



芯创讲师团
复旦大学微电子学院

面包板电子实践

——逻辑门电路

复旦大学 芯创讲师团

2025年4月



01

逻辑与逻辑门





基本逻辑运算

■ 二值逻辑

- 0: 假的, 错的
太阳西升东落; $1+1=3$; 狗是一种植物
- 1: 真的, 对的
太阳东升西落; $1+1=2$; 狗是一种动物
- 二值逻辑不可比较。1和0仅代表真与假, 不代表数值大小。



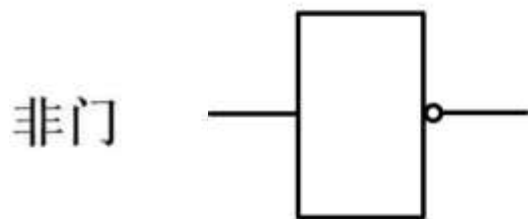
基本逻辑运算

■ 非

- $Y = \bar{A}$
- A 为假时 Y 为真, A 为真时 Y 为假
- 例:
太阳东升西落 \rightarrow 太阳不是东升西落
 $1 + 1 = 3 \quad \rightarrow \quad 1 + 1 \neq 3$

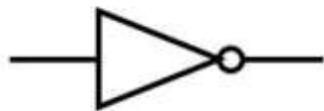
A	Y
0	1
1	0

非门真值表

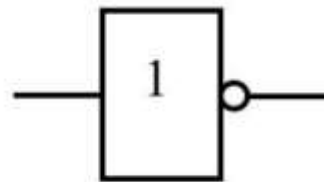


非门

旧符号



美、日常用符号



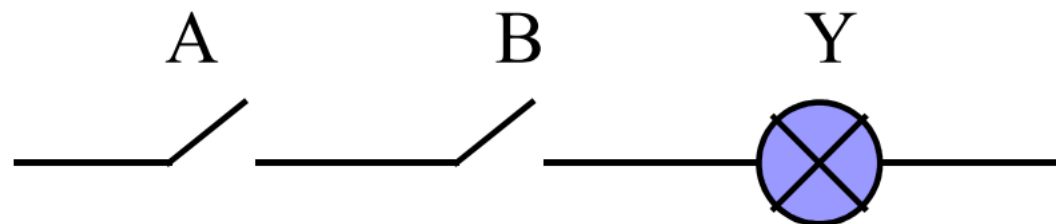
国标符号
GB4728. 12-85



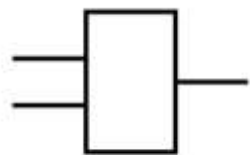
基本逻辑运算

■ 与

- $Y = A \cdot B$
- A 和 B **同时**为真, Y 方为真
- 例:
太阳西升东落的同时.....



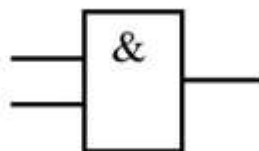
与门



旧符号



美、日常用符号



国标符号
GB4728. 12-85

A	B	$Y = A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

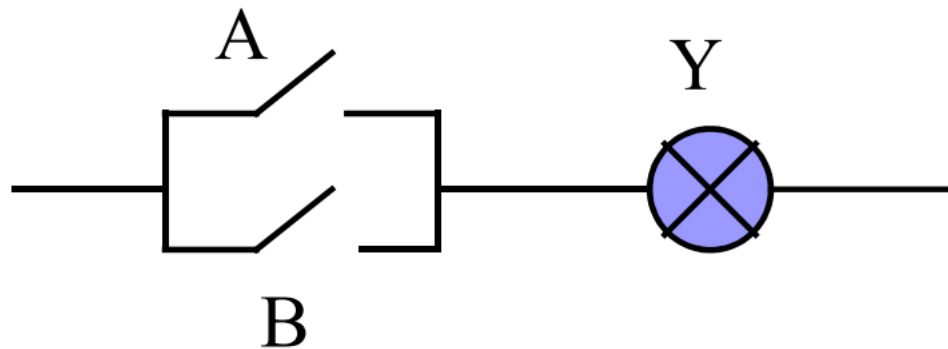
与门真值表



基本逻辑运算

■ 或

- $Y = A + B$
- A 和 B **有一个**为真， Y 即为真
- 例：
狗是一种动物，或者.....



A	B	$Y = A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

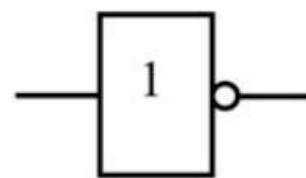
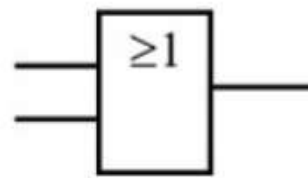
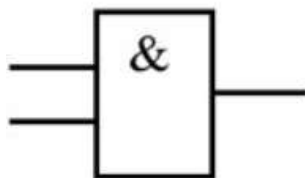
或门真值表



基本逻辑运算

■ 与或非的组合

- 与: $Y = A \cdot B = AB$
- 或: $Y = A + B$
- 非: $Y = \bar{A}$
- 优先级: 非、与、或, 有括号优先算括号



■ 练习: 画出以下逻辑函数对应的逻辑电路

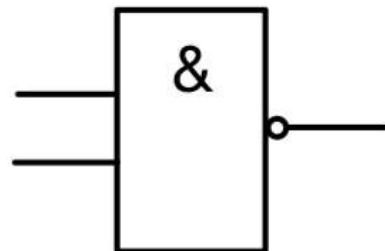
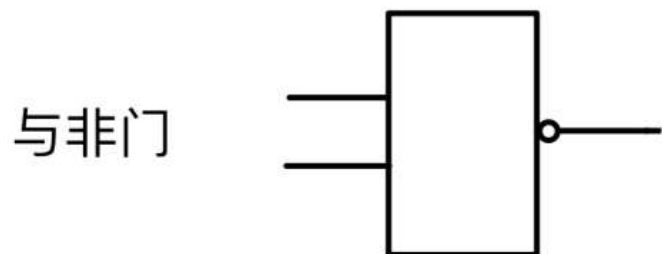
- $Y = (A + B)C$
- $Y = A + BC$
- $Y = \overline{AB}$
- $Y = \bar{A} \bar{B}$



复合逻辑运算

■ 与非

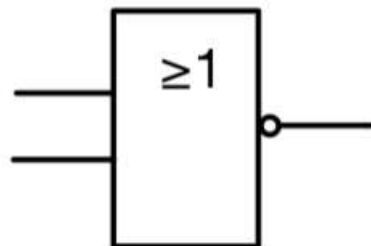
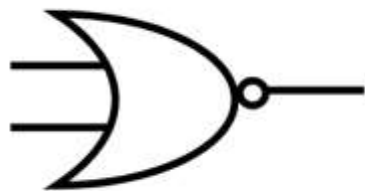
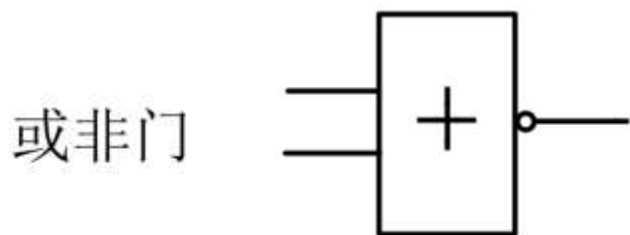
- 先与后非, $Y = \overline{AB}$



思考:
请画出与非门、或非门真值表

■ 或非

- 先或后非, $Y = \overline{A + B}$



思考:
如何用与非门
实现非、与、
或、或非逻辑

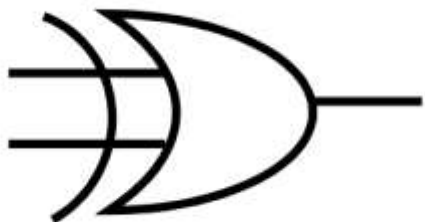
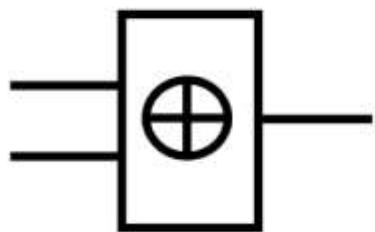


复合逻辑运算

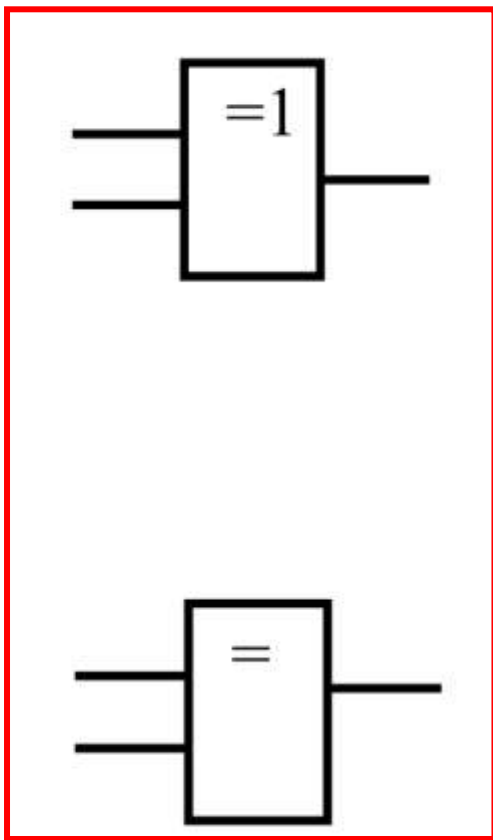
■ 异或

- AB相反才为真, $Y = A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$

异或门



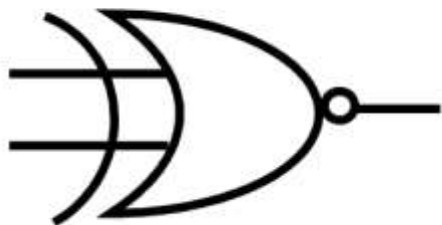
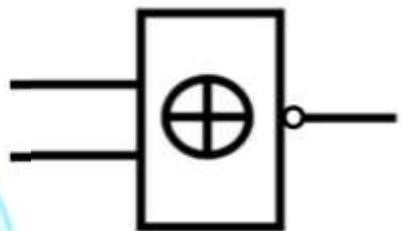
思考:
请画出异或门、同或门真值表



