



沈阳工业大学

SHENYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

数字电子技术

沈阳工业大学
电子技术教研室

10
PART ONE

知识点10 编码器、加法器、比较器



沈 阳 工 业 大 学

SHENYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



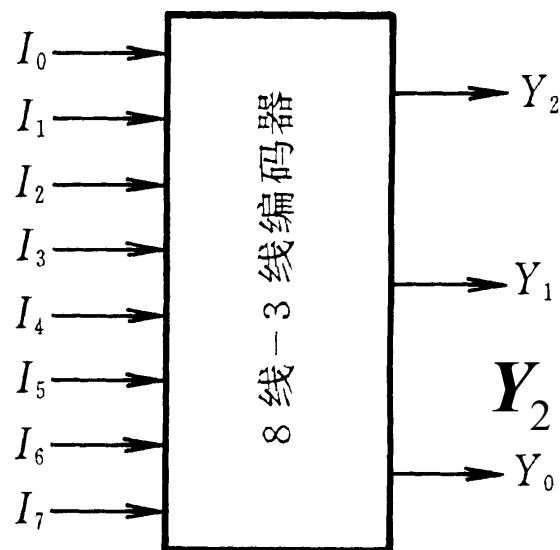
若干常用组合逻辑电路

1 编码器

- 编码：将输入的每个高/低电平信号变成一个对应的二进制代码
- 普通编码器
- 优先编码器

一、普通编码器

- 特点：任何时刻只允许输入一个编码信号。
- 例：3位二进制普通编码器



输 入								输 出		
I_0	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	Y_2	Y_1	Y_0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

$$\begin{aligned}
 Y_2 = & I_7' I_6' I_5' I_4' I_3' I_2' I_1' I_0' + I_7' I_6' I_5' I_4' I_3' I_2' I_1' I_0 \\
 & + I_7' I_6' I_5' I_4' I_3' I_2' I_1' I_0' + I_7' I_6' I_5' I_4' I_3' I_2' I_1' I_0
 \end{aligned}$$

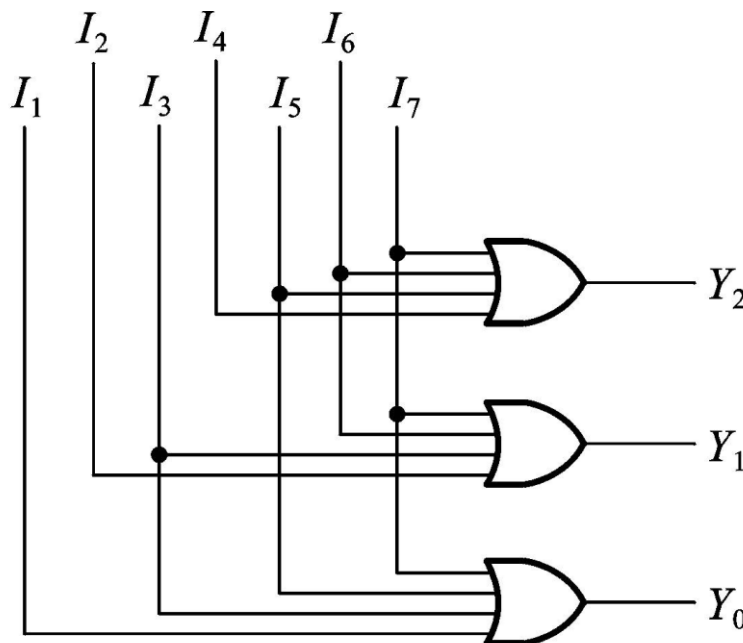


利用无关项化简，得：

$$Y_2 = I_4 + I_5 + I_6 + I_7$$

$$Y_1 = I_2 + I_3 + I_6 + I_7$$

$$Y_0 = I_1 + I_3 + I_5 + I_7$$





二、优先编码器

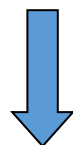
- 特点：允许同时输入两个以上的编码信号，但只对其中优先权最高的一个进行编码。

- 例：8线-3线优先编码器

- (设 I_7 优先权最高... I_0 优先权最低)

输 入								输 出		
I_0	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	Y_2	Y_1	Y_0
X	X	X	X	X	X	X	1	1	1	1
X	X	X	X	X	X	1	0	1	1	0
X	X	X	X	X	1	0	0	1	0	1
X	X	X	X	1	0	0	0	1	0	0
X	X	X	1	0	0	0	0	0	1	1
X	X	1	0	0	0	0	0	0	1	0
X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$Y_2 = I_7 + I_7' I_6 + I_7' I_6' I_5 + I_7' I_6' I_5' I_4$$

