

Technology
实用技术

电工电子实践

电子技术实践

高惠平 黄少玲 编



科学出版社
www.sciencep.com

电工电子实践

电子技术实践

高惠平 黄少玲 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是“电工电子实践”丛书之一,主要介绍电子电路技术的基础知识、基本设计和测试方法,把实践技能的训练与理论基础融为一体,力求为读者提供实用的电子实践基础知识,并着力培养读者的基本电路设计与动手实践能力。

本书共8章,内容包括电子技术实践的基础知识、常用电子元件介绍、半导体元件、电源电路、放大电路与振荡电路、逻辑电路、无线通信及制作实践。书后还提供了5个附录,分别介绍信号发生器、数字毫伏表、直流稳定电源、示波器及电阻器阻值的读法。

本书可供从事电子专业的技术人员参考,也可作为各大院校电子电工专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实践/高惠平,黄少玲编. —北京:科学出版社,2008

(电工电子实践)

ISBN 978-7-03-022232-9

I. 电… II. ①高… ②黄… III. 电子技术-基本知识 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 080774 号

责任编辑:孙力维 杨 凯 / 责任制作:魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:李 力

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年7月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2008年7月第一次印刷 印张:14 3/4

印数:1—5000 字数:300 000

定 价:26.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈明辉〉)

目 录

第 1 章 电子技术实践的基础知识	1
1.1 万用表使用练习	2
1.1.1 直流电压、直流电流和电阻的测量	6
1.1.2 指针式万用表内阻对电压测量准确度的影响	7
1.2 示波器使用练习	8
1.2.1 用示波器观测波形	13
1.2.2 同时观测不同的波形	14
1.2.3 观测李沙育图形	15
第 2 章 电阻、电容、电感	19
2.1 纯电阻器	20
2.1.1 纯电阻在串联电路中的特点	22
2.1.2 纯电阻在并联电路中的特点	23
2.1.3 电阻分压电路	24
2.2 电 容	25
2.2.1 电容器的隔直通交特性	27
2.2.2 电容的阻抗频率特性	28
2.2.3 微分电路·积分电路	30
2.3 纯电感器	32
2.3.1 电感的阻抗频率特性	33
2.3.2 LC 串联谐振电路	35
第 3 章 半导体元件	39
3.1 二极管	40
3.1.1 二极管的特点	42

3.1.2	二极管的特性	44
3.1.3	稳压二极管	47
3.2	晶体管	49
3.2.1	晶体管的特点	53
3.2.2	晶体管的开关作用与放大作用	54
3.2.3	研究晶体管的静态特性	56
3.2.4	晶体管的小信号放大电路	58
3.3	其他半导体元件	62
3.3.1	场效应晶体管的特点	65
3.3.2	晶闸管的作用	67
第4章	电源电路	71
4.1	整流作用	72
4.1.1	半波整流电路	74
4.1.2	全波整流电路	76
4.2	平滑(滤波)作用	79
4.2.1	电容器的平滑作用	80
4.2.2	扼流圈的平滑作用	82
4.3	稳压电源	84
4.3.1	晶体管稳压电源	85
4.3.2	用三端稳压器件的稳压电源	87
第5章	放大电路与振荡电路	91
5.1	放大电路的特点	92
5.1.1	发射极接地电路	95
5.1.2	基极接地电路	98
5.2	放大电路的特性	100
5.2.1	输入输出特性	104
5.2.2	研究频率特性	106
5.3	前置放大器的特点	109
5.3.1	输入输出特性	113
5.3.2	用前置放大器构成反向求和放大电路	115
5.4	波形的产生	117
5.4.1	RC移相式振荡电路	119

