



芯创讲师团

复旦大学集成电路与微纳电子创新学院

# 面包板电子实践

——电容充放电显示器  
【电容，串并联】

复旦大学 芯创讲师团

2025年4月



# 01

## 小灯泡电路制作

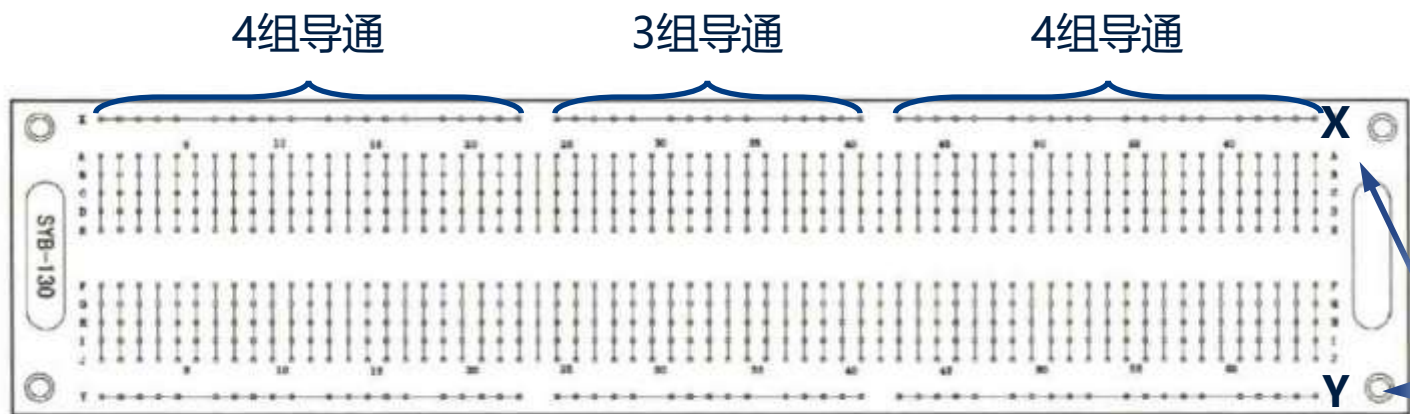




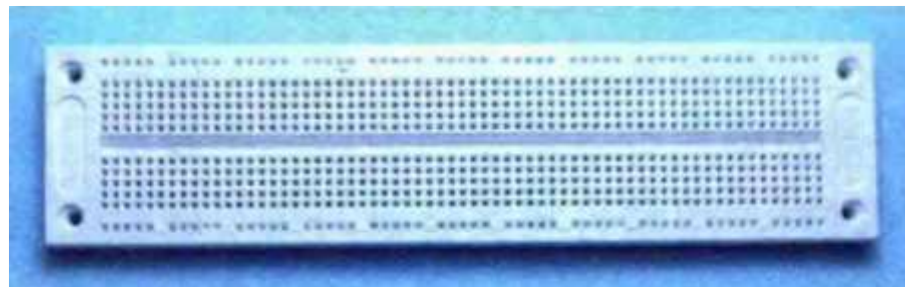
# 元器件基础

## ■ 面包板

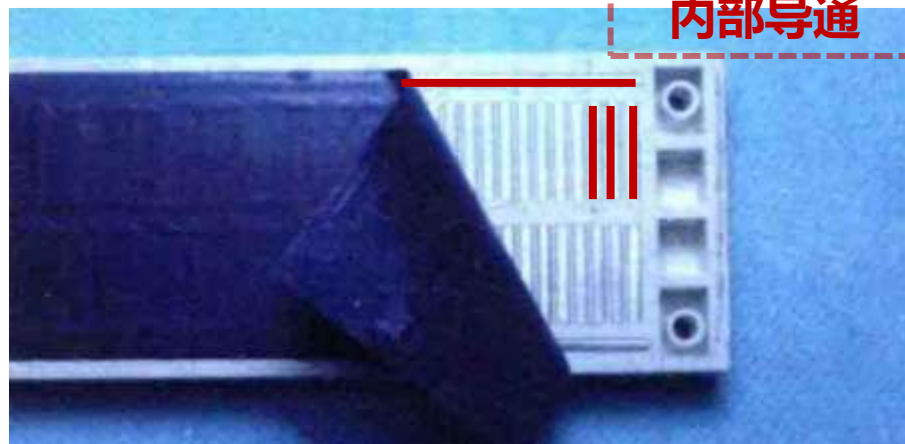
- 面包板是一种**多用途的万能实验板**，可以将小功率的常规电子元器件直接插入，搭接出各式各样的实验电路。
- 元器件可以**反复插接、重复使用**，便于**电路调试、元件调换**，非常适合初学电子技术的用户使用。



130线面包板连接关系



130线面包板



130线面包板背面

X通常接电源正极，Y通常接地





# 元器件基础

## ■ 电阻器

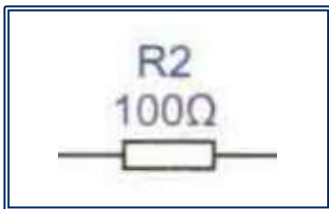
请挑出一个1K电阻

- **色环**电阻：在电阻封装上（即电阻表面）涂上一定颜色的色环，来代表这个电阻的阻值，常见类型为四色环和**五色环**。

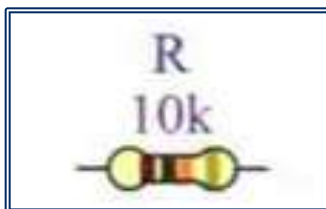
四色环：前两环分别代表阻值的两位有效数，第三环代表10的幂数，第四环代表误差。

五色环：前三环分别代表阻值的三位有效数，第四环代表10的幂数，第五环代表误差。

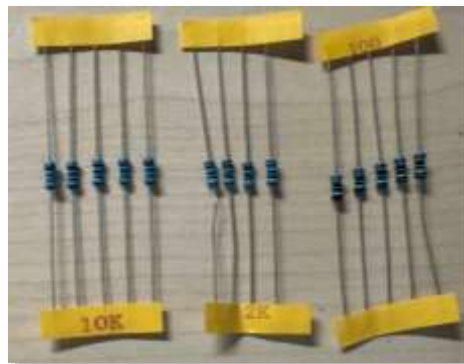
以五色环表示法为例，“棕、黑、黑、黑、棕” =  $100\Omega$ 电阻，误差 $\pm 1\%$



