



## 研究专题4

---

# 无功补偿与功率因数的提高



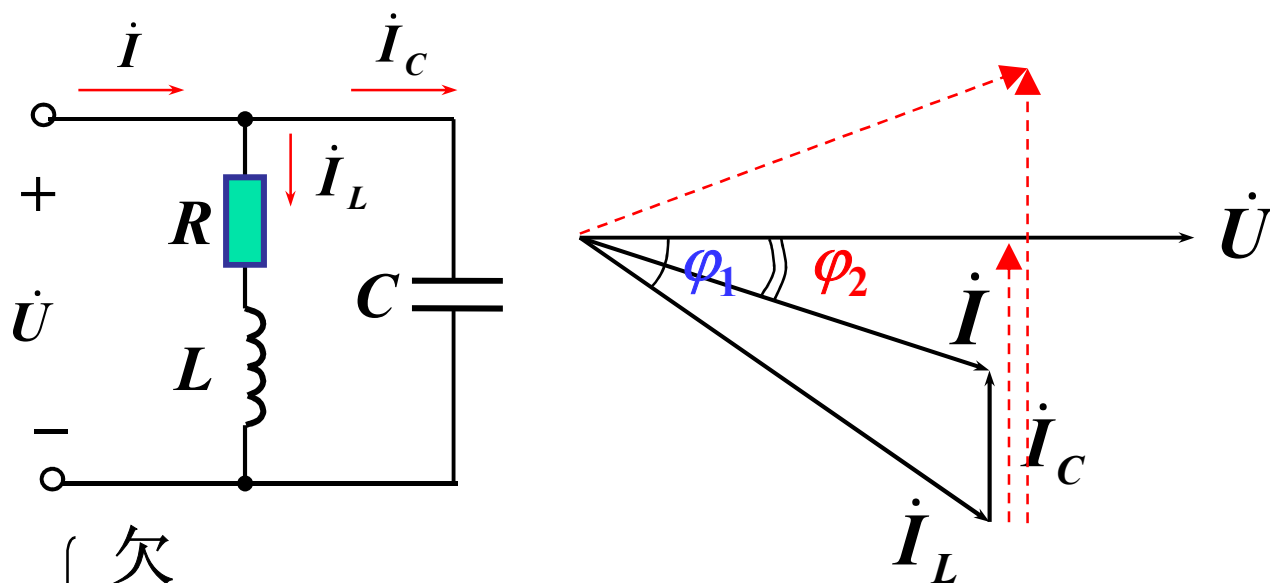
## 实验目的

---

- 通过实验了解功率因数提高的方法和意义；
- 掌握有功功率的测量方法和功率表的正确使用；
- 进一步学习测量数据的处理和曲线的绘制，了解有理经验公式的求取方法。

## 实验原理

提高感性负载功率因数办法：并联电容



随C增大

- 欠全——不要(电容设备投资增加,经济效果不明显)
- 过——使功率因数又由高变低(性质不同)

