

- 888

万用电表 检修技巧与实例

李保宏 编著



万用电表检修技巧与实例

李保宏 编著

人民邮电出版社

登记证号(京)143 号

内 容 提 要

本书是作者多年来从事万用电表检修工作的经验总结。书中介绍了万用电表的检修技巧与实例。全书内容丰富,实用性强。

本书共分三章:第一章介绍万用电表电路基础知识,万用电表故障的检查和修理方法;第二章介绍模拟万用电表检修 30 例;第三章介绍液晶显示数字万用电表检修与质量判别 23 例。所选故障实例,既有普遍性又有特殊性。可供万用电表检修人员、调试人员和设计人员参考。

万用电表检修技巧与实例

Wanyongdianbiao Jianxiu Jiqiao Yu Shili

李保宏 编著

责任编辑 唐素荣

人民邮电出版社出版发行

北京东长安街 27 号

人民邮电出版社河北印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本:787×1092 1/32 1994 年 3 月 第一版

印张:10.5 1994 年 3 月 河北第 1 次印刷

字数:240 千字 插页:3 印数:1—15 000 册

ISBN7-115-05099-6/TN·642

定价:8.40 元

前 言

当代电子科学技术的迅猛发展, 创造出一个神奇的世界。多少人闯进了电子宫殿, 在那里自由地摘取一颗颗耀眼的明珠。多少人刚刚迈入电子宫殿的大门, 正在深探求精。还有很多人观望着电子宫殿, 且在门前徘徊。初学—入门—深造—发明, 在这条走向成功的道路上, 众多电子爱好者无一不喜爱过手中必备的工具—万用电表。

普通万用电表的测量范围经历了由测电流、电压、电阻; 到测分贝、电容、电感, 以后在此基础上又增加了测晶体三极管放大系数等多种功能。随着集成运算放大器的问世, 模拟万用电表的面貌也为之一新。由变换器、集成运算放大器与表头构成的运放万用电表, 彻底改变了仪表性能完全取决于表头满度偏转电流的限制, 使仪表在测量中, 流经表头的电流远低于表头满度偏转电流时, 仍能获得准确读数。

80 年代以来, 采用大规模集成电路制成的各种袖珍、台式、智能化数字万用电表, 迅速普及, 尤其是三位半、四位半液晶 (LCD) 显示万用电表, 市场潜力较大, 用户量逐年上升。数字万用电表可大致分为三种类型。其一, 手动转换数字万用电表, 可用来测量 DCV、DCA、ACV、ACA、 Ω 、S (电导)、C、C· Θ 、DT、 h_{FE} 、 T 、 f 等; 上列所有测量功能的变换均由手工完成。其二, 手动/自动转换数字万用电表; 在上述数字万用电表的基础上, 将部分手动转换内容改为自动转换, 可用作 LOGIC (逻辑测试)、

TRMS(真有效值)、REL Δ(相对值)、PD(脉冲宽度—puls Duration)、D(占空比—Duty Factor)的测试,以及 AD/DC Converter(交一直流自动转换)、ON/OFF Converter(电源自动关断)、HOLD(读数保持)等。采用专用大规模集成电路制成的数字万用电表,除了具有上述功能外,还开发出 LCD 数显与条图同时显示,PK HOLD(峰值保持)、MER(存储)、MEM RCL(读存储数)COMM(数据取出)RST(复位) dB_m (功率电平测试)、UPA、UPV(上、下限设定)、AUTO CAL(自动校准)、FAST(快速测量)等。其三,示波万用电表:示波万用电表集双通道数字存储示波器、函数发生器、三位半数字万用电表为一体。示波频响为 DC~50MHz,可存储若干个波形(如 8 个),还可将波形放大。函数发生器可产生若干种测试信号(如 4 种),供用户在不同场合选用。可同时进行多种测量(如五种),还带有 RS232C 接口。

为了充分发挥现有万用电表的作用,进而掌握新型万用电表的使用与维修技术,本书从实际出发,将积累多年的检修经验奉献给需要这方面知识的朋友们。

本书是笔者在完成《实用万用电表检修》、《普及型万用电表图集》之后的又一部检修专著。全书共分三章:第一章归纳介绍各种模拟型万用电表的测量机构、典型电路及部分电路原理分析,综述检查万用电表故障、修理万用电表故障的基本方法,为检修工作的开展准备必要的基础知识。第二章专门论述常用模拟万用电表典型故障 30 例。示例中有故障表现、有检查故障的过程,有处理故障的过程,并对故障产生的原因进行了分析,数据真实,说明具体。第三章论述普及型 LCD 显示数字万用电表的常见故障 22 例。所选内容尽量做到各个型号有所侧重,相互补充。

