



电子技术实用教程

曹振华 主编 时更新 等编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

电子技术职业技能培训 内容简介

电子技术实用教程

曹振华 主 编
时更新 等编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书共6章,分别介绍了常用测量仪器及工具的使用方法、电子元器件的特性与检测、电子线路识图的技巧及检修知识、模拟电路基础知识、数字电路基础知识、多种行业电器设备(家电、车辆、广告牌、楼宇电器等)的工作原理及分析方法。

本书特点是知识覆盖面广,涉及新技术多,能使读者了解多种行业电器设备的工作原理及分析维修方法,进一步加深对理论及实践的认识。

本书既适合家电维修人员和无线电爱好者阅读,也适合作电子类高职高专及家用电器维修培训教材。

主 编 曹 振 华
参 编 时 更 新

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实用教程/曹振华主编;时更新等编著. —北京:国防工业出版社,2008.3
(电子技术职业技能培训)
ISBN 978-7-118-05486-6

I. 电... II. ①曹...②时... III. 电子技术—教材 IV. TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第183418号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100044)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15 字数 341 千字

2008年3月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 26.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

1 看懂电路图是每一个电子爱好者和专业人员必须具备的基本功。但是,要完全看懂一份电路图并不是件容易的事情,这不仅需要电子电气的专业知识,还需要了解元器件符号、文字标注、电路图形的标准绘制方法和电路的分析方法。随着科学技术的进步和市场的繁荣,各种各样电气设备也应运而生,因此,学会电子线路基础知识并迅速掌握看懂电子电路图的方法,不但是电子爱好者入门的必经之路,也是专业维修人员提高知识和技能的需要。

2 本书共6章,分别介绍了常用测量仪器及工具的使用方法、电子元器件的特性与检测、电子线路识图的技巧及检修知识、模拟电路基础知识、数字电路基础知识和多种行业电气设备的工作原理及分析方法。

3 本书特点是知识覆盖面广、涉及新技术多。为更好地照顾初学者和有一定基础的维修人员,本书在编写过程中,尽量避开波形分析和公式推导等纯理论知识,力求用浅显通俗的语言,简明实用地分析实用电路。通过阅读此书,读者可了解多种行业电气设备的工作原理及分析方法,进一步加深对理论及实践的认识。

4 本书既适合家电维修人员和无线电爱好者阅读,也适合作电子类高职高专及家用电器维修培训教材。

5 由于编者时间所限,书中不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

6 编者

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

目 录

第1章 测量仪器及工具	1
1.1 常用测量仪表	1
1.1.1 普通机械式万用表	1
1.1.2 普通数字万用表结构及使用方法	6
1.2 示波器	9
1.3 常用工具	15
1.3.1 电烙铁	15
1.3.2 热风枪	17
1.3.3 吸锡烙铁(吸锡器)	19
1.3.4 焊锡丝	20
1.3.5 辅助工具	20
第2章 元器件	22
2.1 电阻器类器件	22
2.1.1 普通电阻器	22
2.1.2 可变电阻器	26
2.1.3 敏感电阻	28
2.2 电容器类器件	30
2.2.1 固定电容器的基本结构、分类及参数	30
2.2.2 可变电容器	34
2.3 电感类器件	35
2.3.1 电感器	36
2.3.2 变压器	38
2.4 二极管	40
2.4.1 半导体二极管的基础知识	40
2.4.2 稳压二极管	42
2.4.3 发光二极管与光敏二极管	43
2.4.4 整流桥组件	44
2.5 晶体三极管	45
2.5.1 晶体三极管的结构、种类、特性和主要参数	45
2.5.2 三极管的检测	48
2.6 晶闸管	49
2.6.1 晶闸管的种类和主要参数	50

20	2.6.2	晶闸管的检测	51
20	2.7	场效应管	53
20	2.7.1	场效应管的分类、工作原理及主要技术参数	53
20	2.7.2	场效应管(MOSFET)	55
20	2.7.3	绝缘栅双极型晶体管(IGBT)	57
20	2.8	光电耦合器件	58
20	2.8.1	光电耦合器	58
20	2.8.2	光电开关	59
00	2.9	石英晶体及陶瓷类元件	60
001	2.9.1	石英谐振器	60
101	2.9.2	陶瓷滤波器	62
101	2.10	电声器件	63
101	2.10.1	扬声器与耳机	64
101	2.10.2	话筒	65
	第3章	识图技巧与检修	68
00	3.1	原理图识图技巧	68
001	3.1.1	看懂电路图需要的基础知识	68
001	3.1.2	电路图的看图方法	71
111	3.1.3	单元电路工作原理的分析方法	73
111	3.1.4	整机电路的分析方法	76
111	3.2	检修技巧	78
111	3.2.1	电路检查方法	79
111	3.2.2	电子设备维修方法	80
	第4章	模拟电路	83
121	4.1	基本放大电路及级间耦合电路	83
121	4.1.1	晶体管(三极管和场效应管)放大电路	83
121	4.1.2	放大器级间的耦合	86
821	4.2	电路中的反馈	88
821	4.2.1	反馈的概念	88
131	4.2.2	反馈电路的种类及判别方法	88
131	4.3	功率输出电路(功放电路)	90
131	4.3.1	甲类功率放大器	90
141	4.3.2	乙类功率放大器	90
141	4.3.3	甲乙类功率放大器	91
141	4.3.4	OCL 功放电路	91
121	4.3.5	OTL 电路的基本形式	92
121	4.3.6	BTL 功放电路	92
121	4.3.7	集成电路功放电路分析	93
020	4.4	振荡电路	95

