

万用表

在家电维修中的应用

付兰芳 张 宪 主编

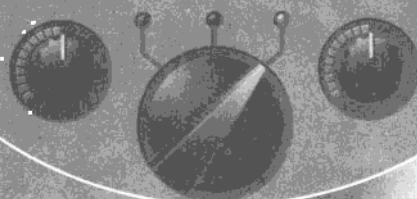


化学工业出版社

万用表

在家电维修中的应用

付兰芳 张宪 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

万用表在家电维修中的应用/付兰芳, 张宪主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 10

ISBN 978-7-122-03638-4

I. 万… II. ①付…②张… III. 万用电表-检修-日用
电气器具 IV. TM925.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 139003 号

责任编辑: 卢小林

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 蒋宇

装帧设计: 韩飞

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: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 364 千字 2009 年 1 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: 38.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着科技和经济的发展,家用电器与电子产品越来越丰富,电视机、电冰箱、电脑、数码产品以及各种多功能的小家电成为现代家庭不可或缺的一部分,家电维修因而日益重要起来。本书以简单易学而又实用的万用表为检修工具,针对众多家电,进行有理论、有分析、有步骤、有实例的讲解,简明易懂,新颖实用。本书既能够帮助读者尽快掌握家电的工作原理和万用表检修技巧,也可以帮助家电维修初学者尽快入门,按图索骥,学以致用,为成为专业的维修人员打好基础。特别是对于没有专业维修工具的人员来说,学习用万用表检修家电更是方便、快捷和实际的选择。

本书在内容上打破了家用电器产品与家用电子产品的界限,分10大部分介绍了万用表的使用与选择、万用表在电脑维修中的应用、万用表在小型数码机维修中的应用、万用表在音响维修中的应用、万用表在洗衣机维修中的应用、万用表在电冰箱维修中的应用、万用表在家用分体空调维修中的应用、万用表在电磁炉维修中的应用、万用表在微波炉维修中的应用、万用表在其他小家电维修中的应用等内容。

本书由付兰芳、张宪主编,安居、赵慧敏、林秀珍副主编,参加本书编写的还有李春卉、孙昱、李志勇、范毅军、陈影、何惠英、沈虹、赵建辉。全书由李良洪、付少波主审。

由于编者水平有限,且家电产品新技术的不断运用和快速更新,书中不妥之处难以完全避免,恳请读者朋友及同行提出宝贵意见及批评指正。

编者

2008年10月

目录

第一章 万用表使用与选择	1
第一节 模拟万用表简介	1
一、万用表的组成	1
二、万用表的指示部分	2
三、测量电路	3
四、万用表的转换开关	9
五、万用表的技术特性	9
六、万用表使用前的准备	10
七、万用表的使用	11
八、使用万用表时应注意的事项	12
第二节 数字万用表简介	13
一、数字万用表的特点	13
二、数字万用表与指针式万用表的性能区别	13
三、数字万用表的外形结构	13
四、数字万用表的主要技术特性	14
五、数字万用表的操作步骤及注意事项	15
第三节 万用表的选用及注意事项	15
一、指针式万用表的选用	15
二、数字万用表的选用	16
三、选择万用表时的注意事项	17
四、多功能万用表的特点	18
第四节 万用表的检修	18
一、看万用表线路的方法	18
二、直观检查	18
三、通电检查及检修	19
第二章 万用表在电脑维修中的应用	21
第一节 维修电脑硬件故障的原则及流程	21
一、维修电脑硬件故障的一般原则	21
二、维修电脑硬件故障的常用方法	21
三、排除硬件故障的流程	22
第二节 万用表维修机箱电源	22
一、ATX 机箱电源工作原理	22

二、机箱电源常见硬件故障分析	24
三、万用表维修机箱电源故障实例	26
第三节 万用表维修主板	27
一、主板工作原理	27
二、主板常见硬件故障分析	29
三、万用表维修主板常见故障实例	35
第四节 万用表维修显示器	36
一、显示器工作原理	36
二、显示器常见硬件故障分析	37
三、万用表维修电脑显示器故障实例	40
 第三章 万用表在小型数码机维修中的应用	42
第一节 万用表维修 U 盘故障	42
一、U 盘主要构成	42
二、万用表维修 U 盘常见硬件故障	42
三、万用表维修 U 盘故障实例	43
第二节 万用表维修 MPN (MP3/MP4) 硬件故障	44
一、MPN 基本结构	44
二、万用表维修 MPN 硬件故障实例	46
三、万用表维修 MPN 故障实例	50
第三节 万用表维修手机故障	51
一、维修手机常用的基本方法	51
二、手机电路的基本组成	53
三、万用表维修手机常见故障	53
四、万用表维修手机故障实例	58
 第四章 万用表在音响维修中的应用	62
第一节 万用表维修音响设备常用方法	62
一、测电阻法	62
二、测电压法	63
三、电流检查法	63
四、注入信号法	64
五、干扰法	64
第二节 万用表维修收音机	64
一、收音机的构成和工作原理	64
二、万用表维修收音机常见故障	69
三、万用表维修收音机故障实例	71
第三节 万用表维修录音机	74
一、录音机原理简介	74
二、录音机电路分析	74

