

第 1 章 电工工具和仪表

1.1 电工常用工具及其正确使用

电工在日常的维修和安装作业中经常使用的工具可分为手持工具和手持电动工具。手持工具有钢丝钳、剥线钳、尖嘴钳、改锥、电工刀、拉具、活扳手、锤子及钢锯。这些工具的正确使用不仅可以省力、减轻疲劳、延长劳动时间和工具的使用期限,而且还能提高施工质量和工作效率,应该正确地掌握其用途和使用方法。

1.1.1 手持工具

(1) 钢丝钳,又叫克丝钳,如图 1-1(a)所示。其用途主要是用来剪断、弯曲金属线材或夹持、紧固、松开小型金属构件。带有绝缘柄的钢丝钳是一种低压基本安全用具。其耐压在 500 V,可以在低压系统带电情况下使用,使用方法如图 1-1(b)所示。

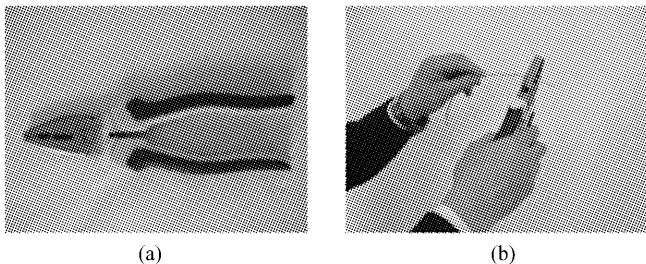


图 1-1 钢丝钳及其使用

(2) 剥线钳是用来剥除独股导线绝缘层(外皮)的工具,如图 1-2(a)所示。它的手持部分是绝缘的,其耐压为 500 V,故可以在低压中带电操作。但在使用中应注意:①手不能触及剥线钳的金属部分;②选择切口的尺寸时应略大于被剥除导线芯的直径,否则容易切伤线心,甚至损坏剥线钳。剥线钳的使用方法如图 1-2(b)所示。

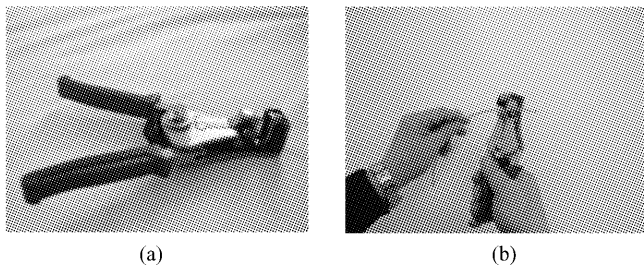


图 1-2 剥线钳及其使用

(3) 尖嘴钳如图 1-3 所示。它适用于在钢丝钳使用空间受限制的场合,用来夹持、弯曲导线或松动小的零部件。其手持绝缘柄部分耐压在 500 V,也可以带电操作。

(4) 改锥俗称螺丝刀,如图 1-4 所示。它是一种用来拧紧或松开螺钉的工具。前端有一字形和十字形两种。其手柄是绝缘的。带电操作时必须使用电工专用的螺丝刀,而不可使用金属杆连通柄顶金属箍的螺丝刀。

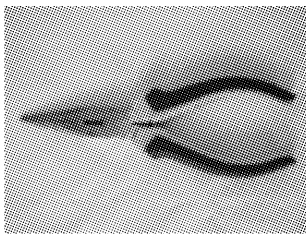


图 1-3 尖嘴钳

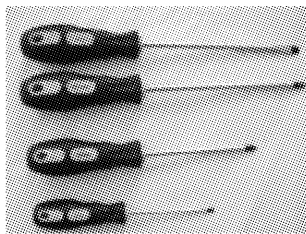


图 1-4 螺丝刀

上述四种工具虽然可以带电操作,但操作者必须与带电导体保持 0.1 m 以上的安全距离,以防触电。

(5) 电工刀如图 1-5(a)所示,是一种绝对不能带电操作的电工常用工具,因为它的手持部分不是绝缘的。它主要用来剥除导线及电缆绝缘层,也可以用来剥削木质材料及金属导体氧化层。使用时刀刃应向身体外侧用力,以防伤到使用者,如图 1-5(b)所示。使用后将刀片折进刀柄内保管。

(6) 拉具,又叫拉马,是用来拆卸电动机上的皮带轮或用来更换电动机轴承的一种专用工具,如图 1-6 所示。

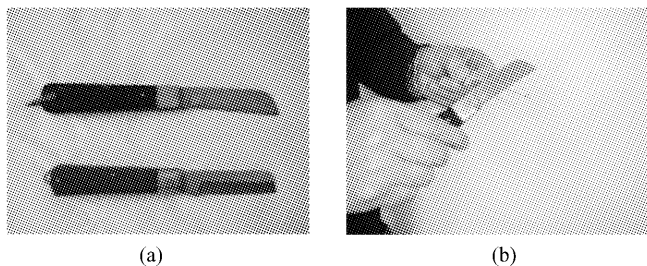


图 1-5 电工刀及其使用

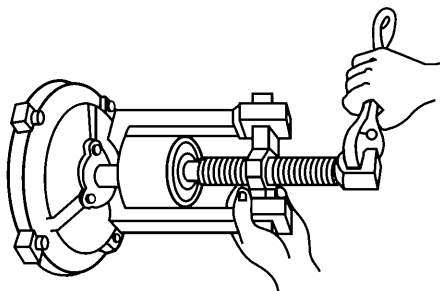


图 1-6 拉具

(7) 活扳手,如图 1-7 所示,是在安装、维修工作中常用来紧固和松开各种尺寸不等的螺母的工具。使用时应根据螺母的大小来选择相适用的扳手。注意在紧固小型螺母不要用力过大,以免损坏紧固件。

