

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

1.3.2 电工测量仪表与参数测量

常用电工测量仪表属于**指示仪表**，即用来测量电压、电流、功率、相位和频率等参数的直读仪表。

指示仪表具有结构简单、稳定可靠、成本低、使用维修方便等一系列优点，可以与各种传感器相配合进行非电量（如温度、压力、流量）等的测量。

一、电工测量仪表的分类

1) 按工作原理分：磁电式、电磁式、电动式、感应式等

2) 按精确度等级分：0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 和 七个等级

这些数字就是表示仪表引用误差的百分数，如下式所示，式中 Δm 和 A_m 分别为最大示值误差和仪表量程。若是2.5级仪表的引用相对误差为2.5%

$$K\% = \frac{|\Delta m|}{A_m} \times 100\%$$

例如有一精确度为2.5级的伏特表，其量程为50V，则可能产生的最大引用误差为

$$\Delta V = K\% \times U_m = \pm 2.5\% \times 50 = \pm 1.25V$$

3) 按测量方法分：直读式仪表和比较式仪表

直读式仪表所指位置从刻度盘上直接读数，如电流表、万用表、兆欧表等。

比较式仪表是将被测量与已知的标准量进行比较来测量，如电桥、接地电阻测量仪等。

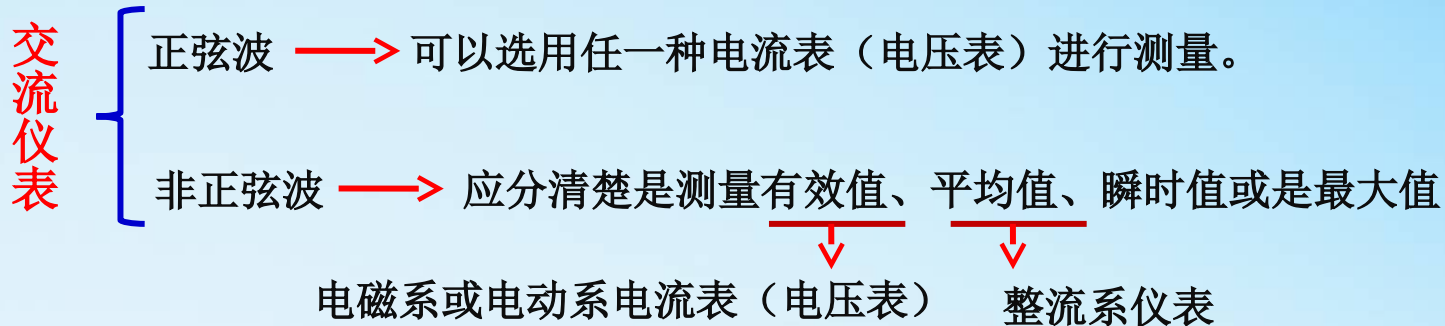
4) 按电流种类分：直流表、交流表和交、直流表

5) 按使用条件分：根据周围的气温和温度可分为 三组， 用于室内，
组用于室外

二、测量仪表的选择

1. 仪表类型的选择

根据被测量是直流或交流来选用**直流仪表**或是**交流仪表**。



《机床电气控制系统运行与维护》

在测量交流电时，还应考虑被测量的频率，一般电磁系、电动系和感应系仪表应用范围较窄，整流系万用表应用频率多在 45~1000Hz 范围内。若对被测量的频率要求更高，可选用静电系或电子系仪表。

2. 仪表量程的选择

对待测电量进行估算，选择量程相近或稍大的仪表；

如果无法估算出被测电量的大小，为了不致损坏仪表，可先选用量程较大的仪表试测；

若仪表量程过大，再换成适当量程的仪表或换成适当的量程档再测。

根据被测量的大小选用相应量程的仪表，可以充分利用仪表的准确度。一般应使被测量的大小为仪表测量上限的 $2/3$ 左右。

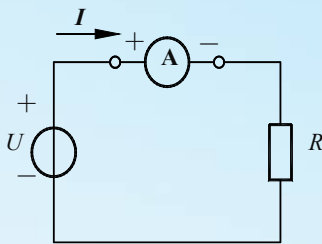
三、电流参数测量

1. 电流表接法

测量电路中电流强度的仪表称电流表。测量电流时，它必须与被测电流的负载串联在电路中，如图 4-12 所示。



(a) 电流表外形图



(b) 电流参数测量电路

在测量**直流电流**时，应注意电流表的极性，必须将电流表的正端钮接到电路中的高电位，使电流从表的正端钮进入电流表

图 4-12 电流测量

2. 电流表的负载效应

由于仪表本身具有电阻（内阻），将电流表串联接入电路，相当于与负载串联了一个电阻，将会改变电路的参数，从而改变电路的工作状态，如图 4-12 所示，通过电流表和负载 R 的电流将为

