

数字电路补充知识

一、逻辑门电路

逻辑门电路 是用来处理二进制的逻辑运算的。

逻辑运算 是对逻辑值 真/假（二进制 1/0）进行运算。

- 基本的逻辑运算 有：与、或、非。
- 复杂的逻辑运算 有（基本的逻辑运算的组合）：与非、或非、异或、同或。

（一）基本的逻辑运算

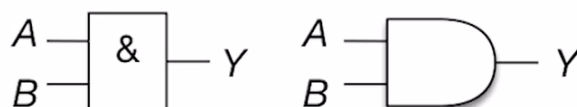
1. 与运算

与（AND） 是一种基本逻辑运算。当且仅当输入全为 1 时，输出才为 1。（相当于“&&”运算）

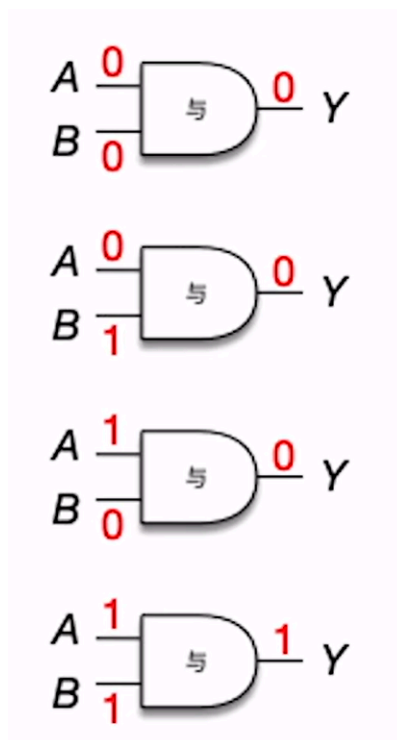
- 表达式： $Y = A \cdot B$ ($Y = AB$)
- 真值表：

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- 门电路图像符号：**与门**。
 - 国标画法（左），国际常用画法（右）



- 与门用法



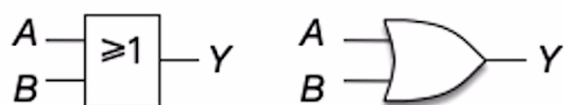
2. 或运算

或 (OR) 是一种基本逻辑运算。当且仅当输入全为 0 时，输出才为 0。（相当于 “||” 运算）

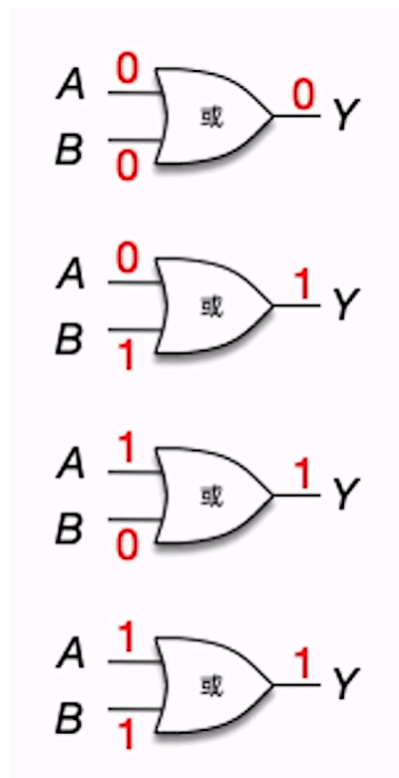
- 表达式: $Y = A + B$
- 真值表:

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- 门电路图形符号: **或门**。
 - 国标画法 (左), 国际常用画法 (右)



- 或门用法



3. 非运算

非 (NOT): 是一种基本逻辑运算。**0 变 1, 1 变 0。** (相当于取反)

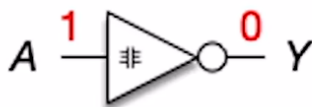
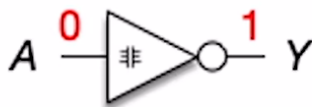
- 表达式: $Y = \overline{A}$
- 真值表:

A	Y
0	1
1	0

- 门电路图形符号: **非门**。
 - 国标画法 (左), 国际常用画法 (右)



- 非门用法



(二) 复杂的逻辑运算

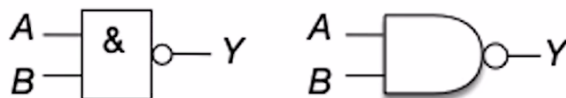
1. 与非运算

与非 (NAND)：是一种复合逻辑运算。仅当输入全为 1 时，输出才为 0。（先与后非）

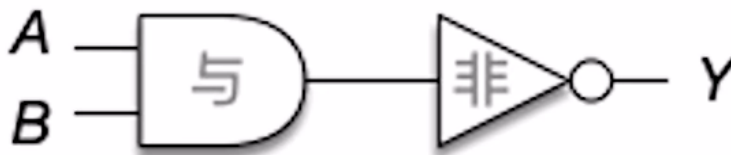
- 表达式： $Y = \overline{A \cdot B}$ ($Y = \overline{AB}$)
- 真值表：