(8) 锤子,又叫榔头,如图 1-8 所示,是用来敲打、固定、加工变形各种金属及非金属材料的一种工具。使用时不宜戴手套,以免滑脱;用力要适当、不要用蛮劲。

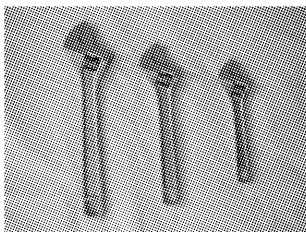


图 1-7 活扳手

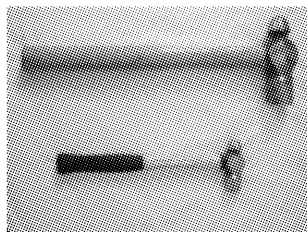


图 1-8 锤子

(9) 钢锯,又叫手钢锯,如图 1-9(a)所示,是一种用来锯割大截面导线、电缆、金属材料及其他材质的一种工具。使用时,锯条不宜安装得过紧或过松,并使锯齿的方向朝外。正确的握锯姿势如图 1-9(b)所示。起锯时要平稳,推拉速度要均匀,用力要适度,以免损坏锯条或锯齿。锯割动作结束前应先要适当放慢速度。

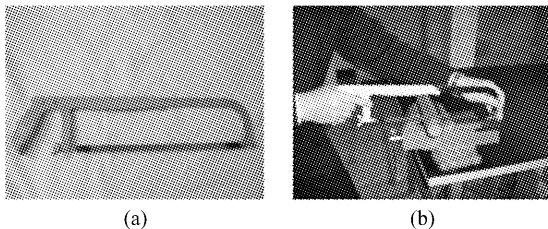


图 1-9 钢锯及其使用

1.1.2 手持电动工具

1. 手持电动工具的分类

按照国家标准的规定,手持电动工具可根据防触电保护、使用电压和特征分为三类,分别用Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类来表示。

1) Ⅰ类手持电动工具

该类工具外壳为金属结构,额定电压在 500 V 以下。其安全性能较差,禁止在潮湿和易燃易爆场所使用。使用中应注意以下问题:

(1) 检查其防护罩、防护盖和手柄等防护装置应无损坏、变形和脱落。

(2) 开关应无失灵、损坏,接线端应无松动。

(3) 电源线应采用护套线且绝缘应良好,单相电源工具采用三芯护套线,三相电源采用四芯护套线,分别使用三线插头和三相四线插头。

(4) 每季至少摇测一次电动工具的绝缘电阻,其绝缘阻值不应小于 2 MΩ。

(5) 工具的金属外壳应具有良好的接地或接零保护。

(6) 应配用漏电保护器或隔离变压器使用。

2) II类手持电动工具

II类手持电动工具采用双层绝缘或加强绝缘结构的封闭式或塑料外壳,额定电压在500 V以下,铭牌上有双重绝缘“回”标志。其安全性能较好,可以在危险性较大的场所使用,但是锅炉、金属容器、管道内使用时应配漏电保护器。其额定漏电动作电流不大于30 mA,额定漏电动作时间不大于0.1 s,绝缘电阻值不应小于7 M Ω 。

3) III类手持电动工具

III类手持电动工具的额定电压在50 V以下,故安全性能好,可用于特别危险的场所。但必须由专用的隔离变压器供电,并定期摇测其绝缘电阻不应小于1 M Ω 。隔离变压器在室外安装时,应具有完善的防雨措施。

2. 手电钻、冲击钻的正确使用

手电钻、冲击钻是在各种材料或墙体上打孔的工具。使用时除应遵守手持电动工具的要求外,还应该注意以下问题:

- (1) 禁止戴线手套工作;
- (2) 携带电钻时禁止提着电钻的电源线或钻头;
- (3) 登高使用电钻时,梯子或凳子必须牢固可靠;
- (4) 钻薄片工作时,下面应覆木板,操作时不要用力过猛,尤其临近钻透时一定要减轻压力,以免工作件随钻头旋转起而伤人。

1.2 常用电工仪表及正确使用

凡是用来测量电气量的仪表都称为电工仪表。

1.2.1 电压表

1. 电压

电压是指电路中任意两点不同位置之间的电位差,是用来衡量电做功本领的一个物理量。当负载与电源接通后,负载上就有电流通过,电能也就开始做功。电流是从电源的高电位向低电位流动,就像水从高处向低处流一样。当负载一定时,电压越高则电流越大。

电压通常用字母 U 来表示,其基本单位是伏[特],用字母“V”表示。电压的大小还可以用千伏(kV)、毫伏(mV)表示,它们之间的换算关系是

$$1 \text{ kV} = 1000 \text{ V} = 10^3 \text{ V}$$

$$1 \text{ V} = 10^3 \text{ mV}$$

用来测量电压的仪表称为电压表,可分为直流电压表和交流电压表。

2. 电压的测量方法及正确接线

(1) 测量电压的基本方法是把电压表的两端并联接在被测电压的两端,从电压表的表盘上即可读出被测电压数值。

(2) 测量直流电压的方法:应首先了解被测电压的极性,电压表的“+”端要与被测电压的正极相连接,电压表的“-”端要与被测电压的负极相连接,如图 1-10(a)、(b)所示。

