

(一)万用表的正确使用

用途、用前检查和准备

1、用途：一只万用表至少可以测量交流电压 $U_{\sim}$ 、直流电压 U_{-} 、直流电流 I_{-} 、电阻 R 。有些表还可以测量交流电流 $I_{\sim}$ 、电感 L 、电容 C 、晶体管放大倍数 h_{FE} 、电平 db 等。

2、用前检查

(1)外观检查：表壳应完好无损，指针应能自由摆动，接线端(或插孔)应完好，表笔及表笔线应完好，如需测量电阻表内应有电池。

(2)零位调整：将表位按规定位置放好，指针机械零点应准确，否则调至准确。

3、测前准备：将表位按规定位置放好，黑表笔插入“—”插孔(或“*”插孔)红表笔插入“+”插孔(或相应插孔)

交流电压的测量：表笔不分正负，分别接触被测的两端。选档原则是：

(1)已知被测电压范围时：选用大小被测值但又与之最接近的一档。

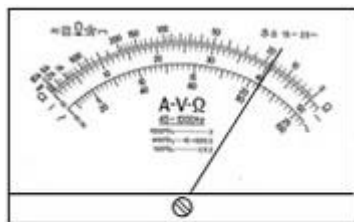
(2)不知被测电压范围时：可先置于交流电压最高档试测，然后确定是否降档测量(总之应使指针偏转角度尽可能地大)。

注意！有些表交流电压最低档有一条专刻度线（一般为10V）。使用此档时，要在专用刻度线上读数。

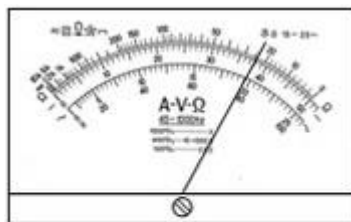
有关电压的知识：

测量相电压（单相插座）选 250V 挡，因为相电压是 220V。

测量线电压（如三相电动机电源）选 500V，因为线电压是 380V。



250V挡位，可看25的刻度线，指针在22所表示的220V



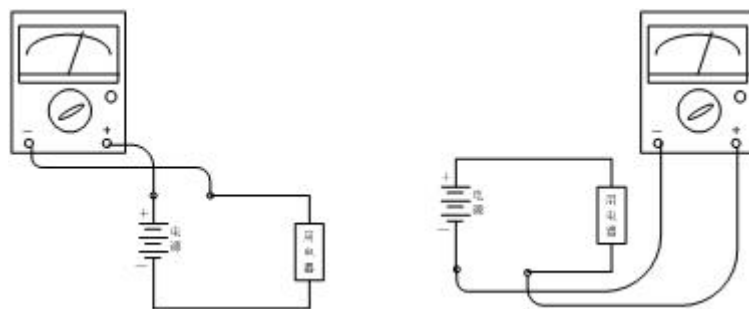
500V挡位，可看50的刻度线，指针在38所表示的380V

直流电压的测量：红表笔接正极，黑表笔接负极(当不知被测电压极性时，可先置于直流电压最高档试测。表针右偏，红表笔接触的是正极；否则相反)。其选档原则为：

(1)已知被测电压范围时：选用大于被测值但又与之最接近的一档。

(2)不知被测电压范围时：可先置于直流电压最高档试测，然后确定是否降档测量(总之应使指针偏转角度尽可能地大)。

直流电流的测量：应在切断电源的条件下，将被测电路断开一点，按电流方向红表笔接电流流出的一端，黑表笔接另一端(如不知电源极性时，可在电源未切断前，先置于直流电压最高档试测。表针右偏，红表笔接触的是正极；否则相反)。其选档原则为：



直流电流测量接线示意图

(1) 已知被测电流范围时：选用大于被测值但又与之最接近的一档。

(2) 不知被测电流范围时：可先置于直流电流最高档试测，然后确定是否降档测量(总之应使指针偏转角度尽可能地大)。

注意！测量后，应先切断电源，再撤离表笔。

电阻的测量：应在选好档后，先调好 Ω 零点再测量。(如调不到零，应更换表内电池)选档的原则是：

(1) 已知被测电阻范围时：选用可使表针指在 Ω 刻线中段的一档。

(2) 不知被测电阻范围时：可先置于中等倍率档试测，然后确定是否换档再测。(总之，应使指针尽可能指在刻度线中间段)

