

安徽省高等学校规划教材

DIANZI JISHU
SHIYAN
ZHIDAOSHU

电子技术 实验指导书

罗 慧 | © 编

合肥工业大学出版社

电子技术

实验指导书

罗 慧 编

合肥工业大学出版社

内 容 简 介

本书是一本实验课教材,介绍了模拟电子技术和数字电子技术的基本实验方法和实验内容,注重培养学生的实际动手能力和分析解决问题的能力。

全书分为两部分:第一部分为模拟电子技术基础实验;第二部分为数字电子技术基础实验。实验与相关课程课堂教学内容联系密切,内容循序渐进,有利于培养学生对电子技术课程与实验的兴趣。

本书可作为高职高专院校电子、电气、机电、计算机等专业的教材,也可作为其他专业学习电子技术的实验课教材。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验指导书/罗慧编. —合肥:合肥工业大学出版社,2008.10

ISBN 978-7-81093-827-3

I. 电… II. 罗… III. 电子技术—实验—高等学校—教学参考资料 IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 157879 号

电子技术实验指导书

罗 慧 编

责任编辑 吴毅明 权 怡

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2008 年 10 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2008 年 10 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	710 毫米×1000 毫米 1/16
电 话	总编室:0551-2903038	印 张	7.25
	发行部:0551-2903198	字 数	135 千字
网 址	www.hfutpress.com.cn	印 刷	合肥创新印务有限公司
E-mail	press@hfutpress.com.cn	发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-81093-827-3

定价:14.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换。

前 言

电子技术是电类专业的专业基础课,是一门实践性很强的课程。本书是电子技术课程的实验课教材,目的在于将模拟电子技术、数字电子技术的课堂教学内容与实际动手有机地结合起来,以加强学生基本实验技能的训练,培养和提高学生实际动手能力和分析解决问题的能力,启发学生的创新意识,发挥创新思维潜力。

在内容安排上,从基本实验入手,逐步深入。全书分为两部分:

第一部分为模拟电子技术基础实验,介绍模拟电子技术中的基本实验和基本测试方法。这一部分共有 6 个实验。

第二部分数字电子技术基础实验是本书的重点,实验内容基本覆盖整个课程的教学内容,并且遵从循序渐进的原则,使学生掌握典型数字电路的分析与设计、安装与测试的方法,以及数字集成芯片和常用电子仪器设备的使用方法,培养学生的基本技能和动手实践能力。这一部分共有 12 个实验。

本书由罗慧编写,陈学敏老师审阅。

由于编者水平有限,时间仓促,错误和不妥之处难免,恳请广大师生及读者提出批评和改进意见。

编 者

2008 年 4 月

说 明

电子技术是一门实践性极强的专业技术基础课程。本课程实验的主要任务是进一步理解和验证课本的理论知识,培养学生的电子电路实验研究能力和理论联系实际能力,使学生能根据实验的结果,利用所学知识,通过分析找出内在联系,从而对电路参数进行调整,使之符合性能要求。同时,在实验中培养学生实事求是、认真负责的工作作风和爱护公物的优良品质。

一、实验要求

凡参加实验的学生,每次实验前必须阅读本次实验指导书全部内容,明确实验目的和要求;理解实验步骤和需要测试、记录的数据的意义;学会处理实验数据,分析实验结果,编写实验报告。

1. 实验预习

认真预习是做好实验的关键。预习的好坏,关系到实验能否顺利进行,并且直接影响实验效果。预习应按本教材的实验预习要求进行。在每次实验前,首先要认真复习有关实验的基本原理,掌握有关设备、元器件的使用方法,对如何着手实验做到心中有数。预习中还应做好实验前的准备,写出一份预习报告,其内容包括:

(1)绘出设计好的实验电路图。该图应该是原理图和连线图的混合,既便于连接线,又能反映电路原理,并在图上标出设备、器件型号;实验中使用的集成芯片还应标出芯片的引脚号,必要时还需用文字说明。

