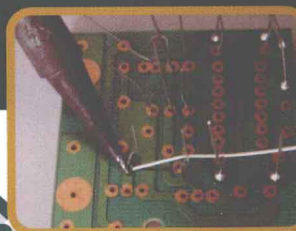
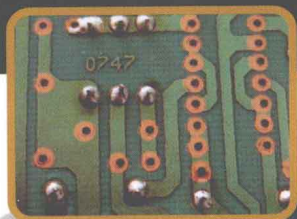


电子制作技巧



实例精选

邱勇进 王奎修 孔杰 等编著

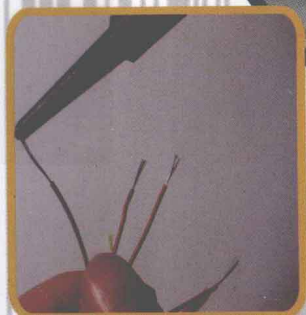


紧扣电子制作环节

精选实例由浅入深

精选实例由浅入深

精选实例由浅入深



化学工业出版社

电子制作技巧

DIANZI ZHIZUO JIQIAO 与 YU SHILI JIANGXUAN

实例精选

邱勇进 王奎修 孔杰 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

前言

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、实践电子技术的空间，我们编写了本书。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：电子仪器仪表的正确使用、元器件的识别与检测、印制电路板的设计与制作、元件焊接、电子电路的识读、电子产品的组装与调试等方面。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。

本书收集了对我们日常生活、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级制作，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。本书内容详实，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、王奎修、孔杰等编著，参加本书编写的还有邱伟杰、丁佃栋，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了一些相关资料，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。

由于编著者水平所限，缺点和不足之处在所难免，敬请使用本书的教师及广大读者批评指正。

编著者
2012年1月

目 录

第 1 章 电子制作常用仪器仪表	1
1.1 指针式万用表	1
1.1.1 MF-47 型万用电表	1
1.1.2 MF-47 型万用电表的使用	2
1.1.3 MF-47 型万用电表的维护	5
1.1.4 万用表使用注意事项	5
1.2 数字式万用表	6
1.2.1 数字式万用表的结构	6
1.2.2 数字式万用表的使用	8
1.2.3 数字式万用表的使用注意事项	10
1.3 电子示波器	10
1.3.1 UC8040 双踪示波器操作面板说明	10
1.3.2 UC8040 双踪示波器测量实例	10
1.3.3 示波器的使用注意事项	16
1.4 函数信号发生器	16
1.4.1 VC1642E 函数信号发生器操作面板说明	16
1.4.2 VC1642E 函数信号发生器操作方法	18
1.4.3 使用中的注意事项	19
1.5 常用工具	20
第 2 章 常用电子元器件的识别与检测	25
2.1 电阻、电容、电感器件的检测	25
2.2 二极管、三极管、晶闸管的识别与检测	32
2.3 集成电路的识别与检测	36
第 3 章 电子制作识图与绘图	43
3.1 电子电路图的种类和作用	43
3.2 电子电路图的读图和分析	44
3.3 印制电路板制作	47
3.3.1 印制电路板的制造	47
3.3.2 印制电路板的种类	48
3.3.3 印制电路板设计步骤	48
3.3.4 印制电路板设计要求	50
3.3.5 印制电路板的制造	52

3.4 印制电路板 CAD 软件简介	56
3.4.1 软件概述	56
3.4.2 电路原理图绘制	57
3.4.3 印制板图绘制	58
第4章 电子制作焊接	60
4.1 焊接材料	60
4.2 常用焊接工具	61
4.3 手工焊接技术	65
4.4 实用焊接技术	69
4.5 焊点的质量检查	74
4.6 SMT 表面安装技术	76
第5章 电子制作整机测量与调试	79
5.1 准备工艺	79
5.2 元器件安装工艺	80
5.3 电子产品测量	82
5.4 整机调试	83
5.5 电子整机产品检验	84
第6章 电子制作实例	90
6.1 灯光控制应用电路	90
6.1.1 声光控节能开关的制作	90
6.1.2 家用调光灯电路制作	97
6.1.3 LED 广告牌制作	100
6.1.4 触摸式延时照明灯	106
6.1.5 自熄台灯	106
6.1.6 枕边方便灯	108
6.1.7 触摸式灯开关	109
6.1.8 超声遥控开关	110
6.1.9 家用自动照明开关	111
6.1.10 照明灯延时开关	112
6.1.11 调光、闪烁两用插座	113
6.1.12 台灯触摸开关	114
6.1.13 键控式调光台灯	114
6.1.14 单片 IC 装饰彩灯	115
6.1.15 声控光敏延时开关	116
6.1.16 走廊灯延时节电开关	117
6.2 电源与控制应用电路	118
6.2.1 直流稳压电源的制作	118