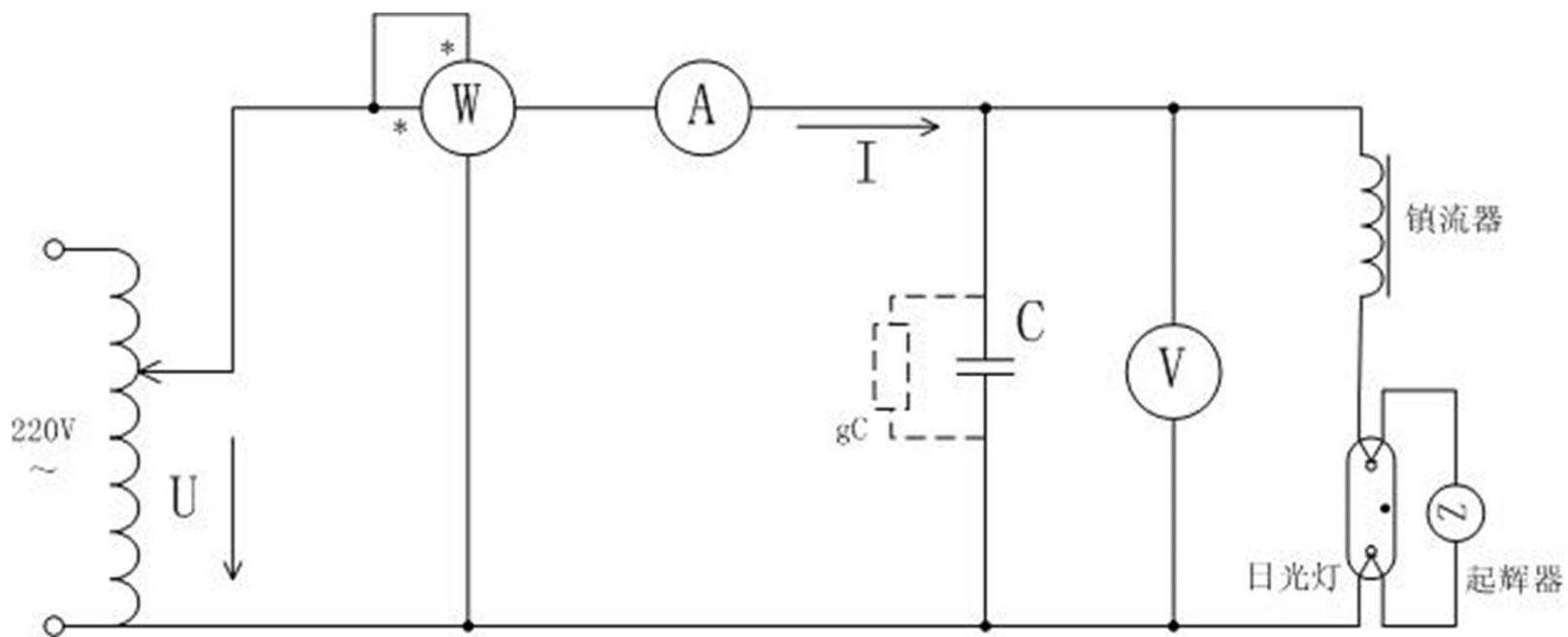


## 实验任务

---

- 1、保持日光灯两端电压不变的条件下测定电流 $I$ 、功率 $P$ 与电容 $C$ 的关系；
- 2、通过实验了解功率因数提高的意义；
- 3、作出 $I^2-C$ 、 $P-C$ 、 $\cos \phi -C$  的关系曲线；
- 4、用 $P-C$ 曲线求单位电容的等效电导 $gC$ ；
- 5、在 $I^2-C$ 曲线的基础上，求 $I^2-C$ 曲线的有理经验公式。