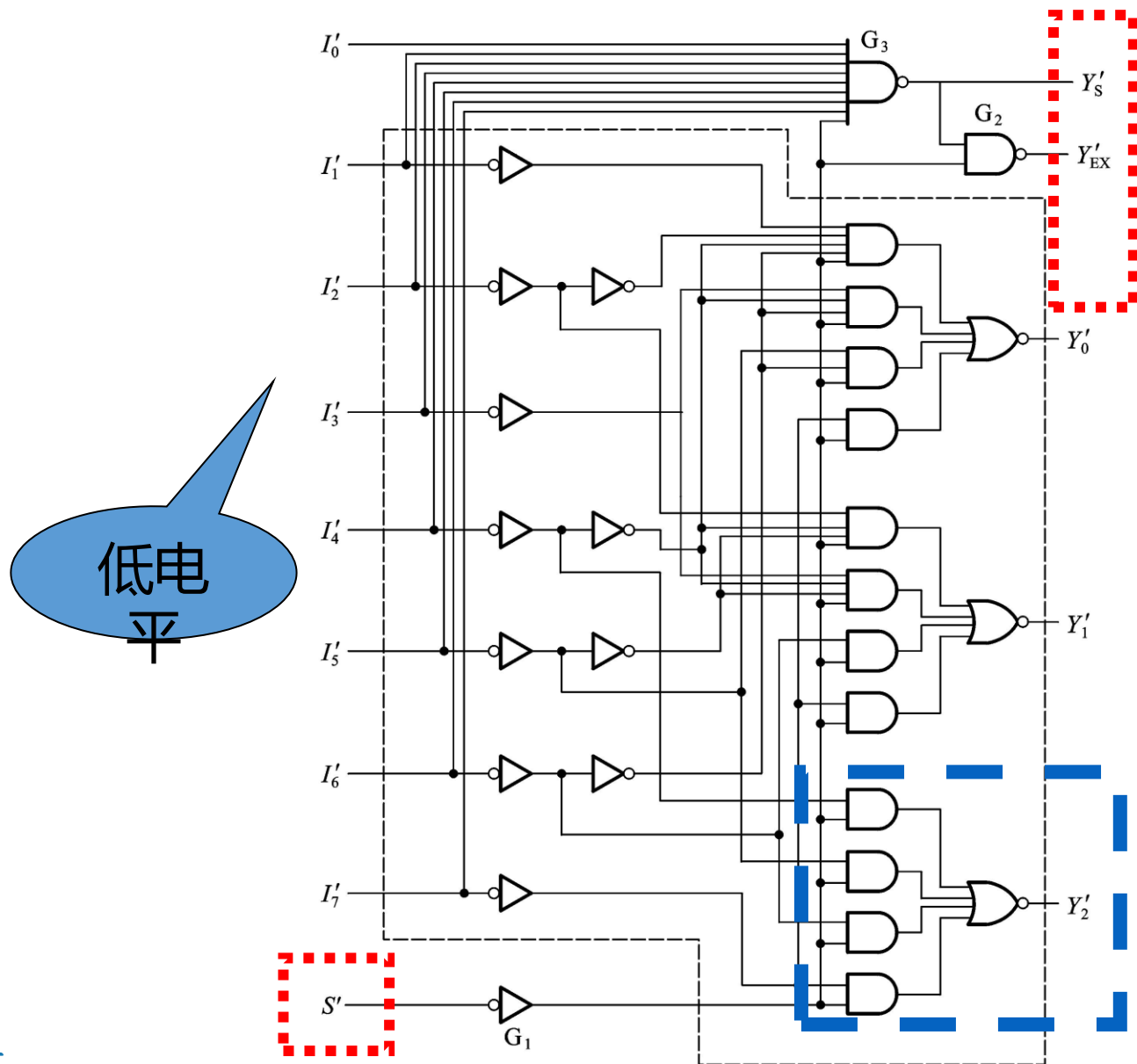


$$A + A'B = A + B$$

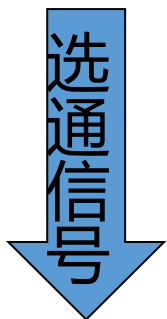
$$Y_2 = I_7 + I_6 + I_5 + I_4$$



实例：
74HC148



$$Y_2' = (I_7 + I_6 + I_5 + I_4)'$$



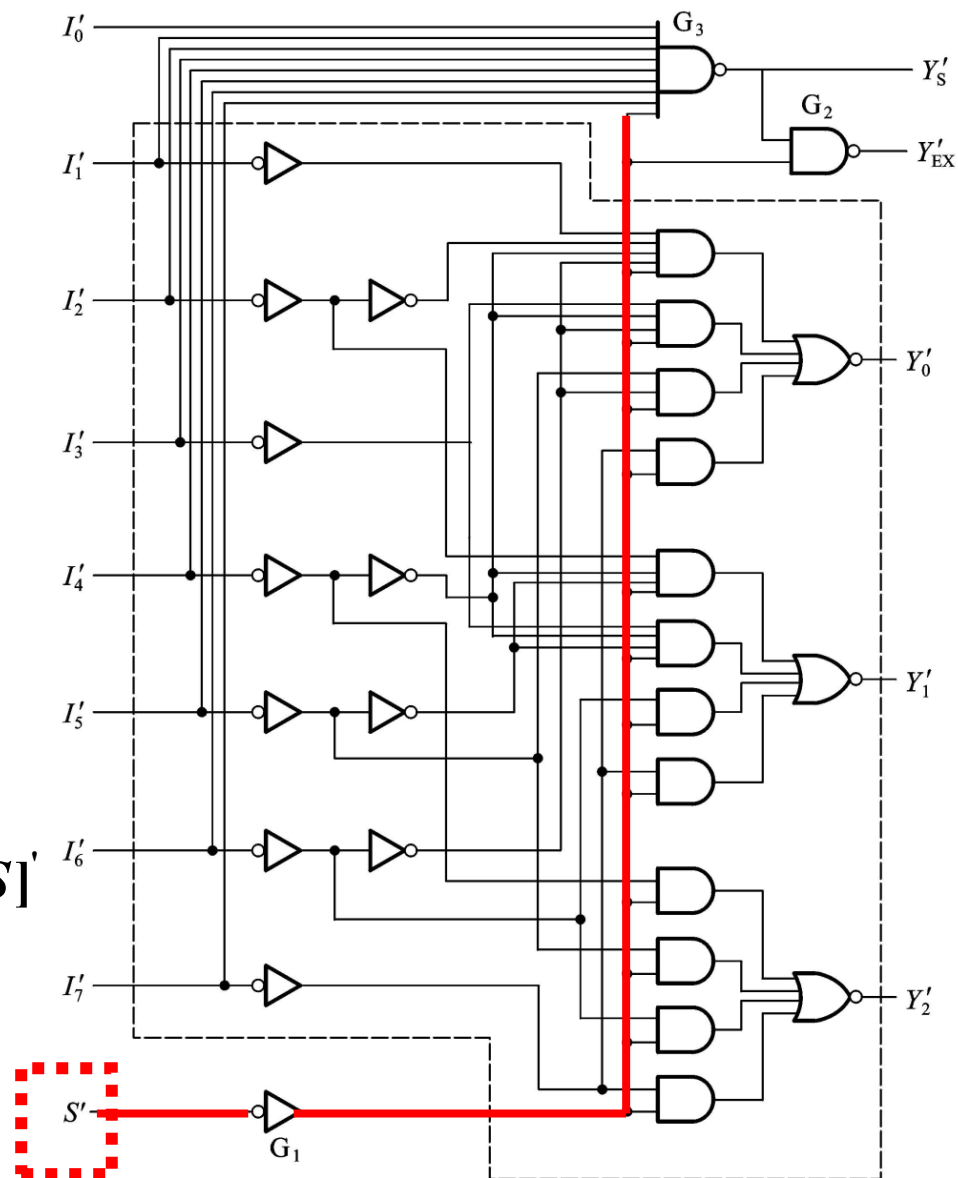
$$Y_2' = [(I_7 + I_6 + I_5 + I_4)S']$$

$$Y_2' = [(I_7 + I_6 + I_5 + I_4)S']$$

$$Y_1' = [(I_7 + I_6 + I_5 I_4' I_3' + I_2 I_4' I_5')S']$$

$$Y_0' = [(I_7 + I_6' I_5 + I_3 I_4' I_6' + I_1 I_2 I_4' I_6')S']$$

选通信号





编码器、加法器、比较器

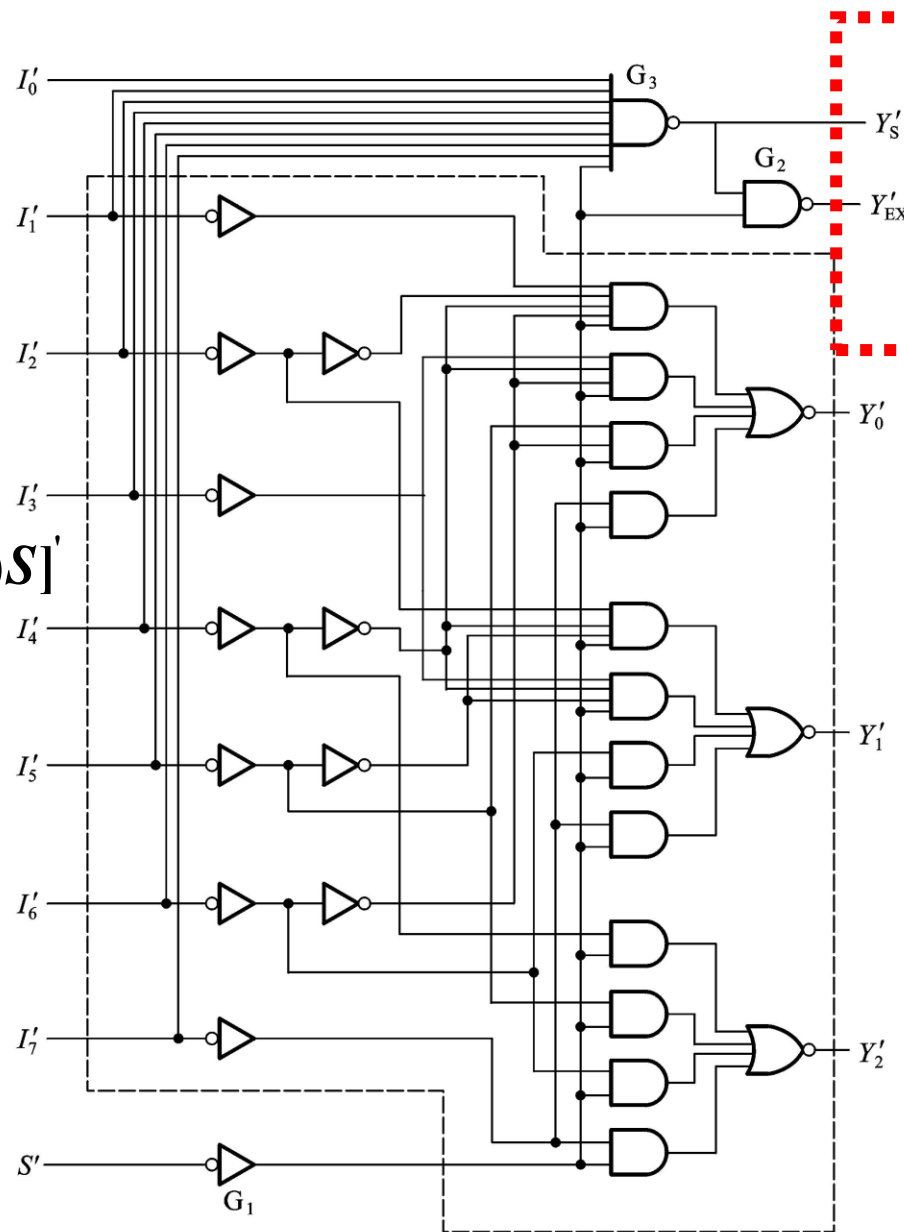
为0时，电路工作
无编码输入

$$Y'_S = (I'_7 I'_6 I'_5 I'_4 I'_3 I'_2 I'_1 I'_0 S')'$$

$$Y'_{EX} = [(I'_7 I'_6 I'_5 I'_4 I'_3 I'_2 I'_1 I'_0 S')' S']$$

$$[(I'_7 + I'_6 + I'_5 + I'_4 + I'_3 + I'_2 + I'_1 + I'_0) S']$$

为0时，电路工作
有编码输入



附加输出信号



编码器、加法器、比较器

输 入									输 出				
S	I'_0	I'_1	I'_2	I'_3	I'_4	I'_5	I'_6	I'_7	Y'_2	Y'_1	Y'_0	Y'_S	Y'_{EX}
1	X	X	X	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0	1	0
0	X	X	X	X	X	X	0	1	0	0	1	1	0
0	X	X	X	X	X	0	1	1	0	1	0	1	0
0	X	X	X	X	0	1	1	1	0	1	1	1	0
0	X	X	X	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
0	X	X	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
0	X	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0



附加输出信号的状态及含意

Y'_S	Y'_{EX}	状态
1	1	不工作
0	1	工作, 但无输入
1	0	工作, 且有输入
0	0	不可能出现



控制端扩展功能举例：

- 例：用两片8线-3线优先编码器



16线-4线优先编码器

其中， A'_{15} 的优先权最高...



