

第四章 组合逻辑电路

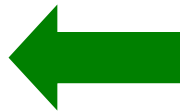
4.1 概述

4.2 组合逻辑电路的分析和设计方法

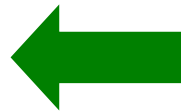
4.3 若干常用的组合逻辑电路

4.4 组合电路中的竞争与冒险

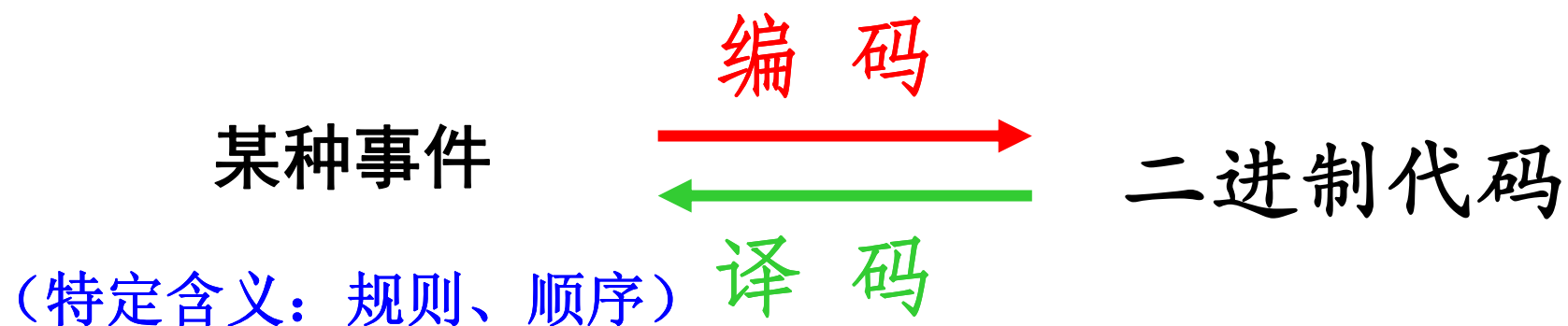
综合性组合逻辑电路
分析与设计



编码器，译码器，
比较器，选通器，
加法器

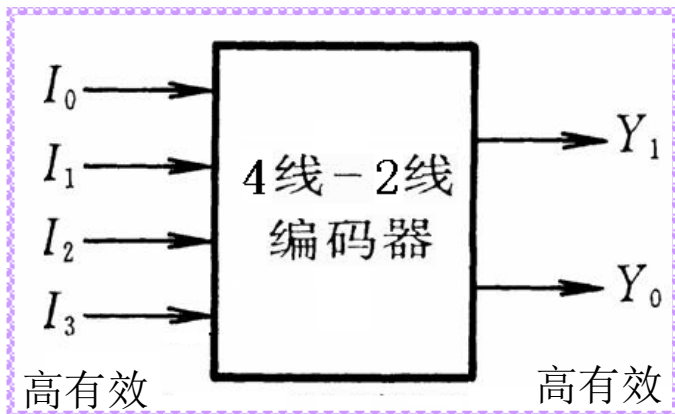


二、编码器



4.3.2 编码器 例1 设计一个 4线—2线编码器

功能要求



输 入				输 出	
I_0	I_1	I_2	I_3	Y_1	Y_0
x	x	x	1	1	1
x	x	1	0	1	0
x	1	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0

1) 真值表

I_3	I_2	I_1	I_0	$Y_1 Y_0$
0	0	0	0	xx
0	0	0	1	00
0	0	1	0	01
0	0	1	1	xx
0	1	0	0	10
0	1	0	1	xx
0	1	1	0	xx
0	1	1	1	xx
1	0	0	0	11
1	0	0	1	xx
1	0	1	0	xx
1	0	1	1	xx
1	1	0	0	xx
1	1	0	1	xx
1	1	1	0	xx
1	1	1	1	xx

2) 根据真值表画K图及化简逻辑函数

$I_3 I_2 \backslash I_1 I_0$	00	01	11	10
00	×	0	x	0
01	1	x	x	x
11	x	x	x	x
10	1	x	x	x

Y_1

$$Y_1 = I_3 + I_2$$

$I_3 I_2 \backslash I_1 I_0$	00	01	11	10
00	×	0	x	1
01	0	x	x	x
11	x	x	x	x
10	1	x	x	x

Y_0

$$Y_0 = I_3 + I_1$$

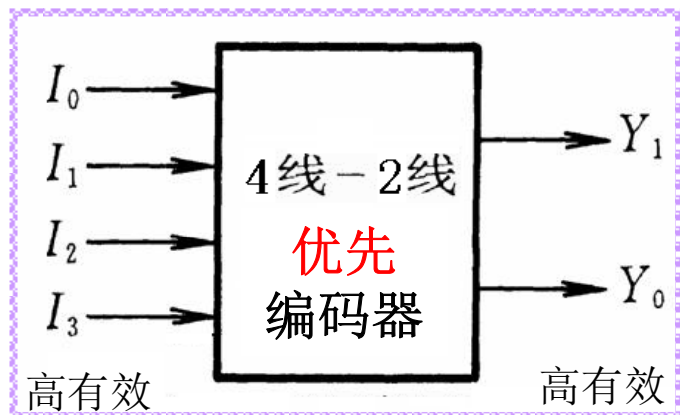
3) 画逻辑电路图(略)

问：没有按键按下时， $Y_1 Y_0 = ?$

最高优先级

练习1 设计一个 4线—2线优先编码器

功能要求



输 入				输 出	
I_0	I_1	I_2	I_3	Y_1	Y_0
x	x	x	1	1	1
x	x	1	0	1	0
x	1	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0

1) 真值表

I_3	I_2	I_1	I_0	Y_1Y_0
0	0	0	0	xx
0	0	0	1	00
0	0	1	0	01
0	0	1	1	01
0	1	0	0	10
0	1	0	1	10
0	1	1	0	10
0	1	1	1	10
1	0	0	0	11
1	0	0	1	11
1	0	1	0	11
1	0	1	1	11
1	1	0	0	11
1	1	0	1	11
1	1	1	0	11
1	1	1	1	11

不允许出现

2) 根据真值表画K图及化简逻辑函数

$I_3I_2 \backslash I_1I_0$	00	01	11	10
00	×	0	0	0
01	1	1	1	1
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

Y_1

$$Y_1 = I_3 + I_2$$

$I_3I_2 \backslash I_1I_0$	00	01	11	10
00	×	0	1	1
01	0	0	0	0
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

Y_0

$$Y_0 = I_3 + I_2' I_1$$

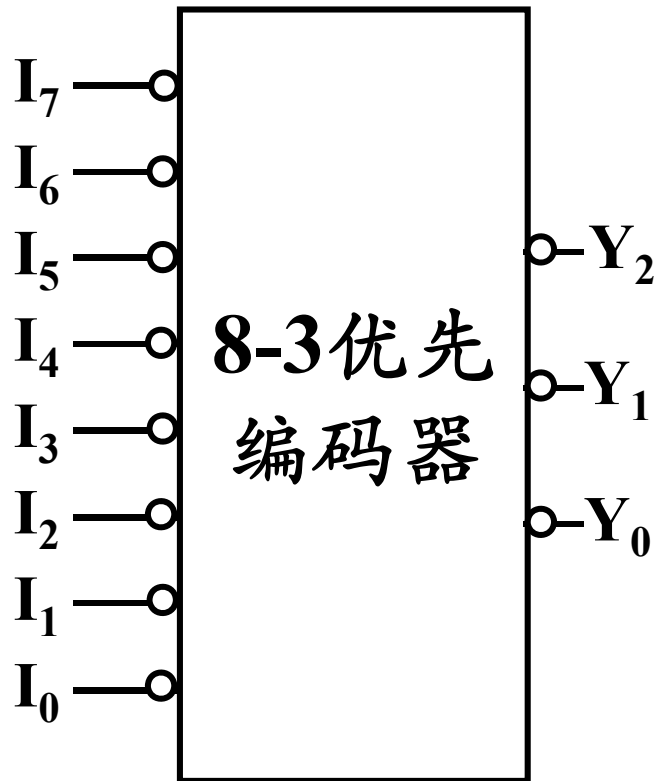
3) 画逻辑电路图(略)

问：没有按键按下时， $Y_1Y_0=?$

有键按下用0表示、

例2 设计一个 8线—3线优先编码器，输入低有效，输出低有效

功能要求

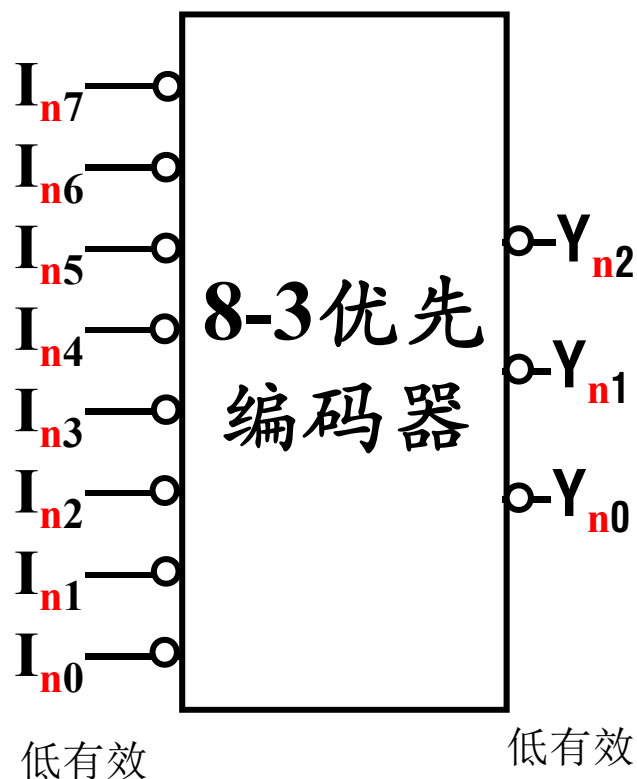


输入
低有效

输出
低有效
↑
反码形式

[illegible]

