

电子制作 基础与实践

DIANZI ZHIZUO JICHU YU SHIJIAN

邱勇进 苟珍秀 等编著

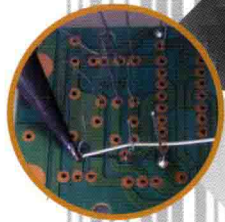
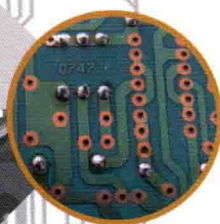
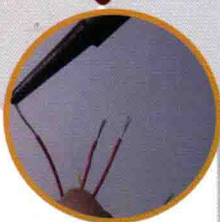


紧扣电子制作环节

精选实例由浅入深

全程图解直观易懂

提高兴趣提升能力



化学工业出版社

电子制作 基础与实践

DIANZI ZHIZUO JICHU YU SHIJIAN

邱勇进 苟珍秀 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电子制作基础与实践/邱勇进, 苟珍秀等编著. —北京:
化学工业出版社, 2014. 12

ISBN 978-7-122-22018-9

I. ①电… II. ①邱…②苟… III. ①电子器件-制作
IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 233215 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 边 涛

文字编辑: 吴开亮
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 356 千字 2015 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 46.00 元

版权所有 违者必究

随着近年来电子技术的飞速发展,各种电子产品层出不穷,它们产生的种种效果及神奇魅力强烈地吸引着广大电子爱好者。越来越多的电子爱好者希望通过亲手制作这些电子作品来体验电子制作的乐趣。为了给电子爱好者一个了解、实践电子技术空间,我们编写了此书。

本书以介绍电子产品制作基础知识为切入点,按照电子制作流程,以章节为单元给出了电子作品制作的整个过程,内容包括:电子制作常用仪器仪表、常用电子元器件的识别与检测、印制电路板制作、电子制作焊接、电子制作装配与整机调试、电子制作实例等方面。通过实用性极强的电子产品制作技术实例,从实践的角度全面介绍电子制作流程、原理、器件选型、样机制作、电路调试等。

本书收集了对日常生活、学习很有帮助的多个方面的电子制作实例,具有实用价值和设计参考价值。在各实例中,通俗易懂地介绍了有关电子技术理论和制作实践知识。特别是一些实例有详尽的原理分析,制作、调试过程介绍,包括制作的实物照片、测试结果等,有很强的实践特色。在实例选择上,难易结合,有较容易的初级入门制作,给读者以信心,又有体现实际应用价值的较为复杂的进阶制作,便于读者将掌握的电子制作技能应用于工程实际。

本书紧扣电子制作各个环节,着重于对电子制作方法和要点的阐述,以图代文的编写形式,给予读者直观、真实、生动的细节描述,使热爱电子制作的初学者“一看就懂,一学就会”,极大地提高了电子制作的兴趣。全书内容翔实,通俗易懂,制作方法简单、实用,具有很强的系统性、实用性、新颖性。

本书由邱勇进、苟珍秀、宋兆霞、王大伟、邱伟杰、于贝、郝明编著。本书由电子专业教师和电子行业、企业技术人员团队共同合作完成,有关电子行业的技术人员及专家提供相关资料,并提出了指导性意见;专业教师执笔完成本书的编写。本书内容充分体现了目前电子行业的新技术、新工艺、新的管理知识和理念,内容来源于实践又高于实践。