编码器、加法器、比较器

加法器

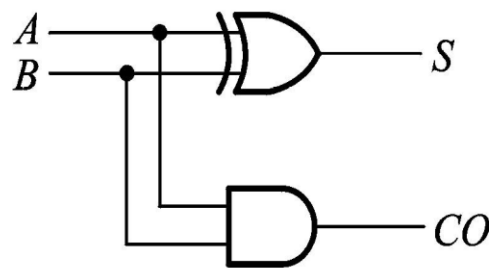
一、1位加法器

1. 半加器，不考虑来自低位的进位，将两个1位的二进制数相加

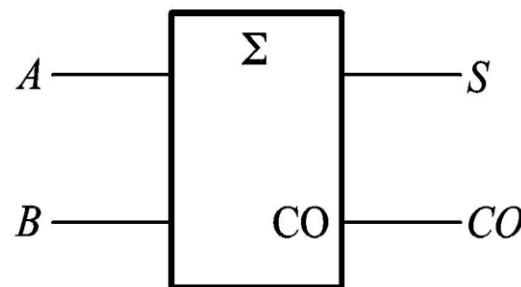
输 入		输 出	
A	B	S	CO
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

$$S = A \oplus B$$

$$CO = AB$$



(a)



(b)

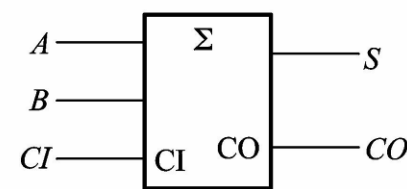
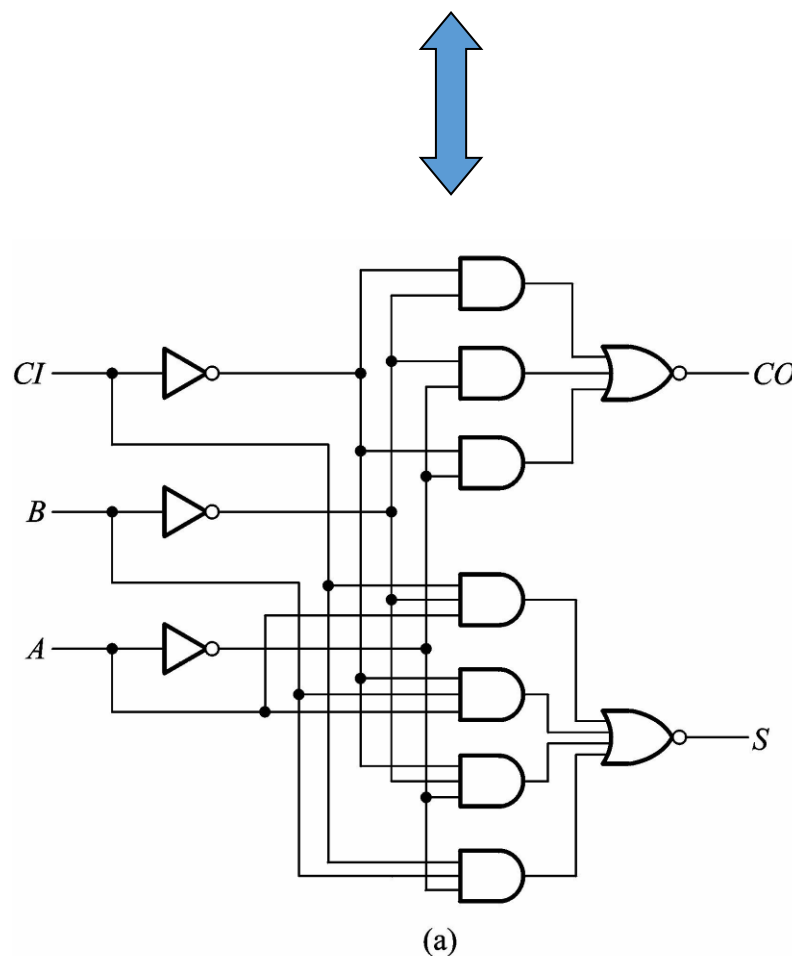
编码器、加法器、比较器

