# 第二章 逻辑代数基础

宗 汝

西安电子科技大学电子工程学院

# 第二章 逻辑代数基础

一、逻辑代数的三个基本运算

二、逻辑代数的基本公式与规则

三、复合逻辑运算

四、逻辑函数表达式的常用形式

五、逻辑函数的化简

六、逻辑函数的K诺图化简

七、非完全描述逻辑函数的化简

注：课程中带*号标题的课件仅供参考，中法班不需掌握。

# 逻辑代数基本概念

## 一．逻辑和逻辑变量

1.逻辑：反映事物因果之间所遵循的规律。

2.逻辑变量：决定事物原因和结果的变量。

一般用大写字母A、B、 C、…表示，逻辑变量的取值只有两种，即逻辑0和逻辑1。 0和1称为逻辑常量。

## 二．逻辑函数

逻辑函数反映数字输出与输入之间的因果关系。

如： $F=f(A、B、C\ldots)$

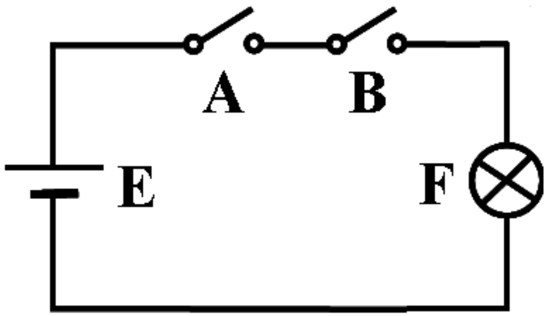
## 三．逻辑电路

数字电路的输出与输入之间的关系是一种因果关系， 因此它可以用逻辑函数来描述，并称为逻辑电路。

数字电路的输入、输出量一般用高、低电平来表示，高、低电平也可以用二值逻辑1和0来表示。

## 1. 与运算（逻辑乘）

**A、B都具备时，事件F才发生。**

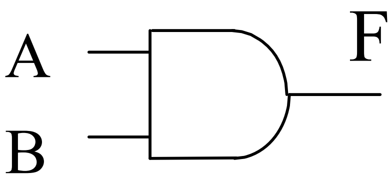


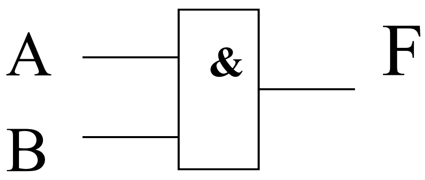

真值表

| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

逻辑式: $F=A\bullet B=AB$ ($\cap$ $\wedge$ & )

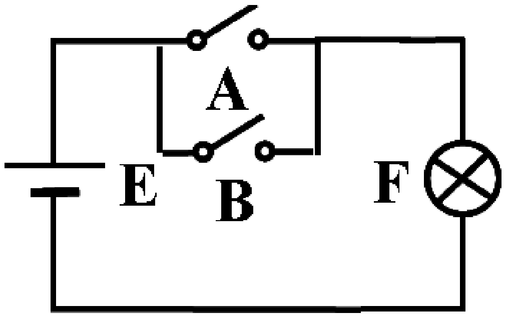
与门:



# 逻辑代数的三个基本运算

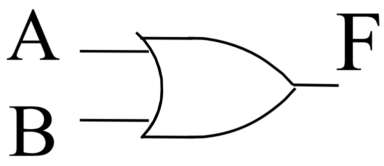
## 2.　或运算（逻辑加）　A、B有一个具备，事件F就发生。

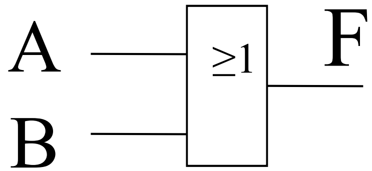



| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

逻辑式：**F=A +B (∪ ∨)**

或门：



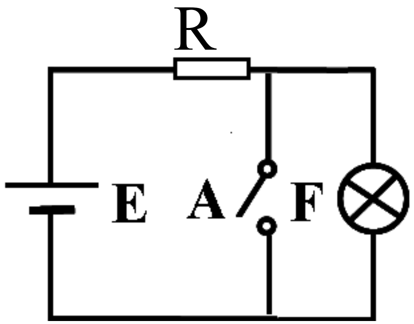



# 逻辑代数的三个基本运算

## 3. 非运算（逻辑反）

A具备时，事件F不发生；

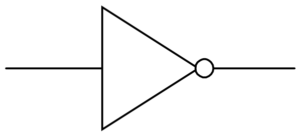
A不具备时，事件F发生。

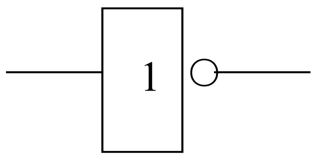



| A | F |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

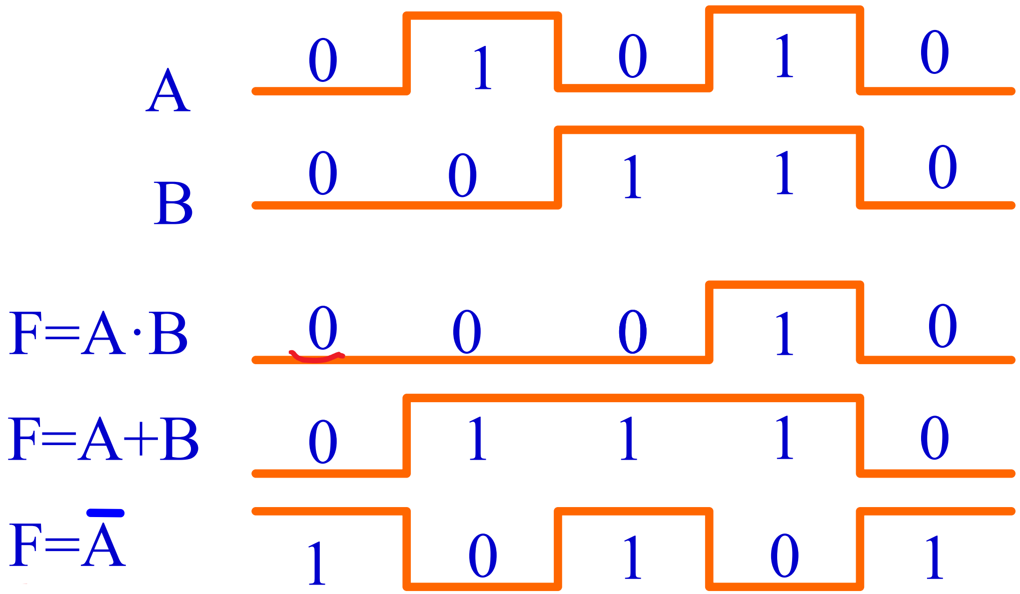
逻辑式：$F=\overline{A}$

非门：





# 波形图表示




波形图表示逻辑关系注意事项：

1、输入波形要穷举所有可能的输入组合(n个输入变量由$2^n$种可能)

2、输出波形与输入变化对应

# 逻辑代数的基本定律

## 1. 常量与变量的公式　　（运用对偶规则）

0-1律　$A + 1 = 1$　　$A \cdot 0 = 0$

自等律　$A + 0 = A$　　$A \cdot 1 = A$

重叠律　$A + A = A$　　$A \cdot A = A$

互补律　$A + \overline{A} = 1$　　$A \cdot \overline{A} = 0$

# 逻辑代数的基本定律

## 2. 逻辑代数的基本运算法则

交换律 $A+B=B+A \qquad A\cdot B=B\cdot A$

结合律 $(A+B)+C=A+(B+C)$

$$(A\cdot B)\cdot C=A\cdot(B\cdot C)$$

分配律 $A\cdot(B+C)=A\cdot B+A\cdot C$

$$A+(B\cdot C)=(A+B)\cdot(A+C)$$

# 逻辑代数的基本定律

## 3. 逻辑代数中的特殊定律

还原律：$\overline{\overline{A}} = A$

反演律（德·摩根定律；**De Morgan**定律）：

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

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

推广到多变量?