12	4.4.1	振荡电路的启振条件及选频电路	95
82	4.4.2	变压器耦合正弦波振荡电路	96
82	4.4.3	电感三点式振荡电路	96
22	4.4.4	电容三点式振荡电路	97
72	4.4.5	晶体振荡电路	97
82	4.4.6	电感耦合脉冲振荡器	98
82	4.4.7	互补振荡器	99
92	4.4.8	再生环(回环)振荡电路	99
00	4.4.9	单结晶体管脉冲振荡器	100
00	4.4.10	多谐振荡器脉冲振荡电路	100
50	4.5	普通电源电路	101
80	4.5.1	变压电路	101
40	4.5.2	整流电路	101
20	4.5.3	滤波电路	104
80	4.5.4	稳压电源	105
80	4.6	普通三端集成稳压器	106
80	4.6.1	三端集成稳压器原理	106
17	4.6.2	三端集成稳压器应用	109
87	4.6.3	高增益并联可调基准稳压器 TL431A/B	111
07	4.7	开关电源电路	112
87	4.7.1	开关电源概述	112
97	4.7.2	普通开关电源	114
08	4.7.3	新型高效 IC 式开关电源	116
88	4.7.4	高效率双管半桥式他激开关电源	118
	第 5 章	数字电路	124
88	5.1	常用数制	124
08	5.1.1	数制及其转换	124
88	5.1.2	带符号数的表示法	128
88	5.1.3	原码、反码和补码	128
88	5.1.4	BCD 码和字符的 ASC II 码	131
00	5.2	逻辑代数和门电路	133
00	5.2.1	逻辑代数与基本门电路	133
00	5.2.2	基本门电路	145
10	5.3	组合逻辑电路的识别	148
10	5.3.1	逻辑门实际使用常识	148
50	5.3.2	组合电路的识别	154
50	5.4	时序逻辑电路的识别	157
80	5.4.1	触发器常识	157
20	5.4.2	时序逻辑电路的识别	160

5.5	常用数字集成电路的应用	166
5.5.1	门电路的应用	166
5.5.2	时基集成电路 555 的应用	173
第 6 章	实际电路分析	176
6.1	音响电路分析	176
6.1.1	收音机电路	176
6.1.2	扩音机电路	177
6.2	照明类小电器电路分析	180
6.2.1	调光台灯	180
6.2.2	白光 LED 低压手电筒	180
6.2.3	应急灯电路	181
6.3	风扇类电器电路分析	182
6.3.1	风扇调速原理	182
6.3.2	鸿运扇	183
6.3.3	热风扇	185
6.3.4	电脑程控电风扇	185
6.3.5	电脑遥控转叶扇电路分析	187
6.4	厨房电器设备电路分析	190
6.4.1	微电脑控制电饭煲电路	190
6.4.2	电磁灶电路	190
6.4.3	微波炉电路	191
6.4.4	抽油烟机电路	193
6.5	监控报警电路	193
6.5.1	可视门禁系统实例分析	193
6.5.2	无线智能电话防盗报警器的设计	196
6.5.3	无线门磁及红外热释电传感器	207
6.5.4	人体感应开关	211
6.5.5	汽车停车场自动控制系统	212
6.6	实用车辆控制电路	217
6.6.1	通用车辆防盗报警器	217
6.6.2	电动车有刷与无刷电机控制器	218
6.6.3	电动车充电器电路	224
6.7	智能型动画广告屏控制器	228
6.8	霓虹灯彩灯控制器	229

第 1 章 测量仪器及工具

检测电子电路时,能熟练使用常用的工具是非常重要的技能。本章将介绍一些实用的检修工具,它们可以用来检修多种电子元器件及电路。

1.1 常用测量仪表

在检修电子元器件及电子线路时,常用的测量仪表主要有万用表、绝缘电阻表、电容表等。普通万用表主要用来检测电压、电流及电阻等物理量,通常在表盘上用 A、V、 Ω 等符号来表示;有些万用表还能够测量音频电平。万用表的种类很多,按结构可分为两种:一种为机械式万用表,一种为数字万用表。