(2)拟定实验方法、步骤及记录实验数据的表格。

2. 实验记录

实验记录是实验过程中获得的第一手资料。测试过程中所测试的数据和波形必须和理论基本一致,记录要清楚、正确,若不正确,则要现场及时重复测试,找出原因。实验记录应包括如下内容:

(1)实验名称、任务及内容。

(2)实验数据和波形以及实验中出现的现象,从记录中应能初步判断实验的正确性。

(3)记录波形时,应注意输入、输出波形的时间相位关系。

(4)实验中实际使用的仪器型号以及元器件使用情况。

3. 实验报告

实验报告是培养学生科学实验的总结能力和分析思维能力的有效手段,也是

一项重要的基本功训练,它能很好地巩固实验成果,加深对基本理论的认识和理解,从而进一步扩大知识面。

实验报告要求文字简洁,内容清楚,图表工整。内容应包括:

- (1) 实验名称、实验目的、日期、同组人姓名和使用的仪器设备规格。
- (2) 实验内容、根据实验记录整理的数据表或绘制出曲线、波形图等。对于设计性课题,应有整个设计过程说明。
- (3) 对实验结果进行分析讨论,对实验中的异常现象,可做一些简要说明。
- (4) 对实验中的收获,谈一些心得体会。

二、实验注意事项

(1) 实验前,应对仪器设备进行必要的检查校准,检查仪器设备是否齐全完好,使之满足实验要求;熟悉实验装置,检查所用元器件、接线方式,熟悉测试点及元器件位置。

(2) 实验中,应遵循正确的布线原则和操作步骤,即先接线后通电;实验完成后,先断电再拆线的步骤。布线时,避免从集成器件上方跨接和避免过多的重叠交错,以利于更换元器件以及故障检查和排除。

(3) 在数字电路实验中,接插集成电路芯片时,先校准两排引脚,使之与实验底板上的插孔对应,轻轻用力将芯片插上,然后确定引脚与插孔完全吻合后,再稍用力将其插紧,以免集成电路的引脚弯曲、折断或者接触不良。不允许将集成电路芯片方向插反,一般 IC 的方向是缺口(或标记)朝左,引脚序号从左下方的第一个引脚开始,按逆时针方向依次递增至左上方的第一个引脚。

(4) 实验过程中遇有异常气味和危险现象时,应立即切断电源并通知指导教师。只有在找出故障后方可继续实验。

(5) 测量数据和调试仪器要认真仔细,完整准确地记录实验数据并与理论值进行比较分析。

(6) 实验内容完成后,测量的数据、设备等需经指导教师审查后才能拆线。拆线前必须切断电源,最后应将全部仪器设备和器材复归原位,清理好导线等方可离开实验室。

目 录

(13)		用运器设计组合逻辑电路	小综合
(33)		用运及其器设计逻辑	八综合
(37)		用运器设计组合逻辑电路	小综合
(34)		器各设计逻辑电路	十综合
(37)		表设计逻辑电路	十一综合
(38)		强电系统控制电路	二十综合

第一部分 模拟电子技术基础实验

录 目

实验一	常用电子仪器的使用	(2)
实验二	二极管、三极管的测试	(8)
实验三	共发射极单管放大器	(12)
实验四	负反馈对放大器性能的影响	(18)
实验五	集成运算放大器的应用	(21)
实验六	直流稳压电源	(26)

第二部分 数字电子技术基础实验

实验一	集成逻辑门电路逻辑功能的测试	(32)
实验二	组合逻辑电路	(37)
实验三	编 / 译码及数码显示	(40)
实验四	译码器及其应用	(46)
实验五	数据选择器及其应用	(50)
实验六	触发器及其应用	(55)

实验七	中规模集成计数器的应用	(61)
实验八	移位寄存器及其应用	(66)
实验九	555 集成时基电路及其应用	(70)
实验十	智力竞赛抢答器	(74)
实验十一	电子秒表	(77)
实验十二	彩灯循环闪烁电路	(82)

