

1.4 逻辑运算与逻辑门

逻辑变量与逻辑运算

- **逻辑**：是指事物因果之间所遵循的规律
- **逻辑变量**：逻辑代数中的变量，一般用大写字母 A 、 B 、 C ...表示。逻辑变量只有两种取值，即**逻辑0**和**逻辑1**。0和1没有数值意义，仅是一种符号，代表事物矛盾双方的两种状态。
- **逻辑运算**：逻辑变量按照某种特定的**因果关系**进行的运算，三种基本逻辑运算：**与、或、非**。

1.4 逻辑运算与逻辑门

逻辑函数

- 为避免用冗繁的文字来描述逻辑问题，采用**逻辑变量**和**逻辑运算符**组成逻辑函数表达式来描述事物的因果关系。
- 若输入逻辑变量 A 、 B 、 $C \dots$ 的取值确定后，其输出逻辑变量 L 的值也被唯一地确定了，则可以称 L 是 A 、 B 、 $C \dots$ 的逻辑函数，可记为

$$L = f(A, B, C, \dots)$$

逻辑电路：数字电路能够实现逻辑函数描述的输出与输入之间因果关系的电路。

1.4.1 逻辑运算

基本逻辑运算：与、或、非

复合逻辑运算：与非、或非、同或、异或

逻辑运算的描述方式：

逻辑函数表达式

真值表

逻辑图

卡诺图

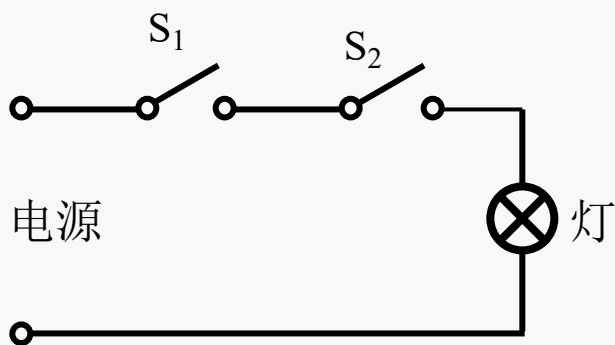
波形图

硬件描述语言 (HDL) 等

1.4.1 逻辑运算（1）——“与”

与逻辑：只有当决定某一事件的条件全部具备时，该事件才会发生。

与逻辑举例



与逻辑举例状态表

开关S ₁	开关S ₂	灯
断	断	灭
断	合	灭
合	断	灭
合	合	亮

1.4.1 逻辑运算（1）——“与”