注意！ ①被测电阻应从电路中脱开，不允许带电测量 ②每换一次档应调一次 Ω 零。

万用表使用中应注意的安全问题

(1) 使用前要作充分的检查；测量前要正确地选档；测直流量要先判明极性。

(2) 测量时人体不得接触被测端，也不得接触万用表上裸露的带电部分(包括未使用的插孔或接线端)。

(3) 根据测量项目，在相应的刻度线上读取读数。

(4) 不可在测试状态下换档。

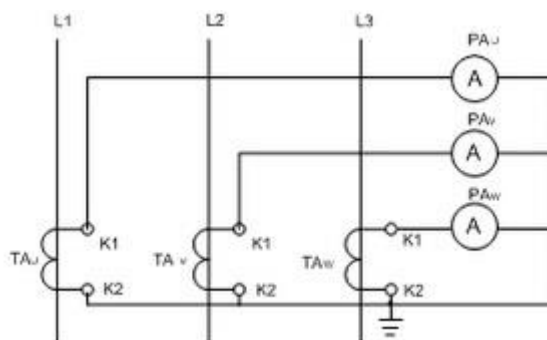
(5) 不可在电阻档测量微安表头的内阻；不可用电压档测量标准电池的电压。

(6) 测量时，应防止造成被测电路短路事故。

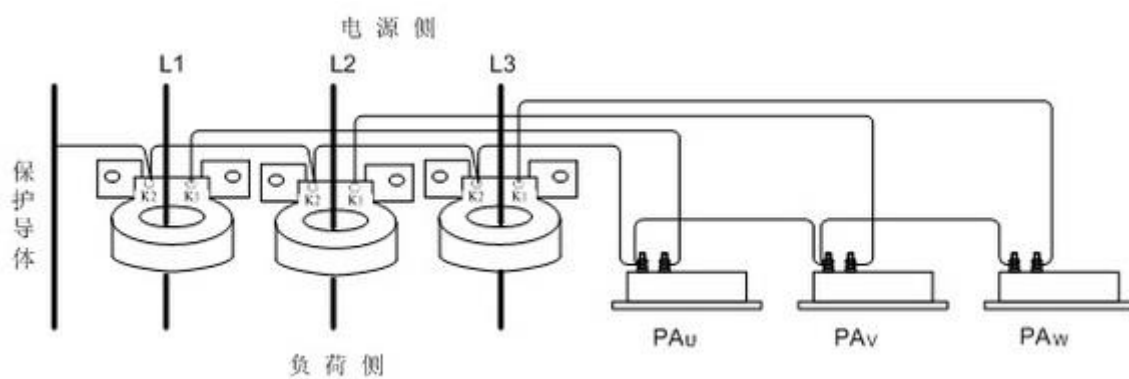
(7) 用后将表笔取下，档位变换开关置于交流电压最高档(有空档时置于空档，有开关时置于关断档)。存放于干燥、无尘、无腐蚀性气体且不受震动的场所。

(二) 三只电流表经电流互感器测三相线电流的接线

画出接线原理图



按图接线(实做)



(三) 正确使用钳形电流表测量交流电流

钳形电流表的用途、选用和用前检查

1. 用途：它可以在不中断负载运行的条件下测量低压线路上的交流电流。
2. 选用：它的精度及最大量程应满足测试的需要。
3. 用前检查：
 - (1) 外观检查：各部位应完好无损；钳把操作应灵活；钳口铁心应无锈、闭合应严密；铁心绝缘护套应完好；指针应能自由摆动；档位变换应灵活、手感应明显；
 - (2) 调整：将表平放，指针应指在零位，否则调至零位。

测量

1. 选择适当的档位。选档的原则是：
 - (1) 已知被测电流范围时：选用大于被测值但又与之最接近的那一档。
 - (2) 不知被测电流范围时：可先置于电流最高档试测(或根据导线截面，并估算其安全载流量，适当选档)、根据试测情况决定是否需要降档测量。总之，应使表针的偏转角度尽可能地大。
2. 测试人应戴手套，将表平端，张开钳口，使被测导线进入钳口后再闭合钳口。
3. 读数：根据所使用的档位，在相应的刻度线上读取读数。(注意!档位值即是满偏值)。
4. 如果在最低档位上测量，表针的偏转角度仍很小(表针的偏转角度小，意味着其测量的相对误差大)，允许将导线在钳口铁心上缠绕几匝，闭合钳口后读取读数。这时导线上的电流值=读数÷匝数(匝数的计算：钳口内侧有几条线，就算作几匝)。

