

【实验目的】

1. 熟悉日光灯电路的工作原理, 掌握日光灯电路的组装
2. 掌握测量日光灯电路交流功率及提高电感电路功率因数的方法.
3. 学习各种交流电表的使用

【实验原理】 (电学、光学画出原理图)

1. 日光灯电路工作原理

主要由灯管L、镇流器M、启辉器S组成. 在日光灯电路接通电源后, 电源电压全部加在启辉器两端. 从而使启辉器内部的动触片与静触片之间产生辉光放电, 产生的热量使动触片受热膨胀趋向伸直, 与静触片接通. 于是日光灯管两端的灯丝、启辉器内部的触片、镇流器构成一个回路. 灯丝因通过电流而发热, 从而使灯丝上氧化物发射电子. 启辉器内的动触片与静触片接通时, 触片间电压为0, 辉光放电立即停止. 动触片冷却收缩脱离静触片, 导致镇流器中电流突然减小为0. 镇流器产生的自感电动势与电源电压串联叠加在灯管两端. 迫使灯管内惰性气体分子电离而产生弧光放电. 日光灯管内温度逐渐升高, 水银蒸汽游离, 并猛烈撞击惰性气体分子而放电, 同时辐射出不可见的紫外线激发灯管内壁的荧光粉而发出近似荧光的可见光.

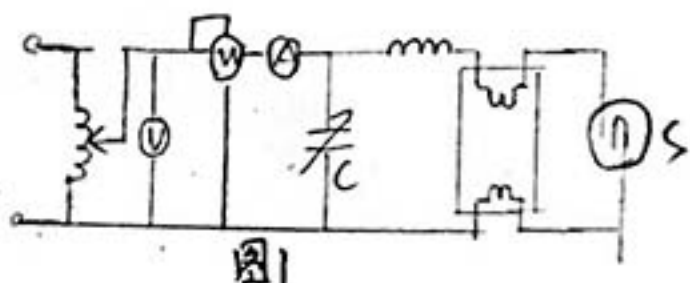


图1

2. 功率因数的提高

图2为日光灯电路等效电路. 若用 i_L 为相位的参考方向, 则电压、电流关系如图3所示. 可见 i_L 与 u_R 同相, 而电感L的电压 u_L 比 i_L 超前 $\frac{\pi}{2}$. 合成的 u 是总电压的幅值. 且 i_L 落后于 u 的相位角. 在直流电路中, 电功率等于电流与电压乘积. 而对交流电路, 计算平均功率时还要考虑电压与电流间相位差. 即: $P = U \times I \cos \varphi$. 式中 $\cos \varphi$ 称为电路的功率因数. 它很大程度上取决于负载的性质. 若负载是纯电阻电路 $\cos \varphi = 1$, 但在大多数电路中 $\cos \varphi < 1$.

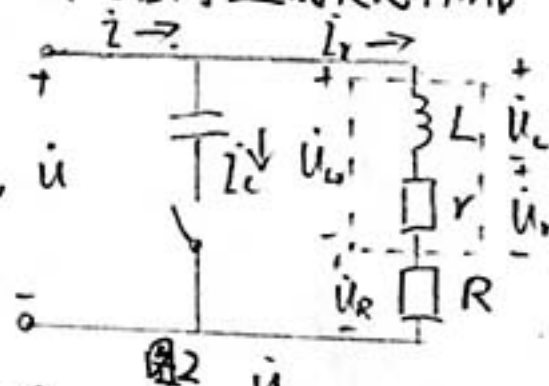


图2

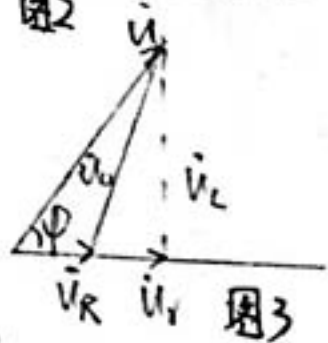


图3

提高功率因数的方法, 除改善负载本身的工作状态, 设计合理外, 由于工业负载基本都是感性负载, 因此常在负载两端并联电容器组, 补偿无功功率, 以提高线路负载因数. 分析图4. 原感性负载电流滞后于电压 φ_1 , 当并联电容以后, 只要电容大小选择得当, 就可以使并联电容后的总电流 i 小于原来电感中电流, 使 $\varphi_2 < \varphi_1$, 从而使功率因数得到提高.

