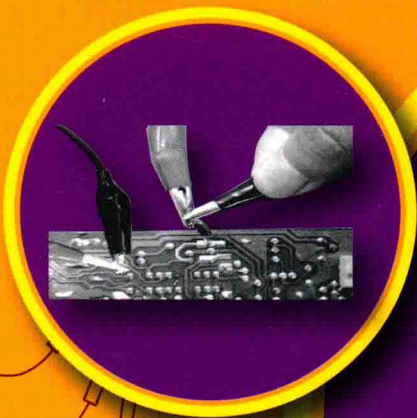


D IANGONG SHANGGANG PEIXUN DUBEN
电工上岗培训读本

电子元器件 及应用电路

DIANZI YUANQIJIAN JI YINGYONG DIANLU

邱勇进 主编



化学工业出版社

电工上岗培训读本

电子元器件 及应用电路

DIANZI YUANQIJIAN JI YINGYONG DIANLU

邱勇进 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电子元器件及应用电路/邱勇进主编. —北京:
化学工业出版社, 2017. 6

电工上岗培训读本

ISBN 978-7-122-29467-8

I. ①电… II. ①邱… III. ①电子元件②电子器件
③电路理论 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 073957 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 吴 静

文字编辑: 孙凤英
装帧设计: 刘丽华

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 13¼ 字数 318 千字 2017 年 7 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

邱勇进 邱音良 王大伟 高华宪 邱淑芹 邱美娜 李淳惠
刘佳花 孔 杰 邱伟杰 韩文翀 郝 明 宋兆霞 于 贝
冷泰启 孙晓峰 高宿兰 侯丽萍 丁佃栋

随着我国电力事业的飞速发展,电工技术在工业、农业、国防、交通运输、城乡家庭等各个领域得到了日益广泛的应用。为了满足大量农民工就业、在职职工转岗就业和城镇有志青年就业的需求,我们策划并组织具有实践经验的专家、教师和工程技术人员编写了“电工上岗培训读本”系列,本系列包括《电工基础》、《电工技能》、《电工识图》、《电工线路安装与调试》、《电子元器件及应用电路》、《维修电工》共6种。本系列试图从读者的兴趣和认知规律出发,一步一步地、手把手地引领初学者学习电工职业所必须掌握的基础知识和基本技能,学会操作使用基本的电气工具、仪表和设备。本系列图书编写时力图体现以下特点。

(1) 在内容编排上,立足于初学者的实际需要,旨在帮助读者快速提高职业技能,结合职业技能鉴定和职业院校双证书的需求,精简整合理论课程,注重实训教学,强化上岗前培训。

(2) 教材内容统筹规划,合理安排知识点、技能点,避免重复。内容突出基础知识与基本操作技能,强调实用性,注重实践,轻松直观入门。力求使读者阅读后,能很快应用到实际工作当中,从而达到花最少的时间,学最实用的技术的目的。

(3) 突出职业技能培训特色,注重内容的实用性,强调动手实践能力的培养。让读者在掌握电工技能的同时,在技能训练过程中加深对专业知识、技能的理解和应用,培养读者的综合职业能力。

(4) 突出了实用性和可操作性,编写中突出了工艺要领与操作技能,注意新技术、新知识、新工艺和新标准的传授。并配有知识拓展训练,具有很强的实用性和针对性,加深了对知识的学习和巩固。

本册为《电子元器件及应用电路》分册。全书共5章,内容包括常用电子仪器的使用、电子元器件识读与检测、电子生产工艺、印制电路板设计与制作、实用电子制作应用电路。本书内容新颖、丰富,理论联系实际,读者通过本书的学习,可以亲手制作电子产品来体验电子制作的乐趣。本书适合电子爱好者阅读,也可作为高等职业院校相关专业师生的教学参考书。

本书由邱勇进主编,参加本书编写的还有邱音良、宋兆霞、邱伟杰。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

第1章 常用电子仪器的使用

1

1.1 指针式万用表	1
1.1.1 MF-47 型万用表	1
1.1.2 MF-47 型万用表的使用	2
1.1.3 MF-47 型万用表的维护	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 VC9805A ⁺ 型万用表	6
1.2.2 VC9805A ⁺ 型万用表的使用	7
1.2.3 万用表使用注意事项	9
1.3 电子示波器	10
1.3.1 UC8040 双踪示波器操作面板	10
1.3.2 UC8040 双踪示波器测量实例	12
1.3.3 电子示波器使用注意事项	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	16
1.4.2 VC1642E 函数信号发生器操作方法	18
1.4.3 函数信号发生器使用注意事项	19
1.5 电子计数器	19
1.5.1 电子计数器的结构	19
1.5.2 电子计数器的操作方法	22
1.5.3 电子计数器的测量实例	25
1.6 晶体管特性图示仪	27
1.6.1 晶体管特性图示仪的组成与性能指标	27
1.6.2 晶体管特性图示仪的操作方法	30
1.6.3 晶体管特性图示仪测量实例	30