5.4.2 文氏电桥振荡电路	122
第 6 章 逻辑电路	125
6.1 基本逻辑电路	126
6.1.1 用二极管及晶体管组成“与”、“或”、“非”电路	128
6.1.2 用集成电路组成基本逻辑电路	131
6.2 研究组合逻辑电路	134
6.2.1 “与非”、“或非”电路	136
6.2.2 “同或”电路与“异或”电路	138
6.2.3 半加器电路	140
第 7 章 无线通信	143
7.1 调制与检波	144
7.1.1 振幅调制电路的特性	147
7.1.2 检波电路的特性	149
7.1.3 脉冲调制电路的特性	151
第 8 章 制作实践	155
8.1 逻辑测试器的制作	156
8.1.1 制作元件配置图	161
8.1.2 印制电路板的焊接	161
8.1.3 制作测试夹、电源线	162
8.1.4 加工外壳及安装基板	163
8.1.5 工作试验及特性测定	163
8.2 制作无线话筒	165
8.2.1 无线话筒零件的制作及检查、确认	170
8.2.2 制作印制电路板	171
8.2.3 将元器件安装到基板	171
8.2.4 调整无线话筒	172
附录 1 TFG2000 系列信号发生器使用指南	173
1.1 概 述	174
1.2 技术指标和功能特性	174
1.3 前后面板和用户界面	175

1.3.1	前面板总揽(附图 1.1)	175
1.3.2	后面板总揽(附图 1.2)	176
1.3.3	用户界面	176
1.3.4	键盘说明	178
1.3.5	常用操作	179
1.3.6	初始化状态:开机或复位后仪器的工作状态	181

附录 2 SM1020 数字毫伏表使用指南 183

2.1	SM1020 前面板总揽(附图 2.1)	184
2.2	SM1030 前面板总揽(附图 2.2)	184
2.3	按键和插座	185
2.4	指示灯	185
2.5	液晶显示屏	186
2.6	后面板总揽(附图 2.3)	186
2.7	开 机	187
2.8	RS232 接口	187

附录 3 SS 系列可跟踪直流稳定电源使用指南 191

3.1	概 述	192
3.2	前面板总揽(附图 3.1)	192
3.3	操作说明	194
3.3.1	独立输出操作模式	194
3.3.2	串联跟踪输出模式	194
3.3.3	并联跟踪输出模式	195
3.3.4	CH3 输出操作(适用于 SS3323、SS3325、SS4323、SS4325)	196
3.3.5	CH4 输出操作(适用于 SS4323、4325)	196
3.3.6	稳压/稳流的特性	197
3.4	调 整	197
3.4.1	独立模式的调整	198
3.4.2	串联追踪调整	198
3.4.3	并联追踪模式	198
3.4.4	CH3、CH4 输出的调整(适用于 SS3323、SS3325、SS4323、SS4325)	199

3.5 通用指标	199
附录 4 GOS-6051 示波器使用指南	201
4.1 概 述	202
4.2 主要技术指标	202
4.2.1 垂直系统	202
4.2.2 水平系统	202
4.3 面板介绍	203
4.3.1 前面板	203
4.3.2 后面板(附图 4.6)	211
4.4 操作方法	211
4.4.1 读出显示器	211
4.4.2 输入信号的连接	212
4.4.3 调整 and 检查	213
4.4.4 功能检查	214
4.4.5 基本操作	215
附录 5 怎样根据电阻器上的色环读出电阻值	223

第 1 章

电子技术实践的基础知识

本章重点

在电子技术实践中,许多场合要用到示波器、振荡器、电子电压表等,了解这些测量仪器的使用方法就很方便进行电子技术实践。通过本章的学习,很好地掌握基本事项及测试方法。

本章目的

1. 学习万用表的使用方法,了解直流电压、交流电压和电阻的测量方法。
2. 学习示波器的正确使用方法,了解正弦波、方波、三角波的实际测量方法,以及振荡器的使用。
3. 利用示波器的双线功能,学习同时观测不同波形的的方法。
4. 利用示波器的双线功能,观测将两个波形合成显示的李沙育图形,并进一步解释形成李沙育图形的原因。

1.1 万用表使用练习

1. 实践目的

- ① 学习万用表的基本操作。
- ② 用万用表测量直流电压和交流电压。
- ③ 用万用表测量电阻。
- ④ 用万用表判断二极管、三极管的极性。

2. 准备知识

万用表是一种很常用的测量仪表,以测量电压、电流和电阻三大参量为主,因此也称三用表,国家标准中称为复用表。

万用表按测量结果的显示方式分为模拟式(指针式)和数字式两种。指针式万用表的外观图如图 1.1 所示。



图 1.1 指针式万用表的外观图

指针式万用表的基本原理是利用一只灵敏的磁电式直流电流表(微安表)做表头,通过测量电路将各种被测量转换为适合表头测量的微小直流电流,去驱动磁电式表头指针的偏转,在刻度尺上指示出被测量的大小。