原理图



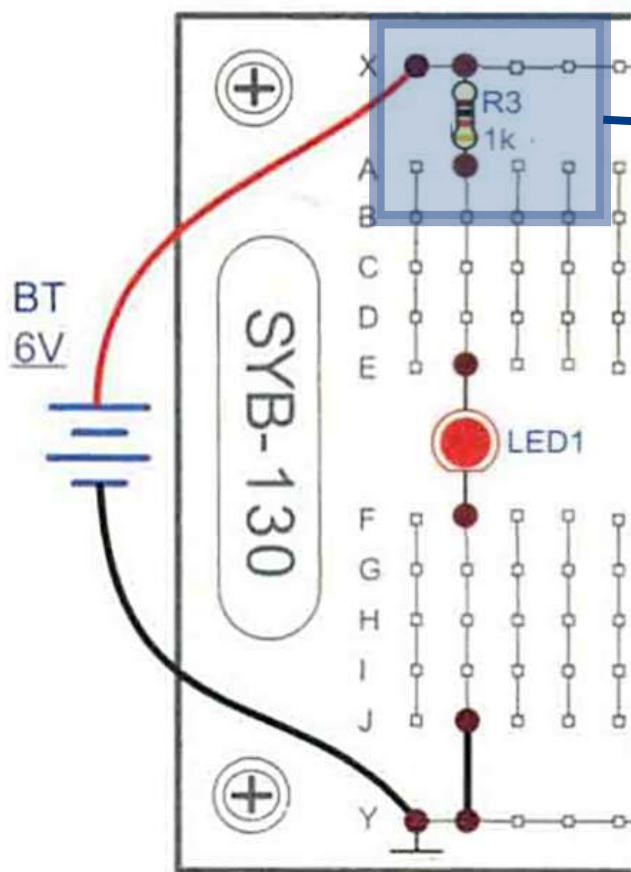
装配图



实物图

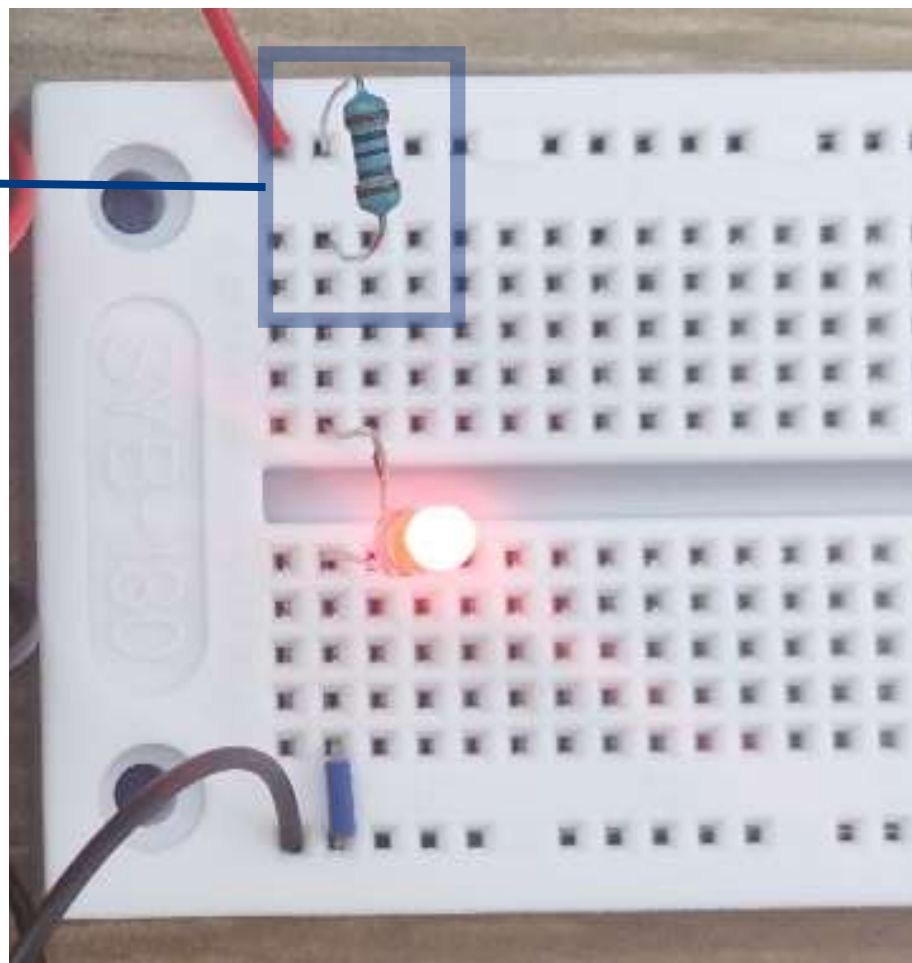


## 小灯泡发光电路制作



小灯泡电路装配图

1K电阻  
第二列



小灯泡电路实物图



# 元器件基础

## ■ 二极管

- 二极管是由导电能力介于导体和绝缘体之间的物质制成的器件，故而称之为半导体二极管。半导体二极管由1个PN结构成，具有**单向导电**的特性。

请挑出一个发光二极管

### 普通二极管

在管身的一端印有**黑色圆环**，表明该端引脚是**负极**，另一端是正极。  
最大工作电流为75mA。  
正向压降0.7V，反向压降100V。



原理图



装配图



实物图

### 发光二极管

**长引脚**的是**正极**，**短引脚**的是**负极**。  
建议工作电流为5~10mA。  
反向压降较小，不可反接。



原理图



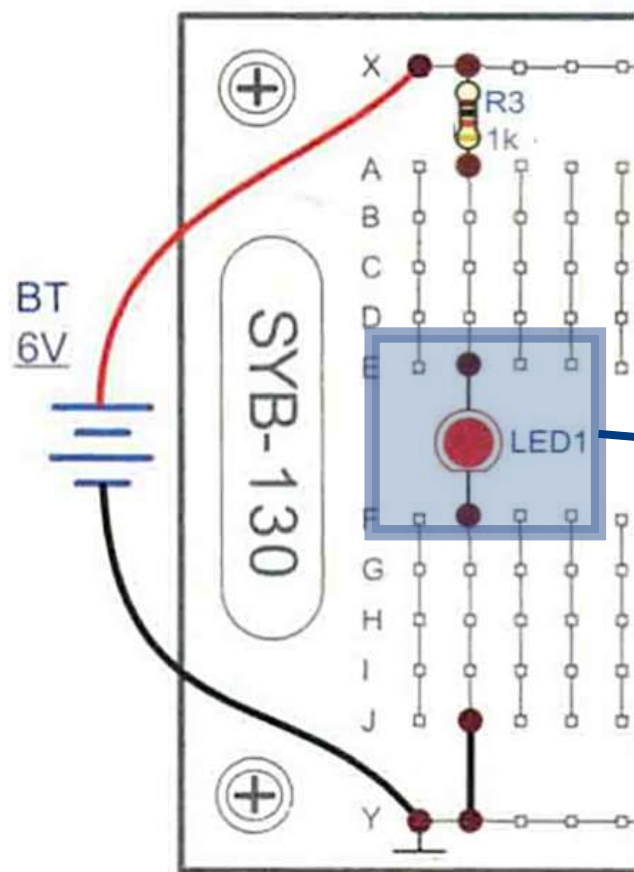
装配图



实物图

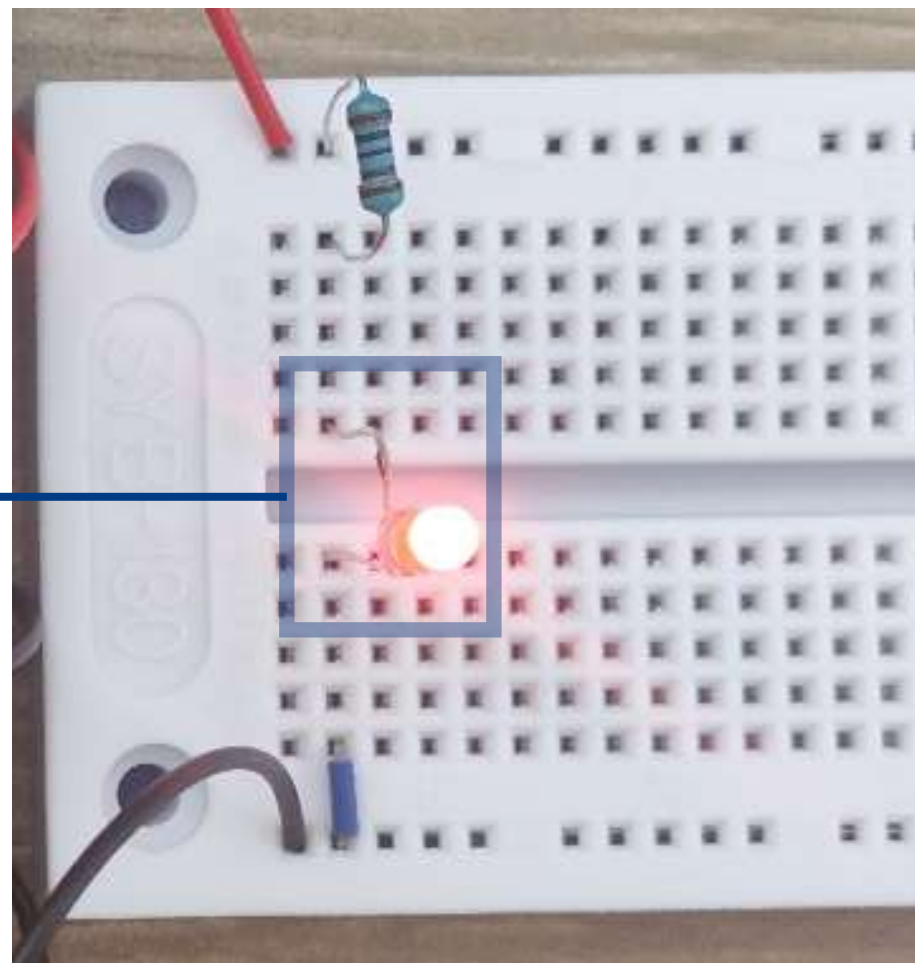


# 小灯泡发光电路制作



小灯泡电路装配图

红色小灯泡  
第二列  
长引脚为正极  
短引脚为负极  
正极在上



小灯泡电路实物图



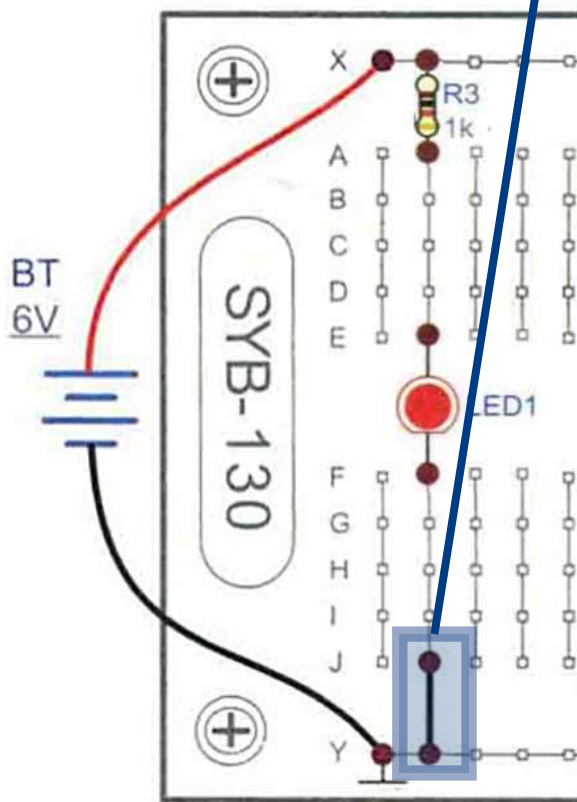