测量中应注意的安全问题

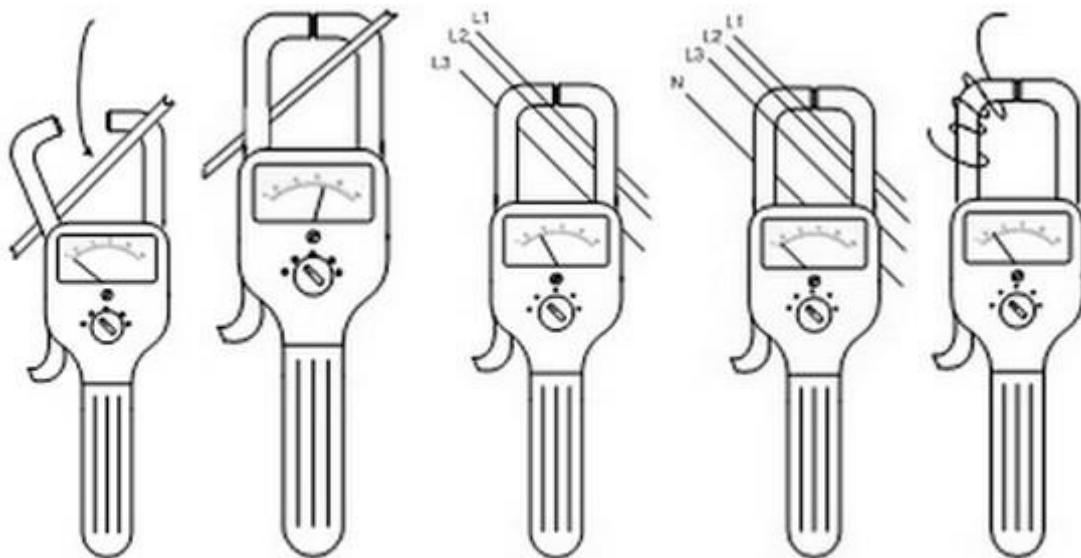
1. 测量前对表作充分的检查，并正确地选档。
2. 测试时应戴手套(绝缘手套或清洁干燥的线手套)，必要时设监护入。
3. 需换档测量时，应先将导线自钳口内退出，换档后再钳入导线测量。
4. 不可测量裸导体上的电流。
5. 测量时，注意与附近带电体保持安全距离。并应注意不要造成相间短路和相对地短路。
6. 使用后，应将档位置于电流最高档，有表套时将其放入表套，存放在干燥、无尘、无腐蚀性气体且不受震动的场所。

电流知识

1. 星形接法电路中线电流等于相电流。
2. 三角形接法电流中线电流等于 倍相电流。
3. 根据设备功率 P 大小计算额定电流；

三相电动机 1KW≈2A

单相用电 1KW≈4.5A



图依次为 (A)、(B)、(C)、(D)、(E)

钳形电流表操作示意图

(A) 测试人应戴手套，将表平端，张开钳口。

(B) 使被测导线进入钳口后再闭合钳口。

(C) 同时钳入两条导线，则指示的电流值，应是第三条线的电流。

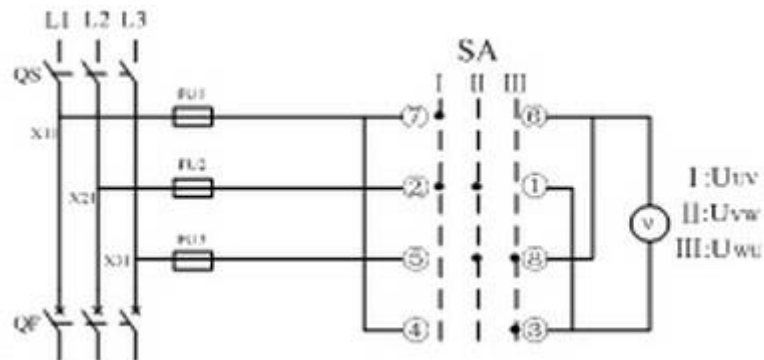
(D) 若是在三相四线系统中，同时钳入三条相线测量，则指示的电流值，应是工作零线上的电流数。

(E) 如果导线上的电流太小，即使置于最小电流档测量，表针偏转角仍很小（这样读数不准确），可以将导线在钳臂上盘绕数匝（如图所示为四匝）后测量，将读数除以匝数，既是被测导线的实测电

