

学习情境一 电工基础及电动机的认识

1.3 工厂输配电、安全用电与电工测量

1.3.3 万用表和兆欧表

1. 万用表的使用

万用表是一种可以测量多种电量的多量程便携式仪表。由于万用表具有测量的种类多、量程范围宽、价格低以及使用和携带方便等优点，因此广泛应用于电器的维修和测试中。

一般万用表都可以测量直流电流、直流电压、交流电压、直流电阻等，有的万用表还可以测量音频电平、交流电流、电容、电感以及晶体管的 β 等。

目前广泛使用的万用表有两大类，一类指针式万用表，另一类是数字式万用表。

《机床电气控制系统运行与维护》

1) 指针式万用表

(1) 指针式万用表的结构

指针式万用表主要是由**表头**、**测量线路**和**转换开关**三部分组成。

表头用以指示测量的数值，通常用磁电式微安表作为表头（保证有高灵敏度）。

测量线路是用来把各种被测量转换到适合表头测量的直流的微小电流。它实际上就是由多量程的直流电流表、多量程的直流电压表、多量程的交流电压表和多量程的欧姆表等组成。

转换开关是用来实现测量种类以及量程的选择。当转换开关处在不同的位置时，它相应的固定触点与活动触点就闭合，接通相应的测量线路。在万用表的面板上装有标尺、转换快关旋钮、调零旋钮及插孔等，如图 1-7 所示。

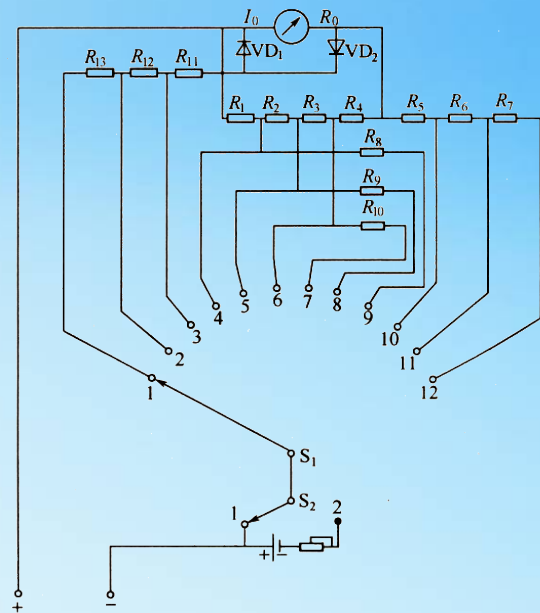


图 1-7 万用表结构原理图

(2) 指针式万用表的使用方法及注意事项

- a. 正确使用转换开关和表笔插孔:
- b. 正确读数:
- c. 正确测量电阻值:
- d. 测量高电压时的必须注意事项:
- e. 万用表的维护:

2) 数字式万用表

数字式万用表以结构精密、性能稳定、可靠性高和使用方便等优点而普遍受到欢迎，其基本结构由**测量线路及相关器件、液晶显示器、插孔和转换开关**等组成。下面以**DT830** 型数字万用表为例来分析数字万用表的使用。



图 1-8 DT830 型数字万用表面板

DT830 型数字万用表是三位半液晶显示小型数字万用表。它可以测量交、直流电压和交、直流电流，电阻、电容、三极管 β 值、二极管导通电压和电路短接等，由一个旋转波段开关改变测量的功能和量程，共有 **30** 挡。

《机床电气控制系统运行与维护》

本万用表最大显示值为 ± 1999 ，可自动显示“0”和极性，

过载时显示“1”或“-1”，电池电压过低时，显示“←”标志，短路检查用蜂鸣器。DT830 型数字万用表面板外表如图 1-8 所示。

A. 技术特性

测量范围：

① 交、直流电压（交流频率为 $45\text{Hz}\sim 500\text{Hz}$ ）：量程分别为 200mV 、 2V 、 20V 和 $1\ 000$ 五挡，直流精度为 $\pm$ （读数的 $0.8\% + 2$ 个字）以下，交流精度为 $\pm$ （读数的 $1\% + 5$ 个字）；输入阻抗，直流挡为 $10\text{M}\Omega$ ，交流挡为 $10\text{M}\Omega$ 、 100PF 。

