

电工讲义

(二年制技师班用)

下 册

中国人民解放军空军雷达学校

一九七八年七月

目 录

第八章 电工测量仪表

第一节 电工测量仪表的一般知识.....	1
第二节 永磁式电表.....	4
第三节 电流表.....	6
第四节 电压表.....	7
第五节 欧姆表.....	9
第六节 复用表.....	11
* MF5 复用表线路工作原理	
第七节 兆欧表.....	19
* 第八节 热偶式电表.....	24
* 第九节 电磁式电表.....	25
思考题和作业题.....	27
附录 8—1 电平的测量.....	28
附录 8—2 复用表的常见故障.....	31
附录 8—3 兆欧表的常见故障.....	35
附录 8—4 几种常用复用表的线路 (MF5—1 型、ABO—5M 型、MF7 型、 震华 108 型)	39

第九章 变 压 器

第一节 变压器的基本构造.....	42
第二节 变压器的工作原理.....	44
第三节 几种常用变压器介绍.....	50
第四节 变压器的使用知识.....	55
思考题和作业题.....	57
附录 9—1 变压器的等效电路.....	58
附录 9—2 变压器绕组的判别.....	59
附录 9—3 变压器的常见故障.....	62
附录 9—4 小型电源变压器的计算.....	62
附录 9—5 变压器制作的简单工艺.....	70

第十章 电 机

第一节	直流电机的基本原理与基本结构	73
第二节	直流发电机	84
第三节	直流电动机	90
第四节	三相交流发电机	94
第五节	三相感应电动机	96
第六节	单相感应电动机	102
第七节	单相整流式电动机	106
※	步进电机	107
思考题和作业题		110
附录10—1	接触膜对电机换向的影响	113
附录10—2	直流电机电刷下火花等级	114
附录10—3	直流电机的型号、额定数据及联接方法	115
附录10—4	直流发电机端电压与负载电流的关系	117
附录10—5	机械负载对直流电动机转速和枢流的影响	118
附录10—6	三相感应电动机的使用知识	119
附录10—7	电机的拆装与维护	122
附录10—8	电机的故障与检查	123
附录10—9	安全用电常识	127

第八章 电工测量仪表

电工测量仪表，通常称为电表。它是检修雷达兵器常用的测量工具。

毛主席教导我们说：“对情况和问题一定注意到它们的数量方面，要有基本的数量的分析”。这个道理对于维修雷达兵器来说，也是适用的。我们在使用雷达兵器的时候，要用各种仪表测量电流、电压、电阻和频率等基本数据，做到胸中有“数”，才能判断雷达工作情况是否正常，性能是否良好。

学习电工测量仪表，主要解决两个基本问题：一是电工测量仪表的基本原理；二是电工仪表的使用方法。本章重点介绍复用表表头的组成和测量电流、电压、电阻的基本原理及其使用方法。

第一节 电工测量仪表的一般知识

在研究各种电表原理以前，首先介绍一下电表的一般知识，使我们一接触到电表，通过对电表刻度板上各种标志符号的识别，有个大概的了解。

根据国家标准（GB 776—65）第79条～104条，对仪表和附件上应具有的标志和符号均做了具体规定。

一、电工测量仪表的分类及符号

按动作原理电工测量仪表的分类方法很多，可分为：

磁电式仪表（也叫永磁式电表）——利用永久磁铁和载流线圈的相互作用而动作的。

电磁式仪表——利用载流线圈和活动铁片之间相互作用而动作的。

电动式仪表——利用两个载流线圈之间的相互作用而动作的。

热电式仪表（也叫热偶式电表）——在磁电式仪表上装有接触式热变换器（热电偶），把热能转变为电能而进行测量的。

整流式仪表——在磁电式仪表上装有半导体整流器，把低频交流变换为直流进行测量的。

振动式仪表——利用机械共振的原理制成的。

按被测量的名称（或单位）可分为电流表、电压表（伏特表）、欧姆表……等。

此外，还可按不同情况进行分类，例如按仪表的准确度等级可分为0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0七级。按仪表对电场磁场的防御能力可分为：I、II、III、IV四级。按仪表的使用条件可分为：A、B、C三组。

现将常见的电工测量仪表表面标记的符号，列于表8—1至表8—6中。

表8—1 按动作原理分类符号

型式	符号
磁电式 永磁式	
热偶式 热电式	
整流式	
电磁式	
电动式	
振荡式	

表8—2 按被测量的名称（或单位）进行分类的符号

类 别	符 号
电 流 表	安 培 表 A
	毫 安 表 mA
	微 安 表 μA
电 压 表	千 伏 表 KV
	伏 特 表 V
	毫 伏 表 mV
欧 姆 表	Ω
高 阻 表	$M\Omega$
兆 欧 表	
瓦 特 表	W
频 率 表	f 或 Hz

