

# 实验六

## 单相交流电路及功率因数的提高

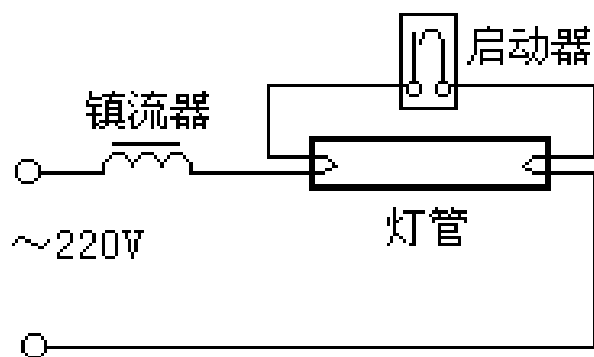
南开大学电子信息实验教育中心  
2018年春季学期

# 一、实验目的

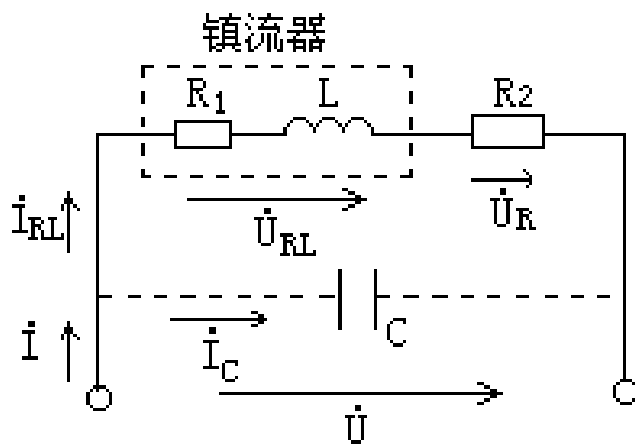
- 1、通过RL串联电路掌握单相交流电路的电压、电流、复阻抗之间的相量关系、有效值关系。
- 2、熟悉日光灯电路的组成，各元件的作用及日光灯的工作原理，学会日光灯电路的连接，了解线路故障的检查方法。
- 3、掌握交流电路的电压、电流和功率的测量方法。
- 4、掌握提高感性负载功率因数的方法。

## 二、实验原理

镇流器是一个铁心线圈，其电感 $L$ 比较大，而线圈本身具有电阻 $R_1$ 。日光灯在稳态工作时近似认为是一个阻性负载 $R_2$ 。镇流器和灯管串联后接在交流电路中，可以把这个电路等效为 $RL$ 串联电路。



图(1)日光灯电路



图(2)日光灯等效电路

## 二、实验原理

日光灯管等效电阻:  $R_2 = \frac{U_R}{I}$

电路消耗的有功功率  $P = UI \cos \varphi = I^2(R_1 + R_2)$

镇流器的等效电阻:  $R_1 = \frac{P}{I^2} - R_2$

镇流器的等效复阻抗模:  $|Z_{RL}| = \frac{U_{RL}}{I}$

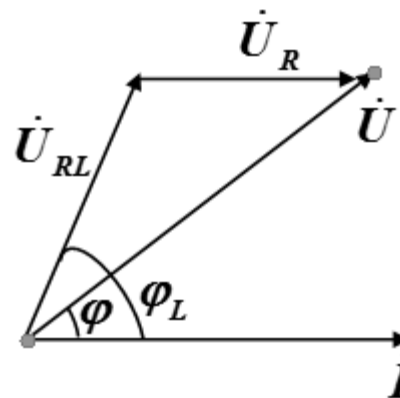
镇流器电感线圈的感抗:  $X_L = \sqrt{|Z_{RL}|^2 - R_1^2}$

电感线圈的电感:  $L = \frac{X_L}{2\pi f}$

镇流器的功率因数:  $\cos \varphi_L = \frac{R_1}{|Z_{RL}|}$

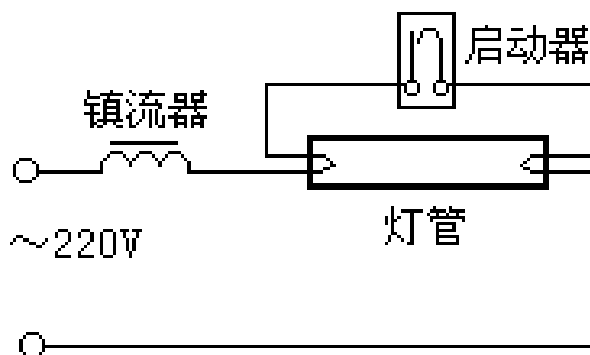
电路的功率因数:

