



功率因数的提高

电路基础实验



■ 功率因数 $\cos\varphi$

$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ 是功率因数角，反映了电压与电流相位差，也是无源单口网络等效阻抗的阻抗角。

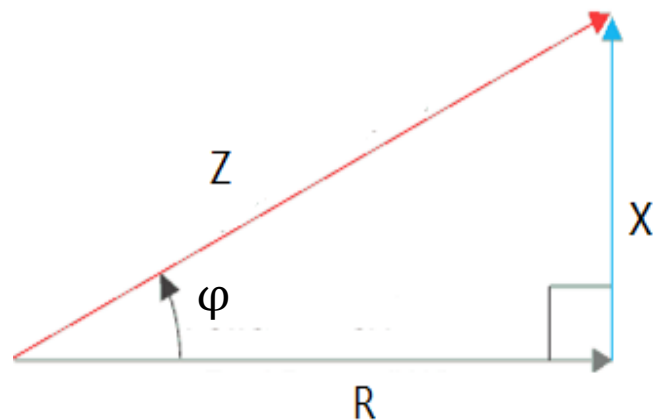
■ 有功功率 $P = UI\cos\varphi$ 单位：W

将电能转化为其他形式能量的一种可以直接消耗掉的电功率。

■ 无功功率 $Q = UI\sin\varphi$ 单位var

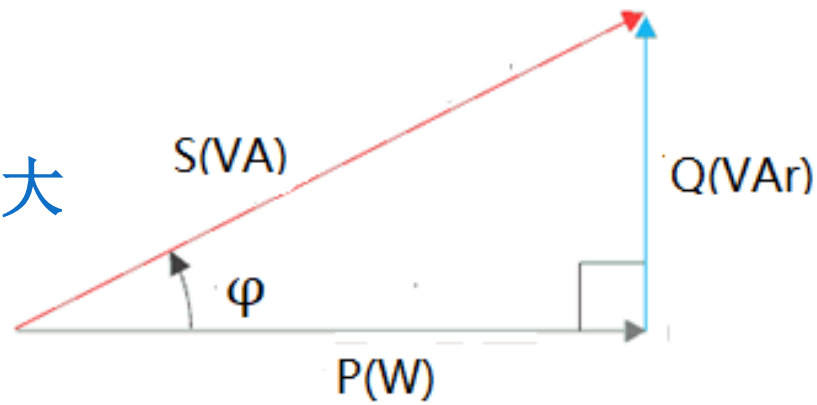
反映储能元件与电源之间进行能量交换的最大速率

■ 视在功率 $S = UI$ 单位VA



阻抗三角形

$$\varphi = \arctan \frac{X}{R} = \arctan \frac{Q}{P}$$



功率三角形



无功功率是电源与储能元件之间能量交换的度量。储能元件既不消耗功率，也不提供功率，无功功率在负载与电源之间来回转换。

无功功率对于外电路没有作功，却帮助建立了电磁场，使得发电机、电动机、变压器等可以正常工作。

习惯上，称 $Q>0$ 为吸收无功功率， $Q<0$ 为发出无功功率。所以，感性元件一般说成是“吸收”或“消耗”无功功率。容性元件一般说成是“发出”或“产生”无功功率。

无功功率的产生和消耗是电压和电流相位改变而导致的。



■ 功率因数的影响

1. 虽然无功功率是必须的，然而它确实影响了电源设备容量的利用率。功率因数越高，可使同等容量的供电设备向用户提供更多的功率，提高能量的利用率。
2. 电源电压一定时，对相同功率的负载，功率因数越低，电流就越大，供电线路上的压降和功率损耗也越大。