由于编者水平所限,不足之处在所难免,敬请使广大读者批评指正。

编者

第1章 电子制作常用仪器仪表	001
1.1 指针式万用表	001
1.1.1 MF-47 型万用表	001
1.1.2 MF-47 型万用表的使用	002
1.1.3 MF-47 型万用表的维护	005
1.1.4 万用表使用注意事项	005
1.2 数字式万用表	006
1.2.1 VC9805A ⁺ 型万用表	006
1.2.2 VC9805A ⁺ 型万用表的使用	007
1.2.3 万用表使用注意事项	009
1.3 电子示波器	009
1.3.1 UC8040 双踪示波器操作面板	009
1.3.2 UC8040 双踪示波器测量实例	011
1.3.3 电子示波器使用注意事项	014
1.4 函数信号发生器	015
1.4.1 VC1642E 函数信号发生器操作面板	015
1.4.2 VC1642E 函数信号发生器操作方法	016
1.4.3 函数信号发生器使用注意事项	017
1.5 常用工具	018
第2章 常用电子元器件的识别与检测	021
2.1 电阻、电容、电感器的识别及检测	021
2.1.1 电阻的识别与检测	021
2.1.2 电容元件的识别及检测	024
2.1.3 电感元件的识别及检测	026
2.2 半导体器件的识别与检测	028
2.2.1 二极管的识别与检测	028
2.2.2 三极管的识别与检测	029
2.2.3 单结晶体管的识别与检测	030
2.2.4 晶闸管的识别与检测	031
2.2.5 集成电路的识别与检测	032
2.3 电声器件、石英晶体的识别与检测	035
2.3.1 电声器件的识别与检测	035
2.3.2 石英晶体的识别与检测	037
2.4 音乐集成电路片的识别与应用	037
2.5 光耦合器、干簧管的识别与检测	039
2.5.1 光耦合器的识别与检测	039
2.5.2 干簧管的识别与检测	040

2.6	数字显示器件的识别与检测	041
2.6.1	LED 数码管的识别与检测	041
2.6.2	液晶数字显示器的识别与检测	041
第3章 印制电路板制作		043
3.1	了解印制电路板	043
3.2	设计印制电路板	044
3.3	绘制印制电路板图	047
3.3.1	手工设计印制电路板图	047
3.3.2	计算机辅助设计印制电路板图	048
3.4	制作印制电路板	052
第4章 电子制作焊接		057
4.1	认识焊接工具与材料	057
4.1.1	焊接工具	057
4.1.2	焊接材料	060
4.2	手工焊接技术	060
4.3	拆焊技术	065
4.4	贴片元器件的焊接	066
第5章 电子制作装配与整机调试		068
5.1	电子制作装配工艺	068
5.2	电子制作整机调试	070
第6章 电子制作实例		072
6.1	灯光控制应用电路	072
6.1.1	声光控节能开关的制作	072
6.1.2	家用调光灯电路制作	079
6.1.3	LED 广告牌制作	082
6.1.4	触摸式延时照明灯	088
6.1.5	自熄台灯	088
6.1.6	枕边方便灯	090
6.1.7	触摸式灯开关	090
6.1.8	超声遥控开关	091
6.1.9	家用自动照明开关	092
6.1.10	照明灯延时开关	093
6.1.11	调光、闪烁两用插座	094
6.1.12	台灯触摸开关	095
6.1.13	键控式调光台灯	095
6.1.14	单片 IC 装饰彩灯	096
6.1.15	声控光敏延时开关	097
6.1.16	走廊灯延时节电开关	098
6.2	电源控制应用电路	099
6.2.1	直流稳压电源的制作	099
6.2.2	简易镍镉电池充电器	103

6.2.3	实用集成稳压电源	104
6.2.4	镍镉电池自动充电器	105
6.2.5	简易充电器	106
6.2.6	便携式晶闸管充电器	107
6.2.7	连续可调的集成稳压器	108
6.2.8	家电过压保护器	109
6.2.9	全自动家电保护器	109
6.2.10	简单可靠的停电自锁开关	110
6.2.11	灵敏可靠的多功能漏电保护器	111
6.2.12	调压、定时两用器	112
6.2.13	光电式自动水龙头	113
6.2.14	自动调光电子窗帘电路	114
6.2.15	电冰箱节电器	115
6.2.16	可调直流稳压电源	116
6.3	报警器应用电路	116
6.3.1	“您好：欢迎光临”的制作	116
6.3.2	触摸式报警器	122
6.3.3	能自动点火的煤气熄火报警器	123
6.3.4	低功耗停电报警器	124
6.3.5	简易漏电报警器	125
6.3.6	音乐 IC 液位监控报警电路	126
6.3.7	简易红外线烟雾粉尘报警器	126
6.3.8	气敏式火灾报警器	127
6.3.9	光控防盗报警器	128
6.3.10	多用袖珍双向报警器	129
6.3.11	CMOS 触摸式电子报警器	130
6.3.12	简易磁控报警器	130
6.3.13	感应门锁报警器	131
6.3.14	触摸防盗电子狗	132
6.3.15	电冰箱关门提醒器	133
6.3.16	防触电报警器	133
6.4	声光控制应用电路	134
6.4.1	抢答器电路的制作	134
6.4.2	变音门铃电路制作	138
6.4.3	双声道立体声有源音箱制作	142
6.4.4	调频收音机、对讲机制作	145
6.4.5	功放电路制作	152
6.4.6	新颖变调门铃	156
6.4.7	对讲音乐门铃	157
6.4.8	叮咚-鸟鸣门铃	158
6.4.9	高响度警音发生器	159
6.4.10	闪烁灯光门铃电路	160
6.4.11	声控玩具电子狗	161
6.4.12	声控电子音乐玩具	162

