

3.掌握逻辑门(logic gates)电路的逻辑表达式及真值表的基本概念;

在数字电路中，门电路（一种开关）是最基本的逻辑元件。门电路的输入信号与输出信号间存在一定的逻辑关系，又称逻辑门电路：包括与逻辑，或逻辑，非（negation）逻辑。

The Inverter (反相器或称非门) The AND Gate (与门)

The OR Gate (或门) The NAND Gate (与非门)

The NOR Gate (或非门) The Exclusive-OR Gate (异或门)

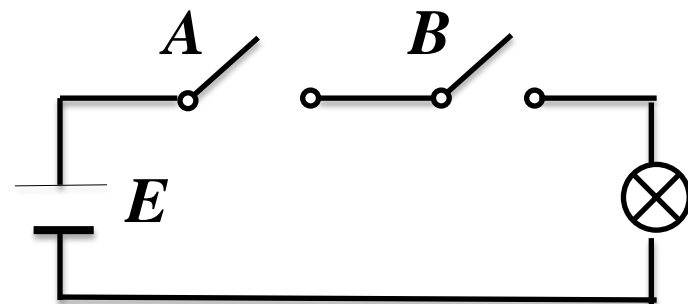
The Exclusive-NOR Gate (同或门)

1 基本逻辑运算 Basic logic operation

1、与 (AND) 逻辑运算

与逻辑的定义：仅当决定事件Y发生的所有条件（A，B，C，...）均满足时，事件Y才能发生。表达式 (Expression) 为：

$$Y = A B \dots$$



电路图 Circuit diagram

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

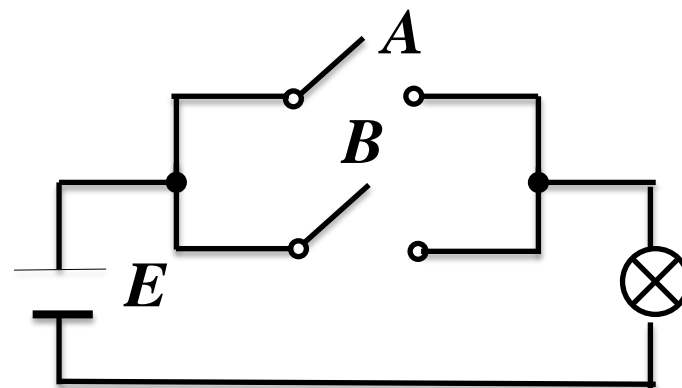
真值表 Truth table

1 基本逻辑运算 Basic logic operation

2、或(OR)逻辑运算

或逻辑的定义：当决定事件Y发生的各种条件（A，B，C，...）中，只要有一个或多个条件具备，事件Y就发生。
表达式为：

