

实验八 对称和不对称三相电路研究

一、实验目的

1. 观察平衡星形负载(有中线或无中线时)的线电压 U_l 和相电压 U_p 在数值上的关系。
2. 观察不平衡星形负载(有中线时)中线电流 I_o 和三个线电流 I_l (即 I_p) 的关系。
3. 研究不平衡星形负载(无中线时)中点电压位移($U_{oo'}$)。
4. 测量平衡及不平衡三角形负载的各相电压、相电流、线电压及线电流。
5. 学习用电参数测量仪测量三相电路功率的方法。

二、实验说明

在三相电路中,负载的联接方式有星形联接和三角形联接。星形联接时根据需要可以采用三相三线制或三相四线制供电,三角形联接时只能用三相三线制供电。本实验只提供一个电参数测量仪,它可替代原有的电压表、电流表、功率表。钳型电流互感器钳在某线上可测该线电流,试笔触接到电路的不同位置可测出电路各部分的电压,配合电流互感器和试笔的不同位置可测量有关的功率,注意“同极性端”。

由于实验时还不清楚三根电源线的相序关系,可暂时先将它们分别标为 1、2、3,实验后即可根据实验结果决定它们的相序关系,也就是先设定一根电源线作为 A 相,然后再决定余下的两根电源线哪一根是 B 相,哪一根是 C 相。

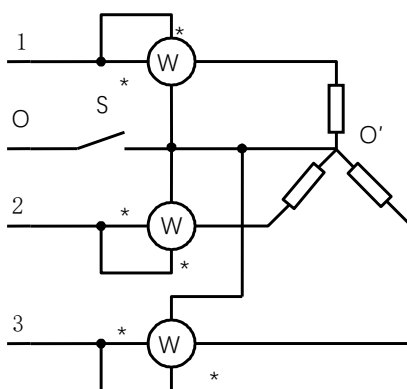


图 8.1 星型接法

三、实验任务

1. 预习任务:

- (1) 熟悉课堂所讲星形负载及三角形负载三相电路的分析方法。
- (2) 画出星形负载三相电路的原理图,并将电表画在图中。功率表要标出同极性端,明确如何判断功率表的读出数值是正还是负。

2. 实验课任务:

实验中星型负载分为下列四种情况：

- (1) 平衡星形负载：每相各为三个 100W、510Ω 的电阻并联。
- (2) 有中线的不平衡星形负载：第一相为四个 100W、510Ω 的电阻并联，第二相为三个 100W、510Ω 的电阻并联，第三相为两个 100W、510Ω 的电阻并联。
- (3) 无中线的不平衡星形负载：负载分布如(2)所述，断开中线。
- (4) 无中线的不平衡星形负载：第一相为 6μF 的电容，第二、三相各为两个 100W、510Ω 的电阻并联。

实验任务如下：

- (1) 对以上四个电路，都要求测出三个线电压 U_{12} 、 U_{23} 、 U_{31} ；三个相电压 $U_{1O'}$ 、 $U_{2O'}$ 、 $U_{3O'}$ ；三个线电流 I_1 、 I_2 、 I_3 。此外，对第一、二个电路要求测出中线电流 I_0 ，对第三、四个电路要求测出中点位移电压 $U_{OO'}$ 。
 - (2) 对第四个电路用三表法测三相功率 $P_{1O'}$ 、 $P_{2O'}$ 、 $P_{3O'}$ ，以及用二表法(分别以 1、2、3 相为公共端接线测三次)测三相总功率，并核算两种方法测量的结果。
 - (3) 选做：对第二个电路用三表法测三相功率 $P_{1O'}$ 、 $P_{2O'}$ 、 $P_{3O'}$ ，以及用二表法测出功率 $P_{13}+P_{23}$ ，并核对 $P_{1O'}+P_{2O'}+P_{3O'}$ 是否等于 $P_{13}+P_{23}$ 。如不等，加测 $P_{O'3}$ ，结果如何？
 - (4) 观察实验：无中线的不平衡星形负载(相序仪)：第一相为 0.5μF 电容，第二、三相各为一个 220V、60W 的灯泡。观察灯泡的亮度，从而判断出电源的相序，即 1、2、3 三条线各相当于 A、B、C 三相中的哪一相。
 - (5) 将图 8.1 中的星型三相负载改接成三角形三相负载（选做）。见图 8.2。
- 1) 负载对称及不对称时，测量各相电压，线电流及相电流；
 - 2) 观察断开一相及断开一线时各相负载的情况变化，为什么有此变化？
 - 3) 数据表格如表 8.1

