



4.3 若干常用的组合逻辑电路

4.3.1 编码器

编码：用文字、图像或数码表示特定对象的过程称为编码

将每个事物用一个二值代码（高、低电平）表示

编码器的逻辑功能：把输入的每一个高、低电平信号编制成一个对应的二进制代码

编码器 { 普通编码器
 { 优先编码器



一、普通编码器

任何时刻只允许输入一个编码信号，否则输出将发生混乱

二进制编码器的输入是一组高低电平（ I_0 、 $I_1 \dots I_7$ ），输出是一组与输入高低电平一一对应的二进制代码（ Y_2 、 Y_1 、 Y_0 ）

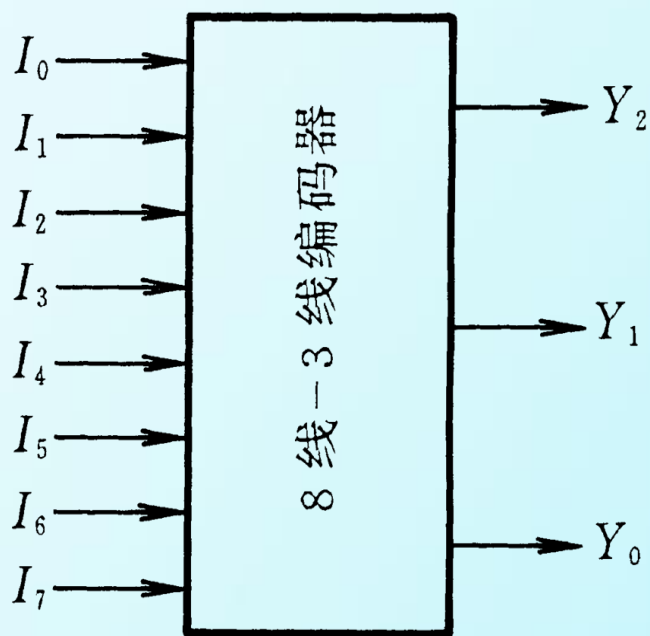


表4.3.1 3位二进制编码器的真值表

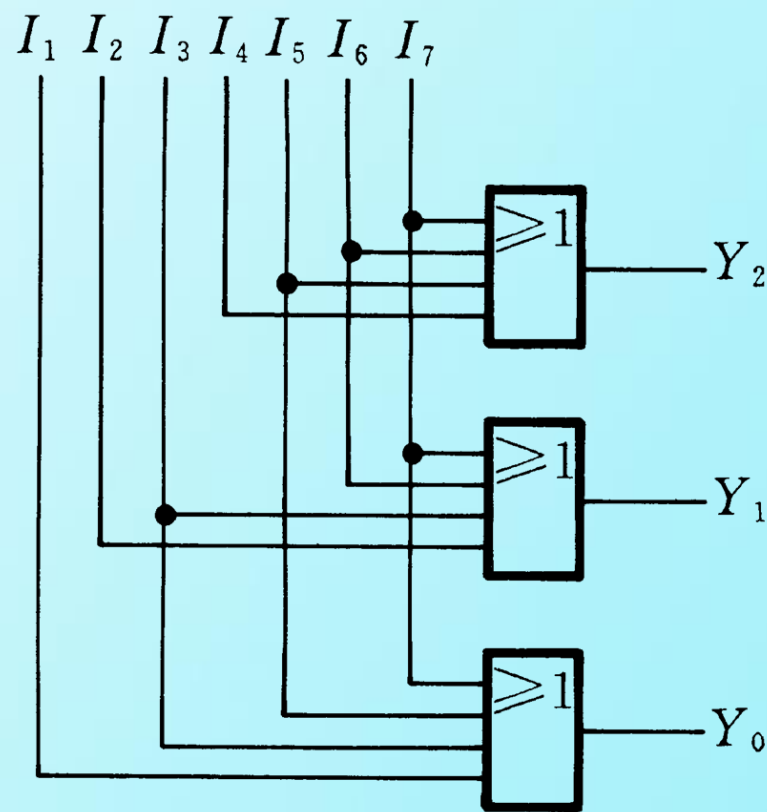
输 入								输 出		
I_0	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	Y_2	Y_1	Y_0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1



