,便构成晶体二极管。P区引出的电极为正极,N区引出的电极为负极,如图1-2-1所示。

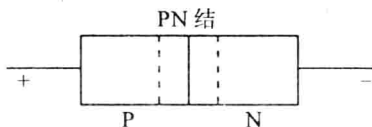


图 1-2-1 二极管结构

二极管有多种类型:按构成材料分,有锗二极管、硅二极管、砷化镓二极管;按制作工艺可分为面接触二极管和点接触二极管;按用途不同,又可分为整流二极管、检波二极管、稳压二极管、变容二极管、光电二极管、发光二极管、开关二极管等。二极管具有单向导电性,呈现的伏-安特性有正向特性和反向特性,如图1-2-2所示。

二极管两端加正向电压时,二极管导通,呈现较小电阻。当正向电压很低时,电流很小,二极管呈现较大电阻,这一区域称为死区。锗管的死区电压约为0.1V,导通电压约为

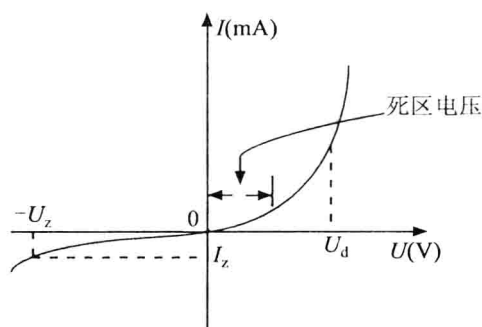


图 1-2-2 二极管的伏-安特性

0.3V; 硅管死区电压为 0.5V, 导通电压约为 0.7V。当外加电压超过死区电压后, 二极管内阻变小, 电流随着电压增加而迅速上升, 这就是二极管的正常工作区, 呈现正向特性。二极管两端加反向电压时, 此时通过二极管的电流很小, 且该电流不随反向电压的增加而变大, 这个电流称为反向饱和电流, 反向饱和电流受温度影响较大, 温度每升高 10°C , 电流增加约 1 倍。在反向电压作用下, 二极管呈现较大反向电阻。当反向电压增加到一定数值时, 反向电流将急剧增大, 这种现象称为反向击穿, 这时的电压称为反向击穿电压, 呈现反向特性。

二极管有两个主要参数: 最大整流电流 I_d 和最高反向工作电压 U_z 。 I_d 是指二极管长期工作时, 允许通过管子的最大正向电流值。使用时不能超过此值, 否则二极管会发热而被烧毁。 U_z 是指为了防止击穿, 工作时反向电压的极限值。

常用的二极管类型有: 普通二极管、稳压二极管、整流二极管、光敏二极管等。

二极管的极性判别: 将模拟型万用表拨在 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 电阻档上, 红、黑表笔分别接触二极管的两个电极, 测其阻值, 记下此时的阻值。调换表笔, 再测一次阻值。两次测量中, 阻值小的那一次, 测出的便是二极管的正向电阻, 黑表笔接触的电极是正极, 红表笔接触的电极则是负极, 如图 1-2-3 所示。

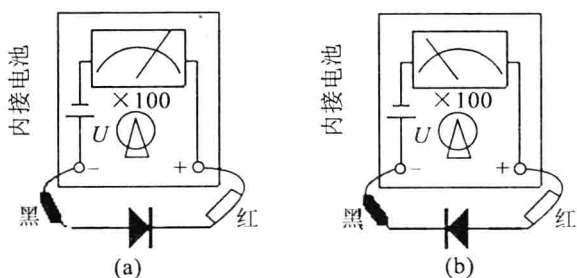


图 1-2-3 二极管极性判别

注意:二极管正、反向阻值随选择万用表欧姆档量程($R \times 100$ 或 $R \times 1k$)不同而不一样,属正常现象。另外,一般不宜选择 $R \times 10k$ 档量程,因该档内置电压为 9V,易将管子击穿,不易判别。

判别二极管性能的简易方法是用万用表测其正、反向电阻值,阻值相差越大,说明它的单向导电性能越好,因此,通过测量其正、反向电阻值,便可判断管子的导电性能。正向电阻在几百欧到几千欧之间,硅管的正向电阻大于锗管的正向电阻;反向电阻(不论是锗管还是硅管)一般都在几百千欧以上,而且硅管的反向电阻比锗管的大。

由于二极管是非线性器件,用不同倍率的欧姆档或不同灵敏度的万用表测量时,所得数据是不同的,但正、反向电阻相差几百倍的规律是不变的。

测量时,对于小功率二极管一般选用 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 档;中、大功率二极管一般选用 $R \times 1$ 或 $R \times 10$ 档。判别发光二极管好坏,用 $R \times 10k$ 档测其正、反向阻值,当正向电阻小于 $50k\Omega$,反向电阻大于 $200k\Omega$ 时均为正常。如正、反向电阻均为无穷大,说明此管已坏。

