

3.2 组合逻辑电路的设计

逻辑电路的设计：

针对所要求的逻辑功能，
通过逻辑抽象，依据选定的
器件，找出输出和输入之间的
逻辑表达式，并画出电路
图。

工程上的最佳设计，主要的衡量指标：

- ① 所用的逻辑器件数目最少，器件的种类最少，且器件之间的连线最简单。这样的电路称“最小化”电路。
- ② 满足速度要求，应使级数尽量少，以减少门电路的延迟。
- ③ 功耗小，工作稳定可靠。

组合逻辑电路设计一般步骤：

- ① 逻辑抽象
- ② 选择器件类型
- ③ 根据真值表和选用逻辑器件的类型，写出相应的逻辑函数表达式
- ④ 根据逻辑函数表达式及选用的逻辑器件画出逻辑电路图

【例1】设计一个一位二进制全减器。

①列真值表。

三个输入变量：

被减数 A_n 、减数 B_n 、低位向本位的借位 C_n

两个输出变量：

本位差 D_n 、本位向高位的借位 C_{n+1}

A_n	B_n	C_n	C_{n+1}	D_n
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

② 选器件。

选用与非门、异或门、与或非门三种器件。

③ 写逻辑函数式。

首先画出 C_{n+1} 和 D_n 的K图，然后根据选用的三种器件将 C_{n+1} 、 D_n 分别化简为相应的函数式。

A_n	B_n	C_n	C_{n+1}	D_n
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

$A_n B_n$		00	01	11	10
C_n	0	0	1	0	0
	1	1	1	1	0

$A_n B_n$		00	01	11	10
C_n	0	0	1	0	1
	1	1	0	1	0

当用“与或非”门实现电路时，写出相应的函数式为：

$$D_n = \overline{A_n B_n C_n + \overline{A_n} B_n C_n + A_n \overline{B_n} C_n + A_n \overline{B_n} \overline{C_n}}$$

$$C_{n+1} = \overline{\overline{B_n} \overline{C_n} + A_n \overline{C_n} + A_n \overline{B_n}}$$

$A_n B_n$		00	01	11	10	
C_n						
0		0	1	0	0	C_{n+1}
1		1	1	1	0	

当用异或门实现电路时，写出相应的函数式为：

$$D_n = A_n \oplus B_n \oplus C_n$$

$$C_{n+1} = \overline{A_n} \overline{B_n} C_n + \overline{A_n} B_n \overline{C_n} + B_n C_n$$

$$= \overline{A_n} (B_n \oplus C_n) + B_n C_n$$

$$= \overline{\overline{\overline{A_n} (B_n \oplus C_n)} \cdot \overline{B_n C_n}}$$