*列真值表表证明：

| $A$ | $B$ | $\overline{A}$ | $\overline{B}$ | $\overline{A+B}$ | $\overline{A} \cdot \overline{B}$ | $\overline{A \cdot B}$ | $\overline{A} + \overline{B}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

# 逻辑代数中的三个重要规则

1. 代入规则

2. 反演规则

3. 对偶规则

## 1. 代入规则

任何一个含有变量X的等式，如果将所有出现X的位置都代之以一个函数F, 则等式仍然成立。

## 举例

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

**如用F = B + C代替式中的B**

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

1、不能破坏原式的运算顺序－先括号后与、或
2、不属于单变量上的非号应保留
用于快速的求一个函数的反函数

## 2. 反演规则

当已知某一逻辑函数F，将F中的所有“· ”号变为“+”号，将“+”号变为“·”号，常量“0”变为“1”，“1”变为“0”，原变量变为反变量，反变量变为原变量，便可求得F的反演式

举例

$$F=A+\overline{B}+C+\overline{\overline{D}+E}$$

$\cdot \longrightarrow +$　　$0 \longrightarrow 1$

$+ \longrightarrow \cdot$　　$1 \longrightarrow 0$

$$\overline{F}=\overline{A}\,B\,\overline{C}\,\overline{D\,\overline{E}}$$

原变量 ⟶ 反变量

反变量 ⟶ 原变量

两个或者两个以上长非号不变

1、不能破坏原式的运算顺序，先括号后与、或
2、不属于单变量上的非号应保留
用于逻辑关系的证明
若F=G成立，则F*=G*成立

## 3. 对偶规则

设F是一个逻辑函数式，将F中所有“·”号变为“+”号，将“+”号变为“·”号，“1”变为“0”，“0”变为“1”，而变量保持不变，那么就得到一个新的逻辑函数F*，通常将它称为F的对偶式。

举例

$$F = A\overline{B} + A \bullet (C+0)$$

$\bullet \longrightarrow +$　　$0 \longrightarrow 1$

$+ \longrightarrow \bullet$　　$1 \longrightarrow 0$

两个或者两个以上长非号不变

$$F = (A + \overline{B}) \bullet (A + C \bullet 1)$$

# 化简公式

## 1.合并律

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

$$(A+B)(A+\overline{B}) = A$$

在逻辑代数中，如果两个乘积项分别包含了互补的两个因子(如$B$和$\overline{B}$)，而其它因子都相同，那么这两个乘积项称为**相邻项**。

合并律说明，两个相邻项可以合并为一项，消去互补量。

# *化简公式

***2.吸收律** ① $A+AB=A$

证： $A+AB=A(1+B)=A\cdot 1=A$

该公式说明，在一个“与或表达式”中，如果某一乘积项的部分因子（如$AB$项中的$A$）恰好等于另一乘积项（如$A$）的全部， 则该乘积项（$AB$）是多余的，可以消去。

② $A+\overline{A}B=A+B$

（分配律）

证： $A+\overline{A}B=(A+\overline{A})(A+B)=1\times(A+B)$

$=A+B$

# *化简公式

吸收公式 ③ $AB+\overline{A}C+BC=AB+\overline{A}C$

证: $AB+\overline{A}C+BC=AB+\overline{A}C+(A+\overline{A})BC$

$$=AB+\overline{A}C+ABC+\overline{A}BC$$

$$=AB+\overline{A}C$$

在一个与或表达式中，如果两个乘积项中的部分因子互补（如AB项和$\overline{\text{A}}$C项中的A和$\overline{\text{A}}$），而这两个乘积项中的其余因子（如B和C）都是第三个乘积项中的因子， 则这个第三项是多余的，可以消去。

推论: $AB+\overline{A}C+BCD=AB+\overline{A}C$

# *逻辑代数的基本公式

## 吸收律

$$\left.\begin{aligned} A+AB&=A \\ A(A+B)&=A \end{aligned}\right\}\ \text{对偶式}$$

$$\left.\begin{aligned} A+(\overline{A}\cdot B)&=A+B \\ A(\overline{A}+B)&=AB \end{aligned}\right\}\ \text{对偶式}$$

## 多余项定律

$$\left.\begin{aligned} AB+\overline{A}C+BC&=AB+\overline{A}C \\ (A+B)(\overline{A}+C)(B+C)&=(A+B)(\overline{A}+C) \end{aligned}\right\}\ \text{对偶式}$$

# 逻辑代数的基本定律和规则

**1. 变量和常量的关系式**

| | | |
|---|---|---|
| 0-1律 | $1+A=1$ | $0\cdot A=0$ |
| 自等律 | $0+A=A$ | $1\cdot A=A$ |
| 重叠律 | $A+A=A$ | $A\cdot A=A$ |
| 互补律 | $A+\overline{A}=1$ | $A\cdot\overline{A}=0$ |
| 还原律 | $\overline{\overline{A}}=A$ | |

**2. 与普通代数相似的定律**

| | | |
|---|---|---|
| 交换律 | $A+B=B+A$ | $A\cdot B=B\cdot A$ |
| 结合律 | $A+(B+C)=(A+B)+C$ | $A\cdot(B\cdot C)=(A\cdot B)\cdot C$ |
| 分配律 | $A+B\cdot C=(A+B)\cdot(A+C)$ | $A\cdot(B+C)=A\cdot B+A\cdot C$ |

# *逻辑代数的基本定律和规则

反演律

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

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

合并律

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

$$(A+B)(A+\overline{B})=A$$

吸收律

① $A+A\cdot B=A$

$$A\cdot(A+B)=A$$

② $A+\overline{A}\cdot B=A+B$

$$A(\overline{A}+B)=AB$$

③ $AB+\overline{A}C+BC=AB+\overline{A}C$

$$(A+B)(\overline{A}+C)(B+C)=(A+B)(\overline{A}+C)$$

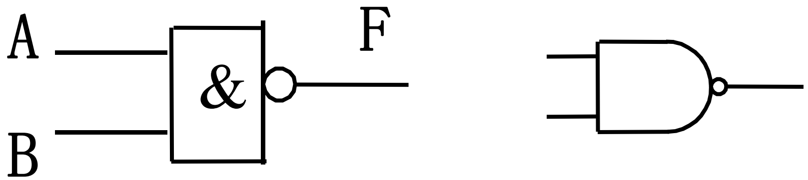
在两个乘积项中，若有一个变量是互反的，那么由这两个乘积项中的其它变量组成的乘积项就是多余的，可以消去。

公式可推广：$AB+\overline{A}C+BCDE=AB+\overline{A}C$

# 复合逻辑运算

## 1. 与非逻辑

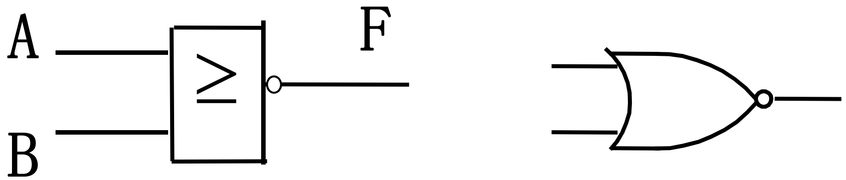
$$F = \overline{AB}$$




与非门

## 2. 或非逻辑

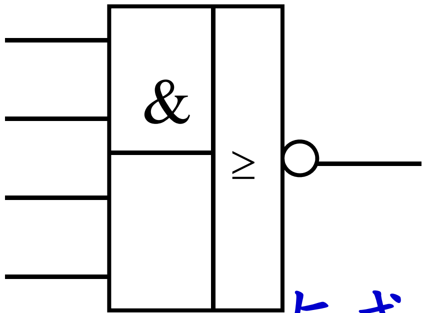
$$F = \overline{A+B}$$




或非门

## 3. 与或非逻辑

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

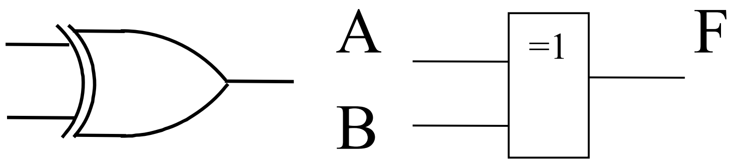



与或非门

# 异或逻辑与同或逻辑

## 4. 异或逻辑

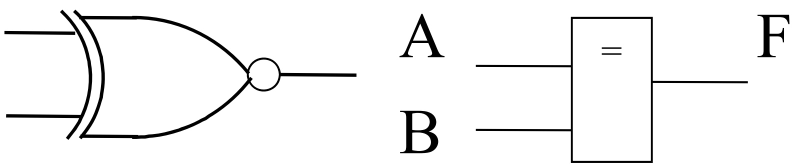
$$F = A \oplus B = \overline{A}B + A\overline{B}$$




| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

## 5. 同或逻辑

$$F = A \odot B = AB + \overline{A}\,\overline{B}$$




| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

# 异或逻辑与同或逻辑

“异或”逻辑与“同或”逻辑互为反函数，即

$$\overline{A \oplus B} = \boldsymbol{A \odot B}$$

$$\overline{\boldsymbol{A \odot B}} = A \oplus B$$

同理可证明，“异或”逻辑与“同或”逻辑互为对偶函数。

因此，两变量的“异或”函数和“同或”函数既互补又对偶，这是一对特殊函数。

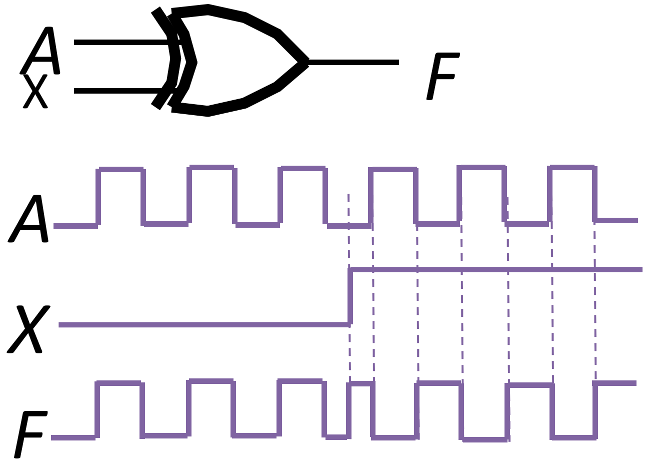
# *异或逻辑与同或逻辑基本公式

| $F=A\oplus B$ | $F=A\odot B$ |
|---|---|
| $A\oplus 0=A$ | $A\odot 1=A$ |
| $A\oplus 1=\overline{A}$ | $A\odot 0=\overline{A}$ |
| $A\oplus A=0$ | $A\odot A=1$ |
| $A\oplus \overline{A}=1$ | $A\odot \overline{A}=0$ |
| $A\oplus \overline{B}=\overline{A\oplus B}=A\oplus B\oplus 1$ | $A\odot \overline{B}=\overline{A\odot B}=A\odot B\odot 0$ |
| $A\oplus B=B\oplus A$ | $A\odot B=B\odot A$ |
| $A\oplus(B\oplus C)=(A\oplus B)\oplus C$ | $A\odot(B\odot C)=(A\odot B)\odot C$ |
| $A(B\oplus C)=AB\oplus AC$ | $A+(B\odot C)=(A+B)\odot(A+C)$ |

此外，$A\oplus A\oplus A\oplus\cdots\oplus A=\begin{cases}0 & \text{(A的个数为偶数)}\\ A & \text{(A的个数为奇数)}\end{cases}$

# 异或同或门的应用

1. 控制信号的同向或者反向输出。

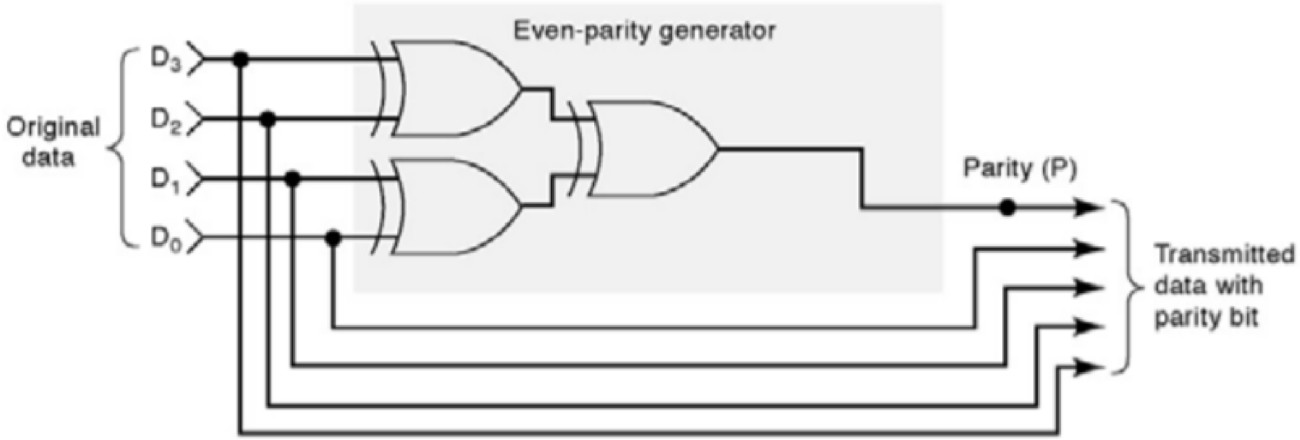



2. 奇偶校验：统计输入A中1的个数是奇数还是偶数。

# Parity Generator and Checker

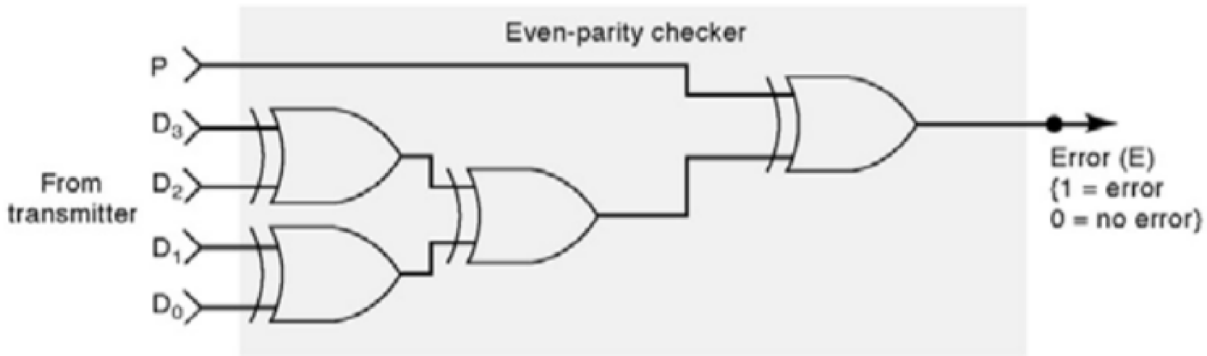
$$A \oplus A \oplus A \oplus \cdots \oplus A = \begin{cases} 0 & \text{(A的个数为偶数)} \\ A & \text{(A的个数为奇数)} \end{cases}$$

偶校验码生成器




(a)

偶校验码检测器



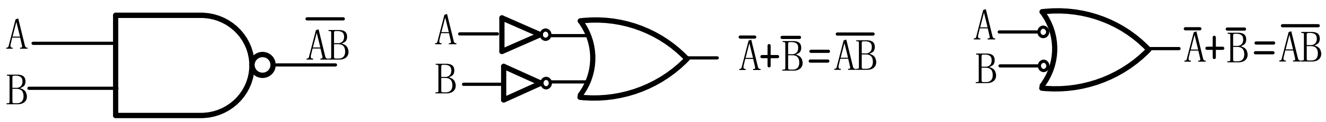

(b)