三、万用表维修录音机常见故障	77
四、万用表维修录音机故障实例	79
第四节 万用表维修 CD 机	80
一、CD 机原理简介	80
二、万用表维修 CD 机常见故障	83
三、万用表维修 CD 机故障实例	84
第五节 万用表维修 AV 功率放大器	86
一、AV 功率放大器原理简介	86
二、万用表维修 AV 功率放大器常见故障	90
三、万用表维修 AV 功率放大器实例	92
第六节 万用表维修音箱系统	94
一、万用表维修音箱常见电路故障	94
二、万用表维修音箱实例	95
 第五章 万用表在洗衣机维修中的应用	97
第一节 洗衣机的基础知识	97
一、洗衣机的分类和型号	97
二、洗衣机的主要性能指标及新技术的应用	98
第二节 洗衣机电路	99
一、洗衣机电路及识读	99
二、洗衣机典型电路	103
第三节 洗衣机的主要电气部件	105
一、程控器	105
二、开关、进水系统	106
三、排水系统	109
四、门开关、加热器和温控器	111
五、电动机和电容器	112
第四节 万用表维修洗衣机常见故障	114
一、洗衣机常见故障及处理方法	114
二、洗衣机常见故障分析流程	116
第五节 万用表维修洗衣机实例	118
一、波轮式洗衣机维修实例	118
二、滚筒式洗衣机维修实例	120
 第六章 万用表在冰箱维修中的应用	122
第一节 家用电冰箱的结构与工作原理	122
一、电冰箱的结构	122
二、电冰箱的分类与工作原理	122
第二节 家用电冰箱常见故障检测	124
一、万用表检测电冰箱故障方法	124

二、电冰箱常见故障检测流程·····	127
第三节 万用表维修电冰箱电气控制电路·····	127
一、电冰箱常见控制电路分析·····	127
二、万用表检修电冰箱控制系统常见故障·····	131
第四节 万用表检修电冰箱电气控制系统主要零部件·····	134
一、万用表检修温度控制器常见故障·····	134
二、全自动化霜装置构成及万用表检修化霜器故障·····	139
三、压缩机电机的结构及万用表检修电机故障·····	140
四、万用表检修启动器及过流保护器故障·····	142
第五节 万用表维修电冰箱常见故障实例·····	143
 第七章 万用表在家用分体空调维修中的应用·····	148
第一节 分体式空调器的结构特点及工作原理·····	148
一、分体式空调器的类型及型号规格·····	148
二、空调器的制冷（制热）原理·····	148
三、分体空调器结构·····	150
第二节 分体式空调器控制系统分析与电器部件检修·····	151
一、空调器的电气控制系统·····	151
二、压缩机与电机的检修·····	155
三、其他电器部件检修·····	157
第三节 万用表维修家用分体式空调器常见故障·····	158
一、测量法检测空调器故障·····	158
二、万用表检修空调器常见故障·····	159
三、根据故障代码检修空调器·····	162
第四节 变频空调器简介及其故障检测·····	162
一、变频空调器工作原理·····	162
二、变频空调器的故障检修·····	163
第五节 万用表维修家用空调故障实例·····	165
 第八章 万用表在电磁炉维修中的应用·····	168
第一节 电磁炉的工作原理与特点·····	168
一、电磁炉的构造·····	168
二、电磁炉加热原理及特点·····	168
三、电磁炉使用特点·····	169
四、电磁炉的种类·····	169
第二节 电磁炉核心电路及主要部件功能·····	169
一、电磁炉核心电路·····	169
二、电磁炉主要元器件·····	178
第三节 万用表在电磁炉电路板简单维修中的应用·····	179
一、电路板烧 IGBT 或保险丝的维修程序·····	179

