



第3章 组合逻辑电路




前言：

组合逻辑电路的定义

逻辑电路按其功能分为：组合逻辑电路和
时序逻辑电路

电路任一时刻的输出状态只决定于该时刻各
输入状态的组合，而与电路的原状态无关。

组合电路就是由门电路组合而成，电路中没有
记忆单元，没有反馈通路。



3.1 SSI构成的组合逻辑电路的 分析和设计

一、组合电路的分析

1.分析目的

2.分析步骤

二、组合电路的设计

1.设计目的

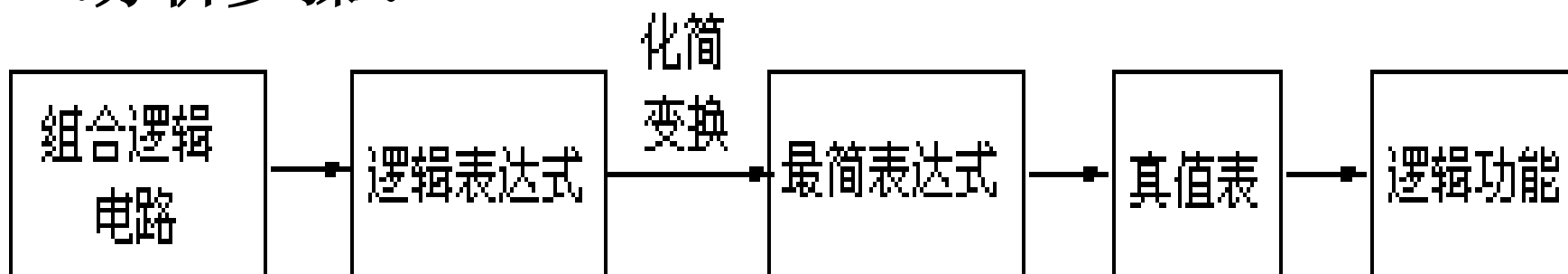
2.设计步骤

3.1 SSI构成的组合逻辑电路的分析和设计

3.1.1 组合逻辑电路的分析

1.分析目的：确定电路实现的逻辑功能

2.分析步骤：



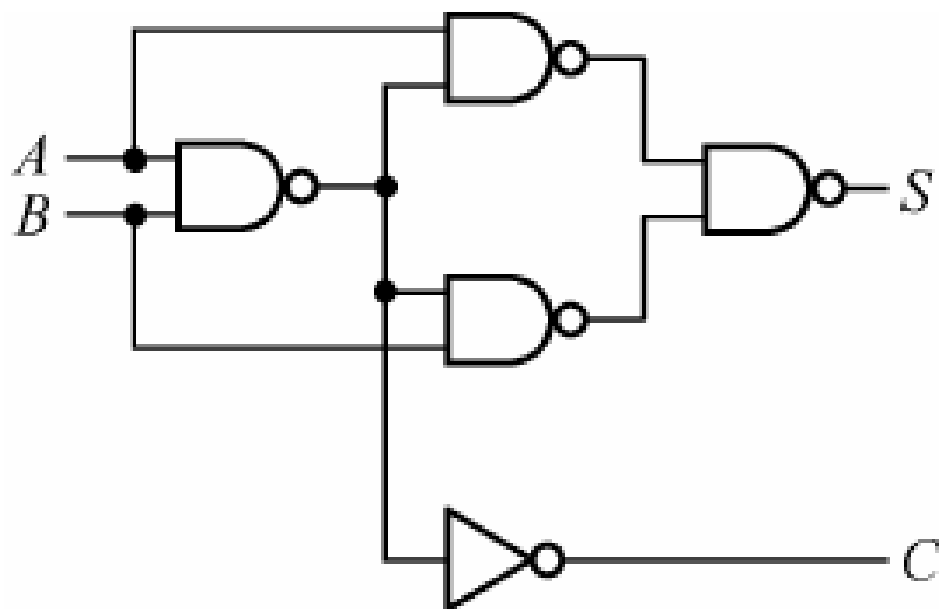
(1) 从输入到输出,逐级地推导输出函数表达式

(2) 利用代数法和卡诺图法对表达式进行化简

(3) 列出真值表

(4) 逻辑功能分析，电路评估

例3.1.1 分析如图所示的逻辑电路的逻辑功能。



(a) 电路

图 3.1.1(a)