表8—3 工作电流的种类及放置方法的符号

常用符号的意义	常用符号	常用符号的意义	常用符号
直 流		仪器绝缘强度在电压2000伏下进行试验	
单相交流		仪器垂直放置	
直流与交流		仪器水平放置	
二相电流		仪器放置时与水平面成60°角度	
三相电流			
50赫的频率			

名 称	符 号
标度尺位置为垂直的	
标度尺位置为水平的	
标度尺位置与水平面倾斜成角度例如60°	

表 8—4 准确度等级的符号

名 称	符 号
以标度尺量限百分数表示的准确度等级, 例如1.5级	1.5
以标度尺长度百分数表示的准确度等级, 例如1.5级	
以指示值的百分数表示的准确度等级, 例如1.5级	

表 8—5 绝缘强度的符号

名 称	符 号
不进行绝缘强度试验	
绝缘强度试验电压为2KV	

表 8—6 按外界条件分组的符号

名 称	符 号
I 级防外磁场 (例如磁电系)	
I 级防外电场 (例如静电系)	
II 级防外磁场及电场	
III 级防外磁场及电场	
IV 级防外磁场及电场	
A 组仪表使用条件: 工作环境 $0^{\circ}\sim+40^{\circ}\text{C}$, 湿度85%以下	(不标注)
B 组仪表使用条件: 工作环境 $-20^{\circ}\sim+50^{\circ}\text{C}$, 湿度85%以下	
C 组仪表使用条件: 工作环境 $-40^{\circ}\sim+60^{\circ}\text{C}$, 湿度98%以下	

二、对电工测量仪表的要求

对电表的要求很多，如构造简单、性能稳定、消耗电能少、工作可靠、阻尼作用好等。但是，最基本的要求是准确度和灵敏度两个项目。

(一) 灵敏度

灵敏度是表示电表测量微弱电流的能力。实用中常以电表指针偏转到满刻度（即最大偏转角）所需要的电流值表示电表的灵敏度。如永磁式电流表通过1毫安的电流，指针就达到满刻度，则其灵敏度就是1毫安。满刻度时的电流值越小，电表的灵敏度越高。如灵敏度为50微安的电表就比灵敏度为100微安的电表要灵敏。复用电表头的灵敏度通常在线路图上加以注明。

(二) 准确度

准确度是表示电表读数与实际数值误差的大小。误差越小，电表的准确度越高。电表的准确度是用误差百分数来表示的，一般分为七个等级：0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 5.0（过去有4.0）。例如“2.5”级的电表，表示其误差不超过 $\pm 2.5\%$ ，当该电表指针指到220V时，其误差在 $\pm 2.5\% \times 220 = \pm \frac{2.5}{100} \times 220 = \pm 5.5$ 伏以内。“0.1”级的电表比“0.5”级的电表准确。

产生误差的具体原因是很多的，主要的有以下两个方面：一是仪表本身构造上不完善。例如仪表转动部分轴承摩擦较大、机件安装不正、弹性元件的性能变坏及标尺刻度不准等。二是外界因素变动的影响。其中包括仪表四周的温度、外界的电场和磁场等变动，都会引起误差。为了减少误差，一般规定了仪表的正常工作条件，即

1. 仪表指针调整到零点；
2. 仪表按规定的工作位置安放；
3. 周围的温度是 20°C ，或是仪表上所标的温度；
4. 除地球磁场外，没有外来电磁场；
5. 对于交流仪表来说，电流的波形是正弦波，频率是规定的频率值。

在测量中还要注意减小人为造成的误差，例如测量方法不正确。或者由于我们不正确的读数习惯（例如没有使我们的视线与仪表标尺的平面垂直，或没有使指针盖住标尺上镜子中的指针影子，或交流刻度的分格之间，估计读数偏差太大等）。

第二节 永磁式电表

永磁式电表也叫磁电式电表，它是利用电磁力的原理，使指针偏转的。这种电表的灵敏度和准确度都比较高，应用比较广泛。常用的电压表、电流表、欧姆表都是由它和一些附属元件组成的。

一、构造

永磁式电表主要由永久磁铁、动圈和游丝三部分组成，如图8—1所示。

1. 永久磁铁：通常做成马蹄形或圆形。磁极上装有半圆形极掌，两极掌间放置一圆柱形铁芯。
2. 动圈：通常用很细的漆包线绕在铝框上做成，放在极掌与圆柱形铁芯之间的空隙中。动圈的上下各有一个枢轴。线圈的两个端头，分别接在上下枢轴上。枢轴的尖端放在宝石轴承