6.2.2	简易镍镉电池充电器	122
6.2.3	实用集成稳压电源	123
6.2.4	镍镉电池自动充电器	124
6.2.5	简易充电器	124
6.2.6	便携式晶闸管充电器	125
6.2.7	连续可调的集成稳压器	126
6.2.8	家电过压保护器	127
6.2.9	全自动家电保护器	128
6.2.10	简单可靠的停电自锁开关	129
6.2.11	灵敏可靠的多功能漏电保护器	130
6.2.12	调压、定时两用器	131
6.2.13	光电式自动水龙头	132
6.2.14	自动调光电子窗帘电路	132
6.2.15	电冰箱节电器	133
6.3	报警器与检测应用电路	134
6.3.1	“您好：欢迎光临”的制作	134
6.3.2	触摸式报警器	140
6.3.3	能自动点火的煤气熄火报警器	141
6.3.4	低功耗停电报讯器	142
6.3.5	简易漏电报警器	143
6.3.6	音乐 IC 液位监控报警电路	144
6.3.7	简易红外线烟雾粉尘报警器	144
6.3.8	气敏式火灾报警器	145
6.3.9	光控防盗报警器	146
6.3.10	多用袖珍双向报警器	147
6.3.11	CMOS 触摸式电子报警器	147
6.3.12	简易磁控报警器	148
6.3.13	感应门锁报警器	149
6.3.14	触摸防盗电子狗	150
6.3.15	电冰箱关门提醒器	150
6.4	抢答器与门铃应用电路	151
6.4.1	抢答器电路的制作	151
6.4.2	变音门铃电路制作	156
6.4.3	双声道立体声有源音箱的安装与调试	159
6.4.4	调频收音机、对讲机制作	162
6.4.5	功放电路制作	170
6.4.6	新颖变调门铃	173
6.4.7	对讲音乐门铃	174
6.4.8	叮咚-鸟鸣门铃	175
6.5	娱乐与保健应用电路	176

6.5.1	“知了”声制作	176
6.5.2	耳聋助听-收音两用机	179
6.5.3	高保真助听器	180
6.5.4	电子催眠器	181
6.5.5	视力保护测光器	181
6.5.6	电子疲劳消除器	183
6.5.7	声控音乐娃娃	184
6.5.8	电子生日礼物	185
6.5.9	声控玩具电子狗	186
6.5.10	声控电子音乐玩具	187
6.5.11	电子速效止痛仪	188
6.5.12	小型电子按摩器	189
6.5.13	电子诱鱼器	189
6.5.14	自行车电喇叭	190
6.5.15	鱼缸电子恒温器	190
6.6	其他数字电路应用	192
6.6.1	数字万年历制作	192
6.6.2	单片机制作	196
6.6.3	新型报时与星期历电子钟	200
6.6.4	自动音乐打点报时器	202
6.6.5	电子钟整点语言报时器	203
参考文献		205

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，它是电子制作中一个必不可少的工具。可以用来测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻和晶体管直流电流放大系数等物理量。