将真值表写成对应的逻辑式并化简得:

$$\begin{cases} Y_2 = I_4 + I_5 + I_6 + I_7 \\ Y_1 = I_2 + I_3 + I_6 + I_7 \\ Y_0 = I_1 + I_3 + I_5 + I_7 \end{cases}$$

由此可得编码器电路





二、优先编码器

允许同时输入两个以上信号，并按优先级输出。

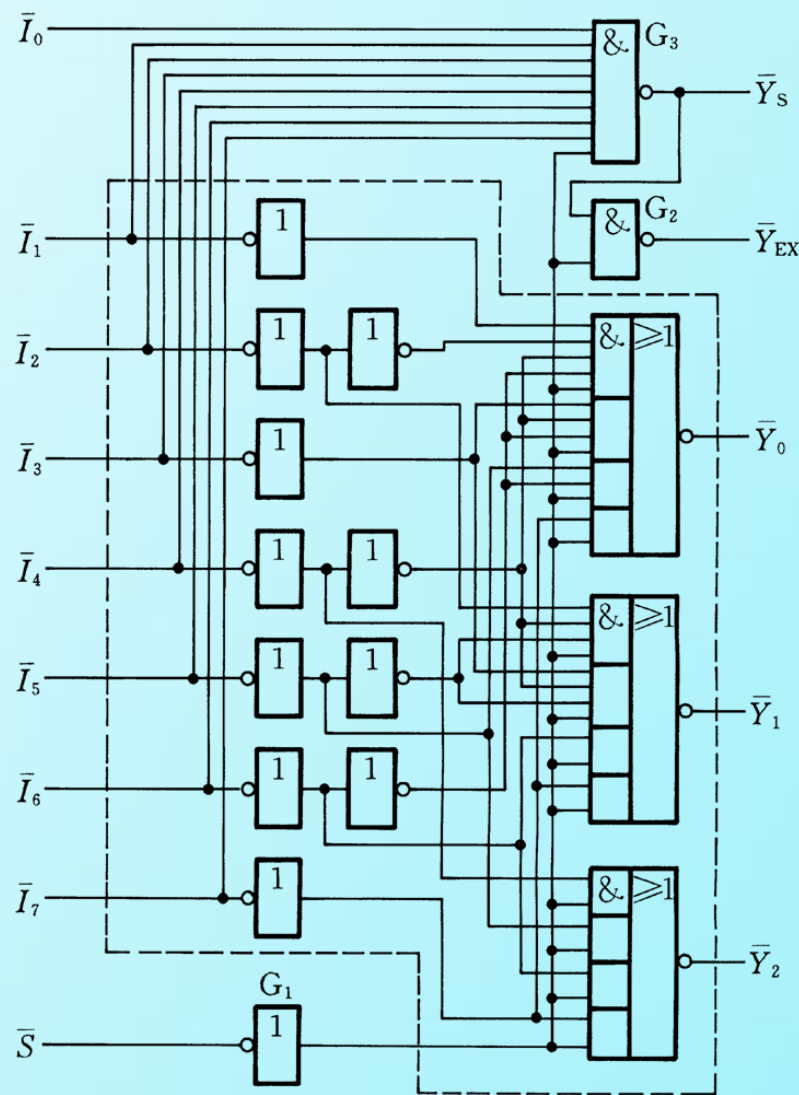
\bar{S} 为选通输入端，

$\bar{S}=0$ ，编码器正常工作，

$\bar{S}=1$ ，输出端被封锁在高电平

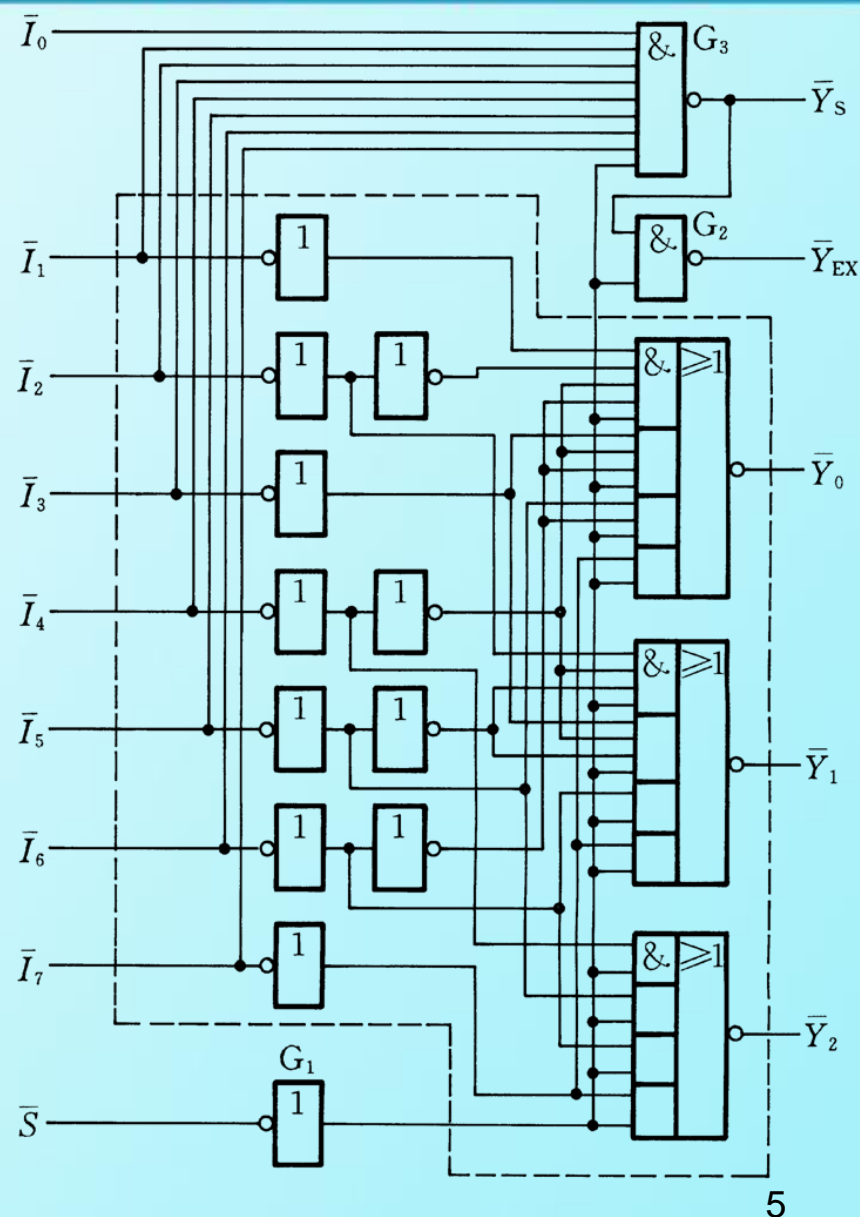
\bar{Y}_S 为选通输出端。

\bar{Y}_{EX} 为扩展端，用于扩展编码功能。





$$\begin{cases} \bar{Y}_2 = (I_4 + I_5 + I_6 + I_7) \cdot S \\ \bar{Y}_1 = (I_2 \bar{I}_4 \bar{I}_5 + I_3 \bar{I}_4 \bar{I}_5 + I_6 + I_7) \cdot S \\ \bar{Y}_0 = (I_1 \bar{I}_2 \bar{I}_4 \bar{I}_6 + I_3 \bar{I}_4 \bar{I}_6 + I_5 \bar{I}_6 + I_7) \cdot S \end{cases}$$