第2章 电子元器件识读与检测

34

2.1 电阻器	34
2.1.1 固定电阻器	34
2.1.2 电位器	39
2.1.3 敏感电阻器	41

2.2	电容器	49
2.2.1	固定电容器	49
2.2.2	可变电容器	53
2.3	电感器	54
2.3.1	外形与图形符号	54
2.3.2	主要参数	54
2.3.3	参数标注	55
2.3.4	种类	56
2.3.5	检测	58
2.4	二极管	59
2.4.1	构成	59
2.4.2	结构与图形符号	59
2.4.3	性质	60
2.4.4	主要参数	61
2.4.5	极性判别	62
2.4.6	常见故障及检测	63
2.4.7	识读二极管	63
2.4.8	常用的二极管	64
2.5	三极管	67
2.5.1	外形与图形符号	67
2.5.2	结构	67
2.5.3	主要参数	69
2.5.4	检测	69
2.6	晶闸管	72
2.6.1	单向晶闸管	72
2.6.2	双向晶闸管	75
2.7	集成电路	76
2.8	电声器件	79
2.8.1	扬声器	79
2.8.2	耳机	80
2.8.3	蜂鸣器	81
2.8.4	驻极体电容式话筒	82
2.9	光耦合器	82
2.10	干簧管	84
2.11	数字显示器件	86
2.11.1	LED 数码管	86
2.11.2	液晶数字显示器	87

第3章 电子生产工艺

88

3.1	组装工艺	88
-----	------	----

3.2 焊接工艺	91
3.2.1 焊接工具	91
3.2.2 焊接材料	94
3.2.3 手工焊接	94
3.2.4 拆焊	99
3.2.5 SMT 元器件焊接	100
3.3 调试工艺	101
3.3.1 静态测试与调整	101
3.3.2 动态测试与调整	103
3.3.3 整机性能测试与调整	104

第4章 印制电路板设计与制作

106

4.1 了解印制电路板	106
4.2 设计印制电路板	107
4.3 绘制印制电路板图	110
4.4 制作印制电路板	115

第5章 实用电子制作应用电路

120

5.1 灯光控制应用电路	120
5.1.1 触摸式延时照明灯	120
5.1.2 自熄台灯	121
5.1.3 枕边方便灯	122
5.1.4 触摸式灯开关	123
5.1.5 超声遥控开关	124
5.1.6 家用自动照明开关	125
5.1.7 照明灯延时开关	126
5.1.8 调光、闪烁两用插座	127
5.1.9 台灯触摸开关	127
5.1.10 键控式调光台灯	128
5.1.11 单片 IC 装饰彩灯	129
5.1.12 声控光敏延时开关	130
5.1.13 走廊灯延时节电开关	131
5.2 电源控制应用电路	132
5.2.1 简易镍镉电池充电器	132
5.2.2 实用集成稳压电源	133
5.2.3 镍镉电池自动充电器	134
5.2.4 简易充电器	134
5.2.5 便携式可控硅充电器	135
5.2.6 连续可调的集成稳压器	136
5.2.7 家电过压保护器	137

