

电子仪器使用 与测试技术

方林海 单承赣 编著



安徽科学技术出版社

电子仪器使用与测试技术

方林海 单承贻 编著

安徽科学技术出版社

(皖)新登字 02 号

责任编辑:田 斌

封面设计:冯 劲

电子仪器使用与测试技术

方林海 单承贻 编著

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市九州大厦八楼)

邮政编码:230063

安徽省新华书店经销 合肥解放军电子工程学院印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:28.5 字数:729000

1993年8月第一版 1993年8月第一次印刷

印数:5000

ISBN7-5337-0955-1/TN·16

定价:17.70 元

前 言

随着科学技术的发展,电子测量仪器和各种电子设备的功能不断增加,结构越来越复杂,规格品种越来越多,准确度要求也越来越高。为了适应形势发展的迫切需要,总参谋部直属合肥电子工程学院和机械电子工业部直属合肥工业大学合作编写了《电子仪器使用与测试技术》一书,其宗旨在于使广大电子技术人员能够正确地掌握众多电子仪器的使用方法,减小测量误差和避免损坏仪器,熟练掌握电子测试技术,以便提高测量准确度,扩展仪器的功能,进一步充分发挥电子仪器的潜力。

本书共有十章,依次介绍万用表、电压表、电子示波器、信号发生器、元器件参数测试仪、失真度测量仪和调制度测试仪、幅频特性测试仪、频谱分析仪、数字频率计、微机化仪器与自动测试系统。第一至第六章由合肥电子工程学院方林海编写,第七至第十章由合肥工业大学单承赣编写。对每种电子仪器均介绍了主要技术性能、简单工作原理、面板控制件的作用和详细的使用方法,并深入地介绍了仪器的测试技术与具体应用。

在本书的内容编排上,作者力求做到由浅入深、由简到繁、叙述准确,各章既自成体系,前后又有所兼顾,力求避免重复。

在选择介绍电子仪器的类型方面,本书侧重于实用性和先进性,既考虑到我国目前的仪器设备水平,又考虑到近期发展的趋势,尽量介绍目前广泛使用的和将被广泛使用的典型的电子仪器。

本书可作为教学、科研、生产和军事等部门的电子技术人员的使用手册和参考读物,也可作为高等院校相关课程的教材,以及电子类实验教学所用的教材,对于广大的电子仪器用户,本书亦具有相应的参阅价值。

本书还选介了国内有影响的电子仪器生产厂家的典型产品。在编写过程中得到了他们的大力支持,并提供了宝贵的资料,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,时间紧促,对于书中的不妥之处,希望读者批评指正。

作 者

1992年6月

目 录

第一章 万用表	1
第一节 模拟式万用表	1
一、MF—30 型万用表	1
二、500 型万用表	6
第二节 数字式万用表	8
一、DT—830 型数字万用表	8
二、HG1943 型数字多用表	11
第三节 测试技术	19
附录 符号说明	22
第二章 电压表	24
第一节 放大—检波式电子电压表	25
一、GB—9B 型真空管毫伏表	25
二、DA—16 型晶体管毫伏表	27
三、HG2170 型晶体管双通道交流毫伏表	28
第二节 检波—放大式电子电压表	32
一、DYC—5 型超高频电子管电压表	32
二、HFJ—8 型超高频晶体管毫伏表	36
第三节 外差式电子电压表	38
一、WFG—1A 型高频微伏表	38
二、HF5016A 型选频电平表	42
三、UD5 型选频电平表	45
第四节 数字式电压表	46
一、主要技术性能	46
二、工作原理	47
三、使用方法	49
第五节 测试技术	51
一、电压表的测试技能	51
二、电压表的扩展应用	54
三、选频电平表的应用举例	57
第三章 电子示波器	59
第一节 概述	59
第二节 单踪示波器	63
一、HH4241 型通用示波器	63