附录 I 电子技术实验指导书 附录一

附 录

(S)	附录 I	DZX-2 型电子学综合实验装置使用说明书	(84)
(8)	附录 II	THD-3 型数字电路实验箱使用说明书	(89)
(S1)	附录 III	YB43020B 型示波器使用说明书	(92)
(81)	附录 IV	部分集成电路引脚排列	(103)
(IS)		附录 V 常用电子元器件的识别	(105)
(8S)		附录 VI 常用电子元器件的测试	(106)

附录 II 电子技术实验指导书 附录二

(83)		附录 VII 常用电子元器件的识别	(105)
(78)		附录 VIII 常用电子元器件的测试	(106)
(40)		附录 IX 常用电子元器件的识别	(105)
(40)		附录 X 常用电子元器件的测试	(106)
(30)		附录 XI 常用电子元器件的识别	(105)
(25)		附录 XII 常用电子元器件的测试	(106)

第 5 部分

第一部分

模拟电子技术基础实验

直，器主文官，姓周，縣人。不日，器外子出，其狀與前無異，中書又錄其事。

实验一 常用电子仪器的使用

一、实验目的

(1) 熟悉 DZX-2 型电子学综合实验装置控制屏布置及模拟电子部分功能板的组成。

(2) 熟悉示波器、信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表、万用表的功能及主要技术指标。

(3) 初步掌握示波器、信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表、万用表的正确使用方法和使用注意事项。

二、实验原理

在模拟电子电路实验中,经常使用的电子仪器有示波器、函数信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表和频率计等。它们和万用表一起,可以完成对模拟电子电路的静态和动态工作情况的测试。

实验中要对各种电子仪器进行综合使用,可按照信号流向,以连线简捷、调节顺手、观察与读数方便等原则进行合理布局,各仪器与被测实验装置之间的布局与连接如图 1-1-1 所示。接线时应注意:为防止外界干扰,各仪器的公共接地端应连接在一起,称共地。信号源和交流毫伏表的引线通常用屏蔽线或专用电缆线,示波器接线使用专用电缆线,直流电源的接线用普通导线。

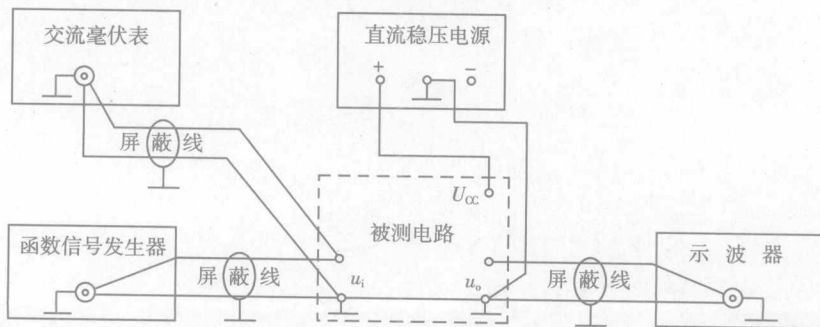


图 1-1-1 模拟电子电路常用电子仪器的布局图

三、实验设备与器件

- (1) DZX-2 型电子学综合实验装置(直流稳压电源、直流电压表、信号发生器、频率计)。
- (2) SH2172 型交流毫伏表。
- (3) YB43020B 型示波器。
- (4) MF500-B 型万用表。