解：(1) 写出逻辑表达式

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

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

表 4.1.1

(2) 列真值表

(3) 确定逻辑功能

A、B 为一位二进制数，S为本位和，C为本位向高位的进位。

输入		输出	
A	B	C	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

因此，此电路完成半加运算，是一个一位半加器。半加器的逻辑符号如下图所示。

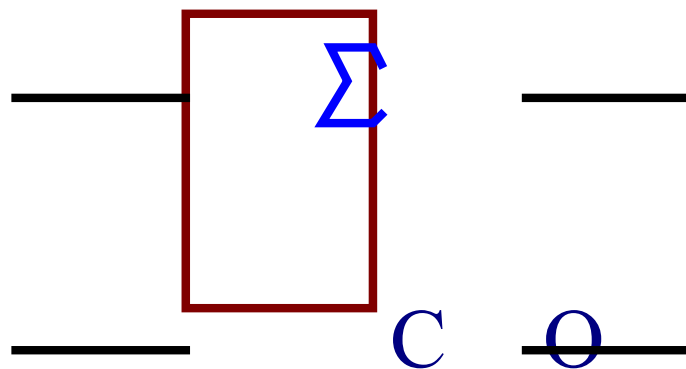


图 3.1.1 (b)

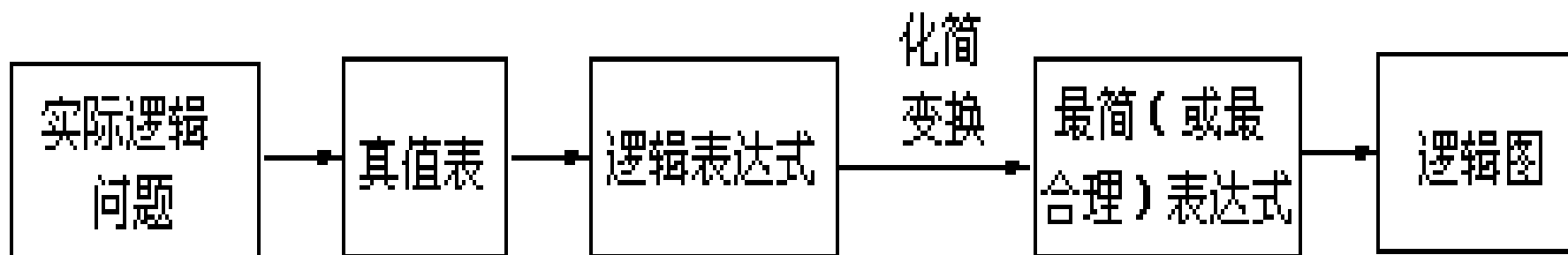
自学课本第47页例3.1.2（注意分析的步骤）

3.1 SSI构成的组合逻辑电路的分析和设计

3.1.2 组合逻辑电路的设计

1.设计目的：确定满足一定逻辑功能的电路

2.设计步骤



(1) 分析逻辑问题的功能要求，设置逻辑变量并逻辑赋值

(2) 列出真值表

(3) 写出逻辑表达式，并化简

(4) 画出逻辑图（有时要求画输入输出波形）

例 3.1.4 试设计一个1位全加器电路。

解：(1) 分析要求，设置变量并赋值。

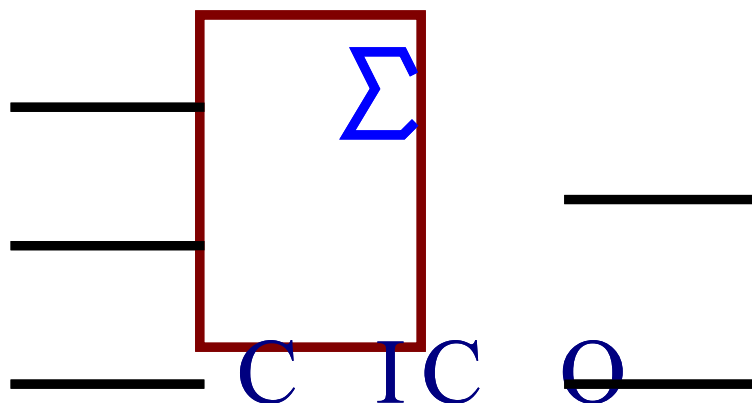


图 3.1.4 (b) 全加器逻辑符号

(2) 列真值表

输 入			输 出	
A_i	B_i	C_{i-1}	C_i	S_i
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0