6.4.13	视力保护测光器	162
6.4.14	电子疲劳消除器	164
6.4.15	声控音乐娃娃	165
6.4.16	电子生日礼物	166
6.5	娱乐与保健应用电路	168
6.5.1	“知了”声制作	168
6.5.2	耳聋助听-收音两用机	170
6.5.3	高保真助听器	172
6.5.4	电子催眠器	173
6.5.5	禁烟警示器	174
6.5.6	自动温度控制器	175
6.5.7	鱼缸水温自动控制器	175
6.5.8	电子仿声驱鼠器	176
6.5.9	电话自动录音控制器	177
6.5.10	新颖的鱼缸灯	178
6.5.11	电子速效止痛仪	179
6.5.12	小型电子按摩器	180
6.5.13	电子诱鱼器	181
6.5.14	自行车电喇叭	181
6.5.15	鱼缸电子恒温器	182
6.5.16	水开报知器	184
6.6	其他新颖应用电路	184
6.6.1	数字万年历制作	184
6.6.2	单片机制作	188
6.6.3	新型报时与星期历电子钟	192
6.6.4	自动音乐打点报时器	193
6.6.5	电子钟整点语言报时器	194
6.6.6	市电电压双向超限报警保护器	196
6.6.7	数字温度计电路	197
6.6.8	循环工作定时控制器	197
6.6.9	多级循环定时控制器	198
6.6.10	双键触摸式照明灯	200
6.6.11	自动应急灯电路	200
6.6.12	家用电器过压自动断电装置	201
6.6.13	小型电子声光礼花器	202
6.6.14	开关直流稳压电源	204
6.6.15	采用 555 时基电路的过电压、过电流保护电路	205
6.6.16	电气设备调温、调速器	206