5.2.8	全自动家电保护器	138
5.2.9	简单可靠的停电自锁开关	139
5.2.10	灵敏可靠的多功能漏电保护器	140
5.2.11	调压、定时两用器	141
5.2.12	光电式自动水龙头	142
5.2.13	自动调光电子窗帘电路	143
5.2.14	电冰箱节电器	144
5.2.15	可调直流稳压电源	144
5.3	报警器应用电路	145
5.3.1	触摸式报警器	145
5.3.2	能自动点火的煤气熄火报警器	146
5.3.3	低功耗停电报讯器	147
5.3.4	简易漏电报警器	148
5.3.5	音乐 IC 液位监控报警电路	149
5.3.6	简易红外线烟雾粉尘报警器	150
5.3.7	气敏式火灾报警器	150
5.3.8	光控防盗报警器	151
5.3.9	多用袖珍双向报警器	152
5.3.10	CMOS 触摸式电子报警器	153
5.3.11	简易磁控报警器	154
5.3.12	感应门锁报警器	154
5.3.13	触摸防盗电子狗	155
5.3.14	电冰箱关门提醒器	156
5.3.15	防触电报警器	157
5.4	声光控制应用电路	158
5.4.1	新颖变调门铃	158
5.4.2	对讲音乐门铃	159
5.4.3	叮咚-鸟鸣门铃	160
5.4.4	高响度警声发生器	161
5.4.5	闪烁灯光门铃电路	161
5.4.6	声控玩具电子狗	162
5.4.7	声控电子音乐玩具	163
5.4.8	视力保护测光器	164
5.4.9	电子疲劳消除器	166
5.4.10	声控音乐娃娃	167
5.4.11	电子生日礼物	168
5.5	娱乐与保健应用电路	169
5.5.1	耳聋助听-收音两用机	169
5.5.2	高保真助听器	171
5.5.3	电子催眠器	171

5.5.4	禁烟警示器	172
5.5.5	自动温度控制器	173
5.5.6	鱼缸水温自动控制器	174
5.5.7	电子仿声驱鼠器	174
5.5.8	电话自动录音控制器	175
5.5.9	新颖的鱼缸灯	176
5.5.10	电子速效止痛仪	178
5.5.11	小型电子按摩器	178
5.5.12	电子诱鱼器	179
5.5.13	自行车电喇叭	180
5.5.14	鱼缸电子恒温器	180
5.5.15	水开报知器	182
5.6	其他新颖应用电路	182
5.6.1	新型报时与星期历电子钟	182
5.6.2	自动音乐打点报时器	184
5.6.3	电子钟整点语言报时器	185
5.6.4	市电电压双向越限报警保护器	186
5.6.5	数字温度计电路	187
5.6.6	循环工作定时控制器	188
5.6.7	多级循环定时控制器	189
5.6.8	双键触摸式照明灯	191
5.6.9	自动应急灯电路	191
5.6.10	家用电器过压自动断电装置	192
5.6.11	小型电子声光礼花器	193
5.6.12	开关直流稳压电源	195
5.6.13	采用 555 时基电路的过电压、过电流保护电路	196
5.6.14	电气设备调温、调速器	197

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。它可以用来测量电阻、直流电压、交流电压、直流电流、晶体管等。

(1) 面板介绍

The diagram illustrates a digital multimeter (GB7676) with the following components and features:

- Scale and Pointer:** The top scale is labeled "刻度盘" (Scale) and "指针" (Pointer). It features multiple scales for voltage (V), current (mA), and resistance (Ω).
- Range Selection:** The "挡位选择开关" (Range Selection Switch) is located on the right side, allowing selection between various measurement ranges.
- Zero Adjustment:** The "机械调零旋钮" (Mechanical Zero Adjustment Knob) is used to set the pointer to zero.
- Measurement Functions:** The meter can measure:
 - Voltage (V): AC (50Hz) and DC (50Hz).
 - Current (mA): AC (50Hz) and DC (50Hz).
 - Resistance (Ω): AC (50Hz) and DC (50Hz).
 - Capacitance (C): AC (50Hz).
 - Inductance (L): AC (50Hz).
 - Frequency (f): AC (50Hz).
 - Decibels (dB): AC (50Hz).
- Controls and Indicators:**
 - 晶体管测试插孔** (Transistor Test Socket): For testing transistors.
 - 红表笔插孔** (Red Test Lead Socket): For positive voltage measurements.
 - 黑表笔插孔** (Black Test Lead Socket): For common ground (COM).
 - 欧姆调零旋钮** (Ohm Zero Adjustment Knob): For setting resistance to zero.
 - 高电压测量插孔** (High Voltage Measurement Socket): For measuring high voltages up to 2500V.
 - 大电流测量插孔** (Large Current Measurement Socket): For measuring large currents up to 5A.