# 逻辑门的等效符号

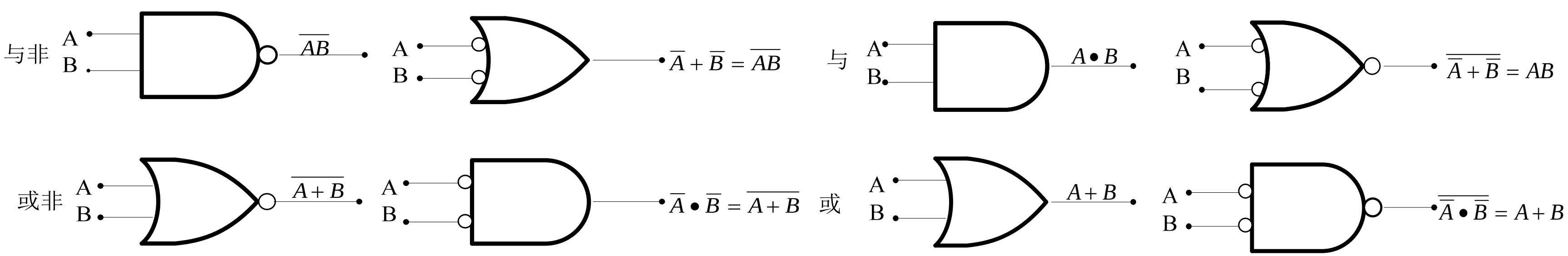
根据反演定理，可将任何与(AND)形式的逻辑门和或（OR）形式的逻辑门互换。

基本逻辑门电路（与、或、非、与非、或非）除了使用标准符号之外，还经常使用与其逻辑功能相同的等效逻辑符号。

摩根定理 $F = \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$



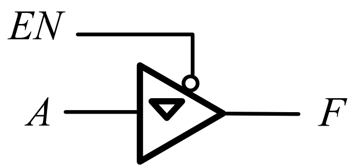

(a) 标准与非门　(b) 与非门等效电路　(c) 标准与非门等效符号



# 三态门

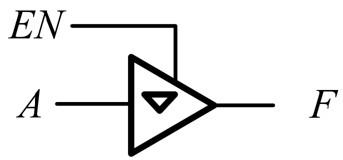
普通逻辑门：逻辑 0 和逻辑 1

三态门还有第三种状态—高阻态，相当于悬空。




$EN = 0 \quad F = A$

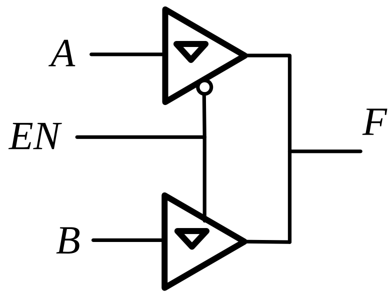
$EN = 1$ F为高阻态




$EN = 1 \quad F = A$

$EN = 0$ F为高阻态

## 示例：选通电路




$EN = 1 \quad F = B$

$EN = 0 \quad F = A$

$F = \overline{EN}A + ENB$

# *逻辑运算符的完备性

对于一个代数系统，若仅用它所定义的一组运算符号就能解决所有的运算问题，则称这一组符号是一个完备的集合，简称完备集。

*n*变量的所有逻辑函数都可以用*n*个变量及一组逻辑运算符“·（与）、+（或）、－（非）”来构成，因此称“·、+、－”运算符是一组完备集。

# *逻辑运算符的完备性

- “与、 或、 非”并非最好的完备集

  实现一个函数要三种不同运算。

从反演律可以看出，有了与和非可得出或，有了或和非可得出与。

- “与非”、 “或非”、 “与或非”复合运算

  其中任何一种都能单独实现“与、或、非”运算——三种复合运算都是完备集。

  实现逻辑函数只需要一种规格的逻辑门，这就给设计工作带来许多方便。

思考：如何从“与非”运算分别得到“与”、 “或”、 “非”三种基本运算？

# 逻辑函数表达式

**常用形式**

（1）与或式　　$F=AB+CD$

（2）或与式　　$F=(A+B)(C+D)$

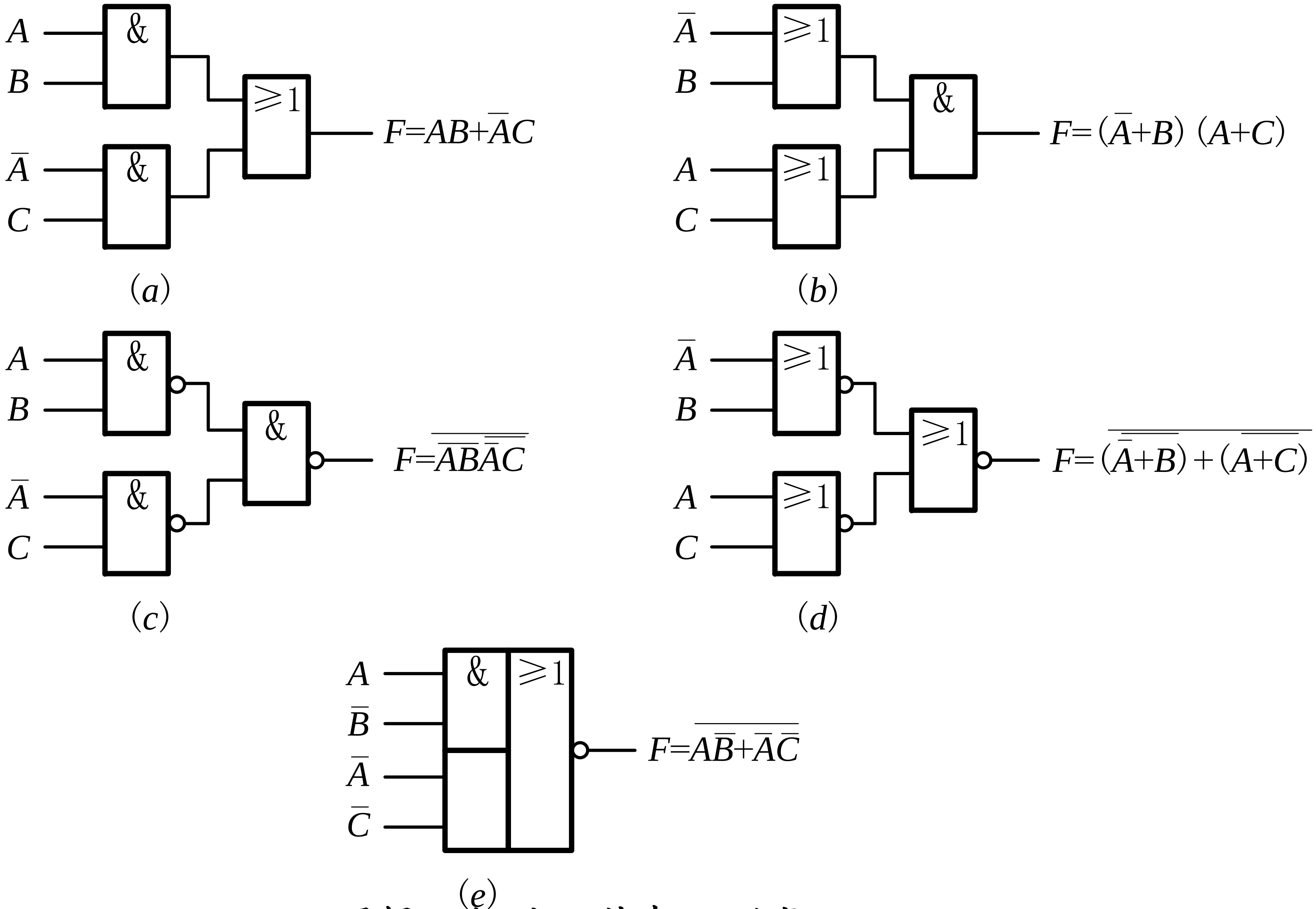
（3）与非与非式　　$F=\overline{\overline{AB}\cdot\overline{CD}}$

（4）或非或非式　　$F=\overline{\overline{(A+B)}+\overline{C+D}}$

（5）与或非式　　$F=\overline{AB+CD}$

任何一个逻辑函数式都可以通过逻辑变换写成以上五种形式。

**上面五种表达式之间如何相互转换？**




逻辑函数的五种表示形式

# 逻辑函数的两种标准式

## （1）最小项和最小项表达式

**最小项（标准与项）定义:**

n个变量的最小项是含n个变量的“与项”，其中每个变量都以原变量或反变量的形式出现一次。

**与项：** $ABC$　　$B\bar{C}$　　$\bar{A}C$

1个变量　最小项　$\bar{A}$　$A$

2个变量　最小项　$\bar{A}\bar{B}$　$\bar{A}B$　$A\bar{B}$　$AB$

3个变量　最小项

$\bar{A}\bar{B}\bar{C}$　$\bar{A}\bar{B}C$　$\bar{A}B\bar{C}$　$\bar{A}BC$　$A\bar{B}\bar{C}$　$A\bar{B}C$　$AB\bar{C}$　$ABC$

最小项通常用符号$m_i$来表示。

# 三变量逻辑函数的最小项

*叫最小项，是对应这个输入，只有一个与项为1

| 序号 | C | $m_0$ $\bar{A}\bar{B}\bar{C}$ | $m_1$ $\bar{A}\bar{B}C$ | $m_2$ $\bar{A}B\bar{C}$ | $m_3$ $\bar{A}BC$ | $m_4$ $A\bar{B}\bar{C}$ | $m_5$ $A\bar{B}C$ | $m_6$ $AB\bar{C}$ | $m_7$ $ABC$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 0 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 0 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 1 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 1 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 1 0 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 1 0 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 1 1 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | 1 1 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

# 最小项表达式

如果在一个与或表达式中，所有“与项”均为最小项，则称这种表达式为**最小项表达式**，或称为**标准与或式**、**标准积之和式**、**最小项标准式**。

**与或表达式:** $F = AB + AC + ABC$

**最小项表达式:** $F = AB\overline{C} + A\overline{B}C + \overline{A}BC + ABC$

例：与或表达式 $F = AB + AC$ ，求其最小项表达式。

$$F = AB(C + \overline{C}) + AC(B + \overline{B})$$

$$= ABC + AB\overline{C} + ACB + AC\overline{B}$$

$$= AB\overline{C} + A\overline{B}C + ABC$$

# 最小项表达式

任何一个逻辑函数都可以表示为最小项之和的形式:

| $A$ | $B$ | $F$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

如何用语言描述该真值表?