输 入			输 出	
A_i	B_i	C_{i-1}	C_i	S_i
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

(3) 写最简表达式;

		$B_i C_{i-1}$			
		00	01	11	10
A_i	0		1		1
	1	1		1	

(a) S_i 的卡诺图

		$B_i C_{i-1}$			
		00	01	11	10
A_i	0			1	
	1		1	1	1

(b) C_i 的卡诺图

$$S_i = A_i \bar{B}_i \bar{C}_{i-1} + \bar{A}_i \bar{B}_i C_{i-1} + A_i B_i C_{i-1} + \bar{A}_i B_i \bar{C}_{i-1}$$

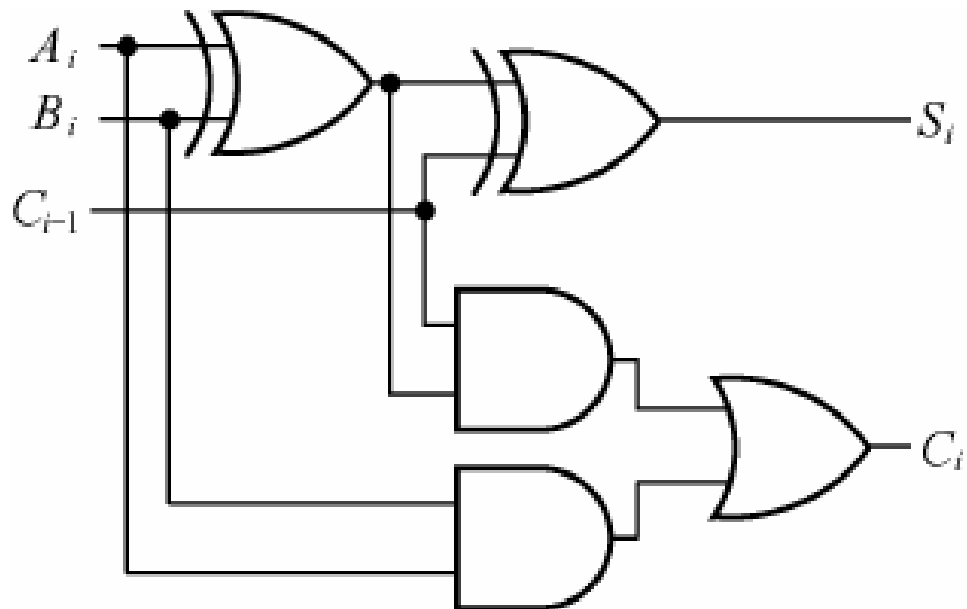
$$C_i = A_i B_i + B_i C_{i-1} + A_i C_{i-1}$$

变换 S_i 、 C_i ，可得：

$$\begin{aligned} S_i &= A_i \overline{B_i} \overline{C_{i-1}} + \overline{A_i} \overline{B_i} C_{i-1} + A_i B_i C_{i-1} + \overline{A_i} B_i \overline{C_{i-1}} \\ &= A_i (\overline{B_i} \overline{C_{i-1}} + B_i C_{i-1}) + \overline{A_i} (\overline{B_i} C_{i-1} + B_i \overline{C_{i-1}}) \\ &= A_i \overline{B_i \oplus C_{i-1}} + \overline{A_i} (B_i \oplus C_{i-1}) \\ &= A_i \oplus B_i \oplus C_{i-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_i &= A_i B_i + B_i C_{i-1} + A_i C_{i-1} \\ &= A_i B_i + (A_i + \overline{A_i}) B_i C_{i-1} + (B_i + \overline{B_i}) A_i C_{i-1} \\ &= \underline{A_i B_i} + \underline{A_i B_i C_{i-1}} + \underline{\overline{A_i} B_i C_{i-1}} + \underline{A_i \overline{B_i} C_{i-1}} + \underline{A_i B_i C_{i-1}} \\ &= A_i B_i + C_{i-1} (A_i \oplus B_i) \end{aligned}$$