$$Y = A + B + C + \dots$$



电路图

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

真值表

1 基本逻辑运算 Basic logic operation

3、非(NOT)运算

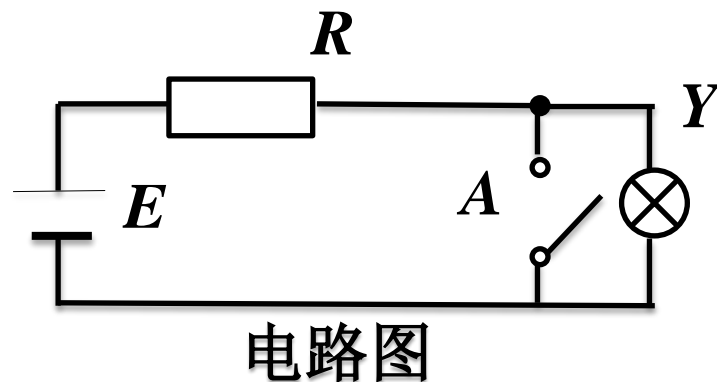
非逻辑指的是逻辑的否定。

当决定事件Y发生的条件(A)满足时，事件不发生；条件

(A)不满足，事件反而发生。

表达式为：

$$Y = \overline{A}$$



A	Y
0	1
1	0

真值表

2 分立元件(discrete component)逻辑门电路

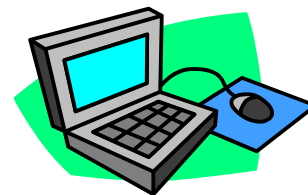
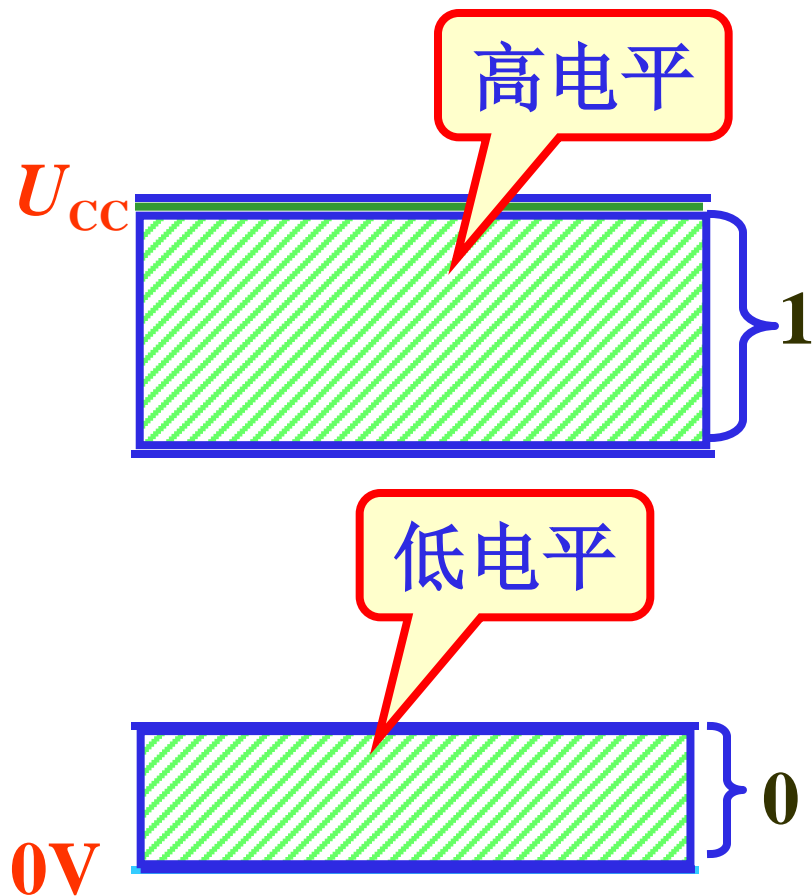
门电路(Gate circuit)的概念

门电路是用以实现逻辑关系的电子电路，与前面所讲过的基本逻辑关系相对应。

门电路主要有：与门、或门、非门、与非门、或非门、异或门等。

由电子电路实现逻辑运算时，它的输入和输出信号都是用电位（或称电平,LEVEL）的高低表示的。高电平(HIGH)和低电平(LOW)都不是一个固定的数值，而是有一定的变化范围。

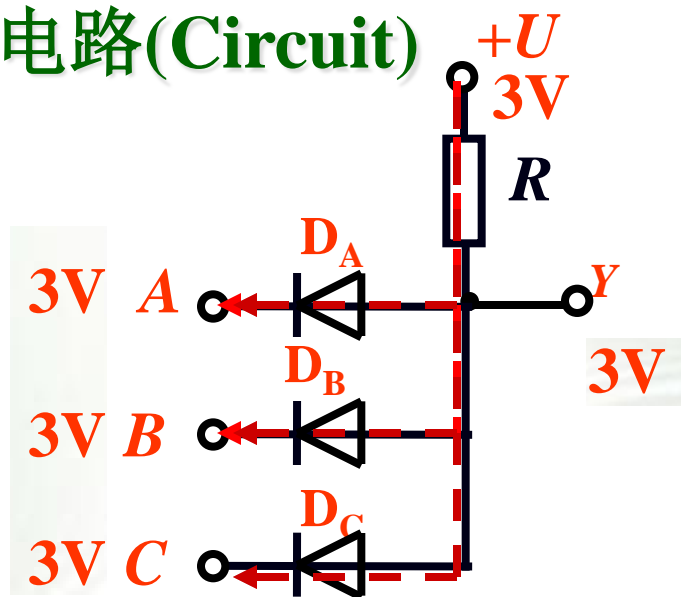
电平的高低一般用“1”和“0”两种状态区别，若规定HIGH为“1”，LOW为“0”则称为正逻辑(Positive logic)。反之则称为负逻辑(Negative logic)。若无特殊说明，均采用正逻辑。



