

# 实验报告

课程名称: 电路 IA 实验 实验 四 : 日光灯功率因数校正实验

实验日期: 2023 年 4 月 25 日 地 点: K408 实验台号: 40

姓名: psp

评分: \_\_\_\_\_

---

教师评语:

教师签字: \_\_\_\_\_

日 期: \_\_\_\_\_

## 一、实验目的

- (1) 进一步理解交流电路中电压、电流的相量关系
- (2) 学习日光灯电路的连接方法，熟悉日光灯的工作原理
- (3) 通过实验掌握提高感性负载电路功率因数的方法

## 二、实验设备及元器件

序号	名称	数量	型号
1	三相空气开关	1 块	30121001
2	三相熔断器	1 块	30121002
3	日光灯开关板	1 块	30121012
4	日光灯镇流器板带电容器	1 块	30121036
5	单相电量仪	1 块	30121098
6	安全导线与短接桥(强电短接桥黑色)	若干	P12 - 1 和 B511

## 三、实验原理（重点简述实验原理，画出原理图）

本实验中 RL 串联电路用日光灯代替，日光灯线路图如图 2.26 所示。日光灯电路主要由日光灯、启辉器和镇流器组成。

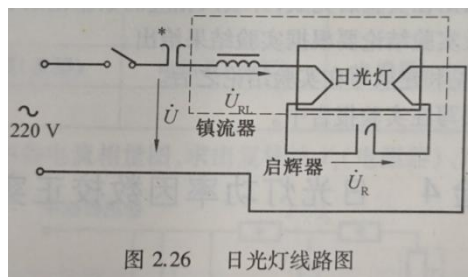


图 2.26 日光灯线路图

灯管工作时,可以认为是一个电阻负载;镇流器是一个铁芯线圈,可以认为是一个电感量较大的感性负载,两者串联构成一个 RL 串联电路。日光灯启辉过程如下:当接通电源后,启辉器内双金属片(动片与定片)间的气隙被击穿,连续发生火花,双金属片受热伸长,使动片与定片接触。灯管灯丝接通,灯丝预热而发射电子,此时,启辉器两端电压下降,双金属片冷却,因而动片与定片分开。镇流器线圈因灯丝电路断电而感应出很高的感应电动势,与电源电压串联加到灯管两端,使管内气体电离产生弧光放电而发光,此时启辉器停止工作(因启辉器两

端所加电压值等于灯管点燃后的管压降，对 40W 管电压，只有 100 V 左右，这个电压不再使双金属片打火）镇流器在正常工作时起限流作用。

日光灯电路的功率因数较低，一般在 0.5 以下，为了提高电路的功率因数，可以采用与电感性负载并联电容器的方法。此时总电流  $I$  是日光灯电流  $I_{RL}$  和电容器电流  $I_C$  的相量和，即  $I = I_{RL} + I_C$ ，日光灯电路并联电容器调节功率因数原理如图 2.28 所示。由于电容支路的电流  $I_C$  超前于电压  $U$   $90^\circ$  角，抵消了一部分日光灯支路电流中的无功分量，使电路的总电流  $I$  减小，从而提高了电路的功率因数。电压与电流的相位差角由原来的  $\varphi_1$  减小为  $\varphi_C$ ，故  $\cos \varphi_C > \cos \varphi_1$ 。当电容量增加到一定值时，电容电流  $I_C$  等于日光灯电流中的无功分量， $\varphi_C = 0$ ， $\cos \varphi_C = 1$ ，此时总电流下降到最小值，整个电路呈电阻性。若继续增加电容量，总电流  $I$  反而增大，整个电路变为容性负载，功率因数反而下降。