1. DZX-2 型电子学综合实验装置模拟电子部分

本装置的面板可分为两部分,如图 1-1-2 所示,即左侧为数电部分,右侧为模电部分。

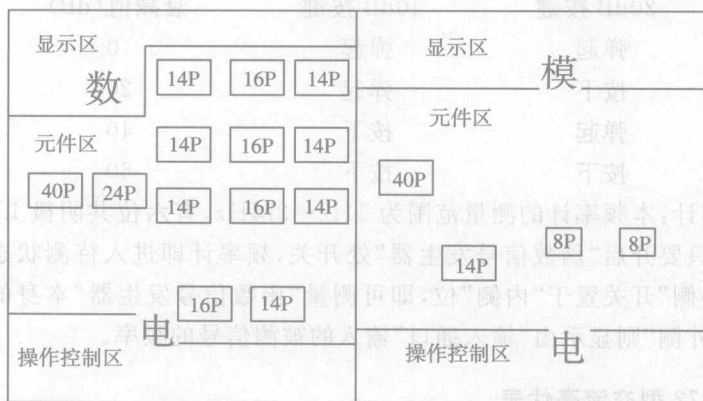


图 1-1-2 DZX-2 型电子学综合实验装置面板结构示意图

模拟部分可分为显示区、元件区和操作控制区三个部分。

在显示区,有满刻度为 1mA、内阻为 100Ω 的直流毫安表一只;直流数字电压表一只,量程分 2V、20V、200V 三挡,由琴键开关切换量程;直流数字毫安表一只,量程分为 2mA、20mA、200mA 三挡。被测电压信号应并接在“+”和“-”两个插口处。使用时要注意选择合适的量程,本仪器有超量程指示,当输入信号超量程时,显示器的首位将显示“1”,后三位不亮;若显示为负值,表明输入信号极性接反了,改换接线或不改接线均可。按下“关”键,即关闭仪表的电源,停止工作。

在元件区,有双列直插式集成电路插座四只(40P 一只,14P 一只,8P 两只),并有部分常用的电子元件。这些电子元件都装在面板的反面,与面板的电路符号相对应,使用时可按面板上的电路符号直接提取。

在操作控制区,主要包括直流信号源、函数信号发生器、频率计和直流稳压电源等电路。

(1) 直流稳压电源: 提供两路 $0\text{V} \sim +18\text{V}$ 可调的直流信号。

(2) 直流信号源: 提供两路 $-5\text{V} \sim +5\text{V}$ 可调的直流信号。使用时, 先启动 $\pm 5\text{V}$ 直流稳压电源, 再开启直流信号源。

(3) 函数信号发生器: 提供频率范围为 $2\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$, 幅度为 $0 \sim 16\text{V}_{\text{p-p}}$ 的输出信号。使用时只要开启“函数信号发生器”处开关, 此信号源即进入工作状态。

两个电位器旋钮用于输出信号的“幅度调节”(右)和“频率调节”(左)。本信号源可输出正弦波、方波、三角波共三种波形, 由琴键开关切换选择。

输出频率分七个频段选择, 其中 f_1 为 2Hz , f_2 为 20Hz , f_3 为 200Hz , f_4 为 2kHz , f_5 为 20kHz , f_6 为 200kHz , f_7 为 2MHz , 在全频段范围内无断点。

本信号源还设有三位 LED 数码管显示其输出幅度(峰—峰值)。

输出衰减分 0dB 、 20dB 、 40dB 、 60dB 四挡, 由两个“衰减”按键选择。具体选择方法如下:

20dB 按键	40dB 按键	衰减值(dB)
弹起	弹起	0
按下	弹起	20
弹起	按下	40
按下	按下	60

(4) 频率计: 本频率计的测量范围为 $1\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$, 有六位共阴极 LED 数码管予以显示。只要开启“函数信号发生器”处开关, 频率计即进入待测状态。将频率计“内侧/外侧”开关置于“内侧”位, 即可测量“函数信号发生器”本身的信号输出频率, 置于“外侧”则显示由“输入插口”输入的被测信号的频率。

2. SH2172 型交流毫伏表

SH2172 型交流毫伏表在其工作频率范围内 ($5\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$), 用来测量正弦交流电压的有效值 ($1\text{mV} \sim 300\text{V}$, 共 12 个挡级)。电源开关按到“开”位置时, 指示灯亮。接通电源大约 5 秒后仪器将稳定 (指针停止摆动)。

注意: 为了防止交流毫伏表过载而损坏, 测量前一般先将量程开关置于量程较大处 (如 300V), 然后在测量中逐挡减小量程; 测量时应使表头指针位置在大于或等于满度的 $1/3$ 处; 使用完毕后, 再把量程开关拨回量程最大处, 然后断开连线。