② 交、直流电流：量程分别为 $200\mu\text{A}$ 、 2mA 、 200mA 和 10A 五挡，直流精度为 $\pm$ （读数的 $1.2\% + 2$ 个字），交流精度为 $\pm$ （读数的 $2.0\% + 5$ 个字），最大电压负荷为 250mV （交流有效值）。

③ 电阻：量程分别为： 200Ω 、 $2\text{k}\Omega$ 、 $200\text{k}\Omega$ 、 $20\text{M}\Omega$ 和 $20\text{M}\Omega$ 六挡。精度为 $\pm$ （读数的 $2.0\% + 3$ 个字）。

《机床电气控制系统运行与维护》

B . 面板及操作说明

- ① 显示器：三位半数字液晶显示屏
- ② 电源开关：按下，则接通电源，不用时应随手关断。
- ③ 电容测量插座：测量电容时，将电容引脚插入插座中。
- ④ 功能量程开关：选择不同的测量功能和量程。
- ⑤ **10A 电流插孔**（不能测量大于 **10A 电流**）：当测量大于 **200mA**、小于 **10A** 的交、
直流电流时，红表笔应插入此 **10A 电流插孔**。
- ⑥ **电流插孔**：当测量小于 **200mA** 的交、直流电流时，红表笔应插入此电流插孔。
- ⑦ **V/ Ω 插孔**：当测量交、直流电压、电阻、二极管导通电压和短路检测时，红表笔应插入此 **V/ Ω 插孔**。
- ⑧ **接地公共端 “COM” 插孔**：黑表笔始终插入此接地插孔中。

C . 使用方法

（1）准备：按下电源开关，观察液晶显示是否正常，有否电池缺电标志出现，若有则要先更换电池。

（2）使用：

① 交、直流电流的
测量

② 交、直流电压的
测量

③ 电阻的测量

D . 注意事项

- ① 注意正确选择量程及红表笔插孔。对未知量进行测量时，应首先把量程调到最大，然后从大向小调，直到合适为此。若显示“1”，表
示过截，应加大量程。
- ② 不测量时，应随手关断电源。
- ③ 改变量程时，表笔应与被测点断开。
- ④ 测量电流时，切忌过载。
- ⑤ 不允许用电阻挡和电流挡测电压。

2. 钳形电流表的应用

钳形电流表按结构原理不同分为磁电式和电磁式两种，磁电式可测量交流电流和交流电压；电磁式可测量交流电流和直流电流。

钳形电流表的外形如图 1-9

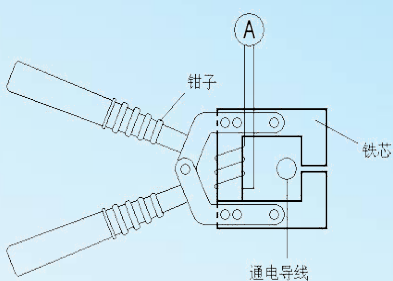


图 1-9 钳形电流表

1) 钳形电流表的使用方法和使用时应注意的事项

(1) 在进行测量时用手捏紧扳手即张开，被测载流导线的位置应放在钳口中间，防止产生测量误差，然后放开扳手，使铁心闭合，表头就有指示。

(2) 测量时应先估计被测电流或电压的大小，选择合适的量程或先选用较大的量程测量，然后再视被测电流、电压大小减小量程，使读数超过刻度的 $1/2$ ，以便得到较准确的读数。