1.1.1 普通机械式万用表

1. 结构及使用方法

普通机械式万用表由表头(磁电式)、挡位转换开关、机械调零装置(调零电位器)、表笔、插座等构成。按旋转开关的形式可分为两类:一类为单旋转开关式,如 MF9 型、MF10 型、MF47 型、MF50 型等;另一类为双旋转开关式,常用的为 MF500 型。下面以常用的 MF47 型万用表为例介绍其使用方法。MF47 型万用表的外形如图 1-1 所示,内部电路如图 1-2 所示。

1) 电路部分

由电路原理图可知,万用表由 5 部分电路组成,它们分别是表头或表头电路,用于指示测量结果;分压电路,用于测量交、直流电压;分流电路,用于测量直流电流;电池调零电位器等,用于测量电阻;测量选择电路,用于选择挡位量程。

2) 表头

表头采用磁电式微安表作为表头。表头的内部由上下游丝及磁铁等组成。当微弱的电流通过表头时,会产生电磁感应,线圈在磁场的作用下转动,并带动指针偏转。指针偏转角度的大小取决于通过表头电流的大小。由于表头线圈的线径比较细,所以允许通过的电流很小,实际应用中为了满足较大量程的需要,在万用表内部设有分流及降压电路来完成对各种物理量的测量。

3) 表盘

如图 1-1 所示,第 1 条刻度线为电阻挡的读数,它的右端为“0”,左端为“ ∞ ”(无穷大),且刻度线是不均匀的,读数时应该从右向左读,即表针越靠近左端阻值越大。第 2、第 3 条线是交流电压、直流电压及各直流电流的读数,左端为“0”,右端为最大读数。根据量程转换开关的不同,即使表针摆到同一位置时,其所指示的电压、电流的数值也不相同。