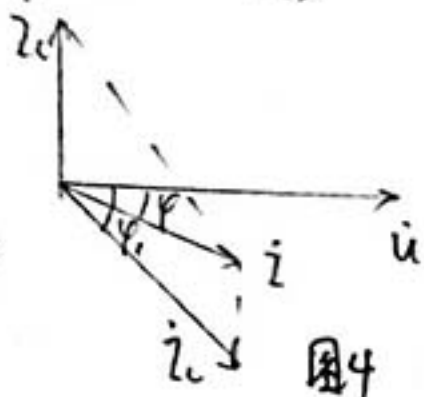


图4

【实验内容】（重点说明）

1. 日光灯的组装.

按图1次成直线, 要求能点亮灯管即可.

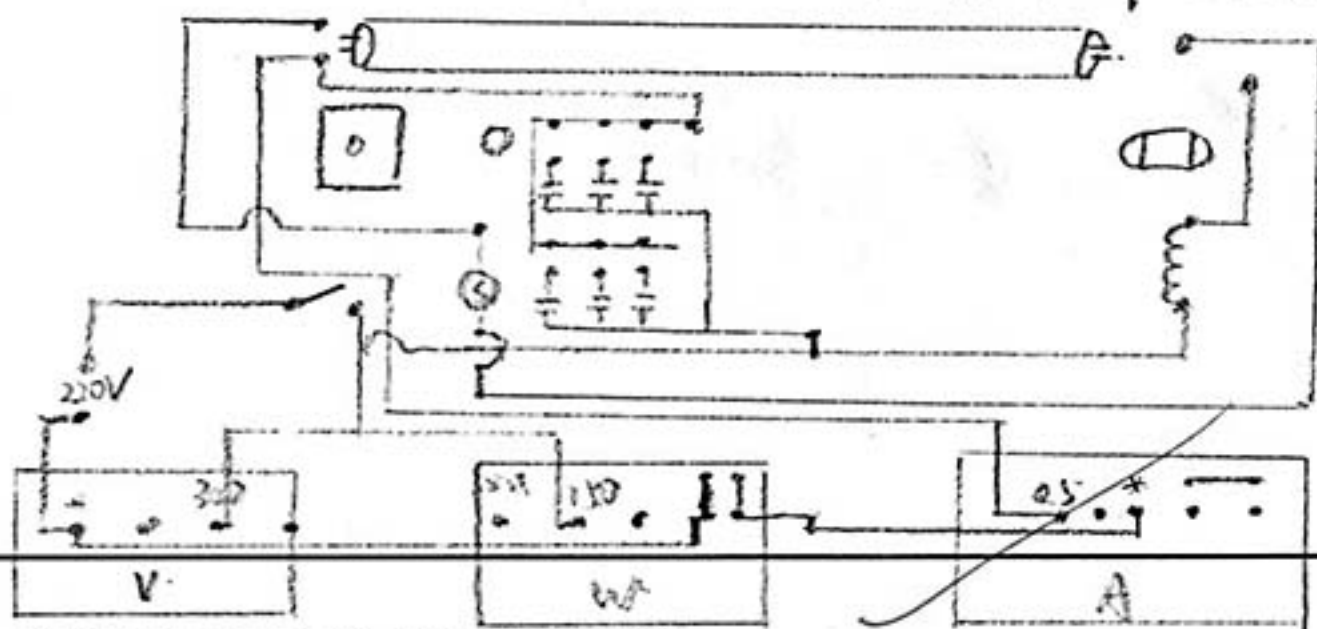
2. 求功率因数

(1) 将电容接入电路, 打开总电源开关, 开启日光灯开关, 观察日光灯启动过程.

(2) 用电压表、电流表、功率表测量日光灯电路在额定电压时电路的功率、各电压、电流并计算功率因数, 将实验数据记入表.

(3) 接入电容, 并按照电容值从小容量到大容量变化, 测量各电压、电流、功率随电容变化的规律, 将测量数据记入表, 特别要找出使功率因数为最大值时的电容值.

(4) 求并联电容后的功率因数, 进行比较, 作 $\cos\varphi-C$ 曲线, 填表.