二、ST—16 型通用示波器	69
三、SBM—10A 型多用示波器	72
四、基本测量方法	79
第三节 多踪、多扫描示波器	81
一、SR8A 型双踪示波器	81
二、HH4331 型双踪双扫描示波器	90
三、HH4370A 型 5 通道 12 踪示波器	98
第四节 SQ27 型取样示波器	108
一、主要技术性能	109
二、工作原理	109
三、面板控制件的作用	112
四、使用方法	114
第五节 示波器的选择和测试技术	117
一、示波器的选择	117
二、探头的正确使用和校准	119
三、示波器的测试技术	121
四、电子元器件的测试	126
五、各种示波器的应用举例	128
第六节 示波器校准仪	131
一、NF4606A 型示波器校准仪	131
二、NF4608/09 型数字式示波器校准仪	139
第四章 信号发生器	146
第一节 低频正弦信号发生器	146
一、XD—2 型信号发生器	146
二、XD2H 型信号发生器	149
第二节 多用信号发生器	149
一、XD11 多用信号发生器	149
二、XD11BH、XD12、XD22H 多用信号发生器	152
三、HG1630A 函数发生器	154
第三节 高频信号发生器	161
一、XFG—7 高频信号发生器	161
二、XFC—6 标准信号发生器	166
第四节 NF1517 型脉冲信号发生器	170
一、主要技术性能	170
二、工作原理	171
三、面板控制件的作用	172
四、使用方法	174
第五节 综合应用举例	175

一、正确选择和使用电子仪器	175
二、技术接地	176
三、信号发生器的输出连接	177
四、仪器、设备的测试	178
第五章 元器件参数测试仪	186
第一节 元件参数测量仪表	186
一、WQ—5A、WQJ—5A 型万用电桥	186
二、QBG—3 型高频 Q 表	192
三、扩展应用	199
第二节 半导体管特性图示仪	200
一、图示仪的基本组成与工作原理	200
二、JT—1 型晶体管特性图示器	201
三、GH4821 型半导体管特性图示仪	206
四、DW4822 型晶体管特性图示仪	214
五、应用与测试技术	214
第三节 电子管测试仪	222
一、主要技术性能	222
二、工作原理	223
三、使用方法和应用举例	223
第四节 集成电路测试仪	227
一、TOC—2 型集成运算放大器测试仪	227
二、GH3123 集成电路自动测试仪	232
第六章 失真度测量仪和调制度测量仪	240
第一节 失真度测量仪	240
一、失真度的测量原理	240
二、BS—1 型失真度测量仪	241
三、S907 型自动失真度仪	244
四、HG4121 型双通道自动失真仪	248
五、测试和应用	251
第二节 调制度测量仪	254
一、ZN4140 型调幅测量仪	255
二、TF—1 型调幅度测量仪	258
三、BE—1 型调制度测量仪	259
四、测试和应用	264
第七章 幅频特性测试仪	270
第一节 BT—3 及其改进型扫频仪	270
一、BT—3 型扫频仪	270
二、BT—3B 和 BT—3C 型扫频仪	275

第二节 BT—5A 型高频扫频仪	276
一、主要技术性能和工作原理	276
二、使用方法	278
第三节 专用扫频仪	279
一、HG1240 型短波扫频仪	279
二、HG1230 中频扫频仪和 HG1210 中波扫频仪	280
第四节 扫频信号发生器和光栅增辉式显示器	282
一、XS—13 型扫频信号发生器	282
二、光栅增辉式显示器	285
第五节 测试技术	287
一、扫频仪使用注意事项	287
二、测试电视机电路特性	287
三、高频阻抗的测量	291
四、用扫频仪查测电路故障	294
第八章 频谱分析仪	296
第一节 QF4021 型高频频谱分析仪	296
一、工作原理与主要技术性能	296
二、使用方法	298
三、振幅和频率的测量方法	302
第二节 现代频谱仪	305
一、HP8568 型频谱仪	305
二、HP8593A 型频谱仪使用简介	311
第三节 测试技术	319
一、测量调幅系数	319
二、测量调频信号参数	320
三、测量非线性失真系数	323
四、测量短期频率稳定度	324
五、小信号测试能力	326
六、频谱仪与跟踪信号发生器配用测量幅频特性	328
七、测量脉冲调幅信号	330
八、用频谱仪作为接收机(零频率跨度的应用)	331
九、测量工作频段中的干扰情况	332
十、测量单边带调制信号	332
十一、用频谱仪调测电路	333
第九章 电子计数器	336
第一节 频率计数器	336
一、EE3382 型微波频率计数器	336
二、SS3341 型频率计数器	339