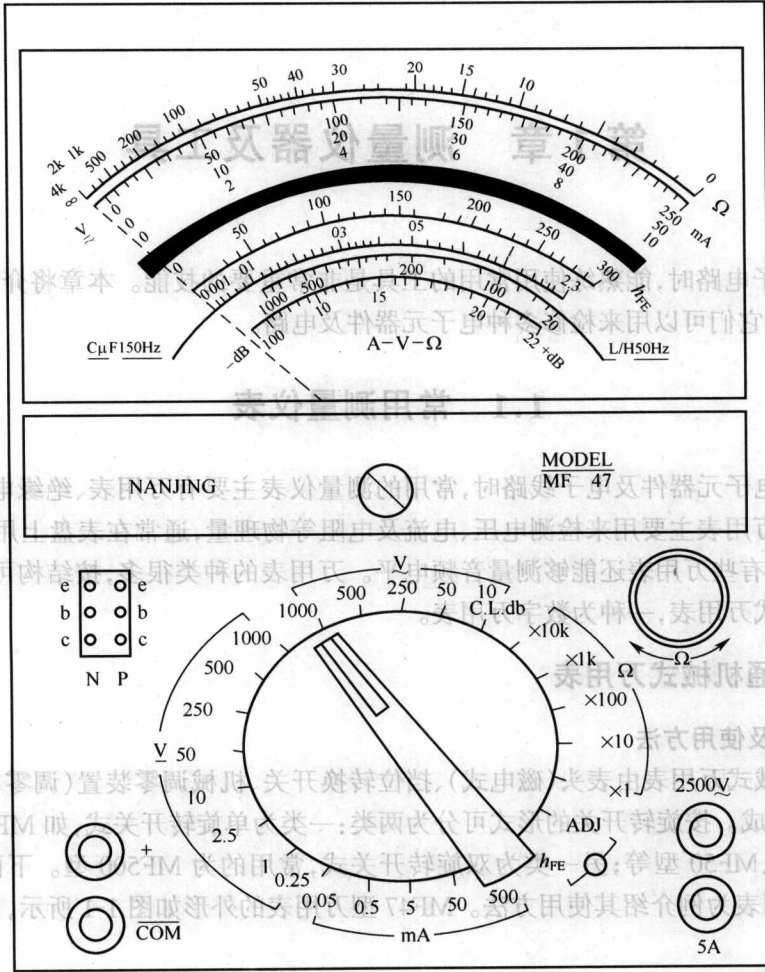


图 1-1 MF47 型万用表外形图

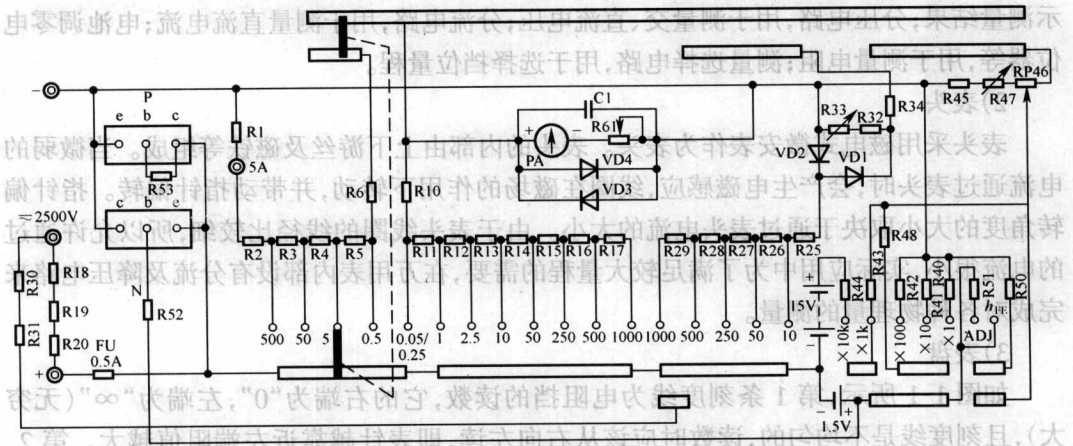


图 1-2 MF47 型万用表电路原理图

第4条线是交流电压读数线,是为了提高小电压读数的精度而设置的。第5条线是测晶体管放大倍数(h_{FE})的。第6、第7条线分别是测量负载电流和负载电压的读数线。第8条线为音频电平(dB)的读数线。

MF47型万用表设有反光镜片,可减小视觉误差,如图1-1所示。

4)转换开关的读数

(1)测量电阻:转换开关拨至 $R \times 1 \sim R \times 10k$ 挡位。

(2)测交流电压:转换开关拨至 $10V \sim 1000V$ 挡位。

(3)测直流电压:转换开关拨至 $0.25V \sim 1000V$ 挡位。若测高电压则将表笔插入 $2500V$ 插孔即可。

(4)测直流电流:转换开关拨至 $0.25mA \sim 247mA$ 挡位。若测量大的电流,应把正(红)表笔插入 $+5A$ 孔内,此时负(黑)表笔还应插在原来的位置。

(5)测晶体管放大倍数:挡位开关先拨至ADJ挡调零,使指针指向右边零位,再将挡位开关拨至 h_{FE} 挡,将三极管插入NPN或PNP插座,读第5条线的数值,即为三极管放大倍数。

(6)测负载电流 I 和负载电压 V :使用电阻挡的任何一个挡位均可。

(7)音频电平(dB)的测量:应该使用交流电压挡。

5)万用表的使用方法

(1)使用万用表之前,应先注意表针是否指在“ ∞ ”(无穷大)的位置,如果表针不在此位置,应用螺钉旋具调整机械调零钮,使表针正好处在无穷大的位置。

注意:此调零钮只能调半圈,否则有可能会损坏万用表,以致无法调整。

(2)在测量前,应首先明确要测量的物理量,并将转换开关拨至相应的挡位上,同时还要考虑好表笔的接法;然后再进行测量,避免因误操作而造成万用表的损坏。

(3)将红表笔(正)插入“+”孔内,黑表笔(负)插入“-”或“*”孔内。如需测大电流、高电压,可以将红表笔分别插入 $2500V$ 或 $5A$ 插孔。

(4)测电阻:在使用电阻各不同量程之前,都应先将正负表笔对接,调节调零电位器,让表针正好指在零位,而后再进行测量,否则会加大所测阻值的误差。

注意:每换一次挡,都要进行一次调零,再将表笔接在被测物的两端,就可以测量电阻值了。

电阻值的读法:将开关所指数与表盘上的读数相乘,就是被测电阻的阻值。例如:用 $R \times 100$ 挡测量一只电阻,表针指在“10”的位置,那么这只电阻的阻值是 $10 \times 100\Omega = 1000\Omega = 1k\Omega$;如果表针指在“1”的位置,其电阻值为 100Ω ;若指在“100”的位置,则为 $10k\Omega$,以此类推。

(5)测电压:测量电压时,应将万用表调到电压挡,并将两表笔并联在电路中进行测量,测量交流电压时,表笔可以不分正负极;测量直流电压时,红表笔接电源的正极,黑表笔接电源的负极,如果接反,表笔会向相反的方向摆动。如果测量前不能估测出被测电路电压的大小,应用较大的量程去试测,如果表针摆动很小,再将转换开关拨到较小量程的位置;如果表针迅速摆到零位,应该马上把表笔从电路中移开,加大量程后再去测量。

注意:测量电压时,应一边观察着表针的摆动情况,一边用表笔试着进行测量,以防电压过高把表针打弯或把万用表烧毁。

晶(6)测直流电流:应将表笔串联在电路中进行测量(将电路断开),红表笔接电路的正极,黑表笔接电路中的负极。测量时应该先用高档位,如果表针摆动很小,再换低档位。如需测量大电流,应该用扩展档。

注意:万用表的电流档是最容易被烧毁的,在测量时应千万注意。

(7)晶体管放大倍数(h_{FE})的测量:先把转换开关转到 ADJ 挡(无 ADJ 挡其他型号表面可用 $R \times 1k$ 挡)调好零位,再把转换开关转到 h_{FE} 进行测量。将晶体管的 b、c、e 三个极分别插入万用表上的 b、c、e 三个插孔内,PNP 型晶体管插 PNP 位置,读第 4 条刻度线上的数值;NPN 型晶体管插入 NPN 位置,读第 5 条刻度线的数值,均按实数读。