【实验器材及注意事项】

实验器材:

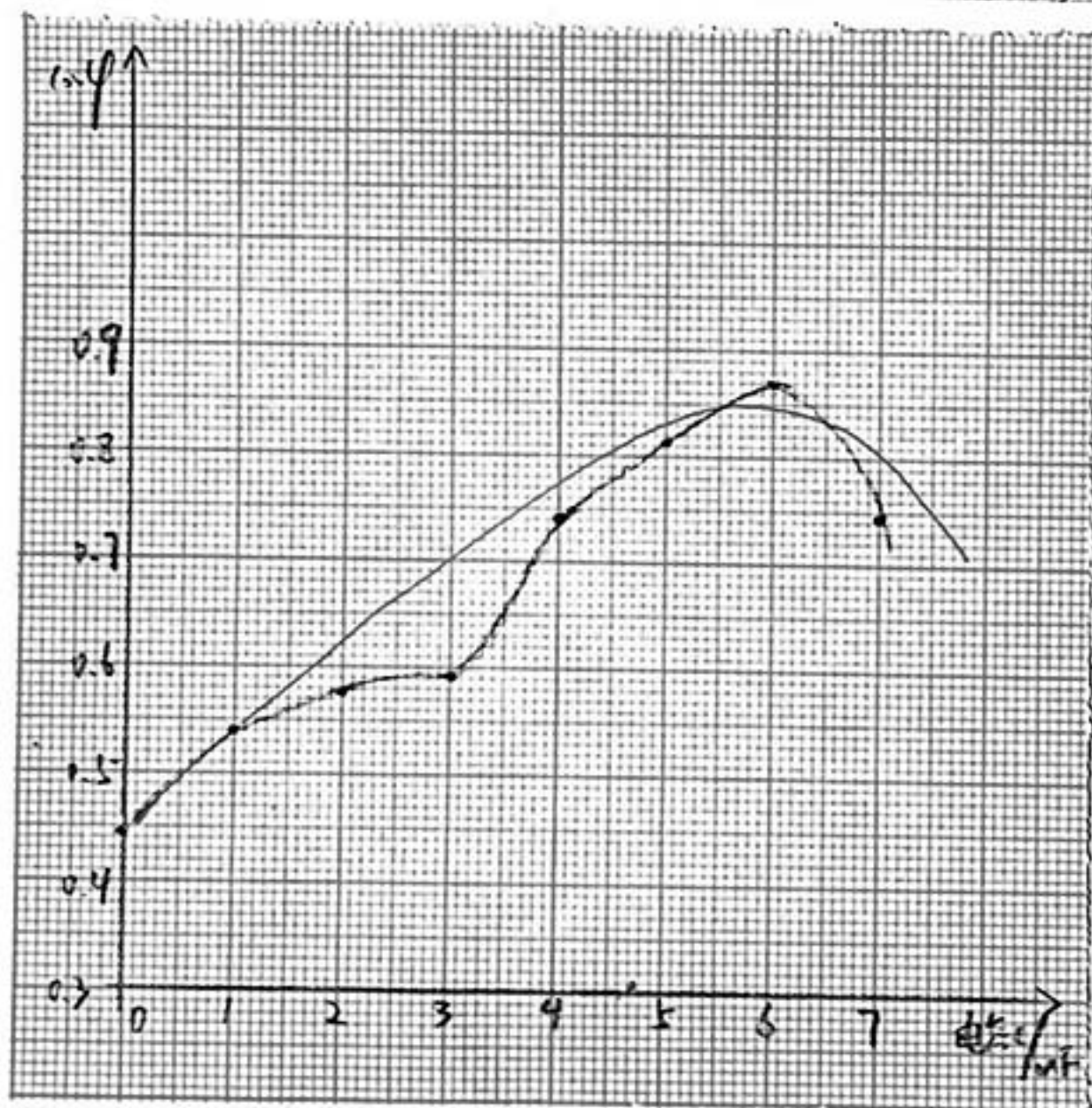
1. 灯管 2. 镇流器 3. 启辉器.

注意事项:

因为该实验是强电实验, 因此实验中必须谨慎小心, 接线需仔细认真, 务必请指导教师检查后方可通电.