例2 8—3线优先编码器



功能要求

输 入								输 出		
I_{n0}	I_{n1}	I_{n2}	I_{n3}	I_{n4}	I_{n5}	I_{n6}	I_{n7}	Y_{n2}	Y_{n1}	Y_{n0}
X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0
X	X	X	X	X	X	0	1	0	0	1
X	X	X	X	X	0	1	1	0	1	0
X	X	X	X	0	1	1	1	0	1	1
X	X	X	0	1	1	1	1	1	0	0
X	X	0	1	1	1	1	1	1	0	1
X	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

1)列真值表

2) 画K图及函数化简

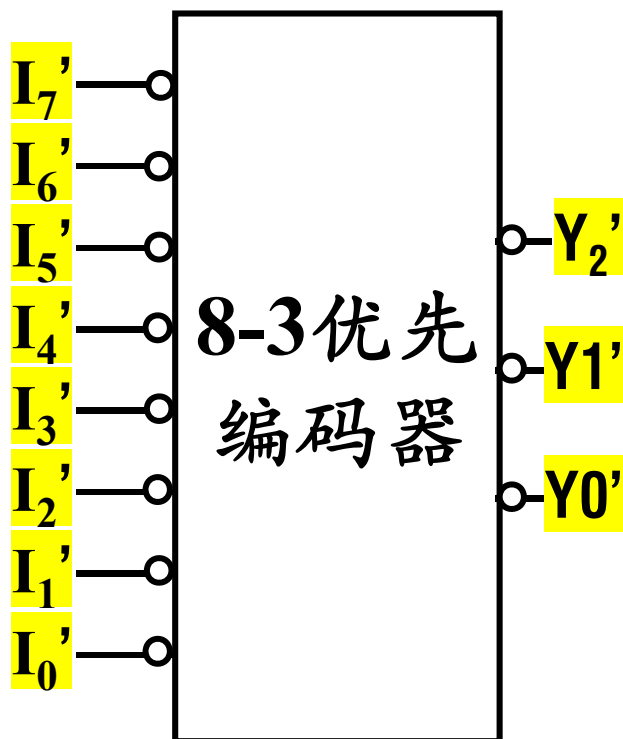
$$Y_{n2} = I_{n7} I_{n6} I_{n5} I_{n4}$$

$$Y_{n1} = I_{n7} I_{n6} (I'_{n3} I_{n4} I_{n5})' (I'_{n2} I_{n4} I_{n5})'$$

$$Y_{n0} = I_{n7} (I'_{n5} I_{n6})' (I'_{n3} I_{n4} I_{n6})' (I'_{n1} I_{n2} I_{n4} I_{n6})'$$

例2 设计一个 8线—3线优先编码器，输入低有效，输出低有效

功能要求



输入
低有效

输出
低有效

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	0	0	0	0
X	X	X	X	X	X	0	1	0	0	1
X	X	X	X	X	0	1	1	0	1	0
X	X	X	X	0	1	1	1	0	1	1
X	X	X	0	1	1	1	1	1	0	0
X	X	0	1	1	1	1	1	1	0	1
X	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

p170

8线-3线优先编码器74HC148

page169

$I_7=0$. 有键按下
加, 低有效

$$Y_S' =$$

$$= (I_7' I_6' \dots I_0' (S')')$$

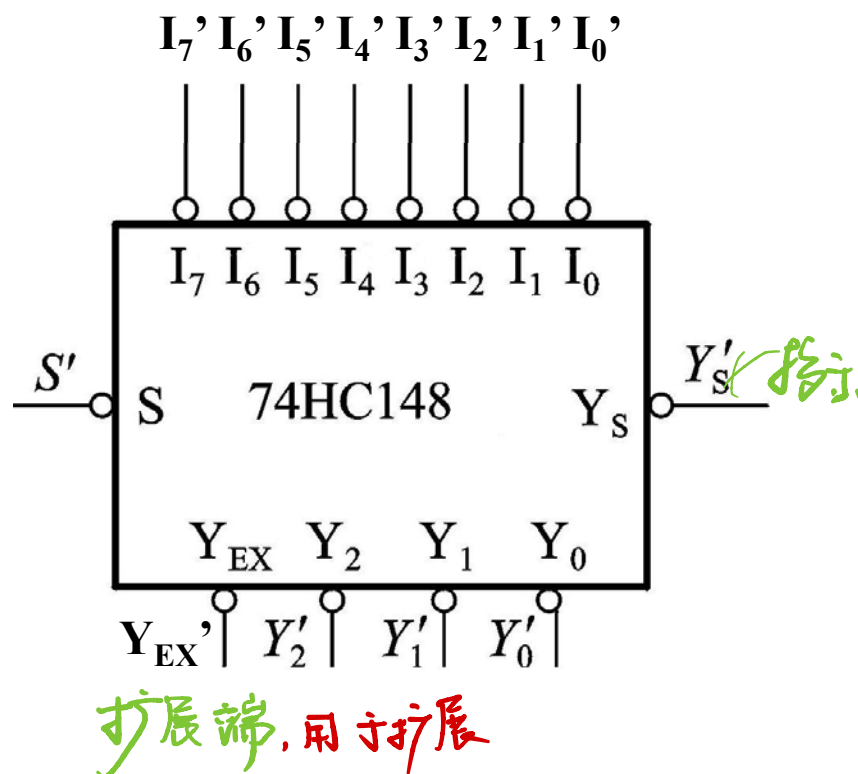
没有键被按下

允许本片工作

$$Y_{EX}' = ((I_7' I_6' \dots I_0')' \cdot (S')')$$

只要有任何键被按下

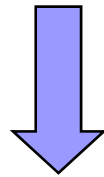
允许本片工作



本片工作状态	本片输出是否有效	是否允许下片工作
$S'=0$, 本片工作, 但无有效输入	$Y_{EX}'=1$,	$Y_S'=0$,
$S'=0$, 本片工作, 但有有效输入	$Y_{EX}'=0$,	$Y_S'=1$,
$S'=1$, 不允许本片工作,	$Y_{EX}'=1$,	$Y_S'=1$,