1.1.1 MF-47 型万用电表

(1) 面板介绍

MF-47 型万用电表的面板如图 1-1 所示。

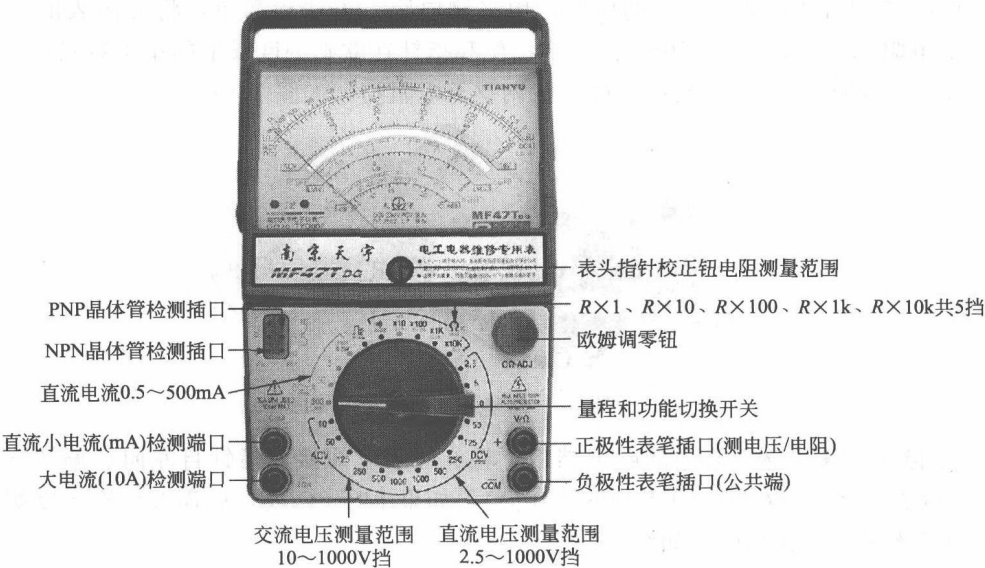


图 1-1 MF-47 型指针式万用表

万用表由表头、测量线路及转换开关三个主要部分组成。

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，表头的灵敏度愈高。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。它能将各种不同的被测量（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 $\simeq$ 表示交直流。

② $V-2.5kV\ 4000\Omega/V$ 表示对于交流电压及 $2.5kV$ 的直流电压挡，其灵敏度为 $4000\Omega/V$ 。

③ $A-V-\Omega$ 表示可测量电流、电压及电阻。

④ $45\sim 65\sim 1000Hz$ 表示使用频率范围为 $1000Hz$ 以下，标准工频范围为 $45\sim 65Hz$ （注：我国使用工频为 $50Hz$ ）。

⑤ $2000\Omega/V\ DC$ 表示直流挡的灵敏度为 $2000\Omega/V$ 。

1.1.2 MF-47 型万用电表的使用

（1）测量电阻

MF-47 型万用电表最广泛的应用是用来测电阻。方法很简单，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。

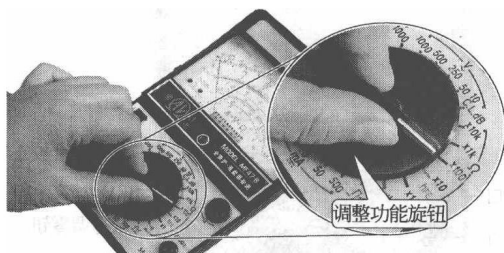


图 1-2 调整万用表的功能旋钮

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。



图 1-3 零欧姆校正

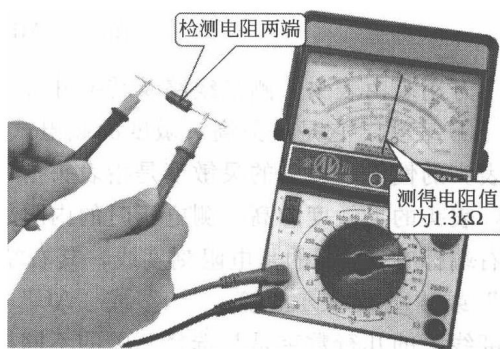


图 1-4 检测电阻

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，被测电阻值=刻度示值×倍率(单位： Ω)，这里选用 $R \times 100$ 挡测量，指针指示 13，则被测电阻值为： $13 \times 100 = 1300 \Omega = 1.3 k\Omega$ 。