第二节 通用计数器	340
一、E312A 型通用计数器	340
二、SS7200/7201 型通用计数器	348
三、SS1991/1992 型纳秒通用计数/计时器的使用	357
第三节 测试技术	365
一、短期频率稳定度的测量	365
二、用彩色电视副载波校计数器内基准频率	368
三、用通用计数器测量相位	369
四、用通用计数器测量继电器接通时间	370
五、转速的测量	371
六、压力的测量	372
七、计数功能的应用	373
第十章 微机化仪器与自动测试系统	374
第一节 HG1965A 型数字多用表	374
一、主要技术性能	374
二、工作原理	377
三、仪器特点和实现(或操作)的方法	379
四、使用	382
五、测试技术	385
六、GP—IB 接口技术	390
七、自动测试系统组建、编程及应用举例	400
第二节 HH4441(DSS5040CH)型数字存储示波器	406
一、主要技术性能	406
二、工作原理和使用特点	408
三、使用方法	414
四、测试技术	418
第三节 LA—32—Ⅰ型逻辑分析仪卡	421
一、数据域测试	421
二、个人仪器	421
三、LA—32—Ⅰ型逻辑分析仪卡	423
四、操作使用	427
五、用逻辑分析卡跟踪程序的方法	437
六、怎样分析 EPROM	439
七、用序列触发解决“非”触发问题	441
八、反汇编显示	441
九、逻辑分析卡的毛刺检测能力	443
十、逻辑分析仪与示波器的比较	444

第一章 万 用 表

万用表又称多用表、三用表、是电类技术人员必备的使用最广泛的电子测量仪表。它分为模拟式和数字式两类。模拟式万用表（VOM）是由一个表头和各种不同的线路组成，由表头上的指针指示读数，所以又称为指针式万用表。数字式万用表（DMM）采用 A/D 转换器，将模拟量转换为数字量，由显示器直接显示出被测参数的数值。

模拟式万用表在习惯上简称为万用表。一般的万用表可直接用来测量直流电压、直流电流、交流电压、电阻和音频电平；有的万用表只能测量电压、电流、电阻，所以称为三用表；有的万用表还可测量交流电流、电感、电容和晶体管的部分常用参数。

数字万用表与模拟万用表相比，具有读数直观（可以自动显示数值、正负极性、单位）、输入阻抗高（达 $10\text{M}\Omega$ ）、测量精度高、测量速度快、过载能力强、功能全、牢固可靠等优点。它还便于测量自动化及与计算机联用。所以，数字式万用表较为先进，其使用面日益广泛，但目前价格较贵、维修较难。

模拟式万用表的准确度等级一般在 1.0 级至 5.0 级之间，数字式万用表的等级一般在 1.0 级以上。

第一节 模拟式万用表

模拟式万用表的技术性能中最主要是灵敏度，它表示测量电压时取自被测电路电流的大小，一般用电压表每伏的内阻表示。灵敏度由表头的灵敏度决定，采用 $100\mu\text{A}$ 表头的万用表，其灵敏度不会超过 $5\text{k}\Omega/\text{V}$ ；目前采用的 $10\mu\text{A}$ 以下表头的高灵敏度万用表，其灵敏度可高达 $100\text{k}\Omega/\text{V}$ 。

模拟式万用表的类型很多，功能各异。但它们的工作原理、使用方法基本相同。下面以广泛使用的 MF-30、500 型为例进行介绍。

一、MF-30 型万用表

MF-30 型万用表是一种袖珍式万用表，由于性能价格比好，所以被广泛使用。表头设有二极管保护电路，外电路还接有 0.5A 熔断丝，以防止误操作时，起到保护表头和电路的作用。表头的刻度盘上装有反射镜，可以减小读数时的视差，提高测量准确度。

（一）主要技术性能

MF-30 型万用表的主要技术性能见表 1-1。

表 1-1 MF-30 万用表的主要技术性能

功 能	量程,倍率,测量范围	灵敏度,电压降	精度	误差表示方法
直流电压	1V,5V,25V	$20000\Omega/\text{V}$	2.5	以量程的百分数计算
	100V,500V	$5000\Omega/\text{V}$	2.5	
交流电压	10V,100V,500V	$5000\Omega/\text{V}$	4.0	
直流电流	$50\mu\text{A}$,0.5mA,5mA,50mA,500mA	$\approx 0.3\text{V}$	2.5	

续表

功 能	量程,倍率,测量范围	灵敏度,电压降	精度	误差表示方法
电 阻	$\Omega \times 1, \Omega \times 10, \Omega \times 100,$ $\Omega \times 1k, \Omega \times 10k$	/	2.5	以标度尺 的长度百 分数计算
音频电平	$-10 \sim +22\text{dB}$	/	4.0	

注:交流电压档只适用于频率为 45~1000Hz 的正弦电压,读数为电压的有效值。

(二)工作原理

MF-30 型万用表的面板图、原理方框图如图 1-1、1-2 所示。有 4 种测量功能共 18 档,由转换开关 K 控制。表头是一个高灵敏度的磁电系直流电流表头,用指针指示被测量的数值,通常以满刻度的偏转电流值作为直流电流灵敏度。该表头的灵敏度为 $37.5\mu\text{A}$ 。