# 元器件基础

## ■ 导线

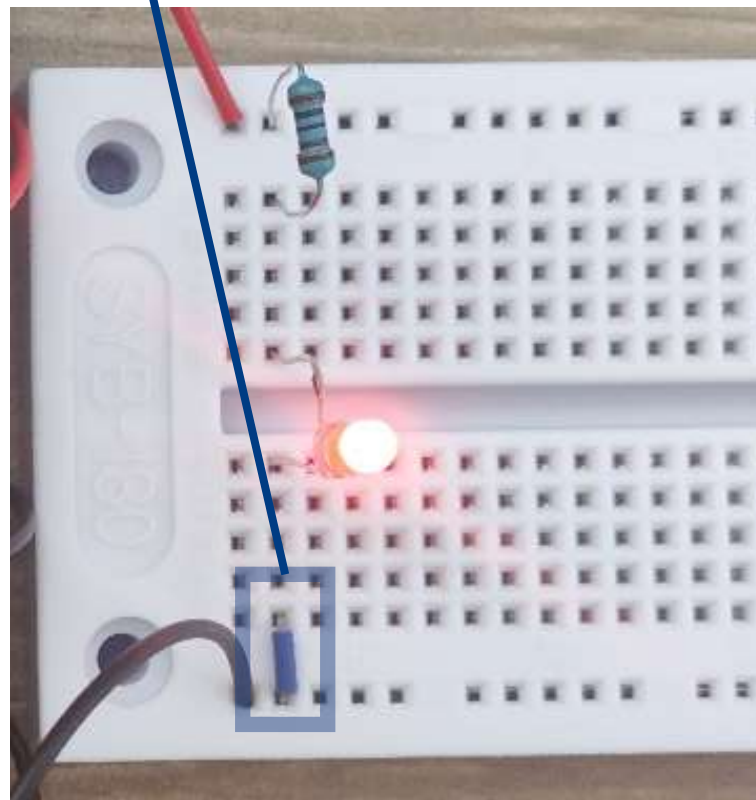


导线实物图



小灯泡电路装配图

导线 第二列



小灯泡电路实物图



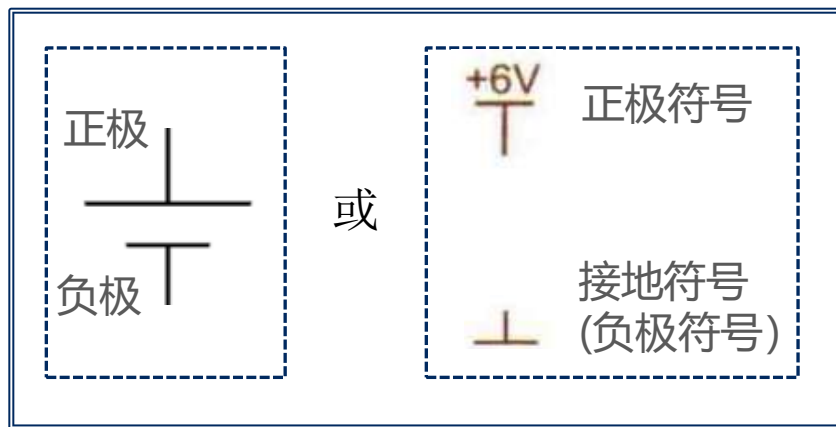


# 元器件基础

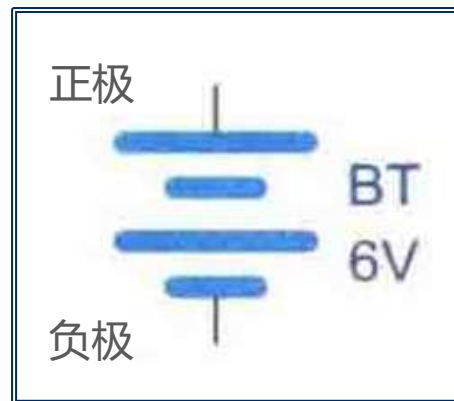
## ■ 电源

- 电池盒+1.5V电池4节

**注：单节电池有凸起侧为正极，平整侧为负极。  
装入电池盒时负极与弹簧相连。**



原理图



装配图

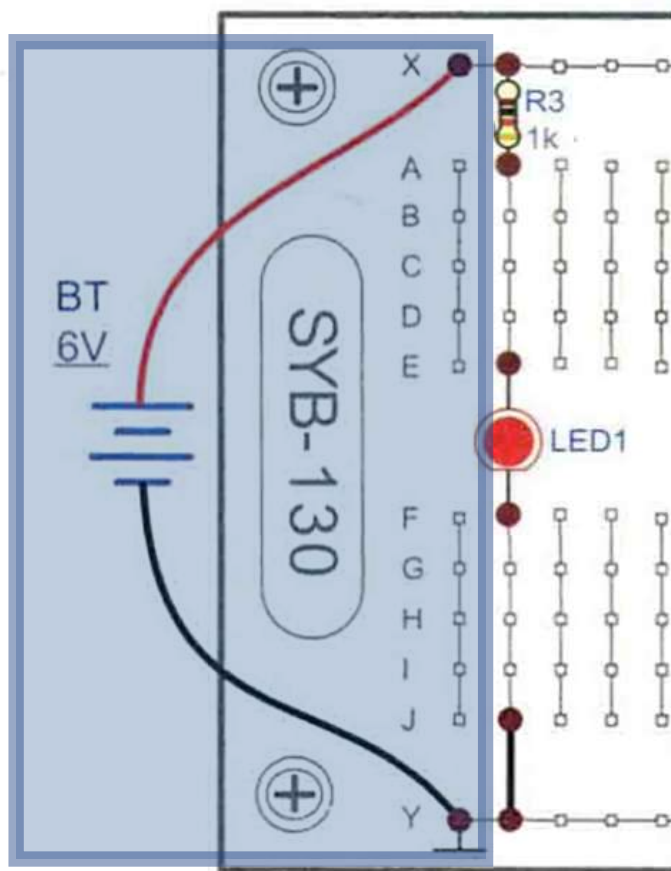


实物图

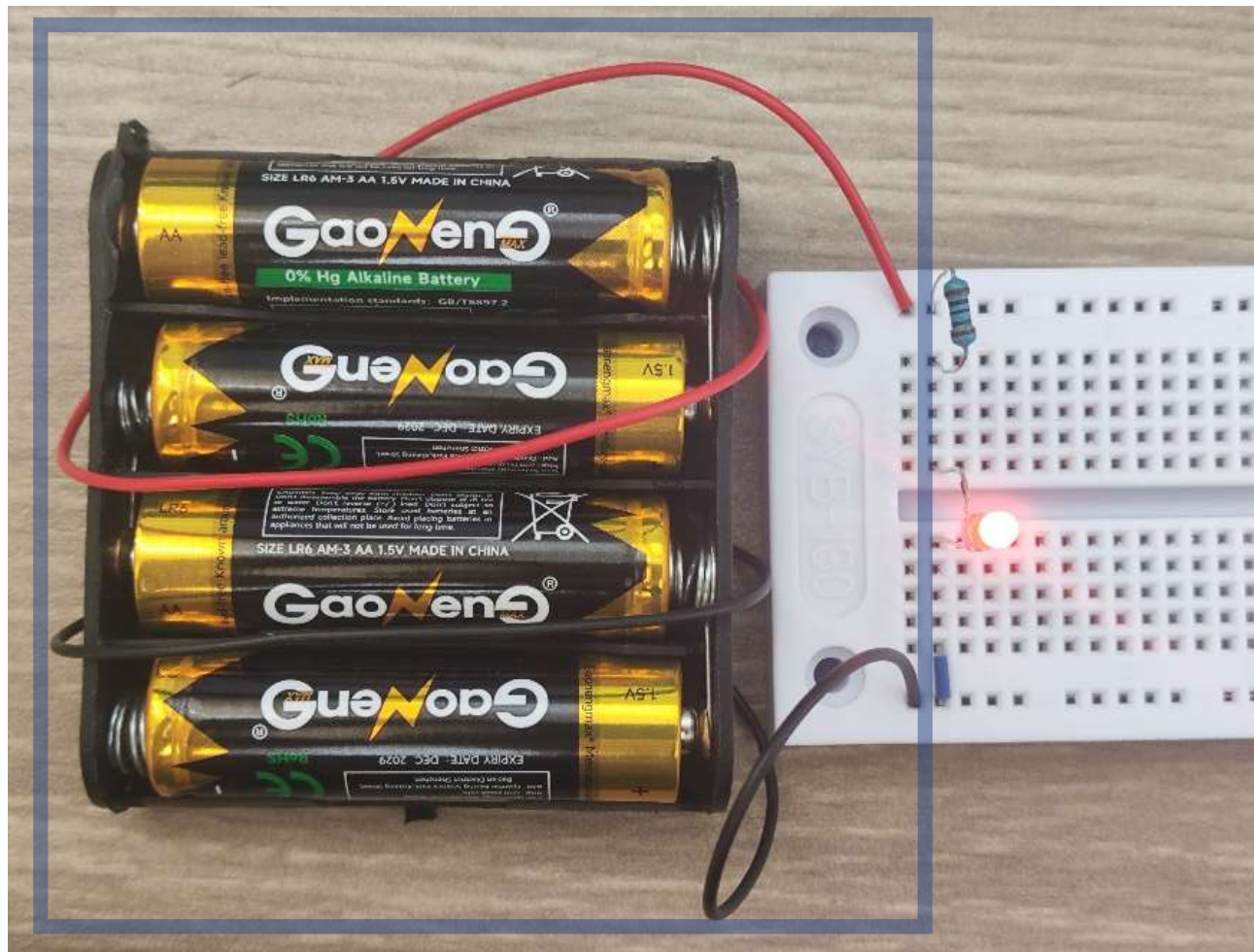


# 小灯泡发光电路制作

红线（正极）在上，黑线（负极）在下



小灯泡电路装配图



小灯泡电路实物图



02

## 电容充放电电路制作

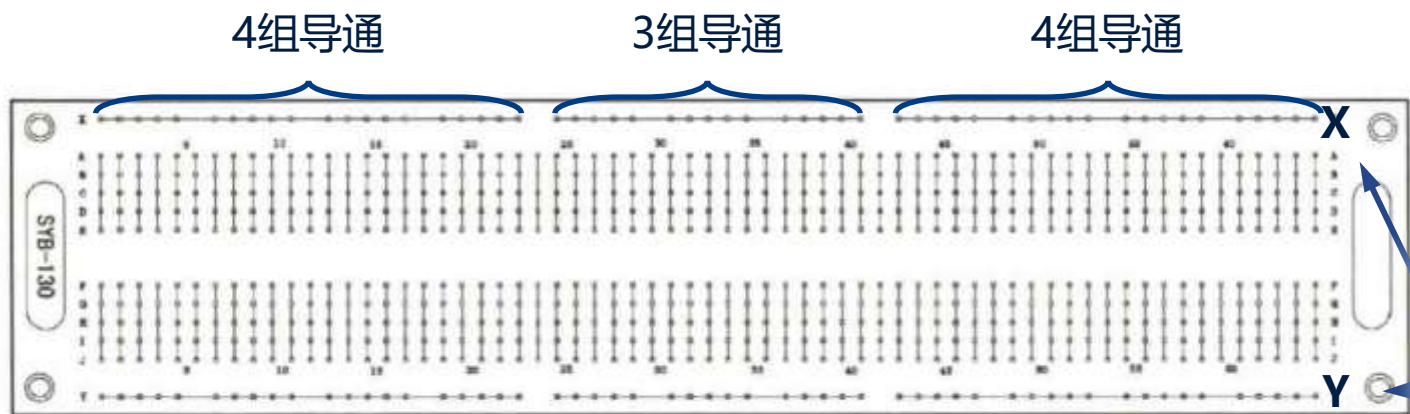




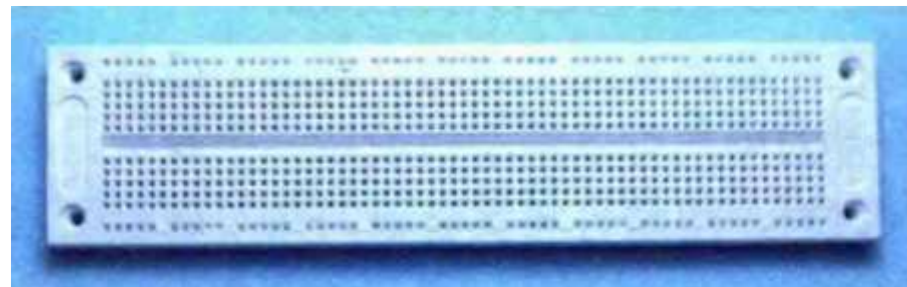
# 元器件基础

## ■ 面包板

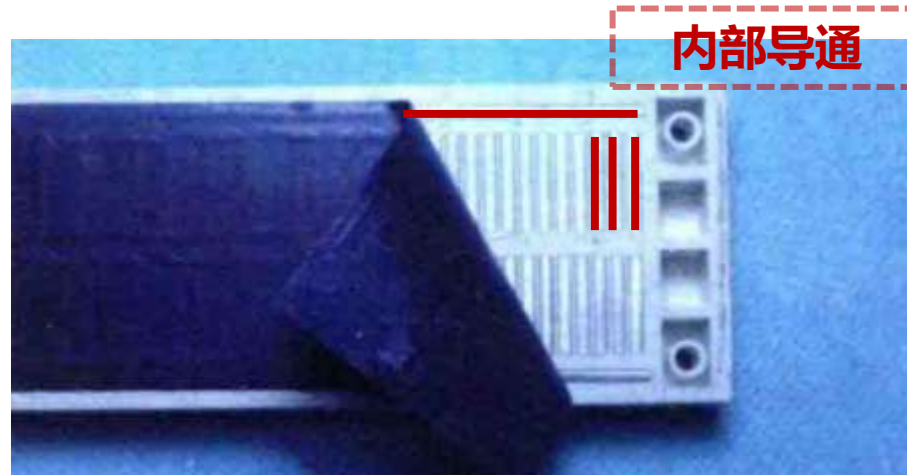
- 面包板是一种**多用途的万能实验板**，可以将小功率的常规电子元器件直接插入，搭接出各式各样的实验电路。
- 元器件可以**反复插接、重复使用**，便于**电路调试、元件调换**，非常适合初学电子技术的用户使用。