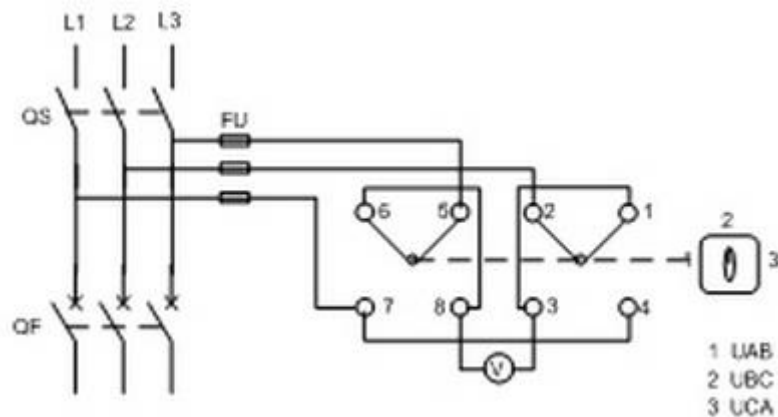
(四)用一只电压表经 Lw2 转换开关测量三相线电压的接线

一、画出接线原理图

这种测量三相线电压的方法，常用在配电装置的受电柜上。接在隔离开关与断路器之间。接线原理图如下。



接线原理图



接线位置图

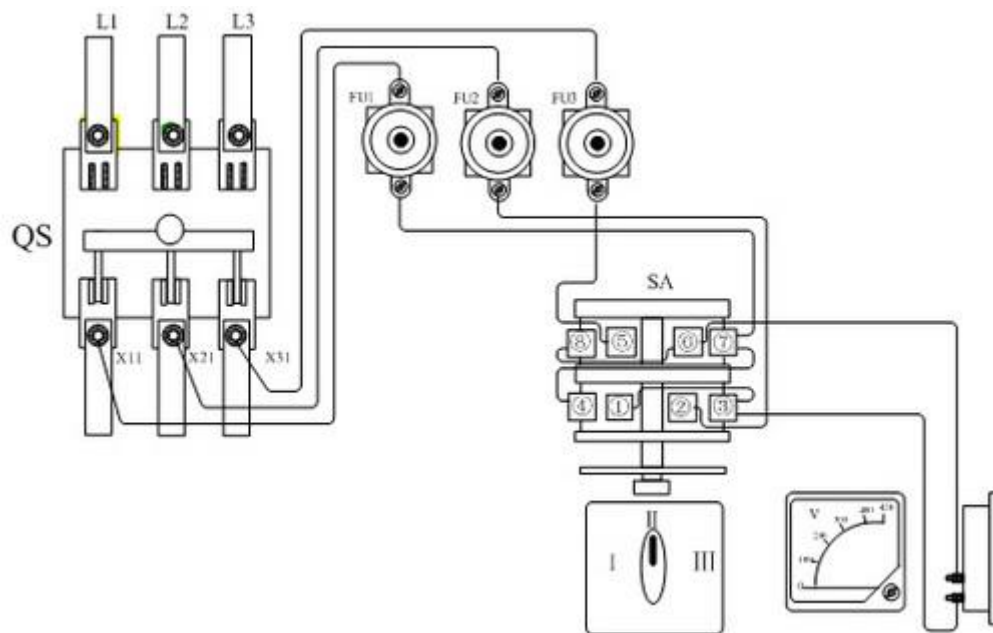
二、按图接线(实做)

这种开关的接线端上有编号。接线时，按照原理图上所标示的端子号接线即可。有一个接线口诀是：1—3；4—7；6—8封(在开关上的预接线)3、8接表在当中，电源顺序7、2、5。平时指示在正中。

三、导线及熔断器的选择

该电路的电流很小，主要应考虑导线及熔丝的机械强度。因此，导线可选用不小于 1.5mm^2 的绝缘铜导线，熔体的额定电流应不超过 5A，熔断器的额定电流应不小于熔体的额定电流。

例如：可选用 BV-1.5 的导线(截面为 1.5mm^2 的聚氯乙烯绝缘铜芯独股电线)。选用 RC1A-5/1~5 的熔断器(额定电流为 5A 的瓷插式熔断器，装 1~5A 的熔丝)或选用 RL1-15/2 的熔断器(额定电流为 15A 的螺旋式熔断器，装 2A 的熔芯)。