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

- 门电路图形符号：**与非门**。
 - 国标画法（左），国际常用画法（右）



- 内部实现细节：



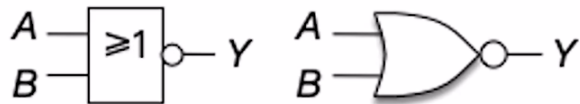
2. 或非运算

或非（NOR）：是一种复合逻辑运算。当输入全为 0 时，输出才为 1。（先或后非）

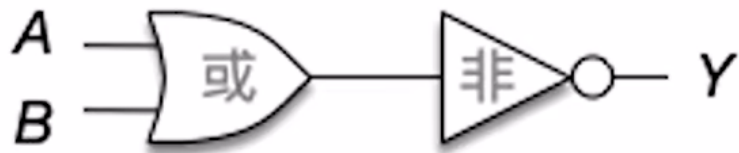
- 表达式： $Y = \overline{A + B}$
- 真值表：

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

- 门电路图形符号：**或非门**。
 - 国标画法（左），国际常用画法（右）



- 内部实现细节：



3. 异或运算

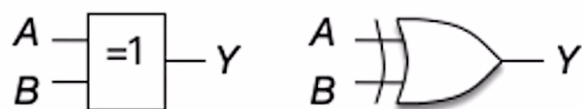
异或运算（XOR）：是一种复合逻辑运算。两个输入不同时，输出为 1。

- 表达式： $Y = A \oplus B = \overline{A}B + A\overline{B}$
- 真值表：

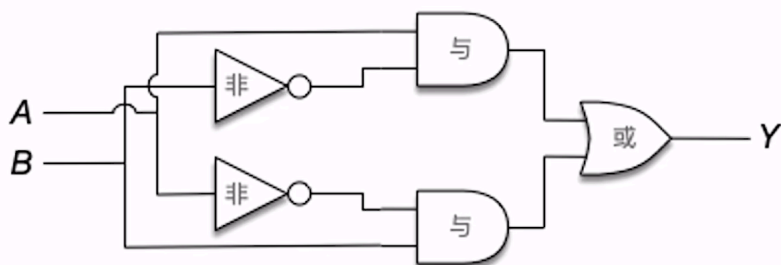
A	B	Y
0	0	0
0	1	1

A	B	Y
1	0	1
1	1	0

- 门电路图形符号：**异或门**。
 - 国标画法（左），国际常用画法（右）



- 内部实现细节：



- **n bit 进行异或**，若 **有奇数个 1**，则异或结果为 **1**；若 **有偶数个 1**，则异或结果为 **0**。
 - 可用于实现奇偶校验、二进制加法。

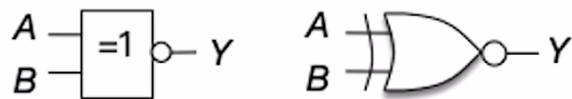
4. 同或运算

同或运算 (XNOR)：是一种复合逻辑运算。**两个输入相同时，输出为 1。**

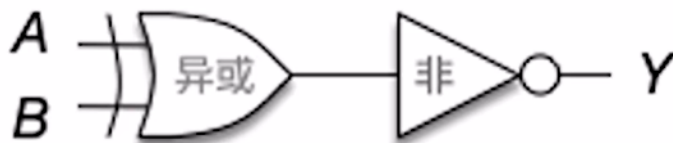
- 表达式： $Y = A \odot B = \overline{A \oplus B} = \overline{AB} + A\overline{B}$
- 真值表：

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- 门电路图形符号：**同或门（异或非门）**。
 - 国标画法（左），国际常用画法（右）