(8)穿透电流的测量:按照晶体管放大倍数(h_{FE})的测量方法将晶体管插入对应的孔内,但晶体管的 b 极不插入,这时表针将有一个很小的摆动,根据表针摆动的大小来估测穿透电流的大小,表针摆动幅度越大,穿透电流越大,否则就小。由于万用表 CUF、LUH 刻度线及 dB 刻度线应用得很少,在此不再赘述,使用时可参见说明书。

6) 万用表使用注意事项

(1)不能在正负表笔对接时或测量时旋转转换开关,以免旋转到 h_{FE} 挡位时,表针迅速摆动,将表针打弯,并有可能烧坏万用表。

(2)在测量电压、电流时,应该先选用大量程的挡位试测,再选择合适的量程去测量。

(3)不能在通电的状态下测量电阻,否则会烧坏万用表。测量电阻时,应断开电阻的一端进行测试,这样准确度高。

(4)每次使用万用表之后,都应该将转换开关调到交流最高挡位,以防止由于第二次使用不注意或外行人乱动烧坏万用表。

(5)在每次测量之前,应该先看转换开关的挡位。严禁不看挡位就进行测量,这样有可能损坏万用表,这是一个从初学时就应养成的良好习惯。

(6)万用表不能受到剧烈振动,否则会降低万用表的灵敏度。

(7)使用万用表时应远离磁场,以免影响万用表的性能。

(8)万用表长期不用时,应该把表内的电池取出,以免腐蚀表内的元器件。

2. 机械式万用表常见故障的检修

以 MF47 型万用表为例,其电路原理如图 1-2 所示。

1) 磁电式表头故障

(1)摆动表头,指针摆幅很大且没有阻尼作用。此故障为可动线圈断路、游丝脱焊。

(2)指示不稳定。此故障为表头接线端松动或动圈引出线、游丝、分流电阻等脱焊或接触不良。

(3)零点变化大,通电检查误差大。此故障可能是轴承与轴承配合不妥当,轴尖磨损比较严重,致使摩擦误差增加,游丝严重变形,游丝太脏而粘圈,游丝弹性疲劳,磁间隙中有异物等。

2) 直流电流挡故障

(1)测量时,指针无偏转。此故障多为:表头回路断路,使电流等于零;表头分流电阻短路,从而使绝大部分电流流不过表头;接线端脱焊,从而使表头中无电流流过。

(2)部分量程不通或误差大。其故障原因是分流电阻断路、短路或变值。多见于 $R \times$

1Ω挡。其故障原因是分流电阻变值(阻值变化大,导致正误差超差;阻值变小,导致负误差)。

(3)测量误差大。其故障原因是分流电阻变值(阻值变化大,导致正误差超差;阻值变小,导致负误差)。

(4)指示无规律,量程难以控制。其故障原因多为量程转换开关位置窜动(调整位置,安装正确后即可解决)。

3)直流电压挡故障

(1)指针不偏转,示值始终为零。其故障原因是分压附加电阻断线或表笔断线。

(2)误差大。其故障原因是附加电阻的阻值增加引起示值的正误差,阻值减小引起示值的负误差。

(3)正误差超差并随着电压量程变大而严重。其故障原因是表内电压电路元件受潮而漏电,电路元件或其他元件漏电,印制电路板受污、受潮、击穿、电击碳化等引起漏电。修理时,应刮去烧焦的纤维板,清除粉尘,用酒精清洗电路后做烘干处理,严重时,应用小刀割铜箔与铜箔之间电路板,从而使绝缘良好。

(4)不通电时指针有偏转,小量程时更为明显。其故障原因是由于受潮和污染严重,使电压测量电路与内置电池形成漏电回路。处理方法同上。

4)交流电压、电流挡故障

(1)处于交流挡时,指针不偏转、示值为零或很小。此故障多为整流元件短路或断路,或引脚脱焊。检查整流元件,如有损坏应更换,有虚焊时应重焊。

(2)处于交流挡时,示值减小一半。此故障是由整流电路故障引起的,即全波整流电路局部失效而变成半波整流电路使输出电压降低,更换整流元件后,故障即可排除。

(3)处于交流电压挡时,指示值超差。此故障是由串联电阻阻值变化超过元件允许误差而引起的。当串联电阻阻值降低绝缘电阻降低、转换开关漏电时,将导致指示值偏高;相反,当串联电阻阻值变大时,将使指示值偏低而超差。应采用更换元件、烘干和修复转换开关的办法排除故障。