与逻辑举例状态表

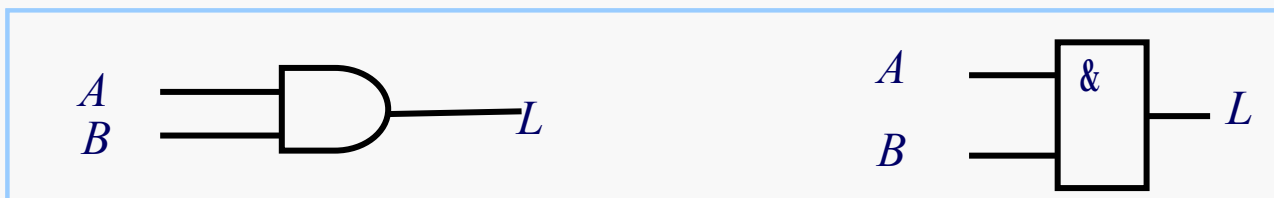
开关 S_1	开关 S_2	灯
断	断	灭
断	合	灭
合	断	灭
合	合	亮

S_1 - A
 S_2 - B
断 - 0
合 - 1
灯 - L
灭 - 0
亮 - 1

与逻辑真值表

A	B	L
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

与逻辑符号

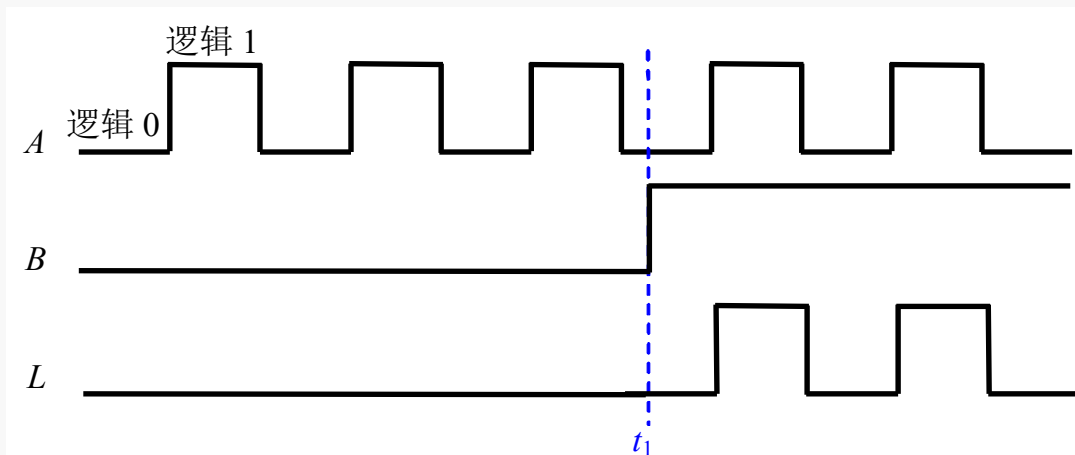
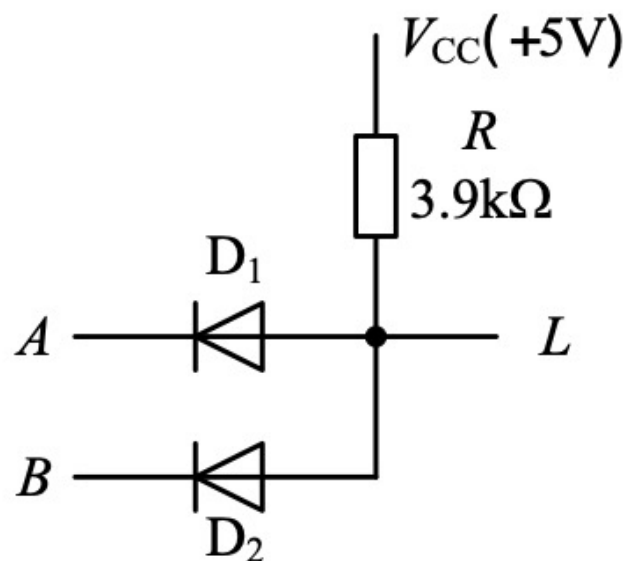


与逻辑表达式： $L = A \cdot B = AB$

口诀：见0为0，全1才是1

1.4.1 逻辑运算 (1) —— “与”

与门：实现**与逻辑**运算的电路

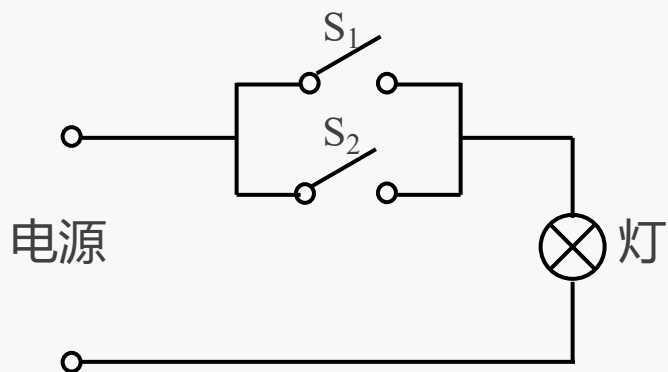


二极管实现**与逻辑**电路

1.4.1 逻辑运算（2）——“或”

或逻辑：只要在决定某一事件的各种条件中，有一个或几个条件具备时，该事件就会发生。

或逻辑举例



或逻辑举例状态表

开关 S_1	开关 S_2	灯
断	断	灭
断	合	亮
合	断	亮
合	合	亮

1.4.1 逻辑运算（2）——“或”