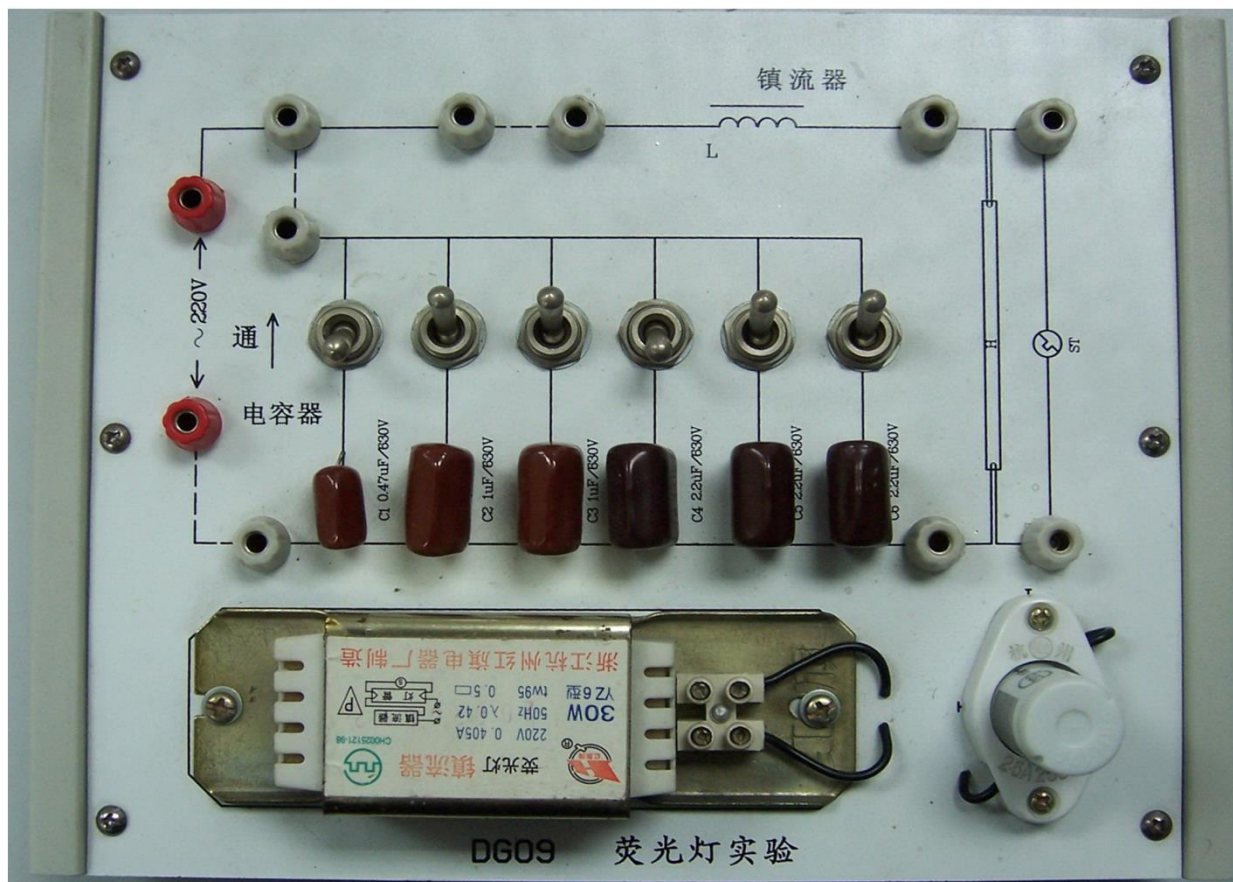
## 实验线路图



- 注： $gC$ 为电容器 $C$ 的附加电导，有介质损耗。  
日光灯+镇流器参数：**30W，220V， $\cos\varphi=0.46$**

## 实验设备

**DG09**；交流工频电源；交流电压表、电流表；功率表；万用表。

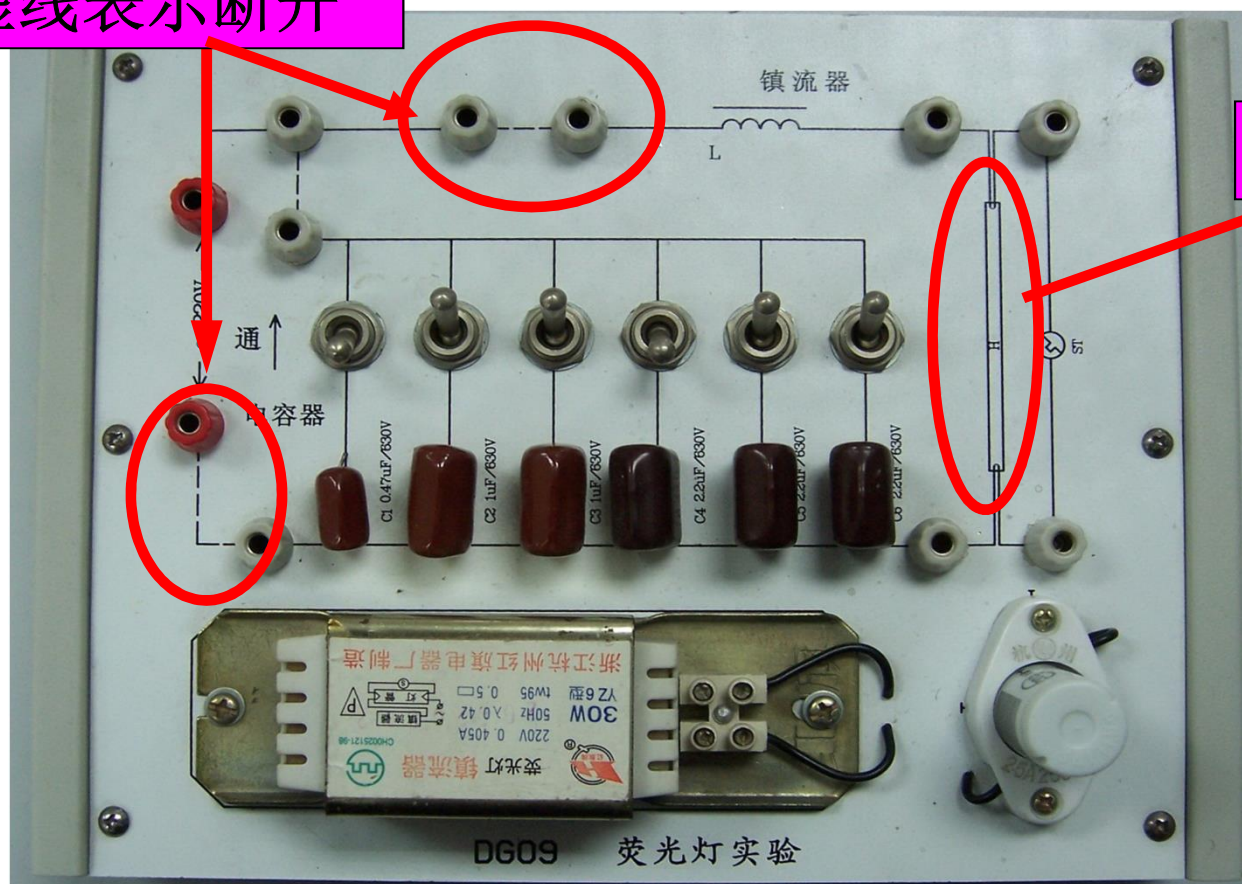






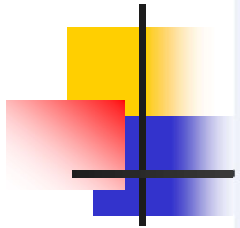
# 实验设备

虚线表示断开



接日光灯





实验台

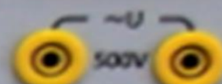
交流毫伏表



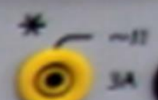
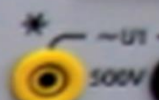
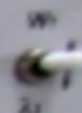
250mV 2V 30V 200V 700V



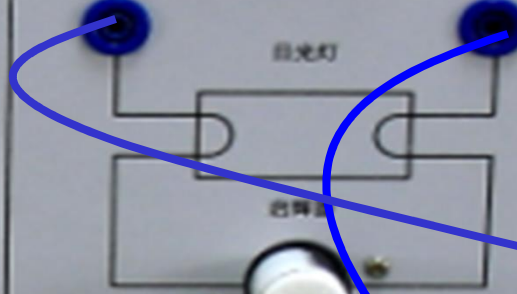
交流电压表



功率、功率因数表I



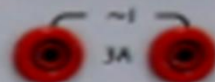
日光灯实验



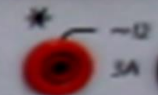
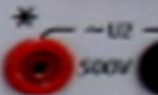
日光灯