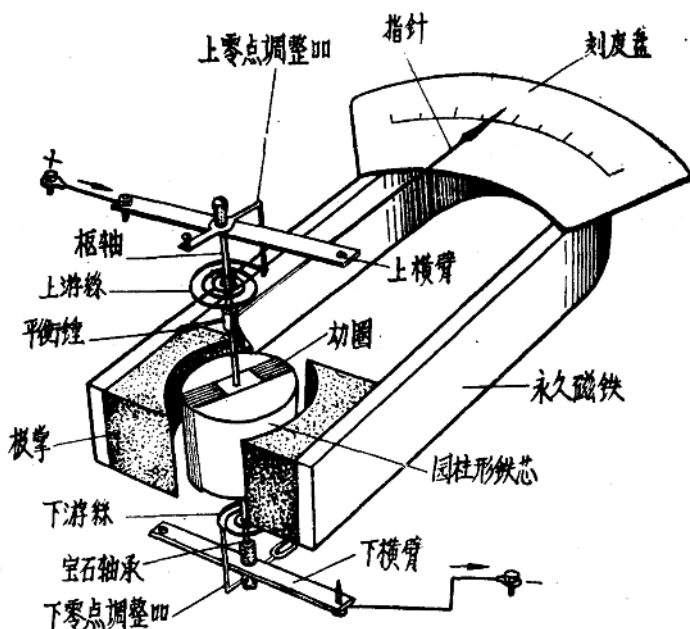


图8-1 永磁式电表的结构

内,以支承动圈,使动圈能在极掌与圆柱形铁芯的空隙中自由转动。在上枢轴上装有指针,动圈转动时,带动指针偏转。

3. 游丝: 通常是由含磷的青铜丝制成的螺旋形弹簧,在上下枢轴上各装一个。游丝的作用有两个: 一是构成电流的通路; 二是产生反抗转动的力量。游丝的一端固定在上枢轴上,另一端固定在零点调整器上。零点调整器受壳上的调零螺钉控制,旋动调零螺钉能改变指针的起始位置。当动圈内没有电流时,应将指针调到零线位置。

电表接入被测电路后,电流的路径如下: “+”端→上零点调整器→上游丝→上枢轴→动圈→下枢轴→下游丝→下零点调整器→“-”端。

二、工作原理

恩格斯指出: “一切自然过程都有两个方面,它们建立在至少是两个起着作用的部分的关系上,建立在作用和反作用上。”永磁式电表的动作过程也是如此,它是建立在电磁力和游丝反作用力的基础上的。当动圈中有电流流通时,动圈受到电磁力作用而偏转。同时,游丝就被扭紧(或放松),游丝是力图保持原来的状态而反抗动圈转动的。游丝的反抗力量是与其被扭转的角度成正比的,流过动圈的电流越大,动圈产生的电磁力就越大,游丝被扭转的角度越大,因而游丝的反抗力量增大,直到游丝的反抗力量等于动圈产生的电磁力时,对立的双方达到暂时的相对的平衡,指针便稳定下来。由此可见: 流过动圈的电流越大,指针偏转的角度就越大,因此指针偏转角度的大小,就表示动圈中电流的大小。

永磁式电表指针偏转的角度,与被测电流的大小成正比,表面刻度均匀,读数比较方便。但是,由于动圈的导线很细,只能流过很小的电流,电流过大,就会烧坏动圈,使用时应特别小心。另外,永磁式电表只能测直流,不能测交流;当交流电流流过动圈时,由于惯性作用,指针不可能随电流的变化摆动,而停在零点。

第三节 电流表

用来测量电流的仪表，称为电流表。常用的电流表，是由永磁式电表（以下简称表头）和分流电阻（又称分流器）并联组成的。

一、测量电流的原理

永磁式表头就是一个最基本的电流表。如果用它测量电流，只需把它串入被测电路，如图8—2所示。这时，表头指示的电流，就是电路中的电流。但是因为动圈导线很细，只能测量很小的电流。在测量较大电流时，必须在电表两端并联一个分流电阻，如图8—3所示。

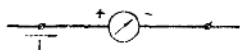


图8—2 测电流时电表的接法

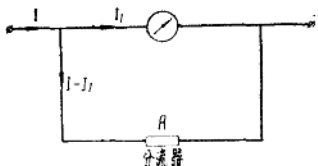


图8—3 电流表的电路

表头并联了分流电阻以后，流过表头的电流 I_1 ，只是被测电流 I 的一部分。但它是和被测电流成正比的，即被测电流增大几倍，流过表头的电流也增大几倍；被测电流减小几倍，流过表头的电流也减小几倍。如果刻度盘按被测电流来划分，指针偏转角度的大小，就可表示被测电流的大小。

分流电阻的阻值，可根据下例的方法求得：

例【8—1】一灵敏度为 1mA ，内阻 r 为 270Ω 的表头，若用作测量范围为 $0—10\text{mA}$ 、 $0—100\text{mA}$ 的电流表，分流电阻的阻值应各为多少欧姆？