130线面包板连接关系



130线面包板



130线面包板背面

X通常接电源正极，Y通常接地



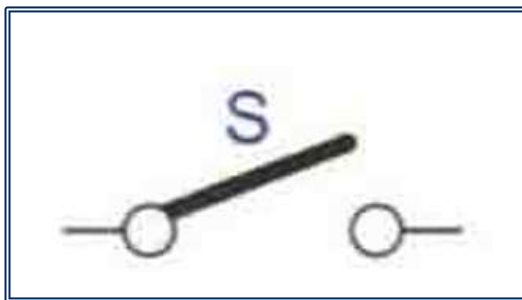


# 元器件基础

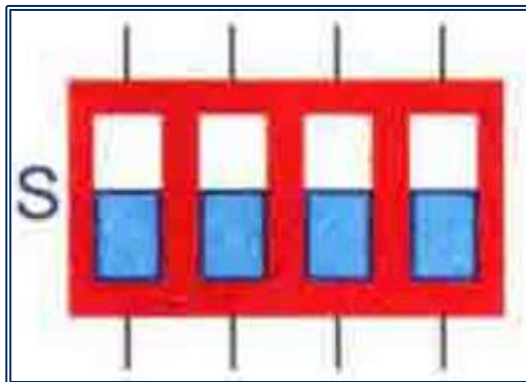
## ■ 拨码开关

每位开关拨至“ON”时为闭合状态，表示该位开关接通（电路通路）；反之，处于断开状态（电路断路）。

请挑出4位  
拨码开关



原理图



装配图

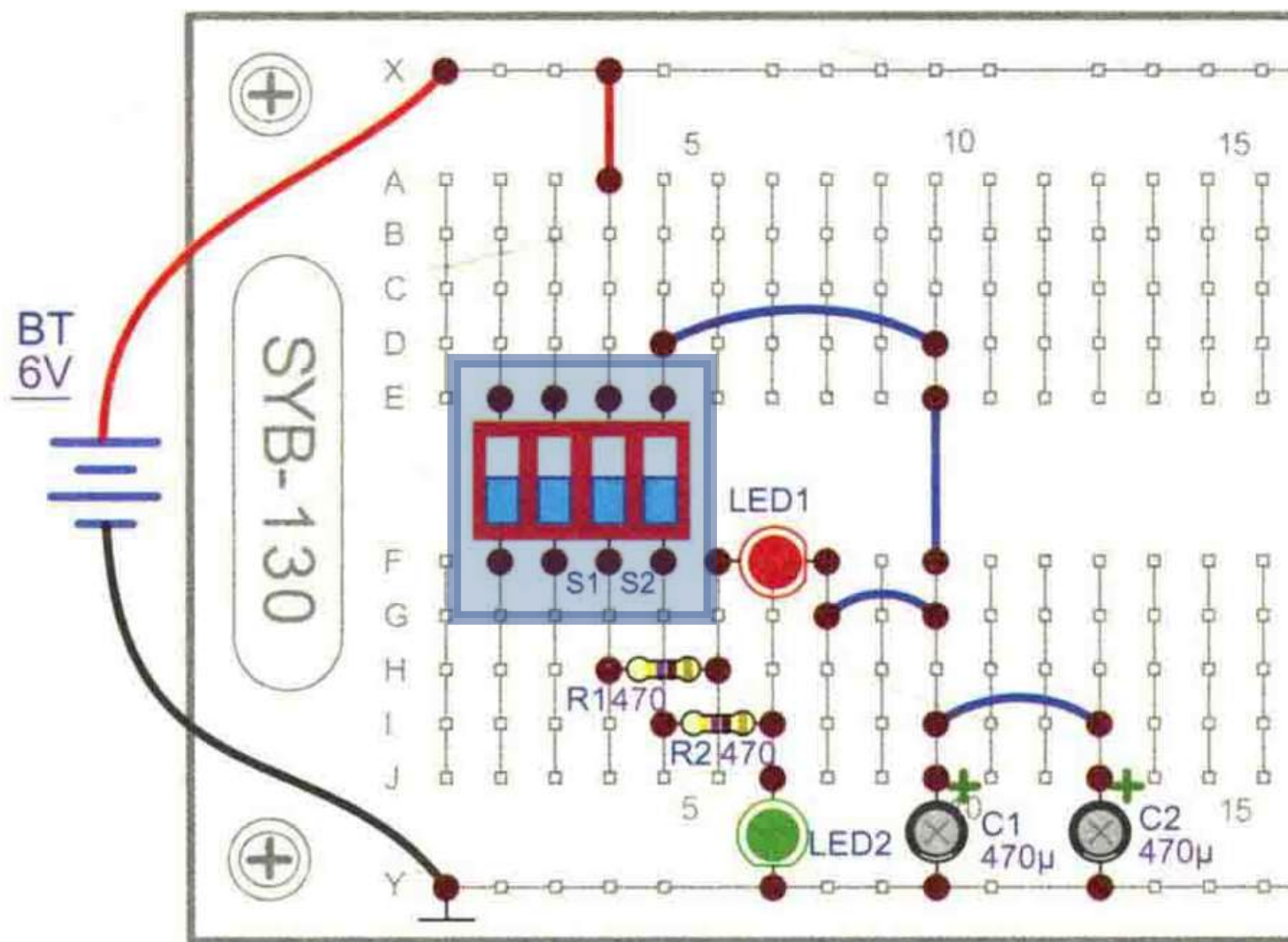


实物图



# 电容充放电显示器制作

## ■ 装配图





# 元器件基础

## ■ 电阻

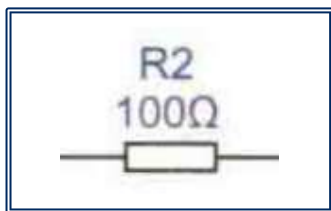
请挑出阻值为  $470\Omega$  的电阻

- **色环**电阻：在电阻封装上（即电阻表面）涂上一定颜色的色环，来代表这个电阻的阻值，常见类型为四色环和**五色环**。

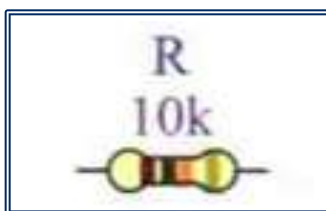
四色环：前两环分别代表阻值的两位有效数，第三环代表10的幂数，第四环代表误差。

五色环：前三环分别代表阻值的三位有效数，第四环代表10的幂数，第五环代表误差。

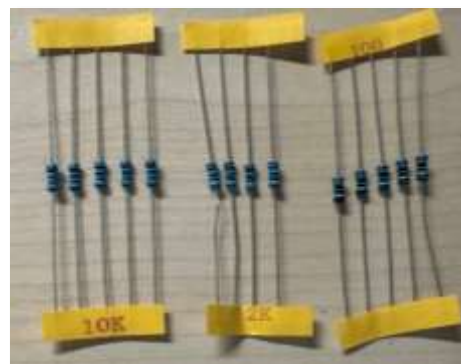
以五色环表示法为例，“棕、黑、黑、黑、棕” =  $100\Omega$ 电阻，误差 $\pm 1\%$



原理图



装配图



实物图



# 元器件基础

表 1-3-2 五色环电阻的表示方法

色环颜色	第一道色环 (第一有效位)	第二道色环 (第二有效位)	第三道色环 (第三有效位)	第四道色环 (乘以 10 的 $N$ 次方)	第五道色环 (误差范围)
黑	0	0	0	$10^0$	—
棕	1	1	1	$10^1$	$\pm 1\%$
红	2	2	2	$10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	$10^3$	—
黄	4	4	4	$10^4$	—
绿	5	5	5	$10^5$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	$10^6$	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	7	$10^7$	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	$10^8$	—
白	9	9	9	$10^9$	—
金	—	—	—	$10^{-1}$	—
银	—	—	—	$10^{-2}$	—

