



浙江大学物理实验教学中心

TEACHING CENTER FOR EXPERIMENTAL PHYSICS OF ZHEJIANG UNIVERSITY

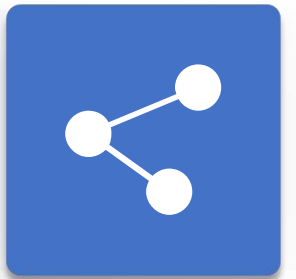
交流电功率因数实验

Experiment on power factor of AC circuits

主讲教师

2025.06

浙江大学 物理实验教学中心



实验背景
EXPERIMENT BACKGROUNDS

实验目的
EXPERIMENT OBJECTIVE

实验原理
EXPERIMENT PRINCIPLE

1

2

3

4

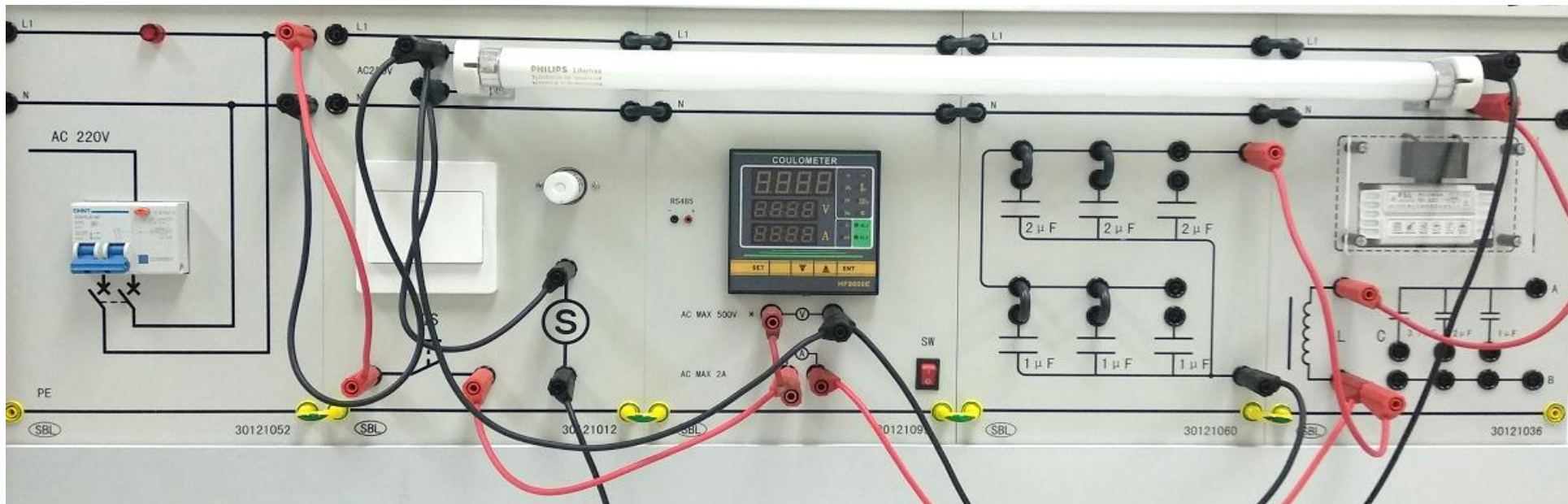
5

6

实验装置
EXPERIMENTAL DEVICE

实验内容
EXPERIMENT CONTENT

实验拓展
EXPERIMENTAL EXTENSTION



根据实验装置，画出电路图

1

EXPERIMENT BACKGROUNDS 实验背景



交流电功率因数： $\cos \Phi = \frac{P}{UI}$



提高交流电功率因数的意义：

- 提高用电利用率
- 减少输电线路的损耗
- 改善电压质量
- 降低用电成本

2

EXPERIMENT OBJECTIVE 实验目的



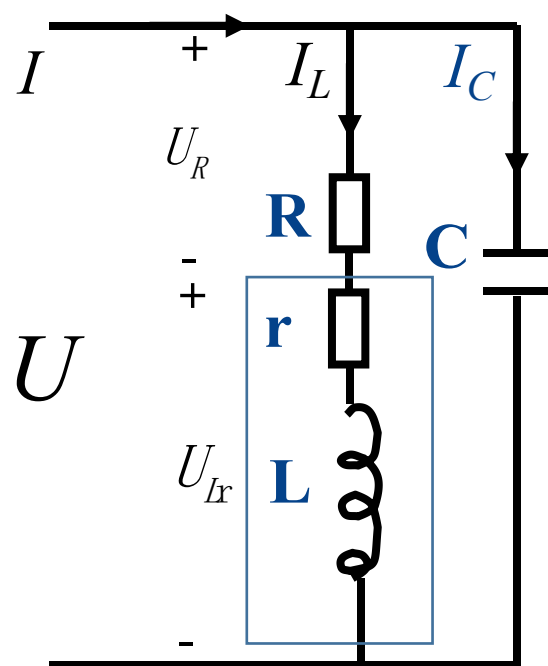
- **理解功率因数的物理意义**
- **掌握提高电感性电路功率因素的方法**
- **熟悉日光灯的工作原理，掌握测量日光灯功率的方法**