解：根据并联电路电压相等的关系式， $I_1 r = (I - I_1) R$ 得

$$R = \frac{I_1 r}{I - I_1} \quad (8-3)$$

若需要测量的电流 $I = 10\text{mA}$ ，则分流电阻为

$$R = \frac{1\text{mA} \times 270\Omega}{(10 - 1)\text{mA}} = 30\Omega$$

若需要测量的电流 $I = 100\text{mA}$ ，则分流电阻为

$$R = \frac{1\text{mA} \times 270\Omega}{(100 - 1)\text{mA}} = 2.73\Omega$$

从上例看出，测量范围越大，分流电阻的阻值越小。

电流表是与负载串联的，电流流过电表，电表两端也有一定电压，为了不致影响电路的工作和测量的准确，希望电流表的分压越小越好，否则电表串入后，负载两端电压减小，电流就不是原来的数值，测量结果自然不准确。要减小电表两端的分压，就要求减小电流表的总内阻（包含分流电阻），因此电流表的内阻越小越好。通常永磁式电流表两端的压降不超过 $200\sim 300\text{mV}$ 。

多范围电流表的电路，如图 8—4 所示。改变选择开关（或插孔）的位置，就能改变分流电阻的大小，从而改变电流表的测量范围。例如，当 K 放在“ 10mA ”档时， R_1 、 R_2 、 R_3 成为分流器；当 K 放在“ 50mA ”档时， R_1 、 R_2 串联成为分流器，而 R_3 与表头串联，这样分流电阻减小，而表头支路的电阻增大，因而量程扩大。

二、使用注意事项

毛主席说：“经常注意明确划清许做和不许做的事情的界限”。使用电表时也必须明确那些事情是许做的，那些事情是不许做的，否则会烧坏电表。测量电流时应注意以下几点：

1. 测量电流时，电流表必须与被测电路串联，绝对不能并联在电源或负载两端，否则通过电表的电流很大，

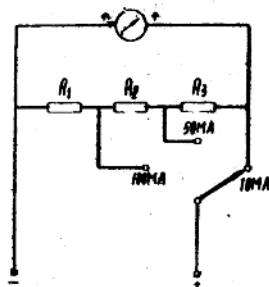
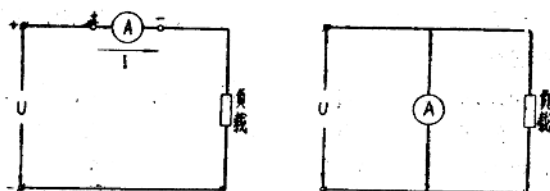


图8—4 多范围电流表

会使电表烧坏。在图 8—5 中，图(a)的接法是正确的，图(b)的接法是错误的。



(a)正确的联接

(b)错误的联接

图8—5 电流表的接法

2. 被测电流不能超过电表的测量范围，测量前应先粗略估计被测电流的数值，选择适当的量程。

3. 测量直流电流时，还必须注意电表的极性。必须使电流由电表的“+”接线柱流入，而

由“-”接线柱流出。如图 8—5(a)所示。否则指针反打，可能损坏电表。

第四节 电压表

用来测量电压的仪表，称为电压表。常用的电压表，是由永磁式表头和倍压电阻串联组成的。

一、测量电压的原理

电压表的电路，如图 8—6 所示。图中 r 为表头内阻， R 为倍压电阻。电压表并联在被测电路的两端。根据欧姆定律，流过表头的电流为

$$I = \frac{U}{R + r}$$

由于表头内阻 r 和倍压电阻 R 都是固定的，因此流过表头的电流与被测电压成正比。这样，如果按被测电压的大小来划分刻度，指针偏转的角度，就表示被测电压的大小。

倍压电阻的大小，可根据下例的方法求得。

例【8—2】将灵敏度为 $50\mu\text{A}$ ，内阻为 $8\text{K}\Omega$ 的表头，用作测量范围为 $0-1\text{V}$ 和

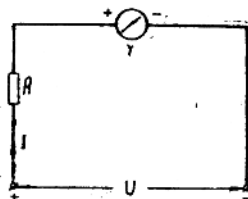


图8—6 电压表的电路

0—100 V 的电压表，倍压电阻应各为多少欧姆？

解：如图 8—6 $I = \frac{U}{R+r}$

将公式变换得 $R+r = \frac{U}{I}$

$$R = \frac{U}{I} - r \quad (8-4)$$

当测量范围为 0—1 V 时，倍压电阻应为

$$R = \frac{1 \text{ V}}{0.05 \text{ mA}} - 3 \text{ K}\Omega = 20 \text{ K}\Omega - 3 \text{ K}\Omega = 17 \text{ K}\Omega$$

当测量范围为 0—100 V 时，倍压电阻应为

$$R = \frac{100 \text{ V}}{0.05 \text{ mA}} - 3 \text{ K}\Omega = 2000 \text{ K}\Omega - 3 \text{ K}\Omega = 1997 \text{ K}\Omega$$