(4)处于交流电流挡时,指示值超差。此故障为分流电阻阻值变化或电流互感器发生匝间短路,更换元器件或调整修复元器件后可排除故障。

(5)处于交流挡时,指针抖动。此故障原因为表头的轴尖配合太松,修理时指针安装不紧,转动部分质量改变等,由于其固有频率刚好与外加交流电频率相同,从而引起共振,尤其是当电路中的旁路电容变质失效而无滤波作用时更为明显。排除故障的办法是修复表头或更换旁路电容。

5)电阻挡故障

(1)电阻挡的常见故障是各挡位电阻损坏(原因多为使用不当,用电阻挡误测电压)。使用前,用手捏两表笔,一般情况下表针应摆动,如摆动则为对应挡电阻烧坏,应予以更换。

(2)在R×1挡两表笔短接之后,调节调零电位器不能使指针偏转到零位。此故障多是万用表内置电池电压不足,或电极触簧受电池漏液腐蚀生锈,从而造成接触不良。此类故障在仪表长期不更换电池情况下出现最多。如果电池电压正常,接触良好,调节调零电位器指针偏转不稳定,无法调到欧姆零位,则多是调零电位器损坏。

(3)在R×1挡可以调零,其他量程挡调不到零,或只是R×10k、R×100k挡调不到

零。出现故障的原因是由于分流电阻阻值变小,或者高阻量程的内置电池电压不足。此时,应更换电阻元件或叠层电池。

(4)在 $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 挡测量误差大。在 $R \times 100$ 挡调零不顺利,即使调到零,但经几次测量后,零位调节又变得不正常。这种故障是由于量程转换开关触点上存在黑色污垢,使接触电阻增加且不稳定,可擦拭各挡开关触点直至露出银白色为止。

(5)表笔短路,表头指示不稳定。故障原因多是线路中有假焊点,电池接触不良或表笔引线内部断线。修复时应从最容易排除的故障做起,即先保证电池接触良好,表笔正常,如果表头指示仍然不稳定,就需要寻找线路中的假焊点加以修复。

(6)在某一量程挡测量电阻时严重失准,而其余各挡正常,这种故障往往是由于量程开关所指的表箱内对应电阻已经烧毁或断线所致。

(7)指针不偏转,电阻示值总是无穷大。故障原因大多是表笔断线,转换开关接触不良,电池电极与引出簧片之间接触不良,电池日久失效已无电压以及调零电位器断路。找到具体原因之后作针对性的修复,或更换内置电池,故障即可排除。

3. 机械式万用表的选用

万用表的型号很多,而不同型号之间功能也存在差异。在选购万用表的时候,除基本量程外,通常还要注意以下几个方面。

(1)用于检修无线电等弱电设备时,选用万用表一定要注意以下三个方面:

①万用表的灵敏度不能低于 $20\text{k}\Omega/\text{V}$,否则在测量直流电压时,万用表对电路的影响太大,而且测试数据也不准。

②需要上门修理时,应选外形稍小一些的万用表,如 50 型 U201 等;如果不上门修理,可选择 NMF47 或 MF50 型万用表。

③频率特性选择(俗称是否抗峰值)方法,用直流电压挡测高频电路(如彩色电视机的行输出电路电压)看是否显示标称值,如是则频率特性高;如指示值偏高则频率特性差(不抗峰值),则此表不能用于高频电路的检测(最好不要选择此类)。

(2)检修电力设备时,如检修电动机、空调、冰箱等。选用的万用表一定要有交流电流测试挡。

(3)检查表头的阻尼平衡。首先进行机械调零,将表在水平、垂直方向来回晃动,指针不应该有明显的摆动;将表水平旋转和竖直放置时,表针偏转不应该超过一小格;将表针旋转 360° 时,指针应该始终在零附近均匀摆动。如果达到了上述要求,就说明表头在平衡和阻尼方面达到了标准。

1.1.2 普通数字万用表结构及使用方法

数字万用表是利用模拟/数字转换原理,将被测模拟电量参数转换成数字电量参数,并以数字形式显示的一种仪表。与指针式万用表相比,它具有精度高、速度快、输入阻抗高、对电路的影响小、读数方便准确等优点。其外形如图 1-3 所示。