控制端扩展功能举例：

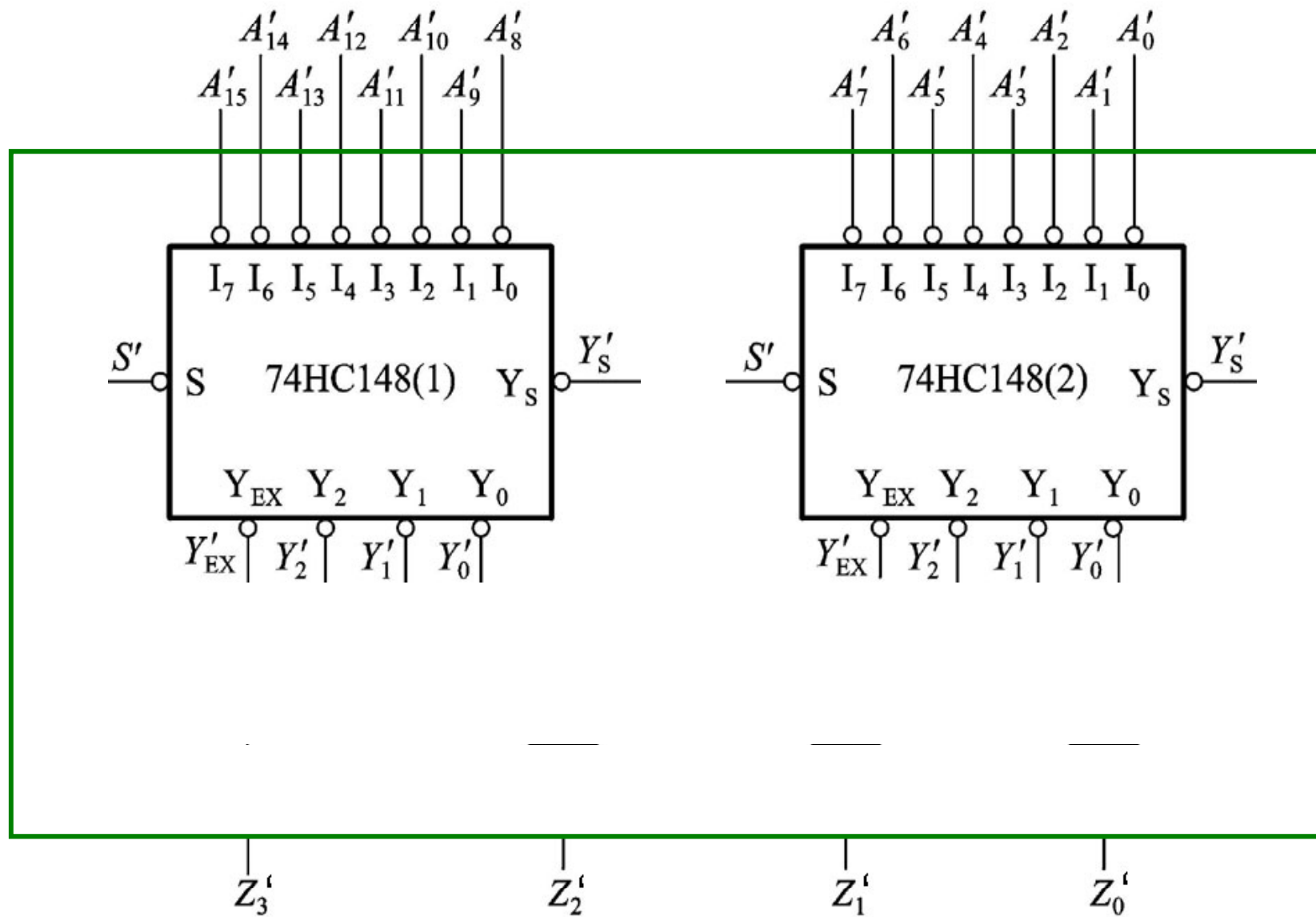
例： 用8线—3线优先编码器

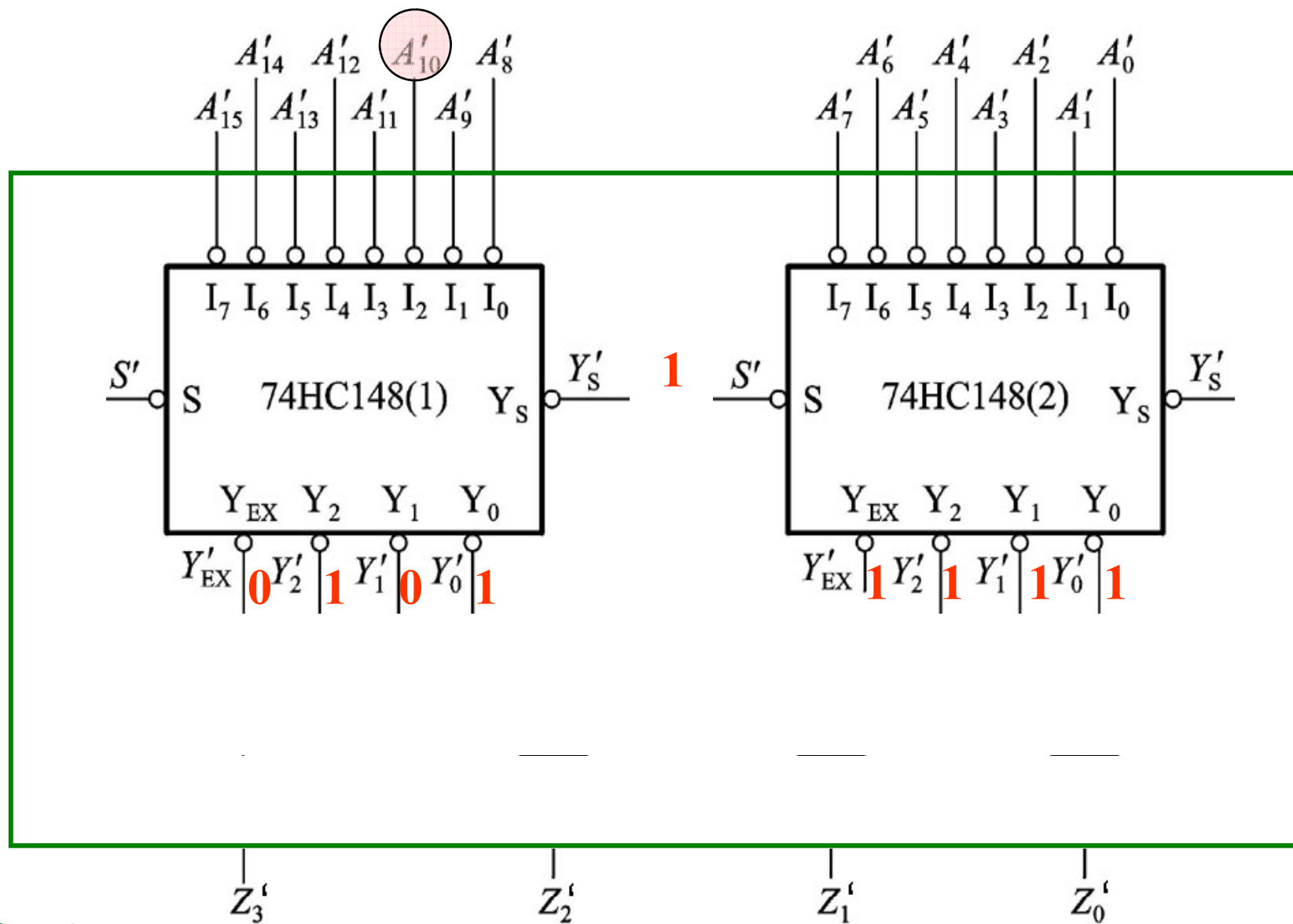


16线—4线优先编码器

试用两片74LS148接成16线—4线优先编码器，将16个低电平输入信号编为0000~1111 16个4位二进制代码（原码）。其中 A'_{15} 的优先权最高， A'_0 的优先权最低。

	$Z_3' Z_2' Z_1' Z_0'$
A_{15}' 优先按下	0000
A_{14}' 优先按下	0001
A_{13}' 优先按下	0010
A_{12}' 优先按下	0011
A_{11}' 优先按下	0100
A_{10}' 优先按下	0101
A_9' 优先按下	0110
A_8' 优先按下	0111
A_7' 优先按下	1000
A_6' 优先按下	1001
A_5' 优先按下	1010
A_4' 优先按下	1011
A_3' 优先按下	1100
A_2' 优先按下	1101
A_1' 优先按下	1110
A_0' 优先按下	1111





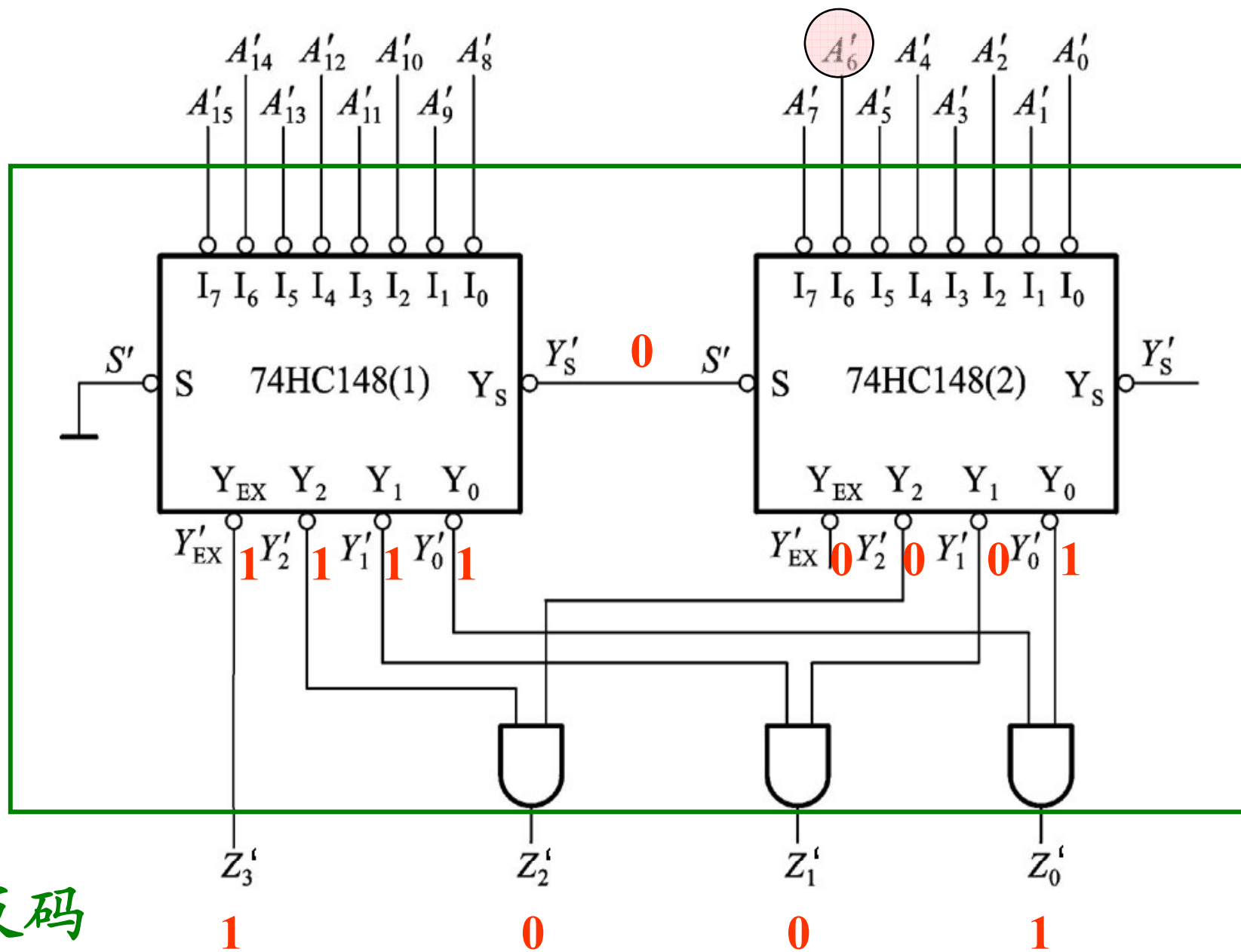
反码

0

1

0

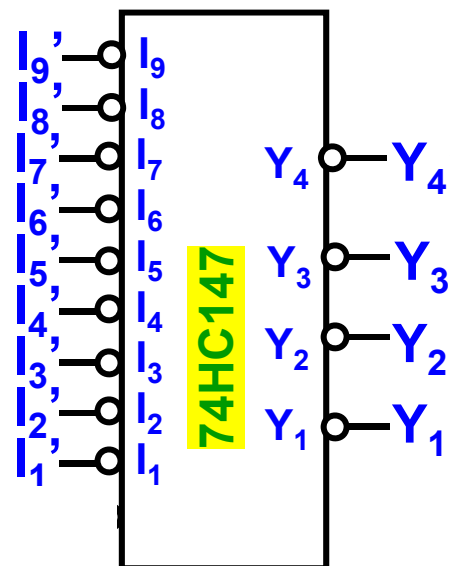
1



4)二 — 十进制优先编码器(74LS147)