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI}$$

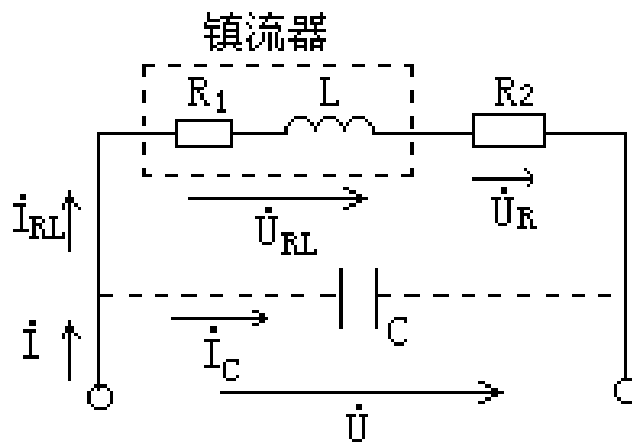


## 二、实验原理

因镇流器本身的电感较大，故整个电路的功率因数较低，为了提高电路的功率因数，可以采用在日光灯两端并联电容的方法。



图(1)日光灯电路



图(2)日光灯等效电路

## 二、实验原理

并联电容后电路的总电流。由于电容的无功电流抵消了一部分日光灯电流中的感性无功分量，所以总电流将减小，电路的功率因数被提高。由于电源电压是固定的，并联电容器并不影响感性负载的工作状态，即日光灯支路的电流、功率和功率因数并不随并联电容的大小而改变，仅是电路的总电流及总功率因数发生变化。提高电路的功率因数能够减小供电线路的损耗及电压损失，提高电源设备的利用率而又不影响负载的工作，所以并联电容器提高电路的功率因数的方法被供电部门广泛采用。