由图可看出：

$$\overline{Y}_S = \overline{I_0 I_1 I_2 I_3 I_4 I_5 I_6 I_7} S$$

所有的编码输入端都是高电平（即没有编码输入），
而且**S=1**时， \overline{Y}_S 才是低电平，

因此， \overline{Y}_S 的低电平输出信号表示“电路工作，但无编码输入”

$$\begin{aligned} \text{另外：} \overline{Y}_{EX} &= \overline{I_0 I_1 I_2 I_3 I_4 I_5 I_6 I_7 S \cdot S} \\ &= \overline{(I_0 + I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7) \cdot S} \end{aligned}$$

只要任何一个编码输入端有低电平信号输入，且**S=1**， \overline{Y}_{EX} 为低电平

因此， \overline{Y}_{EX} 的低电平输出信号表示“电路工作，而且有编码输入”



表4.2.2 74LS148的功能表

输入									输出				
\bar{S}	\bar{I}_0	\bar{I}_1	\bar{I}_2	\bar{I}_3	\bar{I}_4	\bar{I}_5	\bar{I}_6	\bar{I}_7	\bar{Y}_2	\bar{Y}_1	\bar{Y}_0	\bar{Y}_S	\bar{Y}_{EX}
1	×	×	×	×	×	×	×	×	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0	1	0
0	×	×	×	×	×	×	0	1	0	0	1	1	0
0	×	×	×	×	×	0	1	1	0	1	0	1	0
0	×	×	×	×	0	1	1	1	0	1	1	1	0
0	×	×	×	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
0	×	×	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
0	×	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

当 $\bar{S} = 0$ ，电路正常工作

允许 $\bar{I}_0 - \bar{I}_7$ 当中同时有几个输入端为低电平。

\bar{I}_7 的优先权最高

\bar{I}_0 的优先权最低

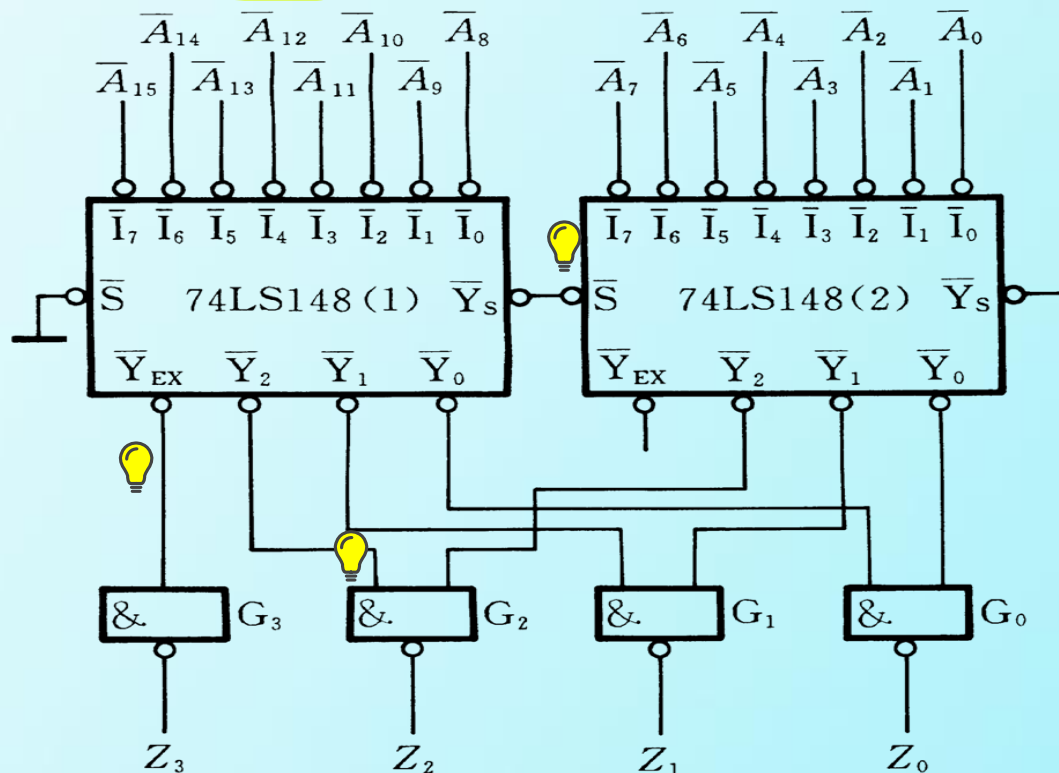
当 $\bar{I}_7 = 0$ 时，无论其他输入端有无输入信号（表中以×表示），输出端只给出 \bar{I}_7 的编码，即 $\bar{Y}_2\bar{Y}_1\bar{Y}_0 = 000$