74LS147

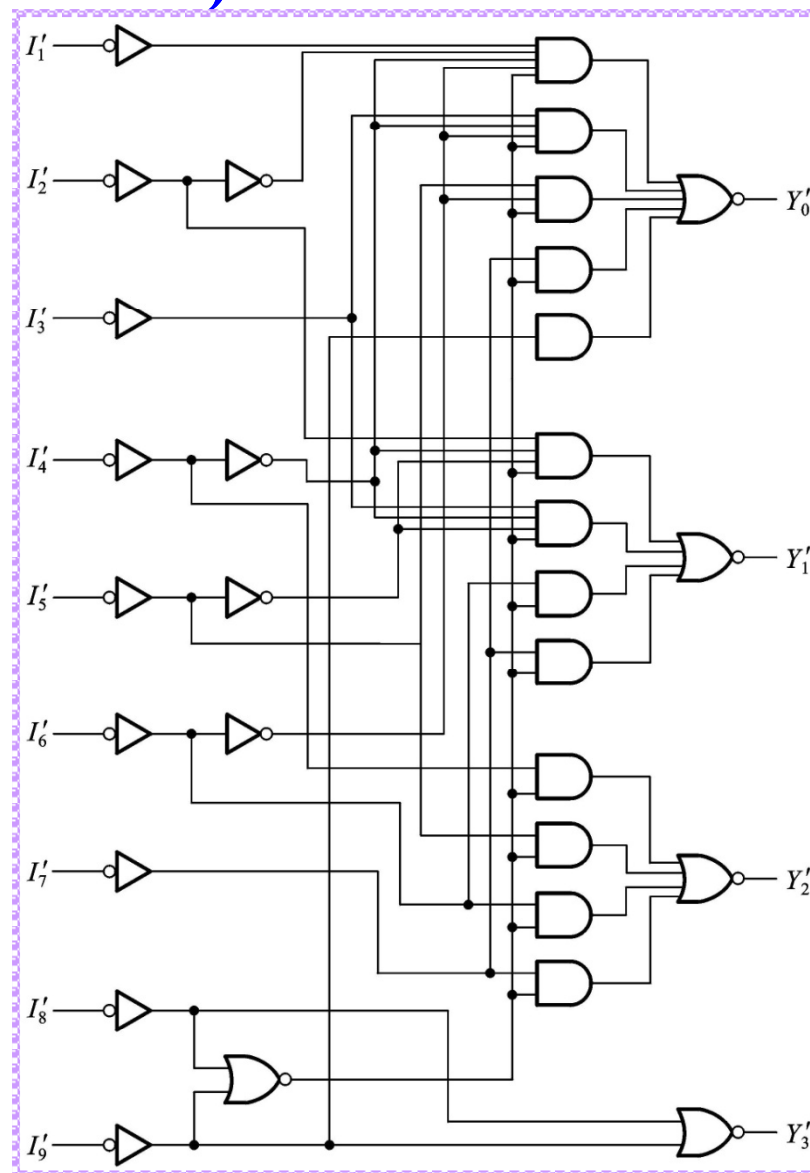
- 将 $I_9' \sim I_1'$ 编成0110 ~ 1110
- 10线—4线
- I_9' 的优先权最高, I_0' 最低
- 输入的低电平信号变成一个对应的8421BCD反码
- 没有 I_0' 端:
当 $I_9' \sim I_1'$ 全为1时, 输出0000的反码1111
- 10线—4线(实为9线—4线)



4)二 — 十进制优先编码器(74LS147)

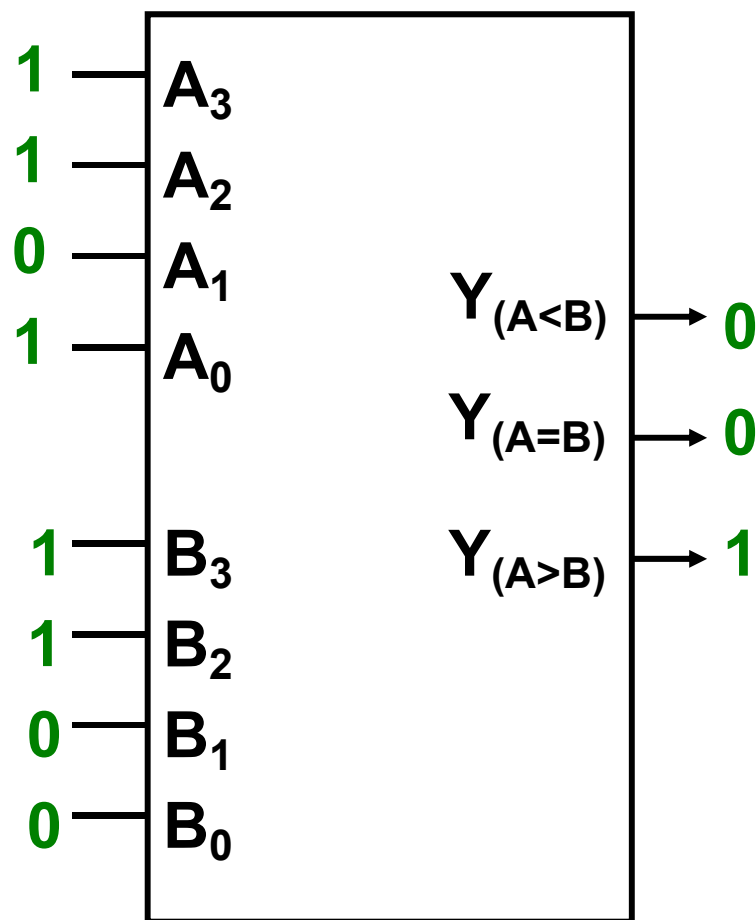
page73

- 将 $I'_9 \sim I'_1$ 编成0110 ~ 1110
- 10线—4线
- I'_9 '的优先权最高, I'_0 '最低
- 输入的低电平信号变成一个对应的8421BCD反码
- 没有 I'_0 ' 端:
当 $I'_9 \sim I'_1$ 全为1时, 输出0000的反码1111
- 10线—4线(实为9线—4线)



四、数值比较器

用来比较两个二进制数的数值大小



四、数值比较器

1) 1位数值比较器

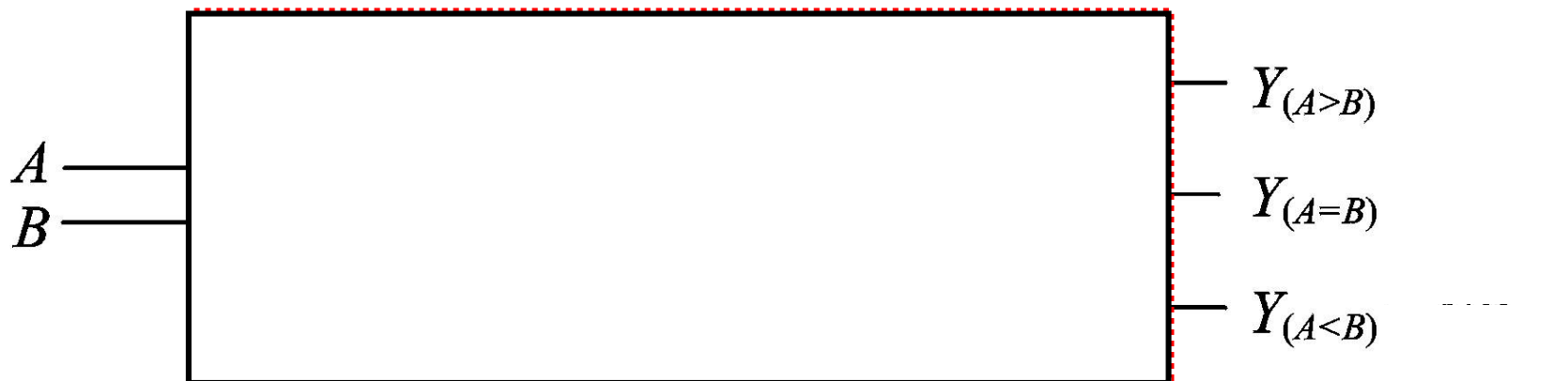
真值表

A	B	$Y_{(A>B)}$	$Y_{(A=B)}$	$Y_{(A<B)}$
0	0	0	1	0
0	1	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	1	0

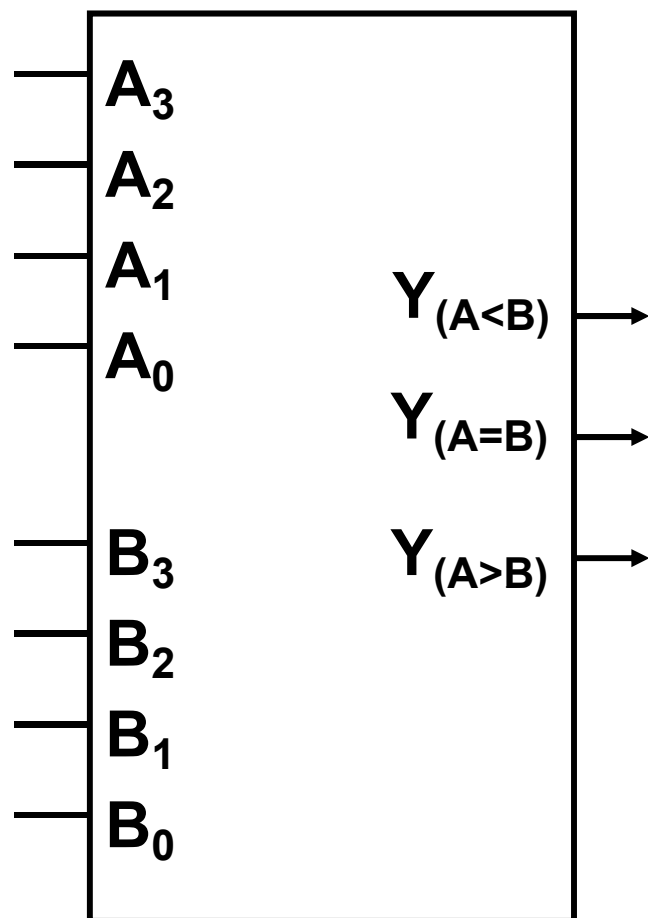
$$Y_{(A>B)} = \overset{1}{A}\overset{0}{B}'$$