万用表的核心部件是磁电式表头,表头利用磁场中通电线圈受磁场力作用而转动的原理工作,利用线圈的转动带动固定在线圈上的指针转动从而指示出流过线圈的电流的大小。磁电式表头结构如图 1.2 所示。

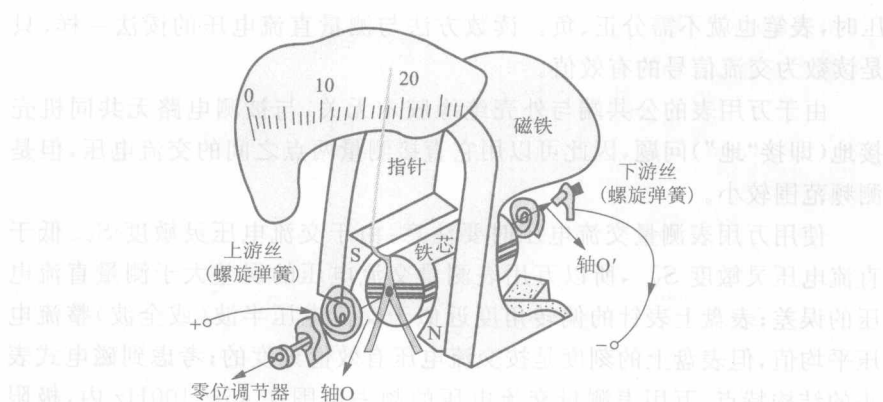


图 1.2 磁电式表头结构

① 电阻的测量。

将万用表转换开关置于电阻挡，并根据不同的电阻值选择合适的量程挡级。将被测电阻接于两表笔之间，指针式万用表所指数值乘以电阻倍率即为测量结果。

使用万用表测量电阻时应注意：在测电阻之前或改变量程挡级之后指针式万用表应先调零；不允许在被测电阻处于带电状态时测量电阻；被测电阻应与其余电路断开。

② 直流电压的测量。

测定直流电压时，将万用表转换开关拨至直流电压挡，由于万用表的直流电压挡是有内阻的，而且各量程挡的内阻 $R_V = \text{量程} \times \text{直流电压灵敏度 } S_V$ ，因此同一块表，量程越大内阻越大，对被测电路影响就越小，测量准确度就越高。用万用表测量直流电压时，一定要注意表的内阻对被测支路的影响，当 R_V 远远大于被测支路阻抗时，测量精度较高，否则会带来较大的测量误差。

使用万用表测量直流电压时要注意：测量前，观察表针是否处于零点，若不在，调整表头下方的“机械零位调整”，使指针指向零点；万用表必须并联于被测支路两端进行测量；注意被测量端的极性应与表的极性一致，红表笔对应的“+”必须接电路高电位端，黑表笔对应的“-”必须接电路低电位端；表的量程应与被测电压相适应，事先无法估计被测量大小时，应先试用最大量程挡，然后逐渐减小量程至合适挡位。

③ 交流电压的测量。

测定交流电压时，将万用表转换开关拨至交流电压挡，测量方法与测量直流电压相似，所不同的是因交流电没有正、负之分，所以测量交流电

压时,表笔也就不需分正、负。读数方法与测量直流电压的读法一样,只是读数为交流信号的有效值。

由于万用表的公共端与外壳绝缘胶木无关,与被测电路无共同机壳接地(即接“地”)问题,因此可以用它直接测量两点之间的交流电压,但是测频范围较小。

使用万用表测量交流电压时要注意:由于交流电压灵敏度 $S_{V\sim}$ 低于直流电压灵敏度 S_{V-} ,所以万用表测量交流电压的误差大于测量直流电压的误差;表盘上表针的偏转角度近似于交流电压半波(或全波)整流电压平均值,但表盘上的刻度是按交流电压有效值刻度的;考虑到磁电式表头的结构特点,万用表测量交流电压的频率范围在 $45\sim 100\text{Hz}$ 内,极限频率低于 1kHz ;交流电压低量程挡的刻度是非均匀的,因此通常交流 $10\sim$ 电压量程挡是单独刻度的。