$A_n B_n$		00	01	11	10	
C_n						
0		0	1	0	1	D_n
1		1	0	1	0	

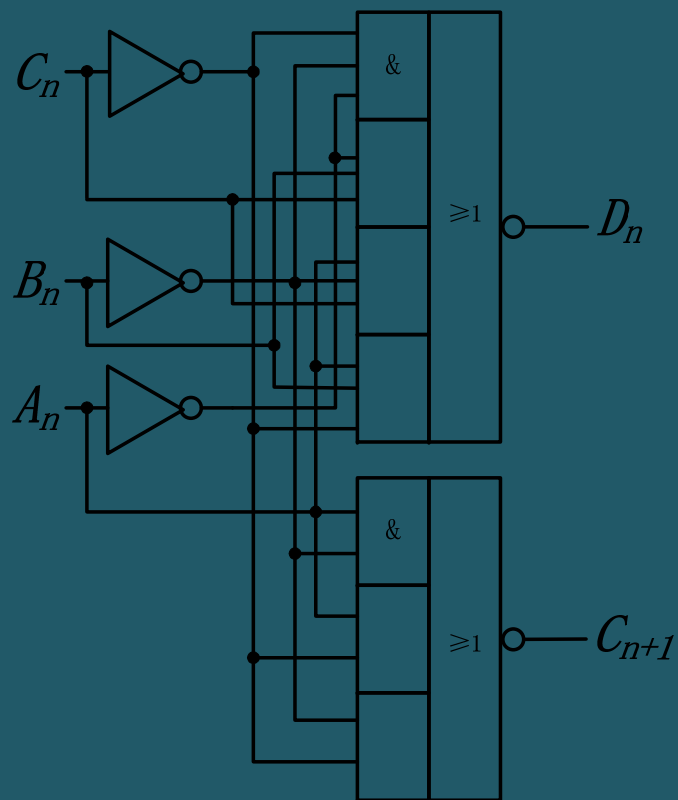
④ 画出逻辑电路图。



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

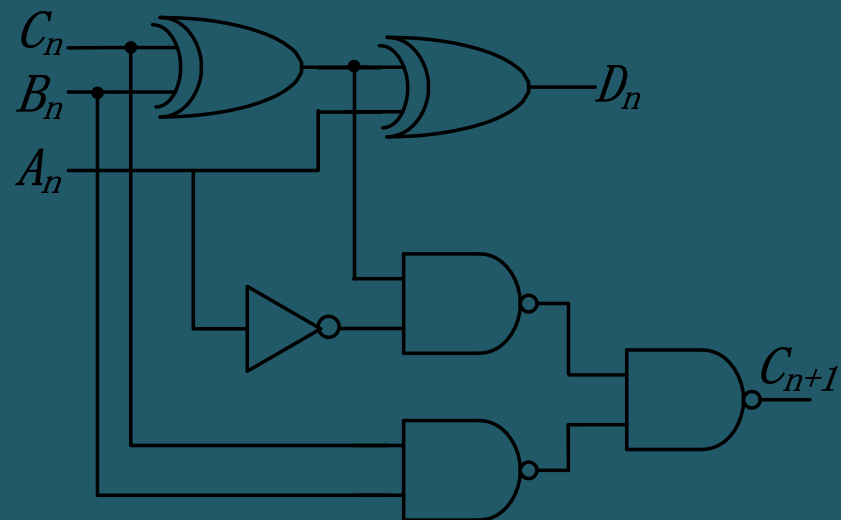
$$D_n = \overline{A_n B_n C_n} + \overline{A_n B_n C_n} + \overline{A_n B_n C_n} + \overline{A_n B_n C_n}$$

$$C_{n+1} = \overline{B_n C_n} + \overline{A_n C_n} + \overline{A_n B_n}$$



$$D_n = A_n \oplus B_n \oplus C_n$$

$$\begin{aligned} C_{n+1} &= \overline{A_n} \overline{B_n} C_n + \overline{A_n} B_n \overline{C_n} + B_n C_n \\ &= \overline{A_n} (B_n \oplus C_n) + B_n C_n \\ &= \overline{\overline{A_n} (B_n \oplus C_n)} \cdot \overline{B_n C_n} \end{aligned}$$



【例2】设计一个将8421BCD码转换为余3码的变换电路。

① 分析题意， 列真值表。

该电路输入为8421 BCD码，输出为余3码，因此它是一个四输入、四输出的码制变换电路。

根据两种BCD码的编码关系，列出真值表。由于8421 BCD码不会出现1010~1111这六种状态，因此把它视为无关项。

A	B	C	D	E_3	E_2	E_1	E_0
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	×	×	×	×
1	0	1	1	×	×	×	×
1	1	0	0	×	×	×	×
1	1	0	1	×	×	×	×
1	1	1	0	×	×	×	×
1	1	1	1	×	×	×	×

② 选择器件。

题目没有具体指定用哪一种门电路，
可以从门电路的数量、种类、速度等方面
考虑，选择最佳方案。

③ 写逻辑函数式。

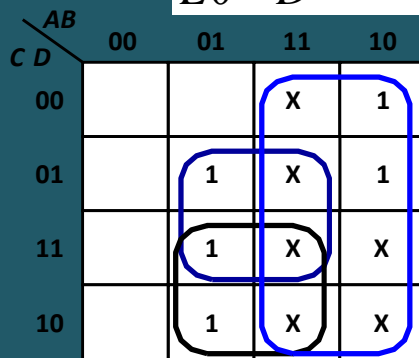
A	B	C	D	E_3	E_2	E_1	E_0
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	X	X	X	X
1	0	1	1	X	X	X	X
1	1	0	0	X	X	X	X
1	1	0	1	X	X	X	X
1	1	1	0	X	X	X	X
1	1	1	1	X	X	X	X

$$E_3 = A + BC + BD = \overline{\overline{A} \cdot \overline{BC} \cdot \overline{BD}}$$

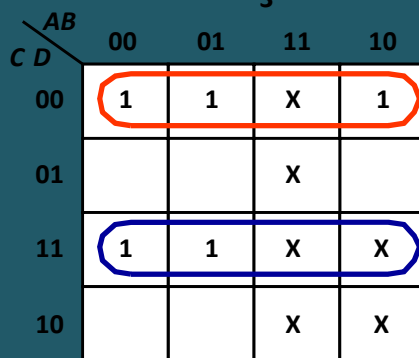
$$E_2 = \overline{BCD} + \overline{BC} + \overline{BD} = B(\overline{C+D}) + \overline{B}(C+D) = B \oplus (C+D)$$

$$E_1 = \overline{CD} + CD = C \odot D = C \oplus \overline{D}$$

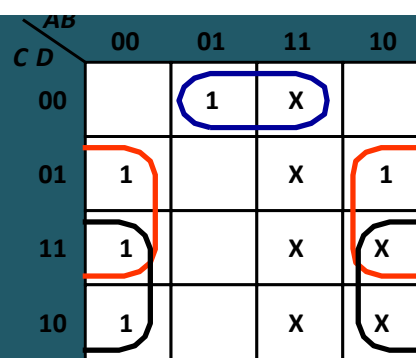
$$E_0 = \overline{D}$$



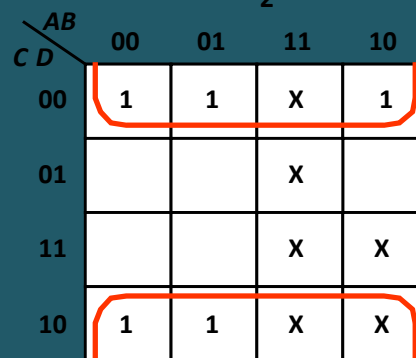
E_3



E_1



E_2



E_0

④ 画出逻辑电路图。

$$E3 = A + BC + BD = \overline{\overline{A} \cdot \overline{BC} \cdot \overline{BD}}$$

$$E2 = \overline{BCD} + \overline{BC} + \overline{BD} = B(\overline{C+D}) + \overline{B}(C+D) = B \oplus (C+D)$$

$$E1 = \overline{CD} + CD = C \odot D = C \oplus \overline{D}$$

$$E0 = \overline{D}$$