从上例看出，测量范围越大，倍压电阻的阻值越大。

电压表的灵敏度，通常用测量每一伏电压，表内应具有电阻欧姆数来表指。它是由表头灵敏度换算过来的。从上例可以看出，一灵敏度为 $50 \mu\text{A}$ 的表头，用作测量 1 伏的电压表，电表的内阻（包括表头内阻和倍压电阻）应为 $20 \text{ K}\Omega$ (20000Ω)，这个电压表的灵敏度就是 $20000 \Omega/\text{V}$ ，电压表的内阻越大，灵敏度越高。

电压表是并联在负载两端的，电压表接入电路后，将分去一部分电流，这称为并联效应。为了不致影响电路的正常工作和测量的准确，要求电压表的内阻必须比负载电阻（或阻抗）大得多。电压表的内阻越大，它对被测电路的并联效应越小，测量结果越准确。

多范围电压表的电路，如图 8—7 所示。改变选择开关，就能改变倍压电阻的大小，也

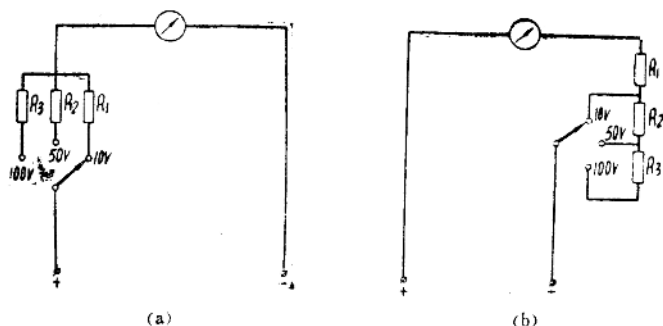


图8—7 多范围电压表

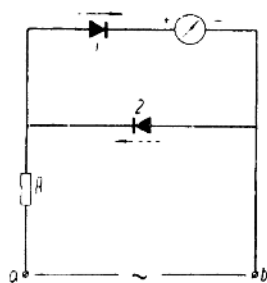


图8—8 交流电压表

就改变了电表满刻度所指示的电压数值。

为了测量交流电压，可以将被测电压，经倍压电阻降压和半导体整流器整流后，再加到表头去，如图 8—8 所示。交流电正半周（假定 a 端正， b 端负），有电流通过表头（如图中实线箭头所示）；交流电负半周，电流不通过表头（如图中虚线箭头所示）。电表指针只向一个方向偏转，这样，就可以测量交流电压。通常，电表上的刻度都是指有效值。

交流电压表中的整流元件 2 是保护整流元件 1 的, 因为在负半周时, 如果没有整流元件 2, 由于整流元件 1 的反向电阻较大, 两端有较高的电压, 有被击穿的危险。

二、使用注意事项

1. 测量电压时, 电压表必须与被测电路并联。图 8—9 (a) 的接法是正确的, 图 8—9 (b) 的接法是错误的。

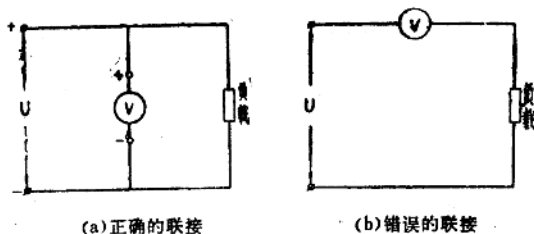


图8—9 电压表的接法

2. 要注意量程的选择, 被测电压不能超过电表的量程。

3. 测量直流电压时, 应注意电表的极性, 电表的“+”端应接在电路的高电位端, 否则指针反打, 可能损坏电表。

第五节 欧姆表

用来测量电阻的仪表, 称为欧姆表。

一、测量电阻的原理

欧姆表是由永磁式表头、电池、限流电阻 (基准电阻) R_1 、调零电阻 R_2 组成的, 如图 8—10 所示。图中 R_x 为被测电阻。

这样一个电路为什么能测出电阻的大小呢?

根据欧姆定律, 流过表头的电流为

$$I = \frac{U}{r + R_1 + R_2 + R_x} = \frac{U}{R_0 + R_x} \quad (8-5)$$

r 是表头内阻, $R_0 = r + R_1 + R_2$ 是欧姆表的内阻, 因为 r 、 R_1 、 R_2 和 U 都是固定数值, 流过表头电流的大小决定于被测电阻 R_x 的数值。当表笔短路 ($R_x = 0$), 流过表头的电流最大, 指针指在满刻度的位置; 当被测电阻逐渐增大, 流过表头的电流逐渐减小, 指针偏转的角度由大变小; 当被测电阻开路 ($R_x = \infty$), 流过表头的电流为零, 指针指在最左端电流为零的位置。

从这里我们可以看出, 指针指的位置完全决定于被测电阻 R_x 的数值, 因此, 指针指的位置, 可以表示被测电阻 R_x 的大小。如果将欧姆数刻在表盘上, 便可以直接读出被测电阻的数