二、电磁炉常见故障及维修·····	180
第九章 万用表在微波炉维修中的应用·····	187
第一节 微波炉的结构和工作原理·····	187
一、微波炉的分类及结构·····	187
二、机械控制式微波炉的工作过程·····	187
三、电脑控制式微波炉的工作过程·····	188
四、格兰仕微波炉的电气与控制电路分析·····	189
第二节 万用表维修微波炉常用器件·····	190
第三节 万用表检修微波炉常见故障·····	195
一、机械控制式微波炉常见故障检测与维修·····	195
二、电脑控制式微波炉常见故障检测与维修·····	197
第四节 万用表维修微波炉实例·····	199
第五节 光波炉简介·····	202
第十章 万用表在其他小家电维修中的应用·····	203
第一节 万用表在电饭锅维修中的应用·····	203
一、电饭锅的分类及工作原理·····	203
二、万用表检测电饭锅主要元器件·····	205
三、万用表维修电饭锅的常见故障·····	206
四、万用表维修电饭锅实例·····	208
第二节 万用表在维修吸尘器中的应用·····	210
一、吸尘器的分类与结构·····	210
二、吸尘器的工作原理及控制电路分析·····	211
三、万用表维修吸尘器的常见故障·····	212
四、万用表维修吸尘器实例·····	214
第三节 万用表在维修电子消毒柜中的应用·····	216
一、消毒柜的结构与分类·····	216
二、消毒柜的工作原理及电路分析·····	216
三、万用表维修消毒柜的常见故障·····	218
四、万用表维修消毒柜实例·····	219
附录 1 U 盘电路原理图·····	222
附录 2 德生 PL-737 电路图·····	223
附录 3 MC-EF197 电磁炉原理图·····	224
附录 4 MC-PSD/C/D/E 电磁炉原理图·····	225
参考文献·····	227

第一章 万用表使用与选择

第一节 模拟万用表简介

万用电表，简称万用表或三用表，在国家标准中又称为复用表。

万用表的特点是量程多、功能多、用途广、操作简单、携带方便及价格低廉。万用表不仅可以用来测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻及音频电平，有的万用表还有许多特殊用途，可以测量交流电流、电功率、电感、电容以及用于晶体管的简易测试等。因此，万用表是一种多用途的电工仪表，在电气维修和测量中被人们广泛地应用。

万用表是用磁电式测量机构（又称表头）同测量电路相配合，来实现各种电量的测量的。所以，万用表实质上就是由多量程的直流电流表、多量程的直流电压表、多量程整流式交流电压表及多量程的欧姆表所组成的，但它们合用一只表头，并在表盘上绘出几条相应被测电量的标尺。根据不同的被测量，转换相应的开关，便可达到测量的目的。

一、万用表的组成

万用表是由磁电式电流表、表盘、表箱、表笔、转换开关、接线柱、插孔、调节旋钮、电阻及整流器等构成。MF-47 型万用表的面板示意图如图 1-1 所示。

虽然万用表形式繁多，但都是由以下三个主要部分组成。

1. 表头

表头是万用表的主要元件，一般多采用高灵敏度的磁电式测量机构，它的灵敏度通常用满刻度偏转电流来衡量，满刻度偏转电流在 $40 \sim 200 \mu\text{A}$ 之间。表头满刻度偏转电流越小，则灵敏度越高，测量电压时内阻也就越大，说明表头的特性越好。

2. 测量线路

测量线路是万用表用来实现多种电量、多种量程测量的主要手段。实际上，它是由多量程直流电流表、多量程直流电压表、多量程整流式交流电压表和多量程欧姆表等几种线路组合而成。

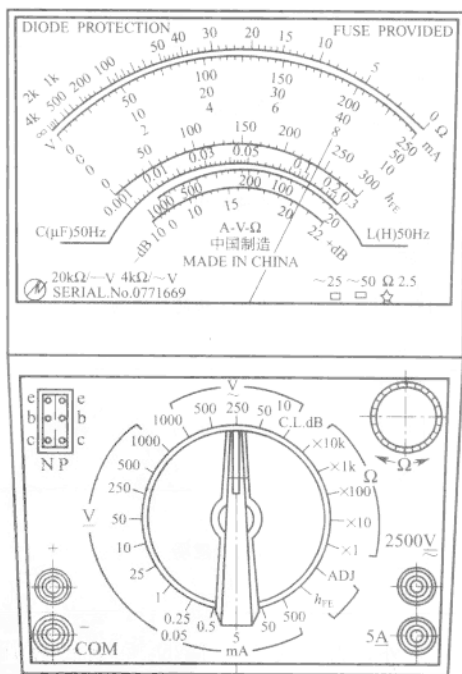


图 1-1 MF-47 型万用表的面板示意图

构成测量线路的主要元件是各种类型和阻值的电阻元件（如绕线电阻、碳膜电阻及电位器等）。依靠这些元件组成多量程交直流电流表、多量程交直流电压表及多量程的欧姆表等。实现了对多种不同对象、多种功能与不同量限的测量，从而达到一表多用的目的。在交流测量时，引入了整流装置。