3. YB43020B 型示波器

本书中所有实验均采用 YB43020B 型双踪示波器, 主要用来显示交直流电压波形, 测量交直流电压幅值和交流电压周期、相位差。

(1) 使用前, 把各有关控制件置于表 1-1-1 所列作用位置。

表 1-1-1 控制开关的位置

控制件名称	作用位置	控制件名称	作用位置
亮度	居中	输入耦合	DC
聚焦	居中	扫描方式	自动、常态
位移(三只)	居中	极性	
垂直方式	CH1	SEC/DIV	0.5mS
VOLTS/DIV	0.1V	触发选择	CH1
微调(三只)	逆时针旋足	耦合方式	AC

(2)示波器通常使用的显示方式有三种:作单踪显示时,有“通道 1”(CH1)和“通道 2”(CH2)显示方式;作双踪显示方式时,通常采用“交替”显示方式。如单信号从“CH1”端输入时,属于单踪显示,垂直方式应选“CH1”,触发选择应选“CH1”。

(3)接通电源,电源指示灯亮。预热片刻,屏幕中出现光迹,分别调节亮度和聚焦旋钮,使光迹的亮度适中、清晰。被测信号由“CH1”或“CH2”输入。

(4)用“校准信号”检查示波器:示波器上该端口输出幅度 0.5V,频率为 1kHz 的方波信号。

将示波器校准信号输出端通过专用电缆与“CH1”(或“CH2”)输入插口接通,“CH1”(或“CH2”)旁边的“AC GND DC”开关选“AC”,调节示波器扫描开关(SEC/DIV)选“1ms”位置,通道 1 幅度开关(VOLTS/DIV)选“0.1V”位置,三只微调旋钮逆时针旋足,则在荧光屏上可显示出数个周期的方波。

4. MF500-B 型万用表

MF500-B 型万用表分别测量交直流电压、交直流电流和电阻。仪表规定在水平位置使用。使用时,应根据不同被测量选择合适的挡位和量限。仪表在测量时,不能旋转开关旋钮。

四、实验内容

1. 用万用表测电压

用万用表直流电压挡和直流数字电压表(在 DZX-2 型电子学综合实验装置上)分别测量 0~18V 直流稳压电源输出端电压,调节直流稳压电源输出调节旋钮,使输出端电压为 1.2V、5V、12V、16.5V 和 18V。

2. 连接示波器、交流毫伏表和函数信号发生器

按图 1-1-3 所示将示波器、交流毫伏表和函数信号发生器相连,打开频率计

开关,频率计“内测/外测”开关置“内测”位置。

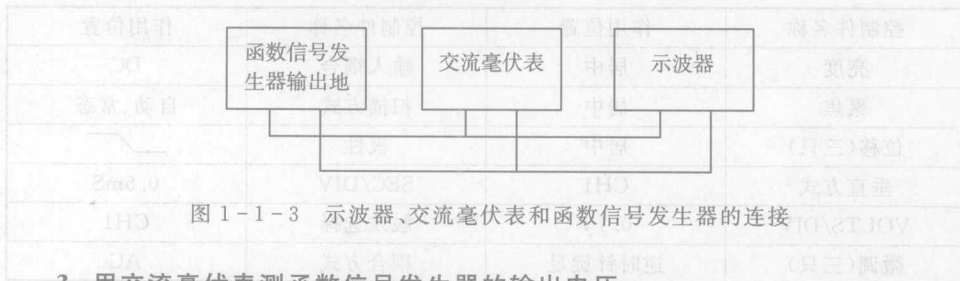


图 1-1-3 示波器、交流毫伏表和函数信号发生器的连接

3. 用交流毫伏表测函数信号发生器的输出电压

调节函数信号发生器频率调节旋钮、幅度调节旋钮,使其 $f=1\text{kHz}$, $U_0=5\text{V}$, 将信号发生器的输出分别衰减为 0dB、20dB、40dB、60dB,用交流毫伏表测出函数信号发生器的输出电压 U' ,记录于表 1-1-2 中。注意毫伏表量程的选择。