$$Y_{(A=B)} = \overset{0}{A}'\overset{0}{B}' + \overset{1}{A}\overset{1}{B} \\ = A \odot B = (A \oplus B)'$$

$$Y_{(A<B)} = \overset{0}{A}'\overset{1}{B}$$

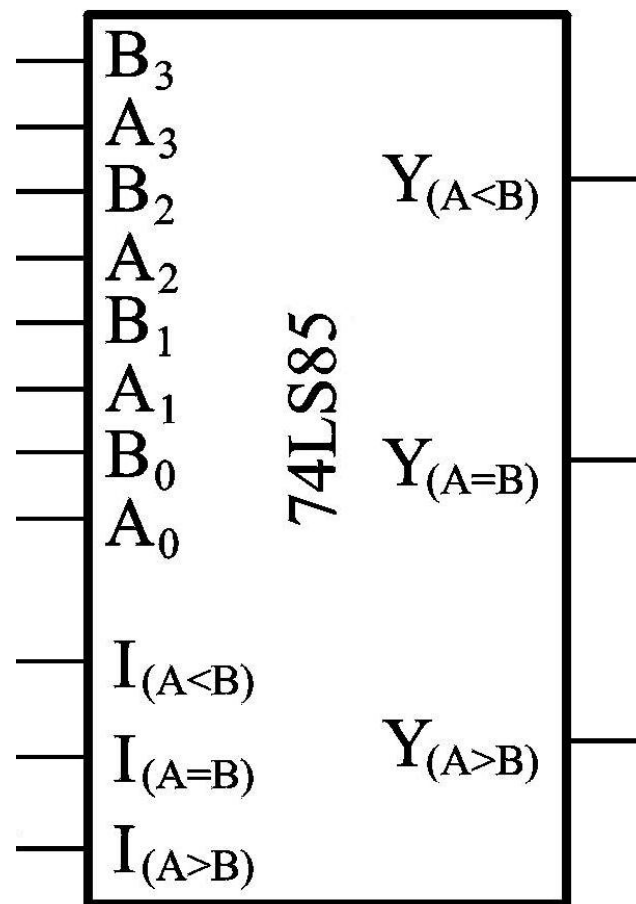


2) 多位数值比较器



如何多片级联使用？

74LS85



来自低位的比较结果

A_3B_3	A_2B_2	A_1B_1	A_0B_0	$I_{(A>B)}$	$I_{(A=B)}$	$I_{(A<B)}$	$Y_{(A>B)}$	$Y_{(A=B)}$	$Y_{(A<B)}$
1 0	XX	XX	XX	X	X	X	1	0	0
0 1	XX	XX	XX	X	X	X	0	0	1
$A_3=B_3$	1 0	XX	XX	X	X	X	1	0	0
	0 1	XX	XX	X	X	X	0	0	1
	$A_2=B_2$	1 0	XX	X	X	X	1	0	0
		0 1	XX	X	X	X	0	0	1
	$A_1=B_1$	1 0	X	X	X	1	0	0	
		0 1	X	X	X	0	0	1	
	$A_0=B_0$	1	0	0	1	0	0		
		0	1	0	0	1	0		
		0	0	1	0	0	1		
		0	1	1	X	X	X		
		1	0	1	X	X	X		
		1	1	0	X	X	X		
		1	1	1	X	X	X		
		0	0	0	X	X	X		

A_3B_3	A_2B_2	A_1B_1	A_0B_0	$I_{(A>B)}$	$I_{(A=B)}$	$I_{(A<B)}$	$Y_{(A>B)}$	$Y_{(A=B)}$	$Y_{(A<B)}$
1 0	X X	X X	X X	X	X	X	1	0	0
0 1	X X	X X	X X	X	X	X	0	0	1
$A_3=B_3$	1 0	X X	X X	X	X	X	1	0	0
	0 1	X X	X X	X	X	X	0	0	1
	$A_2=B_2$	1 0	X X	X	X	X	1	0	0
		0 1	X X	X	X	X	0	0	1
	$A_1=B_1$	1 0	X	X	X	X	1	0	0
		0 1	X	X	X	X	0	0	1
	$A_0=B_0$	1	0	0	0	0	1	0	0
		0	1	0	1	0	0	1	0
		0	0	0	0	1	0	0	1

$$\begin{aligned}
Y_{(A>B)} = & A_3B_3' \\
& + (A_3 \odot B_3) A_2B_2' \\
& + (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) A_1B_1' \\
& + (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) (A_1 \odot B_1) A_0B_0' \\
& + (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) (A_1 \odot B_1) (A_0 \odot B_0) \cdot I_{(A>B)}
\end{aligned}$$

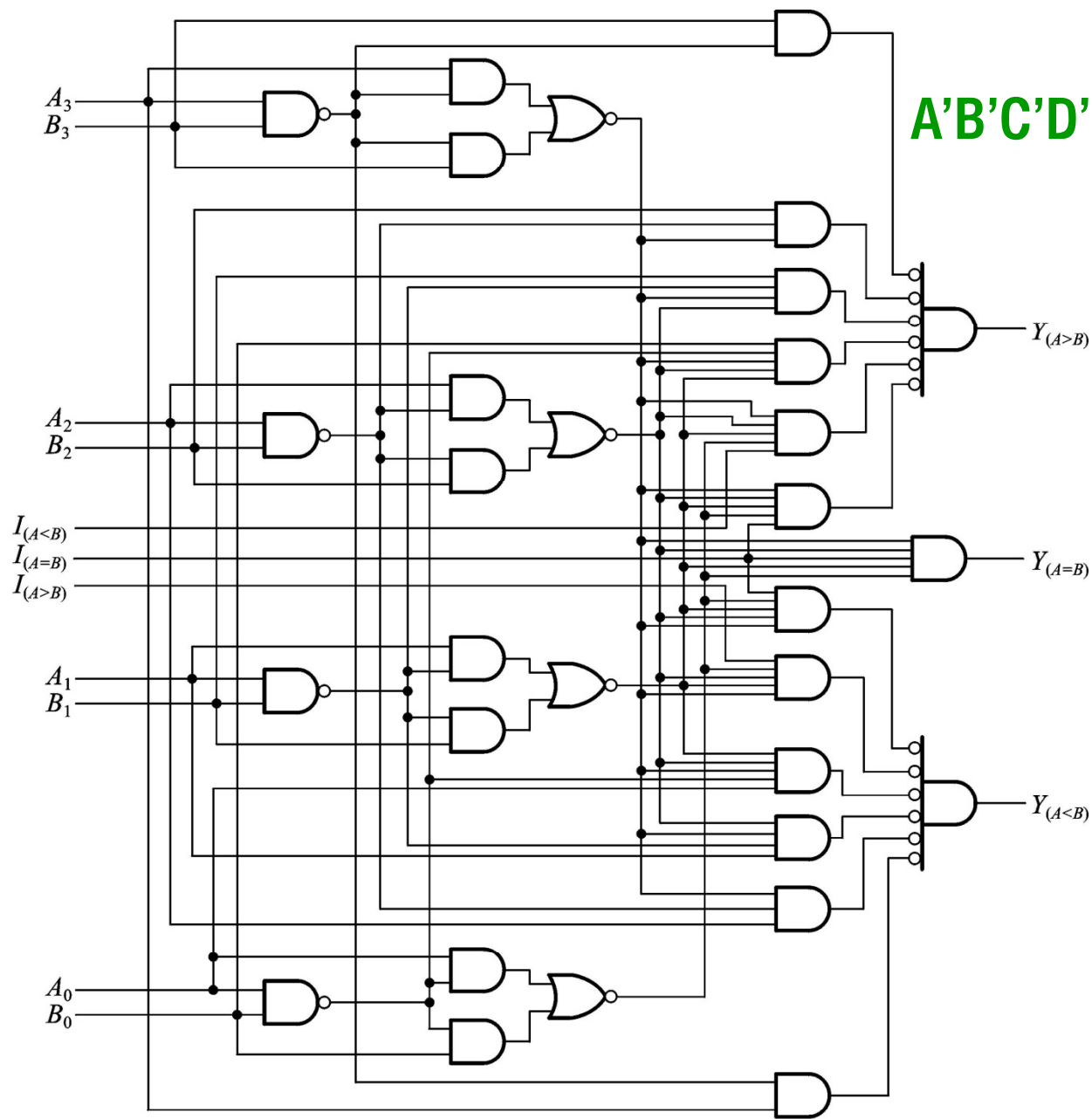
0 0 0 1
1 0 1 0

A_3B_3	A_2B_2	A_1B_1	A_0B_0	$I_{(A>B)}$	$I_{(A=B)}$	$I_{(A<B)}$	$Y_{(A>B)}$	$Y_{(A=B)}$	$Y_{(A<B)}$
1 0	X X	X X	X X	X	X	X	1	0	0
0 1	X X	X X	X X	X	X	X	0	0	1
$A_3=B_3$	1 0	X X	X X	X	X	X	1	0	0
	0 1	X X	X X	X	X	X	0	0	1
	$A_2=B_2$	1 0	X X	X	X	X	1	0	0
		0 1	X X	X	X	X	0	0	1
	$A_1=B_1$	1 0	X	X	X	X	1	0	0
		0 1	X	X	X	X	0	0	1
	$A_0=B_0$	1	0	0	0	0	1	0	0
		0	1	0	1	0	0	1	0
		0	0	0	0	1	0	0	1