请思考以下五色环电阻阻值为多少：

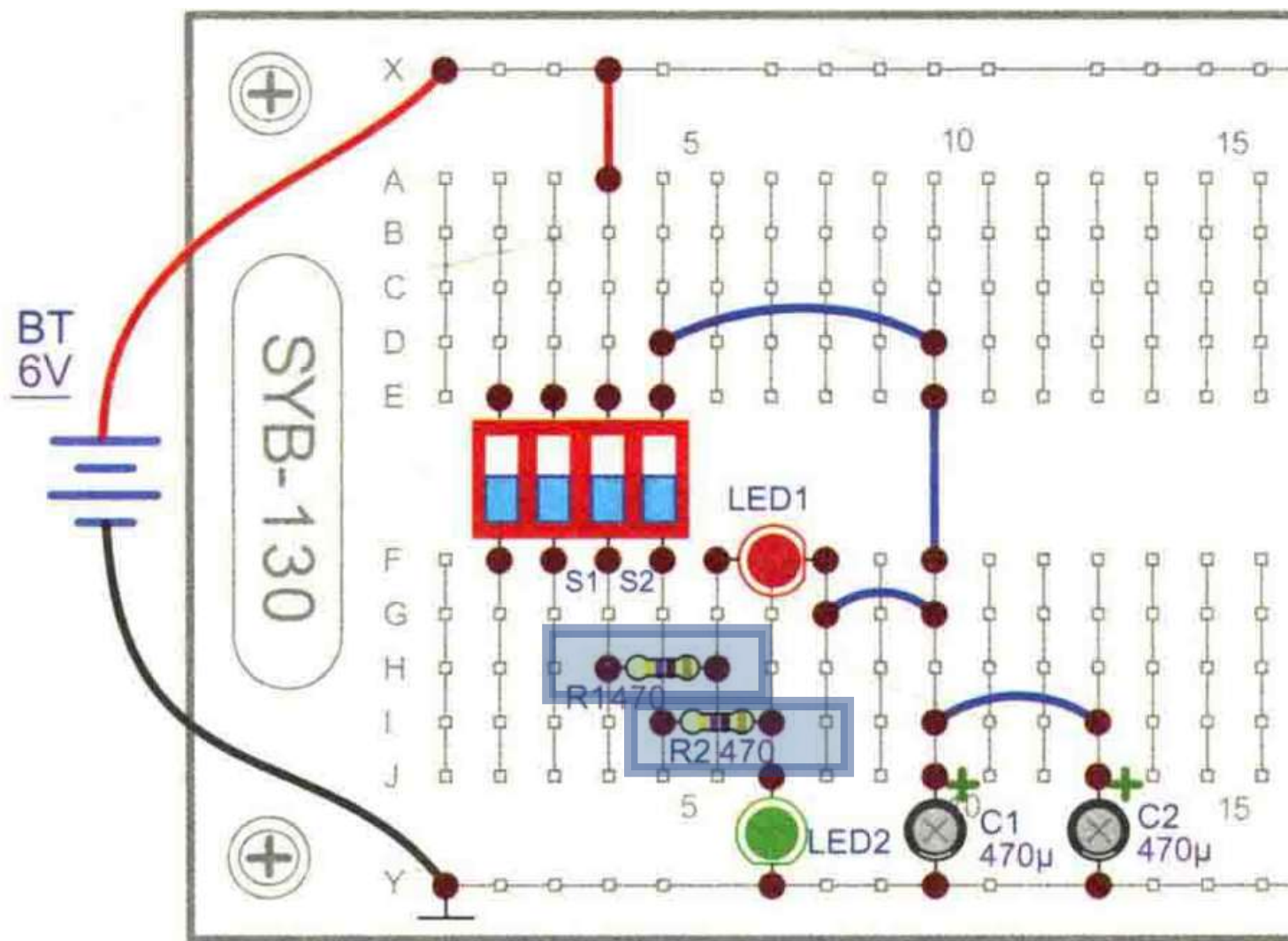
1. 棕绿黑红紫
2. 黄紫黑黑绿





# 电容充放电显示器制作

## ■ 装配图



2个电阻  
均为470Ω



# 元器件基础

## ■ 二极管

- 二极管是由导电能力介于导体和绝缘体之间的物质制成的器件，故而称之为半导体二极管。半导体二极管由1个PN结构成，具有**单向导电**的特性。

请挑出一个红色发光二极管  
和一个绿色发光二极管

### 普通二极管

在管身的一端印有**黑色圆环**，表明该端引脚是**负极**，另一端是正极。  
最大工作电流为75mA。  
正向压降0.7V，反向压降100V。



原理图



装配图



实物图

### 发光二极管

**长引脚**的是**正极**，**短引脚**的是**负极**。  
建议工作电流为5~10mA。  
反向压降较小，不可反接。



原理图



装配图

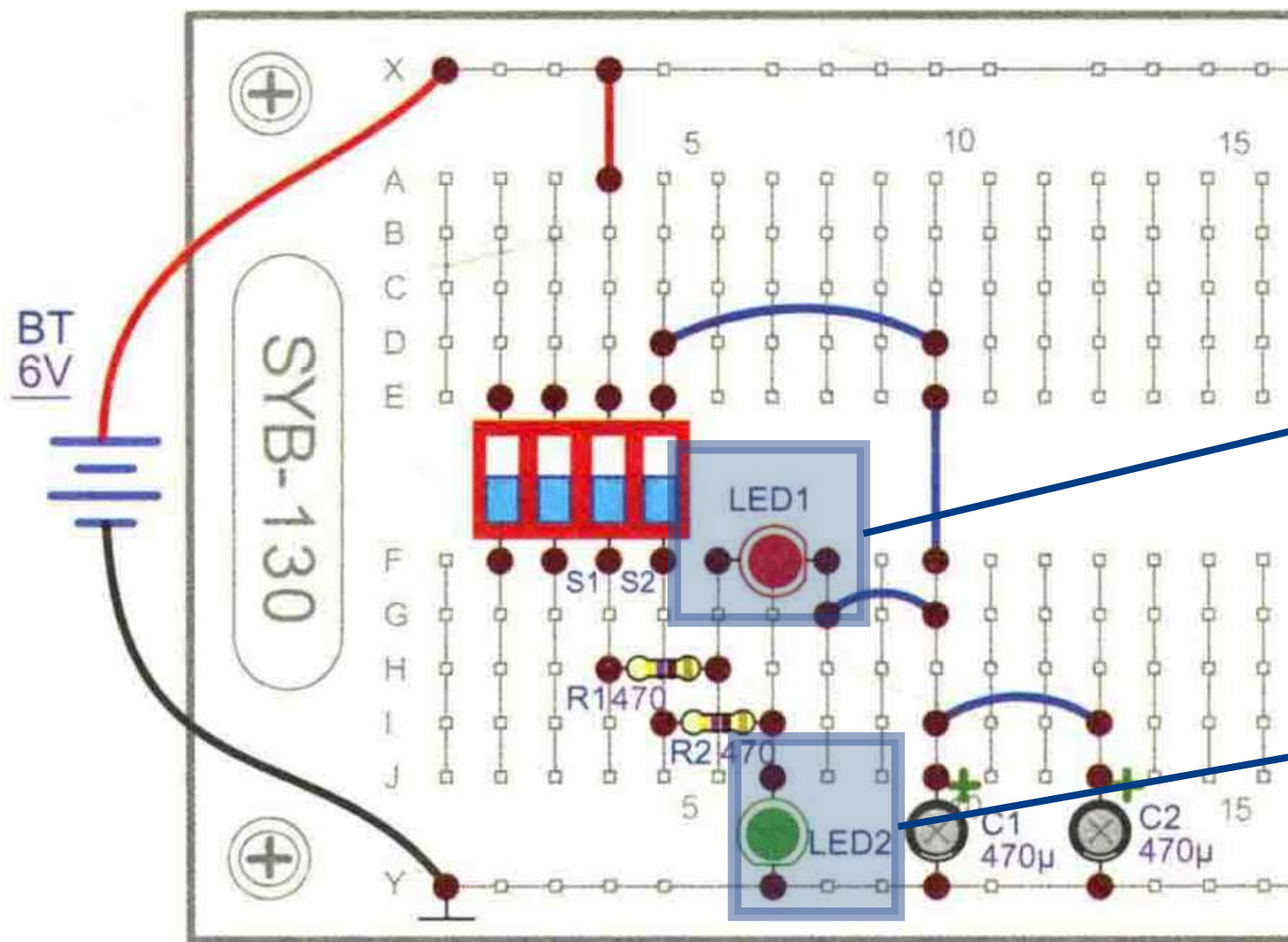


实物图



# 电容充放电显示器制作

## ■ 装配图



2个小灯泡  
长引脚为正极  
短引脚为负极

长引脚  
(正极)  
在左

长引脚  
(正极)  
在上



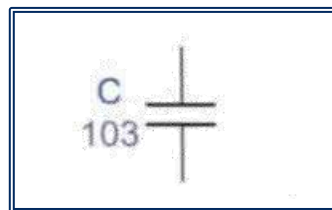
# 元器件基础

## ■ 电容

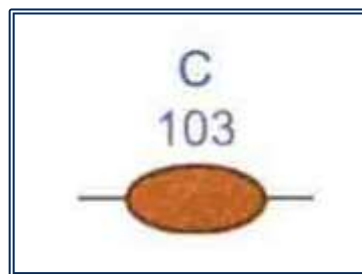
- 能够储存电荷和电能。其储存的电荷量与电容两端的电压成正比，即 $Q=CV$ 。电容越大，在相同电压下储存的电荷量越多，储存的电能也越多。
- **“通交流、隔直流”**，能随交流信号的不同频率而改变容抗大小。
- **电容的标准单位是F(法拉)， $1F=10^6\mu F(\text{微法})=10^{12}pF(\text{皮法})$**

### 瓷片电容：

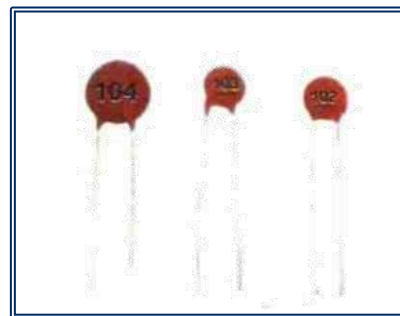
瓷片电容不区分正负极，目前多采用3位数字表示其容量。其中前两位表示为有效数字，第3位表示10的幂数，单位为pF(皮法)，如“103”代表 $10^4(10 \times 10^3)pF$ 。一般瓷片电容耐压值为50V



原理图



装配图



实物图





# 元器件基础

## ■ 电容

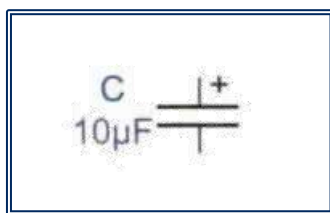
### 电解电容：

电解电容是有**极性**的，带“+”的一端是正极，另一端是负极。  
新的电解电容的引脚是1长1短，**长引脚的是正极，短引脚的是负极**。  
同时在外壳上印有“-”标记的引脚是负极。  
实验中电解电容耐压值为16V或以上。