或逻辑举例状态表

开关 S_1	开关 S_2	灯
断	断	灭
断	合	灭
合	断	灭
合	合	亮



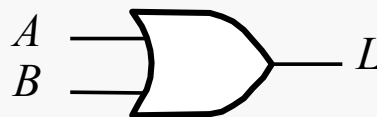
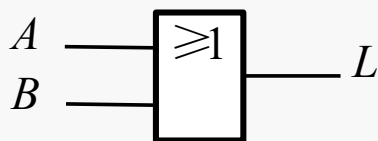
S_1 -A
 S_2 -B
断-0
合-1
灯-L
灭-0
亮-1



或逻辑真值表

A	B	L
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

或逻辑符号

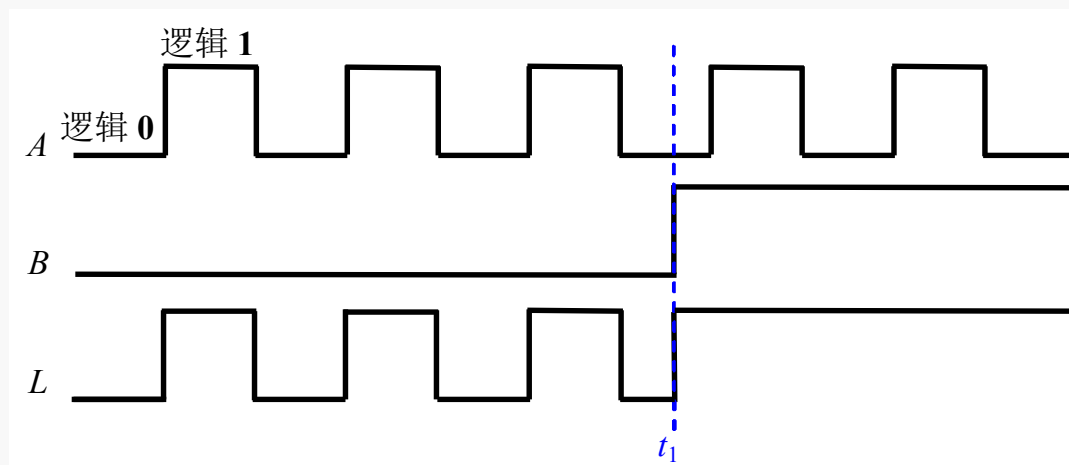
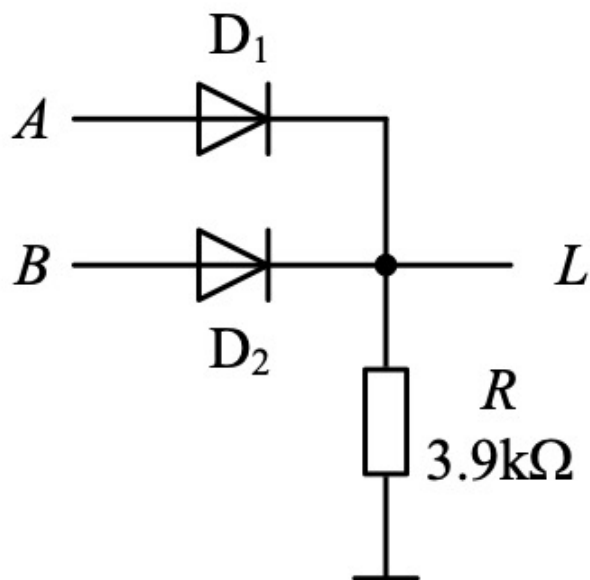


或逻辑表达式： $L = A + B$

口诀：见1为1，全0才是0

1.4.1 逻辑运算 (2) —— “或”