由转换开关控制的表内电路,实质上分别是由 5 个量程的直流电流表、5 个量程的直流电压表、3 个量程的交流电压表和 5 个倍率档的欧姆表组成的电路。由于表头是直流电流表头,要求各个测量功能参数都要变换成直流电流,然后由指针指示出相应的被测值。

对被测直流电流来说,各档只需分别通过电阻分流器的相应支路,就可满足不同电流值的测量。也就是说,直流电流表的电路是采用分流方法来扩大量程的。

对被测直流电压来说,采用加一个与表头电阻分流器相串联的电阻分压器,将直流电压转换为直流电流,再通过表头。由于表头满度电流值很小,其内阻和串联的内阻补偿电阻 r_0 为 $2k\Omega$,所以直接使用表头测量直流电压时,最大值不能超过 $37.5\mu\text{A} \times 2k\Omega = 0.075\text{V}$,远远不能满足实际工作的需要。为了扩大测量直流电压的范围,5 档量程是分别通过电阻分压器的相应支路来实现的。

对于被测交流电压,除需要一个与测量直流电压类似的电阻分压器外,还有一个变交流为直流的整流器,再作用于直流电流表。为了节省元件,采用 500V 交流档和 500V 直流档共用一个支路。

对于被测电阻,欧姆表测量的实际上是流过被测电阻上的电流。在低电阻倍率档 ($\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1k$) 时,电路串入有 1.5V 电池;在高电阻倍率档 ($\times 10k$) 时,电路串入有 15V 电池。使用新电池时的电压会超过标准值,使用日久后电池的电压低于标准值。以 1.5V 电池为例,新电池的电压在 1.65V 左右,而使用日久电压会降到 1.25V 以下。为了保证欧姆

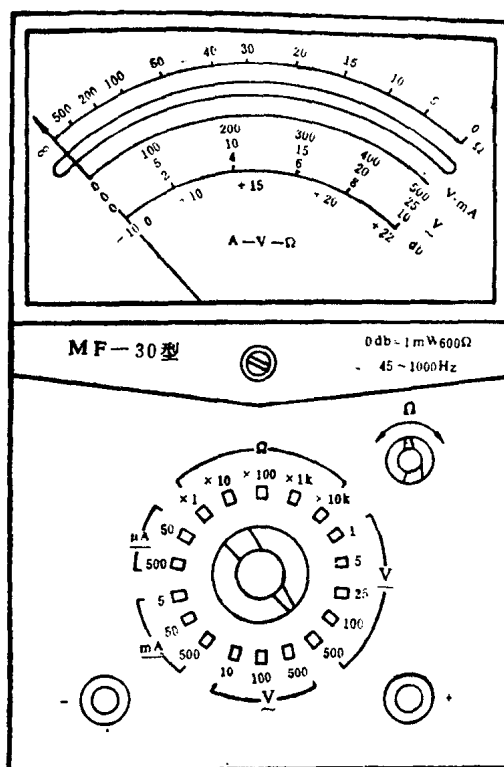


图 1-1 MF-30 型万用表面板图

表能在标准状态下工作，以适应电池在 $1.65\text{V} \sim 1.25\text{V}$ 范围内正常工作，而采用了欧姆“调零”电位器。当被测电阻为零时，如测试棒短接，电路中的电流为最大值，调整欧姆“调零”旋钮，使表头指针示于满刻度 (0Ω) 处。当被测电阻为 ∞ 时，如测试棒不相接，电路中的电流为零，调节表头上的“机械调零”螺丝，使表头指针示于表盘刻度起始位置 (欧姆 ∞ 处)。被测电阻为其它值时，指针示值也一一对应。因此，欧姆读数的刻度方向和电压、电流读数的刻度方向是相反的。