2.1 二极管(diode) “AND” Gate

Logical state table

1. 电路(Circuit)



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

2. 工作原理(Working principle)

INPUT A 、 B 、 C 不全为“1”，输出 Y 为“0”。

INPUT A 、 B 、 C 全为高电平“1”，输出 Y 为“1”。

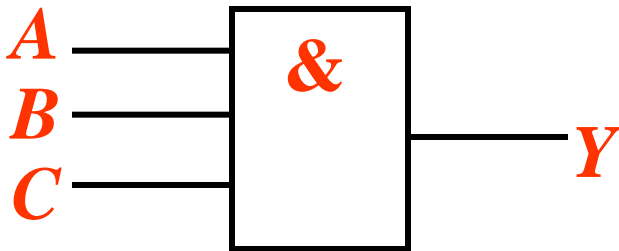
2.1 二极管(diode) “AND” Gate

Logical Expression $Y = A \cdot B \cdot C$

3. 逻辑关系: “与” 逻辑

即: 有 “0” 出 “0”,
全 “1” 出 “1”

逻辑符号(symbol):

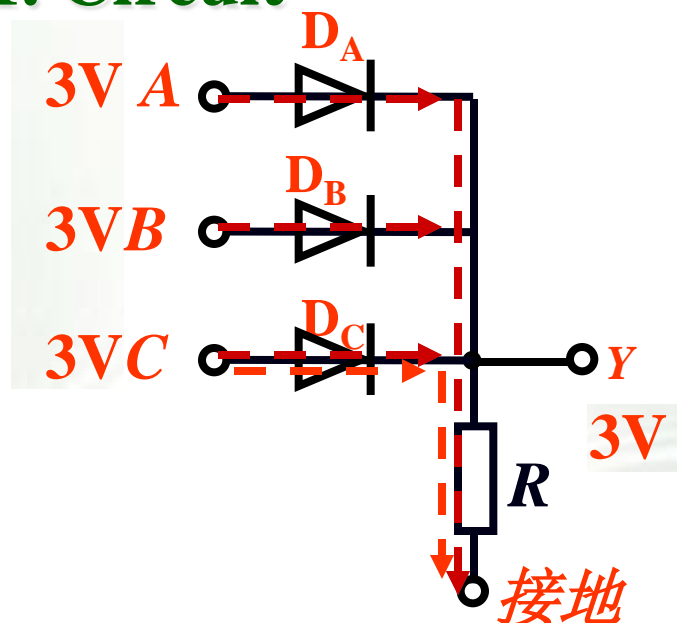


Logical state table

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>Y</i>
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

2.2 二极管(diode) “OR” Gate

1. Circuit



2. Working principle

输入 A 、 B 、 C 有一个为 “1”，输出 Y 为 “1”。

输入 A 、 B 、 C 全为低电平 “0”，输出 Y 为 “0”。

Logical state table

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

2.2 二极管(diode) “OR” Gate

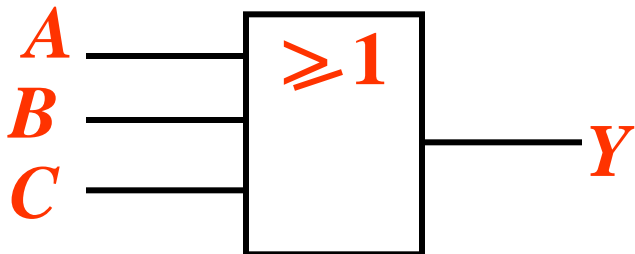


Logical Expression : $Y=A+B+C$

3. 逻辑关系: “或” 逻辑

即: 有 “1” 出 “1”,
全 “0” 出 “0”

Logical symbol:

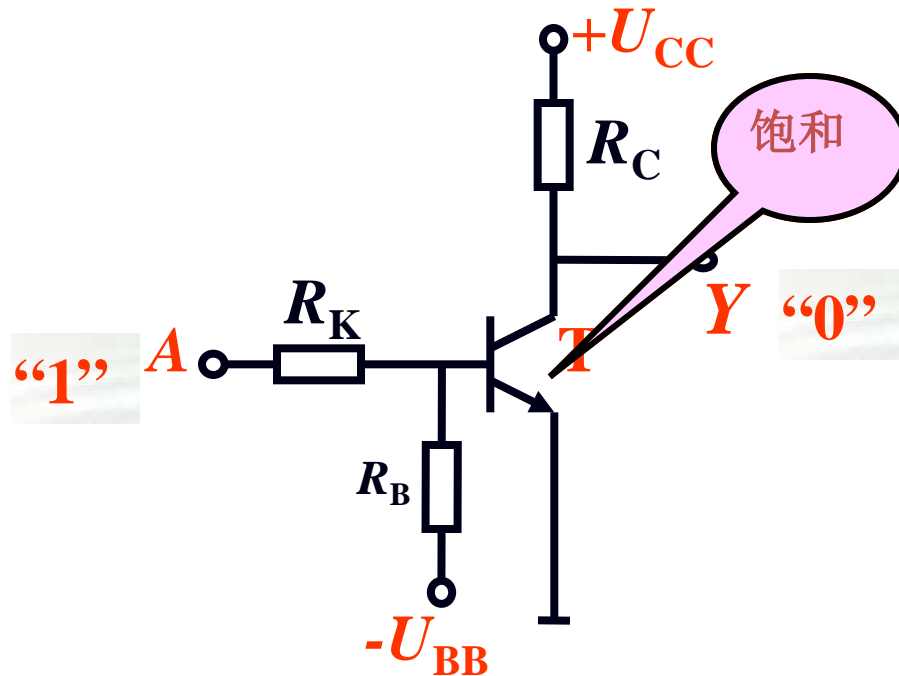


Logical state table

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>Y</i>
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

2.3 The “NOT” gate circuit of the triode (三极管)

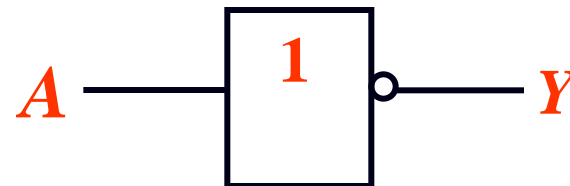
1. Circuit



Logical state table

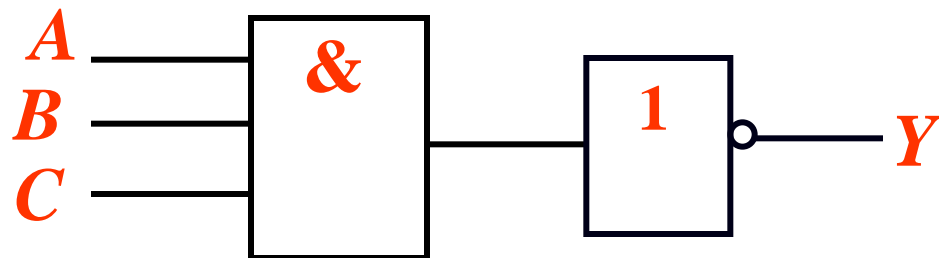
A	Y
0	1
1	0

Logical symbol:

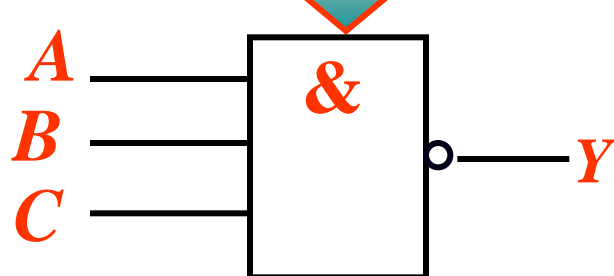


Logical Expression :
 $Y = \bar{A}$

“与非” 门电路 NAND Gate



“与” 门 “非” 门



“与非” 门

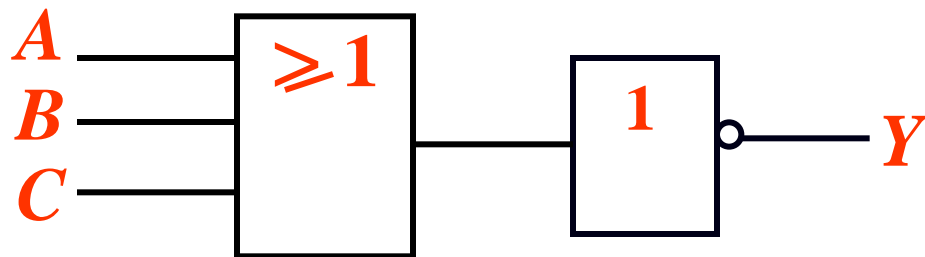
Expression: $Y = \overline{A \cdot B \cdot C}$