【数据处理与结果】

	未加电容	加电容						
		1 μ F	2 μ F	3 μ F	4 μ F	5 μ F	6 μ F	7 μ F
I/A	0.290	0.241	0.226	0.221	0.180	0.163	0.156	0.180
U/V	202.0	201.8	202.0	201.8	201.6	201.6	202.2	202.0
P/W	26.1	26.3	26.2	26.3	27.1	26.8	27.4	27.2
cos φ	0.446	0.541	0.574	0.590	0.747	0.816	0.869	0.747
$ \varphi $	63.7°	57.2°	55.0°	53.8°	41.7°	35.3°	29.7°	41.7°



由数据记录表及图看出, 随着电路并联电容增大, 功率因数先增后减, 而功率值变化不大, 说明电路为感性时适当并联电容可提高功率因数, 而并联电容超过一定范围时, 电路则变为容性电路, 并联电容会使功率因数降低。

【误差分析】

从原理上分析：由于导线电阻、接触电阻存在，故电表所测物理量不完全是待测物理量真实值。

从仪器上分析：①电表本身可能不够准确，特别是电压表，当电压值较小时，读数的误差相对较大。

②电容值为标称值，可能存在 $\pm 5\% \sim \pm 10\%$ 误差，故所加电容值不够准确，在计算时会产生数据误差。

从具体操作过程分析：①读数前可能未等到日光灯温度完全稳定，所以在测量时，其上的电流和电压会有一定变化，前后读数不够一致准确。

②使用电容时，因接触不良使电流表指针不停振动，需换用另一电容。

③因电容最小为 $1\mu\text{F}$ ，故不能进行更精确实验来判定使交流电路功率因数达到最大值时的电容值。

【实验心得及思考题】

实验心得：

当日光灯启辉器损坏时，常把启辉器的两线头互相短接一下，则灯管两端灯丝迅速断开，灯没有启辉，则再次短接，一般在三五次后启辉成功。这是利用了启辉器的工作原理产生热敏作用。（包括一起电流及短暂高电压来击穿水银蒸气使电路连通）。

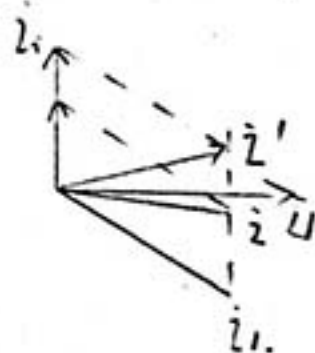
在强电实验进行前，必须明确实验原理、开关位置，以防故障发生，或在不习避免的故障出现时及时切断电源，保证实验安全进行。

思考题：

1. 意义：功率因数表示负载功率占总功率的比例，功率因数越低，导致电源利用率不高，且供电线路损耗加大，故需提高功率因数，使电源利用率提高，降低供电线路损耗；并联电容不是越大越好，功率因数提高的折线图如图，根据矢量运算三角形法则，并联电容电流增大，总电流减小，并使落后的相位差减小，但并联电容过大时，相位差偏小至0后反超，导致功率因数先增大后减小，当并联电容很大时，功率因数很小。

2. 并联电容改变功率因数原理如图，并联电容较小时，电压、电流相位差减小，电路总电流减小至 i ，但当并联电容较大时，电流相位赶上电压甚至反超，会使相位差减小至0后增大，而总电流减小至 $i_c \cos\varphi$ 后再增大，最小值即为当 $i_c = i_c \sin\varphi$ 时， $i_{\min} = i_c \cos\varphi$ 。


3. 利用并联电容补偿是线路与负载连接方式决定的。在高压线路上，因用电设备多为感性负载，而它们也是并联在线路上，故需并联电容器来补偿；而串联电容器只能应用在高压系统中，在低压系统中由于电流太大无法应用（也是用该补偿线路电感的无功电压，而不是补偿无功电流的，故只有并联电容器才能根据图中所示原理改变电流与电压之间相位差，从而起到提升电路功率因数的作用）。



【数据记录及草表】

	未加电容	1 μ F	2 μ F	3 μ F	4 μ F	5 μ F	6 μ F	7 μ F
I/A	0.290	0.241	0.226	0.221	0.180	0.163	0.156	0.180
U/V	202.0	201.8	202.0	201.8	201.6	201.6	202.2	202.2
P/W	26.1	26.3	26.2	26.3	27.1	26.8	27.4	27.2
$\omega\varphi$	0.446	0.541	0.574	0.590	0.747	0.816	0.869	0.747

教师签字:

 12.4