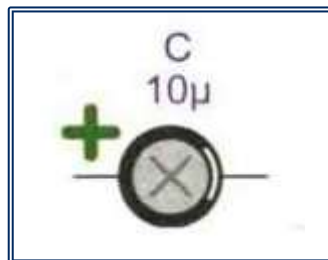
请挑出两个标有  
“470uF” 的电解电容



注意！  
接反会有安全隐患哦！



原理图



装配图

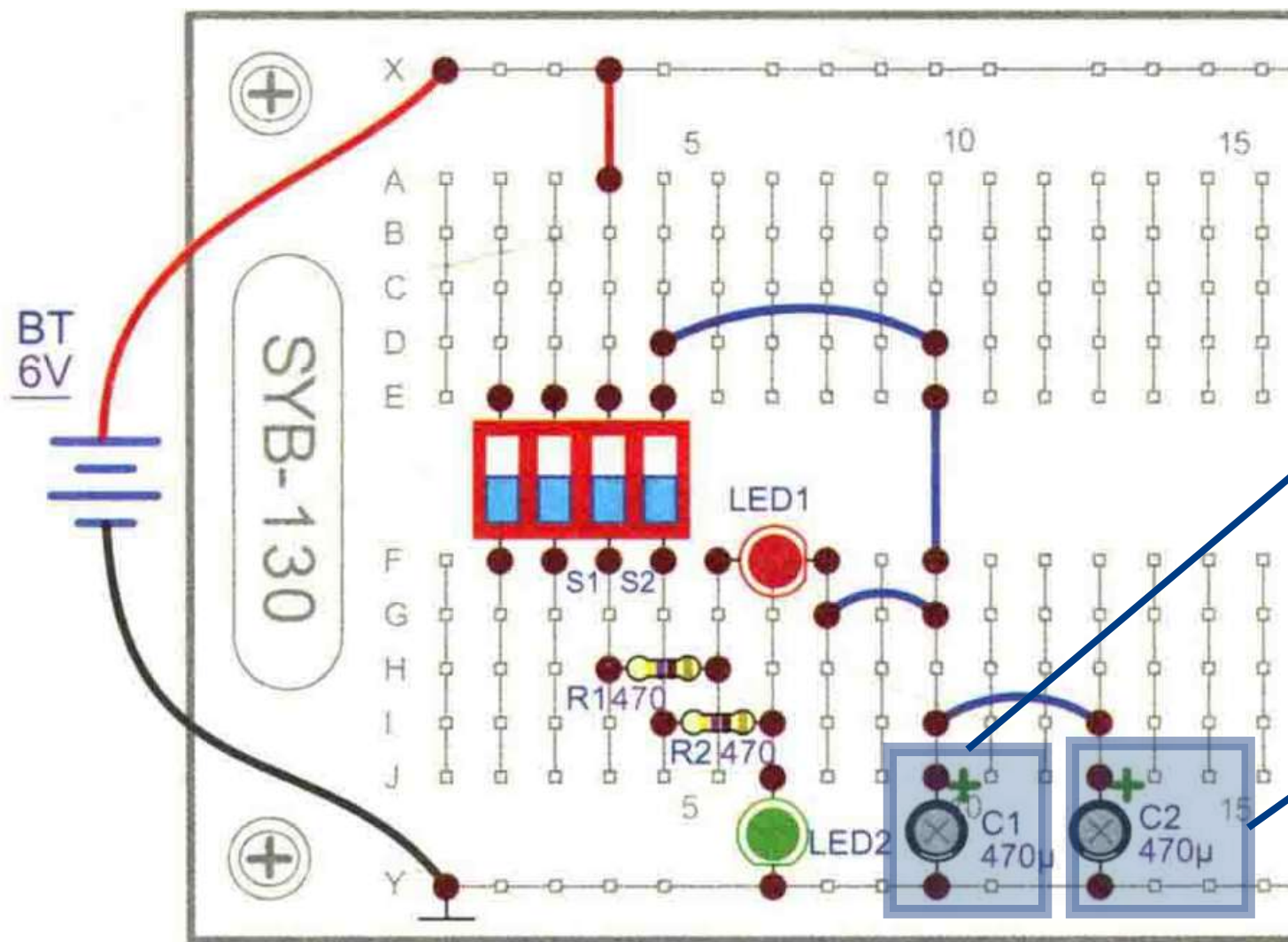


实物图



# 电容充放电显示器制作

## ■ 装配图



2个电解电容  
长引脚为正极  
短引脚为负极

470uf  
(正极)  
在左

长引脚  
(正极)  
在上



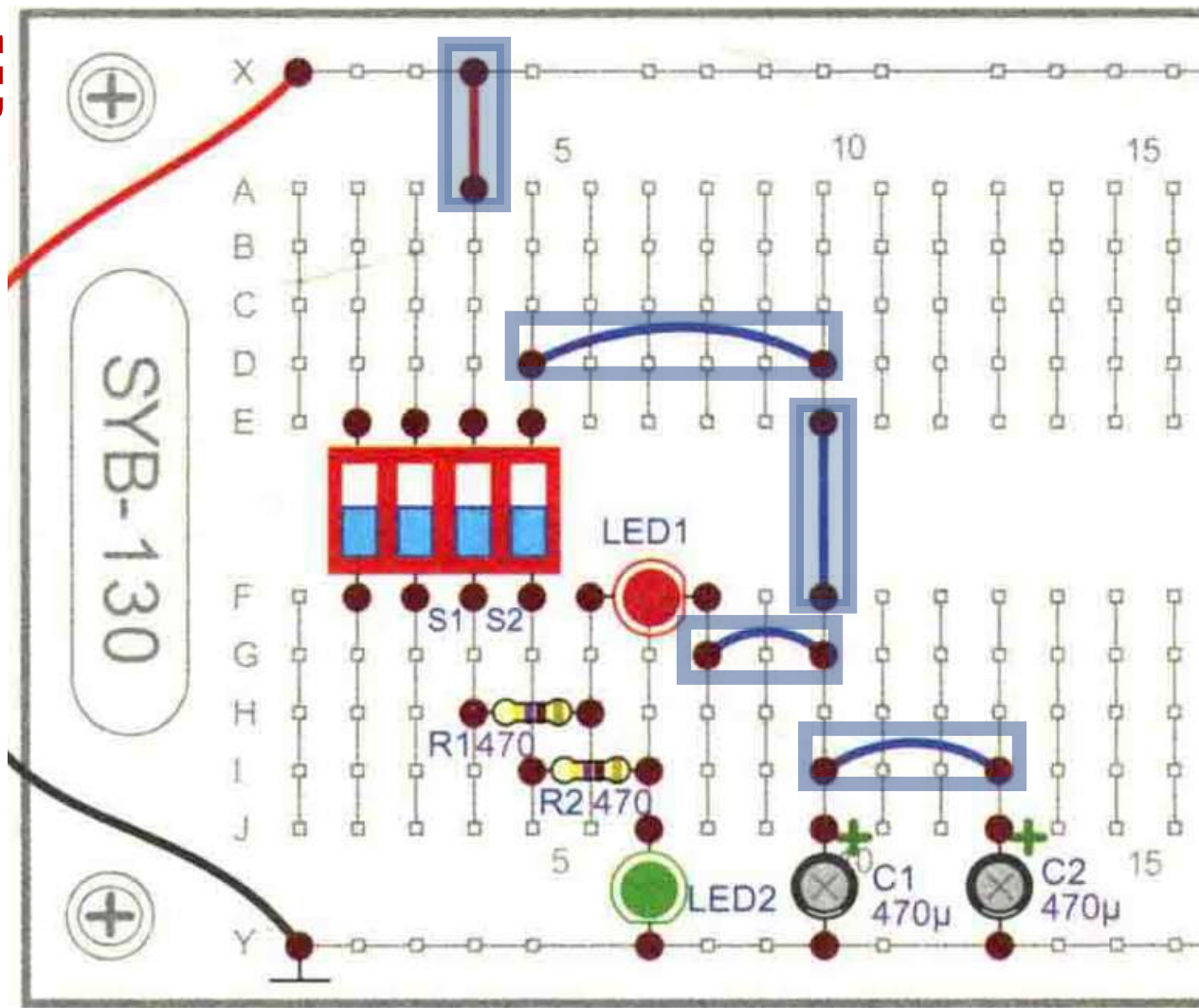
# 元器件基础

## ■ 导线



导线实物图

5根导线



装配图

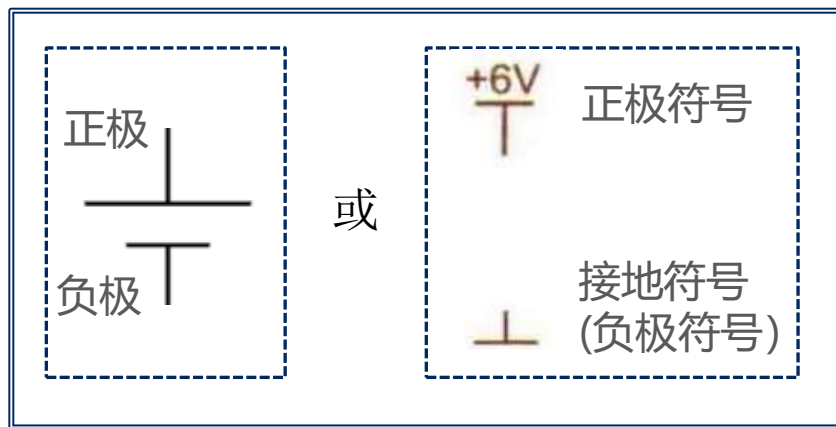


# 元器件基础

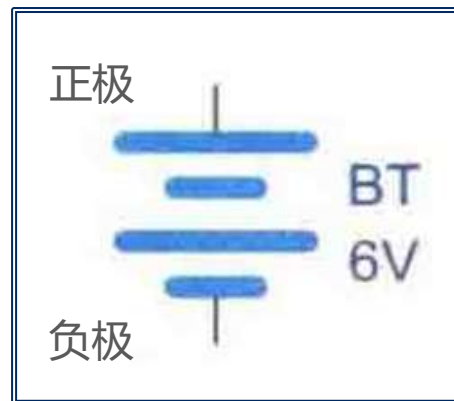
## ■ 电源

- 电池盒+1.5V电池4节

**注：单节电池有凸起侧为正极，平整侧为负极。  
装入电池盒时负极与弹簧相连。**



原理图



装配图



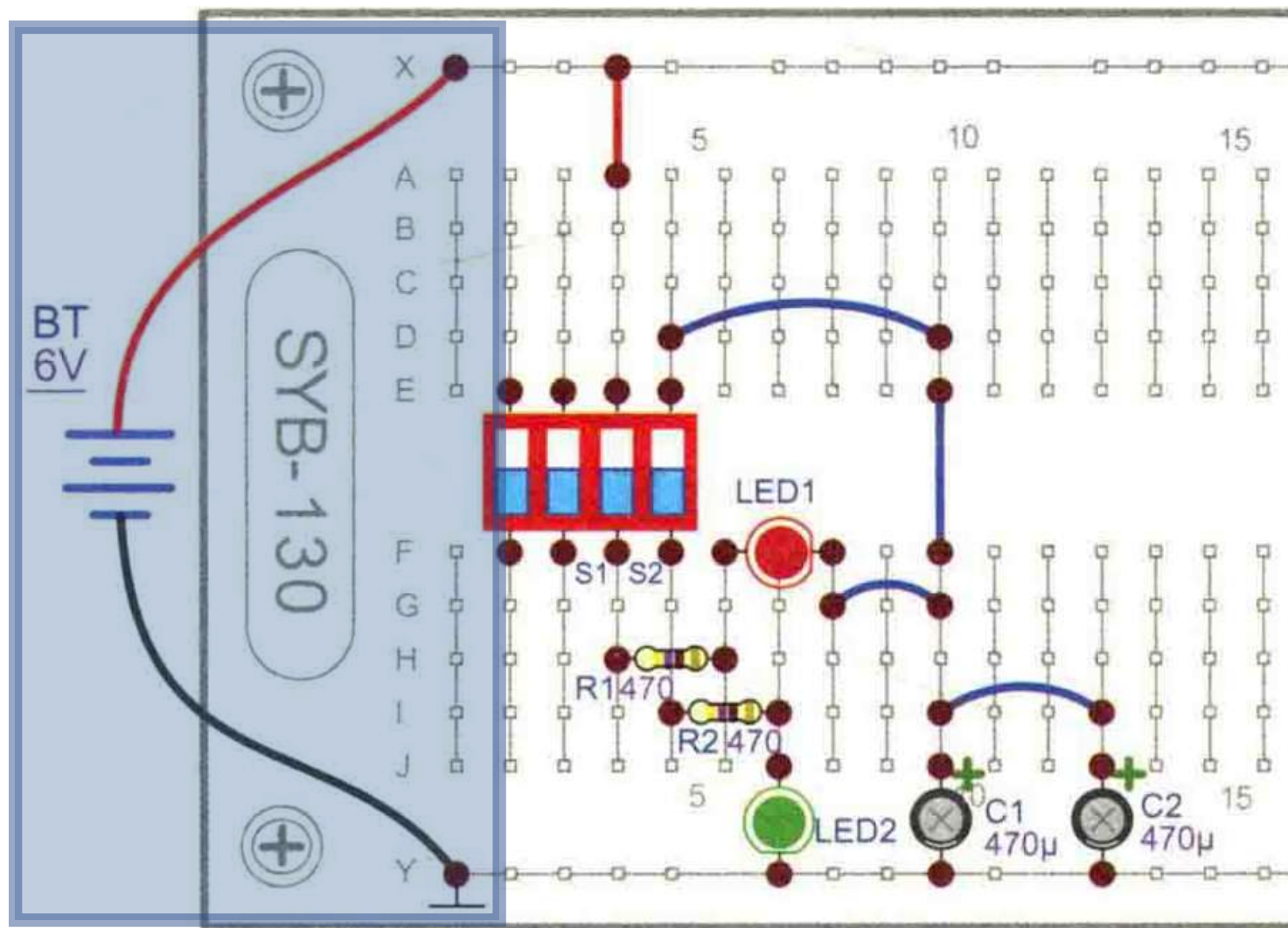
实物图





# 电容充放电显示器制作

## ■ 装配图



电池  
红线在上  
黑线在下



**03**

## **电容及电路原理**





# 元器件基础

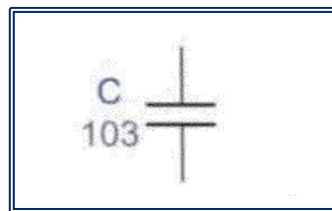
## ■ 电容

- 能够储存电荷和电能。其储存的电荷量与电容两端的电压成正比，即 $Q=CV$ 。电容越大，在相同电压下储存的电荷量越多，储存的电能也越多。
- “通交流、隔直流”，能随交流信号的不同频率而改变容抗大小。
- 电容的标准单位是F(法拉)， $1F=10^6\mu F(\text{微法})=10^{12}pF(\text{皮法})$

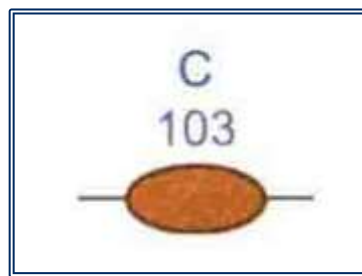
### 瓷片电容：

瓷片电容不区分正负极，目前多采用3位数字表示其容量。其中前两位表示为有效数字，第3位表示10的幂数，单位为pF(皮法)，如“103”代表 $10^4(10 \times 10^3)pF$ 。一般瓷片电容耐压值为50V