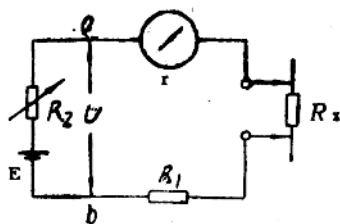


图8—10 欧姆表的电路

值。不过它的刻度与电流表、电压表的刻度是相反的，而且是不均匀的，如图8—11所示。当被测电阻等于欧姆表内阻 R_0 时，流过表头的电流正好是满刻度电流的一半，此时指针指在刻度盘的正中央。因此刻度盘正中央所表示的欧姆数就是欧姆表的内阻。

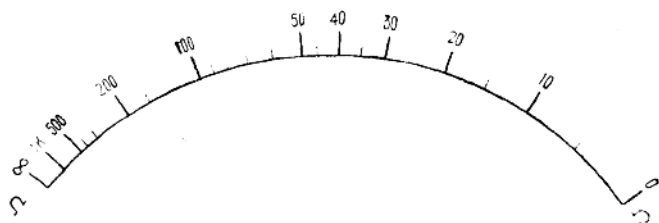


图8—11 欧姆表的表面刻度

限流电阻 R_1 用来限制电路中的电流，以保护表头。因为当被测电阻为零时，流过表头的电流很大，必须串入一个电阻限制电流，使指针指在满刻度位置。

调零电阻 R_2 用来消除因电池的端电压变化而引起的测量误差。当电池使用过久，端电压会降低；更换新电池后，端电压又升高。因此，必须串入调零电阻 R_2 。测量前，将表笔短路，改变调零电阻，使电表指针指在零欧姆位置。

从理论上讲，上述电路可以测出 $0 \sim \infty$ 欧姆的任意电阻。但实际上，当被测电阻与欧姆表内阻的数值相差太大时，指针指在0欧姆或 ∞ 欧姆附近，都不能测出准确的数值来。因此，欧姆表也有必要改变测量范围。常用的方法是改变限流电阻，使欧姆表的内阻随着被测电阻的大小作相应的变化。

为什么改变欧姆表的内阻，就能改变欧姆表的测量范围呢？

我们知道，欧姆表刻度盘中央的读数就是欧姆表内阻的数值，欧姆表内阻不同，刻度盘中央表示的欧姆数也不同。例如，某欧姆表的内阻为 40Ω ，刻度盘中央的读数就为 40Ω ，如图8—11所示。当被测电阻为 40Ω 时，指针指在中央，但如要测量 $1K\Omega$ 以上的电阻，则指针在 ∞ 欧姆附近，测不出准确的数值。如果欧姆表的内阻增大10倍为 400Ω ，刻度盘中央的读数就变为 400Ω ，这时，欧姆表的测量范围就相应地提高了10倍。

图8—12为多范围欧姆表的电路，电路中 R_1 、 R_2 、 R_3 为数值不同的限流电阻， R_4 、

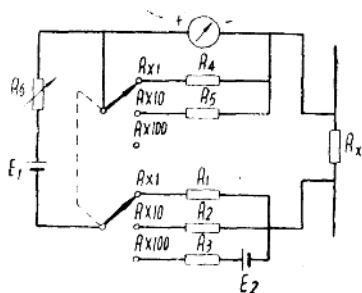


图8—12 多范围欧姆表

R_5 为阻值不同的分流器。利用转换开关可以改变限流电阻的数值，只要使欧姆表的内阻成10倍的增大，就可以得到 $R \times 1$ ， $R \times 10$ ， $R \times 100$ 三种量程。在 $R \times 1$ ， $R \times 10$ 两档时，是测低值或中值电阻，电流较大，所以需要在表头并联分流器，使一部分电流从分流器流过，保证在表笔短路时，表头中电流不超过满刻度电流。 $R \times 100$ 档是测高阻值电阻， R_3 很大，电流很小，表头不需并联分流器。同时为了保证在 $R_x = 0$ 时，指针能指在满刻度，在电路中又串入一组电池 E_2 。

二、使用注意事项

1. 测量时先将表笔（表棒）短路，改变调零电阻，使指针指在零欧姆位置，然后再进

行测量。测量后，应将表笔拿掉，以免表笔短接时，消耗电池。

2. 在电路中测量电阻时，必须断开电源。否则不但测不出正确数值，还可能烧坏电表。

3. 当受测电阻两端有并联支路时，必须将并联的支路断开才能测量。否则会引起测量误差。测量阻值较大的电阻时，两手不可同时接触表笔，以免使“人体电阻”并在被测电阻的两端，引起测量误差。