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

如果不接电流表，通过负载的电流将为 $I' = U/R$

可见

因电流表的影响，使测出的电流 I 的数值比没接入电流表时的电流值 I' 小，造成测量误差，这种现象称为**电流表的负载效应**

《机床电气控制系统运行与维护》

为了减小电流表的负载效应对测量的影响，在选择电流表时应选择内阻 R_A 大大小于负载电阻 R 的电流表，通常若电流表的内阻比负载小于 100 倍左右，则可认为电流表接入后对电路的工作状态没影响，即电流表的负载效应可忽略不计。

电磁系和电动系仪表为交、直流两用，既可以测量直流电流也可以测量交流电流。当用电流表测量大电流时，需采取扩大量限的措施，一般使用分流器或电流互感器。

(1) 分流器法

当测量直流大电流时，可在仪表内或仪表外附加一个并联的小电阻，然后再串入电路中使用，这个小电阻就叫**分流器**。

分流器的额定值用“**额定电流**”和“**额定电压**”值来表示。常见的“额定电压”规格有 **75mV** 和 **45mV** 两种。

若电流表的电压量限（即满度时的电流和内阻的乘积）符合分流器额定电压规格，就可以和分流器并联，这时电流表的量程扩大到分流器上所标注的额定电流值。

例如，**220A**、**75mV** 的分流器和电压量为 **75mV** 的电流表并联后，电流表的量程就扩大到 **220A**

(2) 电流互感器

电流互感器的一次绕组接测量电路，二次绕组与电流表并联

。

使用电流互感器时，必须注意：

- ① 电流互感器的二次绕组和铁心都要可靠接地。
- ② 电流互感器的二次回路绝对不允许开路，也不能加装熔断器。

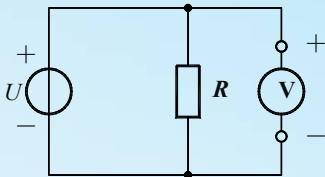
四、电压参数测量

1. 电压表接法

测量电路中电压的仪表称**电压表**。测量电压时，它必须与被测电压的负载**并联**在电路中。



(a) 电压表外形图



(b) 电压参数测量电路

在测量**直流电压**时，需注意电压表的极性，电压表的正端钮要接在电路中的高电位点，使通过电压表的电流从表的正端钮流入

图 4-13 电压测量

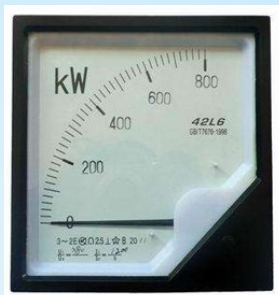
2. 电压表的负载效应

电压表有内阻，接入电压表后相当于在负载上交联了一个电阻，将会改变电路的工作状态，从而使被测电压的数值改变，造成测量误差，这种现象称为**电压表的负载效应**。

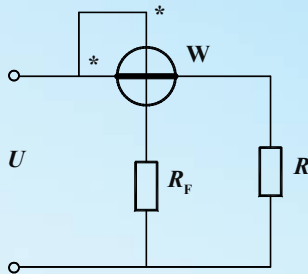
为了减小测量误差，电压表的内阻应该比被测负载的电阻大很多。

五、电功率测量

电动系功率表由电动系测量机构与附加电阻构成，其固定线圈用较粗的导线绕制，与负载串联，通过负载电流称**电流线圈**；活动线圈由细导线绕制，串联附加电阻后与负载并联，反映了负载两端的电压称**电压线圈**，如图 4-14 所示。



(a) 功率表外形图



(b) 功率参数测量电路

图 4-14 功率测量

《机床电气控制系统运行与维护》

1. 测量直流功率，电路中的功率 $P=UI$ ，因此可以使用直流电压表和直流

电流表分别测出电压值 U 和电流值 I 再计算出功率值 P 。

2. 测量交流功率，电路中的功率 $P=UI\cos\varphi$ ，式中 I 、 U 为有效值， φ 角为负载电流 i 与电压 U 之间的相位差。

电压线圈和电流线圈上各有一端标有“*”号，成为电源端钮，表示电流从这一端钮流入。使用功率表时，应注意以下几个问题：

① **正确选择功率表的量程。**功率表的量程包括电压量程和电流量程，因此不能仅从功率量程来考虑。

② **正确读出功率表的读数。**可携式功率表一般都是多量程的，标度尺上只标出分度格数，不标注瓦特数。读数时，应先根据所选的电压、电流量程以及标度尺满度时的格数，求出每格瓦特数（又称功率表常数），然后再乘上指针偏转的格数，即得到所测功率的瓦特数。

《机床电气控制系统运行与维护》

例如，用一只电压量程为 **500V** 。电流量程为 **5A** 的功率表去测量功率，标度尺满度时为 **100** 格，量时指针偏转了 **60** 格，则功率表常数为 **$500V \times 5A / 100 \text{ 格} = 25W / \text{格}$** ，被测功率为 **$25W / \text{格} \times 60 \text{ 格} = 1500W$** 。

Thank You !