电容器

交流电流表

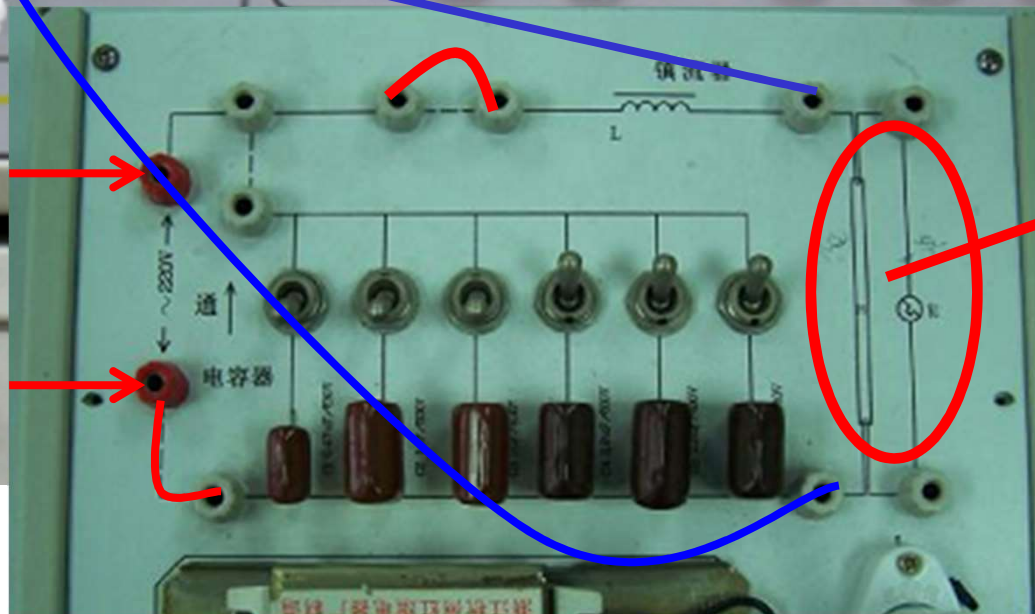


功率、功率因数表II



U

N



在实验台上

# 实验设备





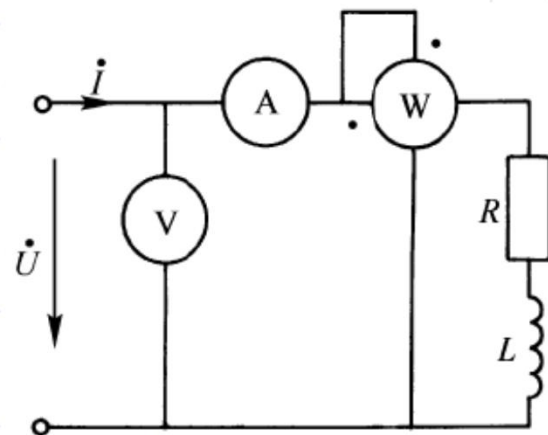
## 实验设备



功率、功率因数  
切换钮子开关

电压输入端

电流输入端



功率表接线时请注意同名端的连接！



## 实验步骤注意事项

1. 电容C暂时不接入电路，连接线路，点亮日光灯；
2. 第一次通电前，要求自耦变压器输出起始为0，接通电源后，调节旋钮增大输出电压，要求用万用表交流电压挡监测端电压（灯管+镇流器两端的电压），当电压达到180V左右，起辉器开始工作，点亮日光灯。日光灯点亮之后，调节输出电压到220V，保持不变。此后实验过程中，可直接切断或接通电源，不需要再调节自耦变压器。
3. 线路故障检查：日光灯管是否完好。



## 实验步骤注意事项

---

4. 在日光灯启动过程中，因为电流冲击，仪表量程要选择足够的余量，记录数据时，应改变合适的量程读取数据。日光灯管是非线性器件，需要点亮数分钟，待数据显示趋于稳定后，再读取记录实验数据。

注意用电安全，改接线路时一定要切断电源。



交流毫伏表



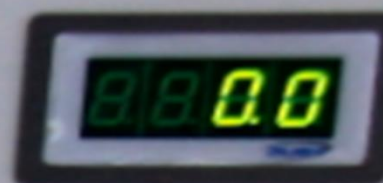
200mV 2V 30V 200V 700V

交流电压表



~U 500V

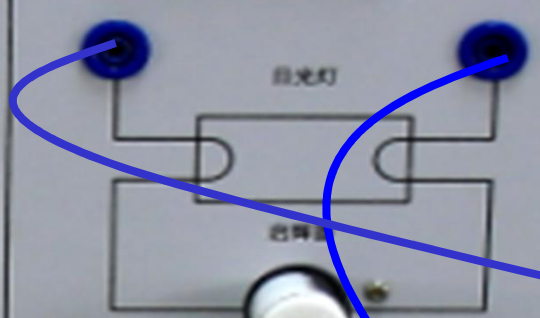
功率、功率因数表I



\* ~U<sub>1</sub> 500V \* ~I<sub>1</sub> 3A

W<sub>1</sub>  
λ<sub>1</sub>

日光灯实验



日光灯

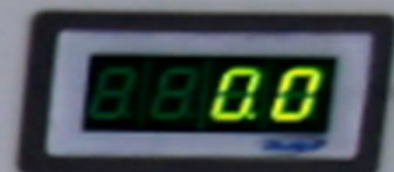
总开关

交流电流表



~I 3A

功率、功率因数表II



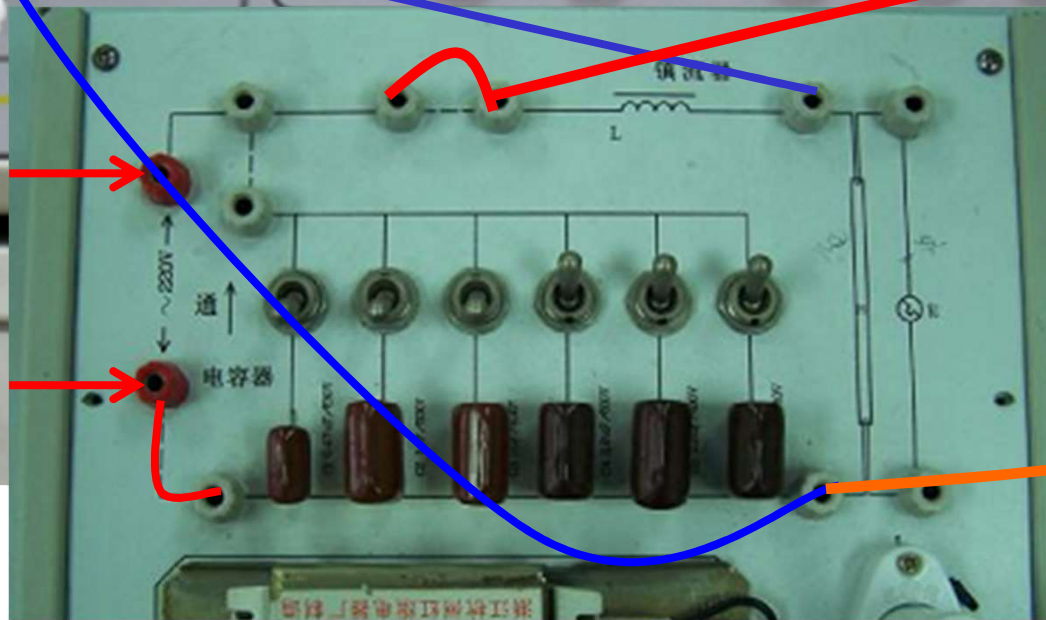
\* ~U<sub>2</sub> 500V \* ~I<sub>2</sub> 3A