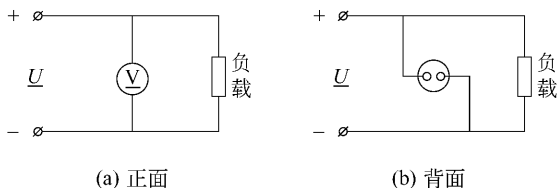


图 1-10 直流电压表接线

(3) 测量交流电压不用判断被测电压的极性,只要将电压表的两端与被测电压的两点并联即可,如图 1-11 所示。

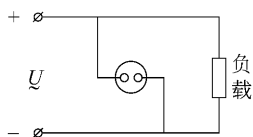


图 1-11 交流电压表
接线背面

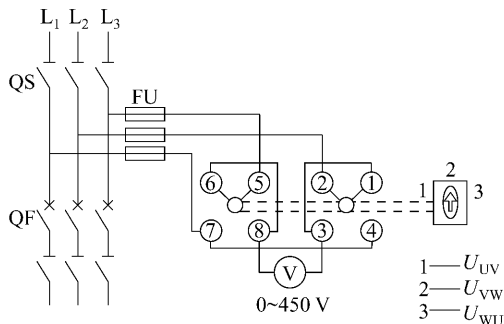
(4) 当被测电压高于电压表的量程时,应采用其他措施。例如:测量直流高电压时可采用串联电阻的方法扩大电压表的量;测量交流高电压时可采用电压互感器的方法来进行测量。这些知识可随着对电工技能不断的学习和提高来掌握,在此不作赘述。

例 利用一只电压表通过电压转换开关 LW₂-5.5/F4-X 测量三相线电压的接线。

接线原理图如图 1-12 所示。

根据开关接线端上所标注的数字,按照下列口诀即可完成接线工作。

口诀: ①—③、④—⑦、⑥—⑧封,⑦、②、⑤分别接 L₁、L₂、L₃, ③、⑧(或①、⑥)接电压表,最后勿忘保险接线内。

图 1-12 LW₂-5.5/F4-X 接线图

接线中导线及元件的选择如下：

- (1) 交流电压表 0~450 V。
- (2) 熔断器选择 RC1A-5 或 RC1A-10 也可选用 RL 型或 RT 型。
- (3) 熔丝选择 1~5 A, 常用 3 A。
- (4) 连接导线选 1.5 mm² 绝缘铜导线。
- (5) 接线应正确, 连接应牢固。

1.2.2 电流表

1. 电流

导体中的自由电子在电源的作用下做有规则的定向运动就形成了电流。电能的传输和转换都是靠电流来实现的, 就好像当打开水龙头时水流在水塔的压力下不断地从水管中流出一样, 这时水塔相当于电源, 水管相当于导线, 水流相似于电流。

电流又分为直流电流和交流电流。大小和方向不随时间而变化的电流称为直流电流; 大小和方向随时间变化的电流称为交流电流。电流的基本单位是安[培](A), 比安培大的单位是千安(kA), 比安培小的单位是毫安(mA)或微安(μ A), 它们之间的换算关系如下:

$$1 \text{ kA} = 1000 \text{ A} = 10^3 \text{ A}$$

$$1 \text{ A} = 10^3 \text{ mA}$$

$$1 \text{ mA} = 10^3 \mu\text{A}$$

2. 电流的热效应

电流通过导体时, 由于要克服导体中的电阻而做功, 将其所消耗的

电能转换为热能,从而使导体温度升高的现象称为电流的热效应。

实验证明:电流通过导体所产生的热量(Q)与通过导体电流的平方(I^2)、导体电阻(R)及通电时间(t)的乘积成正比。用公式表示如下:

$$Q = 0.24 I^2 R t$$

式中: Q ——导体产生的热量(cal), $1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$;

I ——通过导体的电流(A);

R ——导体电阻(Ω);

t ——通电时间(s)。

电流的热效应在生产和生活中应用很广,如白炽灯泡、电炉、电烙铁、电烤箱等。但也有它不利的一面,如变压器、电动机、线路等电气设备都是由导线绕制或敷设而成的,并具有一定电阻值,运行中也必然会发热。若温度过高会使其绝缘加速老化,甚至烧毁,导致电气设备漏电、短路,造成事故。因此在安装、维修和使用电气设备时,应首先考虑到其额定电压、额定电流及额定功率等参数,注意采取有效的保护措施,以保证安全用电。

3. 影响电流大小的因素

1) 电阻

任何导体对电流都会产生一定的阻力,这种阻力称为电阻。电阻用字母 R 表示,其基本单位为欧[姆](Ω)。比其大的单位有千欧($\text{k}\Omega$)、兆欧($\text{M}\Omega$),它们之间的换算关系如下:

$$1 \text{ k}\Omega = 1000 \Omega = 10^3 \Omega$$

$$1 \text{ M}\Omega = 1\,000\,000 \Omega = 10^6 \Omega$$

不同金属材质制作的导线,在长度和截面积相同时,其电阻却各不相等。为了比较各种导线导电性能的好坏,通常取长度为 1 m 、截面积为 1 mm^2 、在 20°C 时所测出的电阻值,称为该种导体的电阻率,用 ρ 表示。其单位为欧[姆]·平方毫米/米($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)。各种导体的电阻率在一般的电工手册中都可以查到。