图 1-1 MF-47 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，“ $\simeq$ ”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 DC20k Ω /V、AC9k Ω /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 Ω /V 表示对于交流电压及 2.5kV 的直流电压挡，其灵敏度为 4000 Ω /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 2000 Ω /V DC 表示直流挡的灵敏度为 2000 Ω /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。

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 0 Ω （表盘的右侧，电阻刻度的 0 值），如果不在 0 Ω 处，就需要调整零欧姆校正钮使万用表表针指向 0 Ω 刻度，如图 1-3 所示。



图 1-2 调整万用表的功能旋钮



图 1-3 零欧姆校正

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：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 $13 \times 100 = 1300 \Omega = 1.3 \text{ k}\Omega$ 。

(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。

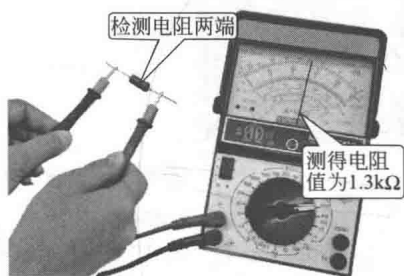


图 1-4 检测电阻

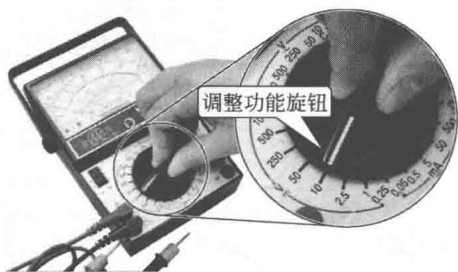


图 1-5 调整万用表功能旋钮

② 选择量程 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 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 S_3 左端，黑表笔接电阻 R_2 左端，测量电阻 R_2 两端电压，如图 1-6 所示。

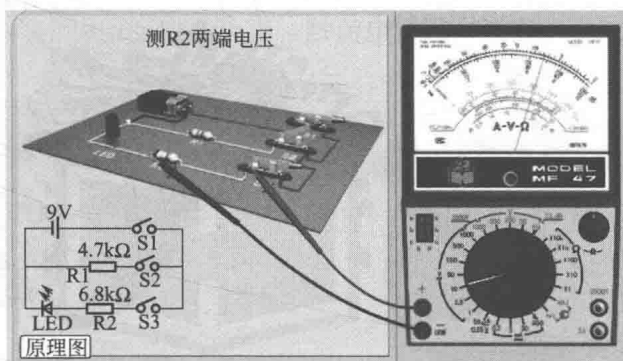


图 1-6 检测直流电压

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 $10/10 \times 6.8 = 6.8 \text{ V}$ 。

(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 电路中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。

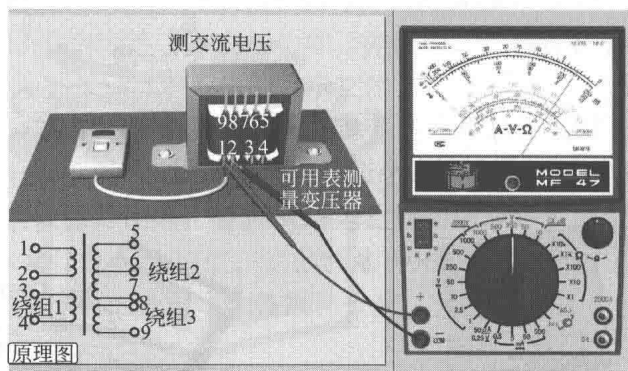


图 1-7 检测交流电压

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 $250/250 \times 218 \approx 220\text{V}$ 。

(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。

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，逐渐换用低电流挡，直至找到合适电流挡，如图 1-9 所示。

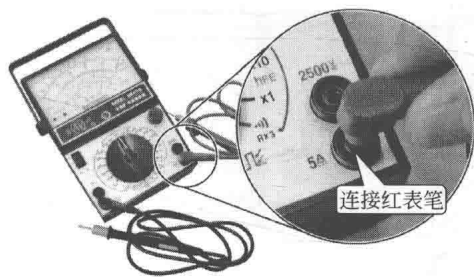


图 1-8 连接万用表表笔

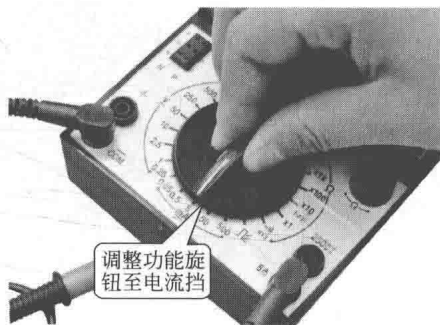


图 1-9 调整功能旋钮

③ 测量 将万用表串联在待测电路中进行电流的检测，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，可用刻度线下一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 $50/50 \times 10 = 10\text{mA}$ 。