④ 应用举例 欧姆挡不但可以测电阻等一些元器件的阻值大小，还可以检测导线的通断，检测示意图如图 1-5 所示。图中带绝缘层的导线很长，无法知道它的通断，这时可用万用表欧姆挡进行检测。先将挡位选择开关置于 $\times 1$ 挡，然后将红、黑表笔短接进行欧姆校零，再将红、黑表笔分别接导线的两端，观察表针的指示，现发现表针指示为 0Ω ，说明导线的电阻为 0Ω ，导线是正常导通的，如果表针指示的阻值为无穷大，则表明导线开路了。

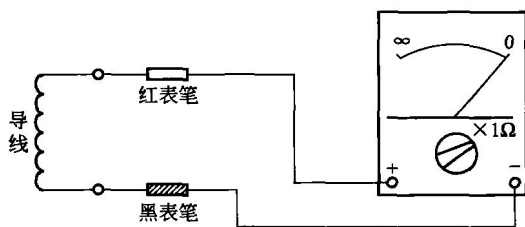


图 1-5 用万用表测量导线通断示意图

(2) 测量直流电压

① 选择量程 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挡，如图 1-6 所示。由于电路中电源电压只有 3V，所以选用 10V 挡。若不清楚电压大小，应先用最高电压挡测量，逐渐换用低电压挡。

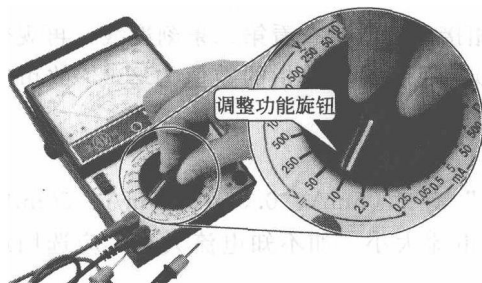


图 1-6 调整万用表功能旋钮

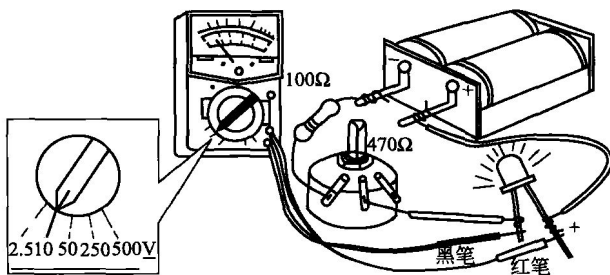


图 1-7 检测直流电压

② 测量方法 万用表应与被测电路并联。红笔应接被测电路和电源正极相接处，黑笔应接被测电路和电源负极相接处，如图 1-7 所示。

③ 正确读数 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。

④ 应用举例

a. 测量电路中元器件两端电压。

这里以测量电路中一个电阻两端的电压为例来说明，测量示意图如图 1-8 所示。

因为电路的电源电压为 10V，故电阻 R_1 两端电压不会超过 10V，所以将挡位选择开关置于直流电压 10V 挡，然后红表笔接被测电阻 R_1 的高电位端（即 A 点），黑表笔接 R_1 的低电位端（即 B 点），再观察表针指在 6V 位置，则 R_1 两端的电压 $U_{R1} = 6V$ （A、B 两点之