第 1 章

电子制作常用仪器仪表

! 学习要点

本章主要讲解常用电子仪器仪表的原理与使用。要求读者能正确使用常用电子仪器仪表，掌握使用常用电子仪器仪表的测试方法。

1.1 指针式万用表

万用表是一种应用最广泛的测量仪器，它是我们电子制作中一个必不可少的工具，可以用来测量电阻、直流电压、交流电压、直流电流、晶体管等。

1.1.1 MF-47 型万用表

(1) 面板介绍

MF-47 型万用表的面板如图 1-1 所示，万用表由表头、测量线路及转换开关等三个主要部分组成。

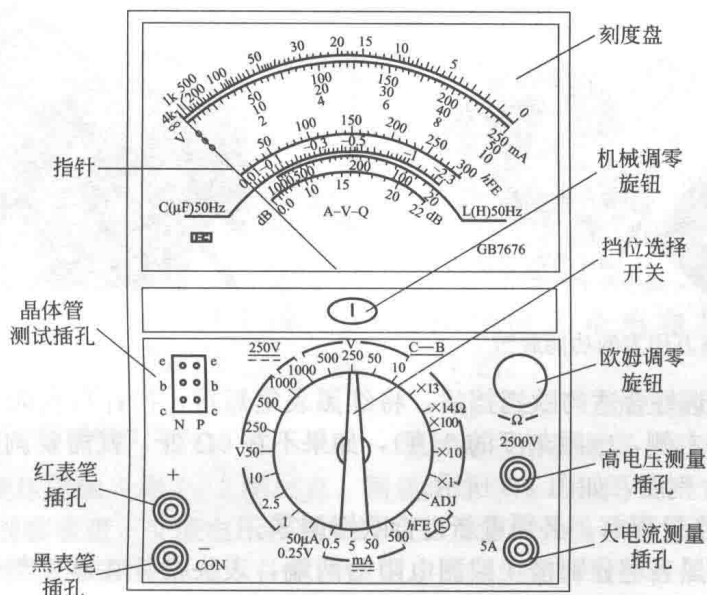


图 1-1 MF-47 型指针式万用表

① 表头 它是一只高灵敏度的磁电式直流电流表，万用表的主要性能指标基本上取决于表头的性能。表头的灵敏度是指表头指针满刻度偏转时流过表头的直流电流值，这个值越小，表头的灵敏度越高。测电压时的内阻越大，其性能就越好。表盘上印有多条刻度线，其中右端标有“Ω”的是电阻刻度线，其右端为零，左端为“∞”，刻度值分布是不均匀的。符号“—”或“DC”表示直流，“~”或“AC”表示交流，“≐”表示交流和直流共用的刻度线。刻度线下的几行数字是与选择开关的不同挡位相对应的刻度值。另外，表盘上还有一些表示表头参数的符号，如DC20kΩ/V、AC9kΩ/V等。

② 测量线路 测量线路是用来把各种被测量转换到适合表头测量的微小直流电流的电路，它由电阻、半导体元件及电池组成。它能把各种不同的被测量（如电流、电压、电阻等）、不同的量程，经过一系列的处理（如整流、分流、分压等）统一变成一定量限的微小直流电流送入表头进行测量。

③ 转换开关 转换开关的作用是用来选择各种不同的测量线路，以满足不同种类和不同量程的测量要求。

(2) 万用表符号含义

- ① “≐”表示交直流。
- ② “V-2.5kV 4000Ω/V”表示对于交流电压及2.5kV的直流电压挡，其灵敏度为4000Ω/V。
- ③ “A-V-Ω”表示可测量电流、电压及电阻。
- ④ “45~65~1000Hz”表示使用频率范围为1000Hz以下，标准工频范围为45~65Hz（注：我国使用工频为50Hz）。
- ⑤ “2000Ω/V DC”表示直流挡的灵敏度为2000Ω/V。

1.1.2 MF-47 型万用表的使用

(1) 测量电阻

将万用表的红黑表笔分别接在电阻的两侧，根据万用表的电阻挡位和指针在欧姆刻度线上的指示数确定电阻值。

① 选择挡位 将万用表的功能旋钮调整至电阻挡，如图 1-2 所示。



图 1-2 调整万用表的功能旋钮



图 1-3 零欧姆校正

② 欧姆调零 选好合适的欧姆挡后，将红黑表笔短接，指针自左向右偏转，这时表针应指向0Ω（表盘的右侧，电阻刻度的0值），如果不在0Ω处，就需要调整零欧姆校正钮使万用表表针指向0Ω刻度，如图 1-3 所示。

注意：每次更换量程前，必须重新进行欧姆调零。

③ 测量 将红黑表笔分别接在被测电阻的两端，表头指针在欧姆刻度线上的示数乘以该电阻挡位的倍率，即为被测电阻值。如图 1-4 所示。

被测电阻的值为表盘的指针指示数乘以欧姆挡位，即被测电阻值=刻度示值×倍率（单

位：欧姆)，这里选用 $R \times 100$ 挡测量，万用表指针指示 13，则被测电阻值为 $13 \times 100 = 1300 \Omega = 1.3 \text{ k}\Omega$ 。



图 1-4 检测电阻

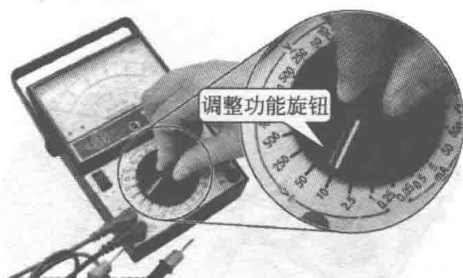


图 1-5 调整万用表功能旋钮

(2) 测量直流电压

① 选择挡位 将万用表的红黑表笔连接到万用表的表笔插孔中，并将功能旋钮调整至直流电压最高挡位，估算被测量电压大小选择量程，如图 1-5 所示。

② 选择量程 若不清楚电压大小，应先用最高电压挡测量，然后逐渐换用低电压挡。图 1-6 电路中电源电压只有 9V，所以选用直流 10V 挡。

③ 测量 万用表应与被测电路并联。红表笔接开关 S3 左端，黑表笔接电阻 R2 左端，测量电阻 R2 两端电压，如图 1-6 所示。

④ 读数 仔细观察表盘，直流电压挡刻度线是第二条刻度线，用 10V 挡时，可用刻度线下第三行数字直接读出被测电压值。注意读数时，视线应正对指针。根据示数大小及所选量程读出所测电压值大小。本次测量所选量程是 10V，示数是 6.8（用 0~10 标度尺），则该所测电压值是 $10/10 \times 6.8 = 6.8 \text{ V}$ 。

