

# 实验七

## 三相交流电路电压、电流和功率的测量

南开大学电子信息实验教学中心

2018年春季学期

# 一、实验目的

- 1、加深理解三相电路中线电压与相电压、线电流与相电流之间的关系。
- 2、掌握三相负载作星形联接、三角形联接的方法，验证这两种接法时线、相电压及线、相电流之间的关系。
- 3、充分理解三相四线供电系统中的中线作用。
- 4、学习、掌握用二瓦计法测量三相电路的有功功率。

## 二、实验原理

1、三相负载可接成星形（“Y”接）或三角形（“ $\Delta$ ”接）。

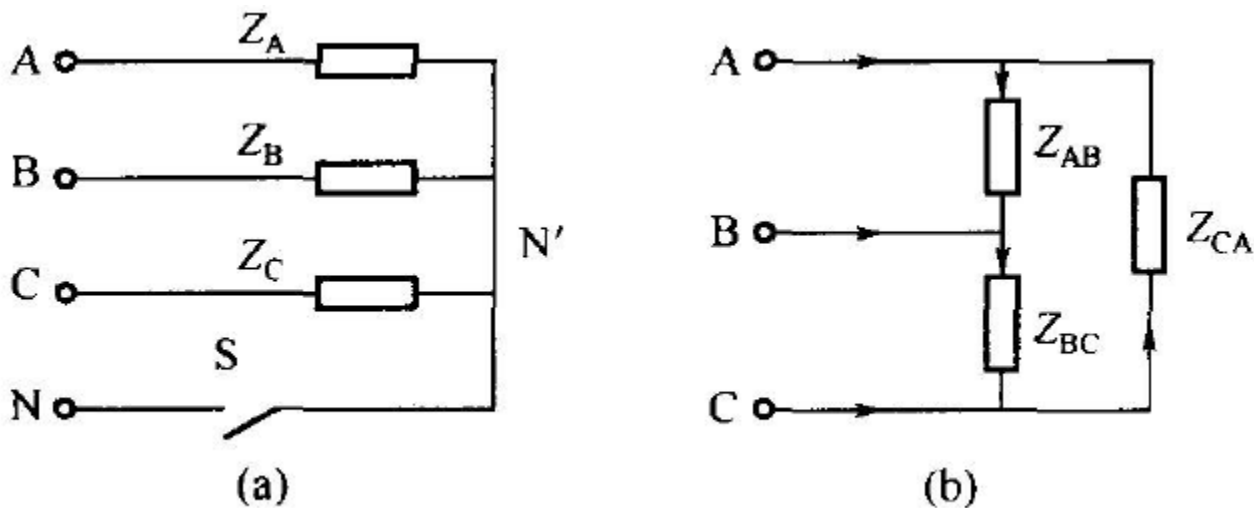


图1

(a)三相负载的星形连接

(b) 三相负载的三角形连接