3. 转换开关

转换开关又称选择式量程开关。万用表中的各种测量及其量程的选择是通过转换开关来完成的。转换开关是一种旋转式切换装置，由许多个固定触点和活动触点组成，用来闭合与断开测量回路。活动触点通常称为“刀”，当转动转换开关的旋钮时，其上的“刀”跟随转动，并在不同的挡位上和相应的固定触点接触闭合，从而接通相对应的测量线路。对转换开关的要求是切换灵活，接触良好。

万用表一般都采用多刀多掷转换开关，以适应切换多种测量线路的需要。

下面分别介绍这三部分内容。

二、万用表的指示部分

表头是万用表的主要元件，一般多采用高灵敏度的磁电式测量机构，它的灵敏度通常用满刻度偏转电流来衡量，满刻度偏转电流在 $40\sim 200\mu\text{A}$ 之间。表头满刻度偏转电流越小，则灵敏度越高，测量电压时内阻也就越大，说明表头的特性越好。

在万用表的表盘上，通常印有各种符号，它们所表示的内容如表 1-1 所示。

表 1-1 万用表表盘符号及其意义

符 号	意 义	符 号	意 义
	磁电式带机械反作用力仪表		四级防外磁场
①			
	整流式仪表		仪表水平放置
②		⑧	
	交直流两用		仪表垂直放置
③		⑨	
	磁电式一级防外磁场		表示仪表能经受 50Hz、2kV 交流电压历时 1min 绝缘强度试验(星号中的数字表示试验电压千伏数,星号中无数字表示 500V,星号中为 0 时表示未经绝缘强度试验)
④		⑩	
	二级防外磁场		准确度等级。此例表示直流测量误差小于满刻度的 2.5%
⑤		⑪	
	三级防外磁场		
⑥			

此外，万用表表盘上还印有各种数值和标尺，意义如下。

- (1) 27℃ 为热带使用仪表，标准温度为 $(27\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，而一般仪表的标准温度为 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。

(2) $20\text{k}\Omega/\text{V}$ 或 $10\text{k}\Omega/\text{V}$ 为直流测试灵敏度。此值的倒数就是表头的满度电流值，通常为万用表的最小直流电流挡。在测量直流电压时，将此数乘以使用挡的满度值，即为该挡的输入电阻。不同挡位的输入电阻不同，而同一挡位指示值变化时，其输入电阻却不变。

(3) $4\text{k}\Omega/\text{V}$ 或 $2\text{k}\Omega/\text{V}$ 为交流电压灵敏度。在测量交流电压时，将此数乘以使用挡的满度电压值，即得到该挡的内阻（输入电阻）值。注意，这是某一挡位的输入电阻，改变挡位时，仪表的输入电阻跟着改变，而在同一挡位，被测值不同时，仪表输入电阻不变。

(4) $0\text{dB}=1\text{mW } 600\Omega$ 表示分贝（dB）标尺是以在 600Ω 负荷电阻上，得到 1mW 功率时的指示定为 0dB 的。

(5) A—V— Ω 指安培、伏特、欧姆，即表示该万用表是可测电流、电压和电阻的复用表。

(6) MF M 指仪表，F 为复用式，MF 即万用表的标志。

(7) 2.5— 这是以标尺上量程百分数表示的准确度等级，表示直流测量误差小于满刻度的 2.5%。

(8) 万用表弧形标尺 在万用表上一般有一条 Ω 标尺、一条直流用的 50 格等分度标尺，一条 50V 以上交流用的标尺、一条 10V （或 5V 或 2.5V ）专用标尺及一条 dB 标尺。有的万用表上还有 A（交流电流）、 μF （电容）、mH（电感）、Z（阻抗）、W（音频功率）、 I_{ceo} （晶体三极管穿透电流）或 β （晶体三极管直流放大倍数）等标尺。