或门：实现**或逻辑**运算的电路

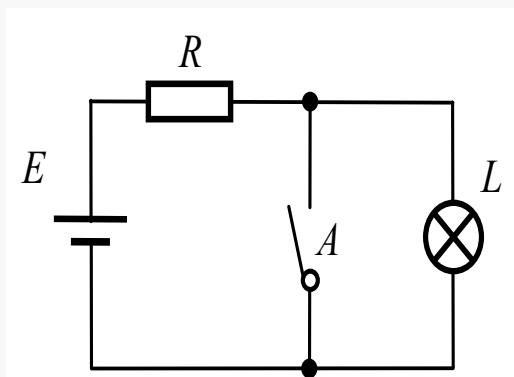
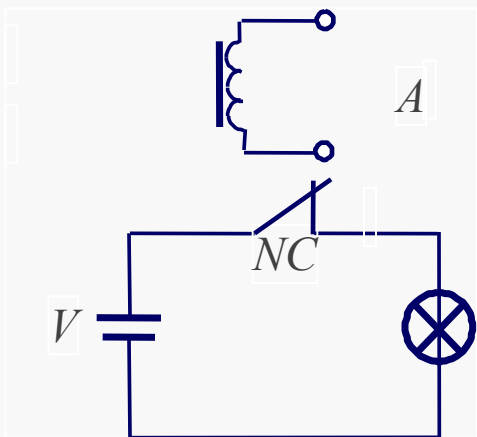


二极管实现**或逻辑**电路

1.4.1 逻辑运算 (3) —— “非”

非逻辑：事件发生的条件具备时，事件不会发生；事件发生的条件不具备时，事件发生。

非逻辑举例



非逻辑举例状态表

A	灯
不通电	亮
通电	灭

1.4.1 逻辑运算 (3) —— “非”

非逻辑举例状态表

A	灯
不通电	亮
通电	灭

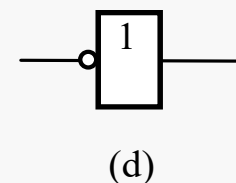
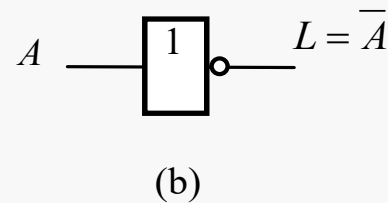
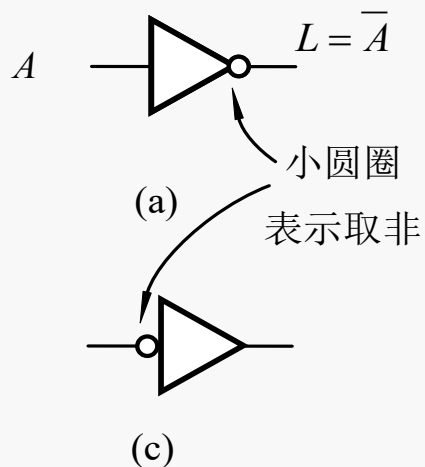
线圈(A) 通电- 1
不通电- 0