本书集理论、实践、经验为一体,收集了大量故障前、试验中和检修后的数据,图解直观,说理充分,由浅入深,力求通俗易懂。其中的检修方法有简有繁,可适应不同读者的需要。

本书由扬州无线电元件三厂吉俊涛同志审阅。值此,作者向本书编写、出版过程中曾给予热情关心、支持和帮助的同志们表示诚挚的感谢!

由于作者水平有限,书中定会存在一些缺点和错误,欢迎读者批评指正。

李保宏

目 录

第一章 万用电表电路原理及故障检修方法.....	1
1.1 万用电表的测量机构	1
1.1.1 模拟万用电表的测量机构	1
1.1.2 运放万用电表的测量机构	3
1.1.3 液晶显示数字万用电表的测量机构	8
1.2 万用电表常用电路及部分电路原理.....	14
1.2.1 模拟万用电表常用典型电路.....	14
1.2.2 数字万用电表常用典型电路.....	21
1.2.3 电容测量电路原理.....	40
1.2.4 双功万用电表构成原理.....	50
1.3 万用电表故障的检查方法.....	53
1.3.1 电路故障检查中的逻辑判断.....	55
1.3.2 通路 病路 分割点的选择.....	60
1.3.3 电路故障检查中的测量.....	64
1.3.4 锡焊质量缺陷及其故障的检查.....	76
1.3.5 接触不良及其故障检查.....	81
1.4 万用电表故障的修理方法.....	85
1.4.1 印制线路的修复.....	88
1.4.2 电路中元器件的拆除.....	91
1.4.3 电路中元器件的代换.....	98
1.4.4 焊接准备与焊接.....	111

1.4.5 万用电表的拆、装、封	117
1.5 万用电表故障的分类与来源	132
1.6 检修万用电表须知	136

第二章 模拟万用电表检修实例..... 140

2.1 电容各档校准时指针极大偏转	140
2.2 表头指针不能转动	145
2.3 电阻 $R \times 1$ 档调零时指针跳跃不定	148
2.4 电阻档调零和测量中指针跳跃不定	150
2.5 交流 50V 以上量程极不正确	152
2.6 电阻 $R \times 1 \sim R \times 100$ 档示值超差	155
2.7 电阻 $R \times 1$ 档不能正常调零	157
2.8 所有量程无输入指针都偏转	160
2.9 表内电池快速放电	163
2.10 各档表头无指示	166
2.11 $R \times 10$ 档测量 $2k\Omega$ 指示 23Ω	170
2.12 1000V 档无指示	173
2.13 直流电压 1000V 档超差	176
2.14 $R \times 1, R \times 10$ 两档严重超差有时示值漂移不定	178
2.15 电阻各档调零异常故障	179
2.16 高电压档测电压烧坏电阻档	184
2.17 测量市电时表内发出响声不能继续使用	187
2.18 直流各档超差交流电压档不能测量	189
2.19 电阻 $R \times 1$ 档不回零	191
2.20 电阻三量程测量同一电阻值表头指针偏转角相同	193

2.21	表头指针极大偏转无法使用	194
2.22	电阻各档不能调零,ACA、ACV 各档超差	197
2.23	50 μ A 档超差,其余电流档合格	203
2.24	电流量程大误差小、量程小误差大	205
2.25	交流电压档误差大	208
2.26	表体受力后表头指针搁浅	210
2.27	交流电压基本档降压电阻的选用	213
2.28	测试线和插座故障的处理	216
2.29	游丝的整修	221
2.30	刻度盘的修理与绘制	226

第三章 数字万用电表检修实例

3.1	交流各档、直流电压各档显示不回零	232
3.2	电池寿命短	237
3.3	交流各档显示不回零	242
3.4	表内电池欠压指示功能失灵	245
3.5	20mA 档严重超差	247
3.6	20M Ω 档既不能回零也不能测量	251
3.7	接触不良引起的缺划显示	254
3.8	LCD 不显示	258
3.9	ACV、ACA 各档溢出显示	260
3.10	多量程有故障	261
3.11	印制线路基板绝缘击穿	267
3.12	小数点错位	270
3.13	出现两个小数点	272
3.14	时间延长误差加大	274
3.15	ACV20、200V 超差 750V 溢出显示	277