万用表表盘上的各种标志示例如图 1-2 所示。

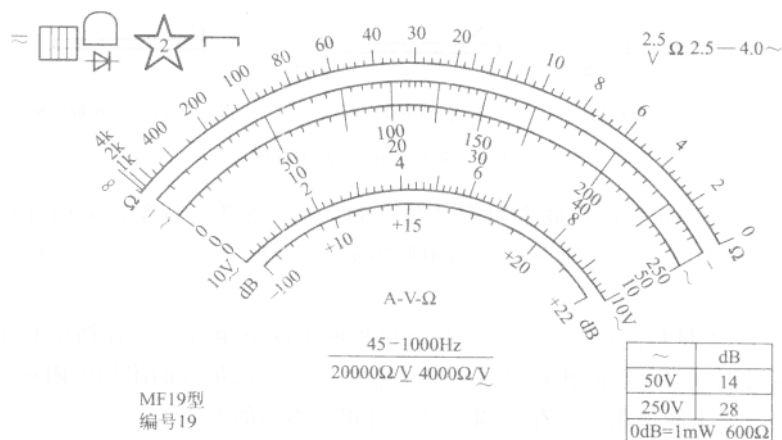


图 1-2 万用表表盘上的标志示例

三、测量电路

测量电路是万用表用来实现多种电量、多种量程测量的主要手段。

1. 万用表测量直流电流

万用表测量直流电流的工作原理是：与微安表头并联不同阻值的电阻，即构成具有不同量程的直流电流表。万用表中的直流电流测量线路，实际上是一个多量程分流器，如图 1-3 所示。通过转换开关的转换改变分流器的阻值，从而达到改变量程的目的。万用表一般采用图 1-3 所示的闭路式多量程分流器。当转换开关端钮转动时，测量电流的量程改变，分流支路的电阻改变，同时，使表头支路电阻增加，于是，通过表头支路电阻的增加和分流支路电

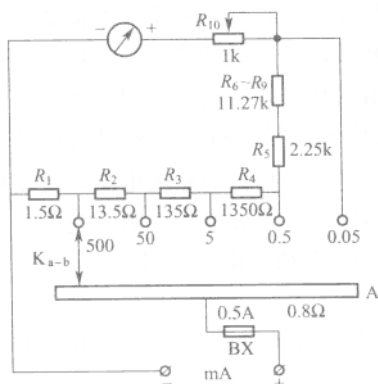


图 1-3 直流电流测量电路原理

阻的减小，扩大了测量电流的量程。这样，当把转换开关分别转换到五个挡位时，显然相对应有五个电流量程。

2. 万用表测量直流电压

万用表的磁电系测量机构本身就可以看作是一个小量程的电压表。要实现多量程、大量程的测量必须扩大仪表的量程。万用表扩大电压量程的方法一般采用串联电阻的方式。与微安表头串联不同阻值的电阻，则构成不同量程的直流电压表。万用表中的直流电压测量线路由不同的串联电阻组成。配以不同阻值的附加电阻与表头串联，就可获得不同的量程。

直流电压灵敏度越高，测量电压时分流越小，准确度就越高。万用表中扩大电压测量范围的串联电阻一般采用比较稳定的绕线电阻，精度较低的则采用碳膜或金属膜电阻。

多量程电压表的线路通常有三种形式，如图 1-4 所示。

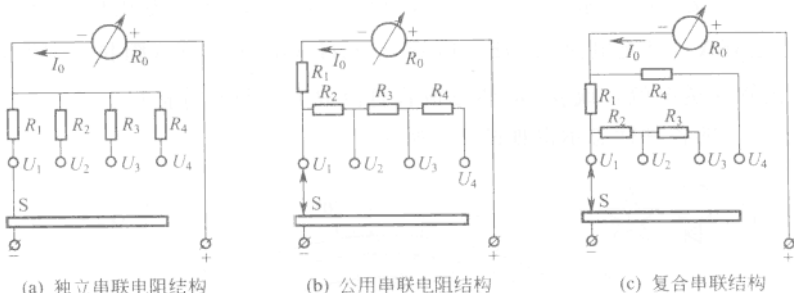


图 1-4 多量程电压表线路图

图 1-4(a) 中每一量程的串联电阻都是独立的，互不影响，调整误差时比较方便，如一个串联电阻损坏，其他各挡仍可测量，当串联电阻 $R_1 > R_2 > R_3 > R_4$ 时，则电压量程 $U_1 > U_2 > U_3 > U_4$ 。

图 1-4(b) 中大量程测量时，其特点是低量程的串联电阻被高量程挡所利用，节约了元件，尤其采用锰铜绕线电阻时比较经济。其缺点是，一旦低量程的附加电阻损坏，在该量程以上的高量程挡便不能使用了，存在调整误差时相互影响的弱点。

在图中，对应电压量程 U_1 的附加电阻为 R_1 ，对应量程 U_2 的附加电阻为 $R_1 + R_2$ ，对应量程 U_3 的附加电阻为 $R_1 + R_2 + R_3$ ，对应量程 U_4 的附加电阻为 $R_1 + R_2 + R_3 + R_4$ 。则量程 $U_4 > U_3 > U_2 > U_1$ 。