(4)画逻辑电路，如下图(a)所示。



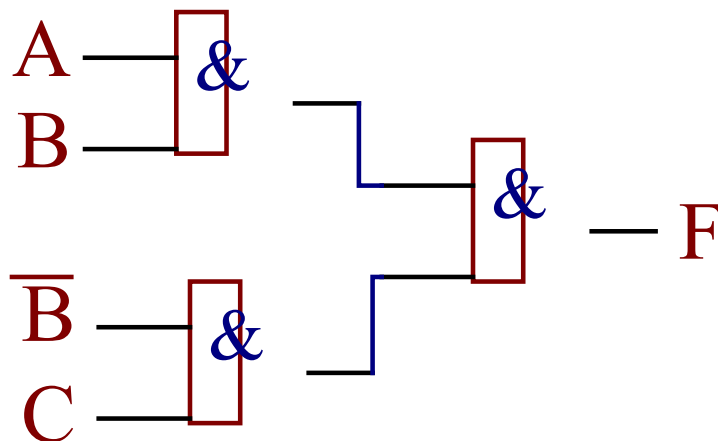
自学课本第49页例3.1.5（注意设计的步骤）

例 用最少的与非门实现函数 $F = AB + \bar{B}C$

解：由于函数已是最简与或式，直接将F两次取反，得

$$F = \overline{\overline{AB + \bar{B}C}} = \overline{\overline{AB}} \cdot \overline{\overline{\bar{B}C}}$$

画逻辑电路图，如下图所示。



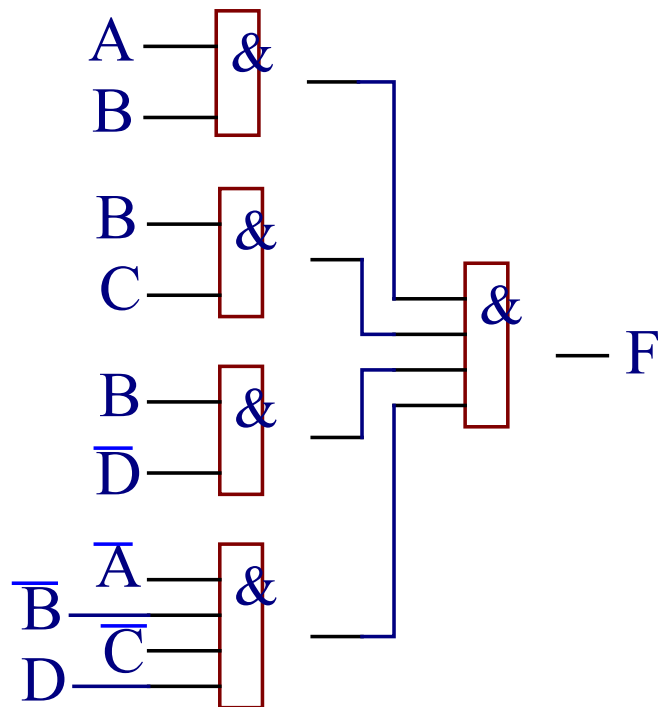
例 用与非门实现函数

$$F = AB + BC + B\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D$$

解：由于函数已是最简与或式，直接将F两次取反，得

$$F = \overline{\overline{AB} \cdot \overline{BC} \cdot \overline{B\bar{D}} \cdot \overline{\bar{A}\bar{B}\bar{C}D}}$$