用一只电压表经 Lw2 转换开关测量三相线电压的接线示意图

(五)使用电压表核相

一、在什么情况下需要核相

当两个或两个以上的电源，有下列情况之一时需要核相

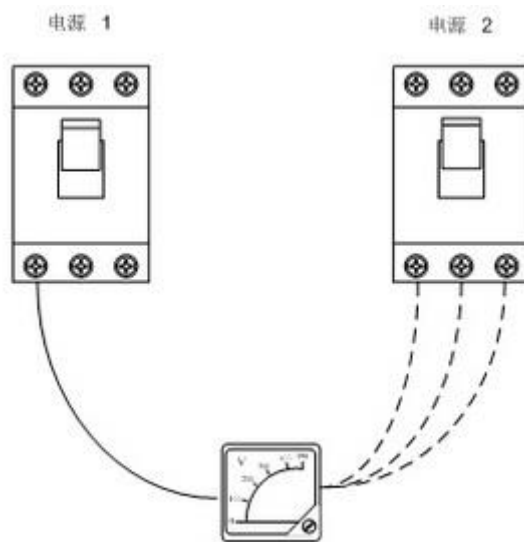
1. 有并列要求时。在设备安装后，投入运行前应核相；
2. 作为互备电源时。在设备安装后，投入运行前应核相；
3. 以上两项设备经过大修，有可能改变一次相序时，在大修后，投入运行前应重新核相。

二、核相的操作及判断

核相可使用 450v 或 500v 的交流电压表。按下图所示的方法测量。

测量时先将表的第一端固定接在“电源 1”的一相，表的另一端分别试测“电源 2”的三相；然后再将表的第一端固定接在“电源 1”的第二相，表的另一端分别测“电源 2”的三相……共九次。

判断：测量结果中 $U \approx 0$ 的两端为同相； $U \approx$ 线电压的为异相。



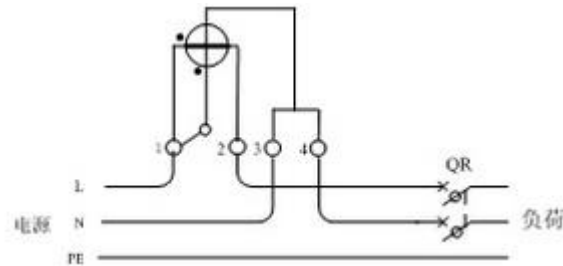
三、核相过程中应注意的安全问题

1. 正确地选表并作充分的检查；
2. 设监护人。操作人穿长袖衣、戴手套；
3. 表线不可过长或过短，测试端裸露的金属部分不可过长；
4. 防止造成相间短路或相对地短路(必要时加屏护)；
5. 人体不得接触被测端、也不得接触电压表上裸露的接线端。

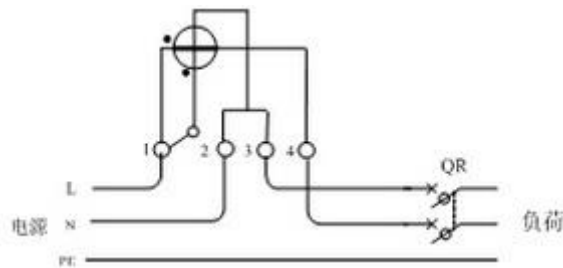
(六) 单相有功电度表的接线

画出接线原理图

单相有功电度表分为直入式电度表(全部负荷电流过电度表的电流线圈)和经互感器接线的电度表两类。直入式电度表又可分为跳入式和顺入式两种。



单相跳入式电能表



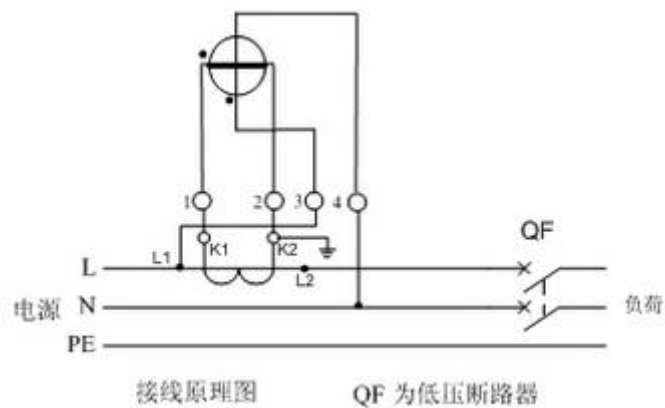
单相顺入式电能表

电度表的安装位置及安装环境应符合规程要求。其接线要求分别为：

直入式有功电度表接线

- (1) 电度表的额定电压应与电源电压一致；其额定电流应等于或略大于负荷电流；
- (2) 应使用绝缘铜导线，其截面应满足负荷电流的需要，但不应小于 2.5mm^2 。(有增容可能时，其截面可适当再大些)；
- (3) 相线、零线不可接错；
- (4) 表外线不得有接头；
- (5) 电源的相线要接电流线圈。