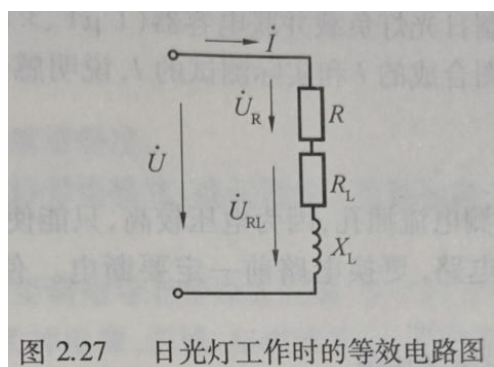


图 2.27 日光灯工作时的等效电路图

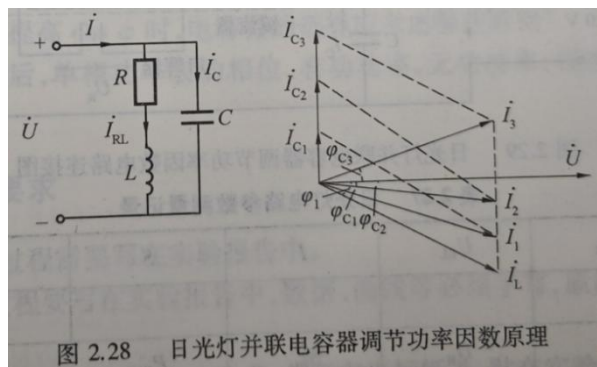


图 2.28 日光灯并联电容器调节功率因数原理

## 实验预习和实验过程原始数据记录

预习结果审核：\_\_\_\_\_ 原始数据审核：\_\_\_\_\_

（包括预习时，计算的理论数据）

表 4-1 日光灯电路参数测量记录

$U$	$U_R$	$U_{RL}$	$I$	$S$	$P$	$Q$
227.5V	59.2V	200.6V	301.0mA	68.7VA	26.9W	62.0var
$S_R$	$P_R$	$Q_R$	$S_{RL}$	$P_{RL}$	$Q_{RL}$	$\cos \varphi$
18.5VA	14.5W	4.1var	60.1VA	11.7W	58.0var	0.391 ( $\varphi = 67^\circ$ )

表 4-2 日光灯两端并联电容器后的参数测量记录

电容		测量数据	计算
----	--	------	----

( $\mu F$ )	$U$ (V)	$I$ (mA)	$I_{RL}$ (mA)	$I_C$ (mA)	$P$ (W)	$\varphi$	$\cos\varphi$
1	228.1	243.0	303.0	70.1	26.5	$61^\circ$	0.485
2	228.3	178.7	304.8	150.5	26.8	$47^\circ$	0.682
3	228.0	140.2	305.1	220.6	27.0	$24^\circ$	0.914
3.7	228.4	131.0	301.3	278.6	27.0	$3^\circ$	0.999
4.7	228.1	152.8	302.2	349.0	27.0	$328^\circ$	0.848
5.7	228.0	204.1	302.2	428.8	27.0	$308^\circ$	0.616
6.7	228.4	263.6	303.6	499.2	27.0	$298^\circ$	0.469

## 四、实验过程

(叙述具体实验过程的步骤和方法,记录实验数据在原始数据表格,如需要引用原始数据表格,请标注出表头,如“实验数据见表 1-1”)

(1) 日光灯电路连接:按实验原理图接好线路,接通电源,闭合开关,观察日光灯的启动过程。

(2) 日光灯电路测量操:,测日光灯电路的端电压 $U$ 、灯管两端电压 $U_R$ 、镇流器两端电压 $U_{RL}$ 、电路电流 $I$ 以及总视在功率 $S$ 、有功功率 $P$ 、无功功率 $Q$ 、相位角 $\varphi$ ,灯管的视在功率 $S_R$ 、有功功率 $R_R$ 、无功功率 $Q_R$ ,镇流器的视在功率 $S_{RL}$ 、有功功率 $P_{RL}$ 、无功功率 $Q_{RL}$ ,并将数据记录于表格 4-1 中。

(3) 并联电容器提高功率因数的实验研究:日光灯电路两端并联电容器,逐渐加大电容量,每改变一次电容量,都要测量端电压 $U$ 、总电流 $I$ 、日光灯电流 $I_{RL}$ 、电容器电流 $I_C$ 以及总有功功率 $P$ 的值,并将数据记录于表格 4-2 中。