2. 全加器：将两个1位二进制数及来自低位的进位相加

输 入			输 出	
A	B	CI	S	CO
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

$$S = (A'B'CI' + A'B \cdot CI + AB'CI + ABCI')$$

$$CO = (A'B' + B'CI' + A'CI')$$



74HC183

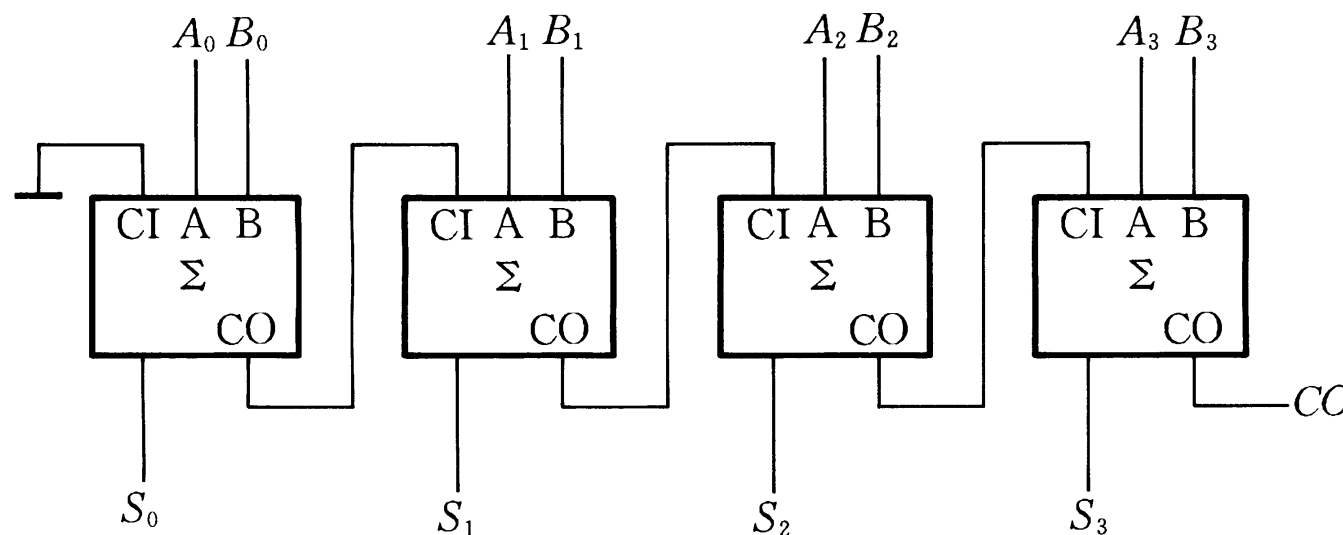


二、多位加法器

1. 串行进位加法器

优点：简单

缺点：慢



$$(CI)_i = (CO)_{i-1}$$

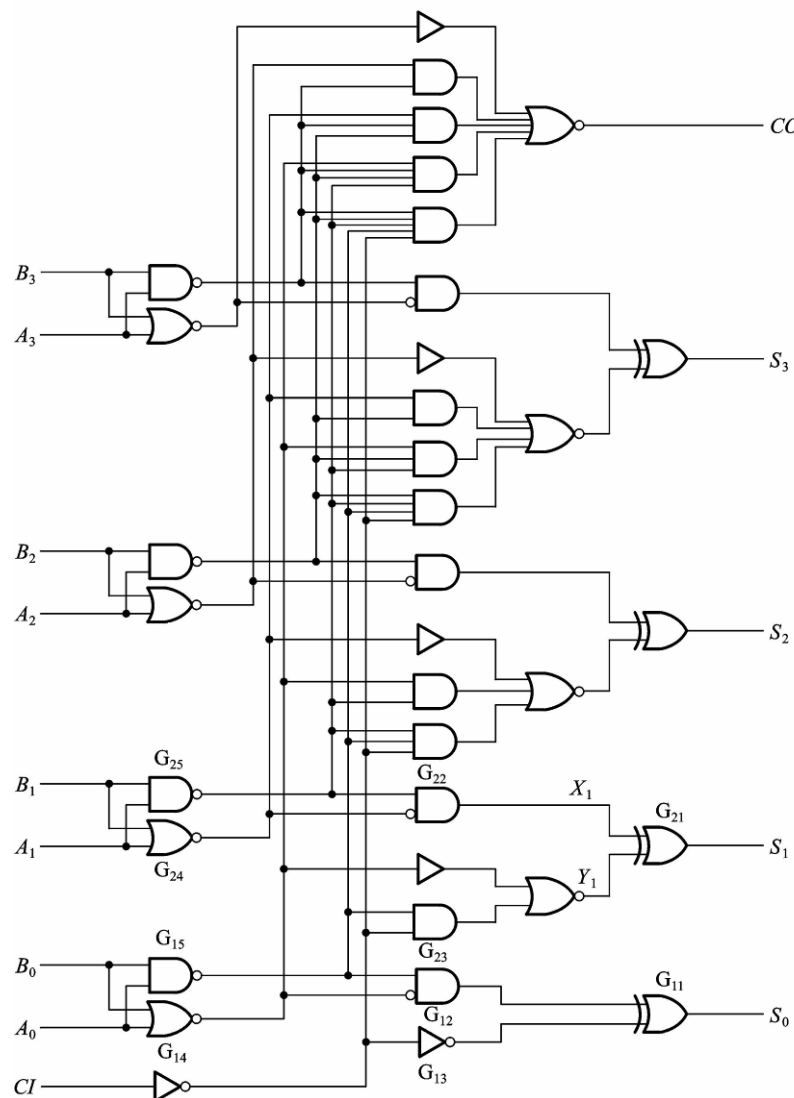
$$S_i = A_i \oplus B_i \oplus (CI)_i$$

$$(CO)_i = A_i B_i + (A_i + B_i)(CI)_i$$

2. 超前进位加法器

基本原理：加到第 i 位的进位输入信号是两个加数第 i 位以前各位（ $0 \sim j-1$ ）的函数，可在相加前由 A, B 两数确定。

优点：快，每1位的和及最后的进位基本同时产生。
缺点：电路复杂。





编码器、加法器、比较器

$$i = 0 : (CI)_0 = 0$$

$$S_0 = A_0 \oplus B_0 \oplus (CI)_0$$

$$(CO)_0 = A_0 B_0 + (A_0 + B_0)(CI)_0$$

$$i = 1 : (CI)_1 = (CO)_0$$

$$S_1 = A_1 \oplus B_1 \oplus (CI)_0$$

$$= A_1 \oplus B_1 \oplus (A_0 B_0 + (A_0 + B_0)(CI)_0)$$

