

实验五 交流阻抗参数的测量和功率因数的改善

一、目的

- (1) 通过实验加深对阻抗概念的理解;
- (2) 学习测量阻抗参数的基本方法;
- (3) 掌握功率表和单相自耦调压器等电工仪表的正确使用方法。

二、原理

对于交流电路中的元件阻抗值(r 、 L 、 C),可以用交流阻抗电桥直接测量,也可以用下面两种方法来进行测量。

1. 三表法

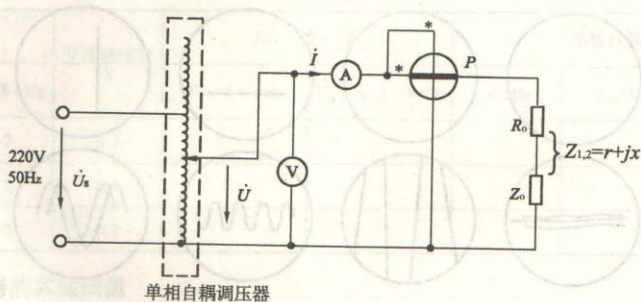


图 1-5-1 三表法测量电路

功率表:粗线表示的电流线圈应该串联在负载回路中,细线表示的电压线圈应该并联在负载两端,标有“*”符号的两线圈端点应该按上图所示的发电机接线规则进行接线。

首先用交流电压表、交流电流表和功率表分别测出元件 Z 两端电压 U 、电流 I 和消耗的有功功率 P ,并且根据电源角频率 ω ,然后通过计算公式间接求得阻抗参数。这种测量方法称为三表法,它是测量交流阻抗参数的基本方法。

实验电路如图 1-5-1 所示。其中,负载 Z_1 是由 50Ω 滑线电阻 R_0 和电感箱 Z_0 串联组成, Z_2 是由 50Ω 滑线电阻 (R_0) 与电容箱 (Z_0) 串联组成。功率表的读数 $P = \text{分格常数} \times \text{格数}$,
分格常数 = $\frac{\text{额定电压(伏特)} \times \text{额定电流(安培)}}{150(\text{格})}$ (瓦/格)。

被测元件阻抗参数(r 、 L 、 C)可由下列公式确定:

$$z = \frac{U}{I},$$

$$x = \sqrt{z^2 - r^2} = z \cdot \sin\varphi$$

$$\cos\varphi = P/IU$$

$$L = \frac{x}{\omega}$$

$$r = \frac{P}{I^2} = z \cos\varphi$$

$$C = \frac{1}{\omega x}$$

2. 三电压表法

先将一已知电阻 R 与被测元件 Z 串联,如图 1-5-2(a) 所示。当通过一已知频率的正弦交流信号时,用电压表分别测出电压 U 、 U_1 和 U_2 ,然后根据这三个电压向量构成的三角形矢量图和 U_2 分解的直角三角形矢量图,从中可求出元件阻抗参数,如图 1-5-2(b) 所示。这种方法称为三电压表法。

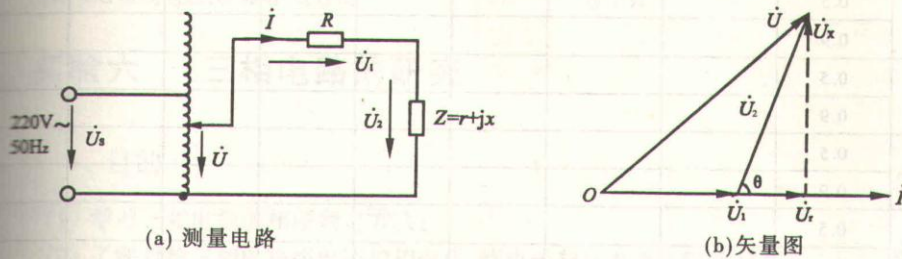


图 1-5-2 三电压表法

由矢量图可得:

$$\cos\theta = \frac{U^2 - U_1^2 - U_2^2}{2U_1U_2}$$

$$r = \frac{RU_r}{U_1}$$

$$U_r = U_2\cos\theta$$

$$L = \frac{RU_x}{\omega U_1}$$

$$U_x = U_2\sin\theta$$

$$C = \frac{U_1}{\omega RU_x}$$

三、内容

1. 三电压表法

测量电路如图 1-5-2(a) 所示。取 R 为 50Ω 滑线电阻, Z 为电感箱或电容箱,按表 1-5-1 内容测量和计算。

表 1-5-1 三电压表法

Z	测量参数			计算参数					
	U/V	U ₁ /V	U ₂ /V	cosθ	U _r /V	U _x /V	r/Ω	L/H	C/μF
电感箱	100								
电容箱	100								