④ 晶体二极管极性的判别。

晶体二极管的正向电阻小,反向电阻很大,利用这一特性可以用表来判别其极性。

用万用表欧姆挡测二极管时,万用表欧姆挡的等效电路如图 1.3 示,万用表面板上标有“+”号的端子接红表笔,对应于万用表内部电池的负极。标有“-”号的端子接黑表笔,对应于万用表内部电池的正极。

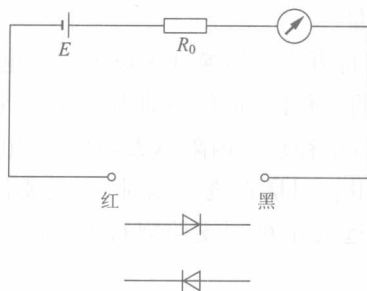


图 1.3 万用表欧姆挡等效电路

若黑表笔所接电极为阳极、红表笔所接电极为阴极,则二极管处于正向偏置,测得的电阻值应较小;若黑表笔所接电极为阴极、红表笔所接电极为阳极,则二极管处于反向偏置,测得的电阻值应较大。通过交换两表笔与两电极的接触,比较两次测得的电阻值大小,就可以判别二极管极性。

如果正向、反向电阻均为无穷大,则表明二极管断路;如果正向、反向的电阻均很小,则表明二极管已被反向击穿。

⑤ 晶体三极管类型和电极的判别。

无论是 NPN 型还是 PNP 型三极管,其内部都存在两个 PN 结,即发射结(B-E)和集电结(C-B),基极处于公共位置,利用 PN 结的单向导电性,用判断二极管的极性的方法,可以很容易地利用万用表判断三极管的基极并判断其导电类型是 NPN 型还是 PNP 型。

基极的判定以 NPN 型三极管为例说明测试方法。用模拟式万用表的欧姆挡,选择 $R \times 1k$ 挡或 $R \times 100\Omega$ 挡,将红表笔插入万用表的“+”端,黑表笔插入“-”端,首先选定被测三极管的一个引脚,假定它为基极,将黑表笔固定在其上,红表笔分别接另外两个引脚,得到的两个电阻值都很小,然后再将红表笔与该假设基极相接,用黑表笔分别接另外两个引脚,得到的两个电阻值都很大,则假设正确。

当基极判断出来后,由测试得到的电阻值的大小还可知道,该三极管的导电类型。当黑表笔接基极时得到的两个电阻值较小,红表笔接基极时测得的两个电阻较大,则所测三极管是 NPN 型三极管,反之为 PNP 型三极管。

发射极和集电极的判别。为使三极管具有电流放大作用,必须使发射结正向偏置、集电极反向偏置。NPN 型三极管,集电极接正电源;PNP 型三极管,集电极接负电源。当三极管的基极 B 确定以后,就可以根据以上原理来判别集电极 C 和发射极 E,同时还可以大致了解电流放大系数 β 的大小。

以 NPN 型三极管为例,将黑表笔(对应表内电池正极)接集电极 C,红表笔接发射极 E,再在 C-B 极间跨接一只 $100k\Omega$ 的电阻,看万用表指示的电阻值,如图 1.4(a)所示,然后将红黑表笔对调,仍在黑表笔与基极之间接一只 $100k\Omega$ 的电阻观察万用表指示的电阻值,如图 1.4(b)所示,