其中，星形连接又包括有中线和无中线两种情况。

## 二、实验原理

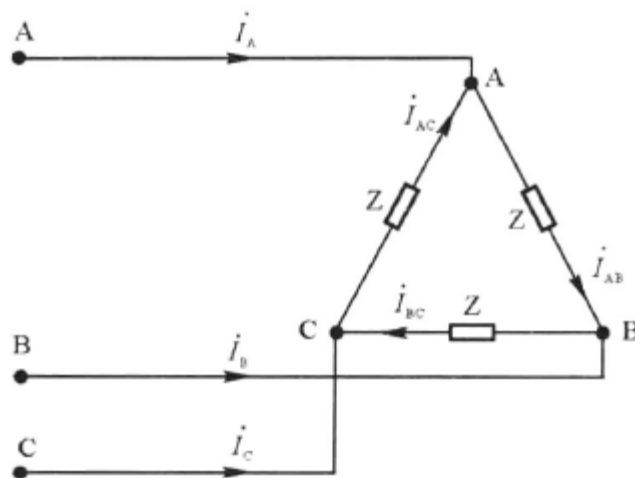
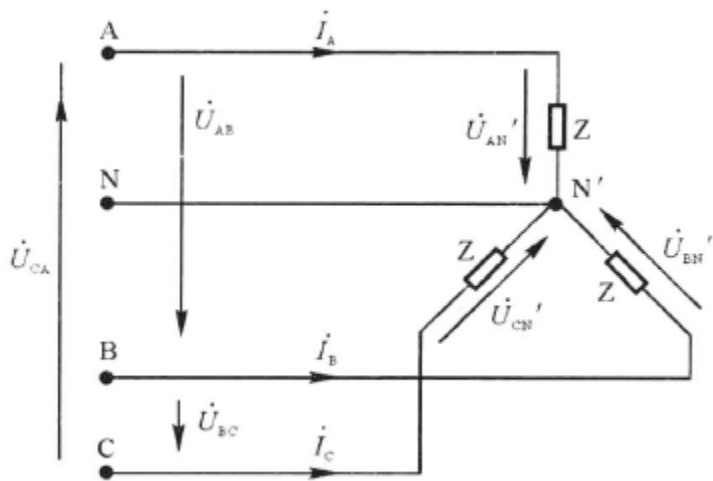
### 2、需要明确的几个概念

相电压：电源或负载各相的电压称为相电压；

线电压：端线之间的电压称为线电压；

相电流：流过电源或负载各相的电流称为相电流；

线电流：流过各端线的电流称为线电流。



## 二、实验原理

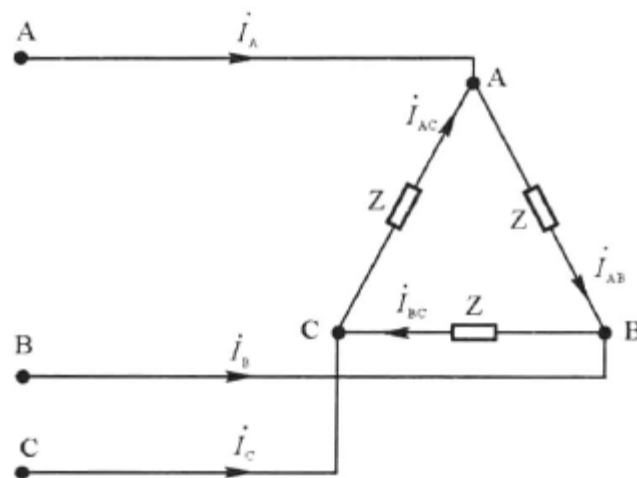
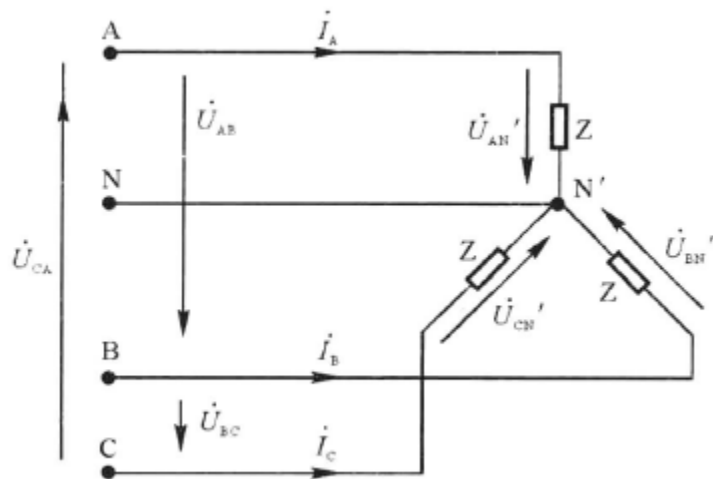
### 2、需要明确的几个概念