当 $A$=0 并且 $B$=1 或
$A$=1 并且 $B$=0 或
$A$=1 并且 $B$=1 时 $F$=1;

也可以描述为:

当 $\overline{A}$=1 并且 $B$=1 或
$A$=1 并且 $\overline{B}$=1 或
$A$=1 并且 $B$=1 时 $F$=1;

$$\Rightarrow \quad F = \overline{A}B + A\overline{B} + AB$$

只要将真值表中使函数值为1的各个最小项相或，便可得出该函数的最小项表达式。

由于任何一个函数的真值表是唯一的，因此其最小项表达式也是惟一的。

# 最小项表达式描述逻辑命题

例：三变量表决器真值表　　最小项表达式？

| A | B | C | Z |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

$$F = AB\overline{C} + A\overline{B}C + \overline{A}BC + ABC$$

$$F(A,B,C) = m_6 + m_5 + m_3 + m_7$$

$$= \sum m\ (3,5,6,7)$$

最小项得简写形式

# 最大项和最大项表达式

**最大项定义:**

n个变量的最大项是含n个变量的“或项”，其中每个变量都以原变量或反变量的形式出现一次。

**或项：** $A+B+C \quad B+\overline{C} \quad \overline{A}+C$

**三变量最大项（标准或项）：**

$$\overline{A}+\overline{B}+\overline{C} \qquad A+\overline{B}+C \quad \overline{A}+B+C$$

**最大项表达式:**

$$F=(A+\overline{B}+C)(\overline{A}+B+C)(A+B+\overline{C})$$

# 最小项与最大项的关系

输入取值使该最小项为1

输入取值使该最大项为0

| A B C | 最小项 $m_i$ | | 最大项 $M_i$ | |
|---|---|---|---|---|
| 0 0 0 | $\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}$ | $m_0$ | $A+B+C$ | $M_0$ |
| 0 0 1 | $\overline{A}\,\overline{B}C$ | $m_1$ | $A+B+\overline{C}$ | $M_1$ |
| 0 1 0 | $\overline{A}B\overline{C}$ | $m_2$ | $A+\overline{B}+C$ | $M_2$ |
| 0 1 1 | $\overline{A}BC$ | $m_3$ | $A+\overline{B}+\overline{C}$ | $M_3$ |
| 1 0 0 | $A\overline{B}\,\overline{C}$ | $m_4$ | $\overline{A}+B+C$ | $M_4$ |
| 1 0 1 | $A\overline{B}C$ | $m_5$ | $\overline{A}+B+\overline{C}$ | $M_5$ |
| 1 1 0 | $AB\overline{C}$ | $m_6$ | $\overline{A}+\overline{B}+C$ | $M_6$ |
| 1 1 1 | $ABC$ | $m_7$ | $\overline{A}+\overline{B}+\overline{C}$ | $M_7$ |

$$m_i=\overline{M_i}$$

# 最大项表达式

在一个或与式中，如果所有的“或项”均为最大项，则称这种表达式为最大项表达式，或称为标准或与式、标准和之积表达式、最大项标准式。

$$F = (A + \overline{B} + C)(\overline{A} + B + C)(A + B + \overline{C})$$

$$F = M2 \cdot M4 \cdot M1$$

$$= \prod M(1, 2, 4)$$

$A \cdot \bar{A} = 0$

$A \cdot (B+C) = A \cdot B + A \cdot C$

$A + (B \cdot C) = (A+B) \cdot (A+C)$

例：或与表达式 $F = (A + B)(A + C)$

$A+B+(\bar{C} \cdot C) = (A+B+\bar{C})(A+B+C)$

最大项表达式

$$F = (A + B + \overline{C})(A + \overline{B} + C)(A + B + C)$$

# 最大项表达式

给定真值表，如何写出最大项表达式？

可以先求出该函数的反函数 $\overline{F}$，并写出 $\overline{F}$ 的最小项表达式，然后将 $\overline{F}$ 再求反，利用 $m_i$ 和 $M_i$ 的互补关系便得到最大项表达式。

真值表

| A | B | C | $F$ | $F$ | $\overline{F}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

$$F = \sum m(0,1,4,5)$$

$$\overline{F} = m_2 + m_3 + m_6 + m_7$$

$$F = \overline{\overline{F}} = \overline{m_2 + m_3 + m_6 + m_7}$$

$$= \overline{m_2} \cdot \overline{m_3} \cdot \overline{m_6} \cdot \overline{m_7}$$

$$= M_2 \cdot M_3 \cdot M_6 \cdot M_7$$

$$= \prod M(2,3,6,7)$$

# 最大项表达式

| $A$ | $B$ | $C$ | $F$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

$$F = \sum m(0,1,4,5)$$

$$= \prod M(2,3,6,7)$$

可见，最大项表达式是真值表中使函数值为0的各个最大项相与。

**结论：** 任何一个逻辑函数既可以用最小项表达式表示，也可以用最大项表达式表示。如果将一个$n$变量函数的最小项表达式改为最大项表达式时，其最大项的编号必定都不是最小项的编号，而且这些最小项的个数和最大项的个数之和为$2^n$。

# 练习

例：对以下真值表，要求：

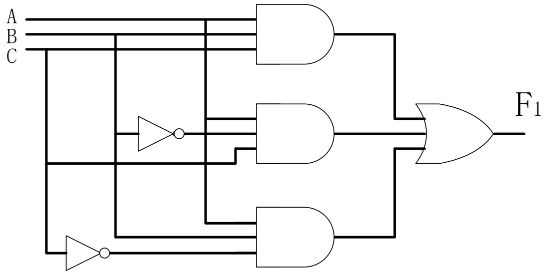
（1）完成从真值表得到逻辑函数的标准与或式；

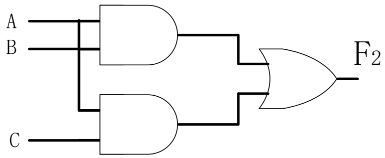
（2）写出最小项和最大项两种标准式的简写形式。

| ABC | $F_1$ | $F_2$ |
|---|---|---|
| 000 | 0 | 1 |
| 001 | 0 | 1 |
| 010 | 1 | 1 |
| 011 | 0 | 1 |
| 100 | 1 | 1 |
| 101 | 0 | 0 |
| 110 | 1 | 0 |
| 111 | 0 | 0 |

# 逻辑代数的化简

$$F_1(A,B,C)=ABC+AB\overline{C}+A\overline{B}C \qquad F_2(A,B,C)=AB+AC$$




$$\begin{aligned}F_1&=ABC+AB\overline{C}+A\overline{B}C\\&=ABC+AB\overline{C}+ABC+A\overline{B}C\\&=AB(C+\overline{C})+AC(B+\overline{B})\\&=AB+AC\end{aligned}$$

逻辑函数表达式越简单，所用的逻辑门和连接线越少，实现的电路就越简单。

逻辑函数化简通常是指将逻辑函数化简为**最简与或式**或者**最简或与式**。

利用基本公式，消去逻辑函数表达式中多余的乘积项和多余因子。

# *逻辑代数的代数法化简

化简的原则：（1）与项最少；

（2）与项中的变量数最少

**利用公式化简**

$$1.\ F = AB + \underline{\bar{A}C} + \underline{\bar{B}C}$$

$$= AB + (\underline{\bar{A} + \bar{B}})C$$

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

$$= AB + \overline{AB} \cdot C = AB + C$$

# 逻辑代数的卡诺图化简

## 1. 卡诺图的构成

将$n$变量的全部最小项各用一个小方块表示，并使具有逻辑相邻性的最小项在几何位置上也相邻地排列起来，所得到的图形叫做$n$变量的卡诺图（Karnaugh Map），简称K图。

二变量K图

| A | B | $m_i$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | $m_0$ |
| 0 | 1 | $m_1$ |
| 1 | 0 | $m_2$ |
| 1 | 1 | $m_3$ |

⇨

| B \ A | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | $\bar{A}\bar{B}$ | $A\bar{B}$ |
| 1 | $\bar{A}B$ | $AB$ |

| B \ A | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | $m_0$ | $m_2$ |
| 1 | $m_1$ | $m_3$ |

| B \ A | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 2 |
| 1 | 1 | 3 |

# 三变量卡诺图

变量取值分别按格雷码排列。

表 三变量最小项

| $A$ $B$ $C$ | 最小项 |
|---|---|
| 0 0 0 | $\bar{A}\bar{B}\bar{C}$ |
| 0 0 1 | $\bar{A}\bar{B}C$ |
| 0 1 0 | $\bar{A}B\bar{C}$ |
| 0 1 1 | $\bar{A}BC$ |
| 1 0 0 | $A\bar{B}\bar{C}$ |
| 1 0 1 | $A\bar{B}C$ |
| 1 1 0 | $AB\bar{C}$ |
| 1 1 1 | $ABC$ |

| $C$ \ $AB$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | $\bar{A}\bar{B}\bar{C}$ | $\bar{A}B\bar{C}$ | $AB\bar{C}$ | $A\bar{B}\bar{C}$ |
| 1 | $\bar{A}\bar{B}C$ | $\bar{A}BC$ | $ABC$ | $A\bar{B}C$ |

| $C$ \ $AB$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | $m_0$ | $m_2$ | $m_6$ | $m_4$ |
| 1 | $m_1$ | $m_3$ | $m_7$ | $m_5$ |

图 三变量K图 (ABC顺序)