思考：如何提高功率因数？



■ 提高功率因数的人工方法

功率因数 <1 的原因：相位差

生活中感性负载居多，因感性负载电路中的电流落后于电压，电容电流则超前电压，因此可用**电容**抵消电感引起的相位差。

■ 补偿方法：串联还是并联？

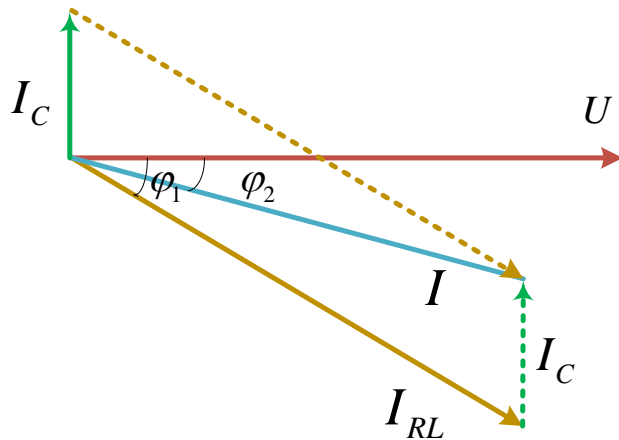
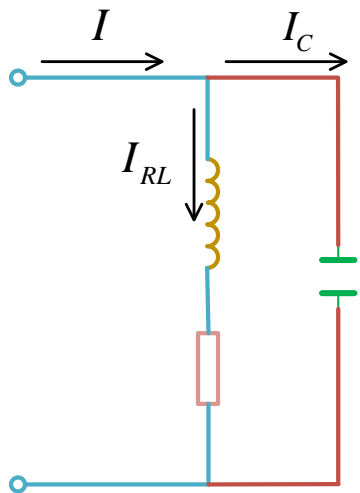
串联电容的电压降直接抵偿线路压降，提高了末端电压水平，调压作用随负荷变化会自动连续调整，故串联补偿一般用于**高压输电线路**，用来补偿线路的分布感抗，提高系统稳定性，改善电压质量，加大送电距离和输送能力。用在低压系统中电流太大，无法使用。

在用户端，最好采用并联电容的方式进行补偿，以**保证原负载的工作状态不变**。

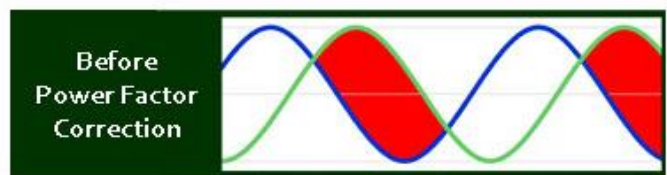
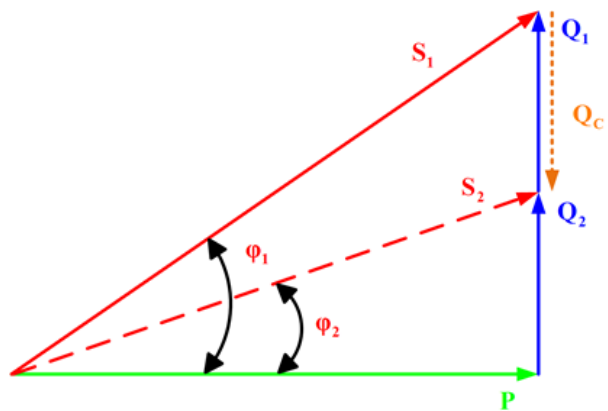
负载都是并联，不便串联电容。



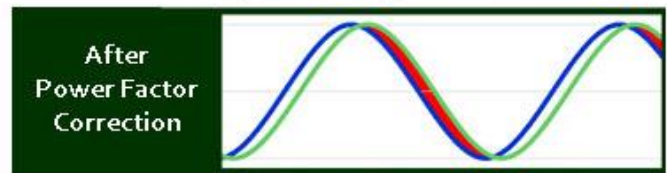
■ 补偿原理



问题：无功补偿越高越好吗？



Lag between voltage and current creates waste.