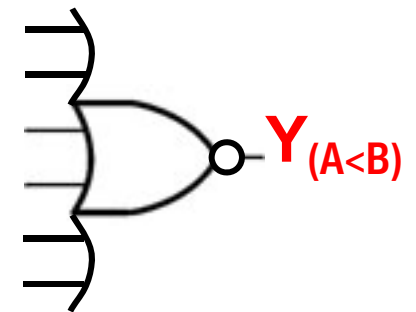
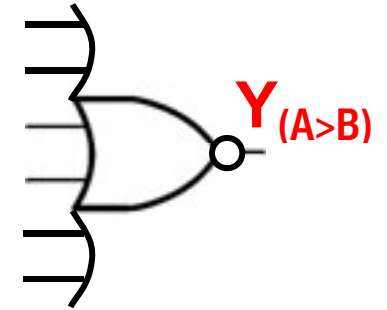
$$\begin{aligned}
Y_{(A<B)} &= A_3' B_3 \\
&+ (A_3 \odot B_3) A_2' B_2 \\
&+ (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) A_1' B_1 \\
&+ (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) (A_1 \odot B_1) A_0' B_0 \\
&+ (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) (A_1 \odot B_1) (A_0 \odot B_0) \cdot I_{(A<B)}
\end{aligned}$$

A_3B_3	A_2B_2	A_1B_1	A_0B_0	$I_{(A>B)}$	$I_{(A=B)}$	$I_{(A<B)}$	$Y_{(A>B)}$	$Y_{(A=B)}$	$Y_{(A<B)}$
1 0	X X	X X	X X	X	X	X	1	0	0
0 1	X X	X X	X X	X	X	X	0	0	1
$A_3=B_3$	1 0	X X	X X	X	X	X	1	0	0
	0 1	X X	X X	X	X	X	0	0	1
		1 0	X X	X	X	X	1	0	0
		0 1	X X	X	X	X	0	0	1
			1 0	X	X	X	1	0	0
			0 1	X	X	X	0	0	1
	$A_2=B_2$	$A_1=B_1$	$A_0=B_0$	1	0	0	1	0	0
				0	1	0	0	1	0
				0	0	1	0	0	1

$$Y_{(A=B)} = (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) (A_1 \odot B_1) (A_0 \odot B_0) \cdot I_{(A=B)}$$



$$A'B'C'D'E'F' = (A+B+C+D+E+F)'$$



74LS85

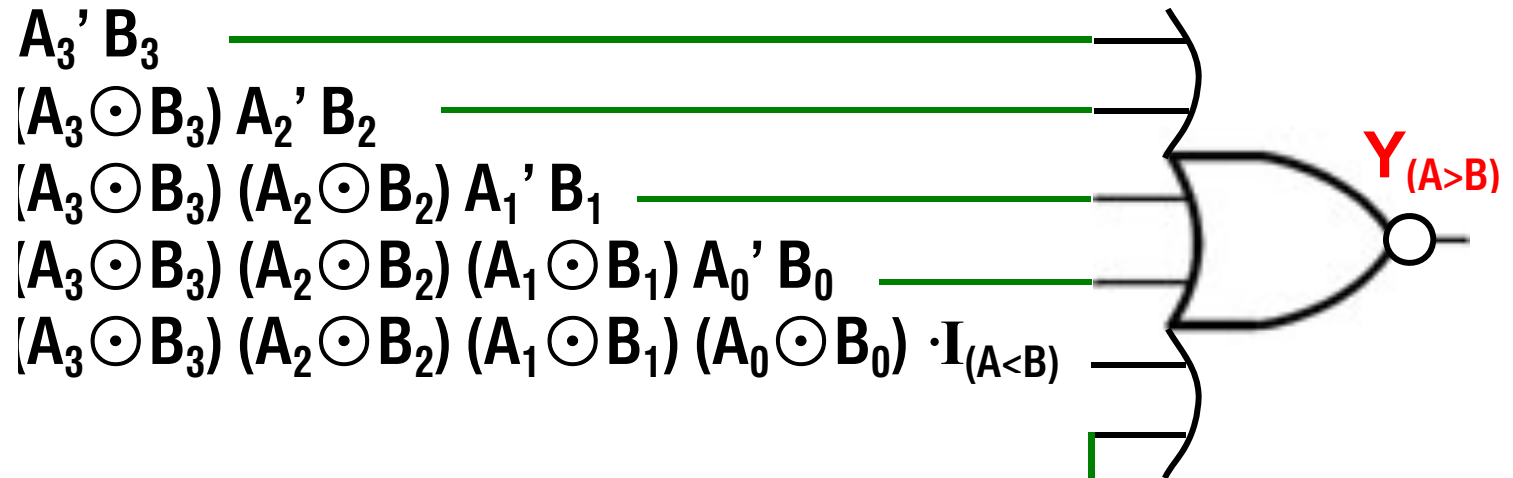
page199

$$\begin{aligned}
Y_{(A<B)} = & A_3' B_3 \\
& + (A_3 \odot B_3) A_2' B_2 \\
& + (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) A_1' B_1 \\
& + (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) (A_1 \odot B_1) A_0' B_0 \\
& + (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) (A_1 \odot B_1) (A_0 \odot B_0) \cdot I_{(A<B)}
\end{aligned}$$

$$Y_{(A=B)} = (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) (A_1 \odot B_1) (A_0 \odot B_0) \cdot I_{(A=B)}$$

$$\begin{aligned}
Y_{(A>B)} = & (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) (A_1 \odot B_1) (A_0 \odot B_0) \cdot I_{(A>B)} \\
& + (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) (A_1 \odot B_1) A_0 B_0 ' \\
& + (A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) A_1 B_1 ' \\
& + (A_3 \odot B_3) A_2 B_2 ' \\
& + A_3 B_3 '
\end{aligned}$$

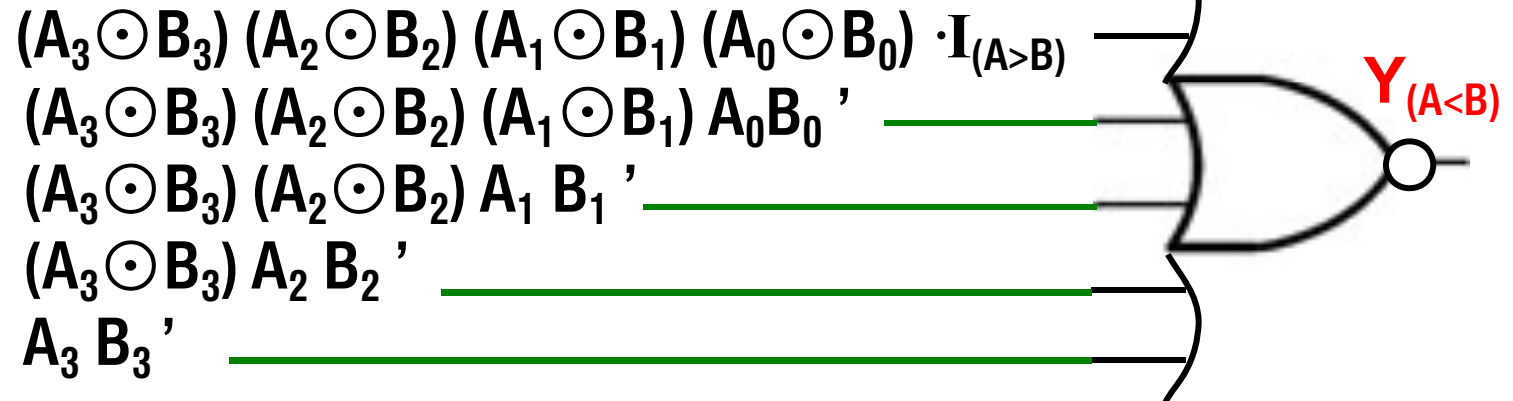
$Y_{(A<B)}$

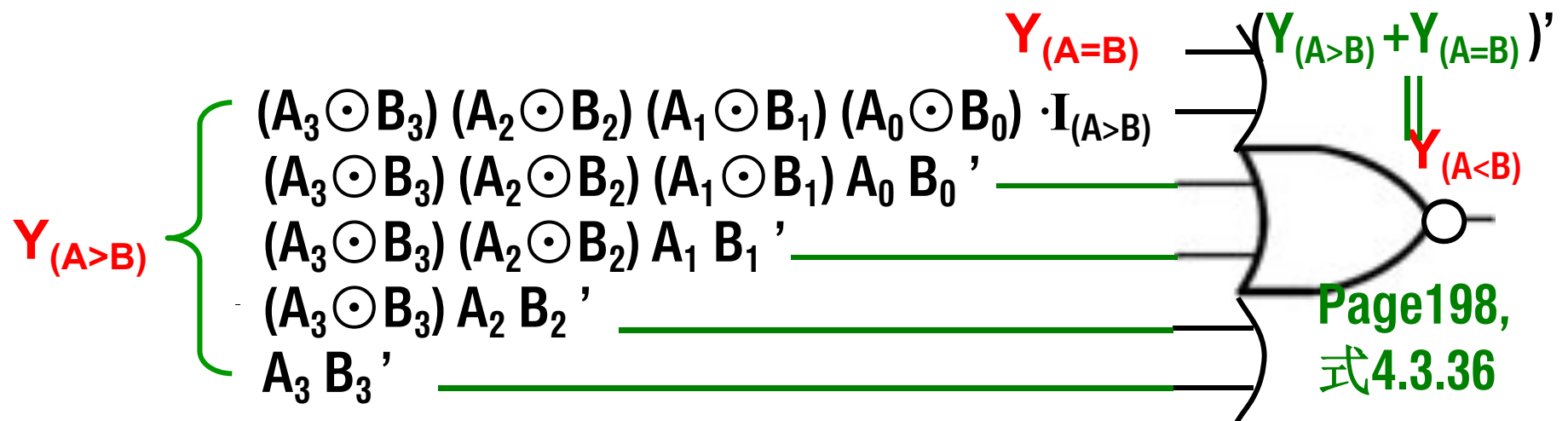
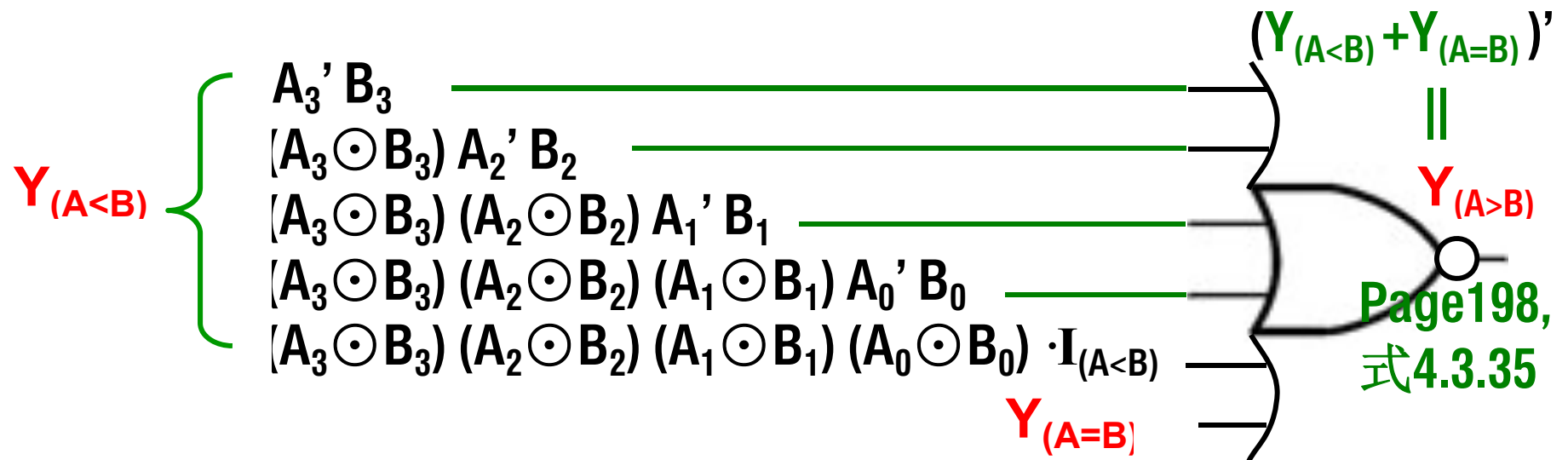