# 四、五变量卡诺图

同理，四、五输入变量取值也按格雷码排列。

四变量K图

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 4 | 12 | 8 |
| 01 | 1 | 5 | 13 | 9 |
| 11 | 3 | 7 | 15 | 11 |
| 10 | 2 | 6 | 14 | 10 |

(ABCD顺序)

五变量K图

| DE \ ABC | 000 | 001 | 011 | 010 | 110 | 111 | 101 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 4 | 12 | 8 | 24 | 28 | 20 | 16 |
| 01 | 1 | 5 | 13 | 9 | 25 | 29 | 21 | 17 |
| 11 | 3 | 7 | 15 | 11 | 27 | 31 | 23 | 19 |
| 10 | 2 | 6 | 14 | 10 | 26 | 30 | 22 | 18 |

(ABCDE顺序)

# 卡诺图特点

**K图具有如下特点:**

① $n$变量的卡诺图有$2^n$个方格，对应表示$2^n$个最小项。每

当变量数增加一个

② 卡诺图中

都是相邻的。

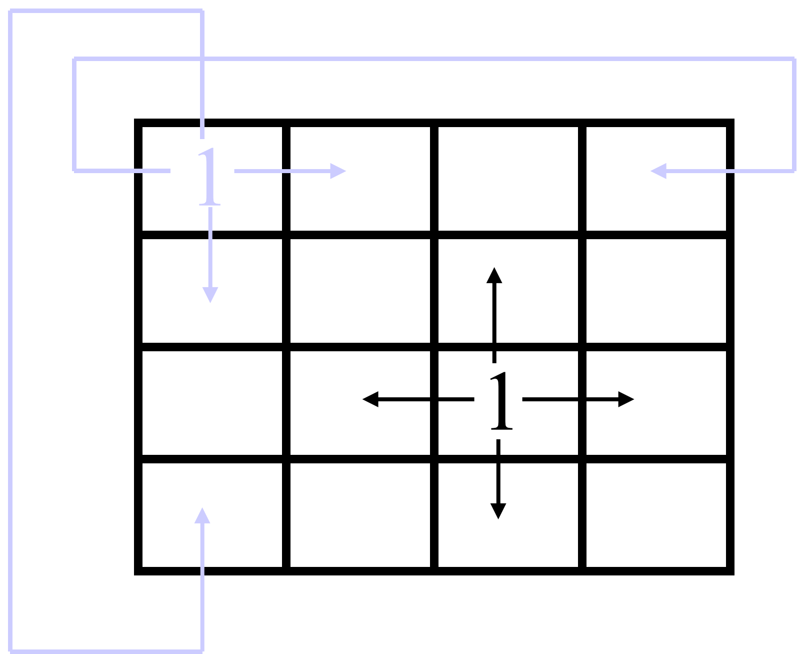
几何相邻：一

或一列的两头；三

逻辑相邻：是

个“与项”。

***Four-variable map***




卡诺图也反映了$n$变量的任何一个最小项有$n$个相邻项。

| | DE \ ABC | 000 | 001 | 011 | 010 | 110 | 111 | 101 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 00 | 0 | 4 | 12 | 8 | 24 | 28 | 20 | 16 |
| 相对 | 01 | 1 | 5 | 13 | 9 | 25 | 29 | 21 | 17 |
| 相邻 | 11 | 3 | 7 | 15 | 11 | 27 | 31 | 23 | 19 |
| 相重 | 10 | 2 | 6 | 14 | 10 | 26 | 30 | 22 | 18 |

# 逻辑函数的卡诺图表示法

## ① 给出真值表

将真值表的每一行的取值填入卡诺图的每个小方格中。

| A | B | C | F |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

| C \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

| A \ BC | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | | | 1 | |
| 1 | | 1 | 1 | |

# 逻辑函数的卡诺图表示法

## ② 给出逻辑函数的最小项标准式

将逻辑函数的最小项在卡诺图上相应的方格中填1;

其余的方格填0(或不填)。

任何一个逻辑函数都等于其卡诺图上填1的那些最小项之和。

**例1:用卡诺图分别描述下列逻辑函数**

$$F=\sum m(1,2,6,7)$$

$$F=\sum m(0,2,6,8,10,13,15)$$

解:

| C \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | | 1 | 1 | |
| 1 | 1 | | 1 | |

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 1 | | | 1 |
| 01 | | | 1 | |
| 11 | | | 1 | |
| 10 | 1 | 1 | | 1 |

# 逻辑函数的卡诺图表示法

## ③ 给出逻辑函数一般与或式

可化为标准与或式，再填入。

确定使每个与项为1的所有输入变量取值，并在卡诺图上对应方格填1；

其余的方格填0(或不填)。

**例2：用卡诺图描述下列逻辑函数** $F(A,B,C)=C+A\overline{B}$

$$F(A,B,C)=C+A\overline{B}=C(A+\overline{A})(B+\overline{B})+A\overline{B}(C+\overline{C})$$

$$=(\overline{A}\,\overline{B}+\overline{A}B+A\overline{B}+AB)C+A\overline{B}C+A\overline{B}\,\overline{C}$$

$$=\sum m(1,3,4,5,7)$$

C：令ABC=××1(×表示可以为0，也可以为1)时该与项为1，在卡诺图上对应四个方格($m_1$，$m_3$，$m_5$，$m_7$)处填1。

$A\overline{B}$ 当ABC=10×时该与项为1，在卡诺图上对应两个方格($m_4$，$m_5$)处填1。

| C \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

# 逻辑函数的卡诺图表示法

练习： $F=AC\overline{D}+A\overline{C}\overline{D}+B+BC$

解：$AC\overline{D}$　当***ABCD*=1×10**时该与项为1，在卡诺图上对应两个方格($m_{10}$、$m_{14}$)处填1。

$A\overline{C}\overline{D}$　当***ABCD*=1×00**时该与项为1，对应两个方格($m_8$、$m_{12}$)处填1。

***B*** ：当***ABCD*=×1××**时该与项为1，对应八个方格($m_4$、$m_5$、$m_6$、$m_7$、$m_{12}$、$m_{13}$、$m_{14}$、$m_{15}$)处填1。

***BC*** ：当***ABCD*=×11×**时该与项为1，对应四个方格(m6、 m7、m14、m15)处填1。

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | | 1 | 1 | 1 |
| 01 | | 1 | 1 | |
| 11 | | 1 | 1 | |
| 10 | | 1 | 1 | 1 |

**某些最小项重复，只需填一次即可(1+1=1)。**

# 逻辑函数的卡诺图表示法

## ④ 给出逻辑函数的最大项标准式

将逻辑函数的最大项在卡诺图上相应的方格中填0（或不填）；

其余的方格填1。

任何一个逻辑函数都等于其卡诺图上填0的那些最大项之积。

**例3：用卡诺图描述逻辑函数** $Y(A,B,C)=\prod M(0,2,5)$

解：

| C \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

# 逻辑函数的卡诺图表示法

## ⑤ 给出逻辑函数一般或与式

确定使每个或项为0的所有输入变量取值，并在卡诺图上对应方格填0；其余的方格填1。

也可化为标准或与式，再填入。

例4：用卡诺图分别描述逻辑函数 $F=C(A+\overline{B})$

解：C：当ABC=××0(×表示可以为0，也可以为1)时该或项为0，在卡诺图上对应四个方格($m_0$，$m_2$，$m_4$，$m_6$)处填0。

$A+\overline{B}$：当ABC=01×时该与项为0，在卡诺图上对应两个方格($m_2$，$m_3$)处填0。

| C \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |

$$F=C\,(A+B)=\sum m(1,5,7)=\prod M(0,2,3,4,6)$$

# 用卡诺图化简逻辑函数

## 一、卡诺图中最小项合并规律

在卡诺图中，凡是几何位置相邻的最小项均可以合并。

在卡诺图上该合并圈称为卡诺圈，简称**K-**圈。

两个相邻最小项合并为一项，可以消去一个互补变量。$(AB + A\overline{B} = A)$

四个相邻最小项合并为一项，消去两个变量。

八个相邻最小项合并为一项，消去三变量。

| C \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | |

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

$AB\overline{C}+ABC=AB$

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

如何读**K-**图？

- 与项由K圈对应的没有变化的那些变量组成。
- 取值为“1”时写原变量，
- 取值为“0”时写反变量。

# adjacent squares can always be combined

| CD\AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | | | | |
| 01 | | | **1** | **1** |
| 11 | | | | |
| 10 | | | | |

***In adjacent***

***ABC'D+AB'C'D=A(B+B')C'D=AC'D***

$2^1$

| CD\AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | | | | |
| 01 | | | | |
| 11 | **1** | | | **1** |
| 10 | | | | |

***In opposite***

***A'B'CD+AB'CD=(A'+A)B'CD=B'CD***

| CD\AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 1 | | | 1 |
| 01 | | | | |
| 11 | | | | |
| 10 | 1 | | | 1 |