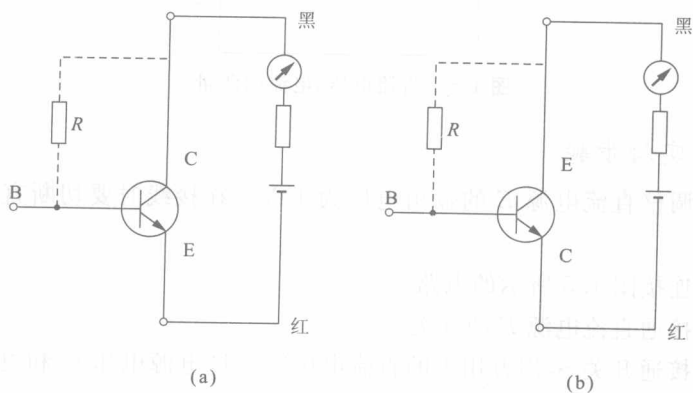


图 1.4 用万用表判断三极管的发射极和集电极

其中万用表指示电阻值小表示流过三极管的电流大,表示 β 越大,即三极管处于正常的放大状态,则此时黑表笔所接为集电极,红表笔所接为发射极。表1.1示出了测量所使用的器材。

表 1.1 使用器材

器材名称	符 号	额定值、其他
FM500 型万用表	⑤	3/10V,0.5 级
直流电源	E	0~10V 可变
电 阻	R_1, R_2	300 Ω , 620 Ω
电 阻	R_3, R_4, R_5	51k, 68k, 47k
开 关	S	1 个

1.1.1 直流电压、直流电流和电阻的测量

1. 电路图

测量电路如图 1.5 所示。

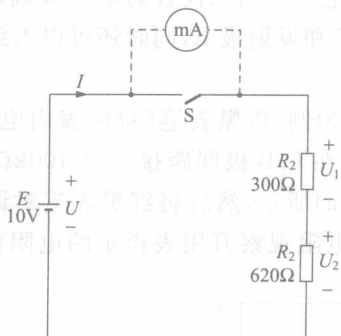


图 1.5 直流电压、电流的测量

2. 实验步骤

① 调整直流电源 E 的输出电压为 10V。在接线时要切断直流电源的开关。

② 连接图 1.5 所示的电路。

③ 接通直流电源 E 的开关。

④ 接通开关 S , 用万用表的直流电压挡测量电源电压 U 和电阻电压 U_1 、 U_2 。

⑤ 断开开关 S , 用万用表的直流电流挡测量电流。

⑥ 断开电源,用万用表的欧姆挡测量 R_1 、 R_2 ,记录在表 1.2 中。

注:测电阻时应先选择合适的量程挡并进行调零。

3. 整理结果

将实验结果记入表 1.2 中。同时记入根据实验电路得出的理论值。

表 1.2 直流电压、电流测量电路

	$U(V)$	$U_1(V)$	$U_2(V)$	$I(mA)$	$R_1(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
实测值						
理论值						

1.1.2 指针式万用表内阻对电压测量准确度的影响

1. 电路图

电路如图 1.6 所示。

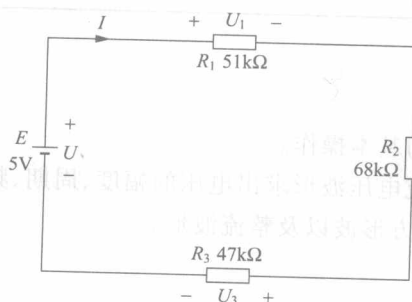


图 1.6 万用表内阻对电压测量准确度的影响电路

2. 实验步骤

① 调整直流电源 E 的输出电压为 5V。在接线时要切断直流电源的开关。

② 连接图 1.6 所示的电路。

③ 选择万用表直流电压 10V 挡测量 U_1 、 U_2 、 U_3 。

④ 断开电源后用万用表的欧姆挡测量各电阻值。结果记录在表 1.3 中。

注:测电阻时应先选择合适的量程挡并进行调零。

3. 整理结果

将实验结果记入表 1.3 中。同时记入根据实验电路得出的理论值。

表 1.3 指针式万用表内阻对电压测量准确度的影响

量 程		$U(V)$	$U_1(V)$	$U_2(V)$	$U_3(V)$	$R_1(k\Omega)$	$R_2(k\Omega)$	$R_3(k\Omega)$
10V 挡	实测值							
	理论值							
2.5V 挡	实测值							
	理论值							