间的电压 U_{AB} 也为 6V)。

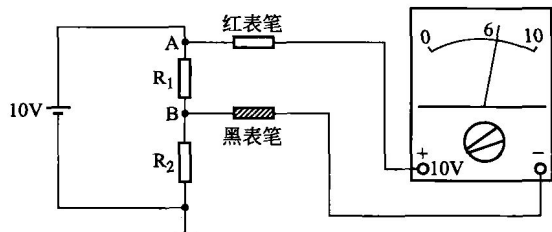


图 1-8 测量电路中元器件两端电压

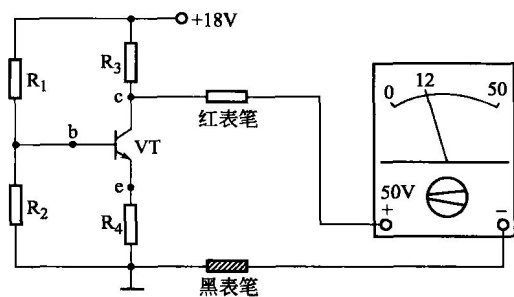


图 1-9 测量电路中某点电压

b. 测量电路中某点的电压。

这里以测量电路中三极管集电极的电压为例来说明，测量示意图如图 1-9 所示。

电路中某点电压实际就是指该点与地之间的电压。因为电路的电源电压为 18V，它大于 10V 但小于 50V，估计三极管 VT 的集电极有可能大于 10V 而小于 50V，所以将挡位选择开关置于直流电压 50V 挡，然后红表笔接三极管的集电极，黑表笔接地，再观察表针指在 12V 刻度处，则三极管的集电极电压就为 12V。

(3) 测量交流电压

① 选择量程 万用表的交流电压挡主要有 10V、50V、250V、500V、1000V、2500V 六挡。交流电压挡的测量方法同直流电压挡测量方法相同，不同之处就是转换开关要放在交流电压挡处以及红黑表棒搭接时不需再分高、低电位（正负极）。

② 应用举例 下面以测量市电电压的大小来说明交流电压的测量方法，估计市电电压不会大于 250V 且最接近 250V，故将挡位选择开关置于交流 250V 挡，然后将红、黑表笔分别插入交流市电插座，即让红、黑表笔与交流市电相接，读数时查看第二条刻度线，再观察表针所指刻度对应的数值（读最大值为 250 那组数），现观察表针指的数值为 230，故市电电压为 230V。

(4) 测量直流电流

① 选择量程 万用表直流电流挡标有“mA”有 0.05mA、0.5mA、5mA、50mA、500mA 总共 5 个量程。选择量程，应根据电路中的电流大小。如不知电流大小，应选用最大量程。

② 测量方法 万用表应与被测电路串联。应将电路相应部分断开后，将万用表表笔接在断点的两端。红表笔应接在和电源正极相连的断点，黑表笔接在和电源负极相连的断点，如图 1-10 所示。

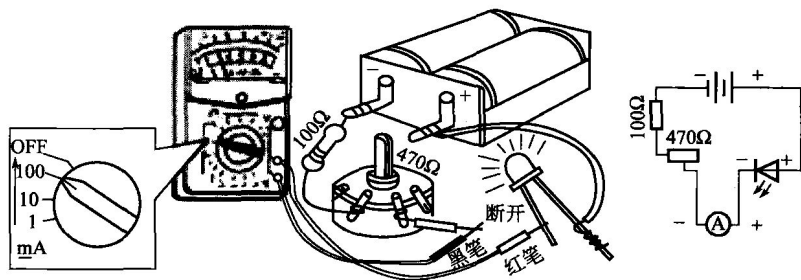


图 1-10 用万用表测电流

③ 正确读数 仔细观察表盘, 直流电流挡刻度线是第二条刻度线, 如选 500mA 挡时, 可读第二条刻度线下第二行数字指针指示数, 读数后乘 10 即可。注意读数时, 视线应正对指针。

④ 应用举例 下面以测量流过一只灯泡的电流大小来说明直流电流的测量方法, 测量过程如图 1-11 所示。

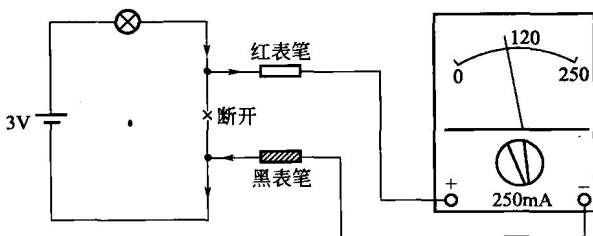


图 1-11 测量流过一只灯泡电流示意图

估计流过灯泡的电流不会超过 250mA, 将挡位选择开关置于 250mA 挡, 再将被测电路断开, 然后将红表笔置于断开位置的高电位处, 黑表笔置于断开位置的另一端, 这样才能保证电流由红表笔流进, 从黑表笔流出, 表针才能朝正方向摆动, 否则表针会反偏。读数时观察表针指的刻度的数值为 120, 故流过灯泡的电流为 120mA。