实际的万用表直流电压测量电路如图 1-5 所示。

3. 万用表测量交流电压

万用表表头为磁电式结构，因此测量交流电压时，首先要把交流变换成直流。万用表中的交流电压测量线路，实际上是一个多量程的整流式交流电压表的线路。即在带有表头的整流电路中接入各种数值的附加电阻，如图 1-6 所示。图中，附加电阻的计算方法可按下述方法进行。

① 用计算或实测方法求出使电表满刻度偏转时加给整流器输入端的电流有效值 I 。

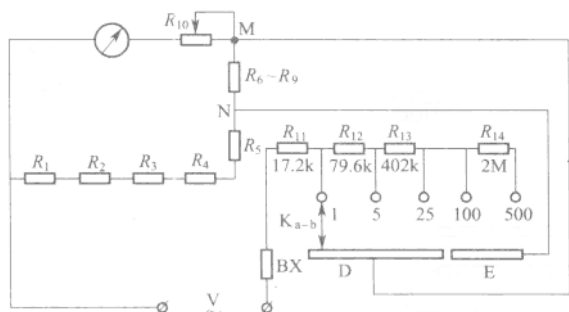


图 1-5 实际的万用表直流电压测量电路

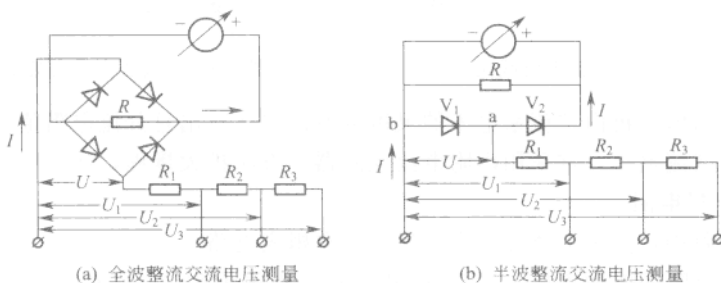


图 1-6 交流电压测量线路

② 用计算或者实测的方法求出使电表满刻度偏转时加给整流器输入端的电压有效值 U 。按下式计算各倍率量程串联电阻的阻值。

$$R_1 = \frac{U_1 - U}{I}; R_2 = \frac{U_2 - U}{I}; R_3 = \frac{U_3 - U}{I}$$

实际的万用表交流电压测量电路如图 1-7 所示。

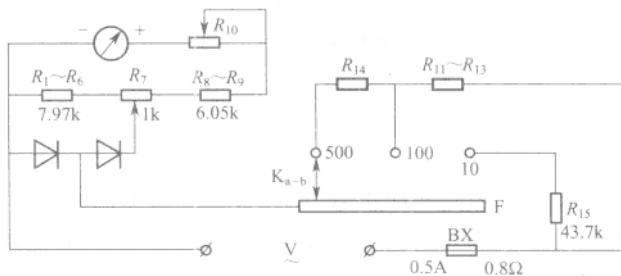


图 1-7 实际的万用表交流电压测量电路

4. 万用表测量交流电流

整流系仪表配上分流电阻，就构成了多量程交流电流表，接线如图 1-8 所示。

图中虚线内可看作整流系仪表。测量交流电流时，因电表和被测电路串联，故一般希望有较小的电表内阻。但对整流系仪表来说，内阻太小时，压降也小，会使整流线路特性变坏，所以电表内阻压降应在 $1 \sim 1.5V$ 之间。