■ 同或

- AB相同才为真, $Y = A \odot B = \overline{\bar{A}B + A\bar{B}}$

同或门





逻辑代数基本定理（运算律）

1. 变量与常量的运算 $A \cdot 0 = 0$ $A + 1 = 1$
2. 等幂律: $A \cdot 1 = A$ $A + 0 = A$
 $A \cdot A = A$ $A + A = A$
3. 互补律: $A \cdot \bar{A} = 0$ $A + \bar{A} = 1$
4. 自反律: $\bar{\bar{A}} = A$
5. 交换律: $A \cdot B = B \cdot A$ $A + B = B + A$
6. 结合律: $A \cdot (BC) = (AB) \cdot C$ $A + (B + C) = (A + B) + C$
7. 分配律: $A \cdot (B + C) = AB + AC$ $A + BC = (A + B)(A + C)$
8. 反演律: $\overline{AB} = \bar{A} + \bar{B}$ $\overline{A + B} = \bar{A} \bar{B}$

■ 证明方法

- 公式法
- 枚举法（真值表）

思考：
如何用与非门
实现非、与、
或、或非逻辑



02

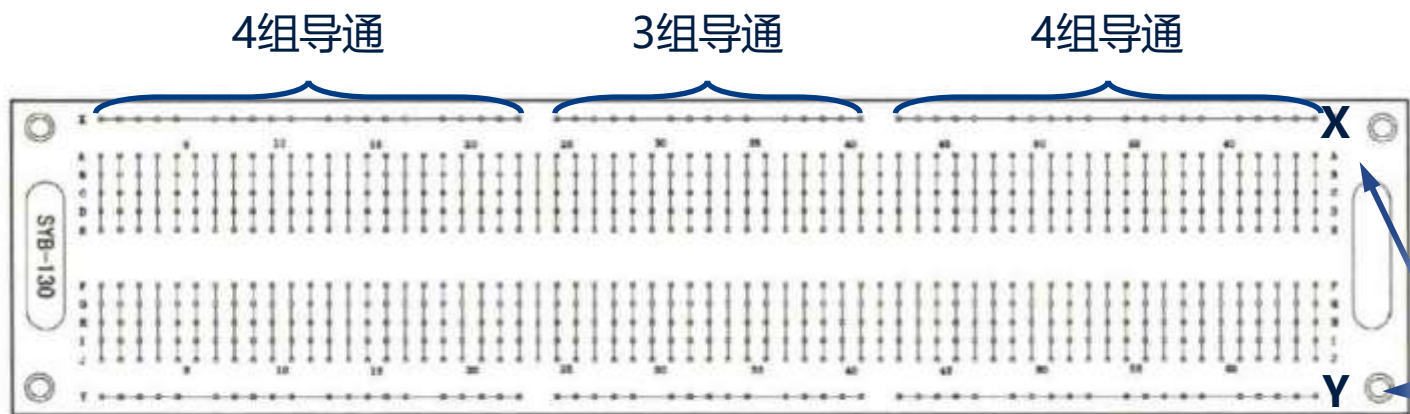
面包板入门
——小灯泡电路制作



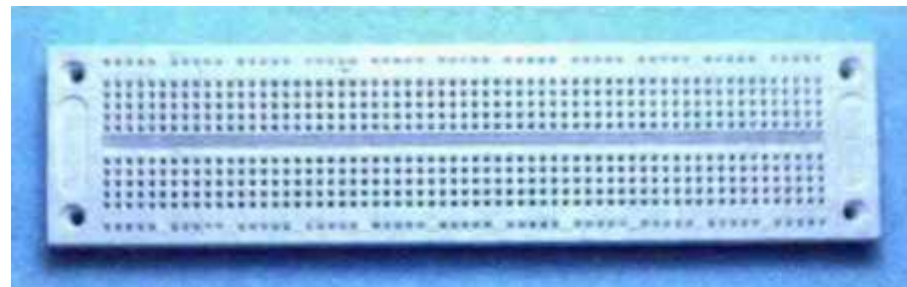
元器件基础

■ 面包板

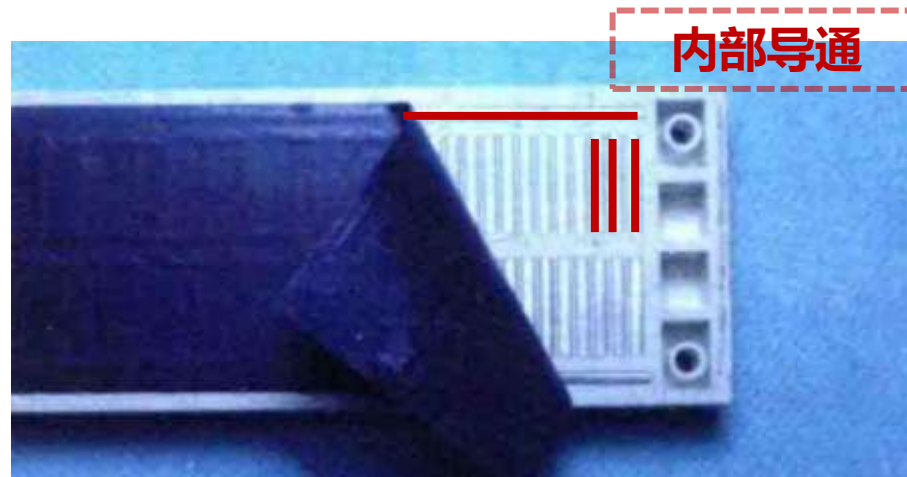
- 面包板是一种**多用途的万能实验板**，可以将小功率的常规电子元器件直接插入，搭接出各式各样的实验电路。
- 元器件可以**反复插接、重复使用**，便于**电路调试、元件调换**，非常适合初学电子技术的用户使用。