首端和尾端的标记说明：

旧的标准中，首端常记为A、B、C；尾端常记为X、Y、Z；

新的标准中，首端常记为 $U_1$ 、 $V_1$ 、 $W_1$ ；尾端常记为 $U_2$ 、 $V_2$ 、 $W_2$ 。

实际中旧标准标记比较多见。

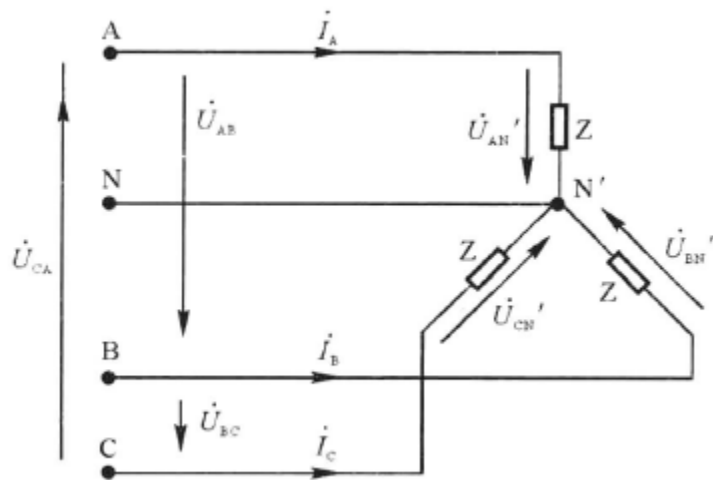


## 二、实验原理

### 3、星形连接的三相负载

◆ 三相负载对称时

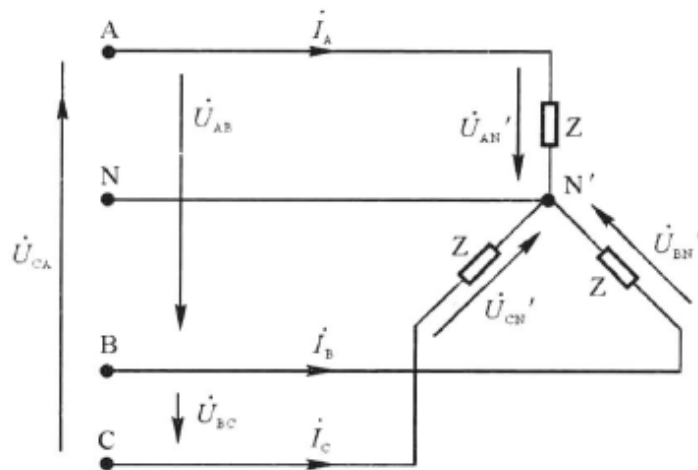
$$U_L = \sqrt{3}U_P; I_L = I_P$$



此时流过中线的电流 $I_0=0$ ，可以省去中线。

## 二、实验原理

### ◆三相负载不对称时



必须采用三相四线制接法，即Y<sub>0</sub>接法。而且中线必须牢固联接，以保证三相不对称负载的每相电压维持对称不变。

倘若中线断开，会导致三相负载电压的不对称，致使负载轻的那一相的相电压过高，使负载遭受损坏；负载重的一相的相电压又过低，使负载不能正常工作。

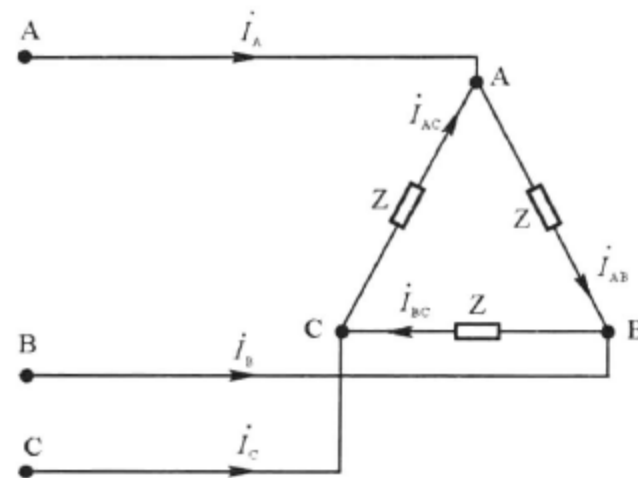
## 二、实验原理

### 4、三角形连接的三相负载

#### ◆三相负载对称时

$$I_L = \sqrt{3}I_P; U_L = U_P。$$

△形联接没有中线。



#### ◆三相负载不对称时

$$I_L \neq \sqrt{3}I_P$$