$Y_{(A=B)}$

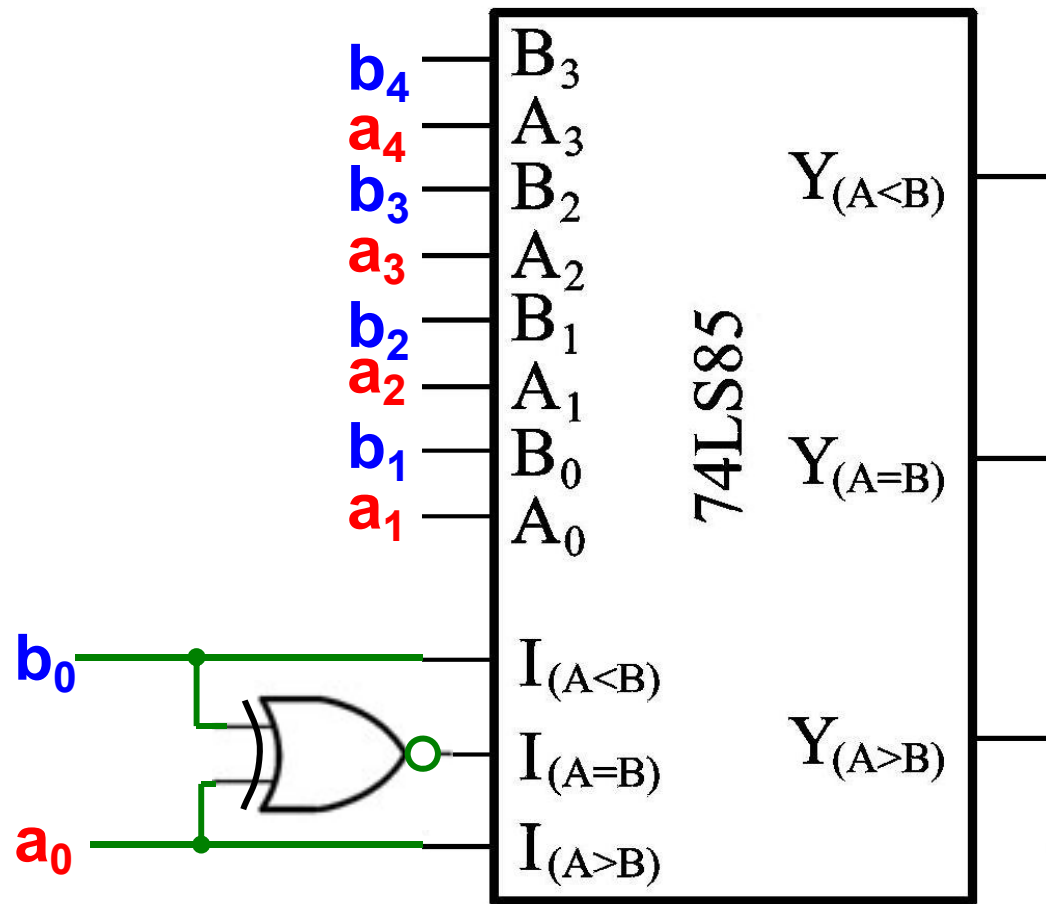
$$(A_3 \odot B_3) (A_2 \odot B_2) (A_1 \odot B_1) (A_0 \odot B_0) \cdot I_{(A=B)}$$

$Y_{(A>B)}$





(3) 例1：用1片74LS85实现5位数值比较器



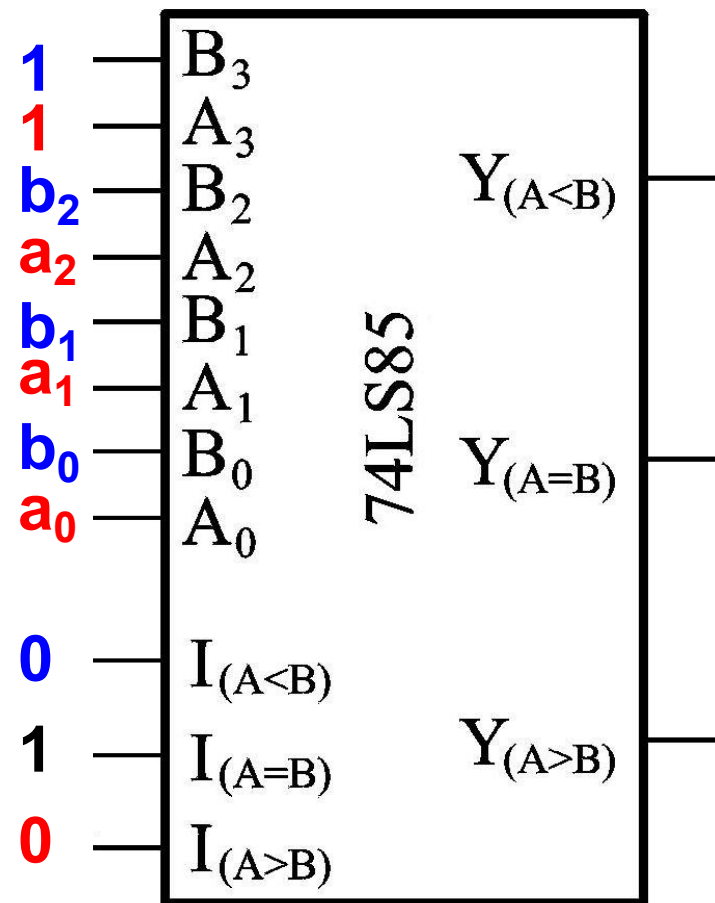
$a_0 = b_0 = 1$ 时, $I_{(A=B)} = I_{(A>B)} = I_{(A<B)} = 1$