[例4.3.1]:用2片74LS148接成16线-4线的优先编码器

$\bar{A}_{15} - \bar{A}_8$ 8个优先权高的输入信号接到第一片的 $\bar{I}_7 - \bar{I}_0$ 输入端, $A_7 - A_0$ 接到第二片的 $I_7 - I_0$

按优先权顺序的要求, 把第一片的 \bar{Y}_s 作为第二片的片选信号 \bar{S}





二-十进制优先编码器

能将 $\bar{I}_0 - \bar{I}_9$ 10个输入信号分别编成10个BCD码，
 \bar{I}_9 的优先权最高， \bar{I}_0 的优先权最低

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{Y}_3 = \bar{I}_8 + \bar{I}_9 \\ \bar{Y}_2 = \overline{I_7 \bar{I}_8 \bar{I}_9 + I_6 \bar{I}_8 \bar{I}_9 + I_5 \bar{I}_8 \bar{I}_9 + I_4 \bar{I}_8 \bar{I}_9} \\ \bar{Y}_1 = \overline{I_7 \bar{I}_8 \bar{I}_9 + I_6 \bar{I}_8 \bar{I}_9 + I_3 \bar{I}_4 \bar{I}_5 \bar{I}_8 \bar{I}_9 + I_2 \bar{I}_4 \bar{I}_5 \bar{I}_8 \bar{I}_9} \\ \bar{Y}_0 = \overline{I_9 + I_7 \bar{I}_8 \bar{I}_9 + I_5 \bar{I}_6 \bar{I}_8 \bar{I}_9 + I_3 \bar{I}_4 \bar{I}_6 \bar{I}_8 \bar{I}_9 + I_1 \bar{I}_2 \bar{I}_4 \bar{I}_6 \bar{I}_8 \bar{I}_9} \end{array} \right.$$