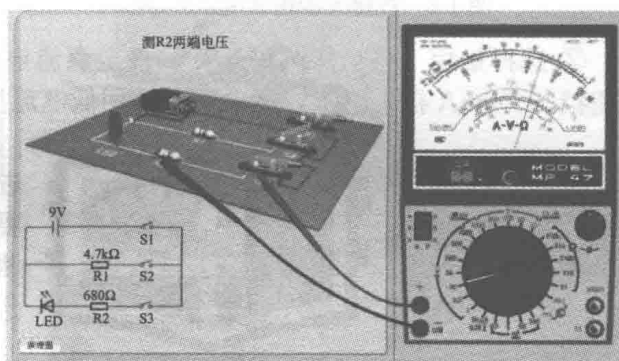


图 1-6 检测直流电压

(3) 测量交流电压

① 选择挡位 将万用表的红黑表笔连接到万用表的表笔插孔中，将转换开关转到对应的交流电压最高挡位。

② 选择量程 若不清楚电压大小，应先用最高电压挡测量。图 1-7 电路是测量变压器输入市电电压，所以应选用 250V 挡。

③ 测量 万用表测电压时应使万用表与被测电路相并联，打开电源开关，然后将红、黑表笔放在变压器输入端 1、2 测试点，测量交流电压，如图 1-7 所示。

④ 读数 仔细观察表盘，交流电压挡刻度线是第二条刻度线，用 250V 挡时，可用刻度线下第一行数字直接读出被测电压值。注意读数时，视线应正对指针。根据示数大小及所选量程读出所测电压值大小。本次测量所选量程是交流 250V，示数是 218（用 0~250 标度尺），则该所测电压值是 $250/250 \times 218 \approx 220 \text{ V}$ 。

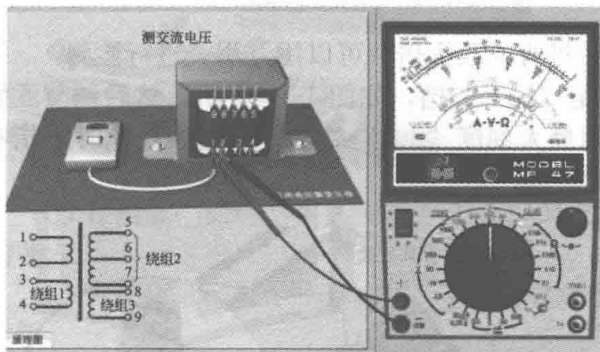


图 1-7 检测交流电压

(4) 测量直流电流

① 选择挡位 指针式万用表检测电流前，要将电流量程调整至最大挡位，即将红表笔连接到“5A”插孔，黑表笔连接负极性插孔，如图 1-8 所示。



图 1-8 连接万用表表笔



图 1-9 调整功能旋钮

② 选择量程 将功能调整开关调整至直流电流挡，若不清楚电流的大小，应先用最高电流挡（500mA 挡）测量，然后逐渐换用低电流挡，直至找到合适电流挡，如图 1-9 所示。

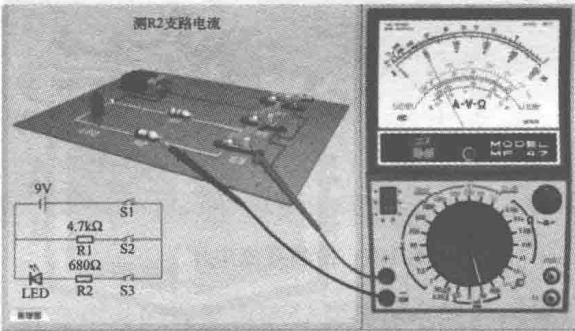


图 1-10 检测直流电流

③ 测量 将万用表串联在待测电路中，并且在检测直流电流时，要注意正负极性的连接。测量时，应断开被测支路，红表笔连接电路的正极端，黑表笔连接电路的负极端，如图 1-10 所示。