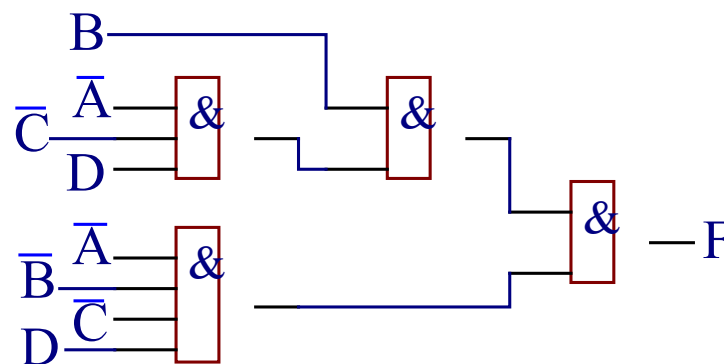
画逻辑电路图，
如右图(a)所示。

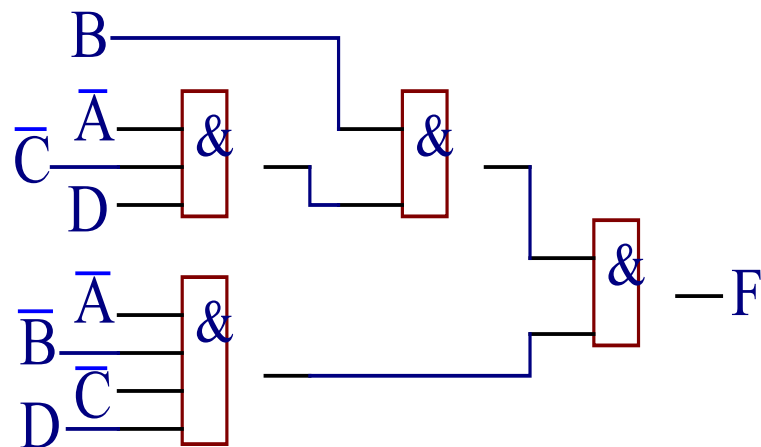
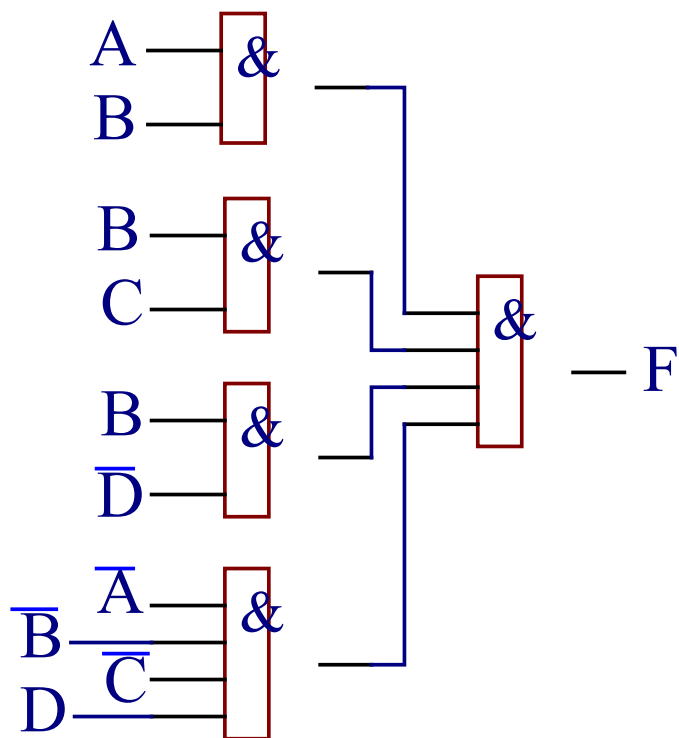


对函数还可做如下变换：

$$\begin{aligned} F &= AB + BC + B\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D \\ &= B(A + C + \bar{D}) + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D \\ &= B\overline{\bar{A}\bar{C}D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D \\ &= \overline{\overline{B\bar{A}\bar{C}D}} \cdot \overline{\overline{\bar{A}\bar{B}\bar{C}D}} \end{aligned}$$

相应的逻辑电路图，
如右图所示。





“门电路的数量最少” 和 “级数最少” 通常相互矛盾。

若不特别指明，即按 “级数最少” 解题



内容回顾

- 什么是组合逻辑电路？
- 分析和设计组合逻辑电路的一般思路是？