灯(L) 灭-0
亮 -1

非逻辑真值表

A	L
0	1
1	0

非逻辑符号

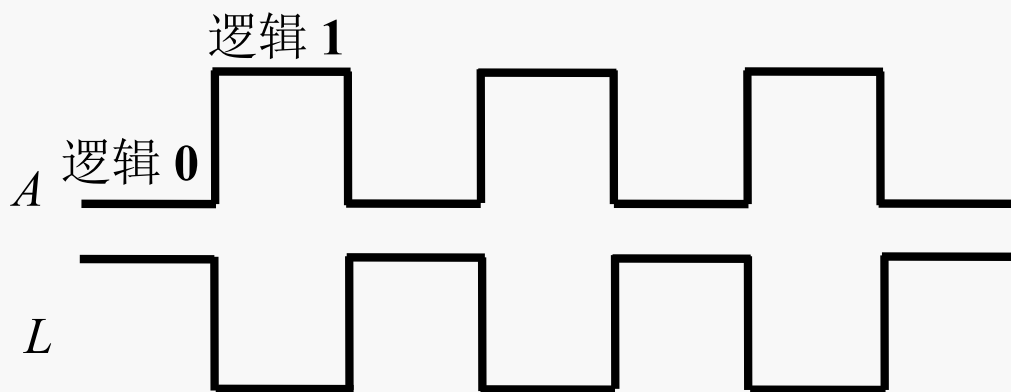
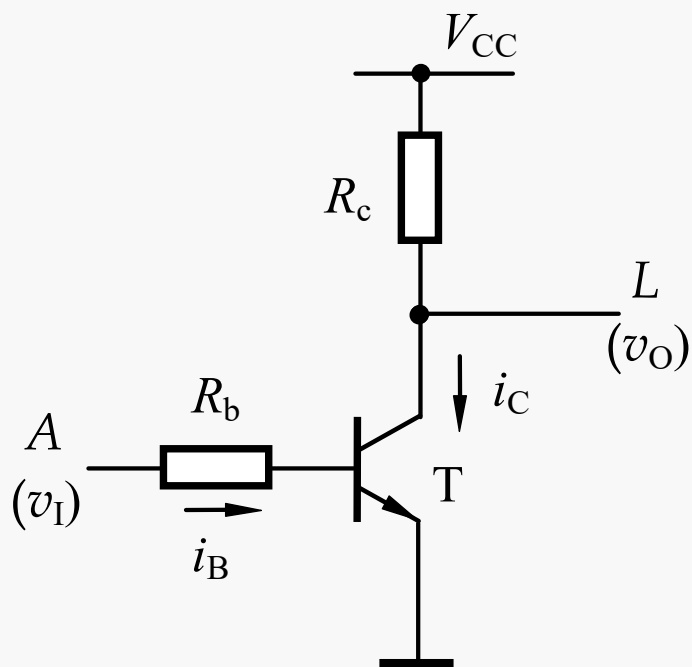


非逻辑表达式

$$L = \bar{A}$$

1.4.1 逻辑运算 (3) —— “非”

非门：实现**非逻辑**运算的电路



二极管实现非逻辑电路

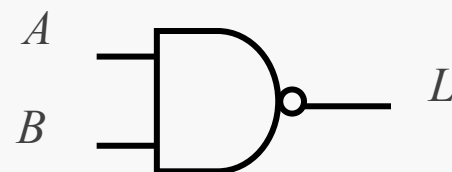
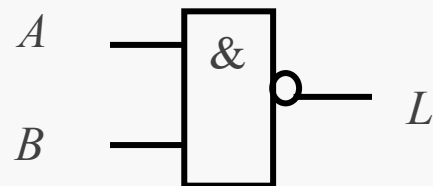
1.4.1 逻辑运算（4）——“与非”

两输入变量
与非逻辑真值表

A	B	L
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

与非逻辑表达式 $L = \overline{AB}$

与非逻辑符号



1.4.1 逻辑运算（5）——“或非”

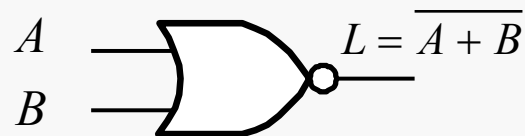
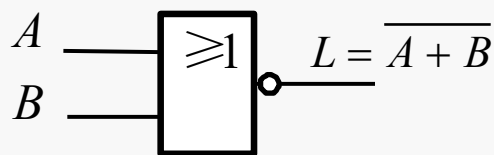
两输入变量
或非逻辑真值表

A	B	L
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

或非逻辑表达式

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

或非逻辑符号



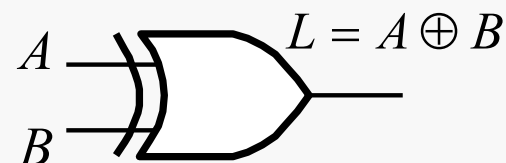
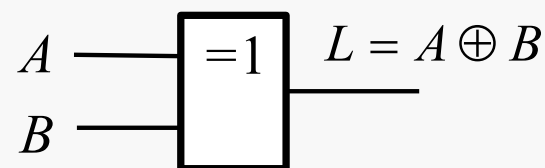
1.4.1 逻辑运算（6）——“异或”