④ 读数 仔细观察表盘，直流电流挡刻度线是第二条刻度线，用 50mA 挡时，可用刻度线下第二行数字直接读出被测电流值。注意读数时，视线应正对指针。根据示数大小及所选量程读出所测电流值大小。本次测量所选量程是直流 50mA，示数是 10

(用 0~50 标度尺)，则该所测电压值是 $50/50 \times 10 = 10\text{mA}$ 。

(5) 检测晶体管

三极管有 NPN 型和 PNP 型两种类型，三极管的放大倍数可以用万用表进行检测。

① 选择挡位 将万用表的功能旋钮调整至“hFE”挡，如图 1-11 所示。然后调节欧姆调零旋钮，让表针指到标有“hFE”刻度线的最大刻度“300”处，实际上表针此时也指在欧姆刻度线“0”刻度处。



图 1-11 调整万用表功能旋钮

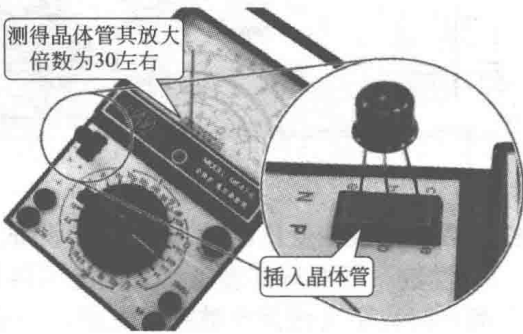


图 1-12 检测晶体管放大倍数

② 测量 根据三极管的类型和引脚的极性将要检测的三极管插入相应的测量插孔，NPN 型三极管插入标有“N”字样的插孔，PNP 型三极管插入标有“P”字样的插孔，如图 1-12 所示，即可检测出该晶体管的放大倍数为 30 倍左右。

1.1.3 MF-47 型万用表的维护

① 节能意识 万用表使用完之后要将转换开关拨到 OFF 挡位。

② 更换电池 顺着 OPEN 的箭头方向，打开万用表的电池盒，我们看到有两个电池，一个是圆形的 1.5V 的电池，一个是方形的 9V 的电池。如图 1-13 所示。

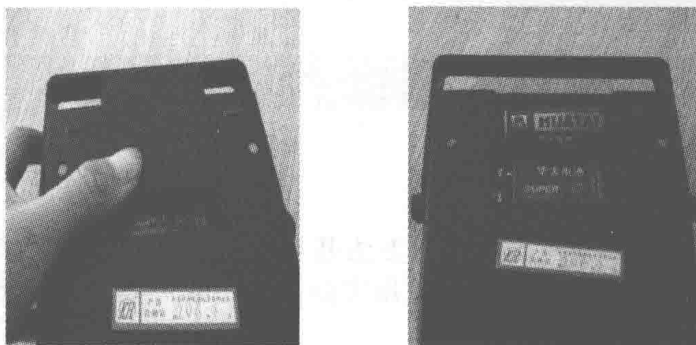


图 1-13 更换电池

③ 更换保险管 打开保险管盒，更换同一型号的保险管即可。如图 1-14 所示。

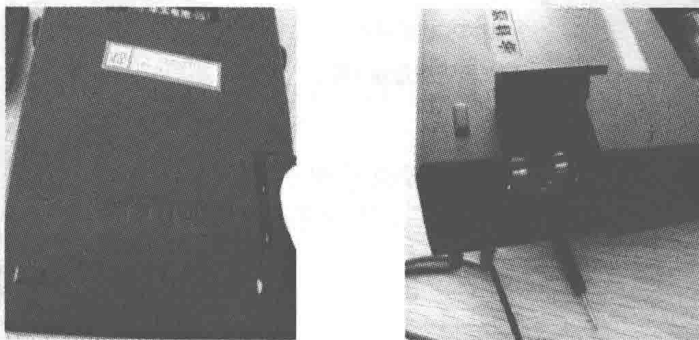


图 1-14 更换保险管

1.1.4 万用表使用注意事项

① 在测量电阻时，人的两只手不要同时和表笔一起搭在电阻的两端，以避免人体电阻的并入。

② 若使用 $R \times 1$ 挡测量电阻，应尽量缩短万用表使用时间，以减少万用表内电池的电能消耗。

③ 测电阻时，每次换挡后都要调节零点，若不能调零，则必须更换新电池。切勿用力旋调零旋钮，以免损坏。此外，不要双手同时接触两支表笔的金属部分，测量高阻值电阻更要注意。