$Y_{(A>B)} = ?$

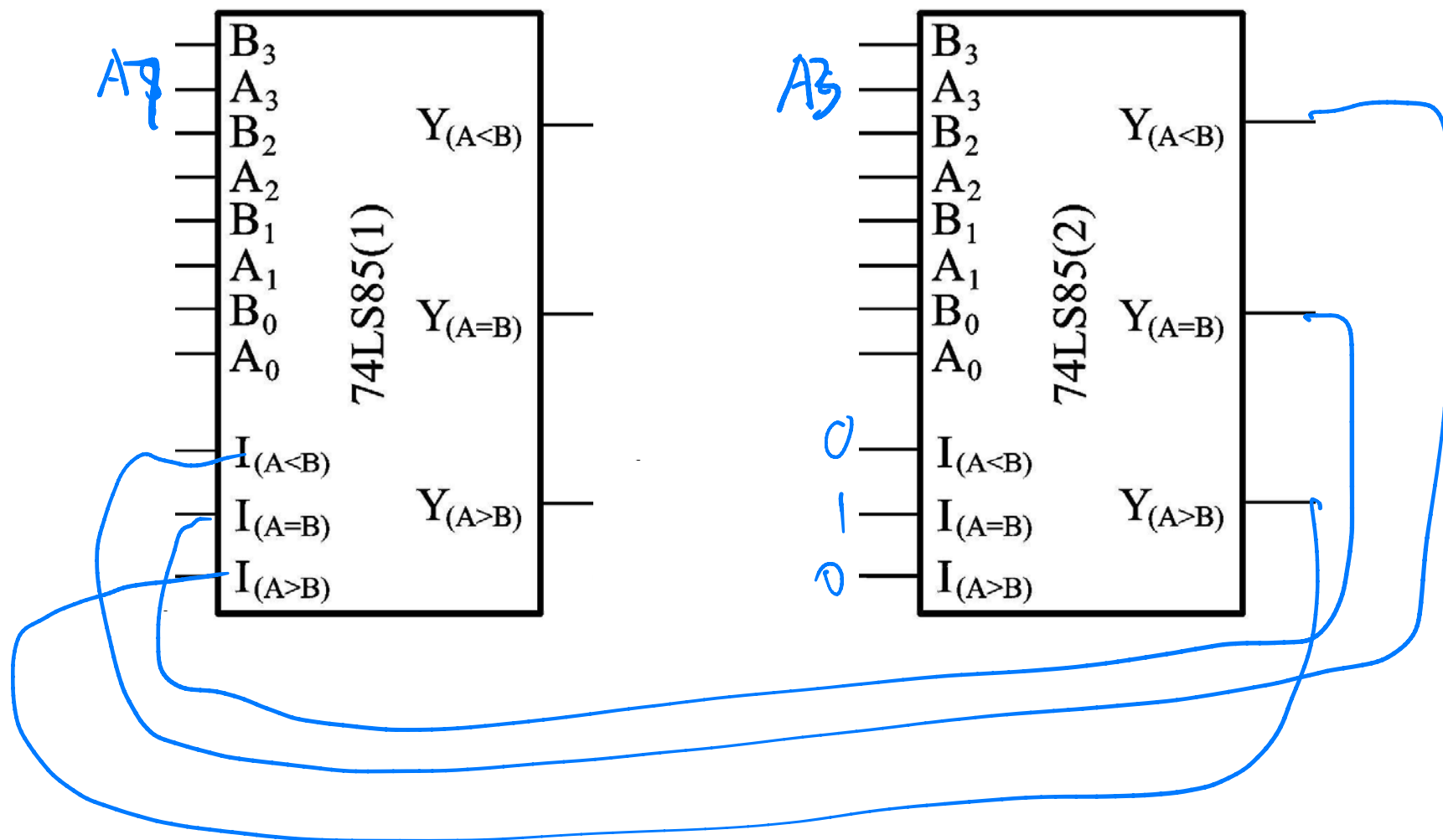
$Y_{(A=B)} = ?$

$Y_{(A<B)} = ?$

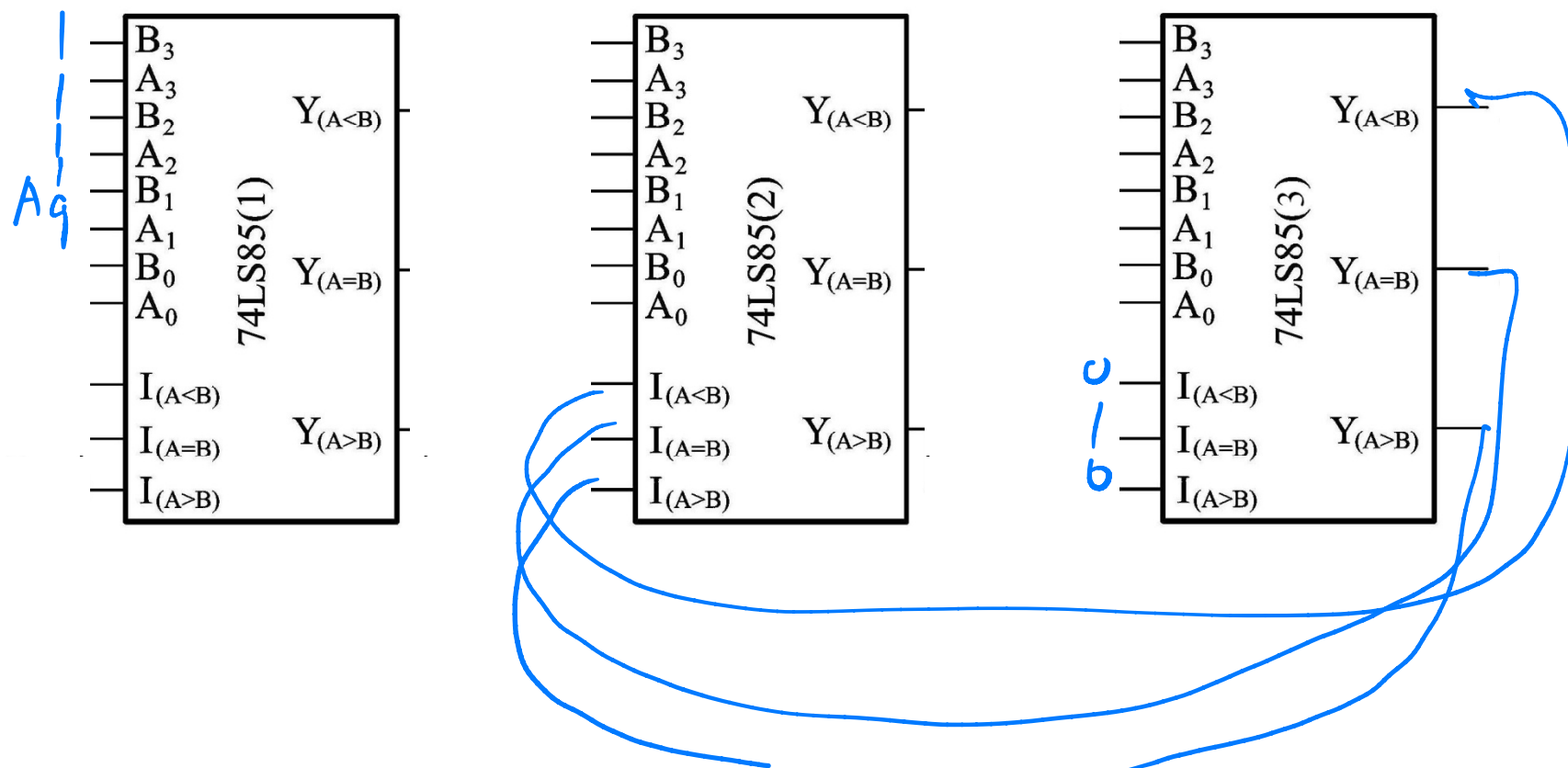
(3) 例2： 用1片74LS85实现3位数值比较器



(3) 例3：用2片74LS85构成8位数值比较器

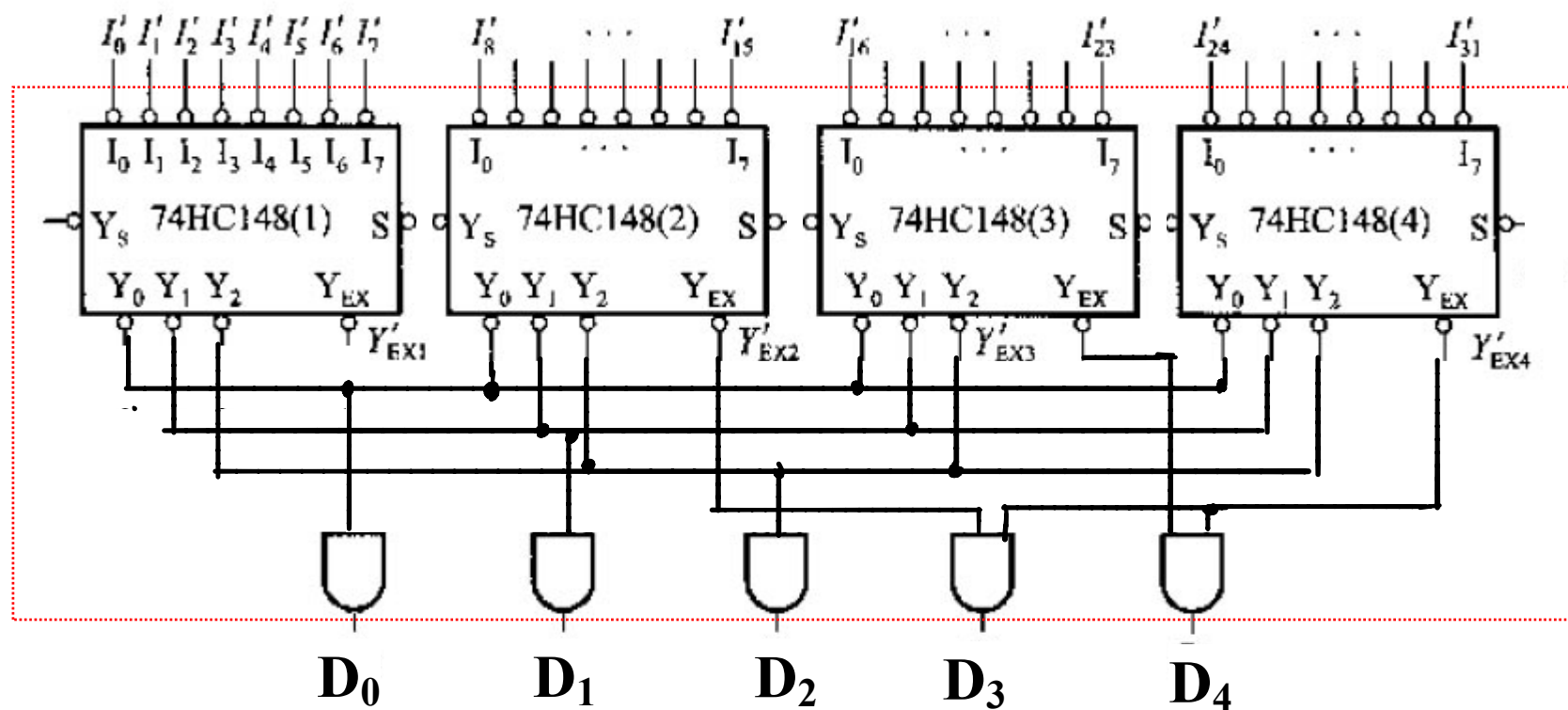


用3片74LS85构成10位数值比较器



练习

4.8 用4片74148组成32-5优先编码器，可以附加必要的门电路



作业

4.8 用4片74148组成32-5优先编码器，可以附加必要的门电路

4.9 用1片74148和门电路设计一个病房呼叫优先显示电路

4.29 比较器设计