2. 三表法

按图 1-5-1 所示电路接线。将实验数据填入表 1-5-2 中。

表 1-5-2 三表法

Z	测量参数			计算参数					
	I/A	U/V	P/W	z/ Ω	cos φ	r/ Ω	x/ Ω	L/H	C/ μ F
Z ₁	0.5								
	0.9								
Z ₂	0.5								
	0.9								
Z ₁ + Z ₂	0.5								
	0.9								
Z ₁ // Z ₂	0.5								
	0.9								

3. 功率因数的改善

仍按图 1-5-1 接线,并将电容(24 μ F)并联在负载 Z₁ 两端。首先调节单相自耦调压器,使副方电压等于表 1-5-2 第二栏中测量出的电压值(负载为 Z₁ 时对应 I = 0.9A 的电压值),然后测出 I、P,计算 cos φ ,并与不接电容前的负载功率因数相比较。

四、注意事项

- (1) 必须注意用电安全。
- (2) 功率表按发电机接法测量。
- (3) 弄清单相自耦调压器的原方和副方,接通和断开电源前都应将副方滑动头退到零伏位置上。

五、预习要求

阅读有关电动系仪表的工作原理和使用方法(可参阅本书附录四)

六、报告要求

- (1) 完成表 1-5-1、表 1-5-2 和实验内容 3。
- (2) 完成思考题 1、2、3。

七、思考题

- (1) 为了提高感性阻抗的功率因数,为什么采用的是并联电容而不是串联电容?
- (2) “并联电容”提高了感性阻抗的功率因数,试用矢量图来分析并联的电容容量是否越大越好?
- (3) 若改变并联电容的容量,试问功率表和电流表的读数应作如何变化?

八、仪器与器材

(1) 单相自耦调压器	TDGC2 型	1 只
(2) 交流电压表	D26 - V 型	1 只
(3) 交流电流表	D26 - A 型	1 只
(4) 功率表	D26 - W 型	1 只
(5) 50 Ω 滑线电阻、电感箱、电容箱		各 1 只

实验六 三相电路的研究

一、目的

- (1) 学习三相电源的相序判定方法；
- (2) 了解对称三相电路线电压与相电压、线电流与相电流之间的关系；
- (3) 了解负载不对称星形联接时的中线作用；
- (4) 学会用三表法和二表法测量三相负载的有功功率。

二、原理

1. 三相四线制电源

它是由一组频率相同、幅值相等、相位互差为 120° 的三个对称电动势构成的电路。目前,我国用电一般都采用星形联接、三相四线制供电方式。电源通过三相开关向负载供电,如图 1-6-1 所示。其中,不经过三相开关和熔断器的那根导线称为中线或零线(O),另外三根称为火线(A、B、C)。

三相电源并网时,其相序必须一致。图 1-6-2 所示为一简单相序指示器,它可以根据负载灯泡的亮度来判定三相电源的相序依次为 A、B、C。

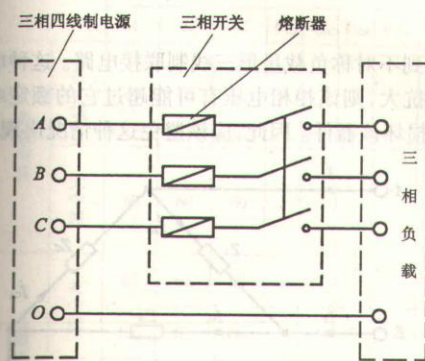


图 1-6-1 电源供电方式

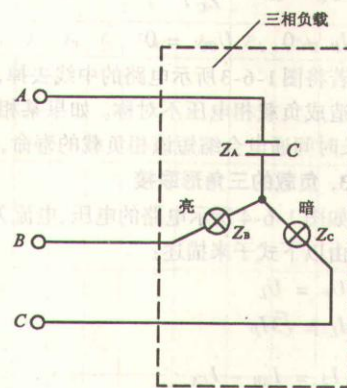


图 1-6-2 相序指示器