3.16	电容多档溢出显示	282
3.17	电容20 μ F档不能调零	286
3.18	所有量程蜂鸣不息	287
3.19	新换电池显示“LOBAT”	290
3.20	基本电压档有显示,其余电压档不能测量	292
3.21	LCD显示单位与量程开关所选档位的单位不一致	297
3.22	数字显示不回零	302
3.23	怎样鉴别数字万用电表的质量	304
附录1	数字万用电表常用集成电路引出端功能明细图	307
附录2	数字万用电表用集成电路引脚功能文字符号说明	311
附录3	国产干电池特性表	315
附录4	DO30-E、DO30-G 数字式三用表校验仪电路原理图	316
附录5	DT890B 数字万用电表电路原理图	322
附录6	数字万用电表的频率测量电路	323
附录7	数字万用电表的自动调零电容测量电路	324
附录8	各型万用电表用游丝规格	325
参考书目		326

第一章 万用电表电路原理及故障检修方法

1.1 万用电表的测量机构

为便于表述万用电表中电路间的相互联系,本书对万用电表的测量机构作如下约称:

模拟万用电表的测量机构指磁电式表头。

运放万用电表的测量机构指测量放大器与表头结合后的最简组合体。

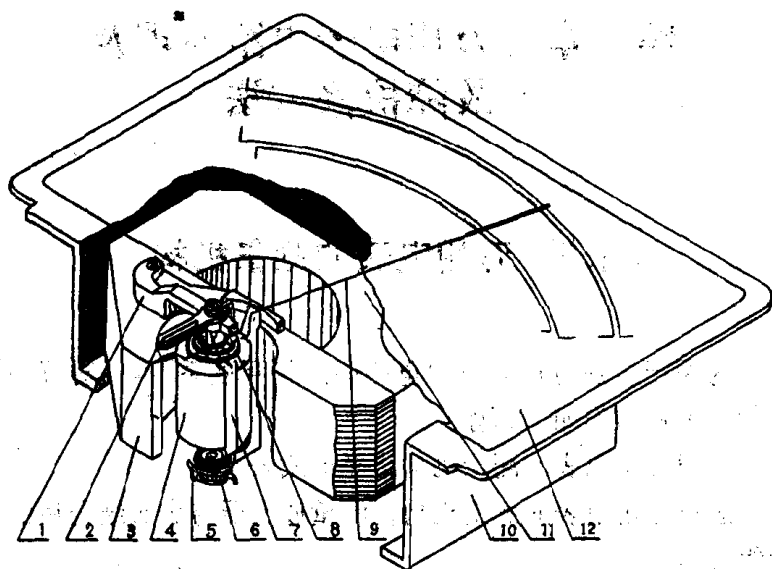
数字万用电表的测量机构,指模/数变换器及其辅助电路与数字显示器共同组成的最基本且最简单的直流毫伏表。

用来测量直流电量的测量机构,简称为 DC 测量机构;同样,用来测量交流电量的测量机构,则称为 AC 测量机构。未注明 AC、DC 的测量机构,均指 DC 测量机构。

1.1.1 模拟万用电表的测量机构

模拟万用电表的测量机构由读数装置、磁系统、可动部分、固定部分所组成,其结构如图 1-1 所示。图中 12 是读数装置,3、11 是磁系统,6、7、8、9 是可动部分,1、2、4、5、10 是固定部分。

读数装置俗称刻度盘,其上有线性刻度、非线性刻度、共用刻度、专用刻度、无示值区间刻度、数字符、标识符及附加文字或符号标记辅助说明等。



1—螺旋形支架；2—上导向片；3—极掌；4—圆柱形软铁；5—下导向片；
6—下游丝；7—动圈；8—上游丝；9—刀形指针；10—表头箱；11—磁钢；12—刻度盘

图 1-1 磁电式长方形表头结构示意图

磁系统有内磁结构、外磁结构两种。内磁结构较少使用，外磁结构较为普遍。内磁结构磁能利用率高，重量轻；外磁结构磁能利用率较低，体积较大。

可动部分是将电流值转换成指针偏转角度指示的重要部件，可动部分的支撑方式有轴尖式和张丝式两种。

测量机构的固定部分由支架、铁芯、轴承（或张丝定位簧片）等所组成。测量机构的工作原理如图 1-2 所示。

当动圈中有电流通过而产生电磁场时，在永久磁铁、圆弧形极掌与圆柱形纯铁的空气隙中形成均匀磁场，在这两个磁场的作用下，产生转动力矩，使动圈带动指针偏转，与游丝（或张丝）