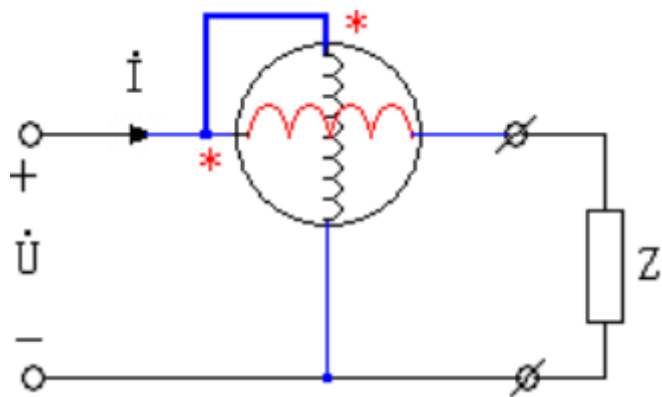
Wasteful lag is reduced to increase energy efficiency.





■ 功率表（瓦特计）

电压表+电流表



1. 正确选择量程: $P = UI\cos\varphi$;
2. 实测功率: $P_r = \frac{P}{\text{表盘满刻度格数}} \times \text{实测格数}$
3. 电流*端接正, 另一端与负载串联, **不得接反**;
电压端跨接在负载两端; 两个*端连接在一起。