(3) 为使读数准确，钳口两个面应保证很好的接合，如有杂声，可将钳口重新开合一次，如果声音依然存在，可检查在接合面上是否有污垢存在，如有污垢，可用汽油擦干净。

《机床电气控制系统运行与维护》

（4）测量低压可熔保险器或低压母线电流时，测量前应将邻近各相用绝缘板隔离，以防钳口张开时可能引起相间短路。

（5）有些型号的钳形电流表附有交流电压刻度，测量电流、电压时应分别进行，不能同时测量。

（6）不能用于高压带电测量。

（7）测量完毕后一定要把调节开关放在最大电流量程位置，以免下次使用时由于未经选择量程而造成仪表损坏。

（8）为了测量小于 **5A** 以下的电流时能得到较准确的读数，在条件许可时可把导线多绕几圈放进钳口进行测量，但实际电流数值应为读数除以放进钳口内的导线根数。

2) 钳形电流表在几种特殊情况下的应用

(1) 测量绕线式异步电动机的转子电流:

(2) 用钳形电流表测量三相平衡负载时, 钳口中放入两相导线时的电流指示值与放入一相时电流的指示值相同。

3. 兆欧表的使用

兆欧表俗称摇表或摇电箱，是一种简便的常用的测量高电阻直接式携带型摇表，用来测量电路、电机绕组、电缆及电气设备等的绝缘电阻。表盘的上标尺刻度以“ $M\Omega$ ”为单位。分手摇发电机型、用交流电作电源型及用晶体管直流电源变换器作电源的晶体管兆欧表，目前常用的是手摇发电机型。兆欧表的外形如图 1-10 所示。



(a) 外形



(b) 表头

图 1-10 兆欧表的外形

兆欧表的常见用法如图 1-11 所示：

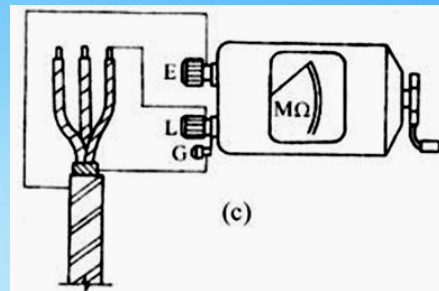
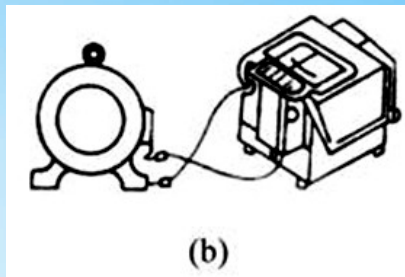
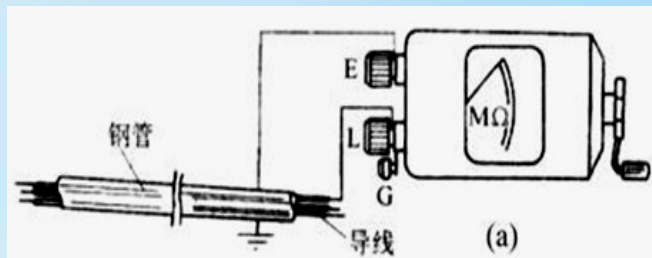


图 1-11 兆欧表的用法

《机床电气控制系统运行与维护》

（ a ） 线路对地间绝缘电阻的测量：被测线路接于“ L ”端钮上，“ E ”端钮与地线相接，用左手稳住摇表，右手摇动手柄，速度由慢逐渐加快，并保持在每分钟 120 转左右，持续一分钟，读出兆欧数。

（ b ） 电动定子绕组与机壳间绝缘电阻的测量：定子绕组接“ L ”端钮上，机壳与“ E ”端钮联接，测量方法同上。

（ c ） 电缆缆心对缆壳间绝缘电阻的测量：将“ L ”端钮与缆心联接，“ E ”端钮与缆壳联接，将缆心与缆壳之间的内层绝缘物接于屏蔽端钮“ G ”上，以消除因表面漏电而引起的测量误差。 测量方法同上。