1.1.3 MF-47 型万用电表的维护

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 如图 1-12 所示。

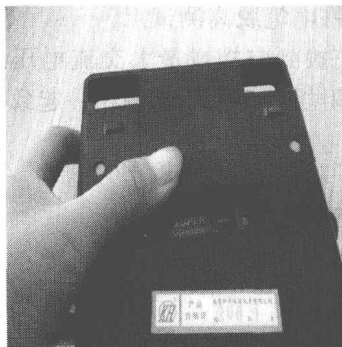


图 1-12 更换电池



图 1-13 万用表的电池

顺着 OPEN 的箭头方向, 打开万用表的电池盒, 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。

③ 更换保险丝 打开保险丝盒, 更换同一型号的保险丝即可。如图 1-14 所示。

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测试棒一起搭在内阻的两端, 以避免人体电阻的并入。

② 若使用“ $\times 1$ ”挡测量电阻时, 应尽量缩短万用表使用时间, 以减少万用电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。切勿用力再旋“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。



图 1-14 更换万用表的保险丝

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。更不能用电表测电源内阻。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电表）。

⑥ 测量电流时，万用电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，迅速将电笔脱离测试点。

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 数字式万用表的结构

（1）数字式万用表的面板介绍

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。

从图 1-15 可以看出，数字式万用表面板上主要由液晶显示屏、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，显示的数字保持稳定不变。右边标“AC/DC”的为 AC/DC 切换开关键。



图 1-15 VC9805A+ 型数字式万用表面板

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、容量测量挡、二极管测量挡和欧姆挡及三极管测量挡。

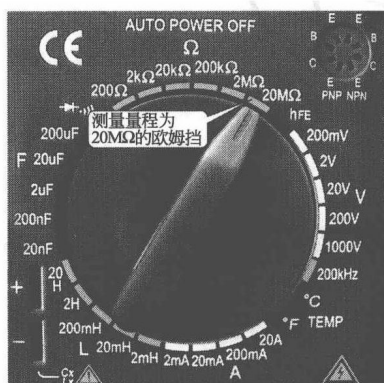


图 1-16 挡位选择开关及各种挡位

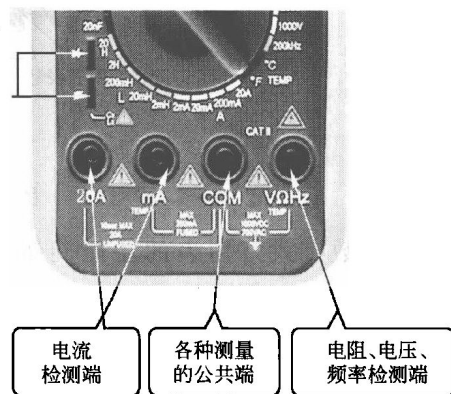


图 1-17 面板上插孔

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”为小电流插孔，当测 0~200mA 电流时，红表笔应插入该插孔；标“20A”为大电流插孔，当测 200mA~20A 电流时，红表笔应插入该插孔。

(2) 数字式万用表的组成

数字式万用表的组成框图如图 1-18 所示。

从图中可以看出，数字式万用表是由挡位选择开关、功能转换电路和数字电压表组成。数字电压表只能测直流电压，由 A/D 转换电路、数据处理电路和显示器构成。它通过 A/D 转换电路将输入的直流电压转换成数字信号，再经数据处理电路处理后送到显示器，将输入的直流电压的大小以数字的形式显示出来。

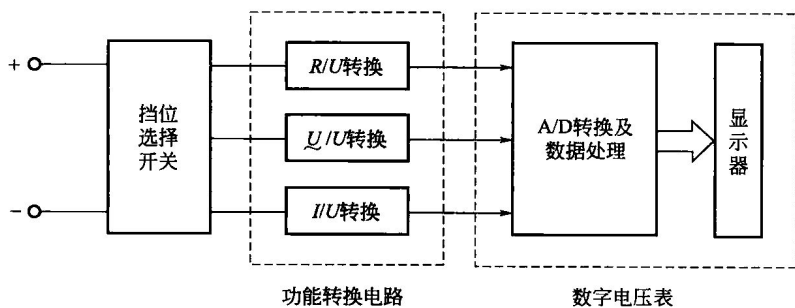


图 1-18 数字式万用表的组成框图

1.2.2 数字式万用表的使用

(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 V/Ω 插孔与公共端 COM 插孔，如图 1-19 所示。