异或：若两个输入变量的值**相异**，输出为1，否则为0。

异或逻辑真值表

A	B	L
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

异或逻辑符号



异或逻辑表达式 $L = \bar{A}B + A\bar{B} = A \oplus B$

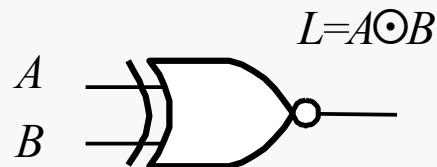
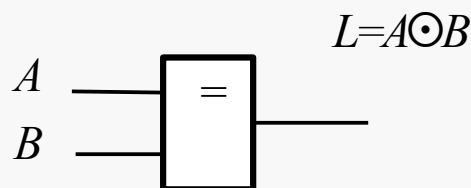
1.4.1 逻辑运算——“同或”

同或：若两个输入变量的值**相同**，输出为1，否则为0。

同或逻辑真值表

A	B	L
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

同或逻辑逻辑符号



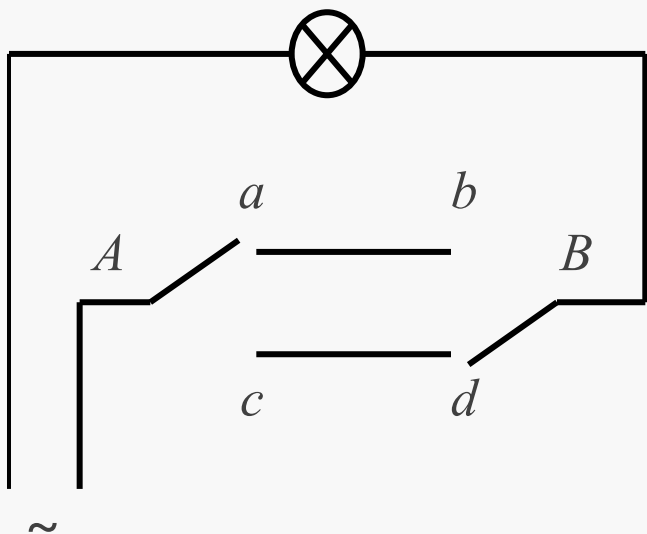
同或逻辑表达式 $L = \bar{A} \bar{B} + AB = A \odot B$

1.4.2 应用举例（1）——状态表

下图是一个控制楼梯照明灯的电路。单刀双掷开关 A 装在楼下， B 装在楼上。上楼时，在楼下开灯后，可在楼上关灯；下楼时，可在楼上开灯，而在楼下关灯。

试列出灯的状态和开关位置之间的逻辑关系的真值表，并写出逻辑表达式，画出逻辑图和波形图。

楼道灯开关示意图



1. 开关状态表

开关 A	开关 B	灯
下	下	亮
下	上	灭
上	下	灭
上	上	亮

1.4.2 应用举例（2）——逻辑抽象

开关状态表

开关 A	开关 B	灯
下	下	亮
下	上	灭
上	下	灭
上	上	亮

确定变量、函数，并赋值

开关: 变量 A 、 B
灯 : 函数 L

A 、 B : 向上-1 向下-0
 L : 亮-1; 灭-0

逻辑
抽象

逻辑真值表

A	B	L
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

1.4.2 应用举例（3）——逻辑函数

根据真值表写出逻辑函数表达式

把每个**输出为1**的一组输入变量组合状态写成**乘积项**的形式。在乘积项中，**逻辑值为1用原变量表示**，**逻辑值为0用反变量表示**，最后将所有的这些**乘积项进行逻辑加**，即得逻辑函数的与-或表达式。

逻辑真值表

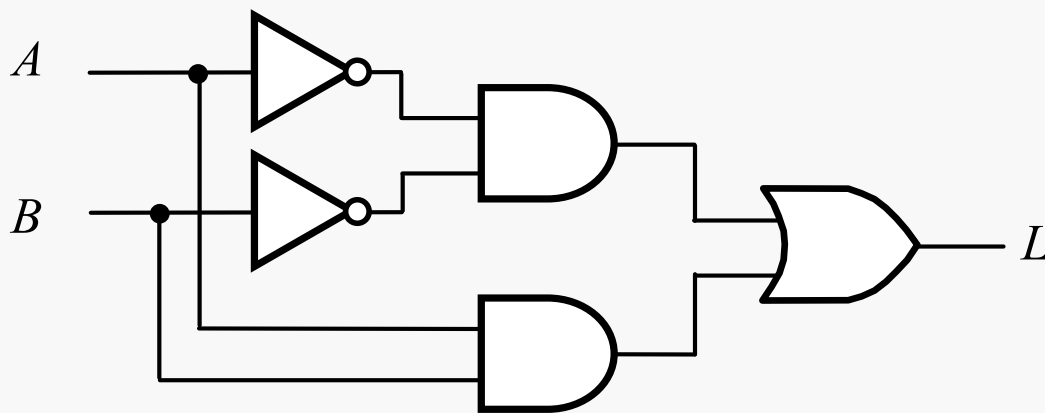
A	B	L
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$L = \overline{A} \overline{B} + AB$$