W<sub>2</sub>  
λ<sub>2</sub>

万用表

U

N





## 实验数据的测量及检查

1. 在日光灯启动过程中，因为电流冲击，仪表量程要选择足够的余量，记录数据时，应改变合适的量程读取数据。日光灯管是非线性器件，需要点亮数分钟，待数据显示趋于稳定后，再读取记录实验数据。
2. 电容器 $C$ 并联接入电路，其数值从0开始逐步增加，直到最大值 $8\mu\text{F}$ 左右，增加的步长应根据功率因数的变化进行调整，最大不应超过 $1\mu\text{F}$ ，实验过程中可根据电流表的示数变化来判断。在功率因数较高（即电流值小or大）的时候，需要多取测量数据点。
3. 实验过程数据检查：记录最佳补偿电容时的电流和功率值。



## 实验报告要求

---

- 记录原始数据，作出 $I^2-C$ 、 $P-C$ 、 $\cos \phi -C$ 的关系曲线，确定最佳补偿电容值；
- 拟合 $P-C$ 曲线，求电容的等效电导 $gC$ ；
- 拟合 $I^2-C$ 曲线，在 $I^2-C$ 曲线的基础上，求 $I^2-C$ 有理经验公式，并由此公式计算出 $I^2$ 值标在图上，再次确定最佳补偿电容值，并加以比较。
- 误差的定性分析。



## 思考

---

- 若只有一只电流表，不使用功率表，如何判断功率因数的增减？什么情况下 $\cos\varphi=1$ ？
- 电容器是否有功率损耗？如何确定？当电容量改变时，电流表和功率表的读数将有什么变化？
- 在进行功率因数补偿时，采用并联电容的方法，为什么不采用串联电容器的方法？

## 实验数据的处理

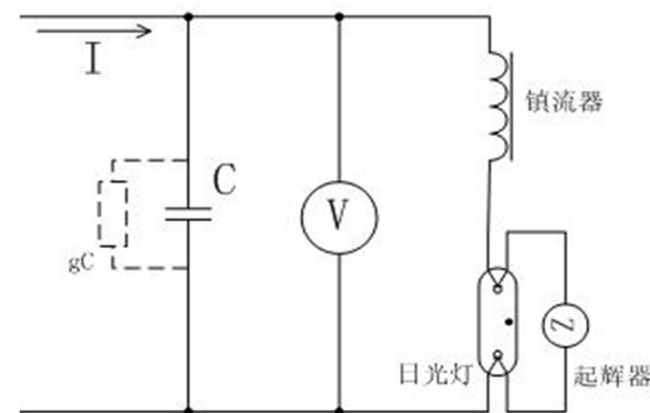
当补偿电容未接入时，电源电压 $U$ ，线路总电流为 $I_{C0}$ ，设电容 $C_x$ 时的总电流为 $I_{Cx}$ ，则有：

$$\dot{I}_{C0} = \frac{\dot{U}}{R + j\omega L} = \dot{I}_R + \dot{I}_L \quad \dot{I}_{Cx} = \dot{I}_R + \dot{I}_L + gC_x\dot{U} + j\omega C_x\dot{U}$$

$$I_{Cx}^2 = (I_R + gC_x U)^2 + (I_L - \omega C_x U)^2$$

$$\longleftrightarrow I_{Cx}^2 = aC_x^2 + bC_x + I_{C0}^2$$

如何确定系数 $a$ 和 $b$



$I_{C0}$ 为 $C_x=0$ 时的电流值。



## 实验数据的处理—曲线拟合

---

关于曲线拟合

**$f = \text{polyfit}(x, y, n)$**

$x, y$ 是需要进行拟合的两组原始数据， $n$ 是拟合阶数， $p$ 是多项式系统的行向量，为多项式中由高次到低次各项的系数。

**$y = \text{polyval}(f, x)$**  根据拟合结果计算对应 $x$ 的 $y$ 值



## 实验数据的处理——曲线拟合

>> f=polyfit (x,y,2)