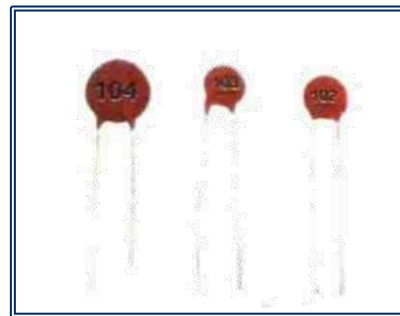
什么是pF (m, u, n, p, f)



原理图



装配图



实物图



# 元器件基础

## ■ 电容

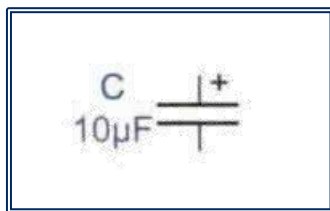
### 电解电容：

电解电容是有**极性**的，带“+”的一端是正极，另一端是负极。  
新的电解电容的引脚是1长1短，**长引脚的是正极，短引脚的是负极**。  
同时在外壳上印有“-”标记的引脚是负极。  
实验中电解电容耐压值为16V或以上。

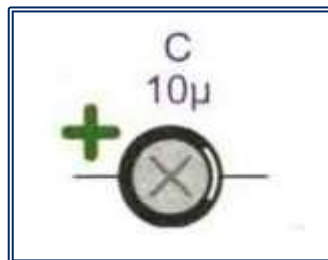
请挑出一个标有  
“470uF” 的电解电容



注意！  
接反会有安全隐患哦！



原理图



装配图



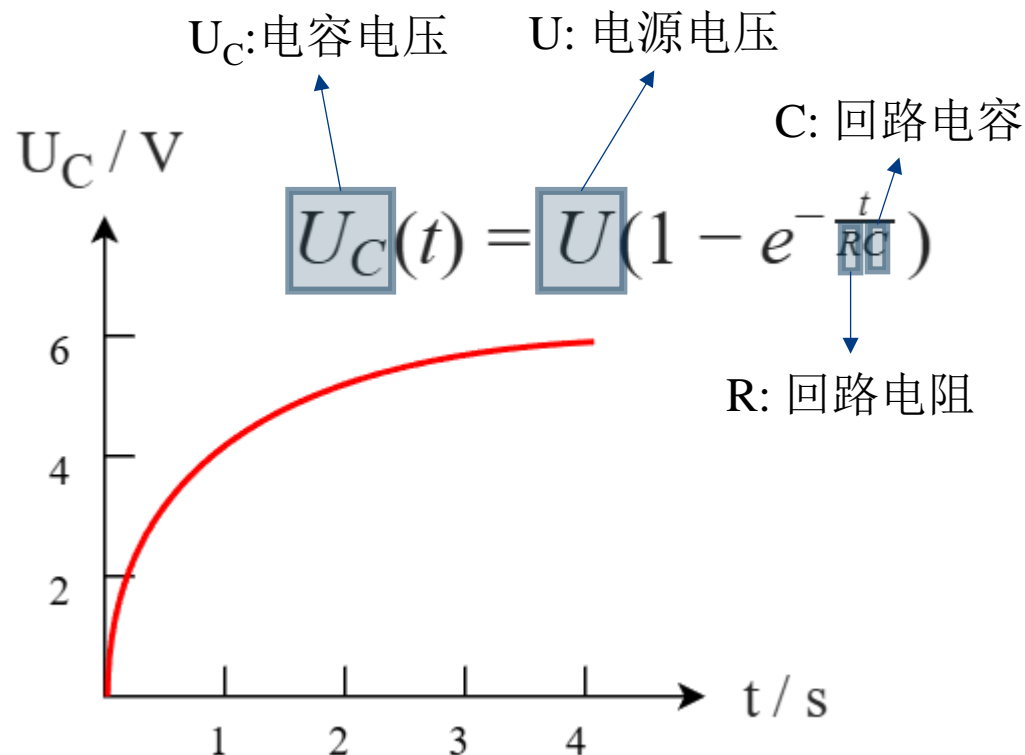
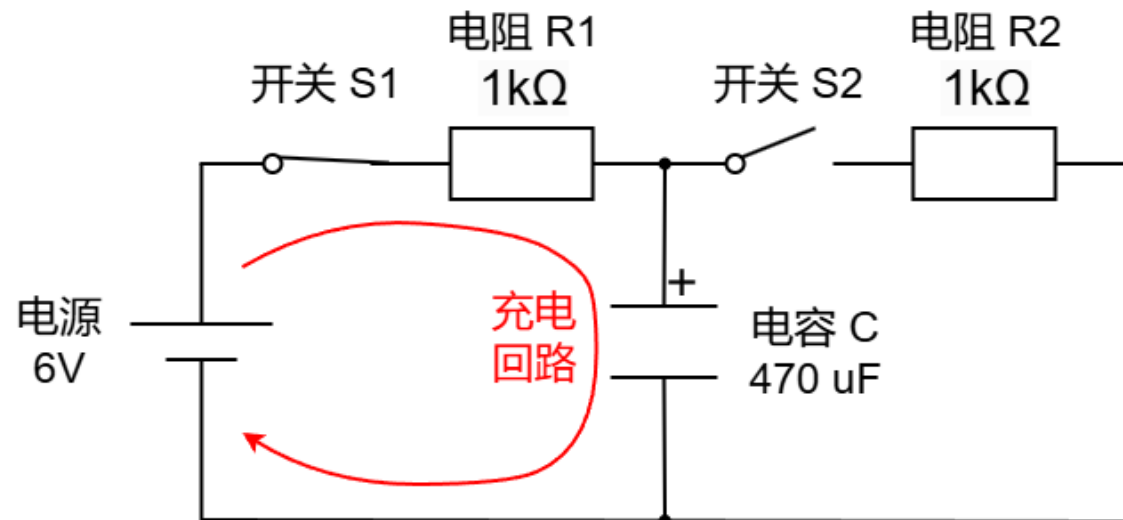
实物图





# 电容充电

## ■ RC回路

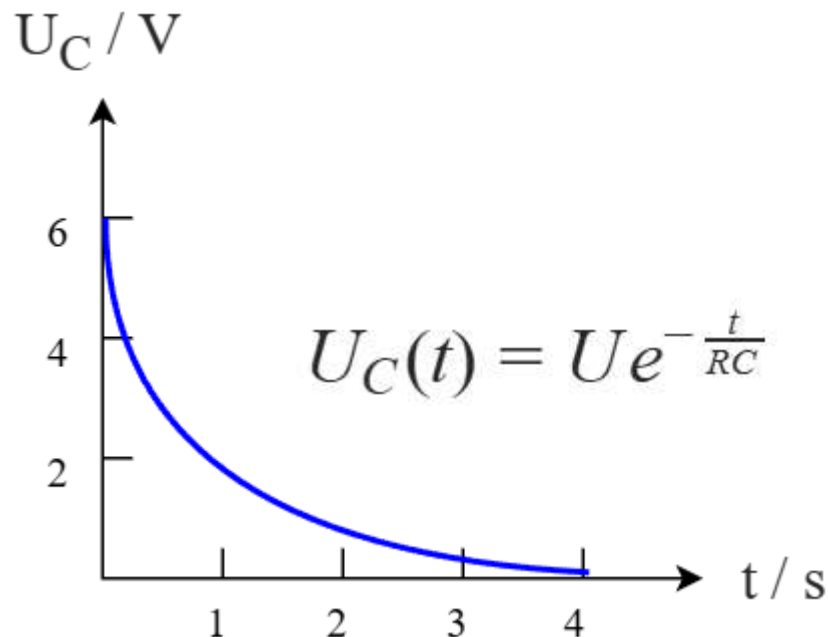
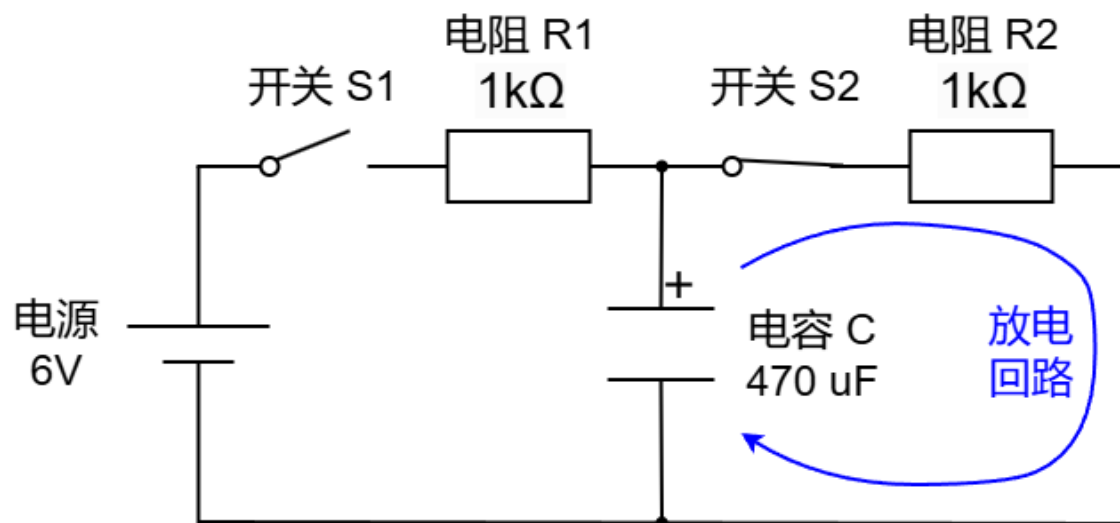


**充电过程：**当开关S1闭合，S2断开时，电容器的两个极板分别与电源的正负极相连，与电源正极相连的金属极板上的自由电子在电源电压作用下，形成电流流向与电源负极相连的金属极板。此时，与电源正极相连的金属极板失去电子逐渐积累正电荷，而与电源负极相连的金属极板获得电子逐渐积累负电荷，两金属板携带的正负电荷数始终保持大小相等，方向相反，直到极板间的电压与电源电压相等，充电结束，这个过程将电源的电能转化为电容器的电能并储存起来。