图 1-19 连接表笔

② 旋转数字式万用表的功能旋钮，将其调整至直流电压检测区域的 20 挡，如图 1-20 所示。



图 1-20 调整功能旋钮至电压挡

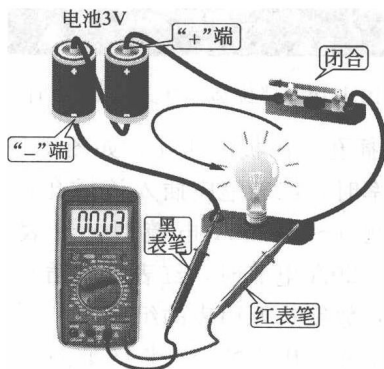


图 1-21 检测电压

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 1-21 所示，即可检测出待测电路的电压值为 3V。

(2) 测量电流

① 打开数字式万用表的电源开关,如图 1-22 所示。



图 1-22 打开电源开关



图 1-23 连接表笔

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“10A MAX”表笔插孔,如图 1-23 所示,以防止电流过大无法检测数值。

③ 将数字式万用表功能旋钮调整至直流电流挡最大量程处,如图 1-24 所示。



图 1-24 调整数字式万用表量程

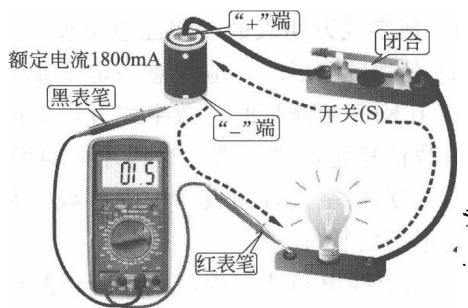


图 1-25 检测电流

④ 将数字式万用表串联入待测电路中,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 1-25 所示,即可检测出待测电路的电流值。

(3) 测量电容器

① 打开数字式万用表的电源开关后,将数字式万用表的功能旋钮旋转至电容检测区域,如图 1-26 所示。



图 1-26 调整电容检测挡

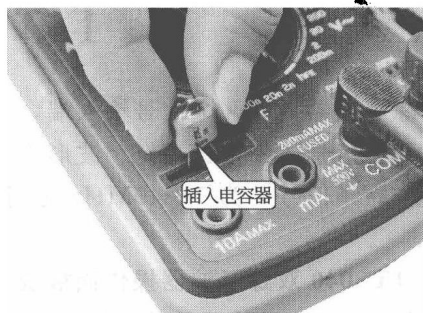


图 1-27 检测电容器

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 1-27 所示,即可检测出该电容器的容量值。

(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功能旋钮旋转至晶体管检测挡, 如图 1-28 所示。



图 1-28 功能开关调整至晶体管检测挡

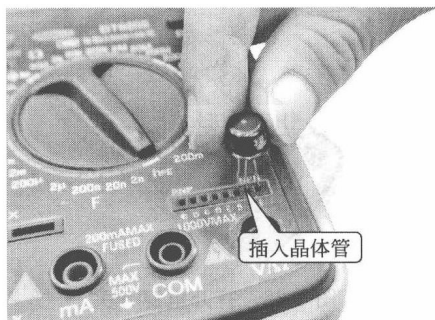


图 1-29 检测晶体管

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 1-29 所示, 即可检测出该晶体管的放大倍数。

1.2.3 数字式万用表的使用注意事项

- 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, 应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量程开关, 特别是在高电压、大电流的情况下, 以防产生电弧将转换开关的触点烧毁。
- 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 在电池没有装好和电池后盖没安装时, 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 $1\sim 40\text{MHz}$ 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说明

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。

1.3.2 UC8040 双踪示波器测量实例

① 首先将示波器的电源线接好, 接通电源, 其操作如图 1-31 所示。