$\sum m(0,2,8,10)=B'D'$

$2^2$

| CD\AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | | | | |
| 01 | | 1 | 1 | |
| 11 | | 1 | 1 | |
| 10 | | | | |

$\sum m(5,7,13,15)=BD$

$ab+ab'=a$

$a'b'+a'b+ab'+ab=1$

# adjacent squares can always be combined

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | | | 1 | |
| 01 | | | 1 | |
| 11 | | | 1 | |
| 10 | | | 1 | |

$\sum m(12,13,14,15)=AB$

$2^2$

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | | | | |
| 01 | 1 | | | 1 |
| 11 | 1 | | | 1 |
| 10 | | | | |

$\sum m(1,3,9,11)=B'D$

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 1 | | | 1 |
| 01 | 1 | | | 1 |
| 11 | 1 | | | 1 |
| 10 | 1 | | | 1 |

$\sum m(0,1,2,3,8,9,10,11)=B'$

$2^3$

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | | | | |
| 01 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | | | | |

$\sum m(1,3,5,7,9,11,13,15)=D$

# 卡诺图中最小项合并规律

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 1 | | | 1 |
| 01 | 1 | | | 1 |
| 11 | 1 | | | 1 |
| 10 | 1 | | | 1 |

$\sum m(0,1,2,3,8,9,10,11)=B'$

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | | | | |
| 01 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | | | | |

$\sum m(1,3,5,7,9,11,13,15)=D$

最小项合并有以下特点:

① 任何一个合并圈(即卡诺圈)所含的方格数为$2^i$个。

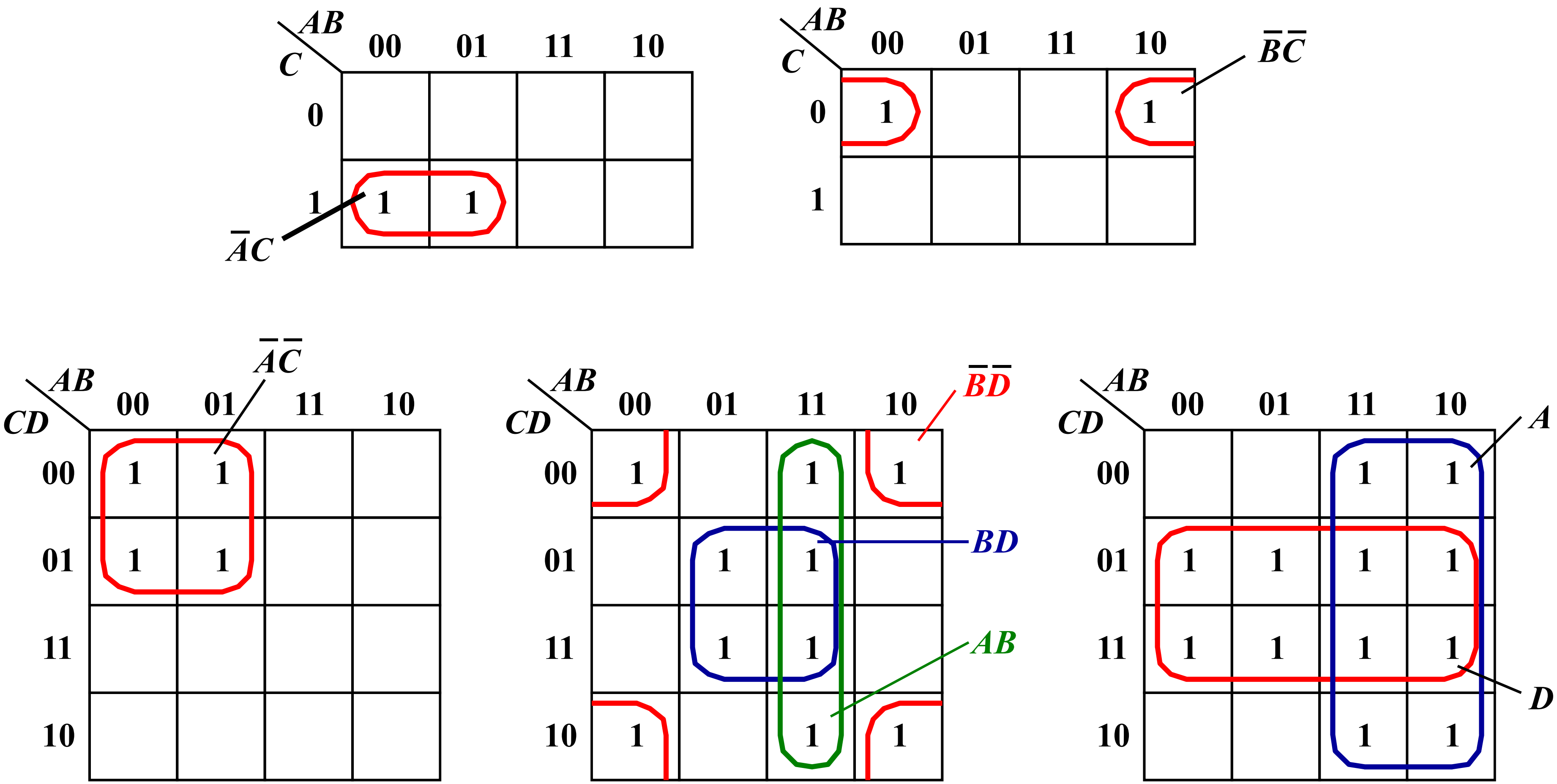
② 必须按照相邻规则画卡诺圈。

几何位置相邻包括：相邻；相对；相重。

③ $2^m$个方格合并，消去$m$个变量。

合并圈越大，消去的变量数越多。

- 练习：


AB
C
00 01 11 10
0
1
1 1
$\bar{A}C$
AB
C
00 01 11 10
0
1
1 1
$\bar{B}\bar{C}$
AB
CD
00 01 11 10
00
01
11
10
1 1
1 1
$\bar{A}\bar{C}$
AB
CD
00 01 11 10
00
01
11
10
1 1 1
1 1
1 1
1 1 1
$\bar{B}\bar{D}$
BD
AB
AB
CD
00 01 11 10
00
01
11
10
1 1
1 1 1 1
1 1 1 1
1 1
A
D

# 用卡诺图化简逻辑函数

## 二、卡诺图化简为最简与或式

利用卡诺图合并相邻项，消去变量。

| C \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | | | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

$\bar{B}$

$C$

$$C(\bar{A}\bar{B}+\bar{A}B+A\bar{B}+AB)=C$$

$$F=\bar{B}+C$$

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | | 1 | 1 | 1 |
| 01 | | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | | 1 | | |

$A\bar{C}$

$CD$

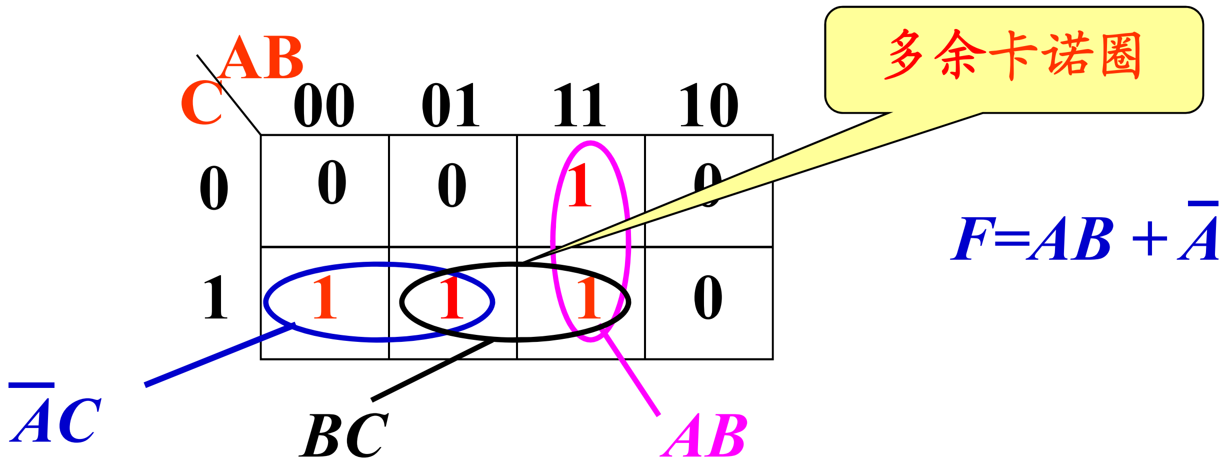
$\bar{A}B$

$$F=\bar{A}B+CD+A\bar{C}$$

# 用卡诺图化简逻辑函数

## 注意：画卡诺圈原则

（1）每一个卡诺圈必须圈$2^i$个“1”；
（2）每一个卡诺圈应尽量大（与项变量数最少）；
（3）用最少的卡诺圈圈完所有的“1”（与项最少）。




$F = AB + \bar{A}C$

保证每个圈中至少有一个“1格”只被圈过一次，否则该圈是多余的。

# 用卡诺图化简逻辑函数

例3：化简函数为最简与或式。

$$f(a,b,c,d)=\sum m(0,2,4,6,7,8,9,11,12,14)$$

| cd \ ab | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 01 |  |  |  | 1 |
| 11 |  | 1 |  | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 |  |