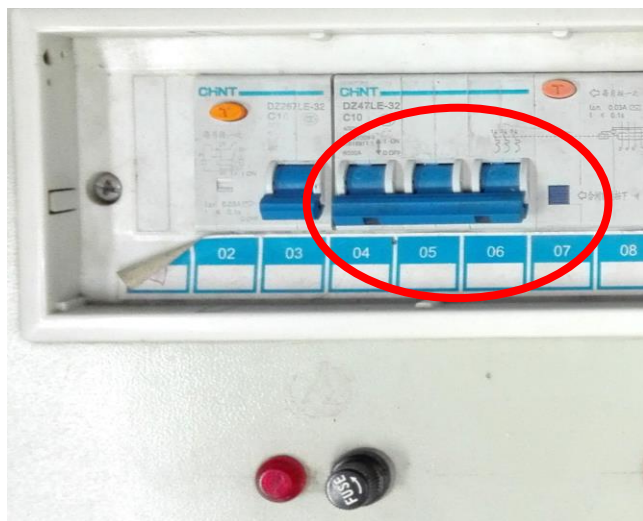
使用功率表时, 必须同时接有电压表和电流表进行监视, 防止超量程



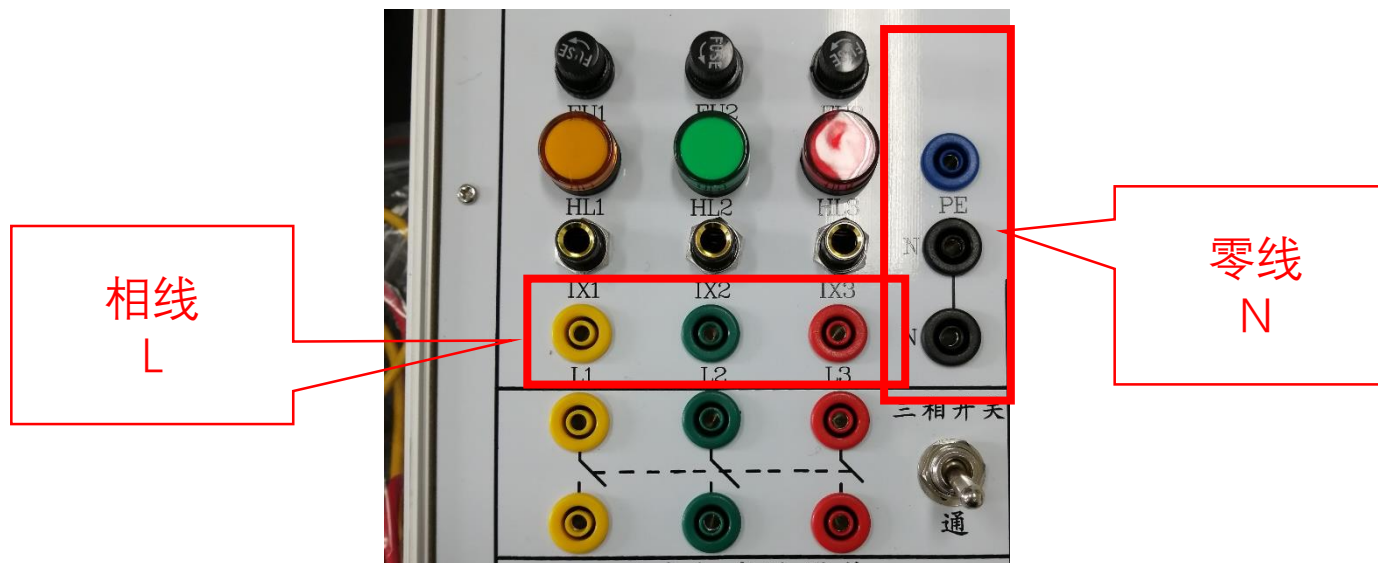


■ 电源

注意接线规范



漏电保护





■ 调压器

每次上电前将输出调至0，实验完毕将输出调至0；缓慢调整电压