3

EXPERIMENT PRINCIPLE 实验原理



➤ 交流电功率因数

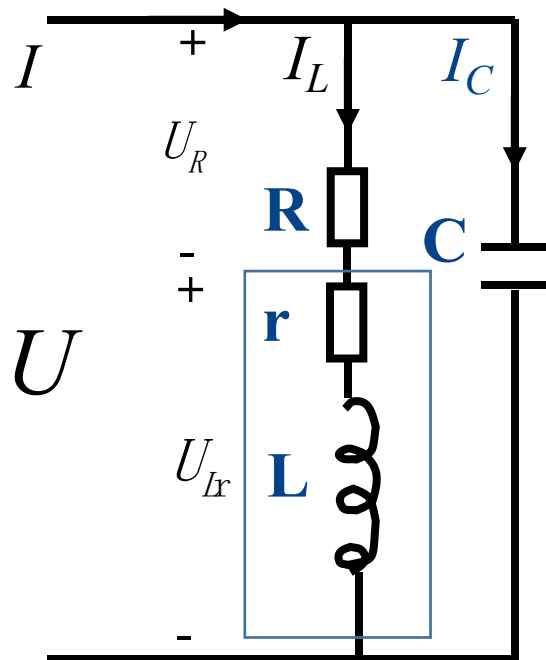


不同负载的交流电路

交流电路中的元件有阻性负载、容性负载、感性负载。

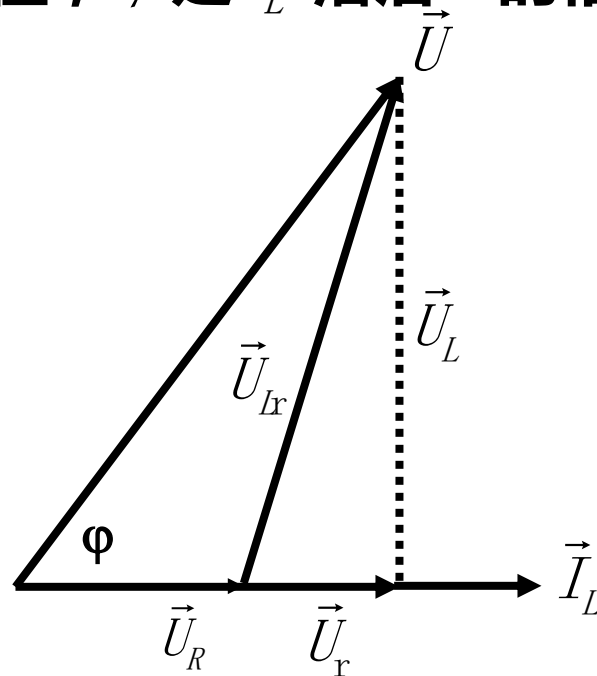
- 阻性负载：靠发热来工作的电器都是阻性负载，阻性负载的特点是，电流和电压同步变化，相位差为“零度”，工作时会产生热量。
- 容性负载：电容上电流超前电压 90° 相位，设想一个电容与电阻串联充电。从充电过程看，总是先有流动电荷（即电流）的积累才有电容上的电压变化，即电流总是超前于电压。
- 感性负载：像我们平时用的日光灯等家用电器。电感上电流落后感应电压 90° 相位。