但只要电源的线电压 $U_L$ 对称，加在三相负载上的电压仍是对称的，对各相负载工作没有影响。



## 二、实验原理

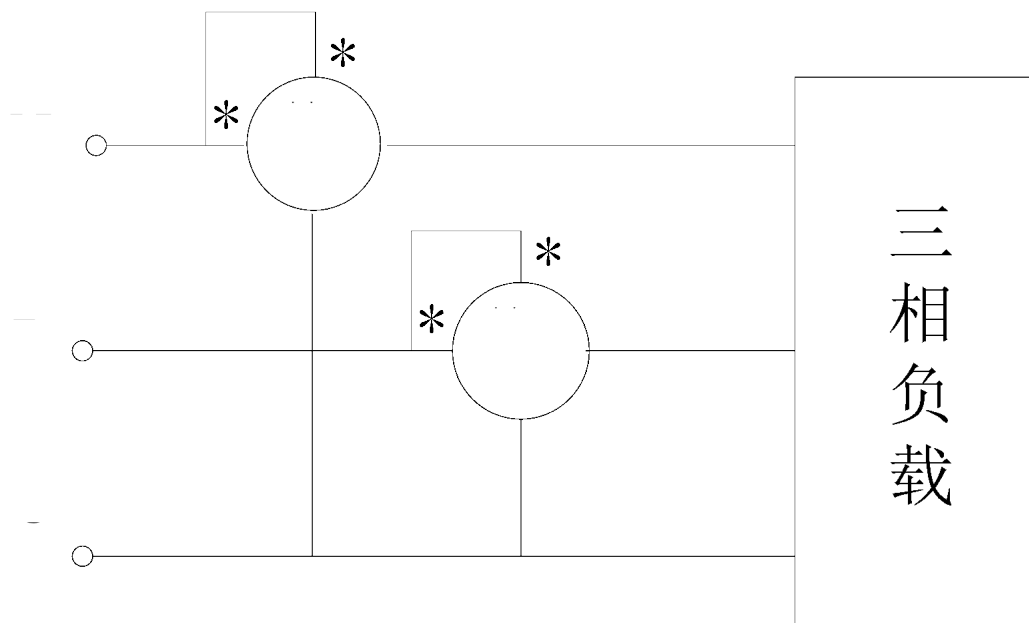
### 5、二瓦计法测量功率电路

在三相三线制电路中，通常用二只功率表测量功率。功率表W1和W2的读数分别为P1和P2。三相电路的总功率等于P1与P2的代数和。

$$P_1 = U_{AC} I_A \cos f_1$$

$$P_2 = U_{BC} I_B \cos f_2$$

$$P_{\text{总}} = P_1 + P_2$$



### 三、实验设备

序号	名 称	型号与规格	数量	备注
1	交流电压表	0~500V	1	实验台
2	交流电流表	0~5A	1	实验台
3	三相自耦调压器		1	实验台
4	三相灯组负载	220V, 15W白炽灯	9	EEL
5	电流插座		3	实验台

## 四、实验内容

### 1. 三相负载星形联接（三相四线制供电）

实验准备：将三相调压器的旋柄置于输出为0V的位置（即逆时针旋转到底），将交流电压表接到调压器的输出端。开启实验台电源，调节调压器，使输出的三相电源的线电压为220V（即相电压为127V）。

关闭电源开关，按图1线路连接实验电路。分别测量三相负载的线电压、相电压、线电流、线电流、中线电流、电源与负载中点间的电压。将所测得的数据记入表1中，并观察各相灯组亮暗的变化程度，特别要注意观察中线的作用。