$$(CO)_1 = A_1 B_1 + (A_1 + B_1)(CO)_0$$

$$= A_1 B_1 + (A_1 + B_1)(A_0 B_0 + (A_0 + B_0)(CI)_0)$$

$$i = 2 : (CI)_2 = (CO)_1$$

$$= A_1 B_1 + (A_1 + B_1)(A_0 B_0 + (A_0 + B_0)(CI)_0)$$

$$(CO)_2 = A_2 B_2 + (A_2 + B_2)(CI)_2$$

$$= A_2 B_2 + (A_2 + B_2)(A_1 B_1 + (A_1 + B_1)(A_0 B_0 + (A_0 + B_0)(CI)_0))$$

$$S_2 = A_2 \oplus B_2 \oplus (CI)_2$$

$$\text{自强·笃行} \quad = A_2 \oplus B_2 \oplus (A_1 B_1 + (A_1 + B_1)(A_0 B_0 + (A_0 + B_0)(CI)_0))$$



三、用加法器设计组合电路

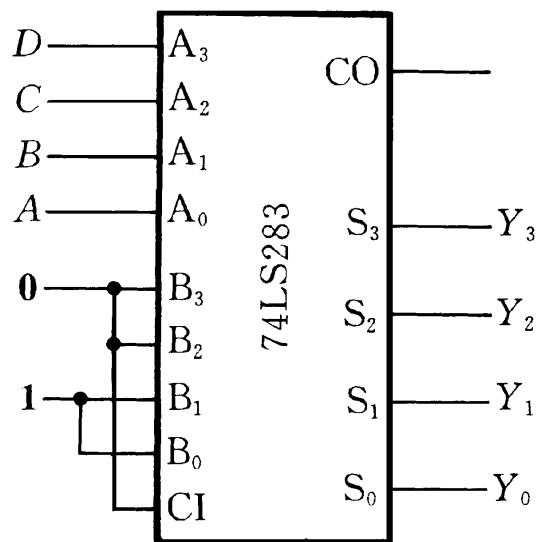
- 基本原理:

若能生成函数可变换成输入变量与输入变量相加

若能生成函数可变换成输入变量与常量相加

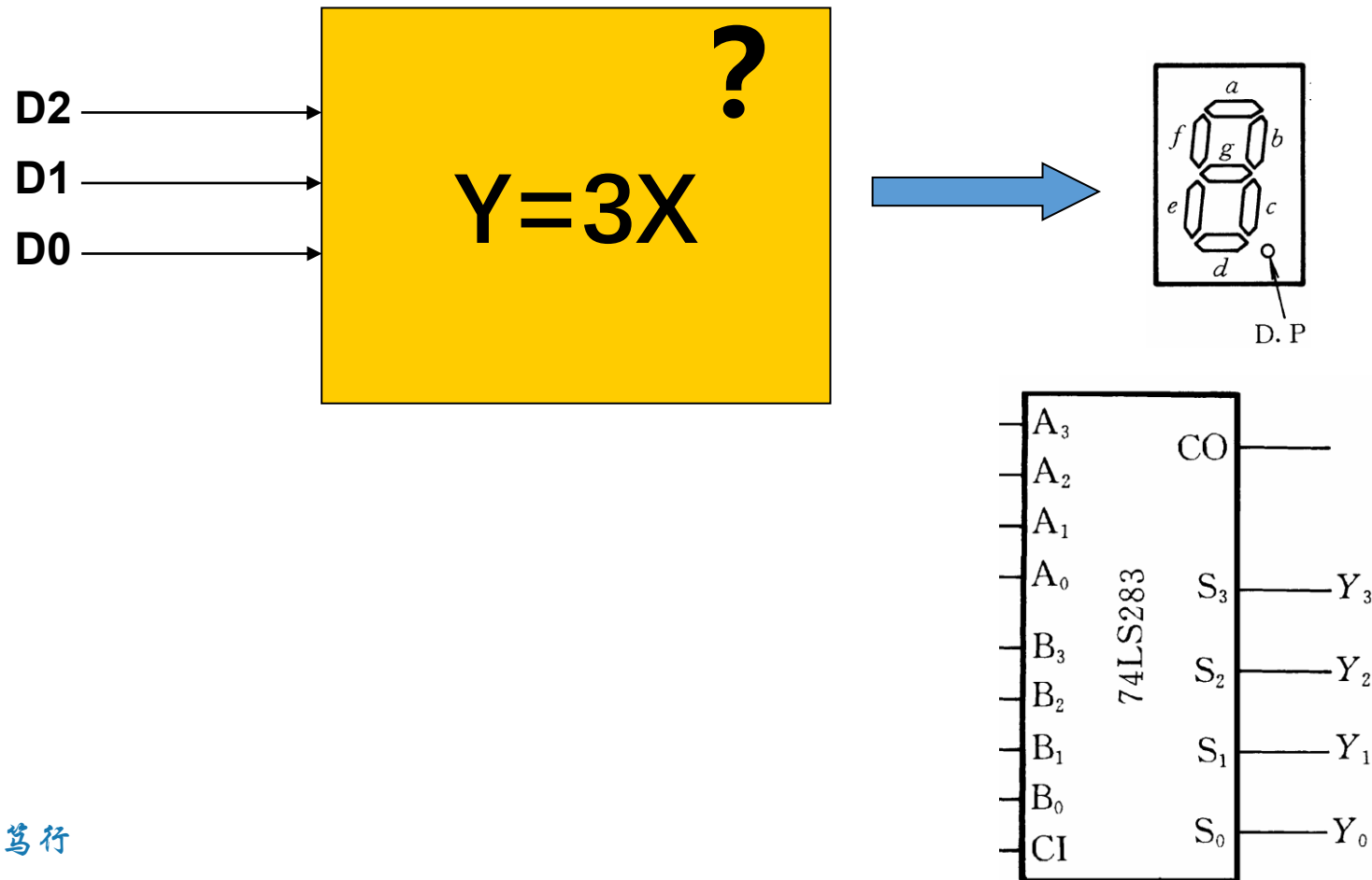
例：将BCD的8421码转换为余3码

$$Y_3Y_2Y_1Y_0 = DCBA + 0011$$



输 入				输 出			
D	C	B	A	Y ₃	Y ₂	Y ₁	Y 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