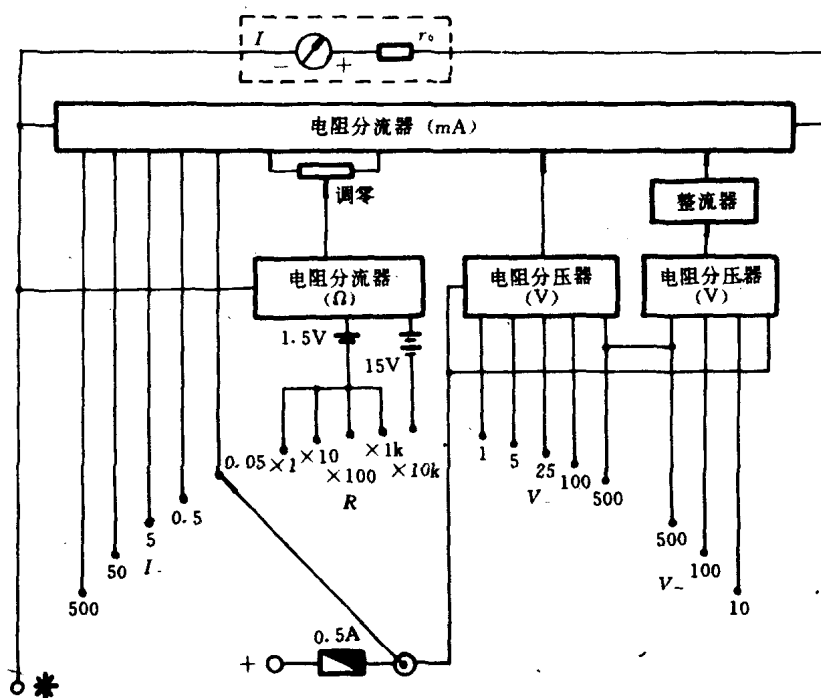


图 1-2 MF-30 型万用表原理方框图

表盘上第一条 $\infty \sim 0$ 刻度线是直流电阻的读数示值线；第二条 $0 \sim \frac{25}{500}$ 刻度线是直流电压、直流电压和交流电压（除10V~档之外）的读数示值线；第三条 $0 \sim 10V\sim$ 刻度线是交流电压10V档的读数示值线；第四条 $-10dB \sim +22dB$ 刻度线是音频电平的读数示值线。在第一、二条刻度线之间有一个反光镜，是为了提高读数的准确度而设置的。读数时，眼、指针和指针投影应在一条直线上。

当被测电阻和万用表欧姆档的等效内阻相等时,电路中的电流值为满度电流值的一半,指针示于刻度标尺的正中央,此时的等效内阻值称为该档的中心电阻值。各档的中心电阻值是不同的。

欧姆表各档的校准是以各自的中心电阻值为标准来进行的，所以在测量电阻时，应使指针尽量示于刻度标尺的正中央附近，以减小误差。而电流表、电压表各档的校准是以各自的满刻度值为标准来进行的，因此测量时应使指针的示值尽量靠近满度值，以减小误差。

关于音频电平刻度线，被测信号的电平高表示电信号强；电平低表示电信号弱。电平的单位是分贝（dB）， $10\text{dB}=1$ 贝尔。电路中两点功率之比值的常用对数（ $10\lg P_1/P_2$ ）称为电平

的分贝值, 这种关系的电平值称为相对电平。在实际工作中, 通常以某点的功率作为零电平 (0dB), 然后把其它点的功率与零电平功率相比并取常用对数, 这个电平值称为绝对电平, 简称电平。一般规定在 600Ω 负载上获得 1mW 功率时的电平称为零电平, 则某点的功率 (绝对) 电平为

$$P_e = 10 \lg \frac{P_x(\text{mW})}{1\text{mW}} \quad (\text{dB}) \quad (1-1)$$

式中, P_x 为某点的功率值, 单位为 mW。

由上式可见, 当某点的功率大于 1mW 时, 绝对电平为正值; 某点的功率等于 1mW 时, 绝对电平为零; 某点的功率小于 1mW 时, 绝对电平为负值。

电平的测量实际上是以交流电压测量来实现的, 因此, 虽然电平是以功率比取对数来定义的, 但它可以变换成电压的测量。由于零功率电平是在 600Ω 负载上获得 1mW 功率时的电平, 则零功率电平时负载上的电压 $V_0 = \sqrt{P_0 R} = \sqrt{1(\text{mW}) \times 600(\Omega)} = 0.775(\text{V})$, 这个电压数值就是零电平电压, 因此电压 (绝对) 电平

$$P_v = 20 \lg \frac{V_x(\text{V})}{0.775(\text{V})} \quad (\text{dB}) \quad (1-2)$$

式中, V_x 为某点的电压值, 单位为 V。

表盘上分贝刻度是与交流电压的最低档 (10V 档) 相对应的。由式 (1-2) 可求得 10V 刻度尺上的 0.775V 刻度和 0dB 刻度相对应, 其它刻度的对应值如表 1-2。

表头上的符号及其说明见本章附录。

表 1-2 电平电压值和电压值的对照表

P_v (dB)	$-\infty$	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	2.2	20
V_x (v)	0	0.245	0.31	0.39	0.49	0.62	0.775	0.976	1	7.75