若已知某一段导线的长度(L)、截面积(S)和电阻率(ρ),即可根据下式求得其电阻值:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中: R ——电阻(Ω);

ρ ——电阻率($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$);

L ——导体长度(m);

S ——导体截面积(mm^2)。

例如,有一段铜导线长 100 m,截面积为 2.5 mm^2 ,铜材电阻率 $\rho = 0.0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$,则该段导线的电阻为

$$R = \rho \frac{L}{S} = 0.0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \times 100 \text{ m} / 2.5 \text{ mm}^2 = 0.7 \Omega$$

2) 电流、电阻、电压之间的关系

在实际工作中常常会遇到电流、电阻、电压这三个基本物理量。经过大量的实验,总结出如下的定律。

在一段电路中,当电阻值不变时,流过这段电路的电流与这段电路两端的电压成正比;或者说,当电压不变时,流过这段电路的电流与这段电路的电阻成反比。通常把这条定律称为部分欧姆定律,如图 1-13(a)所示。可用数学表达式表示出上述含义,即

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

式中: I ——流过电路的电流(A);

U ——电阻两端电压(V);

R ——电路中的电阻(Ω)。

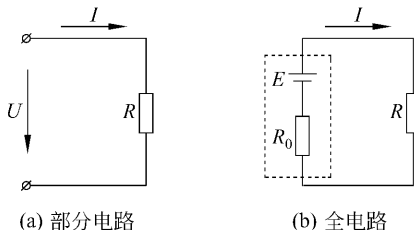


图 1-13 欧姆定律

欧姆定律除上述的一段电路欧姆定律外,还有全电路欧姆定律。如图 1-13(b)所示。全电路欧姆定律是用来说明在一个含有电源的闭合回路中电源电动势(E)、电流(I)、电阻(R 、 R_0)三者之间的基本定律。

它们之间到底有什么关系呢?通过大量的实验和实践证明:电路

中的电流(I)与电源电动势(E)成正比,与电路中的负载电阻(R)及电源内电阻(R_0)之和成反比,可用公式表示为

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

式中: I ——电路中电流(A);

E ——电源电动势(V);

R ——负载电阻(Ω);

R_0 ——电源内电阻(Ω)。

若考虑连接导线的电阻时,则应在总电阻中加上连接导线的电阻。

由上式可以导出:

$$E = I(R + R_0) = IR + IR_0$$

即

$$E = U + U_0 \quad U = E - U_0$$

式中: U ——电源端电压(V);

U_0 ——电源内阻降压(V)。

通过上式可以看出:当全电路处于开路时,电源端电压等于电源电动势,即 $U = E$;当全电路处于闭工作作状态时,电源端电压等于电源电动势和电源内阻降压之差值,即 $U = E - U_0$ 。

4. 电流的测量和正确接线

用来测量电路中电流的仪表称为电流表。电流表又分为直流电流表和交流电流表。

1) 直流电流的测量

直流电流表用于测量直流电流。这种表在其背面接线端子标明有“+”和“-”两端,直流电流自“+”端流入,由“-”端流出。其接线方法如图 1-14(a)、(b)所示,将电流表串联接在被测线路中。

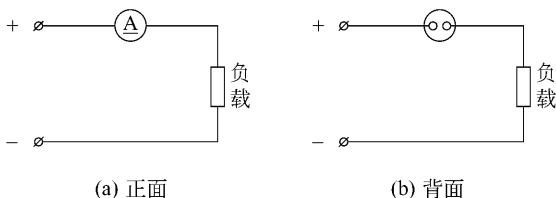


图 1-14 直流电流的测量

测量直流大电流时,由于电流表的电流线圈直径有限,不能通过大

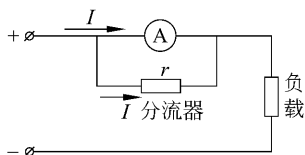


图 1-15 直流大电流的测量

电流,故通常在电流表外部两端并联一个小阻值的电阻,称为分流器,如图 1-15 所示。这样,大部分电流将会从分流器中流过,流过电流表上的电流只是被测电流的很小一部分,而电流表上的刻度是按照总电流的大小来标示的。因此,电流表刻度

盘上的读数就视为被测线路中的电流。

2) 交流电流的测量

交流电流表用于测量交流电流。由于交流电流的方向是随时间而变化的,所以交流电流表背后的接线端子没有标明“+”和“-”。测量小电流时,只要将电流表的两端直接串联接在被测量线路中即可。

在测量交流大电流时,往往借助于辅助元件——电流互感器进行测量。电流互感器由一次绕组、二次绕组和铁芯构成。主要用途是将一次大电流变为二次侧为统一的标准值,均为 5 A。其中一次绕组导线截面积大,但只有一匝,而二次绕组截面积小,但为多匝。电流互感器共有四个接线端子,其中两个端子为一次绕组接线端子与被测电路串联,另外两个端子为二次绕组接线端子与电流表串联,如图 1-16 所示。