➤ 交流电功率因数



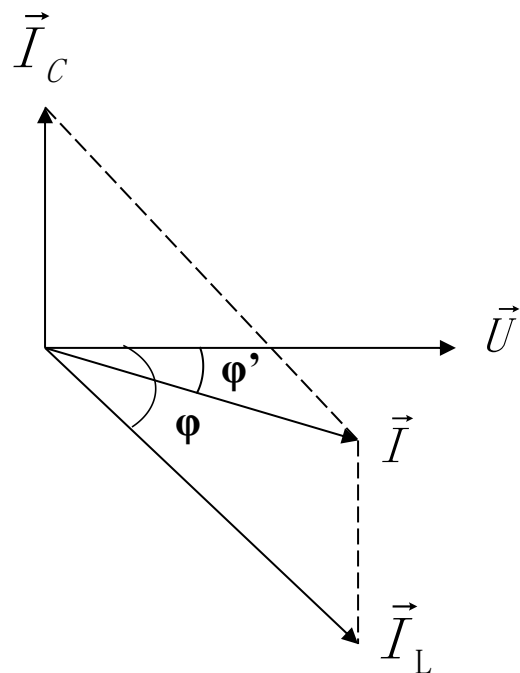
不同负载的交流电路

如果用 I_L 作为相位的参考方向，下图是它们之间的相位矢量图，由图可见 I_L 与 U_R 同相。而纯电感 L 上的电压 U_L 比 I_L 超前 $\pi/2$ ，合成的 U 是总电压的幅值， φ 是 I_L 落后 U 的相位角。



$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

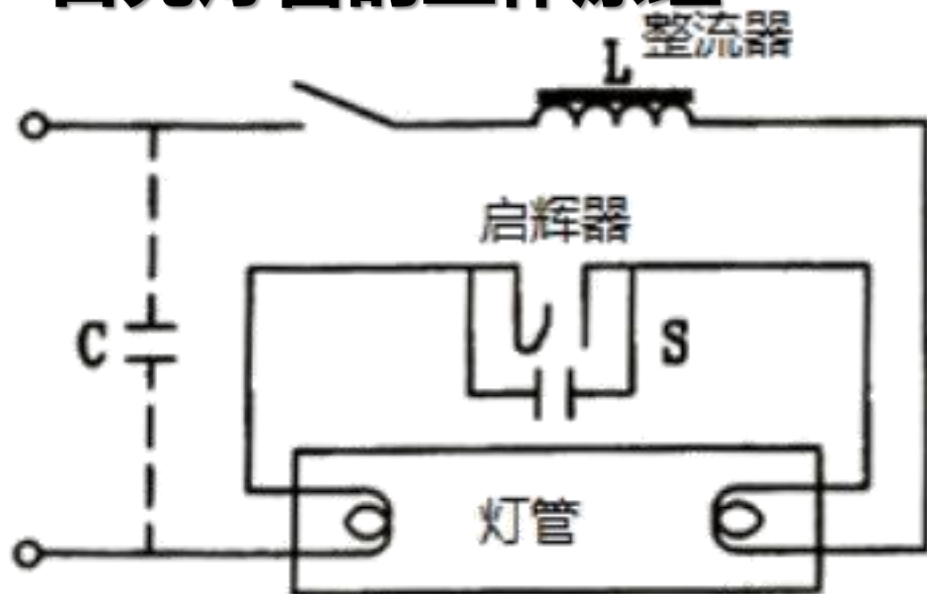
➤ 交流电功率因数



并联电容的向量分析

对应提高电感性电路的功率因数，常用的方法就是在靠近感性负载端并联电容器，其电路图如左图所示，由相量图可知原感性负载电流滞后于电压 φ ，当并联电容以后，只要电容的大小选择得当，就可以使并联电容以后的总电流小于原来电感中的电流，使 $\varphi' < \varphi$ ，使功率因数得到提高。