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

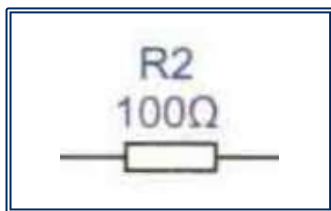
请挑出一个1K、100K电阻

- **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**。

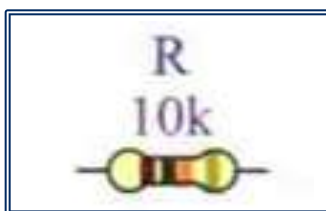
四色环：前两环分别代表阻值的两位有效数，第三环代表10的幂数，第四环代表误差。

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” = 100Ω 电阻，误差 $\pm 1\%$



原理图



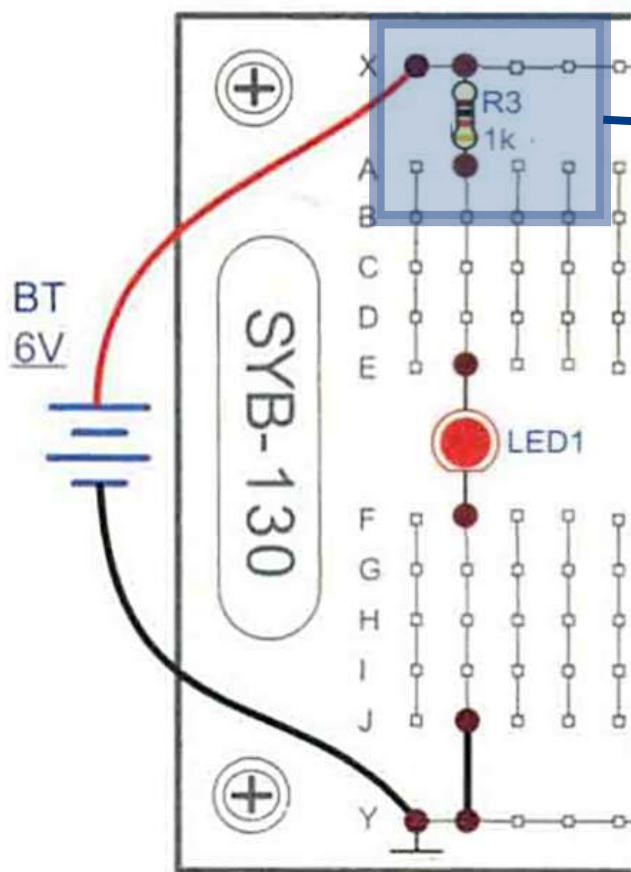
装配图



实物图

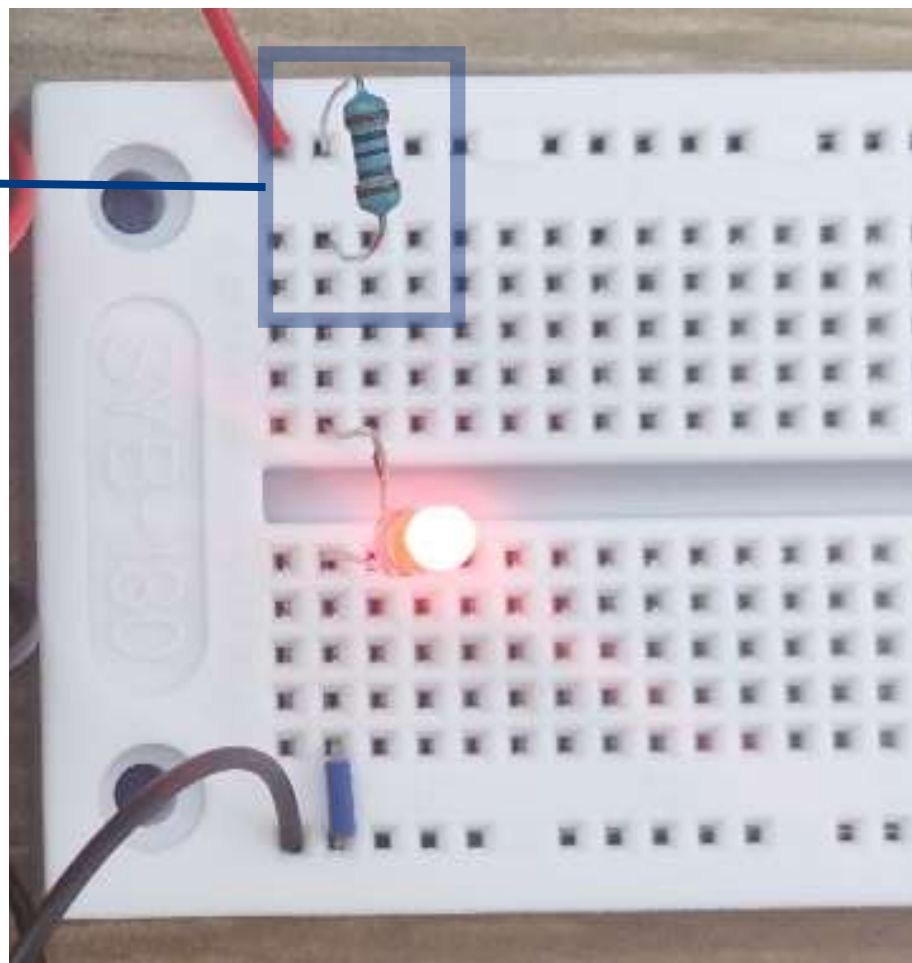


小灯泡发光电路制作



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



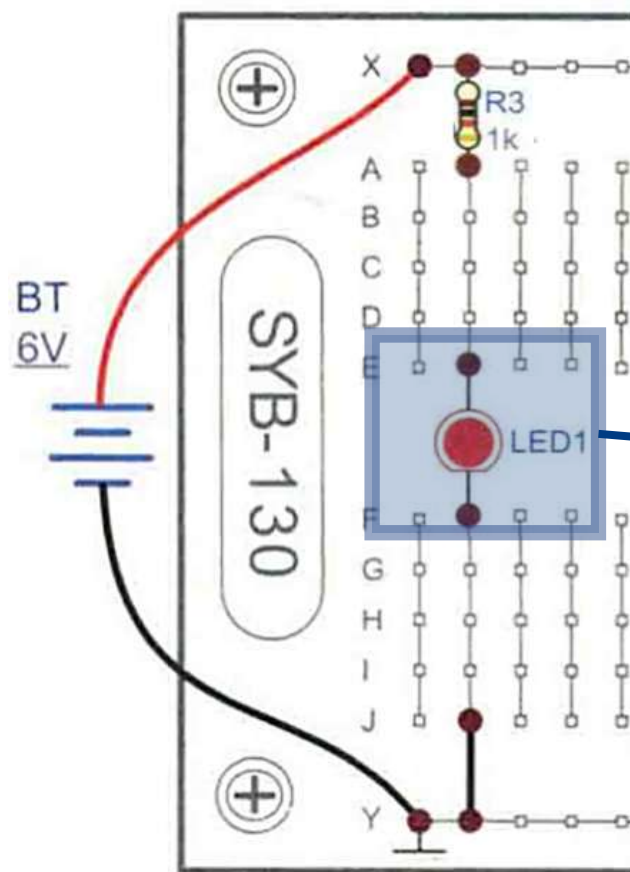
装配图



实物图