。内部实现细节：



(三) 逻辑运算的优先级

三种基本逻辑运算的优先级：非 > 与 > 或

- 括号会提升其内容的优先级。
- 非运算符下有多个逻辑运算符时，需先处理其下的运算。

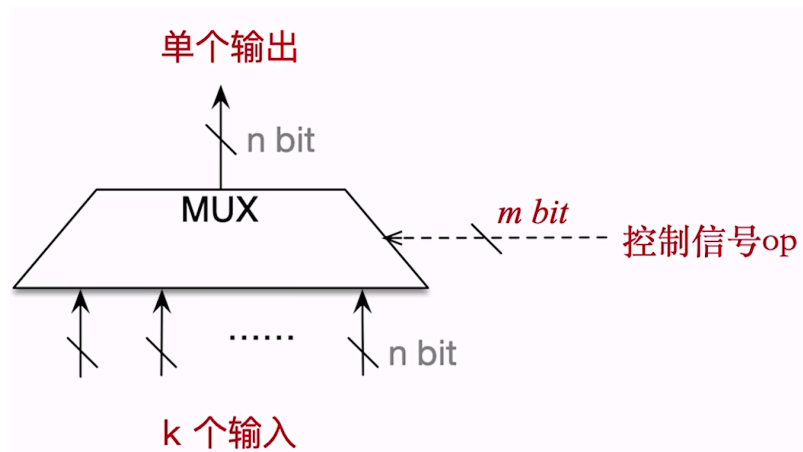
(四) 逻辑运算的常见公式

1. 分配律： $A(C + D) = AC + AD$
2. 结合律：
 - 与运算 的结合律： $ABC = A(BC)$
 - 或运算 的结合律： $A + B + C = A + (B + C)$
3. 反演律：
 - $\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$
 - $\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$

二、多路选择器

多路选择器（multiplexer，MUX）是电路的“守门员”。在多个输入数据中，只允许其中一个数据通过MUX。

- 门电路图形符号：用“梯形”表示，有多个输入、一个输出、一个控制信号。（梯形的更长一边是输入端、更短一边是输出端）



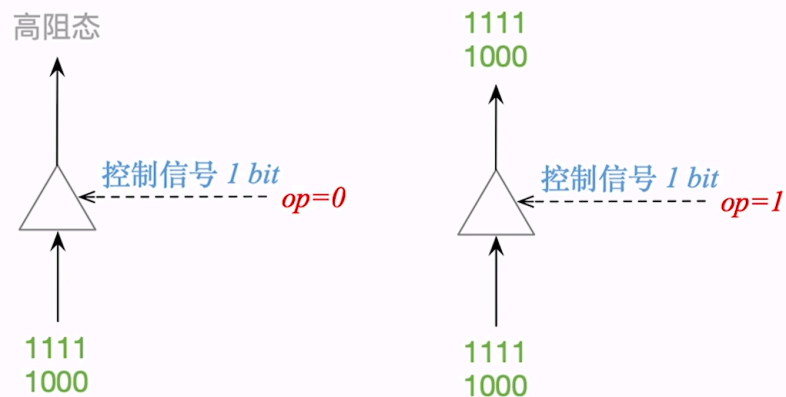
- 若有 k 个输入，则 控制信号的位数 $m \geq \lceil \log_2 k \rceil$ (bit)

注意：有的多路选择器可能会预留一个控制信号，用于拦截所有输入。此时控制信号的位数 $m \geq \lceil \log_2(k + 1) \rceil$ (bit)

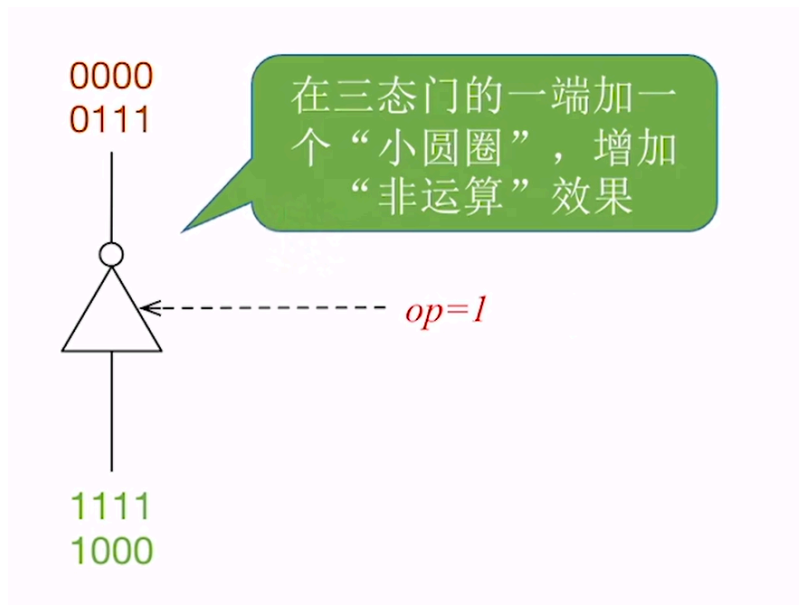
三、三态门

三态门 也是电路的“守门员”。根据控制信号决定是否让输入的数据通过。

- 门电路图形符号：用“小三角”表示，有一个输入、一个输出、一个控制信号。



- 三态门的 控制信号只需要 1bit。
 - $op = 1$ ，表示 允许数据通过。
 - $op = 0$ ，表示 不允许数据通过。
- 特殊用法：



注意：“非门”没有控制信号，只有输入和输出。