1.4.2 应用举例（4）——逻辑电路图

用逻辑图形符号代替逻辑表达式中的相应的代数运算符号

$$L = \overline{A} \overline{B} + AB$$



(a) 由与、或、非逻辑符号构成的逻辑图



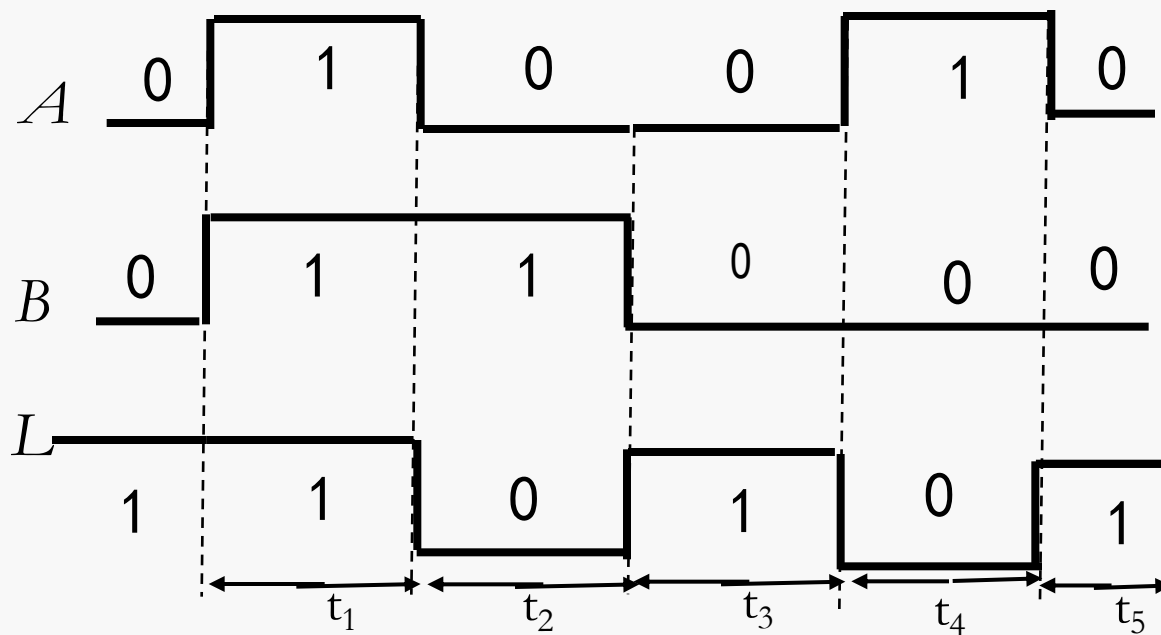
(b) 由同或逻辑符号构成的逻辑图

1.4.2 应用举例（5）——波形图

将真值表中的变量和函数的对应值分别用波形的高、低电平表示

真值表

A	B	L
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



1.4.3 一些说明

- 基本逻辑运算相应的逻辑运算电路称为**逻辑门**，如**74LS00**内有4个与非门，**74LS04**内有六个非门。
- 逻辑门的内部是由MOS管或三极管等基本元件组成。
- 本教材中，用**+5V**表示1，0V表示0。实际上，不同电路中，高低电平的定义也不同。
- 每个逻辑门的输入和输出信号之间都会存在**延时**，器件工艺不同，延时也不同，在**ns级**。