$$\text{公式: } 20\lg \frac{U_0}{U'} = \text{分贝数(dB)}.$$

4. 示波器练习

用函数信号发生器输出正弦波,用频率计测量其频率,用毫伏表测量其电压(有效值),用示波器观察波形。

(1)选取频率为 500Hz,电压为 5mV 的正弦信号,适当选择仪器旋钮的位置,在示波器上观察三个完整的波形,将各旋钮位置记录于表 1-1-3 中。

(2)选取频率为 1000Hz,电压为 50mV 的正弦信号,适当选择仪器旋钮的位置,在示波器上观察六个完整的波形,将各旋钮位置记录于表 1-1-3 中。

(3)选取频率为 1000Hz,电压为 500mV 的正弦信号,适当选择仪器旋钮的位置,在示波器上观察三个完整的波形,将各旋钮位置记录于表 1-1-3 中。

五、实验记录

表 1-1-2 用交流毫伏表测函数信号发生器的输出电压

信号发生器输出衰减		0dB	20dB	40dB	60dB
理论值 U_0		5V	5V	5V	5V
测量值 (U')	毫伏表量程				
	毫伏表读数				

表 1-1-3 示波器练习

		500Hz/5mV	1kHz /50mV	1kHz/500mV
信号发生器	频段选择			
	衰减			
毫伏表	量程			
示波器	V/DIV(选择/格)			
	T/DIV(选择/格)			

六、实验预习要求

(1) 熟读有关 DZX-2 型电子学综合实验装置、信号发生器、示波器等仪器设备使用方面的内容。

(2) 使用示波器时,若要达到如下要求应调节哪些旋钮和开关?

- ①波形清晰,亮度适中:

- ②波形稳定;

- ③移动波形位置:

- ④改变波形显示的周期个数;

- ⑤改变波形的峰—峰高度；

- ⑥同时观察两路波形。

(3) 实验中有哪些应注意的事项?

七、思考题

(1) 函数信号发生器能输出哪几种波形的信号? 如用屏蔽线作为输出信号引线, 则屏蔽层一端应接在哪个接线柱上?

(2)交流毫伏表的指示值是被测信号的什么数值?它能否用来测量直流电压的大小?

实验二 二极管、三极管的测试

一、实验目的

- (1) 认识常用二极管和三极管的外形特征。
- (2) 学会使用万用表测试二极管, 判别其极性和质量好坏。
- (3) 学会使用万用表测试三极管, 判别其管脚、类型和质量好坏。

二、实验原理

1. 万用表测试二极管的原理

晶体二极管内部实质上是一个 PN 结。当外加正向电压, 也即 P 端电位高于 N 端电位时, 二极管导通呈低电阻; 当外加反向电压, 也即 N 端电位高于 P 端电位时, 二极管截止呈高电阻。因此可应用万用表的电阻挡鉴别二极管的极性和判别其质量的好坏。图 1-2-1 所示为万用表电阻挡的等效电路。由图可知, 表外电路的电流方向从万用表负端(一)流向正端(+), 即万用表处于电阻挡时, 其(一)端为内电源的正极, (+)端为内电源的负极。