第六节 复用表

复用表又称万用表，是一种多种用途多种测量范围的电表，通常用来测量电流、电压和电阻等。它是维修雷达兵器经常使用的基本仪表之一。

毛主席教导我们说：“全局性的东西，不能脱离局部而独立，全局是由它的一切局部构成的。”一个简单的复用表也是这样，它是由电压表、电流表、欧姆表联合组成的。各部分电路之间，通过选择开关的控制，围绕表头有机地联合成一个整体，完成测量电流、电压、电阻的任务。因此，它的基本结构可以列表说明如下：

$$\text{复用表} = \text{永磁式表头} + \begin{cases} \text{分流电阻} = \text{直流电流表} \\ \text{倍压电阻} = \text{直流电压表} \\ \text{倍压电阻} + \text{半导体整流器} = \text{交流电压表} \\ \text{电池} + \text{限流电阻} + \text{调零电阻} = \text{欧姆表} \end{cases}$$

一、复用表的基本线路

复用表的型式很多，线路也各不相同。图8—13为复用表的基本线路图，图8—14为其面板图。

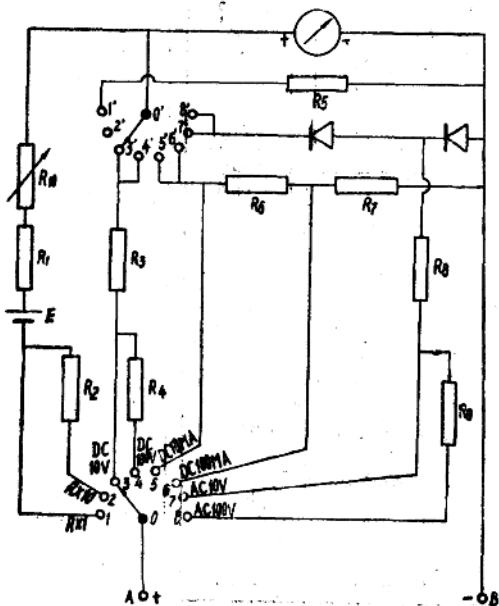


图8—13 复用表的基本电路

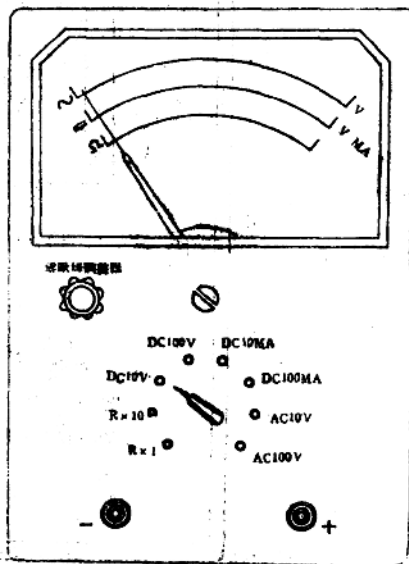


图8—14 复用表的面板图

线路图中的 A 、 B 是电表表笔的插孔。0、0' 为同轴转换开关，由面板上旋钮控制。改变面板旋钮位置就可测量电阻、直流电压、直流电流和交流电压。

二、MF5 型复用表

MF5 型复用表是多数雷达兵器配备的仪表之一。它可以用来测量交、直流电压，交、直流电流和电阻。

(一) MF5 的主要技术性能

测量范围：

交、直流电压：0—6000 伏，分成七个量程（3 V、12 V、30 V、300 V、600 V、1.2 K V、6 K V）。

直流电流：0—12 安，分成七个量程（60 μ A、300 μ A、3 m A、30 m A、120 m A、1.2 A、12 A）。

交流电流：0—12 安，分成五个量程（3 m A、30 m A、120 m A、1.2 A、12 A）。

电阻：分成三个量程（ Ω 、 $\Omega \times 100$ 、 $\Omega \times 10000$ ）。

灵敏度：

表头灵敏度：表头流过 50 μ A 时，指示满刻度。

电压表灵敏度：测直流电压时为 20 K Ω / V。

测交流电压时为 2 K Ω / V。

(二) 使用方法

MF5 复用表的面板如图 8—15 所示。有 8 个接线柱，其中 6 个是专用接线柱。面板中

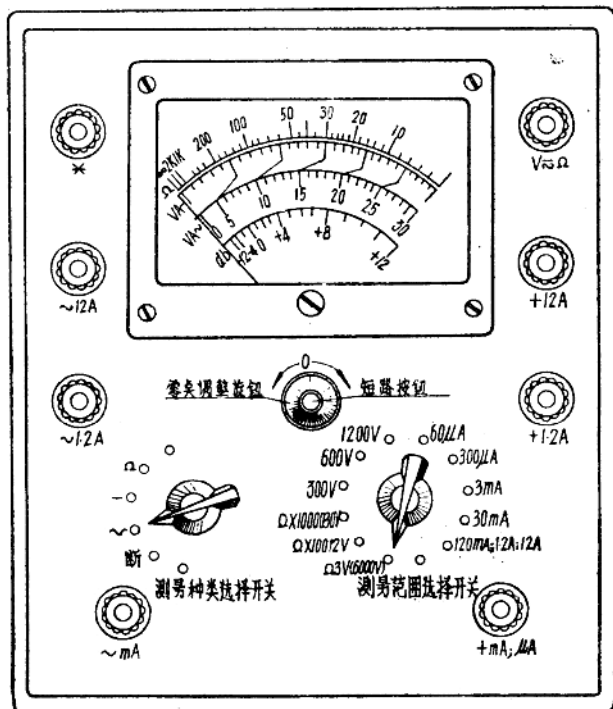


图8—15 MF5复用表面板

部有零欧姆调整旋钮及短路按钮。选择开关有两个，左边是种类选择开关 (K_2)，右边是范围选择开关 (K_1)。其使用方法介绍如下：

1. 测量直流电压