## 二、实验原理

如果要将功率因数 $\cos \phi$ 提高到 $\cos \phi'$ ，所并联电容的大小计算如下：

$$\cos \phi = \frac{P}{UI}$$

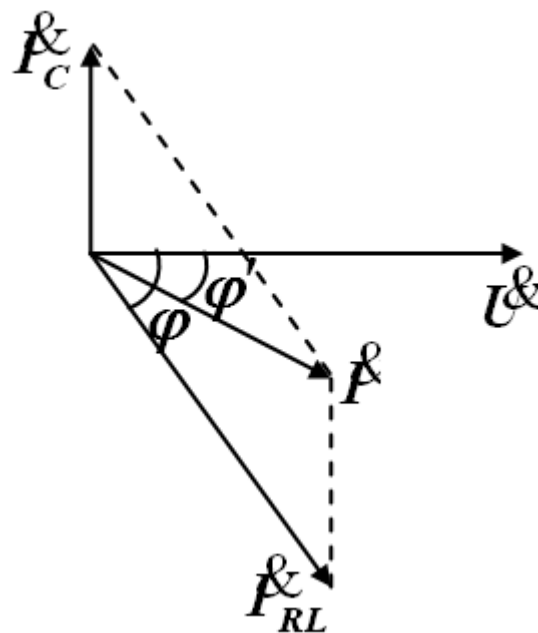
$$\cos \phi' = \frac{P}{UI'}$$

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (\tan \phi - \tan \phi')$$

$\phi$  ——原电路的功率因数角

$\phi'$  ——提高功率因数后的功率因数角

$\omega = 2\pi f$  ——电源的角频率



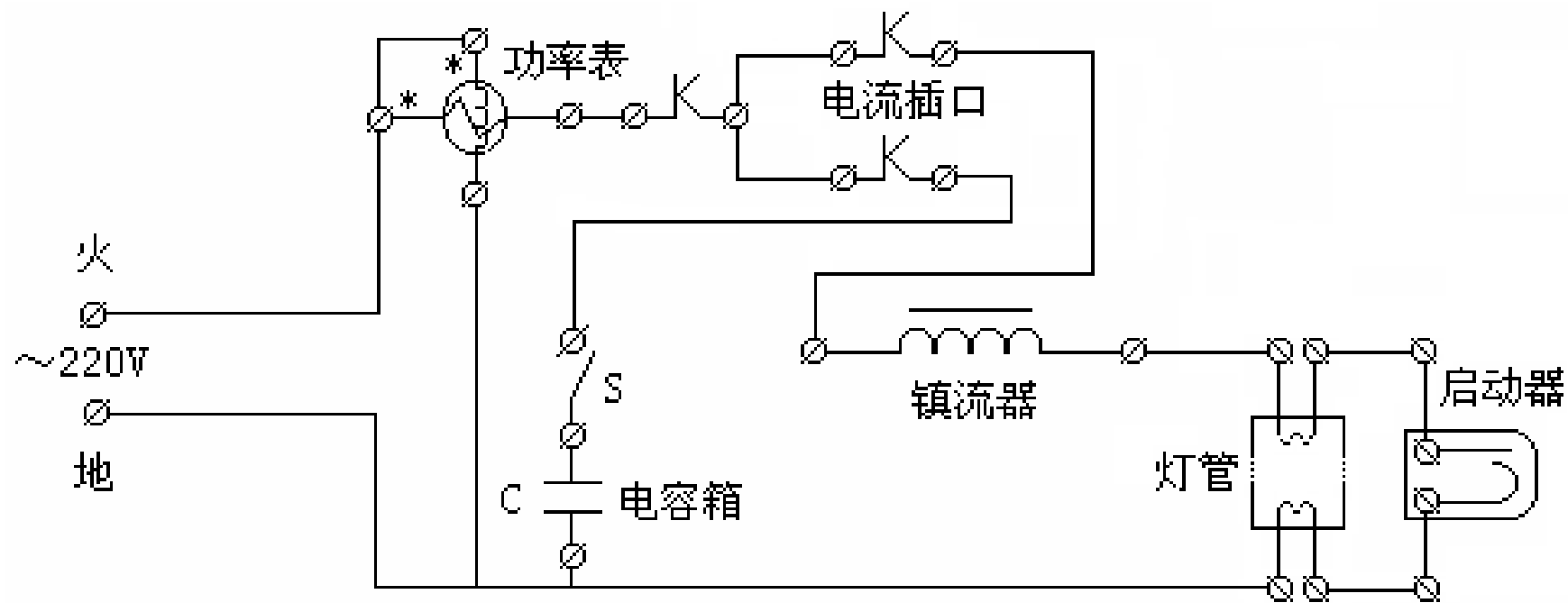
### 三、实验设备

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	功率表		1	实验台
4	自耦调压器		1	实验台
5	日光灯灯管	30W	1	实验台
6	镇流器、启辉器	与30W灯管配用	各1	实验台
7	电容器	1 $\mu$ F, 2. 2 $\mu$ F, 4. 7 $\mu$ F/500V	各1	电工原理1
8	电流插座		3	实验台



## 四、实验内容

1、按图所示连接电路，注意功率表和电流插座的接线方法。



## 四、实验内容

2. 经反复检查后接通实验台电源，调节自耦调压器的输出，使其输出电压缓慢增大，直到调至额定电压220V，测量有功功率 $P$ ，日光灯支路电流 $I$ ，电源电压 $U$ ，镇流器电压 $U_{RL}$ ，灯管电压 $U_R$ 等值，把测得的数据填入表1中，验证电压相量关系。

测 量 数 值							计算值			
	$P(W)$	$\cos \varphi$	$I(mA)$	$U(V)$	$U_{RL}(V)$	$U_R(V)$	$R_1(\Omega)$	$L(H)$	$\cos \varphi_L$	$R_2(\Omega)$
正常 工作 值										

## 四、实验内容

3、并联不同值的电容，读取并记录功率表、电压表读数。通过一只电流表和三个电流插座分别测得三条支路的电流。将数据记入表2中。

电容值 ( $\mu F$ )	测 量 数 值					
	$P$ (W)	$\cos \varphi'$	$U$ (V)	总电流 $I$ (mA)	负载电流 $I_{RL}$ (mA)	电容电流 $I_C$ (mA)
0.47						
1						
2.2						
4.3						

## 四、实验内容

1. 根据表1中额定电压工作时的实验数据计算  $R_1, L, \cos \varphi_L, R_2$  的值。
2. 根据表1中额定电压工作时的实验数据计算  $\varphi$  和  $\varphi_L$ ，绘出的电压相量图，验证相量形式的基尔霍夫电压定律。
3. 根据表2中的实验数据计算并联不同电容时，功率因数角  $\varphi$  和  $\varphi'$ ，绘出电流相量图，验证相量形式的基尔霍夫电流定律。
4. 讨论改善电路功率因数的意义和方法。

## 五、注意事项

- 1、本实验使用交流市电220V，务必注意用电和人身安全。
- 2、功率表要正确接入电路。注意功率表的接线方法，分清电压线圈和电流线圈的端子，电压线圈要与被测电路并联，电流线圈要与被测电路串联，并且两个线圈的对应端子（同名端）应接在电源的同一点上。
- 3、线路接线正确，日光灯不能启辉时，应检查启辉器及其接触是否良好。
- 4、交流电流表并不接入电路中，而是利用电流插头测试各支路电流，电流插头的一端应始终插在交流电流表头上，测量端插入电流插座即可测量电流值。注意不得用电流插头来测量电压！
- 5、接线和拆线时，务必关闭电源，然后再操作。

## 五、注意事项

6、在以往的实验中，出现过个别同学直接将电容器并联在日光灯管两端的严重错误。这说明在实验前，缺少对实验内容的预习，缺乏对于实验原理的理解，也没有认真听讲。希望同学们加深理解，不要犯类似的错误。

## 六、思考题

- 1、当日光灯上缺少了启辉器时，人们常用一根导线将启辉器的两端短接一下，然后迅速断开，使日光灯点亮或用一只启辉器去点亮多只同类型的日光灯，这是为什么？
- 2、为了改善电路的功率因数，常在感性负载上并联电容器，此时增加了一条电流支路，试问电路的总电流是增大还是减小，此时感性支路的电流和功率是否改变？
- 3、提高线路功率因数为什么只采用并联电容器法，而不用串联法？所并联的电容器是否越大越好？
- 4、本节实验中，为了改善功率因数，分别并联了四个容值由小到大不等的电容，对应的功率因数是否也随之由小到大的变化？如果不是，分析原因。

THE END