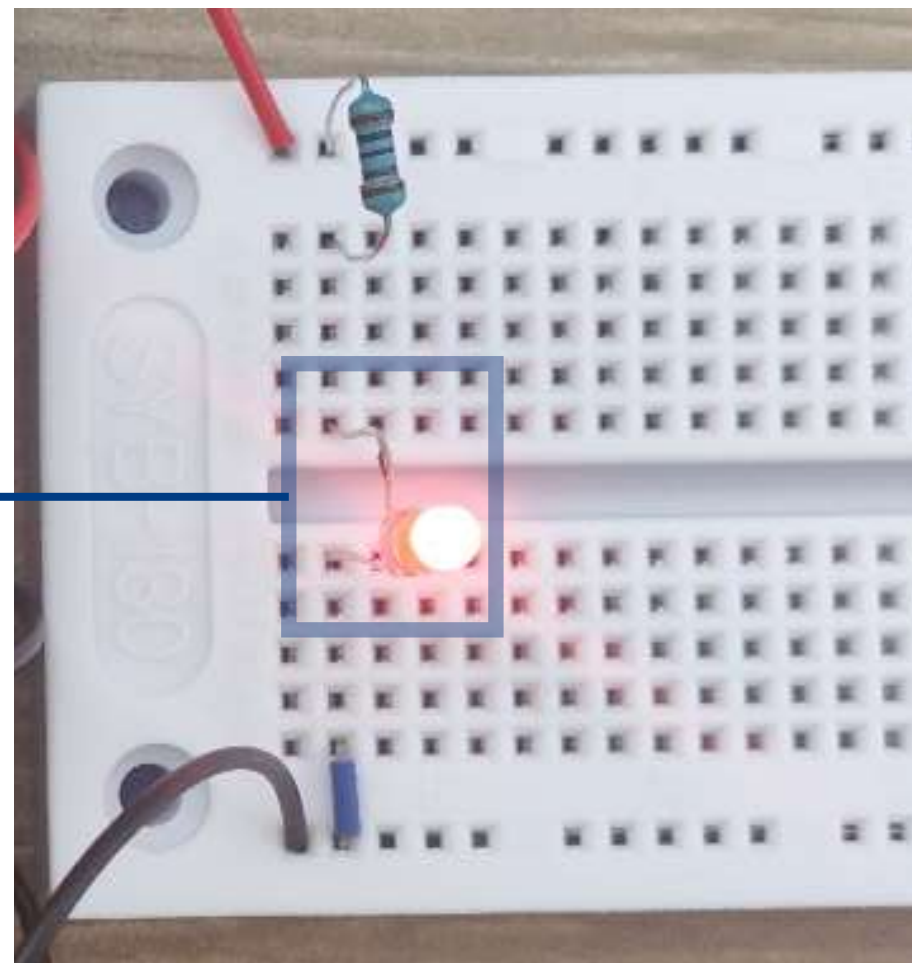


小灯泡发光电路制作



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

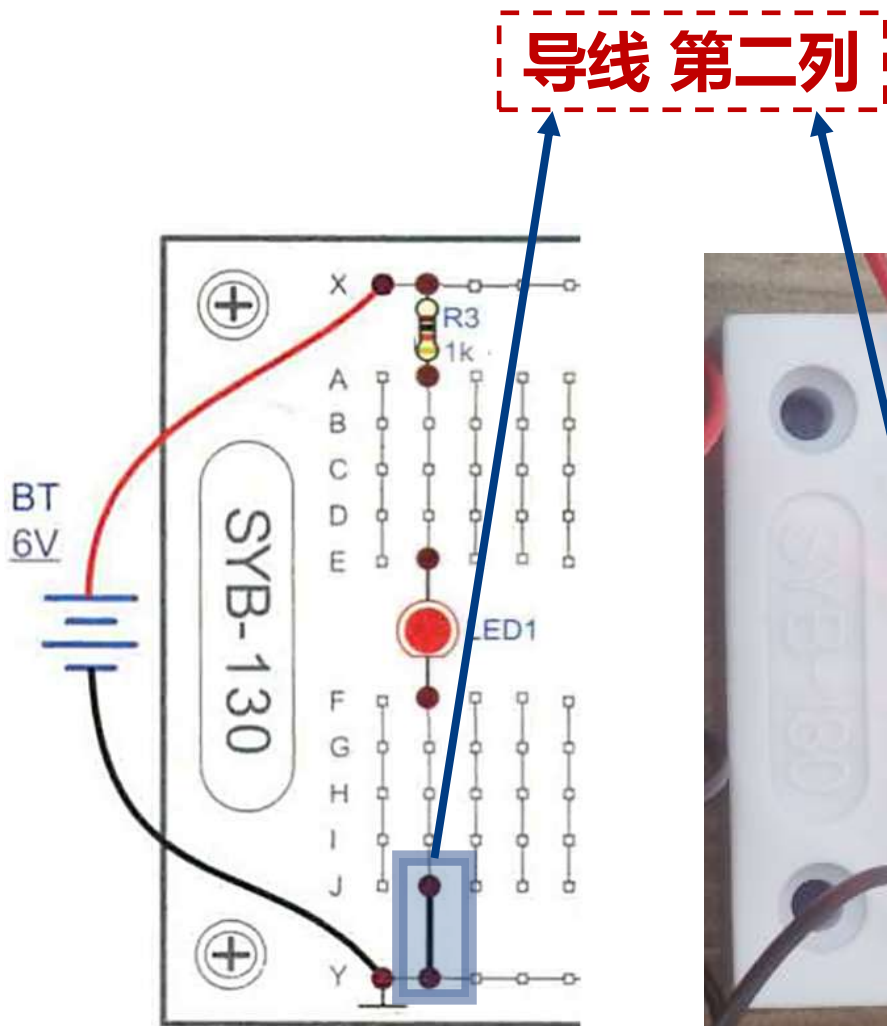


元器件基础

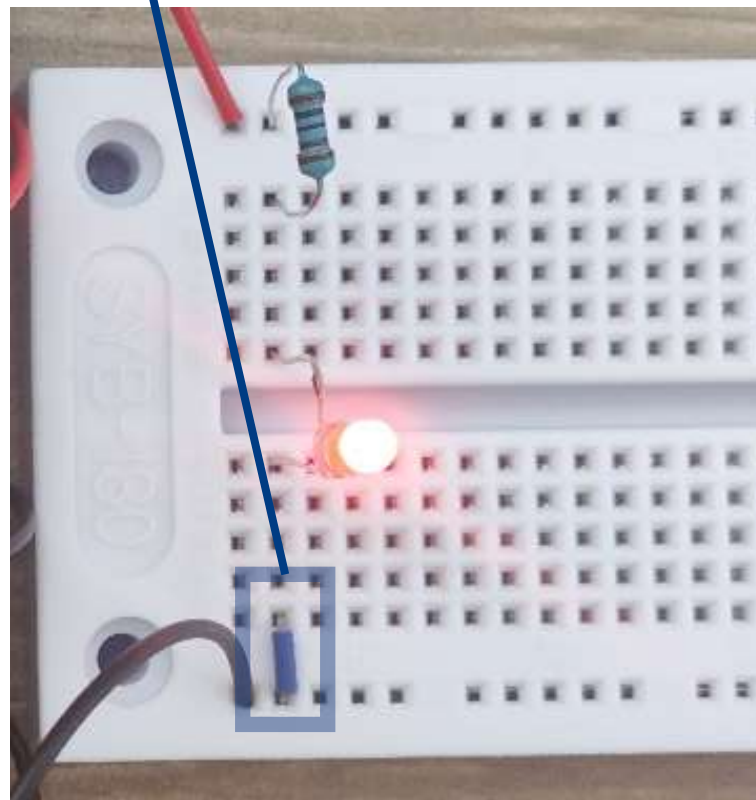
■ 导线



导线实物图



小灯泡电路装配图



小灯泡电路实物图

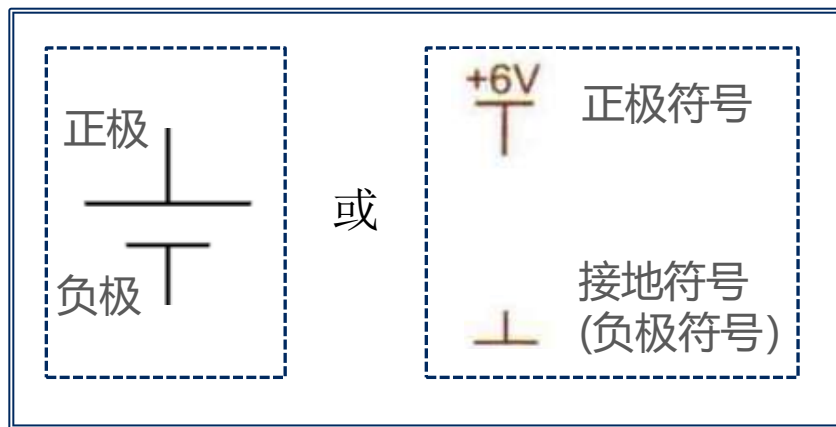


元器件基础

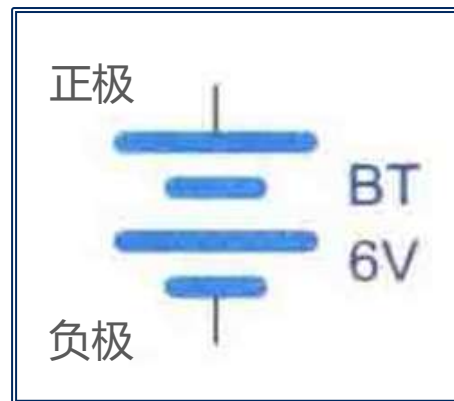
■ 电源

- 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



03

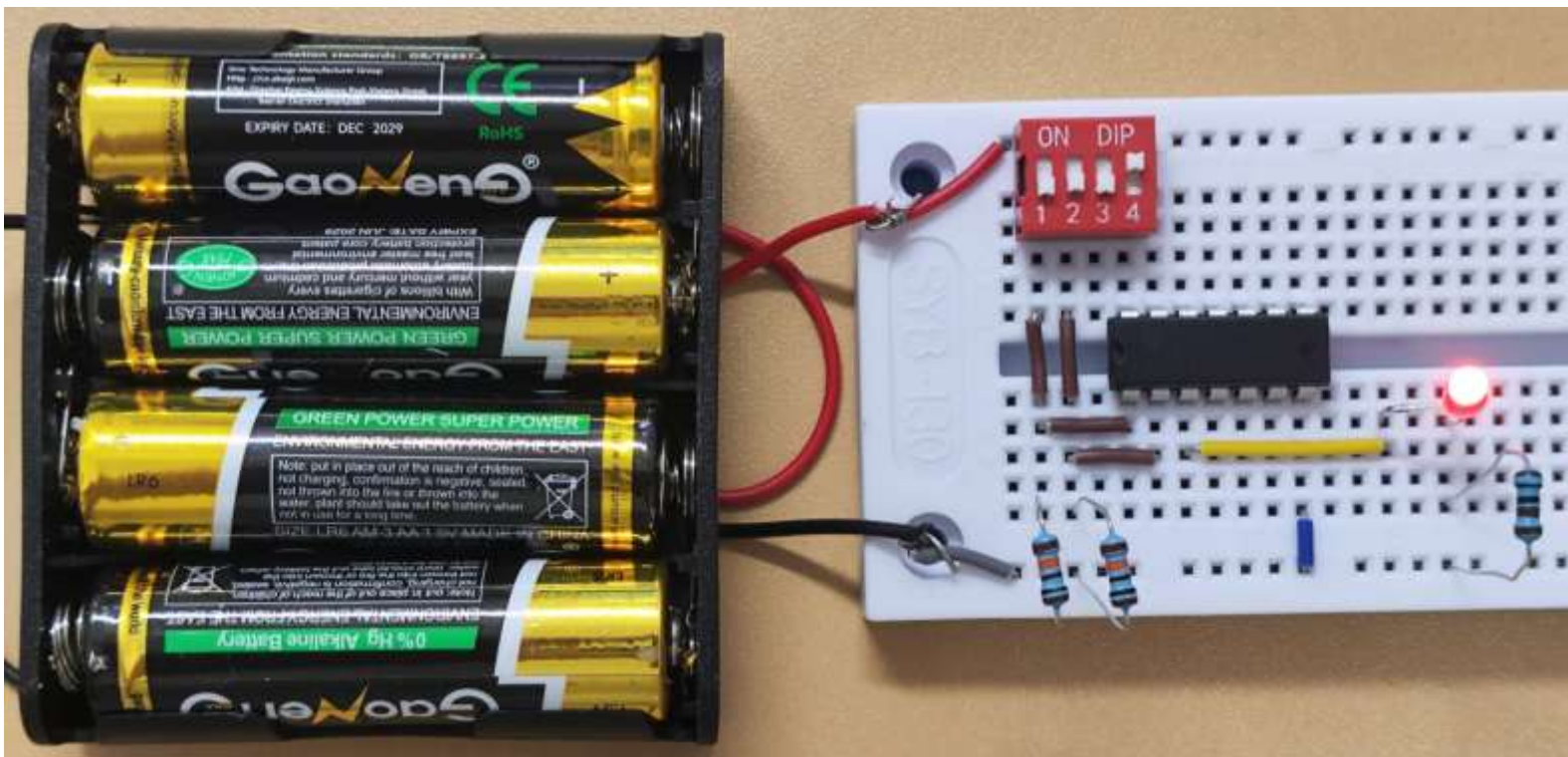
逻辑门电路实验





实验简介

- 逻辑门实验：在本实验中，利用4011集成电路中的4个与非门分别实现非门、与门、或门、或非门的效果。【拓展实验：可利用4069集成电路中的6个非门，与4011集成电路一起实现异或门、同或门的效果。】