经互感器接线的有功电度表

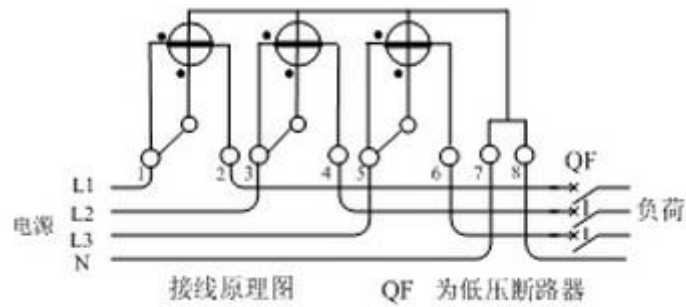


- (1) 电流互感器要用 LQG 型的，其精度不应低于 0.5 级。电流互感器的一次额定电流应等于或略大于负荷电流；
- (2) 电流互感器的极性要用对，K2 要接地(或接零)；
- (3) 电度表的额定电压应与电源电压一致，其额定电流应为 5A；
- (4) 二次线要使用绝缘铜导线，中间不得有接头。其截面为：电压回路应不小于 1.5mm^2 ；电流回路应不小于 2.5mm^2 ；
- (5) 电流互感器应接在相线上。

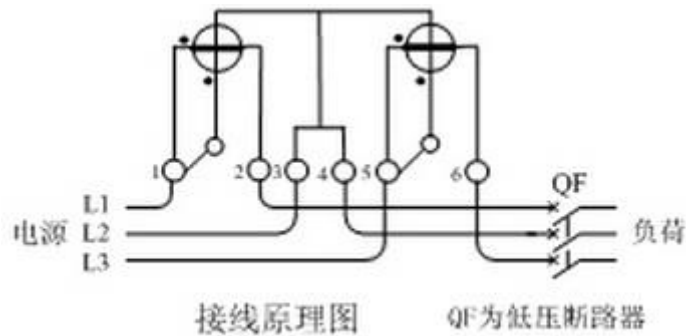
例：负荷的计算电流为 18A，可使用额定电流为 20A 的单相直入式有功电度表(如 DD28—20A)或用额定电流为 5A 的经互感器接线的单相有功电度表(如 DD28—5A)配用 20/5 的电流互感器(如 LQG—05 20/5)

(七) 直入式三相有功电度表的接线

画出接线原理图



三相四线（DT）有功电度表接线原理图



三相三线（DS）有功电度表接线原理图

按图接线实做（如下图）

接线要求：

- ①度表的额定电压应与电源电压一致，额定电流应等于或略大于负荷电流；
- ②按正相序接线；
- ③线应使用绝缘铜导线。其截面应满足负荷电流的需要，但不得小于 2.5mm^2 ；
- ④外线不得有接头；
- ⑤相四线有功电度表的零线必须进、出表。

使用要求：

①三相四线有功电度表(DT 型)，可对三相四线对称 或不对称负载作有功电量的计量；而三相三线有功电度表(DS 型)，仅可对三相三线对称或不对称负载作有功电量的计量。

②电度表导线的选用：按导线选择口诀。

例①：某三相四线负荷为 45A，选直入式电度表作有功电量计量。选 DT8 380/220 $3\times 50\text{A}$ 的有功电度表。导线用 BV—10(截面为 10mm^2 的聚氯乙烯绝缘铜芯电线)

例②：某三相三线负荷电流为 33A，选直入式电度表作有功电量计量。选 DS15 380V3×40A 的有功电度表。导线用 BV—6 (截面为 6mm² 的聚氯乙烯绝缘铜芯电线)

安装要求：

- ①电度表安装时，应保证其可转动的铝盘为水平。
- ②应按正相序接线（如图所示，既是正相序接线）。
- ③所用的导线，应是铜芯绝缘导线。其截面应满足负荷电流的需要，但最小不得小于 2.5mm²。
- ④表外线不得有接头，中性线必须进、出表端子。
- ⑤电度表不得装在潮湿、有腐蚀性气体、有易燃易爆气体场所，也不得装在有强磁场干扰的场所。
- ⑥明装电能表距地面应在 1.8-2.2m 之间，暗装应不低于 1.4m。装于立式盘和成套开关柜时，不应低于 0.7m。