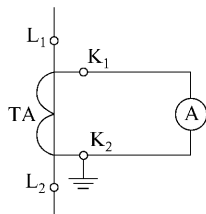


图 1-16 电流互感器

每个电流互感器都有它的电流比,即一次绕组中的额定电流与二次绕组的额定电流之比。一台工作中的电流互感器,当一次绕组中流过一次额定电流时,二次绕组中就流过二次额定电流

5 A。如果一次电流改变,二次也会按照电流互感器本身的变流比而改变。电流互感器的一次额定电流有很多种规格,如: 50 A、100 A、200 A、400 A、600 A 等,而二次额定电流只有 5 A 一种。例如: 1 只电流互感器的电流比为 500/5,当一次电流为 500 A 时,电流表上流过的电流只有 5 A,电流的指针指在刻度盘的满度值位置,看来是缩小了 100 倍,而在表盘的满度值位置上再放大 100 倍标为 500 A,这样就可以直接读出被测线路中的电流值。

电流互感器使用中应注意以下几点:

(1) 电流互感器的二次回路不得装有开关和保险,以免造成二次开路。否则在开路点会产生高电压,危及人身安全。

(2) 二次回路的连接导线应采用截面积不小于 2.5 mm^2 的绝缘铜导线。

(3) 接线时应将电流互感器的二次侧 K_2 点接保护线。

(4) 工作中电流互感器如果暂时停用,必须把二次绕组两端即 $K_1 K_2$ 点短路并接地。

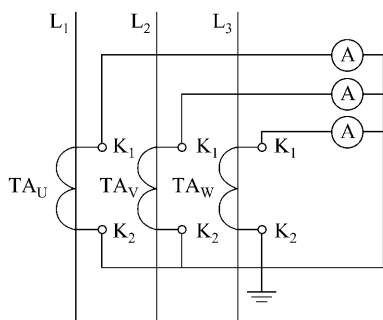


图 1-17 测量三相电流接线图

(5) 三只电流表配用三只电流互感器测量三相线电流的接线,见图 1-17。接线要求及元件的选择:

① 电流表的量程按计算电流的 1.5 倍来选择。

② 电流互感器的变比应根据电流表量程确定。

③ 电流互感器的额定电压应与被测电路电压相适应。

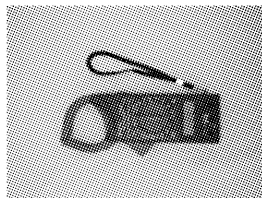
④ 二次连接线应采用不小于 2.5 mm^2 的绝缘铜导线。

⑤ 连接导线中不应有接头,导线端头压接应牢固。

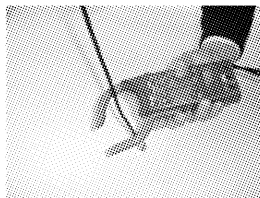
1.2.3 钳形电流表的用途及使用方法

1. 用途

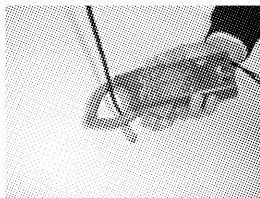
钳形电流表可以在不中断负载运行的条件下测量低压线路中的交流电流。它与普通电流表的区别在于不用断开被测导线即可测量其中的电流。钳形电流表见图 1-18(a)、(b)、(c)。



(a)



(b)



(c)

图 1-18 钳形电流表

2. 使用方法

1) 使用前对钳形电流表的检查

- (1) 首先检查表的外观完好无损,表的指针摆动灵活、无卡堵现象。
- (2) 将表针调至机械零位。
- (3) 钳口开合应灵活,钳口接触面应无油渍、锈渍。
- (4) 挡位旋钮转动灵活,触点接触应良好。

2) 使用方法及注意事项

- (1) 表的量程和精度应满足测试的需要。
- (2) 测试时应戴绝缘手套或干燥线手套。
- (3) 挡位的选择:若已知被测电流的大概数值可以选择大于并接近被测值的一个挡位;若不知电流数值的大小时,可以选择钳形表的最高挡或根据被测导线的截面积来估算其电流的大小,选择适当的挡位。

(4) 测量时用手平端钳形表,并把钳口张开,将导线钳入钳口的中央部位,见图 1-18(b)、(c)。测量单相电路的电流时,钳入一根导线读出的是线路中电流,钳入二根导线时应无电流指示。测量三相三线电路时,钳入一根相线,读出的是本相电流;钳入二根相线,读出的是第三根相线上的电流;将三根相线全部钳入钳口时,应无电流指示。在测量三相四线电路的电流时,钳入一根相线,读出的是本相电流;钳入二根相线读出的是第三相线上的电流(三相电流平衡时);钳入三根相线,三相电流平衡时读数为零,三相电流不平衡时,读数为零线上电流。钳入四根导线时,应无电流指示。

(5) 钳形电流表的最小挡为 10 A,当测量较小电流时,表针摆动很小,很难读出准确数值。因此可以将被测导线在钳形铁芯上采取缠绕几匝的方法,读出数值后,再除以钳口内导线的匝数即为导线中的实际电流值。