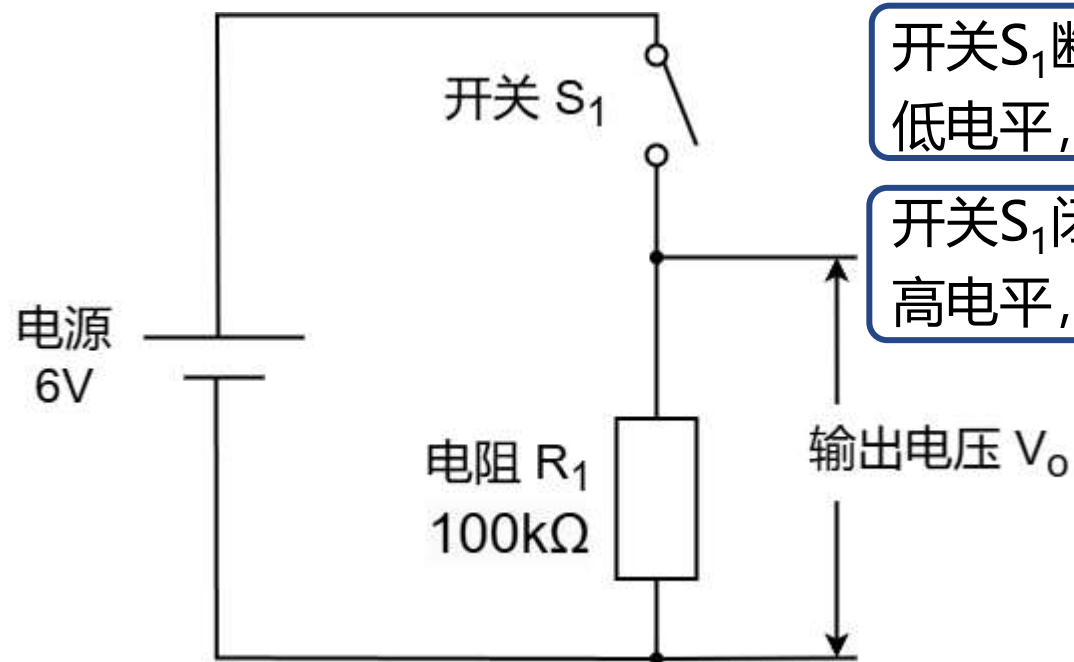
与非门电路实物图



电路中的0和1

■ 面包板电路中的0和1

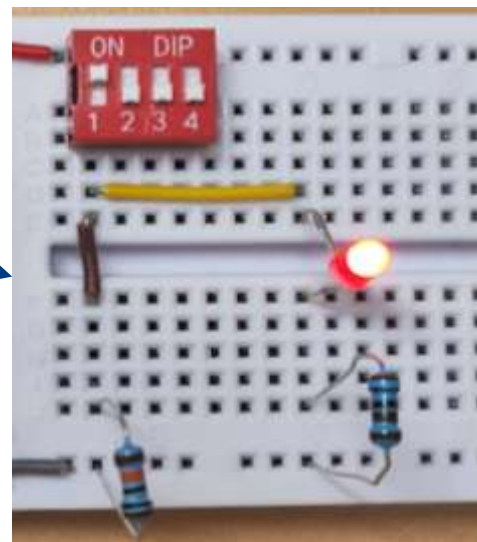
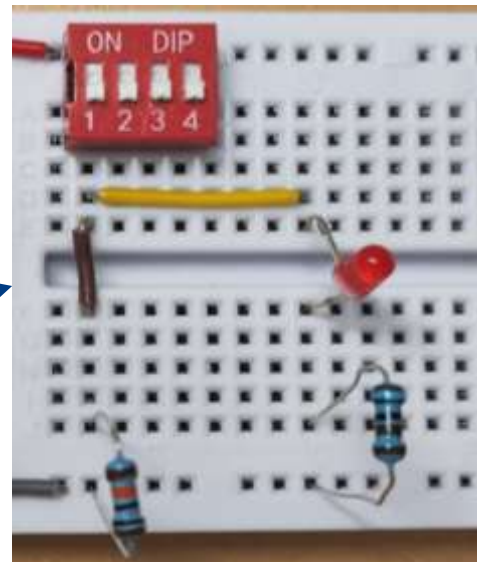
- 0: 低电平, 电压接近于0V。
- 1: 高电平, 电压接近于电源电压。



面包板电路中的0和1

开关 S_1 断开时, V_0 为0V,
低电平, 逻辑值为0;

开关 S_1 闭合时, V_0 为6V,
高电平, 逻辑值为1。





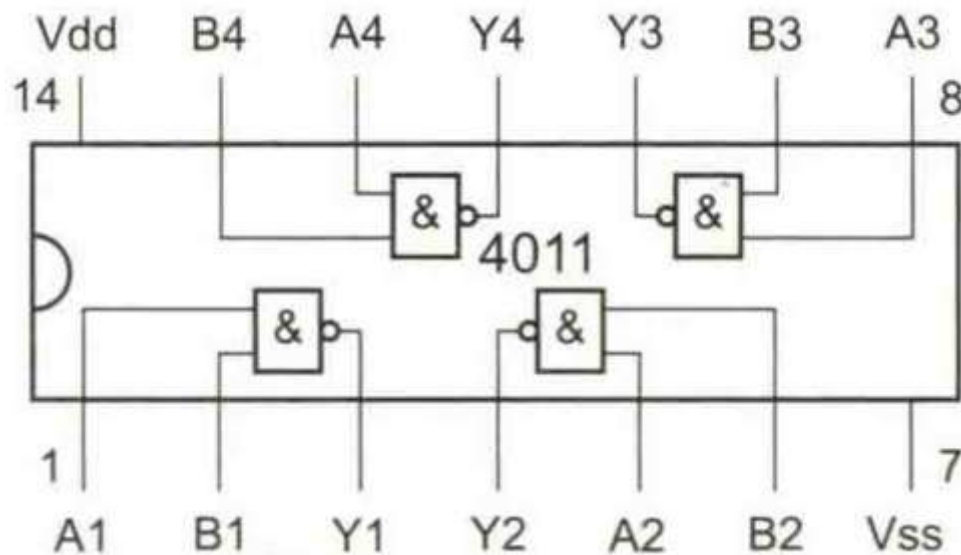
4011 集成电路

■ 4011集成电路(芯片)

- 引脚的识别顺序是**将芯片正面摆放，有缺口的一端在左边，左下端的引脚为第1脚，按逆时针方向依次编号**，最终左上端的是最后一个引脚,该引脚也是集成电路的电源正极。右下端的引脚是集成电路的电源负极。