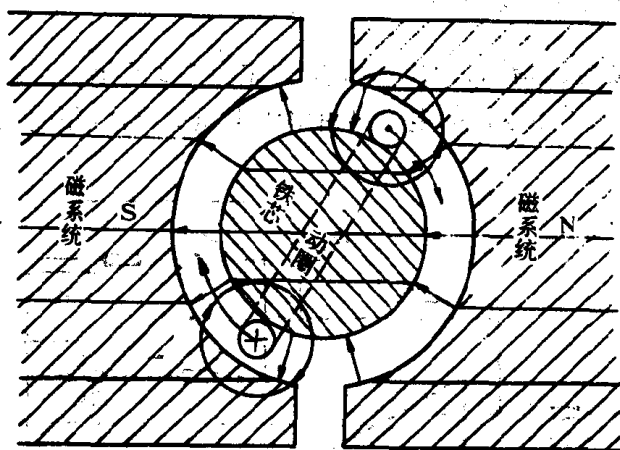


图 1-2 磁电系测量机构工作原理

产生的反作用力矩平衡后,在刻度盘上可读出通过动圈的电流大小。

测量机构只能用来测量小于或等于它的满偏转电流,要测量大于其满偏转电流时,则需通过设分流支路来解决。将测量机构与其它各种变换电路组合,就能实现多功能多量程电量的测量。

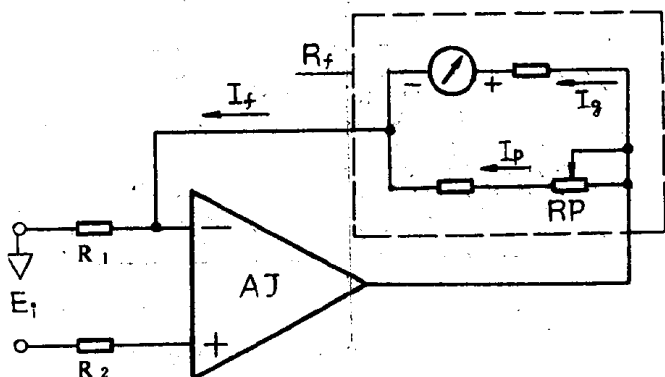
1.1.2 运放万用电表的测量机构

运放万用电表的测量机构共有三种基本形式,即:反馈电流指示式、负载电流指示式与“和”电流指示式。

一、反馈电流指示式

1. 反馈电流指示式 DC 测量机构

反馈电流指示式 DC 测量机构如图 1-3 所示。这种电路的特点是，表头中通过的电流是由输入电压 E_i 与线路输入电阻来确定的，



注：①把虚线框内看作一个等效表头

②放大器的工作电源省略

图 1-3 反馈电流指示式 DC 测量机构

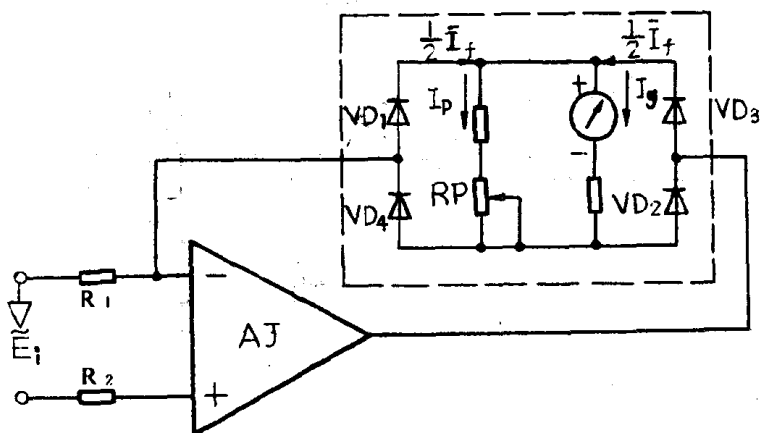
即
$$I_p + I_g = I_f = \frac{E_i}{R_1} \quad (1-1)$$