(三) 使用方法及注意事项

1. 准备工作

万用表应水平放置, 以免增加误差。调节“机械调零”螺丝, 使指针指示在零位。机械零点一般不需要经常调节, 以减少磨损, 当需要调节时, 动作宜轻缓。

红表棒插入“+”插口, 黑表棒插入“-”插口。

2. 电阻的测量

(1) 正确选用 Ω 档: 为了提高测量准确度, 应使指针示值尽量靠近欧姆刻度线的中央位置。一般每档实际能测量的电阻值范围为 ($\frac{1}{10} \sim 10$) 倍中心电阻值, 如表 1-3。

表 1-3 各档电阻的可测范围

Ω 档倍率	$R \times 1$	$R \times 10$	$R \times 100$	$R \times 1k$	$R \times 10k$
中心电阻 (Ω)	25	250	2.5kΩ	25kΩ	250kΩ
可测范围 (Ω)	2.5~250	25~2.5kΩ	250~25kΩ	2.5kΩ~250kΩ	25kΩ~2.5MΩ

(2) 欧姆调零: 在进行电阻测量前, 先将两根测试棒“短接”, 指针便向满刻度偏转; 再调节“欧姆调零”电位器, 使指针指在 0Ω 刻度上。在每换一次欧姆档量程测量电阻前, 都要重复这一步骤。如果调节“欧姆调零”旋钮也无法使指针示在 0Ω 刻度上, 则说明干电池的电压太低, 内阻过大, 需要调换新电池。

(3) 测出电阻值：将两根测试棒分别接被测电阻的两端，电阻值 = Ω 档倍率 $\times$ 指针在刻度上的读数。

(4) 测量电阻时的注意事项：

①不能测量带电电阻，否则不但测量结果不准，且易烧坏三用表，所以应将被测电路的电源切断。

②测量时，不能用双手捏住测试棒的金属部分去测量电阻，否则因人体本身电阻的分路而使测量结果不准，尤其在测量大电阻值时更为明显。测量小阻值电阻时，要使测试棒与电阻接触良好。

③在测量 RC 电路中的电阻值时，不但要切断电路中的电源，且要将电容器放完电后才能进行测量。

④在测量晶体管、微安表头和检流计等的参数时，要先考虑欧姆高倍率档 ($R \times 10k$) 的干电池电压较高 (15V)，而欧姆低倍率档 ($R \times 1$) 的干电池电压虽低 (1.5V)，但由于内阻很小，使通过的电流较大 (60mA)，所以都不能使用。在使用低压高倍率档 ($R \times 1k$) 时，也要先估算电压、电流，以免损坏电表。另外还要考虑到两根测试棒和内附干电池的正、负极性。

⑤在使用欧姆表的间歇中，不要让两根测试棒短接，以免浪费干电池。若长期不使用时，应取出电池，以防电池腐烂损坏电表。

3. 直流电流的测量

(1) 选择转换开关的直流电流量程档，使测量时指针偏转尽量靠近满度值。

(2) 连接测量电路：将电流表串联接入被测电路中，红测试棒接电流的流入方向，黑测试棒接电流的流出方向。正、负极性不能接反，否则会使表针反打。

(3) 读数：直流电流值等于直流电流量程相应刻度线的指针示值。

(4) 测量直流电流时的注意事项：

①要先估值后测量，若被测电流大于量程值，则电表容易烧坏。若不知被测电流的大致数值时，应将转换开关先置于最大量程，再用测试棒在被测电路上快速触一下，如在量程范围内，然后根据被测电流值逐档减小量程至合适的档位。

②决不能用电流档去测电压，也严禁用电流档去测带电压的电路两端，以防过负荷而损坏。

③要注意正、负极性。用错了，表针要反向偏转，容易打弯。

4. 直流电压的测量

(1) 选择转换开关的 V 档，使指针的偏转尽量靠近满度值。若不知被测电压的大致数值，也应采用先置最大量程的方法。

(2) 注意极性：红测试棒接被测直流电压的正端，黑测试棒接被测电压的负端。

(3) 读数：直流电压值等于直流电压档相应刻度线的指针示值。

5. 交流电压的测量

(1) 选择转换开关的 V 档，使指针的偏转尽量靠近满度值。若不知被测数值，也采用先置最大量程的方法。

(2) 两根测试棒并接在被测交流电压的两端，不需考虑极性。

(3) 读数：交流电压值等于交流电压档相应刻度线的指针示值。

6. 电平测量

(1) 选择转换开关的 V 档: 在 10V 档时, 测量电平范围是 $-10\text{dB} \sim +22\text{dB}$; 100V 档时, 测量电平范围是 $+10\text{dB} \sim +42\text{dB}$; 在 500V 档时, 测量电平范围是 $+24\text{dB} \sim 56\text{dB}$ 。