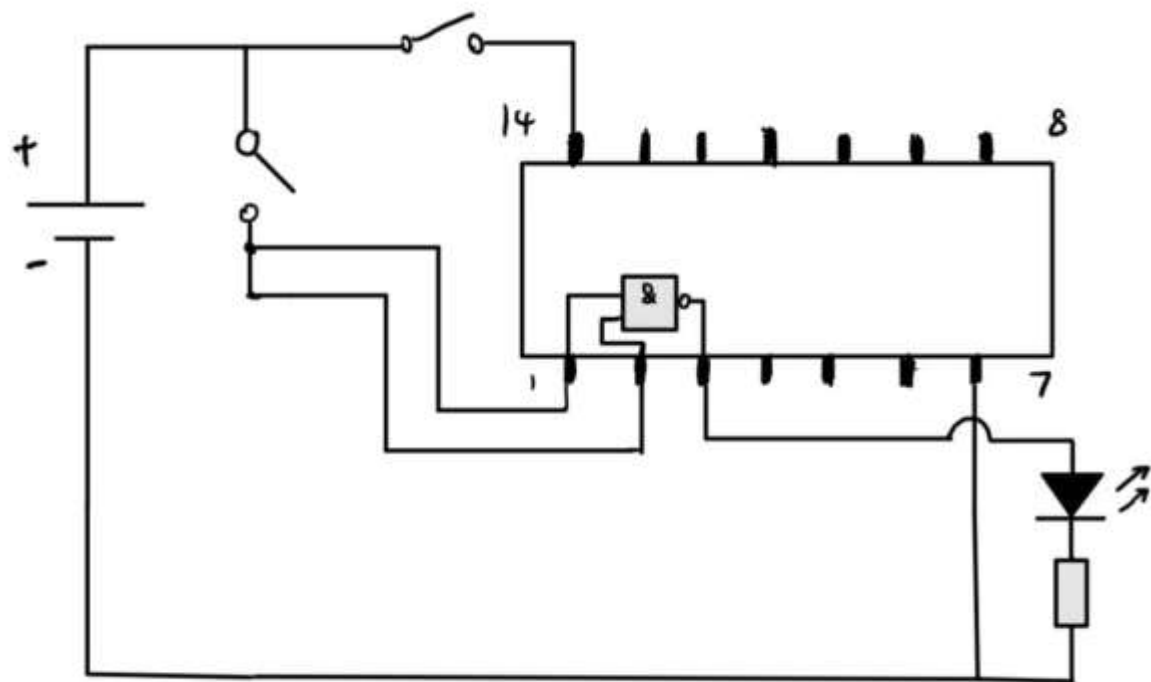
4011集成电路实物图



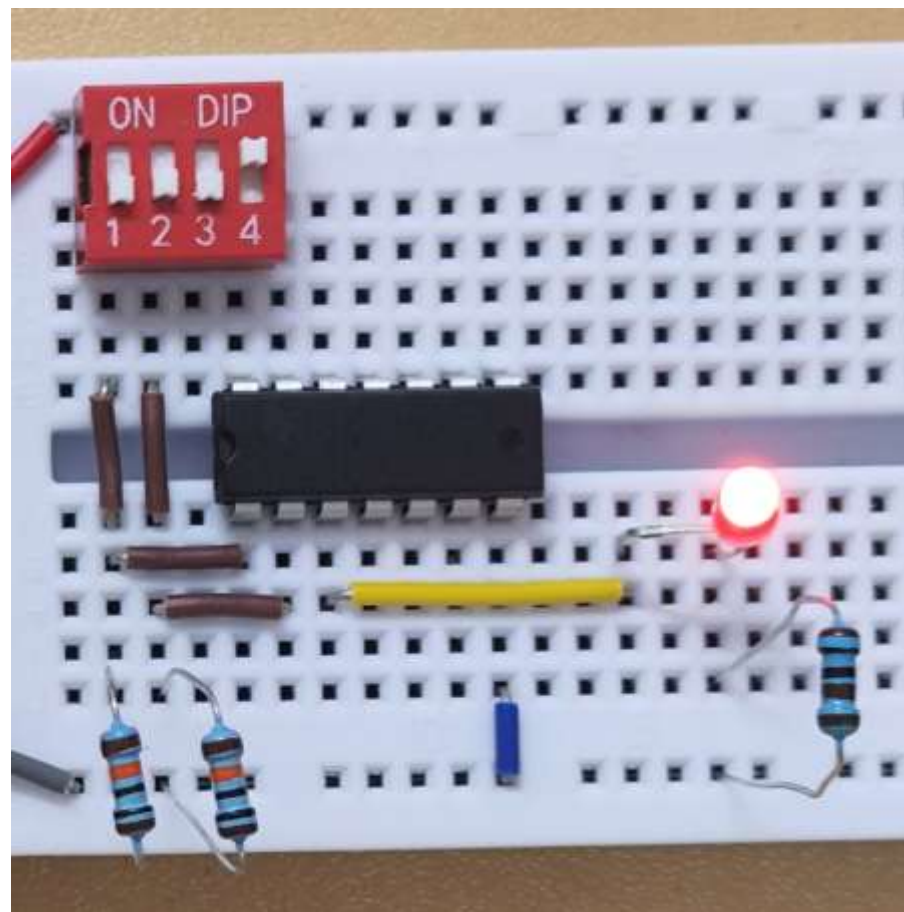
4069集成电路内部原理图



实验1 与非门



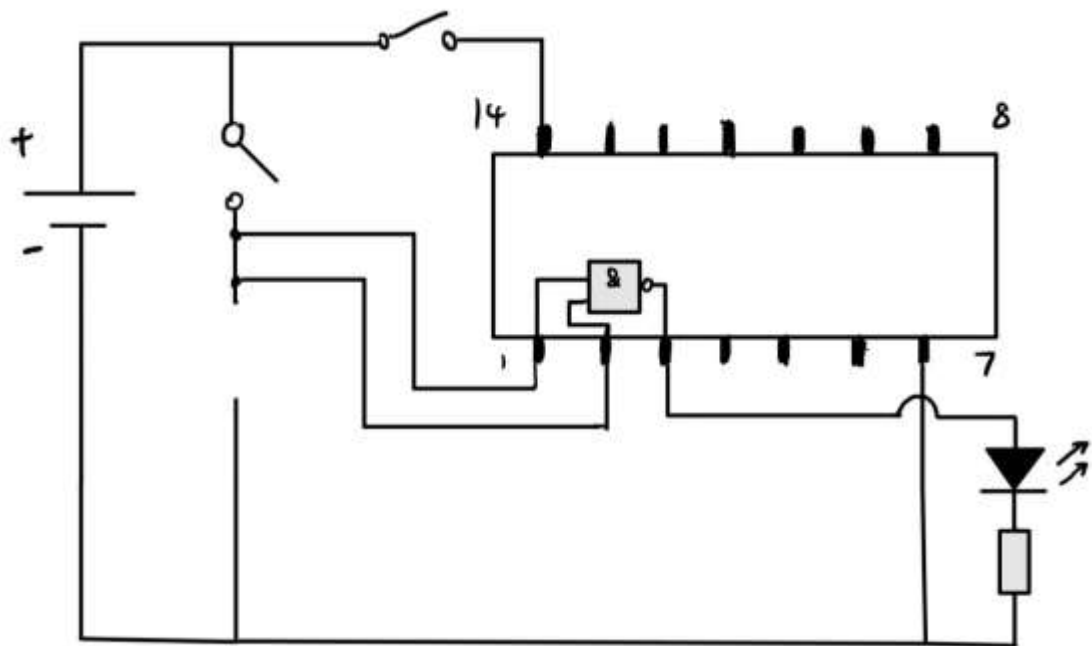
原理图



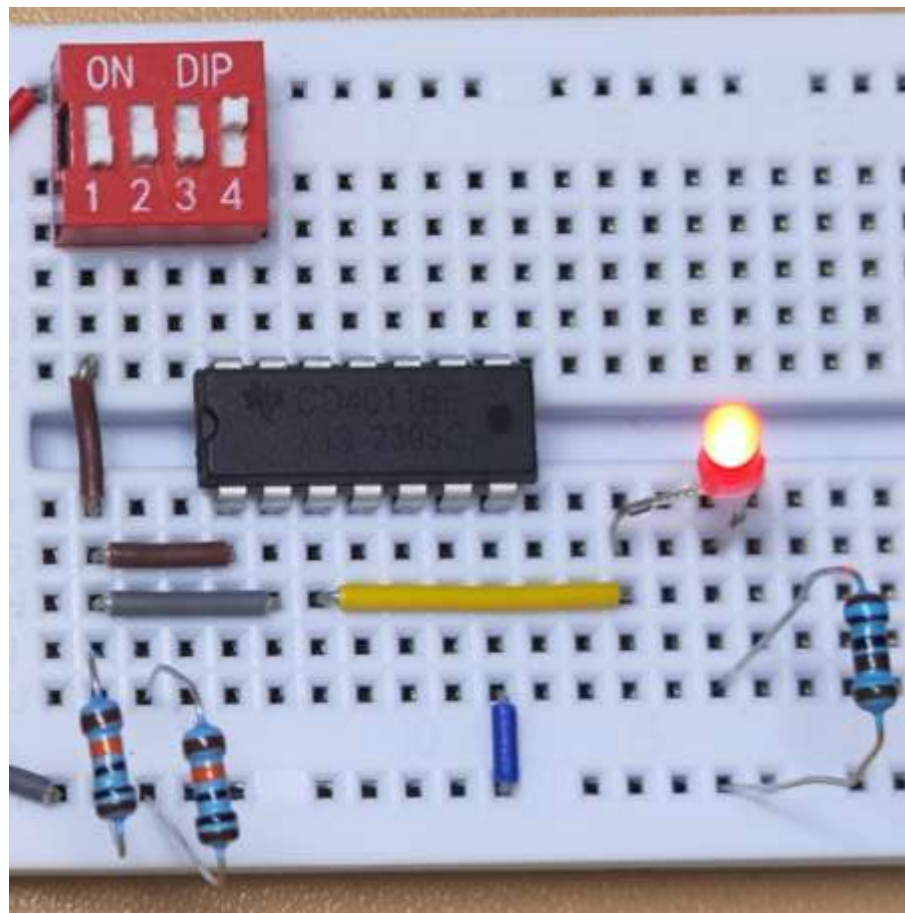
实物图



实验2 非门



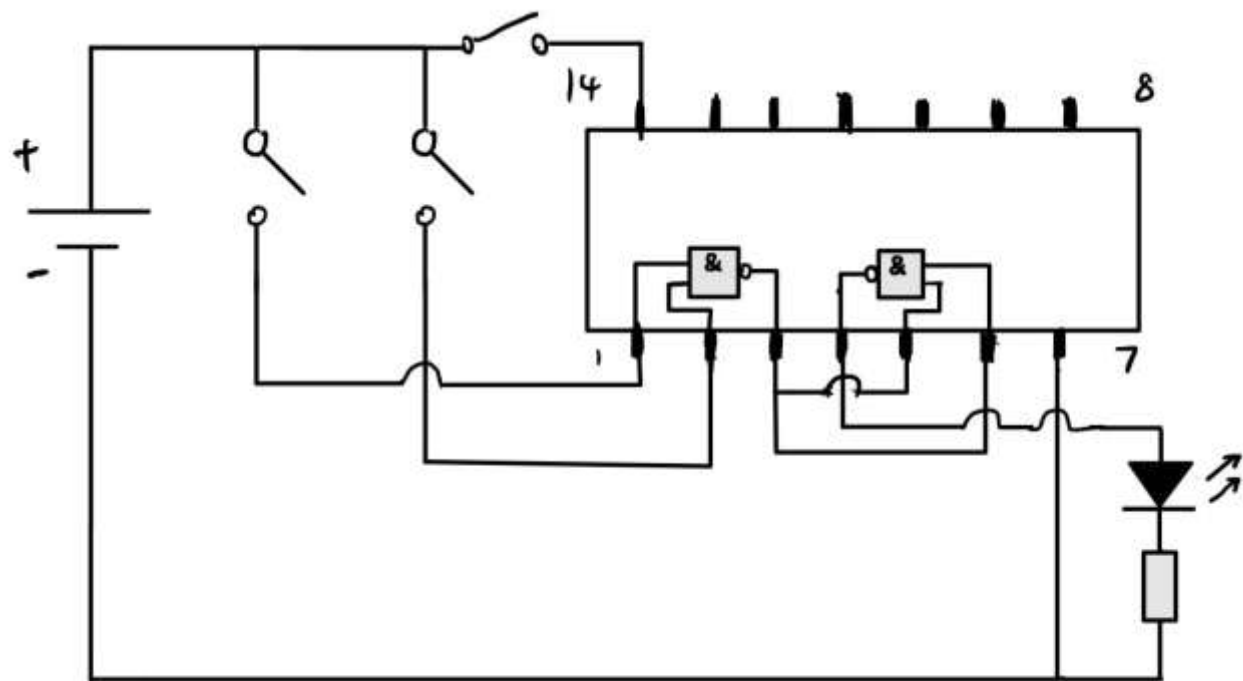
原理图



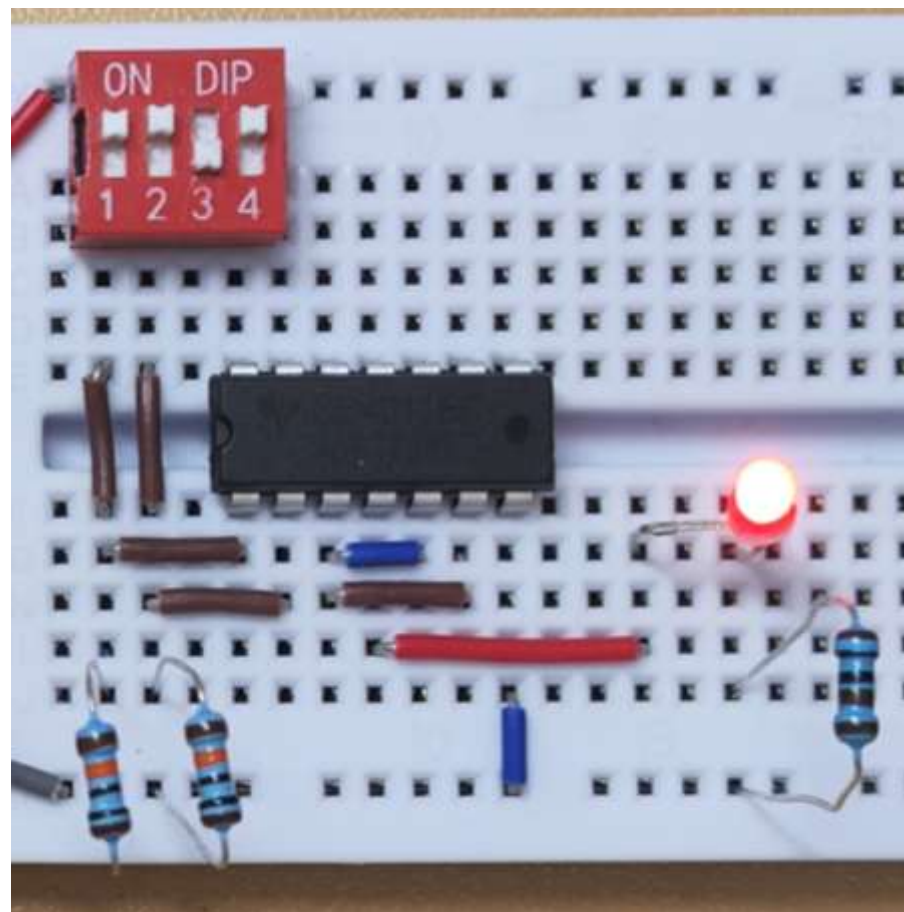