增益为

$$A_f = 1 + \frac{R_f}{R_1} \quad (1-2)$$

2. 反馈电流指示式 AC 测量机构

反馈电流指示式 AC 测量机构如图 1-4 所示。由于在反馈回路中采用了桥式整流电路，因此，通过表头的平均电流值是



注：①把虚线框内看作一个等效表头。

②放大器的工作电源省略。

图 1-4 反馈电流指示式 AC 测量机构

$$I_p + I_g = \bar{I}_f = \tilde{E}_i \frac{0.89}{R_1} \quad (1-3)$$

二、负载电流指示式

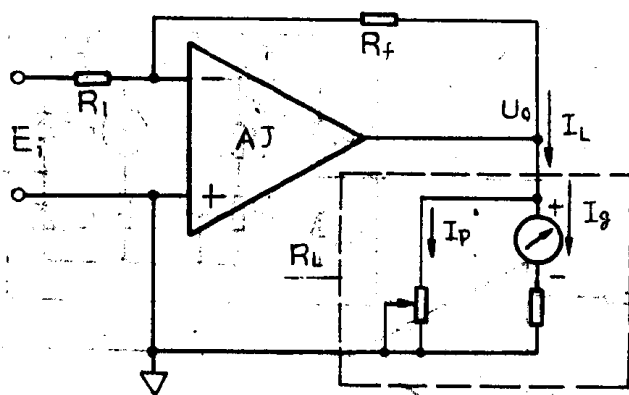
1. 负载电流指示式 DC 测量机构

负载电流指示式 DC 测量机构如图 1-5 所示。这一电路的特点是：表头通过的电流是由输出电压与负载电阻确定的，即

$$I_p + I_g = I_L = \frac{U_o}{R_L}; \quad (1-4)$$

增益为

$$A_F = -\frac{R_f}{R_1}. \quad (1-5)$$



注：①把虚线框内看作一个等效表头。

②放大器的工作电源省略。

图 1-5 负载电流指示式 DC 测量机构

2. 负载电流指示式 AC 测量机构

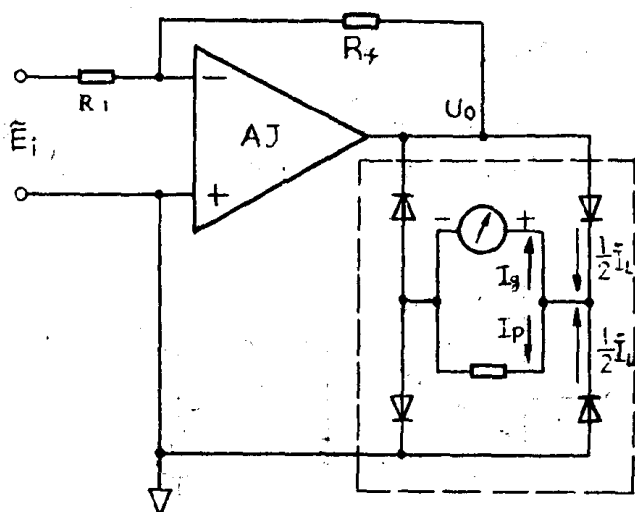
负载电流指示式 AC 测量机构如图 1-6 所示。由于在负载回路中采用了桥式整流电路，因此，通过表头的电流平均值为：

$$I_p + I_g = \bar{I}_L = \tilde{U}_o \cdot \frac{0.89}{R_L} \quad (1-6)$$

三、“和”电流指示式

1. “和”电流指示式 DC 测量机构

“和”电流指示式 DC 测量机构如图 1-7 所示。这一电路的特点是：表头中所通过的电流是由放大器的反馈电流与负载电流两者的和来确定的，即



注：①把虚线框内看作一个等效表头。

②放大器的工作电源省略。

图 1-6 负载电流指示式 AC 测量机构

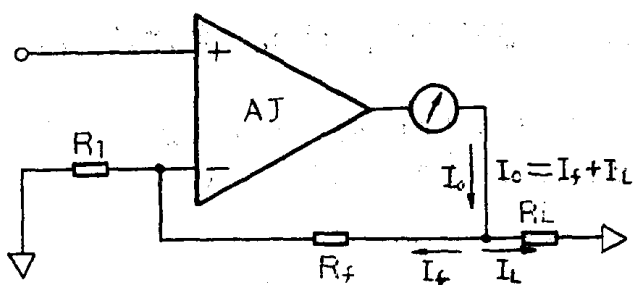


图 1-7 “和”电流指示式 DC 测量机构