表 8.1 三角形负载数据记录表格

待 测 数 据 实 验 内 容	P /W	V_{AB} /V	V_{BC} /V	V_{AC} /V	I_A /A	I_B /A	I_C /A	I_{AB} /A	I_{BC} /A	I_{CA} /A
三角形对称负载										
三角形不对称负载										

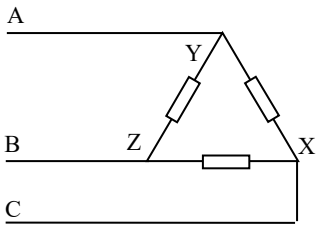


图 8.2 三角型接法

四、 实验设备

三相负载电阻箱	1 个
电容箱	1 个
电参数测量仪	1 台

五、思考题

1. 对于上述四种负载情况, 哪些电路满足 $U_1 = \sqrt{3}U_p$ 的数值关系? 第二个电路的负载是不平衡的, 为什么仍满足 $U_1 = \sqrt{3}U_p$ 的关系? 第三个电路和第二个电路的负载情况相同, 为何 $U_1 \neq \sqrt{3}U_p$?
2. 核算第二个电路中的 I_0 是否满足和 $I_1+I_2+I_3$ 相等。核算第四个电路二功率表法和三功率表法所测出的三相总功率是否相等。
3. 用电参数测量仪测功率时, 如何判断同名端?
4. 照明负载用三相四线制, 中线上是否装保险丝? 为什么?

六、终结报告要求

1. 计算第四个电路的中点位移电压和三个相电压, 并与实验结果作比较。
实验中的三相电源实际上略有不平衡, 为计算简单, 可以将它们看作是由数值为 $|U_p| = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{U_{12} + U_{23} + U_{31}}{3}$ 、相位相差 120° 的三个相电压组成的平衡三相电源。
2. 用圆规和直尺作无中线星形负载实验结果中电压的位形图(比例尺大约为 1cm 相当于 20V 比较合适, 位形图上不必画箭头)。
3. 实验结论
4. 收获。

七、三相负载电阻箱

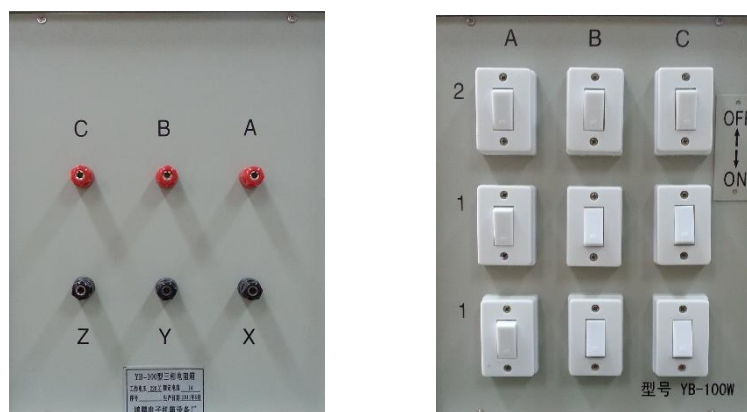


图 8.3 三相负载电阻箱的前后面板

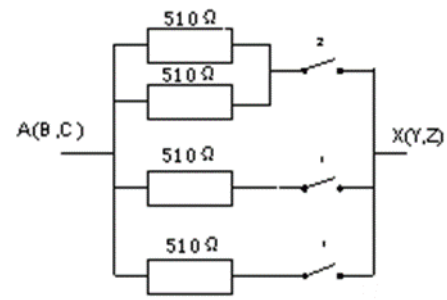


图 8.4 三相负载电阻箱内部连接