- (6) 测量过程中,不得切换钳形表的挡位。

(7) 测量中不得触及其他带电设备的任何部分,以防发生短路或接地现象。

(8) 观察钳形表的读数时,要特别注意头部和身体其他部位与带电设备保持规定的安全距离。

(9) 测量完毕,应将钳形表的挡位旋钮放在最大挡,并将表置在干燥、防震场所保管。

1.2.4 电能表

1. 电能

电源是电路的能源,在电源的作用下电流流过负载而做功,把电能转换成其他形式的能量,如机械能、光能、化学能等。具体地来讲:电流在一段时间内做功的能力,称为电能。

电能的实用单位为千瓦小时($\text{kW} \cdot \text{h}$), $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 通常称为 1 度,就是电能表的计量单位。也可理解为用电设备的电功率为 1 kW 时,在 1 h 内所消耗的电能 1 度。电能数值上等于加在负载上电压(U),通过负载的电流(I)与通过时间(t)三者相乘的积,即

$$A = UI t$$

式中: A ——电能($\text{W} \cdot \text{h}$);

U ——负载两端电压(V);

I ——通过负载上的电流(A);

t ——通电时间(h)。

在实际工作中,不仅要计量用电设备所消耗的电能,还要计算电功率,用 P 表示之,它是指用电设备在单位时间内所做的功,即

$$P = \frac{A}{t} = \frac{UI t}{t} = UI$$

这样通过上式可以看出,负载的电功率在数值上等于负载上的两端电压(U)与流过负载的电流(I)相乘的积。其单位是瓦特,用字母 W 表示。 1 W 就是 1 V 电压在 1 A 电流的作用下所产生的功率。电功率较大的单位是千瓦,用 kW 表示,即

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W} = 10^3 \text{ W}$$

2. 电能的计量和正确接线

计量电能的仪表,称为电能表,又称为电度表或瓦时表。

电能表分为有功电能表和无功电能表(无功电能表在本节中不作论述)。有功电能表又分为单相有功电能表 and 三相有功电能表,见图 1-19(a)、(b)。

1) 电能表用电量的计算方法

(1) 直入式电能表(没有配用电流互感器的电能表)的计算方法

本月实际用电量 = 本月电能表读数 - 上月电能表读数

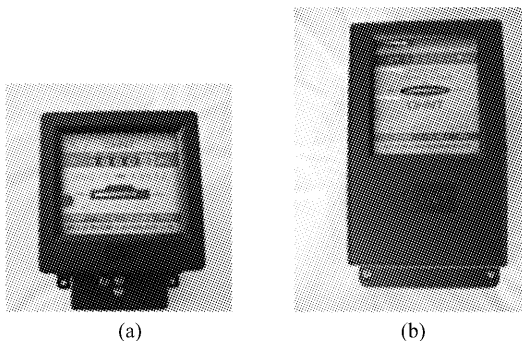


图 1-19 有功电能表

(2) 配用电流互感器电能表的计算方法

本月实际用电量 = (本月电能表读数 - 上月电能表读数) × 电流互感器变比 (如果电能表上标有倍率时, 则应再乘上这个倍率)

2) 单相有功电能表的接线

单相有功电能表有四个接线孔, 其中两个孔接电源线, 另外两个孔接负载线。其具体接线方法如图 1-20 所示, 按照进出线排列顺序的不同, 单相有功电能表可分为顺入式接线 (见图 1-20(a)), 跳入式接线 (见图 1-20(b)), 以及配用电流互感器的接线 (见图 1-20(c))。

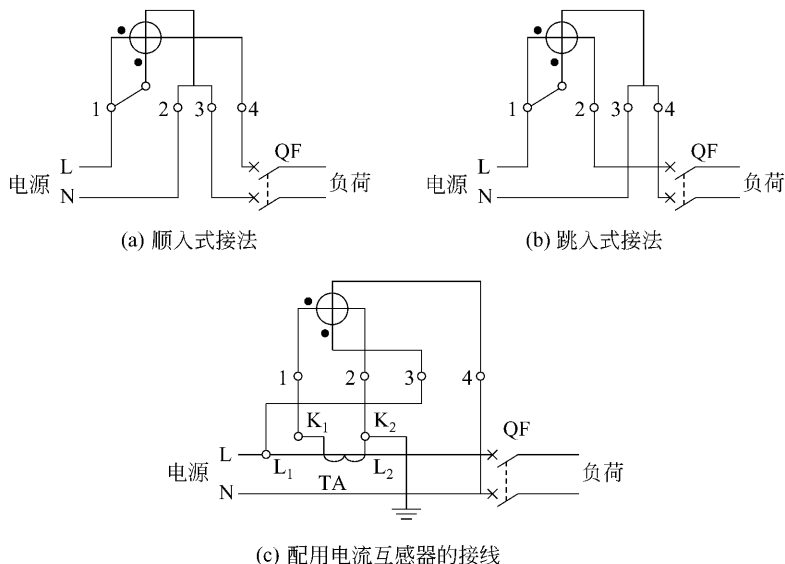


图 1-20 单相有功电能表接线

单相有功电能表的接线与安全要求如下:

(1) 电能表的额定电压应与电源电压相符,其额定电流应与负荷电流相适应。

(2) 按照接线图正确接线,低压断路器(或开关和保险)应装在负荷侧。

(3) 接入直入式电能表的导线截面应按负荷电流大小来选择,但不能小于 2.5 mm^2 绝缘铜导线,并不能有接头。

(4) 配用电流互感器的电能表,二次电压回路导线截面不应小于 1.5 mm^2 ,二次电流回路导线截面不应小于 2.5 mm^2 绝缘铜导线。

(5) 电流互感器与电能表连接时,极性不能接反, K_2 点应接保护线。

3) 三相有功电能表的接线

三相有功电能表按其结构的不同,可分为两元件表和三元件表。所谓一个元件是由一个电压线圈、一个电流线圈和它们各自的铁芯组成。两元件表用在三相三线制电力系统中。而三元件表适用于三相四线制供电系统中,它可计量三相对称负荷的电能,也可计量三相不对称负荷的电能。在低压系统中往往三相负荷是不对称的,所以常采用的是三相四线有功电能表(三相两元件有功电能表在此不作过多介绍)。

三相四线有功电能表有两种,即直入式接线和配用电流互感器接线。

三相四线有功电能表直入式接线原理图见图 1-21,其要求如下:

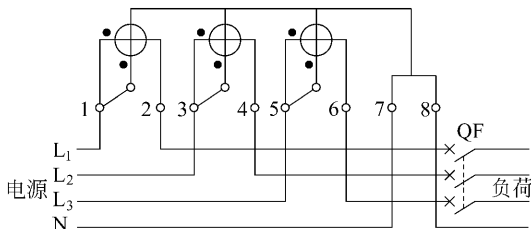


图 1-21 直入式接线

(1) 电能表的额定功率应与电源电压相符。

(2) 电能表的额定电流应等于或略大于负荷电流。

(3) 应按正相序接线。

(4) 导线截面应满足符合电流的需要,但不能小于 2.5 mm^2 的绝缘铜导线,并且导线中不能有接头。

(5) 三相四线有功电能的工作零线应从一个端子引入,从另一个端

子引出、三相四线有功电能表配用电流互感器接线原理图见图 1-22。测量大负荷的三相四线有功电能时,应采用三相四线有功电能表配用电流互感器的接线,其接线要求如下:

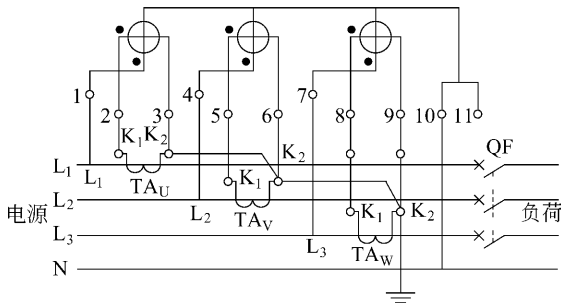


图 1-22 配用电流互感器接线

- (1) 电能表的额定电压应与电源电压相等,其额定电流为 5 A。
- (2) 电流互感器的一次额定电流应等于或略大于负荷电流。
- (3) 按正相序接线。
- (4) 电流互感器与电能表连接时,极性不能接反。
- (5) 接入表的二次回路导线应采用绝缘铜导线,其电压回路截面积不小于 1.5 mm^2 ,电流回路截面积不小于 2.5 mm^2 。
- (6) 计量电流超过 250 A 时,其二次回路应设专用接线端子,各相线在专用端子上的排列顺序为自左至右,或自上至下为 L_1 、 L_2 、 L_3 、N。
- (7) 电流互感器二次接线端的 K_2 点应接保护线。

1.2.5 万用表

1. 万用表的用途

万用表是电工作业中最常用的一种电工仪表。用它能够测量直流电阻、交直流电压、交直流电流,有的万用表还能测量电感、电容器、晶体三极管的放大倍数等,所以它是一种多用途的常用电工仪表,见图 1-23。

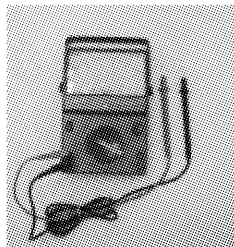


图 1-23 万用表

2. 使用万用表测量直流电阻、交直流电压、交直流电流的方法

1) 万用表使用前的检查

- (1) 万用表的外观完整无损,各挡位接触应良好。

(2) 表的指针摆动灵活、无卡堵现象。

(3) 表笔及测试导线绝缘良好,无裸露、将红色表笔和黑色表笔分别插在万用表的“+”、“-”插孔内,接触应良好。

(4) 测量前将表的指针调在机械零位,测量电阻前还要通过欧姆调整钮将指针调至零位(将两只表笔短接,转动欧姆调整钮,使指针指向“0” Ω)。

2) 测量直流电阻的方法

(1) 测量前应将被测电阻脱离电源,并与其他元件连线断开;

(2) 将万用表的挡位旋转钮放在“ Ω ”位置上,在“ Ω ”位置设有五个挡位: $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 、 $R \times 1\text{ K}$ 和 $R \times 10\text{ K}$,代表了电阻挡的五个量程。如果测量时用的是 $R \times 100$ 挡,测量的读数是30,则实测的电阻数值为 $30 \times 100 = 3000\ \Omega$,其余可以类推。

(3) 根据被测电阻的大概数值,可以选择适当的量程,并作欧姆调零。但应尽可能地使表指针在中间位置,若不知被测电阻的大概数,可以选择中等的倍率挡,如:可选 $R \times 100$ 或 $R \times 1\text{ K}$,如果在测量中再次需要调整倍率挡时,应再一次作欧姆调零。也就是在测量电阻时,只要调整一次倍率挡就需要进行一次欧姆调零位。