# 电容放电

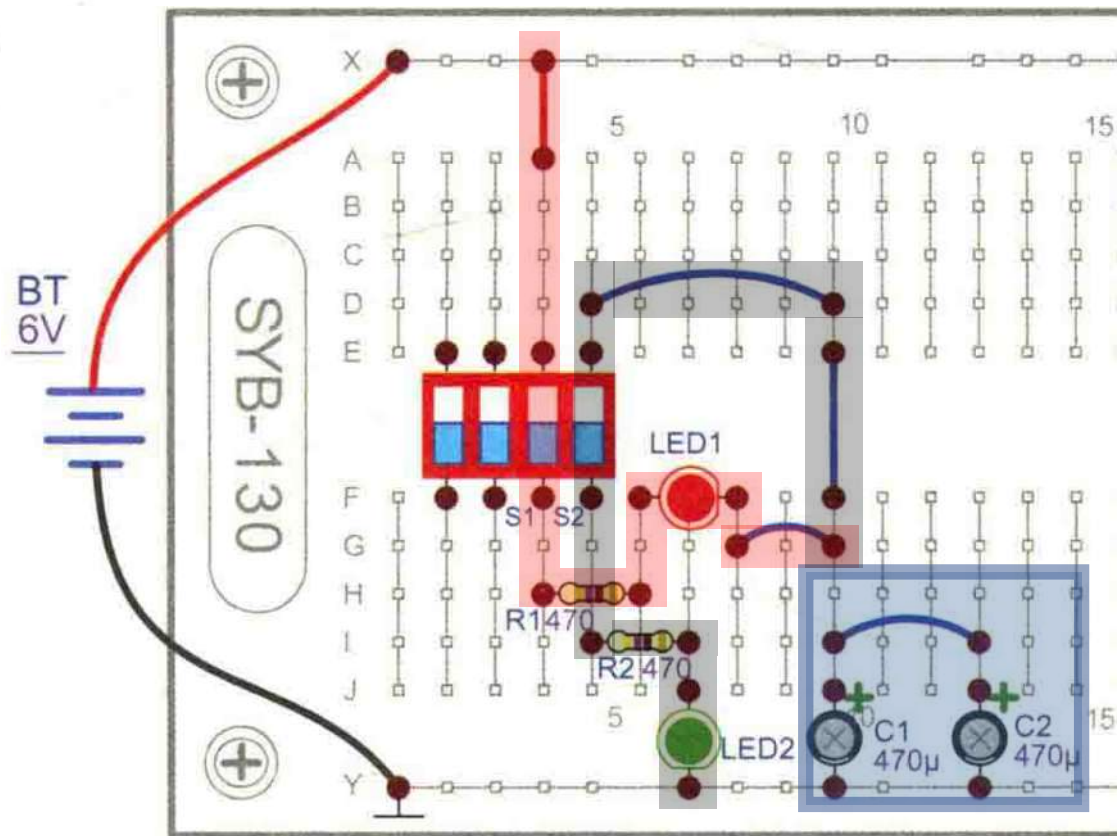
## ■ RC回路



**放电过程：**当开关S1断开，S2闭合时，由于充电后的电容器两个金属极板积累了相反的电荷，会在电路中形成电压。负电荷在电压的作用下，向带正电的金属极板上移动，形成电流，电容器开始放电，随着电荷的中和，电路中的电压差越来越小，电流越来越低，当所有电荷中和过程结束，金属板不再带电，电压减少为 0，电容器放电完毕。



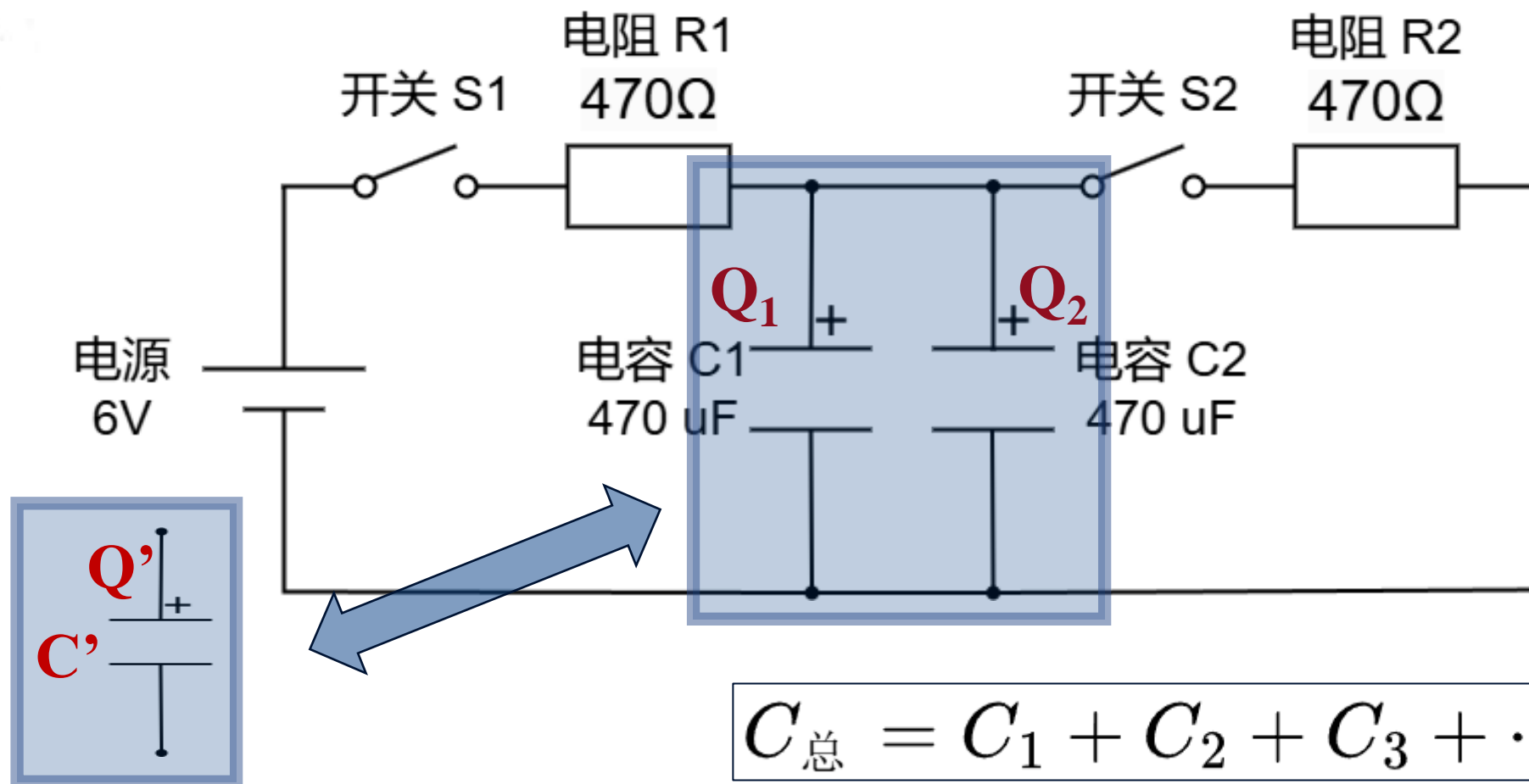
# 电路原理





# 电容并联

## ■ 电容并联



$$\begin{aligned} \textcircled{1} & V_1 = V_2 = V, \\ & C_1 = C_2 = C, \\ & Q_1 = Q_2 = CV; \\ \textcircled{2} & Q' = Q_1 + Q_2 \\ & \quad = 2CV; \\ \textcircled{3} & C' = Q' / V \\ & \quad = 2CV / V \\ & \quad = 2C \end{aligned}$$

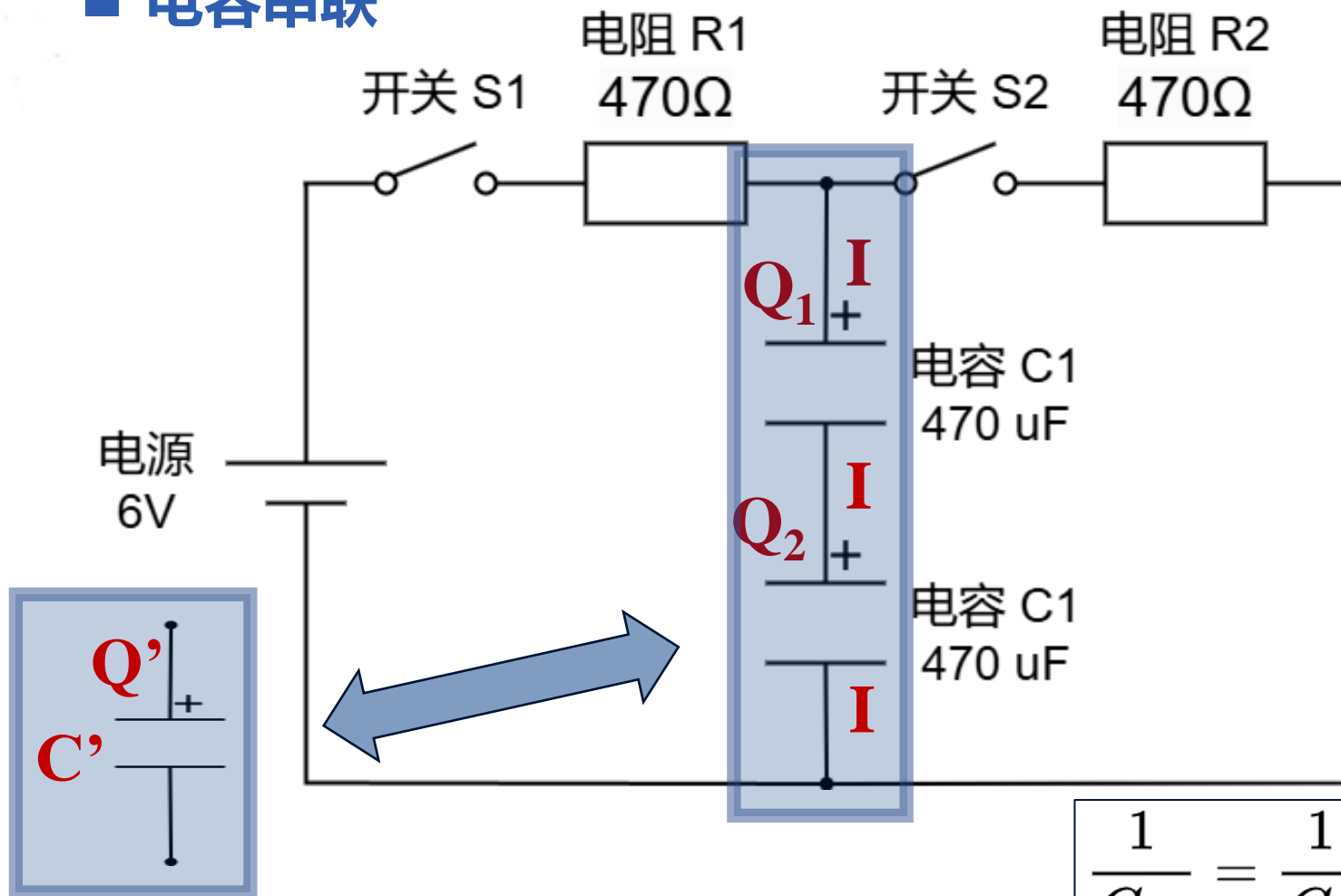
$$C_{\text{总}} = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_n$$





# 电容串联

## ■ 电容串联



$$Q = CV = It$$

- ①同一支路I相同,  
 $Q_1 = Q_2 = It$   
 $= C_1 V_1 = C_2 V_2$ ;
- ② $C_1 = C_2 = C$ 时,  
 $V_1 = V_2 = 0.5V$ ;
- ③ $Q' = Q_1 = Q_2$   
 $= 0.5 CV$ ,  
 $C' = Q' / V$   
 $= 0.5CV / V$   
 $= 0.5C$

$$\frac{1}{C_{\text{总}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}$$



# 谢谢

## THANK YOU



芯创讲师团

复旦大学集成电路与微纳电子创新学院