思考：已知X是3位二进制数（其值小于等于5），试实现 $Y=3X$ 并用7段数码管进行显示？





数值比较器

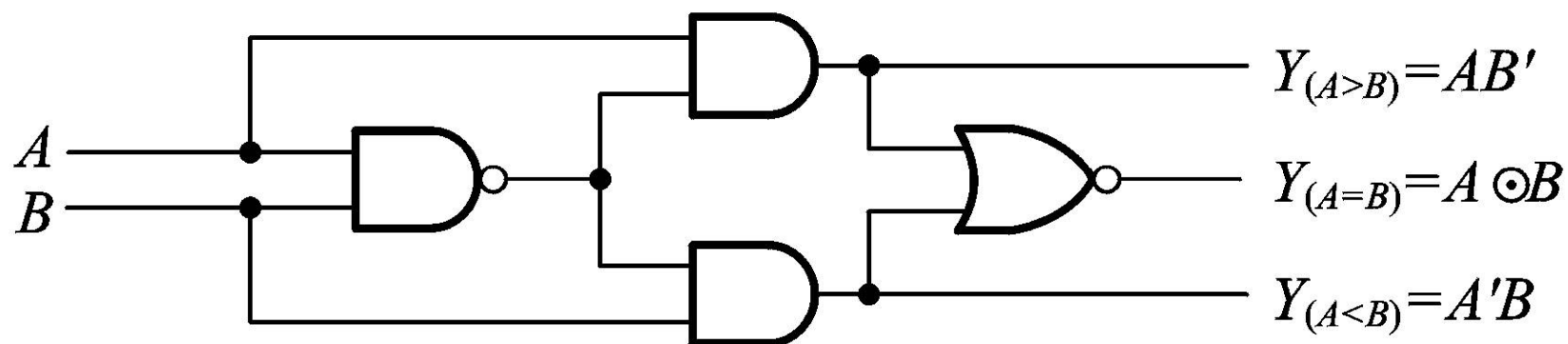
- 用来比较两个二进制数的数值大小

一、1位数值比较器 A, B 比较有三种可能结果

* $A > B (A = 1, B = 0)$ 则 $AB' = 1, \therefore Y_{(A>B)} = AB'$

* $A < B (A = 0, B = 1)$ 则 $A'B = 1, \therefore Y_{(A<B)} = A'B$

* $A = B (A, B \text{ 同为 } 0 \text{ 或 } 1), \therefore Y_{(A=B)} = (A \oplus B)'$





二、多位数值比较器

1. 原理：从高位比起，只有高位相等，才比较下一位。

例如：

比较 $A_3A_2A_1A_0$ 和 $B_3B_2B_1B_0$

$$Y_{(A<B)} = A_3'B_3 + (A_3 \oplus B_3)' A_2'B_2 + (A_3 \oplus B_3)' (A_2 \oplus B_2)' A_1'B_1 \\ + (A_3 \oplus B_3)' (A_2 \oplus B_2)' (A_1 \oplus B_1)' A_0'B_0$$

$$Y_{(A=B)} = (A_3 \oplus B_3)' (A_2 \oplus B_2)' (A_1 \oplus B_1)' (A_0 \oplus B_0)'$$