(2) 两根测试棒的接法和测量交流电压时的相同。

(3) 读数: 当选用 10V 档时, 直接从 dB 刻度线上指针示值读出。由于电平刻度线是按 10V 进行刻度的, 因此, 当用 100V 档时, dB 刻度线的示值应加 20dB; 当用 500V 档时, dB 刻度线的示值应加 34dB。

7. 注意操作安全

(1) 使用万用表测量时, 注意不要用手指接触测试棒的金属部分, 以保证安全和测量的准确度。

(2) 在测量较高电压和较大电流时, 不能带电转动开关旋钮, 否则在开关触点上会产生电弧而使开关烧坏。

(3) 测量直流电压迭加交流信号电压时, 它们的总电压不能超过电压最大量程, 否则会将电表损坏。

(4) 使用完毕后, 应将转换开关旋至交流电压最大量程档。特别要注意不能置于电流档和 Ω 档, 以防在下次使用时, 由于不慎而将电表直接接入带电电路中, 以致表头烧坏。

二、500 型万用表

500 型万用表是一种携带式万用表。

(一) 主要技术性能

500 型万用表的主要技术性能如表 1-4 所示。

表 1-4 500 型万用表的主要技术性能

测 量 范 围		灵敏度	精度等级	基本误差表示法
直流电压	0~2.5~10~50~250~500V	20000 Ω /V	2.5	以标度尺工作部分上量限的百分数表示之
	2500V	4000 Ω /V	4.0	
交流电压	0~10~50~250~500V	4000 Ω /V	4.0	
	2500V	4000 Ω /V	5.0	
直流电流	0~50 μ A~1~10~100~500mA		2.5	以标度尺工作部分长度的百分数表示之
电 阻	0~2k Ω ~20~200k Ω ~2~20M Ω		2.5	
音频电平	-10~+22dB			

(二) 500 型和 MF-30 型的比较

两者的电路工作原理和表头刻度基本相同。在结构上, 500 型万用表内电路中无熔断丝, 刻度盘上无反射镜; 测量种类和测量范围分别用开关进行控制; 并增加了 2500V 和 dB 输出端。

(三) 使用方法

1. 面板图控制件的作用

500 型万用表除表盘以外的面板图如图 1-3 所示。

(1) 测量种类和测量量程选择开关: 在两只开关上分别标有 A 、 Ω 和 V 测量种类标志; 同时, 在相应的另一只开关上标有各自的测量量程。“·” 档是停止使用时的位置, 使用完毕后应置于该档。

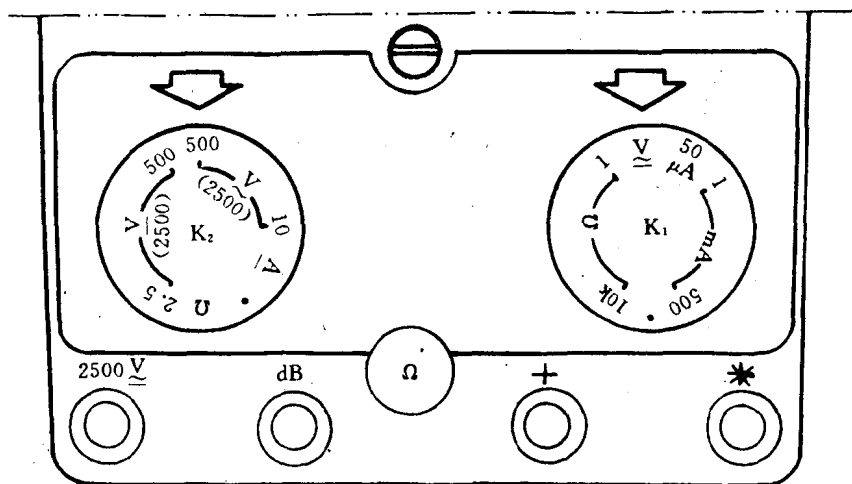


图 1-3 500 型万用表除表盘以外的面板图

(2) 欧姆调零电位器：供测量电阻之前进行电调零用，即校准“Ω”零点。

(3) 插孔：有四个。“*”插孔是公共插孔，进行测量时，插入黑色测试棒。“dB”插孔是测量音频电平时，插入红色测试棒。“2500V”插孔是测量 500~2500V 的交、直流高压时，插入红色测试棒。“+”插孔是测量其它种类、量程时，插红色测试棒。