交流电流挡附加电阻的计算原则是：先确定整流系仪表的输入电压，然后用欧姆定律计

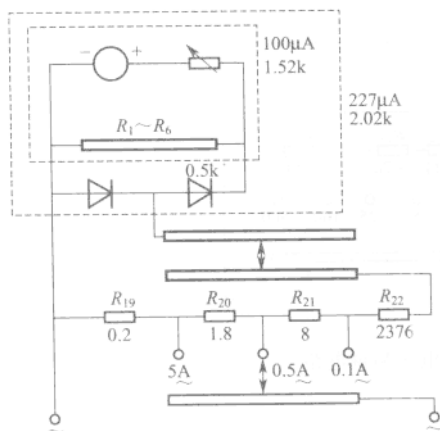


图 1-8 分流法测量交流电流线路

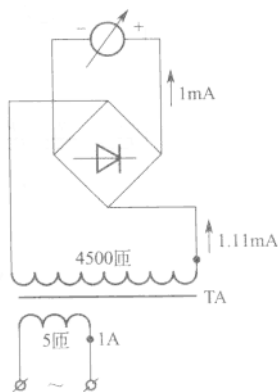


图 1-9 变流法测量交流电流线路图

算各量程分流电阻值，再由整流系电表的灵敏度及内阻计算出总分流电阻值。

万用表测量交流电流，常采用内附电流互感器的方法扩大量程，如图 1-9 所示。

5. 万用表测量电阻

万用表的电阻挡，实际上就是一个多量程的欧姆表电路。

欧姆表测量电阻的原理电路，如图 1-10 所示。被测电阻 R_x 接在 a、b 两个端钮之间，和电压为 E 的干电池、内阻为 R_0 的表头及固定电阻 R 构成一个串联电路。当 a、b 端钮短路时 ($R_x = 0$)，选择固定电阻 R ，使表头指针偏转到满刻度，这时电路的电流 I_0 为

$$I_0 = \frac{E}{R + R_0}$$

当电池的电压 E 、表头的内阻 R_0 和固定电阻 R 为一定值时，则通过电路的电流 I 将随被测电阻 R_x 的变化而变化。

这样，就可以用电流 I 的大小来衡量被测电阻 R_x 的大小，从而实现了测量电阻的目的。即

$$I = \frac{E}{R + R_0 + R_x}$$

由以上两式可以得出以下结论。

① 当电源电压 E 保持不变时，对应于 R_x 就会有相应的电流通过电表，表头指针偏转，表头中的电流就与被测电阻相对应。如果电表的标度只按电阻值刻度，就可以用来测量电阻。

② 被测电阻 R_x 越大，电路中的电流越小，表针指示越小。当 $R_x = \infty$ 时， $I = 0$ ，表针指在机械零位，即 ∞ 刻度点。可见被测电阻在 0 与 ∞ 间变化时，表针则在满刻度和零位间反向变化，所以万用表电阻挡的欧姆标度尺为反向刻度。由于工作电流 I 和被测电阻 R_x 之间不成正比关系，所以测量电阻的标尺刻度是不均匀的。欧姆表的标尺刻度如图 1-11 所示。

6. 万用表加装零欧姆调节器

在实际应用中，为消除因干电池电压下降，导致指针不能满刻度偏转而造成的测量误差，可在表头两端并联一个可调电阻（一般为电位器）RP，通常是在欧姆表上装有零欧姆

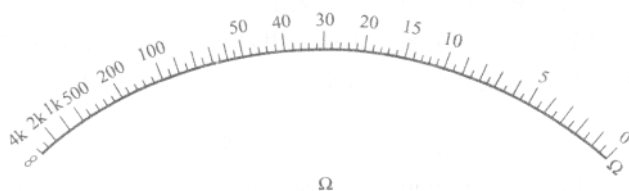


图 1-11 欧姆表的标尺

调节器,如图 1-12 所示。它是靠固定电阻 R_1 和电位器 RP 所组成的闭路式分流器来实现的,当改变电位器 RP 的阻值时,则与表头串联和并联的电阻阻值都将随着变化,在分流作用改变的情况下,使表头电流得到相应的调整,从而达到了调零的目的。

当电压 E 发生变化,短接两支表笔,使 $R_x=0$ 时,表头指针不指满刻度位置(即零欧姆位置),可用调节 RP 的办法(调节分流作用)使表针指在满刻度位置。电阻 RP 称为零欧姆调节器。实用的欧姆表多采用图 1-12 中所示的分压式零欧姆调节器。

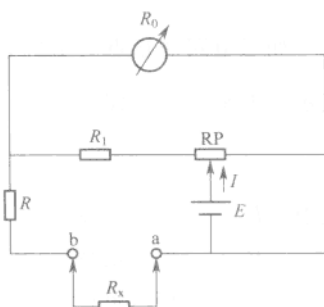


图 1-12 分压式零欧姆调节器

值得指出的是,在进行电阻挡测量时,两支表笔间有一定的电压,电压大小取决于表内的电池电压,有些仪表高阻挡的电压可达 $9\sim 22\text{V}$,测量耐压较低的元器件时应特别注意。还应注意的是黑表笔的电位比红表笔的高,与电压、电流测量时的相反。

7. 扩大电阻的测量倍率

扩大电阻的测量倍率,常采用提高电路灵敏度的办法,就是在保持电源电压不变的情况下,改变测量线路的分流电阻值来达到扩大欧姆测量倍率的目的。此时,若被测电阻 R_x 增大,则通过表头的电流必然减小。如若相应加大表头的分流电阻值以提高线路的灵敏度,就可以得到不同的几个倍率挡,接线如图 1-13 所示。