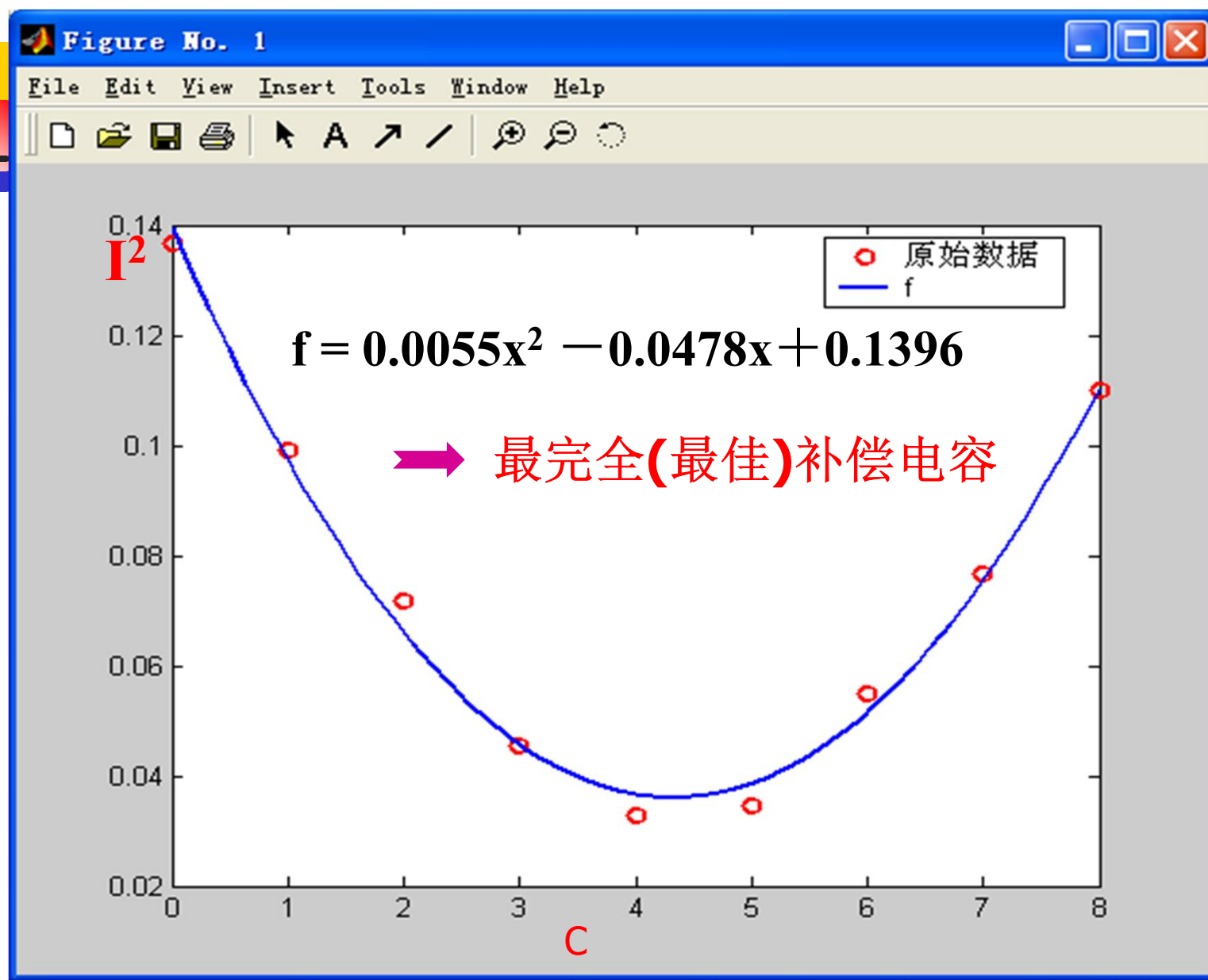
x	1	2	3	4	5	6	7	8
y	1	4	9	16.1	25	36.1	49	64.2