④ 在电路中测量某一电阻的阻值时，应切断电源，并将电阻的一端断开。不能用万用表测电源内阻。若电路中有电容，应先放电。也不能测额定电流很小的电阻（如灵敏电流计的内阻等）。

⑤ 测直流电流或直流电压时，红表笔应接入电路中高电位一端（或电流总是从红表笔

流入万用表)。

⑥ 测量电流时,万用表必须与待测对象串联;测电压时,它必须与待测对象并联。

⑦ 测电流或电压时,手不要接触表笔金属部分,以免触电。

⑧ 绝对不允许用电流挡或欧姆挡去测量电压。

⑨ 试测时应用跃接法,即在表笔接触测试点的同时,注视指针偏转情况,并随时准备在出现意外(指针超过满刻度,指针反偏等)时,迅速将表笔脱离测试点。

⑩ 测量完毕,务必将转换开关拨离欧姆挡,应拨到空挡或最大交流电压挡,以免他人误用,造成仪表损坏,也可避免由于将量程拨至电阻挡,而把表笔碰在一起致使表内电池长时间放电。

1.2 数字式万用表

1.2.1 VC9805A⁺型万用表

数字式万用表的种类很多,但使用方法基本相同,本章节就以 VC9805A⁺型数字式万用表为例来说明数字式万用表的使用方法。VC9805A⁺型数字式万用表面板如图 1-15 所示。



图 1-15 VC9805A⁺型数字式万用表面板



图 1-16 挡位选择开关及各种挡位

从图 1-15 可以看出,数字式万用表面板主要由液晶显示屏、按键、挡位选择开关和各种插孔组成。

① 液晶显示屏 在测量时,数字式万用表是依靠液晶显示屏(简称显示屏)显示数字来表明被测对象的量值大小。图中的液晶显示屏可以显示 4 位数字和一个小数点,选择不同挡位时,小数点的位置会改变。

② 按键 VC9805A⁺型数字式万用表面板上有三个按键,左边标“POWER”的为电源开关键,按下时内部电源启动,万用表可以开始测量;弹起时关闭电源,万用表无法进行测量。中间标“HOLD”的为锁定开关键,当显示屏显示的数字变化时,可以按下该键,显示的数字就会保持稳定不变。右边标“AC/DC”的为 AC/DC 切换开关键。

③ 挡位选择开关 在测量不同的量时,挡位选择开关要置于相应的挡位。挡位选择开关如图 1-16 所示,挡位有直流电压挡、交流电压挡、交流电流挡、直流电流挡、温度测量

挡、电容测量挡、电感测量挡、二极管测量挡和欧姆挡及三极管测量挡等。

④ 插孔 面板上插孔如图 1-17 所示。标“VΩHz”的为红表笔插孔，在测电压、电阻和频率时，红表笔应插入该插孔；标“COM”的为黑表笔插孔；标“mA”的为小电流插孔，当测 0~200mA 电流时，红表笔应插入该插孔；标“20A”的为大电流插孔，当测 200mA~20A 电流时，红表笔应插入该插孔。