实物图



实验3 与门



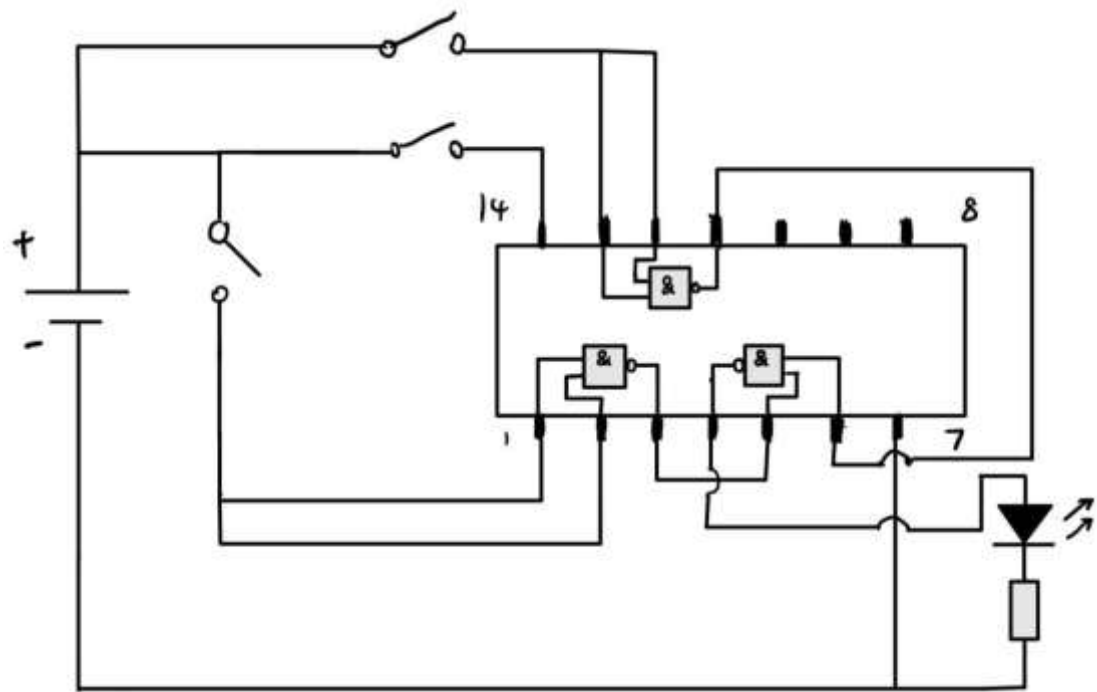
原理图



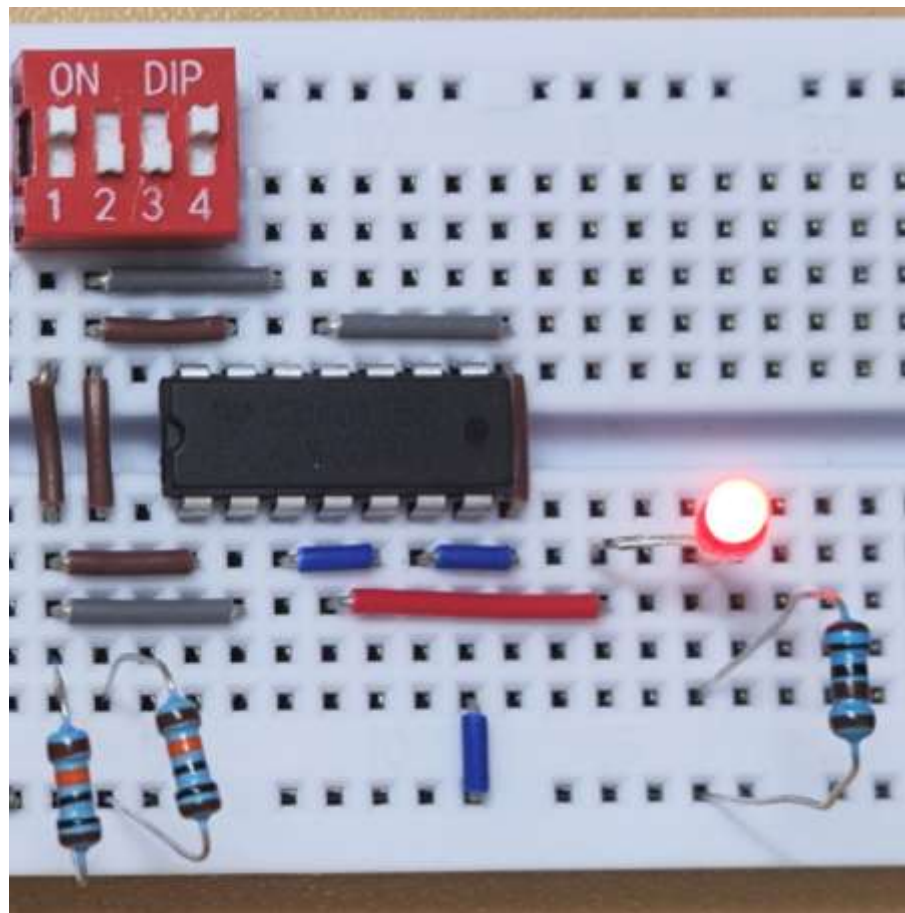
实物图



实验4 或门



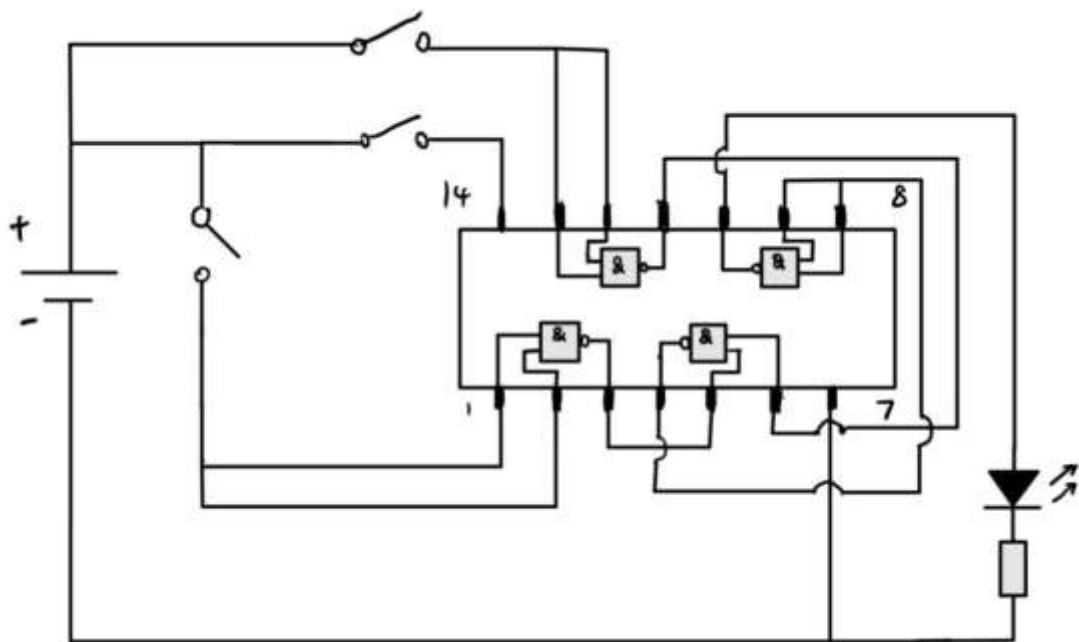
原理图



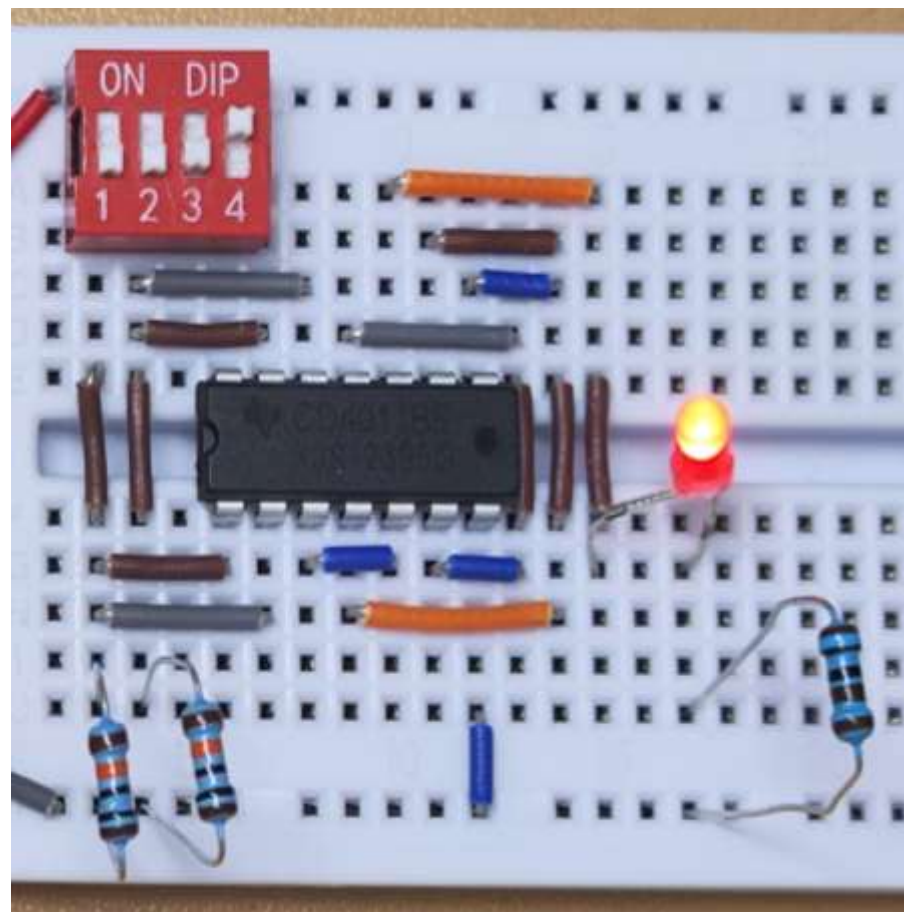
实物图



实验5 或非门



原理图



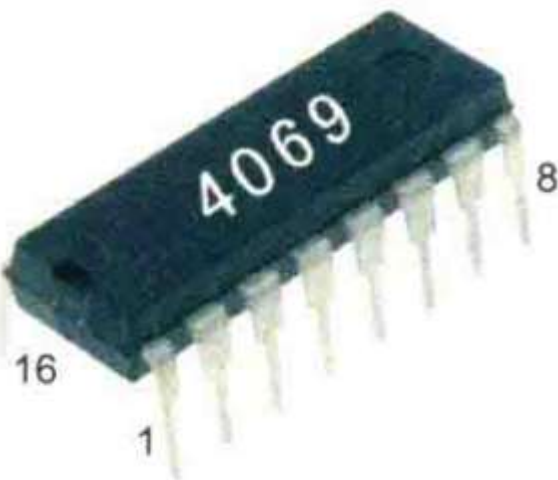
实物图



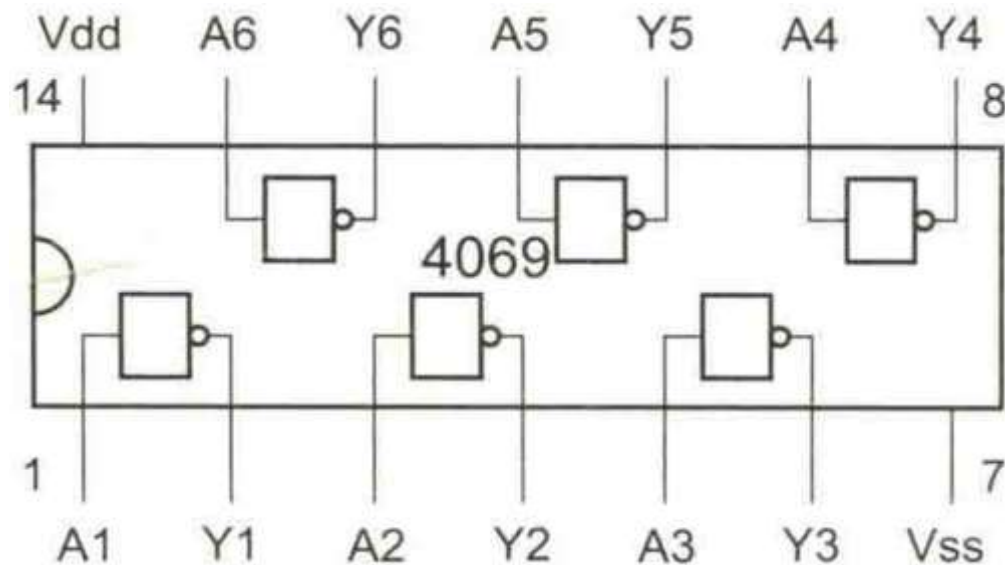