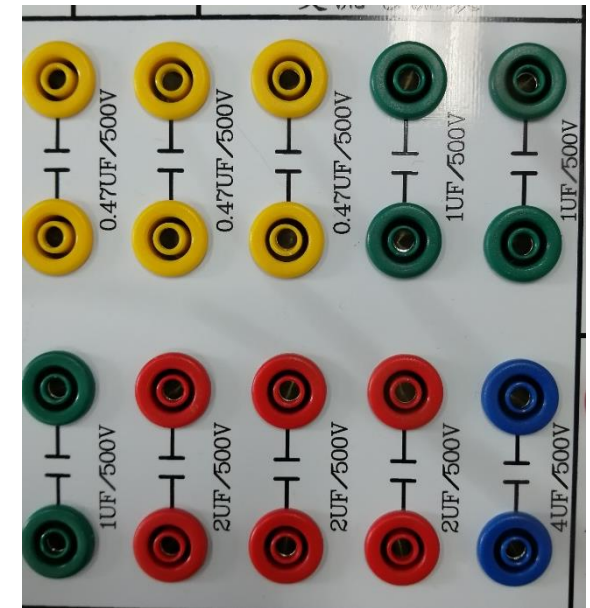


输入

输出



■ 交流电压表、交流电流表、电容 电流表必须串连在电路中



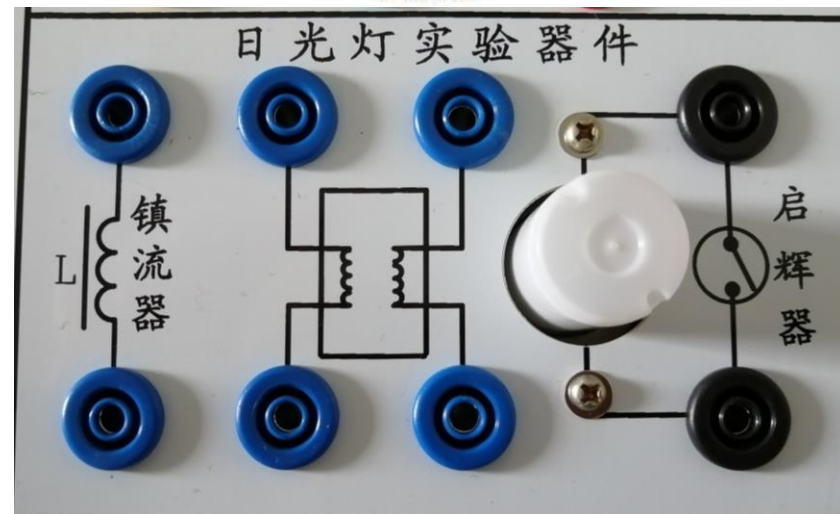
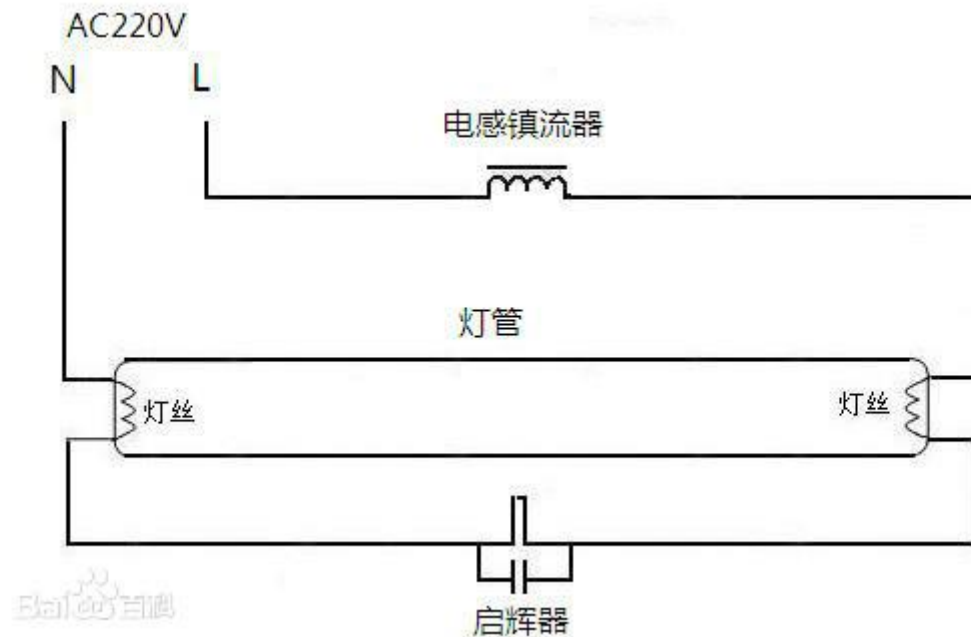