1. 数字万用表的构成及原理

1) 数字万用表的构成

数字万用表(以 DT-890B 为例说明)原理方框图如图 1-4 所示。整个电路由三大部分组成。

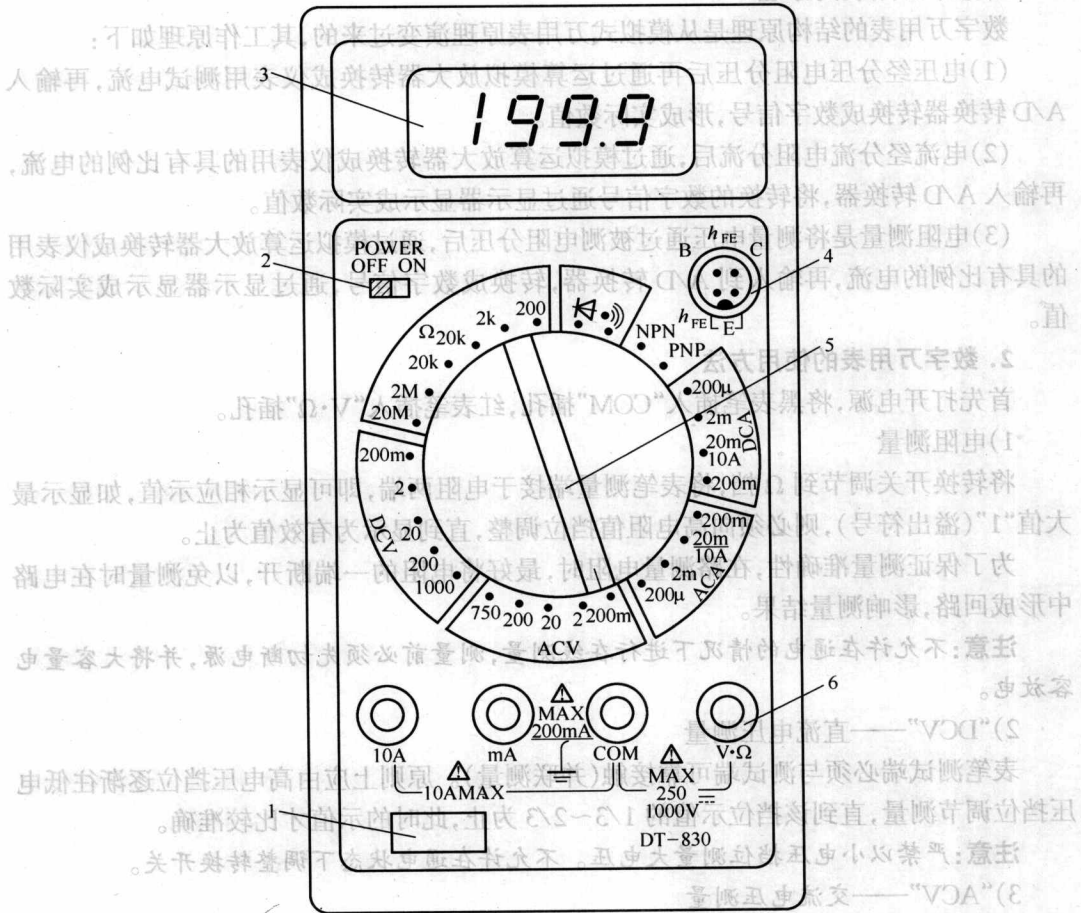


图 1-3 数字万用表外形

1—铭牌；2—电源开关；3—LCD 显示器；4— h_{FE} 插孔；5—量程选择开关；6—输入插孔。

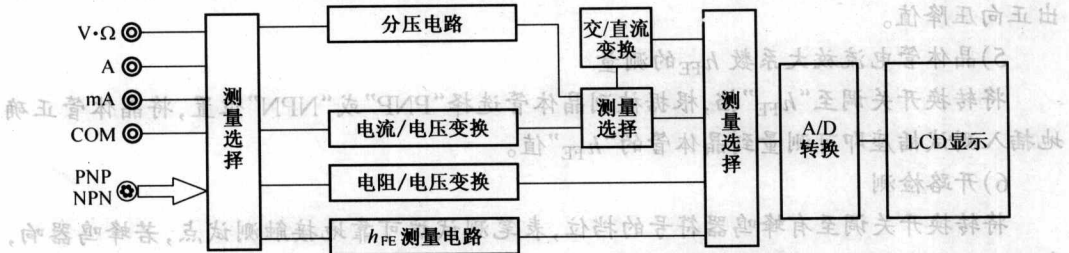


图 1-4 数字万用表的原理图

- (1) 由双积分 A/D 转换器和三位半 LCD 显示屏组成的基本测量显示部件(相当于指针式万用表的表头)；
- (2) 由分压器、电流/电压变换器、交流/直流变换器、电阻/电压变换器、电容/电压变换器、晶体管测量电路等组成的量程扩展电路,以构成多量程的数字万用表；
- (3) 由波段开关构成的测量选择电路。

2) 数字万用表的原理

数字万用表的结构原理是从模拟式万用表原理演变过来的,其工作原理如下:

(1) 电压经分压电阻分压后再通过运算模拟放大器转换成仪表用测试电流,再输入 A/D 转换器转换成数字信号,形成实际数值。

(2) 电流经分流电阻分流后,通过模拟运算放大器转换成仪表用的具有比例的电流,再输入 A/D 转换器,将转换的数字信号通过显示器显示成实际数值。

(3) 电阻测量是将测量电压通过被测电阻分压后,通过模拟运算放大器转换成仪表用的具有比例的电流,再输入到 A/D 转换器,转换成数字信号,通过显示器显示成实际数值。