(八)三相有功电度表经电流互感器的接线

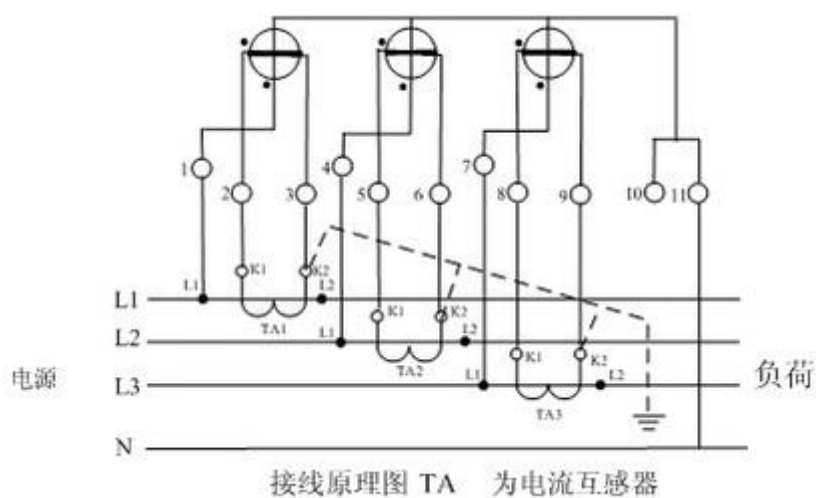
画出接线原理图

有三相三线式(三相两元件)和三相四线式(三相三元件)两种。

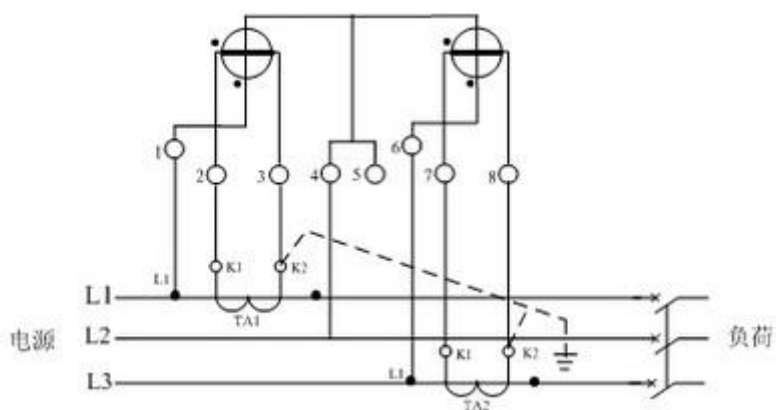
按图接线(实做)

选件及接线要求

- 1.电度表的额定电压应与电源电压一致，额定电流应是 5A 的。
- 2.要按正相序接线。
- 3.电流互感器要和 LQG 型的，精度应不低于 0.5 级。电流互感器的极性要用对。



三相四线式(三相三元件)电度表经电流互感器接线原理图



三相三线式(三相两元件)电度表经电流互感器接线原理图

- 4.二次线应使用绝缘铜导线，中间不得有接头。其截面：电压回路应不小于 1.5mm^2 ；电流回路应不小于 2.5mm^2 。

5.二次线应排列整齐，两端穿带有回路标记和编号的“标志头”。

6.当计量电流超过 250A 时，其二次回路应经专用端子接线，各相导线在专用端子上的排列顺序：自上至下，或自左至右为 U、V 、W、 N。

7.三相四线有功电度表(DT 型)，可对三相四线对称或不对称负载作有功电量的计量；而三相三线有功电度表(DS 型)，仅可对三相三线对称或不对称负载作有功电量的计量。

例某三相四线负荷电流为 361A，经电流互感器接线的三相有功电度表作有功是量计量。

可选 DT8 380/220 3×5A 的有功电度表。用 LQZ—0.5 400/5 的电流互感器。

(九) 测量电动机定子绕组的绝缘电阻

选表及用前检查

1. 选用：测量新电动机使用 1000V 的兆欧表；测量运行过的电动机使用 500V 的兆欧表。

2. 用前检查：

(1) 外观检查：表壳应无好无损；表针应能自由摆动；接线端子应齐全完好；表线应是单根软绝缘铜线，且完好无损，其长度一般不应超过 5m。

(2) 开路试验：将一条表线接在兆欧表的“E”端，另一条接在“L”端。两条线分开，置于绝缘物上，表位放平稳，摇动摇把到每分钟 120 转，表针应稳定指在“∞”为合格。

(3) 短路试验：开路试验做完后，将两条线短路，摇动摇把（开始要慢）到每分钟 120 转，表针应稳定指在 0，为合格。

测量及判断(实做)