$$Y_{(A>B)} = (Y_{(A<B)} + Y_{(A=B)})'$$

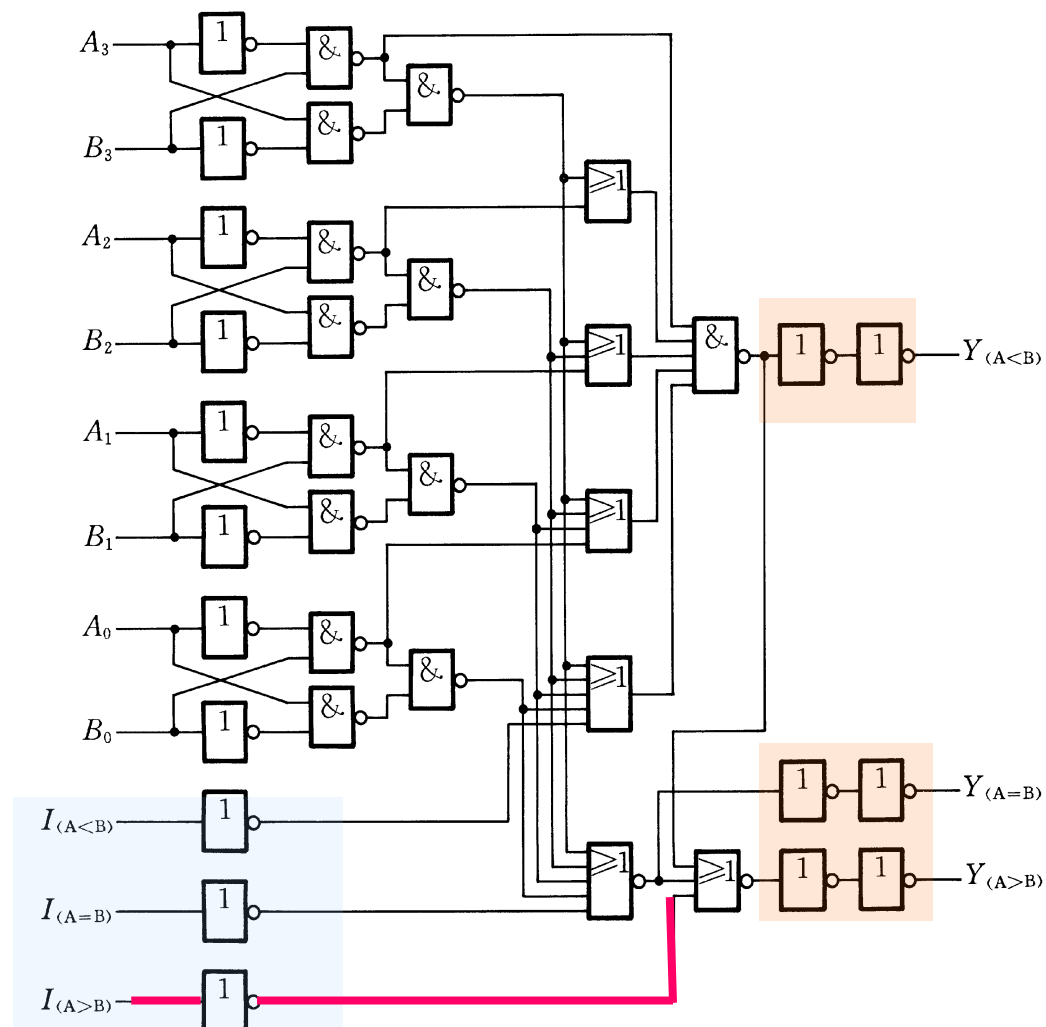
2. 集成电路CC14585 实现4位二进制数的比较

$I_{(A<B)}$, $I_{(A=B)}$ 和 $I_{(A>B)}$ 为附加端, 用于扩展

$I_{(A<B)}$, 来自低位的比较结果

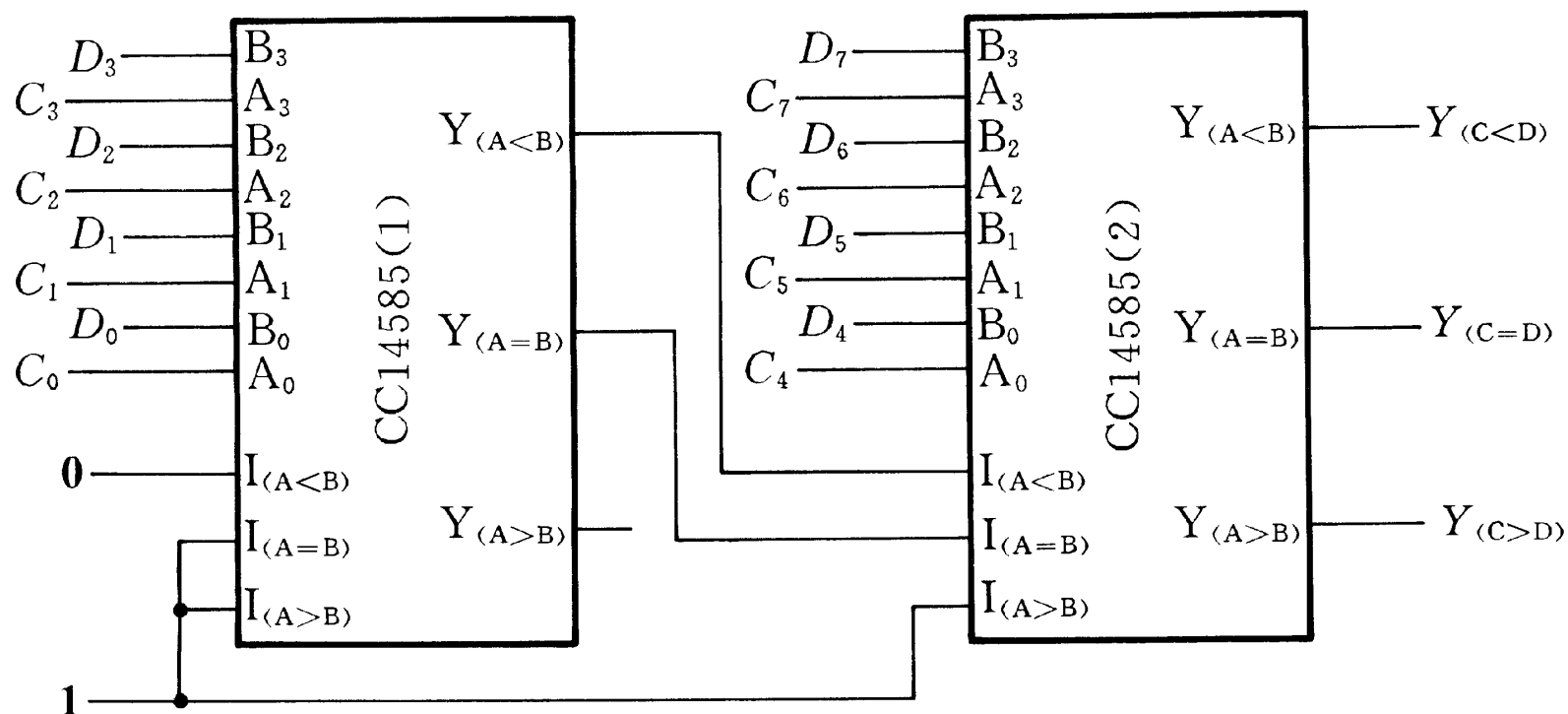
$I_{(A=B)}$, 来自低位的比较结果

$I_{(A>B)}$, $A > B$ 输出允许信号





3. 比较两个8位二进制数的大小





知识要点：编码器、加法器、数值比较器原理、特点

知识难点：三种常用中规模组合电路的灵活应用