步骤：
①画出逻辑函数的卡诺图。
②圈“1”合并相邻最小项。
③将每一个圈对应的与项相或，得到最简与或式。

$$f=\bar{a}\,\bar{d}+b\bar{d}+\bar{a}bc+a\bar{b}d+\bar{c}\,\bar{d}$$

# 用卡诺图化简逻辑函数

$$\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}+\bar{A}\bar{B}C\bar{D}+$$

$$A\bar{B}\bar{C}\bar{D}+A\bar{B}C\bar{D}$$

$$=\bar{A}\bar{B}\bar{D}+A\bar{B}\bar{D}=\bar{B}\bar{D}$$

$$F=BD+\bar{B}C+\bar{B}\bar{D}$$

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 1 | | | 1 |
| 01 | | 1 | 1 | |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | | | 1 |

$BD$

$\bar{B}\bar{D}$

$\bar{B}C$

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 01 | | 1 | 1 | |
| 11 | | 1 | 1 | |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 |

$\bar{D}$

$B$

$$F=B+\bar{D}$$

# 用卡诺图化简逻辑函数

## 三、最简或与式的求法

步骤:

①画出逻辑函数的卡诺图。

②圈“0”合并相邻的最大项。

③将每一个圈对应的或项相与，得到最简或与式。

注意:

①圈“0”合并与圈“1”合并类同;

②或项由K圈对应的没有变化的变量组成;

③变量取值为“0”时写原变量，取值为“1”时写反变量。

# 用卡诺图化简逻辑函数

例： 用卡诺图将下面函数化为最简或与 $F=\sum m(0,1,3,5,7,8,9)$

解：

变量取值为“0”时写原变量，
取值为“1”时写反变量。

$A+\overline{B}+D$

$\overline{B}+D$

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

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

$\overline{A}+\overline{C}$

$\overline{C}+D$

| CD \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | | 0 | 0 | |
| 01 | | | 0 | |
| 11 | | | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |

$$F=(\overline{C}+D)(\overline{B}+D)(\overline{A}+\overline{B})(\overline{A}+\overline{C})$$

# 非完全描述逻辑函数

对于输入变量的每一组取值组合，逻辑函数都有确定的值，则这类逻辑函数称为完全描述的逻辑函数。

对于输入变量的某些取值组合，逻辑函数值不确定（可以为1，也可以为0），或者不存在，这类逻辑函数称为非完全描述的逻辑函数。

对应输出函数值没有确定值的最小项（或最大项）称为无关项、任意项或约束项。函数值可以为1，也可以为0，记为Φ或×。

# 非完全描述逻辑函数

无关项发生在以下两种情况：

① 由于某种条件的限制(或约束)使得输入变量的某些组合不可能出现，因而在这些取值下对应的函数值是“无关”紧要的，它可以为1，也可以为0。

② 某些输入变量取值所产生的输出并不影响整个系统的功能，因此可以不必考虑其输出是0还是1。

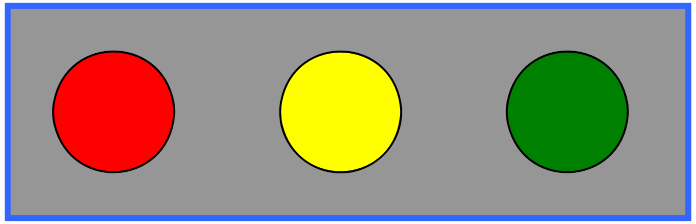
非完全描述逻辑函数一般用以下方法表示：

① 在真值表或K图中填Ø或×，表示函数值为0或1均可。

② 在逻辑表达式中用约束条件来表示。

# 非完全描述逻辑函数

## 交通信号灯：典型的非完全描述逻辑数字系统



A　　B　　C

A,B,C表示红、黄、绿灯的状态，且以灯亮为1，灯灭为0，用F 表示行车与否，且以行车为1，停车为0。

### 非完全描述逻辑函数真值表

| $A\ B\ C$ | $F$ |
|---|---|
| 0 0 0 | 0 |
| 0 0 1 | 1 |
| 0 1 0 | 0 |
| 0 1 1 | × |
| 1 0 0 | 0 |
| 1 0 1 | × |
| 1 1 0 | × |
| 1 1 1 | × |

### 非完全描述逻辑函数的表示:

$$F = m_1 + \sum d(3,5,6,7)$$

$$F = \prod M(0,2,4) \bullet \prod d(3,5,6,7)$$

# 非完全描述逻辑函数化简

例：用卡诺图将函数化为最简与或式和最简或与式。

$$F=\sum m(2,4)+\sum \Phi(3,6,7)$$

解：

| C \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | | 1 | × | 1 |
| 1 | | × | × | |

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

$AB+BC=0$ 约束条件

$$\bar{A}BC+AB\bar{C}+ABC=0$$

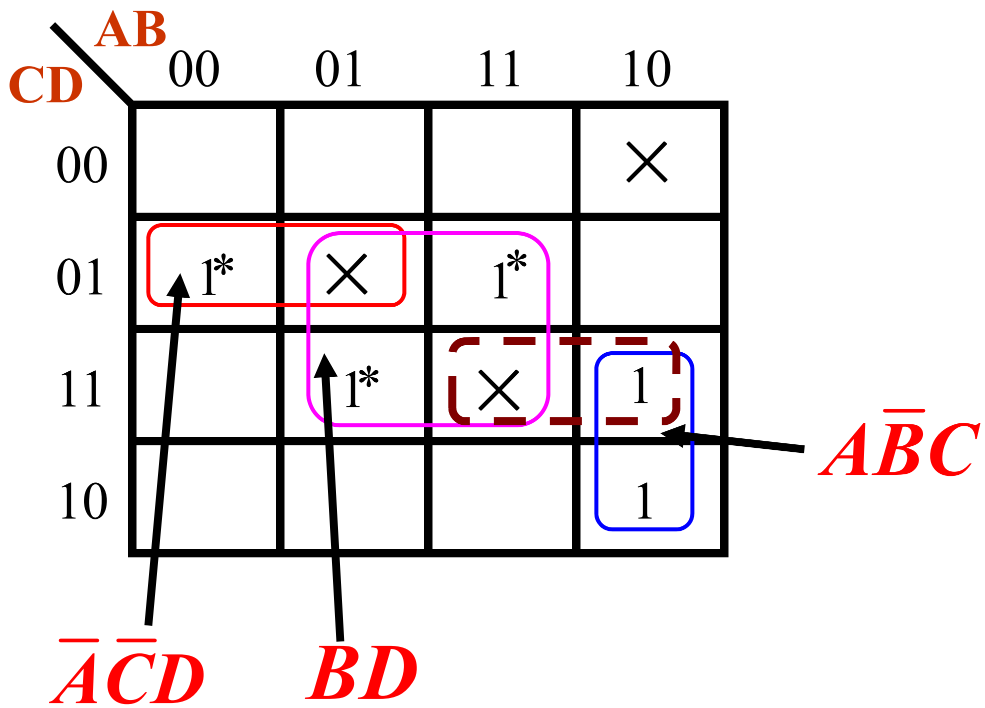
$$F=B+A\bar{C}$$

$$F=\bar{C}(A+B)$$

# 非完全描述逻辑函数化简

例：化简函数为：(1) 最简与或式，并用两级与非门实现逻辑电路；
（2）最简或与式，并用两级或非门实现逻辑电路。

$$F(A,B,C,D)=\sum m(1,7,10,11,13)+\sum d(5,8,15)$$



# 练习

## 例：试化简逻辑函数

$$\begin{cases} Y = \overline{A}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\,\overline{D} + A\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D} \\ A\overline{B}C\overline{D} + A\overline{B}CD + AB\overline{C}\,\overline{D} + AB\overline{C}D + ABC\overline{D} + ABCD = 0 \end{cases}$$

# 练习

例1：输入为一位8421BCD码，当输入的数值大于5时输出为1。列出真值表，写出函数式。

# 小结

- 门电路的逻辑符号及逻辑表达式
- 逻辑表达式化简
- 逻辑表达式的标准形式
- 卡诺图的填写及化简方法

# 第2章作业

- 2-4
- 2-5
- 2-8：　（4、5）
- 2-9：　（3、4）
- 2-12：（2、5）

本章完，谢谢大家！