Logical state table

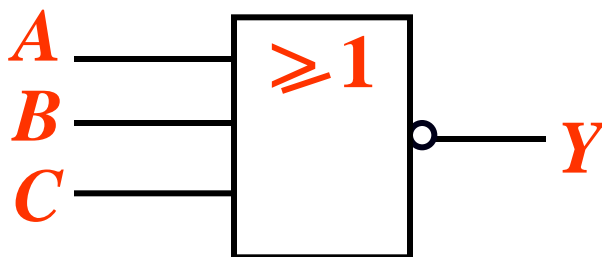
A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

有“0”出“1”，全“1”出“0”

“或非” 门电路



“或” 门 “非” 门



“或非” 门

Expression:

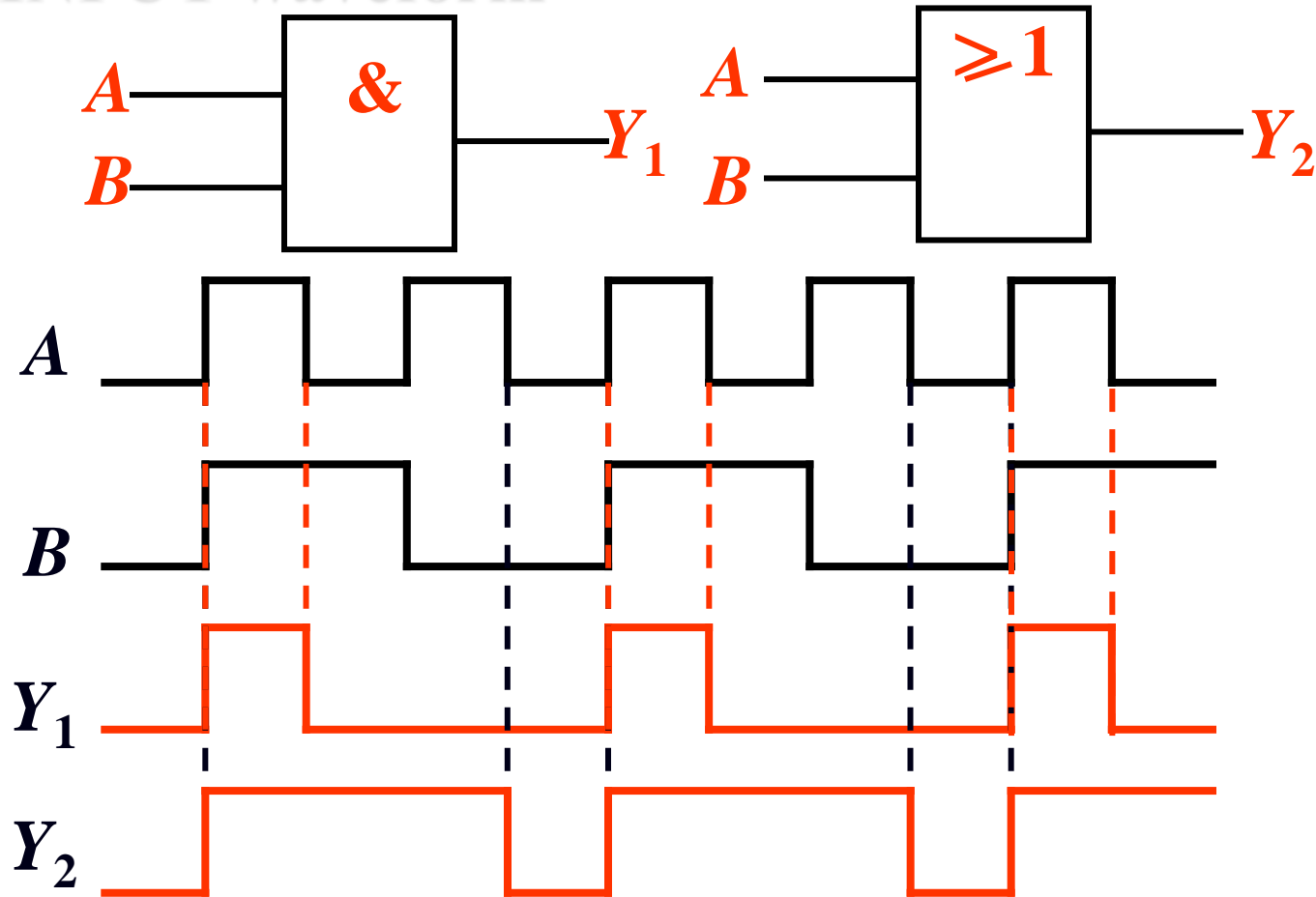
$$Y = \overline{A + B + C}$$

Logical state table

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

有“1”出“0”，全“0”出“1”

Example: Draw the OUTPUT waveform according to INPUT waveform



2.3 复合逻辑运算

Compound Logic Operations

(1) **与非(NAND)逻辑运算**：它是将逻辑变量先进行与运算再进行非运算(用处最广)。表达式为：

$$F = \overline{AB}$$

(2) **或非(NOR)逻辑运算**：它是将逻辑变量先进行或运算再进行非运算。其表达式为：

$$F = \overline{A+B}$$

(3) **与或非(and-or-invert)逻辑运算**：它是将逻辑变量先进行与运算后进行或运算再进行非运算。其表达式为：

$$F = \overline{AB+CD}$$

2.3 复合逻辑运算

Compound Logic Operations

- (4) **同或(XNOR)运算**: 如果当两个逻辑变量A和B相同时, 逻辑函数F等于1, 否则F等于0。