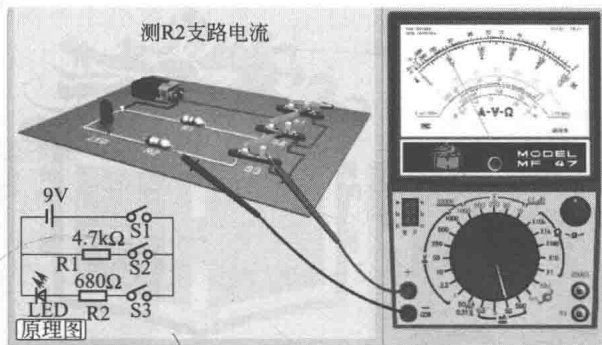


图 1-10 检测直流电流

(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。然后调节欧姆校零旋钮，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。

② 测量 根据三极管的类型和引脚的极性将检测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。

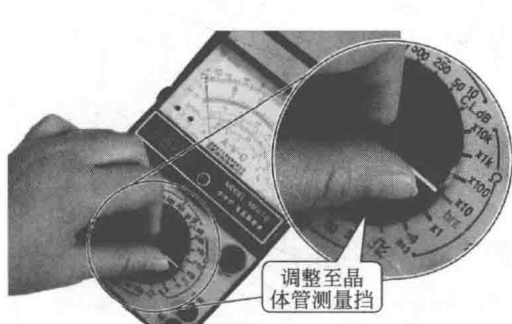


图 1-11 调整万用表功能旋钮

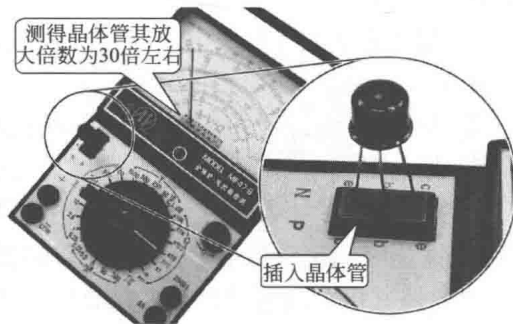


图 1-12 检测晶体管放大倍数

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，看到有两个电池，一个是圆形的 1.5V 的电池，另一个是方形的 9V 的电池，如图 1-13 所示。

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。

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,应尽量缩短万用电表使用时间,以减少万用电表内电池的电能消耗。

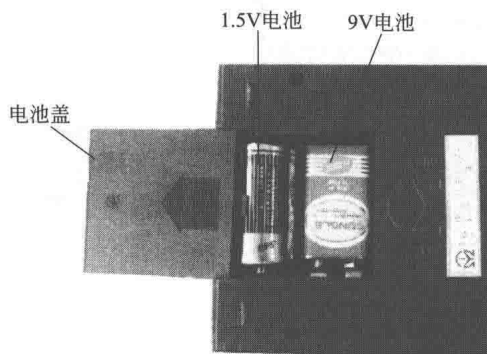


图 1-13 更换电池

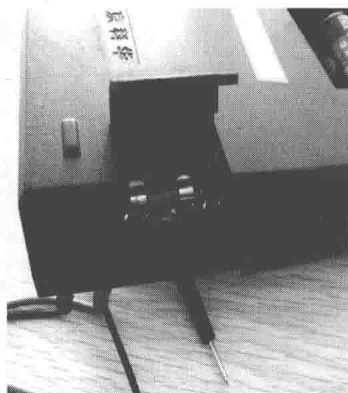


图 1-14 更换保险管

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。

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 VC9805A⁺型万用表

数字万用表的种类很多,但使用方法基本相同,本章节就以 VC9805A⁺型数字万用表为例来说明数字万用表的使用方法。VC9805A⁺型数字万用表面板,如图 1-15 所示。

从图 1-15 可以看出,数字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

表示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、容量测量挡、二极管测量挡和欧姆挡及三极管测量挡。

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。



图 1-16 挡位选择开关及各种挡位



图 1-15 VC9805A⁺ 型数字万用表面板

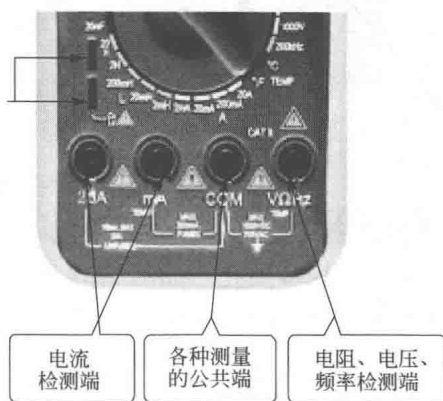


图 1-17 面板上插孔

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 V/Ω 插孔与公共端 COM 插孔, 如图 1-18 所示。

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 1-19 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