拓展实验

■ 4069集成电路(芯片)

- 引脚的识别顺序是**将芯片正面摆放，有缺口的一端在左边，左下端的引脚为第1脚，按逆时针方向依次编号**，最终左上端的是最后一个引脚,该引脚也是集成电路的电源正极。右下端的引脚是集成电路的电源负极。



4011集成电路实物图

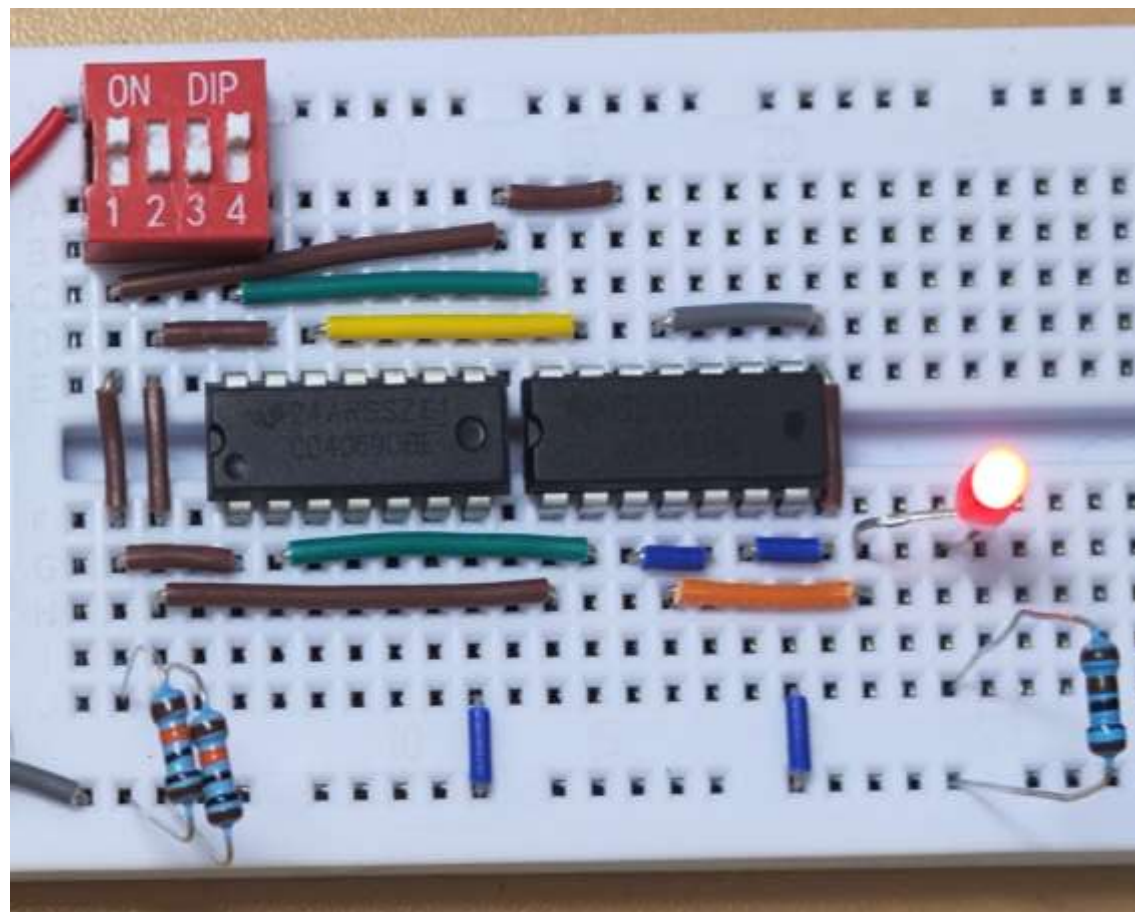


4069集成电路内部原理图



拓展实验1 异或门

原理图

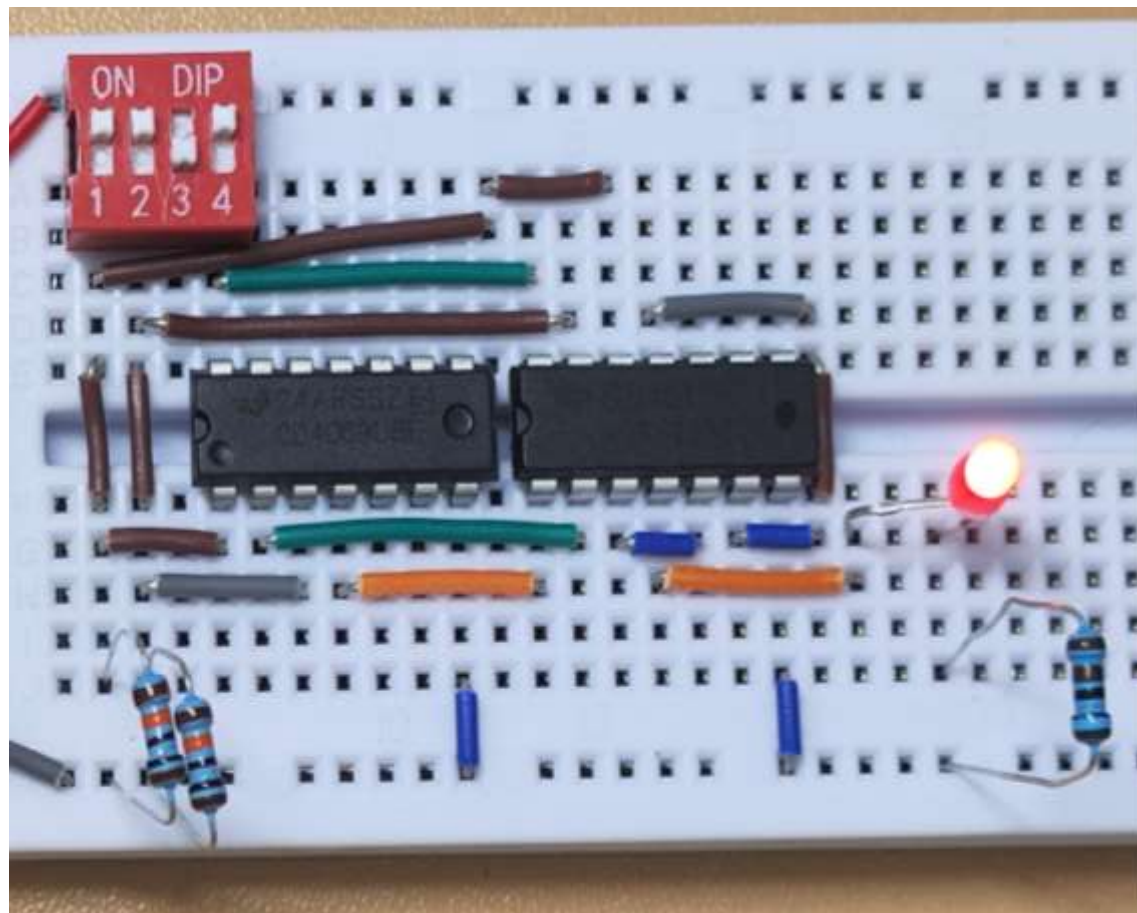


实物图



拓展实验2 同或门

原理图



实物图



谢谢

THANK YOU

芯创讲师团

复旦大学微电子学院