## 五、实验数据分析

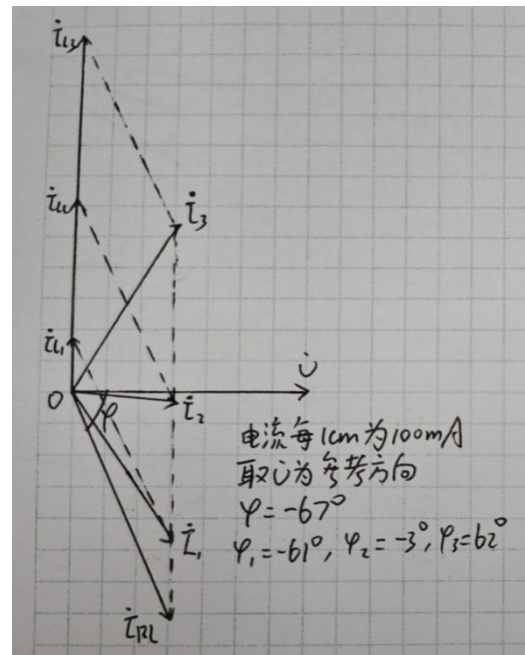
(按指导书中实验报告的要求用图表或曲线对实验数据进行分析 and 处理,并对实

验结果做出判断，如需绘制曲线请在坐标纸中进行)

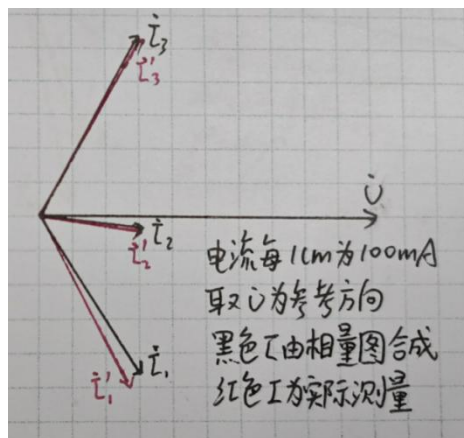
1、根据**实验测量数据**，绘制日光灯负载并联电容器（ $1\mu\text{F}$ ， $3.7\mu\text{F}$ 及 $6.7\mu\text{F}$ ）前后的相量图，包括： $U$ ， $I_{RL}$ ， $I$ ， $I_C$ ， $\phi$ ，说明感性负载并联电容可以提高功率因数的原理。（需要相量图绘制说明）

采用与感性负载并联电容器的方法提高电路的功率因数的原理：

总电流 $I$ 是感性负载电流 $I_{RL}$ 和电容器电流 $I_C$ 的相量和，即 $\dot{I} = \dot{I}_{RL} + \dot{I}_C$ ，由于电容支路的电流 $I_C$ 超前于电压 $U$   $90^\circ$ 角，抵消了一部分感性负载电流中的无功分量，使电路的总电流 $I$ 减小从而提高了电路的功率因数。



2、对比相量图合成的 $I$ 和实际测试的 $I$ ，分析误差的原因（坐标纸绘图）



误差产生的可能原因：

- 1、计算时计算三角函数、开根号等运算保留的有效位数不多，有一定的误差
- 2、实验所用的导线有一定电阻，不能视为理想模型，使实验数据有一定误差
- 3、电阻、电容等元器件老化，不一定为所标值
- 4、一些角度过小，量角器难以量取准确角度，作图有误差
- 5、实验测量仪器的精度不高，有一定误差

## 六、问题思考

（回答指导书中的思考题）

1. 并联电容提高 $\cos\varphi$ 时，电容的选择应考虑哪些原则？

答：选择适当大小的电容。不应该选择太大的电容，否则可能会使负载过度补偿而显容性，反而降低了功率因数。电容的选择也不应该太小，因为这样提高功率因数的效果不明显。同时选取的电容的额定电压应该合适，防止因为电压过大导致电容被击穿。

2. 并联电容后，单相功率表的相位、有功功率，无功功率，视在功率有何变化？为什么？

答：并联电容后相位角变小，有功功率不变，无功功率变小，视在功率变小。

因为并联电容之后，电容支路的电流 $I_C$ 超前于电压 $U$   $90^\circ$ 角，抵消了一部分感性负载电流中的无功分量，使电路的总电流 $I$ 减小，使相位角变小，提高了功率因数，因为电容只补偿无功功率，而不消耗有功功率，所以有功功率不变，因此视在功率变小。

## 七、实验体会与建议

电路实验提高了我们的动手能力