f =

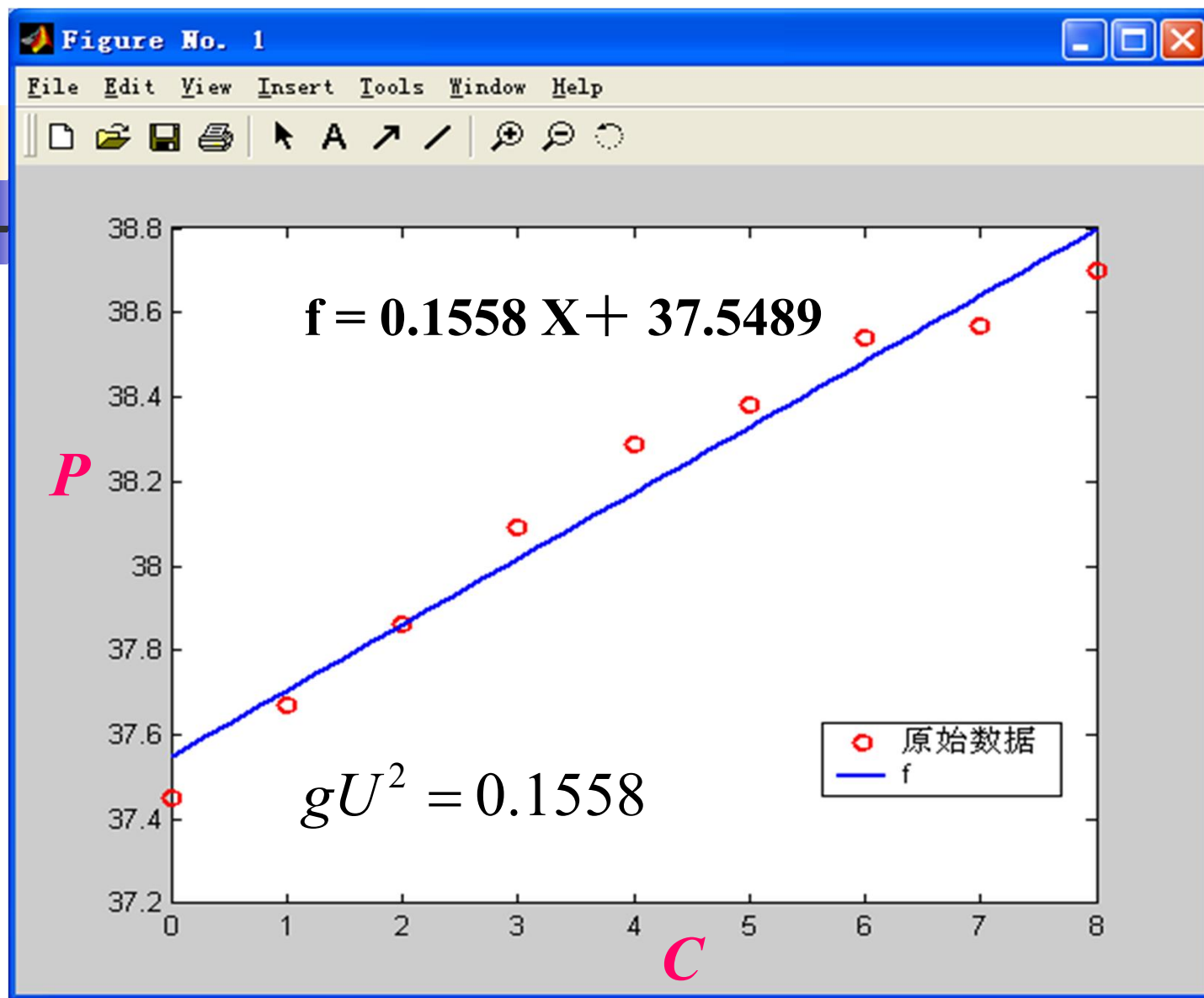
1.0054 -0.0327 0.0482

$$y = 1.0054 x^2 - 0.0327x + 0.0482$$

# 实验数据的处理——曲线拟合



# 实验数据的处理——曲线拟合

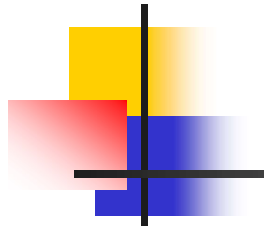


$$P = gU^2 C_x + P_{C0}$$

$P_{C0}$ 为 $C_x=0$ 时的功率值。



# 实验数据的处理——曲线拟合，书P137



```
clear  
x=[0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9,1];  
y=[0.447,1.978,3.28,6.16,7.07,7.34,7.66,9.56,9.48,9.30,11.2];
```

```
%1阶拟合  
a1=polyfit(x,y,1);  
y1=polyval(a1,x);  
subplot(2,2,1);  
plot(x,y,'o',x,y1,'b'),hold on
```

```
%2阶拟合  
a2=polyfit(x,y,2);  
y2=polyval(a2,x);  
subplot(2,2,2);  
plot(x,y,'o',x,y2,'g'),hold on
```

```
%3阶拟合  
a3=polyfit(x,y,3);  
y3=polyval(a3,x);  
subplot(2,2,3);  
plot(x,y,'o',x,y3,'r'),hold on
```



## 参考

---

- 日光灯参数:  $U=222V$ ,  $I=0.401A$ ,  
 $W=36.1W$ ,  $pf=0.431$



## 下次实验预习

---

- 实验13 三相电路的相序、电压、电流及功率测量