➤ 日光灯管的工作原理

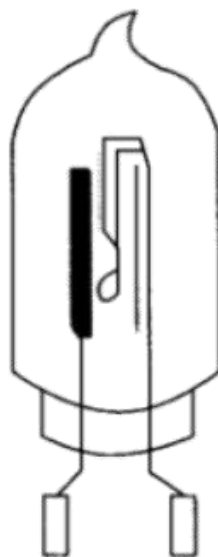


日光灯电路

日光灯电路是日常照明电路中一种较为经济的照明电路，也是一种典型的电感性负载电路，它主要由灯管、镇流器、启辉器组成。



日光灯结构



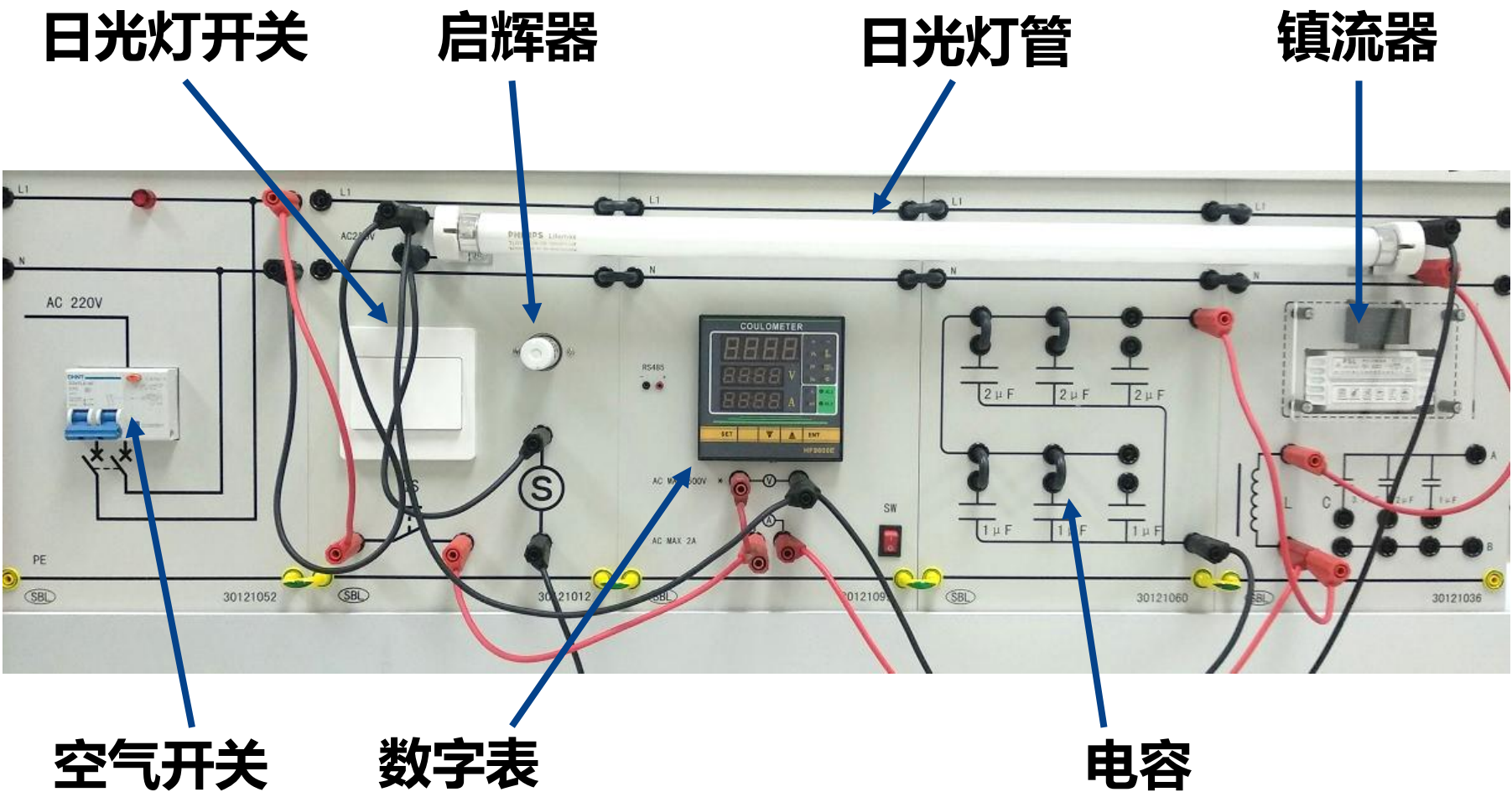
启辉器

- 镇流器是一个带铁芯的自感线圈，自感系数很大。
- 启辉器主要是一个充有氖气的小氖泡，里面装有两个电极，一个是静触片，一个是由两个膨胀系数不同的金属制成的U型动触片（双层金属片——当温度升高时，因两层金属片的膨胀系数不同，且内层膨胀系数比外层膨胀系数高，所以动触片在受热后会向外伸展）。

4

EXPERIMENTAL DEVICE

实验装置



5

EXPERIMENT CONTENT 实验内容



➤ 基本实验

(1) 不将电容接入电路，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。记录实验数据。

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

(4) 求出并联电容后的功率因数，填写入表中，进行比较。作 $\cos\varphi - C$ 散点图。

	未加电容	加电容						
		$1\mu\text{f}$	$2\mu\text{f}$	$3\mu\text{f}$	$4\mu\text{f}$	$5\mu\text{f}$	$6\mu\text{f}$	$7\mu\text{f}$
I/A								
U/V								
P/W								
$\cos\varphi$								



► 注意事项

- 仪器通电前，确保连线正确。
- 不要在开关打开的情况下插拔电容。
- 因为是强电实验，必须谨慎小心，禁止私自接线。

该实验是**强电**实验，因此实验中必须谨慎小心。实验连线都已经接好，所以严禁私自接线和打开总电源，必要时请教师检查后方可通电。

实验出错的后果是烧表、烧仪器、短路、甚至发生火灾、触电等，请同学们务必做到**安全第一**！

谢谢

2025.06

交流电功率因数实验

THANKS FOR LISTENING