测量方法：当测量范围为1200V以下时，表棒接线接在“ $V \approx \Omega$ ”和“*”两接线柱上（“*”为公用接线柱，是负端）。种类开关 (K_2) 放在“-”位置，范围开关 (K_1) 根据受测电压的大小，放在相应的位置上。测量时并联在受测电路上（“ $V \approx \Omega$ ”接正端，“*”接负端）。读数在“VA-”刻度线上读得。

2. 测量直流电流

测量方法：种类开关 (K_2) 放在“-”位置，范围开关 (K_1) 放在比被测值还要大一些的档位。负表棒接在“*”接线柱，正表棒根据测量档位的大小，接在相应的接线柱上（直流电流专用的是正接线柱）。测量时，注意正负，并把电表串接在被测电路中。读数从“VA-”刻度上读得。

3. 测量交流电压

测量方法：当测量范围在1200V以下时，种类开关 (K_2) 放在“~”位置，范围开关 (K_1) 放在比被测值还要大一些的档位。两根表棒分别接在接线柱“*”和“ $V \approx \Omega$ ”上。测量时将电表并联在被测电路上。读数在“VA~”刻度线上读得。

4. 测量交流电流

测量方法：种类开关 (K_2) 放在“~”位置，范围开关 (K_1) 放在比被测值还要大一些的档位。一根表棒接在“*”，另一根接在与范围开关档位相应的专用交流接线柱上。测量时把电表串联在被测电路中。读数从“VA~”刻度线上读得。

5. 测量电阻

测量方法：种类开关 (K_2) 放在“ Ω ”位置，根据被测电阻数值，把范围开关 (K_1) 放在适当的档位。两根表棒分别接在接线柱“*”和“ $V \approx \Omega$ ”上。按下按钮 AN ，或将两表棒短路，改变调零电阻 R_{27} ，使指针指示到“ Ω ”刻度线零值。测量时，将两表棒接于被测端，将“ Ω ”刻度线上的读数，乘上范围开关 (K_1) 所在位置的倍数，即得被测电阻的数值。

6. 测量交、直流高压

测直流高压 (1200—6000V)：种类开关 (K_2) 放在“-”位置，范围开关 (K_1) 放在“ Ω ；3V(6000V)”位置，测量时，需加接“6KV-”分压器，接线方式分以下两种情况：如果被测电路负端接地，则按图8—16(a)接线。如果被测电路正端接地，则按图8—16(b)接线。读数在“VA-”刻度线上读得。

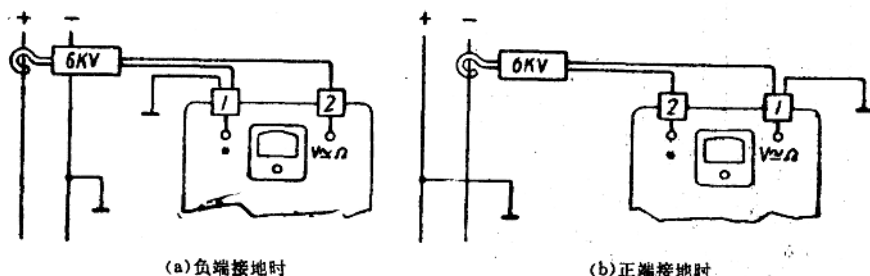


图8—16 测量直流高压时接线图

测交流高压 (1200—6000 V)：范围开关(K_1)放在“ Ω ; 3 V (6000 V)”位置，种类开关(K_2)放在“ $\sim$ ”位置。换接“6 KV $\sim$ ”分压器，分压器上有“ $\oplus$ ”的接线柱接在电表的一端，并且必须与被测电路的地线相联，分压器上的第三根接线，则接电表的另一端。测量时，将分压器的挂钩接被测电路的火线即可。读数在“V $\sim$ ”刻度线上读得。

* (三) 线路工作原理

MF5 复用表的总线路图如图 8—17 所示。下面分别说明各部分测量线路的组成和工作原理。

图 8—17 MF5 复用表总线路图