## 四、实验内容

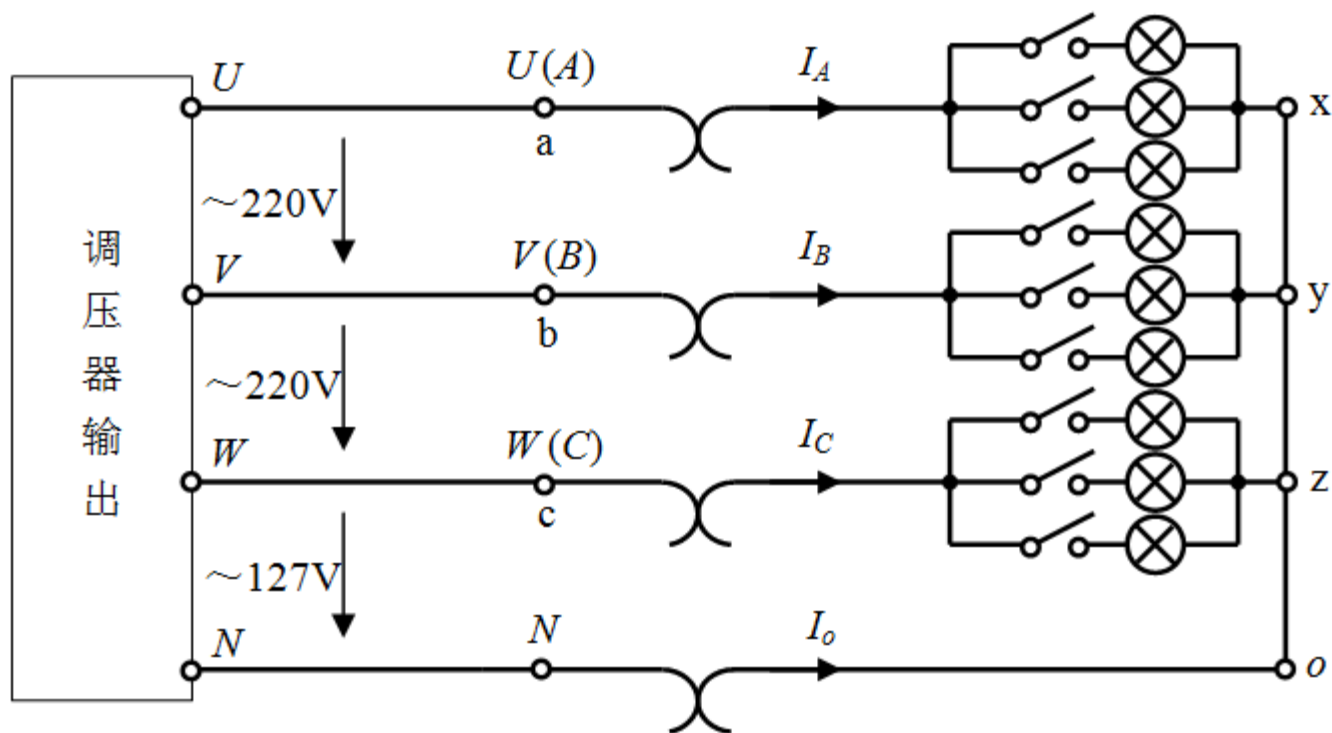


图 1

# 四、实验内容

表1

测量数据 负载状态	开灯数量			线电流(mA)			线电压(V)			相电压(V)			中线 电流 $I_o$ (mA)	中点 电压 $U_{No}$ (V)
	A 相	B 相	C 相	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$U_{AB}$	$U_{BC}$	$U_{CA}$	$U_{ax}$	$U_{by}$	$U_{cz}$		
$Y_0$ 接对称有中线	3	3	3											
Y接对称无中线	3	3	3											
$Y_0$ 接不对称有中线	1	2	3											
Y接不对称无中线	1	2	3											
$Y_0$ 接有中线B相断开	1	0	3											
Y接无中线B相断开	1	0	3											