1.2.2 VC9805A⁺ 型万用表的使用

(1) 测量电压

① 打开数字式万用表的开关后，将红黑表笔分别插入数字式万用表的电压检测端 VΩHz 插孔与公共端 COM 插孔，如图 1-18 所示。

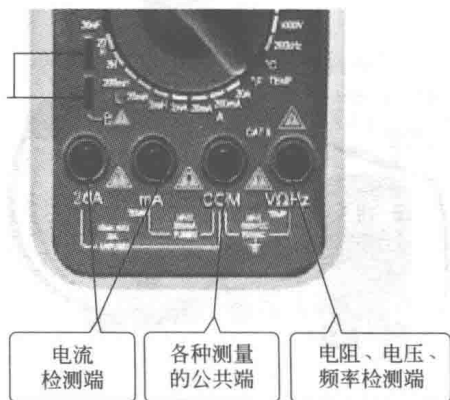


图 1-17 面板上插孔



图 1-18 连接表笔

② 旋转数字式万用表的挡位选择开关，将其调整至直流电压检测区域的 20V 挡，如图 1-19 所示。

③ 将数字式万用表的红表笔连接待测电路的正极，黑表笔连接待测电路的负极，如图 1-20 所示，即可检测出待测电路的电压为 3V。



图 1-19 调整挡位选择开关至电压挡



图 1-20 检测电压

(2) 测量电流

① 打开数字式万用表的电源开关，如图 1-21 所示。

② 将数字式万用表的红黑表笔分别连接到数字式万用表的负极性表笔连接插孔和“20A”表笔插孔，如图 1-22 所示，以防止电流过大无法检测数值。

③ 将数字式万用表挡位选择开关调整至直流电流挡最大量程处，如图 1-23 所示。

④ 将数字式万用表串联到待测电路中，红表笔连接待测电路的正极，黑表笔连接待测

电路的负极，如图 1-24 所示，即可检测出待测电路的电流值为 0.15A。



图 1-21 打开电源开关



图 1-22 连接表笔



图 1-23 调整数字式万用表量程

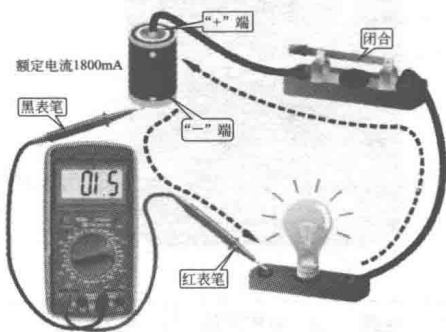


图 1-24 检测电流

(3) 测量电容器

① 打开数字式万用表的电源开关后，将数字式万用表的挡位选择开关旋转至电容检测区域，如图 1-25 所示。

② 将待测电容器的两个引脚插入数字式万用表的电容检测插孔，如图 1-26 所示，即可检测出该电容器的容量值。



图 1-25 调整电容检测挡



图 1-26 检测电容器

(4) 测量晶体管

① 将数字式万用表的电源开关打开，并将数字式万用表的挡位选择开关旋转至晶体管检测挡，如图 1-27 所示。

② 将已知的待测晶体管，根据晶体管检测插孔的标识插入晶体管检测插孔中，如图 1-28 所示，即可检测出该晶体管的放大倍数。

(5) 测量电阻

① 将黑表笔插入 COM 插孔，红表笔插入 VΩHz 插孔。



图 1-27 挡位选择开关调整至晶体管检测挡



图 1-28 检测晶体管

② 将挡位选择开关置于欧姆挡，如果被测电阻大小未知，应选择最大量程，再逐步减小。

③ 将两表笔跨接在被测电阻两端，显示屏即显示被测电阻值，如图 1-29 所示。



图 1-29 测量电阻

1.2.3 万用表使用注意事项

① 在测量电阻时，应注意一定不要带电测量。

② 在刚开始测量时，数字式万用表可能会出现跳数现象，应等到 LCD 液晶显示屏上所显示的数值稳定后再读数。这样才能确保读数的正确。

③ 注意数字式万用表的极限参数。掌握出现过载显示、极限显示、低电压指示以及其他声光报警的特征。

④ 在更换电池或保险丝前，请将测试表笔从测试点移开，再关闭电源开关。

⑤ 严禁在测量的同时拨动挡位选择开关，特别是在高电压、大电流的情况下，以防产生电弧将挡位选择开关的触点烧毁。

⑥ 在测量高压时要注意安全，当被测电压超过几百伏时应选择单手操作测量，即先将黑表笔固定在被测电路的公共端，再用一只手持红表笔去接触测试点。

⑦ 在电池没有装好或电池后盖没安装时，不要进行测试操作。

⑧ 换功能和量程时，表笔应离开测试点。

1.3 电子示波器

双踪示波器具有两个信号输入端，可以在显示屏上同时显示两个不同信号的波形，并且可以对两个信号的频率、相位、波形等进行比较。普通示波器通常指中频示波器，一般适合于测量中高频信号，为 1~40MHz 之间，常见的类型有 20MHz、30MHz、40MHz 信号示波器。

1.3.1 UC8040 双踪示波器操作面板

UC8040 双踪示波器的外形结构和面板如图 1-30 所示。

各控制旋钮和按键的功能列于表 1-1 中。