1. 测量绝缘项目：可分为①测对地绝缘；②测相间绝缘。

2. 测量：

测相对地绝缘：

①将电动机退出运行(大型电动机在退出运行后要先放电)；

②验明无电后拆去原电源线；

③将兆欧表的“E”端测试线接到电动机外壳(例如端子盒的螺孔处)，将兆欧表的“L”端测试线接到电动机绕组任一端(接线端上原有联接片不拆)；

④摇动摇把达到每分钟 120 转，到一分钟时读取读数(必要时应记录绝缘电阻值及电动机温度)⑤撤除“L”端接线，后停止摇表，并放电。

测相间绝缘：

①对地绝缘测试后放电；

②拆去电动机接线端上原有联接片；

③将兆欧表的“E”端和“L”端测试线各接一相绕组；

④摇动摇把到每分钟 120 转，一分钟时读取读数(必要时应记录绝缘电阻值及电动机的温度)；

⑤撤除“L”端接线，后停止摇表，放电；

⑥测另两个绕组间的绝缘……共三次(每次测后均应放电)。

判断：不论对地绝缘还是相间绝缘，其合格值的要求如下：

(1)对于新电动机（交接试验）：绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ ；

(2)对于运行过的电动机（预防性试验）：绝缘电阻应不小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

测试过程中应注意的安全问题

1. 正确地选表并作充分的检查；
2. 对大型电动机在退出运行后要先放电，按照测试电容器的方法摇测。每次测后也要放电；
3. 测试时，注意与附近带电体的安全距离(必要时应设监护人)；
4. 人体不得接触被测端，也不得接触兆欧表上裸露的接线端；
5. 防止无关人员靠近。

(十)用接地电阻测试仪测量接地装置的接地电阻值

选表及测量前的检查

1. 选表：应选用精度及测量范围足够的接地电阻测试仪。(例如，ZC80~1000 表)。

(1) 外观检查：表壳应完好无损；接线端子应齐全完好；检流计指针应能自由摆动；附件应齐全完好(有 5m、20m、40m 线各一条和两个接地钎子)。

(2) 调整：将表位放平，检流计指针应与基线对准，否则调准。

(3) 试验：将表的四个接线端(C1、P1、P2、C2)短接；表位放平稳，倍率档置于将要使用的一档；调整刻度盘，使“0”对准下面的基线；摇动摇把到每分钟 120 转，检流计指针应不动。

实地测量

1. 图示方法接好各条线。(与 40m 成一直线)

2. 摇摇把，同时调整刻度盘(检流计指针右偏，使刻度反时针方向转动；指针左偏，使刻度盘顺时针方向转动)使指针复位。指针接近基线时，应加快摇速到每分钟 120 转，并仔细调整刻度盘，使指针对准基线，然后停摇。

3. 数：读取对应基线处刻度盘上的数。

4. 算：被测接地电阻值(Ω)=读数 $\times$ 倍率

5. 回测量用线、接地钎子和仪表。存放在干燥、无尘、无腐蚀性气体且不受震动的处所。

测量中应注意的安全问题

1. 正确地选表并作充分的检查。

2. 被测接地装置退出运行(先切断与之有关的电源，拆开与接地线的联接螺栓)。

3. 测量的 40m 一线的上方不应有与之相平行的强力线路；下方不应有与之相平行的地下金属管线。

4. 雨天气不得测量防雷接地装置的接地电阻。

5. 地电阻测试仪禁止开路试验。不使用时应将接线端用裸线短封。

接地电阻值

1. 压电气设备的保护接地 $\leq 4\Omega$

2. 压器中性点直接地 $\leq 4\Omega$

3. 复接地电阻值 $\leq 10\Omega$

4. 立避雷针接地电阻值 $\leq 10\Omega$

接地装置的测量周期

测量时间应在每年的春季三四月份

1. 配电所的接地装置，每年一次。
2. 0KV 及以下线路变压器的工作接地装置，每二年一次。
3. 压线路中性线重复接地的接地装置，每二年一次。
4. 间设备保护接地的接地装置，每年一次。
5. 雷保护装置的接地装置，每年一次。

接地装置的敷设与连接

1. 地体顶面埋深不应小于 0.6m。
2. 直敷设的接地体长度不应小于 2.5m。
3. 直接地体的间距不应小于长度的 2 倍，水平接地体的间距不应小于 5m。
4. 地体（线）应采用搭焊接，接至电气设备上的接地线，应用镀锌螺栓连接，有色金属接地线不能采用焊接时，壳用螺栓连接。
5. 地体搭焊应符合下列规定。
 - (1) 扁钢为其长度的 2 倍，至少为三面施焊。
 - (2) 圆钢为其直径的 6 倍，双面施焊。
 - (3) 圆钢与扁钢连接时，其长度为圆钢直径的 6 倍。