(4) 机械调零螺丝：电表水平放置，调节此螺丝，使表头指针指在 0 刻度线上。

2. 直流电压的测量

将“K₁”开关旋至“V”位置，“K₂”开关旋至被测直流电压合适的量程，再将测试棒并接在被测电路两端，就可量出被测电压。当不知被测电压的大约值时，应先旋至最大量程“500V”档，经试测后再选用合适的量程，使指针得到最大的偏转度。

3. 交流电压的测量

测量方法和直流电压的方法相同。读数方法和 MF-30 的相同，10V 以下的被测交流电压读数用第三条“10V”专用刻度。

4. 直流电流的测量

将“K₂”开关旋至“A”位置，“K₁”开关旋至被测直流电流合适的量程，再将测试棒串接在被测电路中，就可测出被测电路中的直流电流值。

5. 电阻的测量

将“K₂”开关旋至“Ω”位置，“K₁”开关旋至被测电阻合适的倍率档（即使指针指在电阻刻度线的中间部分）。测量方法和 MF-30 万用表的相同。本万用表在×1、×10、×100、×1k 倍率各档时，使用电池标称电压 1.5V 二号电池一节，其工作时的端电压范围为 1.35~1.65V。在×10k 倍率档时，使用电池标称电压 9V 叠层电池一节，其工作时的端电压范围为 8.1~9.9V。电表长期搁置不用时，应将电池取出，以防电池腐蚀，损坏电表。

6. 音频电平测量

音频电平的测量方法和测量交流电压的相同。当“K₂”开关置于“10V”量程时，可以从表头第四条刻度直接读取电平值。当被测电平大于+22dB 时，应在 50V 或 250V 量程进行测

量,且表头示值应进行修正。在50V档进行测量时,表头上指示的电平值应加上+14dB;在250V档进行测量时,表头上指示的电平值应加上+28dB。

第二节 数字式万用表

现分别介绍 $3\frac{1}{2}$ 位数字显示的袖珍式万用表和测量精度更高的 $4\frac{1}{2}$ 位数字显示的多用表。

一、DT-830 型数字万用表

DT-830 型数字万用表是一种袖珍式的 $3\frac{1}{2}$ 位数字显示的万用表,采用 LCD 液晶显示器,并装有快速熔断丝作保护用,故被广泛地使用。

(一) 主要技术性能

测量种类和量程共用一个旋转式开关进行控制,共有 28 档。

1. 基本档

(1) 直流电压 (DCV): 有 200mV、2V、20V、200V、1000V 共 5 档。分辨率分别为 0.1mV、1mV、10mV、0.1V、1V。输入电阻为 $10M\Omega$ 。

(2) 交流电压 (ACV): 有 5 档。与直流电压档相比,只是最高档改为 750V,其它档相同。分辨率也对应相同。输入阻抗为 $10M\Omega//100pF$ 。精度在 $23^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ 、45~500Hz 条件下,为 $\pm(1.0\%+5\text{字})$ 。

(3) 直流电流 (DCA) 和交流电流 (ACA): 各有 4 档,分别为 200 μ A、2mA、20mA、200mA,分辨率分别为 0.1 μ A、1 μ A、10 μ A、100 μ A。

(4) 电阻 (Ω): 分 200 Ω 、2k Ω 、20k Ω 、200k Ω 、2M Ω 、20M Ω 共 6 档。分辨率分别为 0.1 Ω 、1 Ω 、10 Ω 、100 Ω 、1k Ω 、10k Ω 。最大测试电流分别为 1mA、0.4mA、75 μ A、7.5 μ A、0.75 μ A、75nA。

(5) NPN 档: 测量 NPN 型晶体三极管的 h_{FE} 值。

(6) PNP 档: 测量 PNP 型晶体三极管的 h_{FE} 值。

(7) ∇ 档: 检查晶体二极管的正向压降。

(8) $\rightarrow$ 档: 用来检查线路通断。内有压电陶瓷蜂鸣器。测试电路电阻 $< 20\Omega \pm 10\Omega$,分辨率为 0.1 Ω ,最大开路电压为 1.5V,最大测试电流为 1mA。

2. 附加档

(1) DCA “10A” 档: 与 20mA 档共用一档。

(2) ACA “10A” 档: 与 20mA 档共用一档。

3. 其它性能

(1) 测量周期: 0.4S。

(2) 测量速度: 2.5 次/秒。

(3) 电源: 表内使用 9V 叠层电池,可连续使用 200 小时。

(4) 功率损耗: 约 20mW。

(5) 工作温度: $0\sim 40^{\circ}C$ 。

(6) 相对湿度: $\leq 80\%$ 。