兆欧表使用时应注意的事项：

（a）在进行测量前先切断被测线路或设备电源，并进行充分放电（约需 2 ~ 3 分钟）以保障设备及人身安全。

（b）兆欧表接线柱与被测设备间联接导线不能用双股绝缘线或绞线，应用单股线分开单独联接，避免因绞线绝缘不良而引起测量误差。

（c）测量前先将兆欧表进行一次开路 and 短路试验，检查兆欧表是否良好。若将两联接线开路，摇动手柄，指针应指在“ ∞ ”（无穷大）处；把两联接线短接，指针应指在“0”处。说明兆欧表是良好的，否则兆欧表是有毛病的。

（d）测量时摇动手柄的速度由慢逐渐加快并保持每分钟 120 转左右的速度持续一分钟左右，这时才是准确的读数。如果被测设备短路、指针指零，应立即停止摇动手柄，以防表内线圈发热损坏。

《机床电气控制系统运行与维护》

（ e ）测量电容器及较长电缆等设备的绝缘电阻后，应立即将“ L ”端钮的联接线断开，以免被测设备向兆欧表倒充电而损坏仪表。

（ f ）禁止在雷电时或在邻近有带高压电的导线或设备时用兆欧表进行测量。只有在设备不带电又不可能受其他电源感应而带电时才能进行测量。

（ g ）兆欧表量程范围的选用一般应注意不要使其测量范围过多的超出所需测量的绝缘电阻值，以免读数产生较大的误差。例如一般测量低压电器设备的绝缘电阻时可选用 **0-200M Ω** 量程的表，测量高压电器设备或电缆时可选用 **0-2000M Ω** 量程的表。刻度不是从零开始，而且从 **1M Ω** 或 **2M Ω** 起始的兆欧表一般不宜用来测量低压电器设备的绝缘电阻。

（ h ）测量完毕后，在手柄未完全停止转动和被测对象没有放电之前，切不可用手触及被测对象的测量部分并拆线，以免触电。

兆欧表的选用：

（ a ）目前常用国产兆欧表的型号与规格如表 1 — 2 所示。表中所列为手摇发电机型，最高电压为 **2500V** ，最大量程为 **10000M Ω** 。若需要更高电压和更大量程的可选用上海生成的新型 **ZC30** 型晶体兆欧表，其额定电压可达 **5000V** ，量程为 **100000M Ω** 。

（ b ）兆欧表的选择：兆欧表的选用主要是选择兆欧表的电压及其测量范围，表 1 — 3 列出了在不同情况下选择兆欧表的要求。

《机床电气控制系统运行与维护》

表 1-2 常用兆欧表的型号与规格

型 号	额定电压（V）	级 别	量程范围 (MΩ)
ZC 11-6	100	1.0	0-20
ZC 11-7	250	1.0	0-50
ZC 11-8	500	1.0	0-100
ZC 11-9	50	1.0	0-200
ZC 25-2	250	1.0	0-250
ZC 25-3	500	1.0	0-500
ZC 25-4	1000	1.0	0-1000
ZC 11-3	500	1.0	0-2000
ZC 11-10	2500	1.5	0-25000
ZC 11-4	1000	1.0	0-5000
ZC 11-5	2500	1.5	0-10000

表 1-3 兆欧表的电压及测量范围的选择

被 测 对 象	被测设备 额定电压 （V）	所选兆欧表 电压（V）
弱电设备、线路的绝缘电阻	100 以上	50 — 100
线圈的绝缘电阻	500 以下	500
线圈的绝缘电阻	500 以上	1000
发电机线圈的绝缘电阻	380 以下	1000
电力变压器、发电机、电动机 绝缘电阻	500 以上	1000 — 2500
电气设备的绝缘电阻	500 以下	500 — 1000
电气设备的绝缘电阻	500 以上	2500
瓷瓶、母线、刀闸的绝缘电阻		2500 — 5000

Thank You !