## 四、实验内容

### 2. 负载三角形联接（三相三线制供电）

关闭电源开关，按图2改接线路，按表2的内容进行测试。注意三角形连接时没有中线！

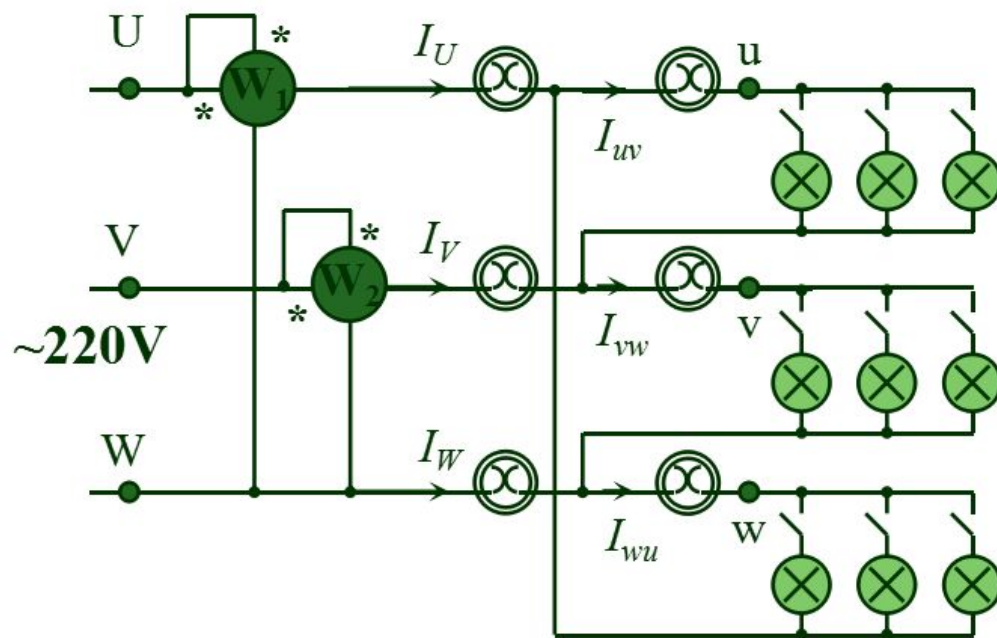


图2

## 四、实验内容

表2

测量数据 负载情况	开 灯 数 量			线电压相电压 (V)			线 电 流 (mA)			相 电 流 (mA)			二瓦计 (W)		
	A-B 相	B-C 相	C-A 相	$U_{AB}$	$U_{BC}$	$U_{CA}$	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$I_{AB}$	$I_{BC}$	$I_{CA}$	$P_1$	$P_2$	$P_{\Sigma}$
三相平衡	3	3	3												
三相 不平衡	1	2	3												

## 四、实验内容

根据实验数据分析：

1. 验证对称三相电路中的关系。
2. 用实验数据和观察到的现象，总结三相四线供电系统中的中线作用。
3. 不对称三角形联接的负载，能否正常工作？实验是否能证明这一点？
4. 根据不对称负载三角形联接时的相电流值作相量图，并求出线电流值，然后与实验测得的线电流作比较，分析之。



# 注意事项

1. 本实验采用三相交流市电，实验时要注意人身安全，不可触及裸露的导电部件，防止意外事故发生。
2. 每次接线完毕，同组同学自查一遍，两人均确认无误后方可接通电源，必须严格遵守断电→接线→检查→通电；断电→拆线的实验操作原则。
3. 本次实验中，灯泡升温迅速。要注意选择长度适合的导线，不要让导线与灯泡表面接触，以免将导线绝缘层融化，形成安全隐患。在操作过程中，手不要触碰灯泡，以免烫伤！

# 思考题

1. 课后查阅资料，了解三相电源相序的测定方法，简述测定原理、测定器材、测定步骤。
2. 对于三相对称负载的星形连接，如何证明 $U_L = \sqrt{3}U_P$ ；同理，对于三相对称负载的三角形连接，如何证明 $I_L = \sqrt{3}I_P$ 。
3. 对于三相四线制电路，能否在中线上安装保险丝？为什么？
4. 能否用数学方法证明二瓦计法，即三相电路的总功率等于两块功率表示数的代数和。
5. 课后查阅资料，了解除了二瓦计法外还有哪些测量三相电路功率的方法，简述测量方法及各自适用的情况。

THE END