(4) 测量时,人手不得触及表笔的两端金属部分。

3) 交直流电压的测量方法

(1) 测量直流电压时,将挡位旋钮放在直流电压($\underline{V}$)位置;测量交流电压时,将挡位旋钮放在交流电压($\overline{V}$)位置。

(2) 测量直流电压时,应首先要判断被测的极性(将表笔“+”、“-”接于被测电压的正、负极,若表针向顺时针方向摆动,则红表笔“+”端所接的被测电压的正极,黑表笔“-”端所接的被测电压的负极;否则将得到相反的结果)。

(3) 若已知被测电压的大概数值,则可选择大于并又接近它的那一个倍率挡;若不知被测电压数值时,则可选择直流最大倍率挡,来反复地调整倍率挡和实际测量。一般使表针指在满刻度值的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ 范围内为宜。

(4) 测量交流电压时不用判断正、负极,其他与测量直流电压方法相同。

(5) 测量电压时,两只表笔与被测线路两端并联。

4) 交直流电流的测量方法

(1) 测量直流电流时,将挡位放在直流电流(A)位置,测量交流电流时,将挡位放在交流电流(A)位置。

(2) 测量直流电流时,应首先判断线路中的正、负极,并使之分别与万用表的“+”、“-”相对应;测量交流电流时不用判断线路中的正、负极。

(3) 测量电流时,应将两只表笔串联接在被测线路中。

(4) 若已知被测电流的大概数值,则可以选择大于并又接近被测数值的那一倍率挡;若不知被测电流大小时,则应选择电流最大倍率挡,来反复地调整倍率挡和实际测量。一般使表针在满刻度的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 范围内为宜。

(5) 测量大电流时应先断开被测电源,再接上或取下表笔,以免再接上或取下时在测试点产生较大火花。

3. 使用中应注意的安全问题

(1) 不许在测量过程中切换挡位。

(2) 测量电压时表笔应与被测两端并联,测量电流时表笔应与被测线路串联。

(3) 测量直流电压或电流时,应首先判断正、负极性。

(4) 测量中人体与带电体保持安全距离,并防止短路。

(5) 测量时人手不得触及表笔的金属部分和被测两端。

(6) 用后,将万用表的挡位旋钮放在交流电压最高挡或空挡位置,并置于干燥、防腐、防震场所保管。

1.2.6 兆欧表

1. 兆欧表的用途

兆欧表是用来测量各种电气设备和电气线路绝缘电阻值的仪表。由于使用时用手来转动直流发电机的摇把进行测量的,所以又把它称为绝缘摇表,见图 1-24。

常用兆欧表的电压等级有三种:500 V、1000 V 和 2500 V。测量低压电气设备或线路的绝缘电阻,应采用 500 V 或 1000 V 电压等级的兆欧表;测高压设备

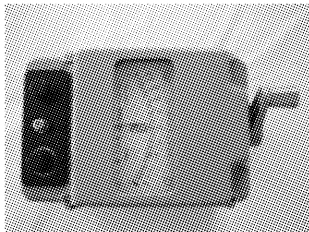


图 1-24 兆欧表

或线路的绝缘电阻,采用 2500 V 电压等级的兆欧表。

2. 兆欧表使用前的检查

- (1) 兆欧表的外观完好无损。
- (2) 表针摆动灵活,无卡堵现象。
- (3) 手摇发电机旋转正常。

(4) 进行开路试验:将“E”、“L”两端引出的导线分开,以 120 r/min 的速度均匀转动摇把,此时表的指针应指示为无穷大(∞)。

(5) 进行短路试验:将“E”、“L”两端引出的导线短接,同样以 120 r/min 的转速转动摇把,此时表的指针应指示在零(0)的位置,这说明兆欧表开路、短路试验合格。

3. 低压电力电缆绝缘电阻值的测试方法

电力电缆在电力系统中担负着传输和分配电能的任务,为了安全、可靠地运行,故定期摇测其绝缘电阻值是一项必不可少的工作。

1) 正确选择兆欧表,摇测低压电力电缆时,应选择额定电压 1000 V,量程为 1000 M Ω 的兆欧表。

2) 摇测项目

应摇测电力电缆各芯线之间及各芯线对外皮的绝缘电阻,摇测次数与电缆芯线的数量有关。一般来讲,四芯电缆摇四次,放五次电即可,即:U 对 V、W、N 及外皮、V 对 U、W、N 及外皮、W 对 U、V、N 及外皮、N 对 U、V、W 及外皮各摇一次。摇测时,每摇完一次放一次电,加上开始停电后,摇测前放一次电,共计五次放电过程。现以 N 对 U、V、W 及外皮为例,其摇测接线图,见图 1-25。

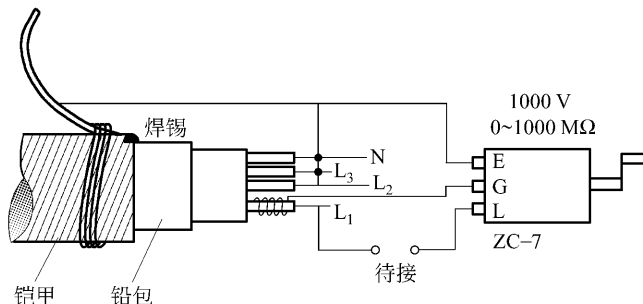


图 1-25 电缆摇测接线图