2. 数字万用表的使用方法

首先打开电源,将黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V·Ω”插孔。

1) 电阻测量

将转换开关调节到 Ω 挡,将表笔测量端接于电阻两端,即可显示相应示值,如显示最大值“1”(溢出符号),则必须向高电阻值挡位调整,直到显示为有效值为止。

为了保证测量准确性,在路测量电阻时,最好将电阻的一端断开,以免测量时在电路中形成回路,影响测量结果。

注意:不允许在通电的情况下进行在线测量,测量前必须先切断电源,并将大容量电容放电。

2) “DCV”——直流电压测量

表笔测试端必须与测试端可靠接触(并联测量)。原则上应由高电压挡位逐渐往低电压挡位调节测量,直到该挡位示值的 $1/3 \sim 2/3$ 为止,此时的示值才比较准确。

注意:严禁以小电压挡位测量大电压。不允许在通电状态下调整转换开关。

3) “ACV”——交流电压测量

测量方法同 2)。

4) 二极管测量

将转换开关调至二极管挡位,黑表笔接二极管负极,红表笔接二极管正极,即可测量出正向压降值。

5) 晶体管电流放大系数 h_{FE} 的测量

将转换开关调至“ h_{FE} ”挡,根据被测晶体管选择“PNP”或“NPN”位置,将晶体管正确地插入测试插座即可测量到晶体管的“ h_{FE} ”值。

6) 开路检测

将转换开关调至有蜂鸣器符号的挡位,表笔测试端可靠地接触测试点,若蜂鸣器响,表示该线路是通的,不响则该线路不通。

注意:不允许在被测量电路通电的情况下进行检测。

7) “DCA”——直流电流测量

低于 200mA 时红表笔插入 mA 插孔;高于 200mA 时红表笔插入 A 插孔,表笔测试端必须与测试端可靠接触(串联测量)。原则上应由高电流挡位逐渐往低电流挡位调节测量,直到该挡位示值的 $1/3 \sim 2/3$ 为止,此时的示值才是一个比较准确的值。

注意:严禁以小电流挡位测量大电流。不允许在通电状态下调整转换开关。

8)“ACA”——交流电流测量。(测量方法同7)。

3. 数字万用表常见故障与检修

1) 仪表无显示

首先应检查电池电压是否正常(一般用的是9V电池)。其次检查熔丝是否正常,若不正常,则予以更换;检查稳压块是否正常,若不正常,则予以更换;限流电阻是否开路,若开路,则予以更换。最后检查:①线路板上的线路是否有腐蚀或短路、断路现象(特别是主电源电路线),若有,则应进行清洗电路板,并及时做好干燥和焊接工作。②如果一切正常,应测量显示集成块的电源输入的两脚,测试电压是否正常,若正常,则该集成块损坏,必须更换该集成块;若不正常,则检查有没有其他短路点,若有,则要及时处理好,若没有或处理好后,还不正常,那么该集成块内部短路,则必须更换。

2) 电阻挡无法测量

首先从外观上检查电路板,在电阻挡回路中有没有连接电阻烧坏,若有,则必须立即更换;若没有,则要对每一个连接元件进行测量,有坏的及时更换;若外围都正常,则测量集成块损坏,必须更换。

3) 电压挡在测量高压时示值不准,或测量稍长时间,示值不准甚至不稳定

此类故障大多是由于某一个或几个元件工作功率不足引起的。若在停止测量的几秒钟内检查,则会发现这些元件发烫,这是由于功率不足而产生了热效应所造成的,同时形成了元件的变值(集成块也是如此)。检修时必须更换该元件(或集成电路)。

4) 电流挡无法测量

该故障多数是由于操作不当引起的。应先检查限流电阻和分压电阻是否烧坏,若烧坏,则应予以更换。再检查放大器的连线是否损坏,若损坏,则应重新连接好;若不正常,则更换放大器。

5) 示值不稳,有跳字现象

应检查整体电路板是否受潮或有漏电现象,若有,则必须清洗电路板并做好干燥处理。再检查输入回路中有没有接触不良或虚焊现象(包括测试笔),若有,则必须重新焊接。还要检查有无电阻变质或测试后有无元件发生异常的烫手现象,这种现象是其功率降低引起的,若有此现象,则应更换该元件。

6) 示值不准

这种现象主要是测量通路中的电阻值或电容失效引起的,则更换该电容或电阻。首先应检查该通路中的电阻阻值(包括热反应中的阻值),若阻值变值或热反应变值,则予以更换该电阻;其次检查A/D转换器的基准电压回路中的电阻、电容是否损坏,若损坏,则予以更换。

1.2 示波器

对于电维修人员来说,掌握示波器的使用,将会大大加快判断故障的速度,提高判断故障的准确率,特别在检修疑难故障时,示波器将会成为得力工具。示波器不仅可以测量电压,还可以快速地把电压变化的幅值描绘成随时间变化的曲线,这就是常说的波形图。