$$F = A \odot B = AB + \bar{A}\bar{B}$$

- (5) **异或(XOR)运算**: 如果当两个逻辑变量A和B相异时, 逻辑函数F等于1, 否则F等于0。

$$F = A \oplus B = A\bar{B} + \bar{A}B$$

2.4 TTL门及三态门 (tri-state gate)



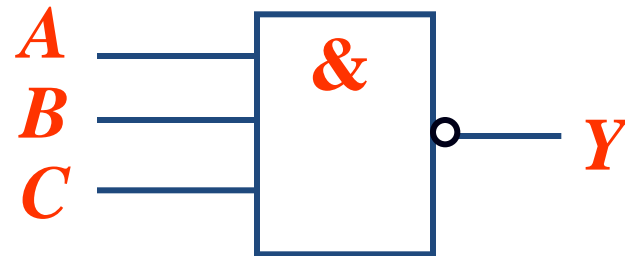
(三极管—三极管逻辑门电路)

TTL门电路是双极型集成电路，与分立元件相比，具有速度快、可靠性高和微型化等优点，目前分立元件电路已被集成电路替代。

Expression: $Y = \overline{A \cdot B \cdot C}$

NAND logical state

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>Y</i>
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0



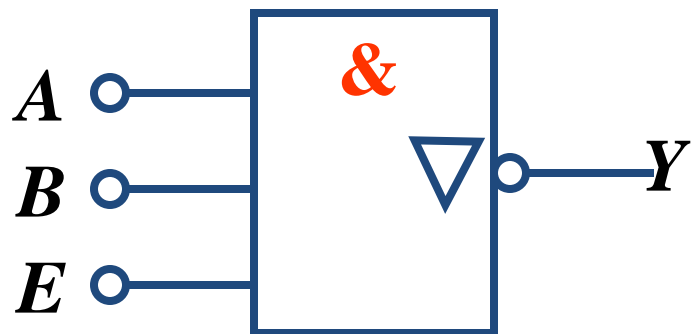
NAND Gate

有“0”出“1”

全“1”出“0”

NAND logic relationship

三态输出“与非”门



逻辑符号

功能表

$E = 1$	$Y = \overline{AB}$
$E = 0$	输出高阻

三态输出“与非”状态表

A	B	E	Y
\times	\times	0	高阻
0	0	1	1
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	1	0

\times 表示任意态

★三态门应用： 可实现用一条总线分时传送几个不同的数据或控制信号。