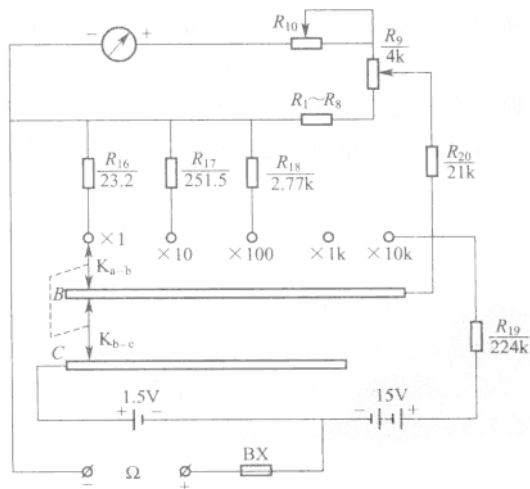


图 1-13 MF-30 型万用表电阻测量电路

图 1-13 是一个多量程欧姆表的实际线路图,它是通过提高线路灵敏度的方法得到了倍率挡。

此外还可采用提高电池电压的方法,扩大欧姆表的测量倍率。

8. 用万用表测量电平

万用表的表盘上一般都有分贝(dB)的标度尺,当用万用表测量电平时(如放大器的增益、噪声电平等),可用来表示电平的分贝值。

对某一电路环节,有时不仅要了解其输入、输出的绝对值,还需要了解其输入、输出的相对值,为此引入了电平这个概念。电平的单位为 dB,电平值的大小表示被测量对某一同类基准量的比值,以对数值表示。

电压、电流、功率的放大或衰减若以对数形式表示其运算极为方便。另外，人的听觉器官对噪声等的反应也是与对数成正比的关系，再加上用对数处理多级电路的传输较方便，因此常用对数来表示功率的参数，这就是所谓的电平，电平的数学表达式为

$$\text{电平} = \lg \frac{P_2}{P_1} \quad (\text{贝尔})$$

由于贝尔这个单位较大，故在工程上常用贝尔的 1/10 作为电平的单位，称分贝，用符号 dB 表示，则上式变为

$$\text{电平} = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} \quad (\text{dB})$$

如果电路测量点的阻抗 Z 为一定值，把 $P_1 = \frac{U_1^2}{Z}$ 和 $P_2 = \frac{U_2^2}{Z}$ 代入上式，则可得到用电压表示的电平公式，即

$$\text{电平} = 20 \lg \frac{U_2}{U_1} \quad (\text{dB})$$

式中 P_1 ——输入功率；

P_2 ——输出功率；

U_1 ——输入电压；

U_2 ——输出电压。

当分贝值为正值时，表示放大；若分贝值为负值时，则表示衰减。

这样测量很不方便，因为总要测出 P_1 与 P_2 或者 U_1 与 U_2 ，再经过计算才能得出结果。为了测量方便，必须设定一个零电平作为计算电平的标准。通常取在 600Ω 的电阻上，输出 1mW 的功率作为标准零电平，又叫标准零分贝 (0dB)，以 P_0 表示，即 $P_0 = 1\text{mW}$ 时，对应于零电平 U_0 值为

$$U_0 = \sqrt{P_0 Z} = \sqrt{0.001 \times 600} = 0.775 \quad (\text{V})$$

因此，电平值的测量实际上仍是电压测量，仅是将原电压示值取对数后在表盘上以分贝值标定而已，即增加了一条电平标尺。这条标尺的刻度就是 0.775V 电压为 0dB 折算出来的。需要说明一点的是，测量结果不一定都能按分贝的定义折合成功率，也不一定能反映功率的放大情况，这是因为各测量部分的等效电阻既不一定是 600Ω ，也不一定彼此相等。

电子的测量线路，就是交流电压的测量线路。有时为了隔开被测电路的直流成分，在电路中串联一只隔直流电容。由于测量误差是由交流电压的测量误差造成的，故对电平测量电路不需作误差检查。

测量电平时，若使用万用表的交流电压 10V 挡时，则 dB 值可在分贝的标尺上直接读取。

如果被测电平较高，超出了 10V 挡量程，就需改到较高的量程挡去测了，电平量程和电压量程都随着扩大了。但它们扩大的倍数并不相同，因为电平与电压是对数关系。如电压量程扩大了 10 倍，不等于电平量程也扩大了 10 倍。因为对应于 $0 \sim 10\text{V}$ 量程中的 0.775V 的分贝值为零，当电压量程扩大 10 倍后，原 0.775V 刻度的电压值就相应变成 7.75V ，而与其相对应的电平则为

$$20 \lg (7.75 / 0.775) = 20 \quad (\text{dB})$$

即在 0dB 的基础上再加上 20dB。