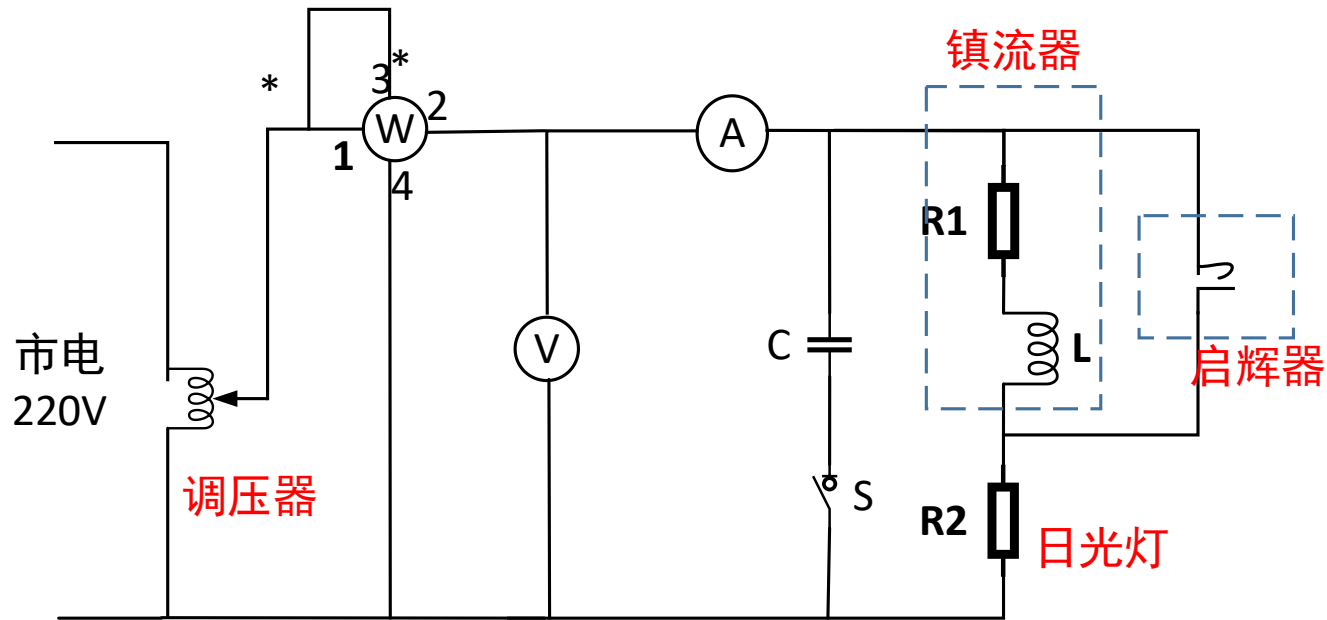
日光灯工作原理



日光灯通电后，电流流过镇流器并经过灯管两端灯丝加在启辉器上，此时启辉器内产生辉光放电，双金属片受热膨胀，两接点闭合，这时，市电经过镇流器线圈限流将电压加在灯管的两端灯丝上，此时灯丝略发红。