测量时,当二极管的正、反向电阻为无穷大,即表针不动时,说明其内部断路;反之,当其正、反向电阻近似为 0Ω 时,说明其内部有短路故障;如果二极管的正、反向电阻值相差太小,说明其性能变差或失效。这几种情况都说明二极管已损坏不能使用了。

实际使用时要注意,硅管和锗管之间不能互相代替,同类型管子可以相互代替。对于整流管,只要反向耐压和正向电流不低于原来的管子的反向耐压和正向电流,即可代替。

2. 晶体三极管

晶体三极管也称双极型三极管,是内部含有两个 PN 结、外部具有三个电极的半导体器件。由于它构造特殊,在一定条件下具有“放大”作用,因此被广泛应用于收音机、录音机、电视机、扩音机及各种电子设备中。

(1) 基本结构

在一块半导体晶片上制造两个符合要求的 PN 结,就构成一个晶体三极管。按 PN 结的组合方式不同,三极管有 PNP 型和 NPN 型两种,三个电极为基础极、集电极和发射极。

按使用的半导体材料不同,三极管可分为锗三极管和硅三极管两类。国产锗三极管多为 PNP 型,硅三极管多为 NPN 型。按功率不同,可分为小功率管、中功率管和大功率管;按工作频率不同,可分为低频管、高频管和超高频管;按用途不同,又可分为放大管和开关管等。另外,每一种三极管又有多种型号,以区别其性能。在电子设备中,比较常用的是小功率的硅管和锗管。

常用三极管的外形如图 1-2-4 所示。

三极管的主要特性是电流放大特性,即基极电流的微小变化可以引起集电极电流的较大变化。通常用 $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$ 表示共发射极电流放大系数。

(2) 三极管的管型及管脚判别

① NPN 型和 PNP 型三极管判别

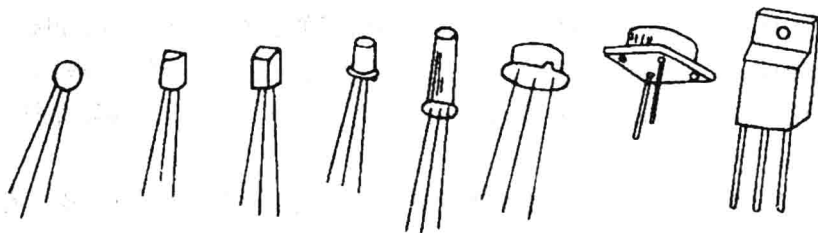


图 1-2-4 常用三极管的外形

简单地讲,三极管是由两个“背靠背”的 PN 结构成,NPN 管 B 极由 P 区引出,C、E 极均由 N 区引出;PNP 管 B 极由 N 区引出,C、E 极均由 P 区引出。根据这一结构特点,不难判别是 NPN 型还是 PNP 型三极管。具体方法如下:将万用表电阻档置 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 量程上,黑表笔接触三极管的一个电极(假定的 B 极),红表笔分别接触另外两个电极,如果测得的电阻均很小(约几百欧姆),则可判断此管是 NPN 管,且黑表笔所接电极为 B 极,否则重试。相反,若红表笔接触某电极(假定的 B 极)不动,黑表笔分别测量另外两个电极,同时出现低电阻情况,则可判断该管为 PNP 管,且红表笔所接的为三极管 B 极。连接方式如图 1-2-5 所示。

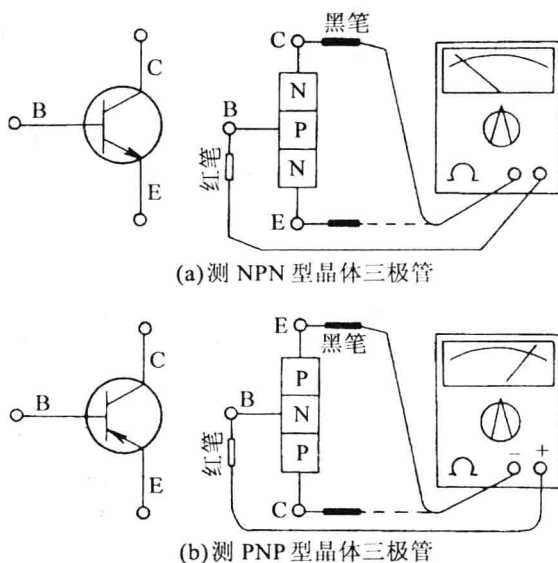


图 1-2-5 NPN 型和 PNP 型三极管判别

② 管脚判别

在已知管型和基极 B 的基础上,根据三极管的电流放大特性,可以用万用表简便地判别 C、E 极。