4. 讨论实验结果

根据表 1.3 的数据进行分析,说明万用表不同电压量程对测量结果的影响,并比较测量结果的准确性。

1.2 示波器使用练习

1. 实践目的

- ① 学习示波器的基本操作。
- ② 学习根据交流电压波形求出电压的幅度、周期、频率的方法。
- ③ 观测三角波、方形波以及整流波形。

2. 准备知识

示波器是可以观测随时间变化的电压的波形,测定电压的大小或周期、频率的电子仪器。在半导体元件的特性测定或电子电路的各种测定及调整的工作中,应用极为广泛。

示波器的内部由同步用的触发电路及锯齿波发生电路,以及垂直放大和水平放大电路组成,如图 1.7 所示。阴极射线管是显示装置,内部有将电子枪发射出的电子上下及左右偏转的垂直偏转板和水平偏转板。从电子枪发射出的电子,随着加在这些偏转板的电压而上下左右移动,描绘出图形。

图 1.8 表示,如果将所观测波形的电压加在垂直偏转板上(图 1.8(b)),将与时间成比例大小的锯齿波电压加在水平偏转板上(图 1.8(c)),则出现图 1.8(a)所示的波形。

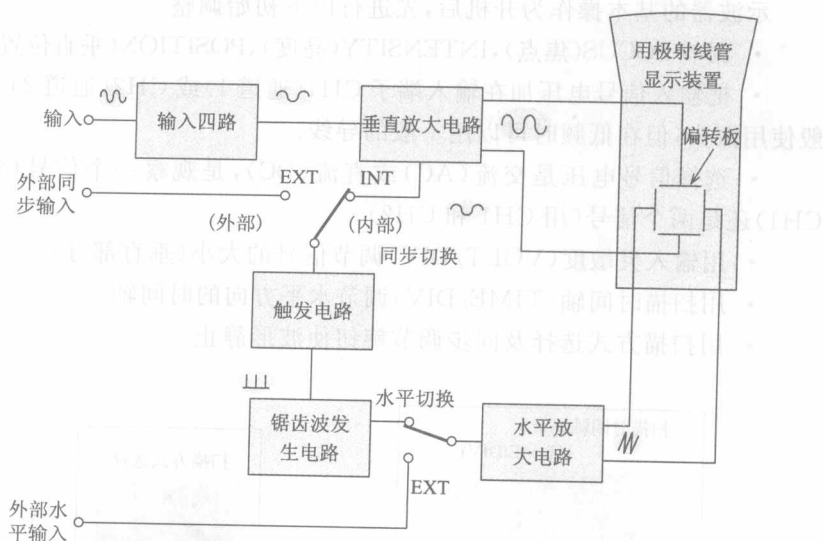


图 1.7 示波器的内部构成

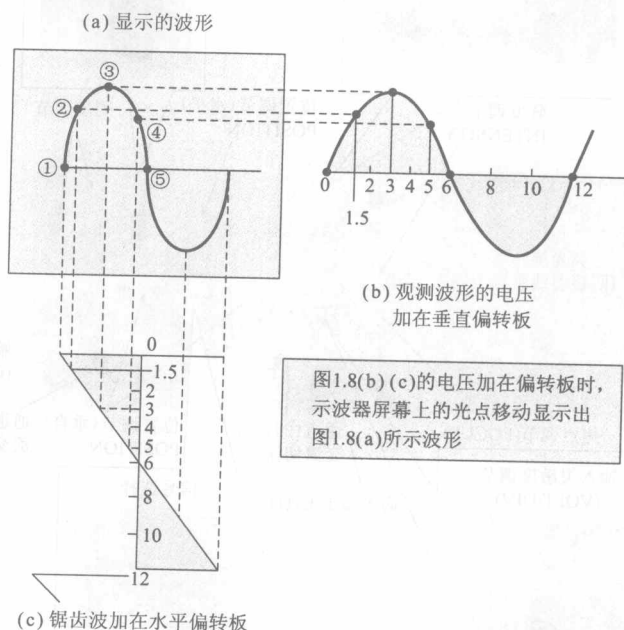


图 1.8 观测波形的原理

示波器的外观示于图 1.9，一般多使用能同时观测两路信号的双线示波器。