一段时间后，启辉器内双金属片恢复原位，电路断开，这时镇流器内的线圈会产生自感电动势，此电感电动势叠加在市电的某一半周上形成高压，瞬间击穿灯管内气体发光，气体发光后镇流器内的电感线圈又起到限制流过灯管电流的作用，如果灯管没有点燃则重复以上动作



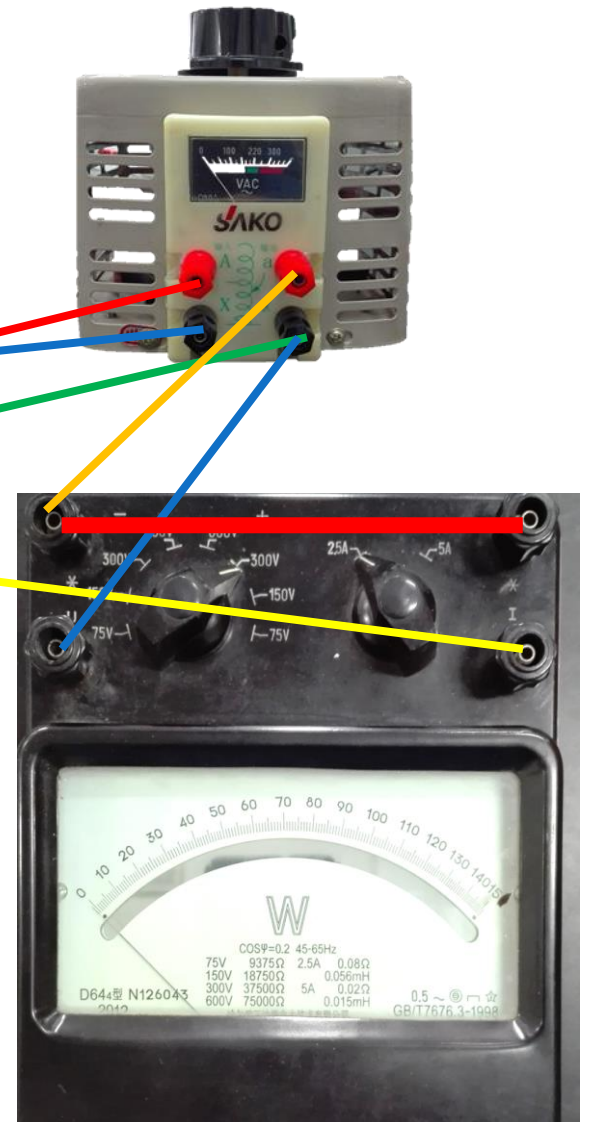
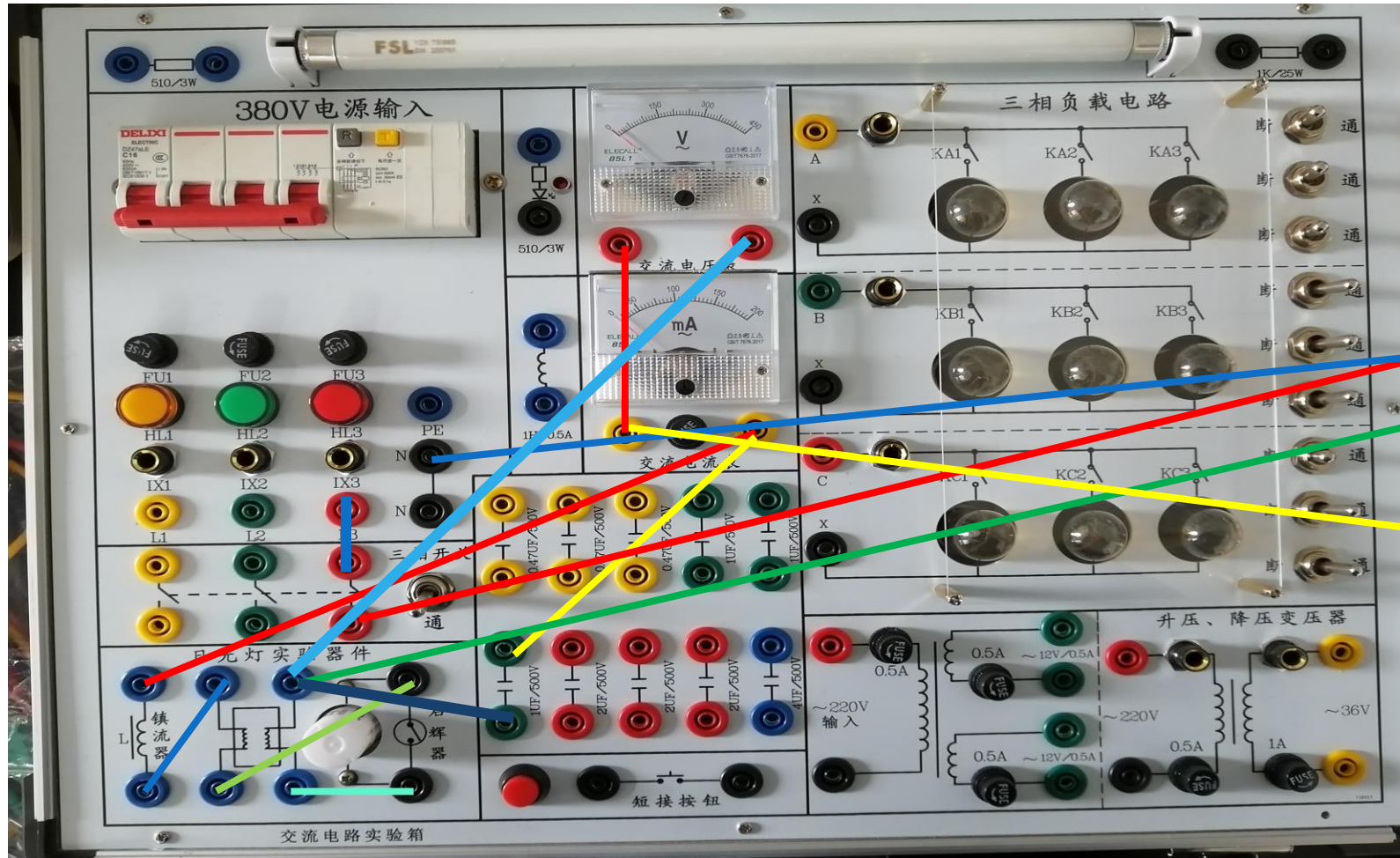


实验报告（4分）

- (1) 撰写本次实验报告。
- (2) 定性分析上述三个实验情况下 I , I_C , I_L 相对于 U 的向量图。
- (3) 根据实验数据，画出四个实验情况下的功率三角形。

慢慢旋转调压器，完成实验，自行设计表格记录数据（5分）

1. 缓慢增加调压器输出，让日光灯点亮，记录 U, I, P 。
2. 将电压调至220V，不接入电容 C ，测量 U, I, P ，计算 $S, Q, \cos \varphi$ 和 φ
3. 接入 $1\mu F$ ，合理改变电流表位置，测量支路 I_C （流经电容）， I_L （流经灯管）及总路电流 I, U, P
4. 接入 $2\mu F$ ，重复上述步骤。





- 1.万用表测量交流信号的电压与电流有什么缺陷，为什么，如果不能使用万用表测量交流信号的电压电流还可以用什么方法测量？
- 2.回忆串联谐振的的相关概念，实验中如何测量串联谐振电路的谐振频率、3dB截止频率以及其通带范围。
- 3.信号源有内阻么，如果有分析一下内阻对我们本次实验的影响，并给出消除内阻所造成的测量误差的方法。