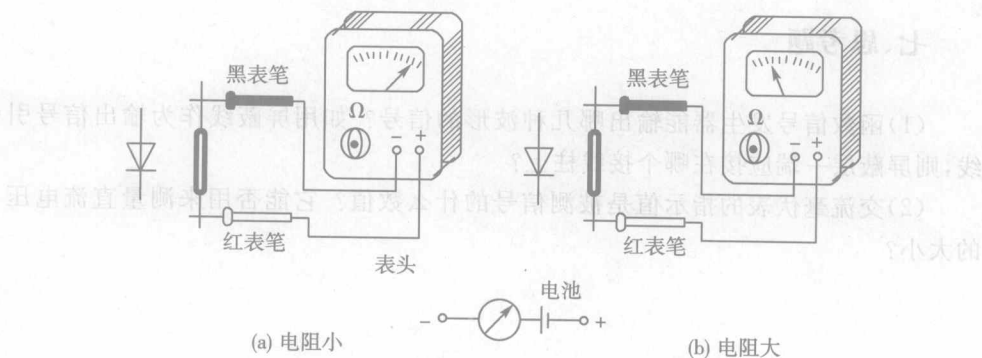


图 1-2-1 万用表简易测试二极管示意图

用 $R \times 100\Omega$ 或 $R \times 1k\Omega$ 的电阻挡。若放在 $R \times 10k\Omega$ 挡上, 则因万用表内接有较高电压的电池, 有可能将 PN 结击穿。若用 $R \times 1\Omega$ 挡, 则因万用表的等效电阻较小, 会使过大的电流流过 PN 结, 有可能会烧坏二极管。

如图 1-2-2 所示,用红、黑表笔分别接二极管的两端,若测得阻值小,将红、黑表笔对调测试;若测得阻值大,则表明二极管是好的。在测得阻值小的那一次中,与黑表笔相连的管脚为二极管的正极,与红表笔相连的管脚为二极管的负极。若上述两次测得阻值都很小,则表明管子内部已经短路;若上述两次测得阻值都很大,则表明管子内部已经断路。出现短路和断路时,说明管子已损坏。

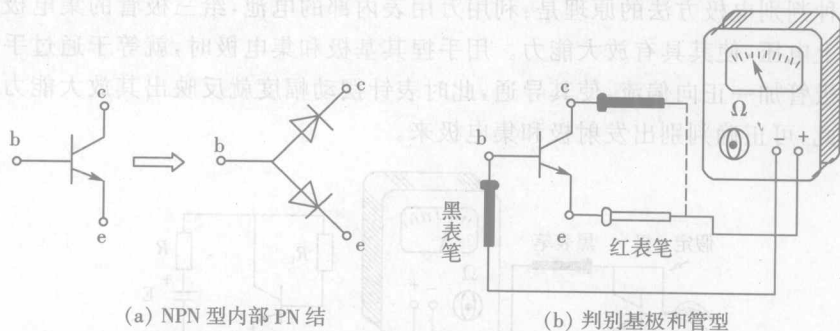


图 1-2-2 三极管及其电极判别

2. 万用表测试三极管的原理

三极管是由管芯(两个 PN 结)、三个电极和管壳组成,三个电极分别叫集电极 c、发射极 e 和基极 b,目前常见的三极管有硅平面管和锗合金管两种,每种又有 PNP 和 NPN 型两类。

(1) 判别基极和管型。对于 PNP 型三极管, c、e 极分别为其内部两个 PN 结的正极, b 极为它们共同的负极,而对于 NPN 型三极管而言,则正好相反: c、e 极分别为两个 PN 结的负极,而 b 极则为它们共用的正极。根据 PN 结正向电阻小反向电阻大的特性就可以很方便的判断基极和管子的类型,具体方法如下:将万用表拨在 $R \times 100$ 挡或 $R \times 1k\Omega$ 挡上,将黑表笔接触某一管脚,用红表笔分别接另外两个管脚,这样就可得到三组(每组两次)的读数,当其中一组两次测量都是几百欧的低阻值时,则黑表笔所接触的管脚就是基极,且三极管的管型为 NPN 型;如用上述方法测得一组两次测量都是几十欧至上百千欧的高阻值时,则黑表笔所接触的管脚即为基极,且三极管的管型为 PNP 型。

(2) 判别发射极和集电极。由于三极管在制作时,两个 P 区或两个 N 区的掺杂浓度不同,如果发射极、集电极使用正确,三极管具有很强的放大能力;反之,如果发射极、集电极互换使用,则放大能力非常弱。由此可把管子的发射极、集电极区别开来。

在判别出管型和基极的基础上,先任意假定一个电极为发射极,另一个为集电极,对于 PNP 管,将红表笔接假定的集电极,黑表笔接发射极,再用手同时捏住管子的集电极和基极,注意不要将两电极直接相碰,如图 1-2-3(a)所示,同时注意