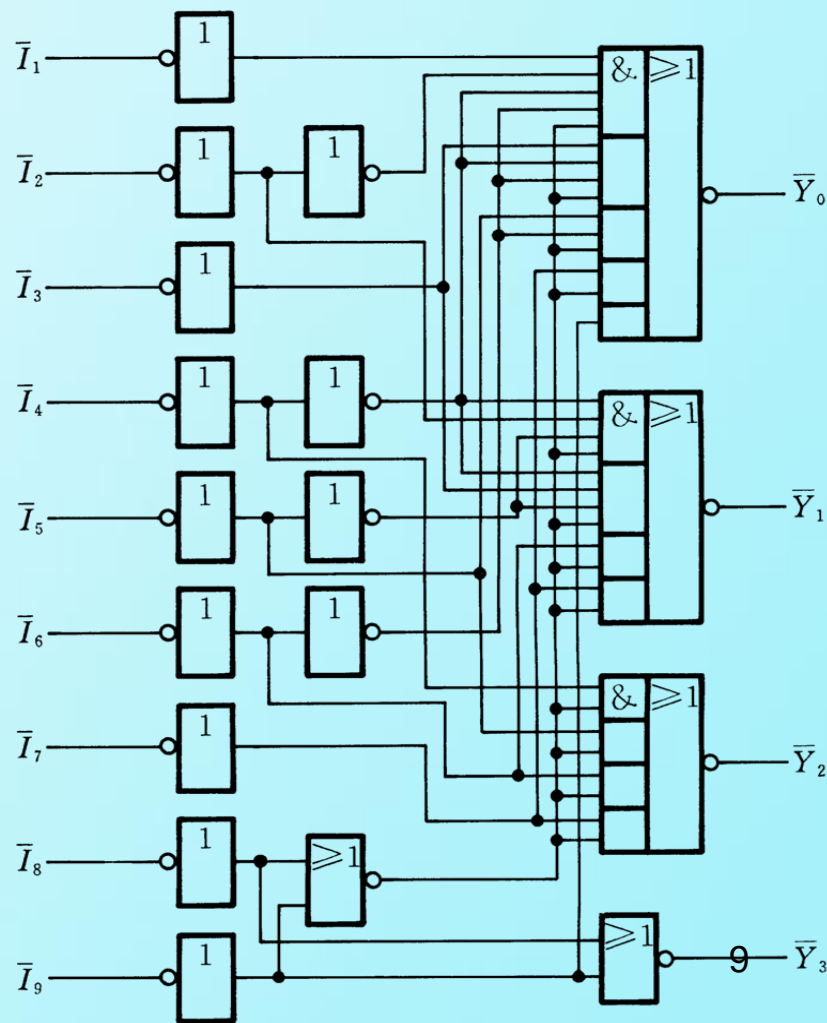




表4.3.3 二-十进制编码器74LS147的功能表

输入									输出			
\bar{I}_1	\bar{I}_2	\bar{I}_3	\bar{I}_4	\bar{I}_5	\bar{I}_6	\bar{I}_7	\bar{I}_8	\bar{I}_9	\bar{Y}_3	\bar{Y}_2	\bar{Y}_1	\bar{Y}_0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
×	×	×	×	×	×	×	×	0	0	1	1	0
×	×	×	×	×	×	×	0	1	0	1	1	1
×	×	×	×	×	×	0	1	1	1	0	0	0
×	×	×	×	×	0	1	1	1	1	0	0	1
×	×	×	×	0	1	1	1	1	1	0	1	0
×	×	×	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
×	×	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
×	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0 ₁₀



4.3.2 译码器

译码是编码的反操作

译码器的功能:将每个输入的二进制代码译成对应的输出高低电平信号。

常用的译码器: 二进制译码器, 二—十进制译码器, 和显示译码器三类。

一. 二进制译码器

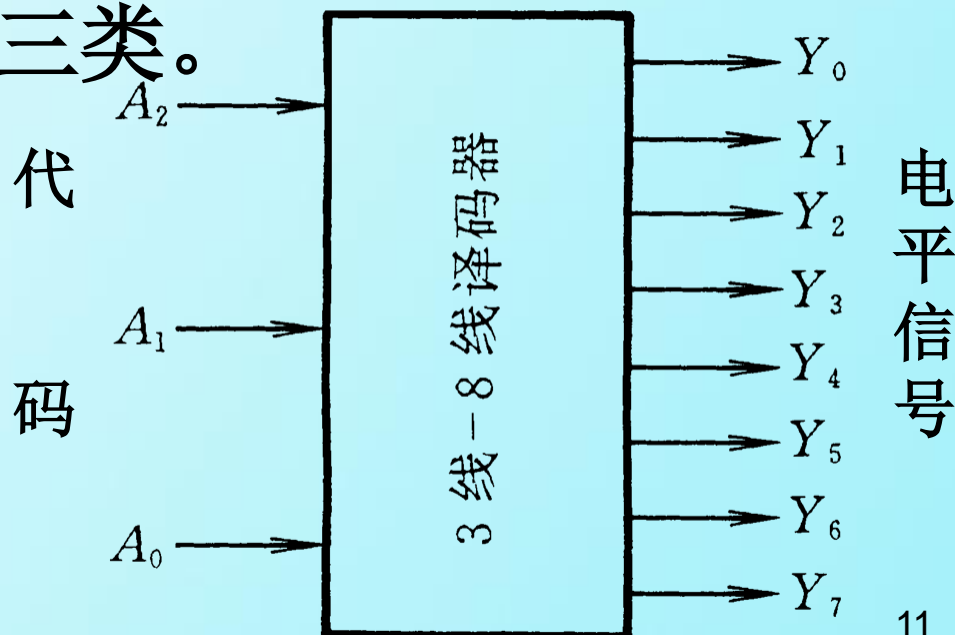
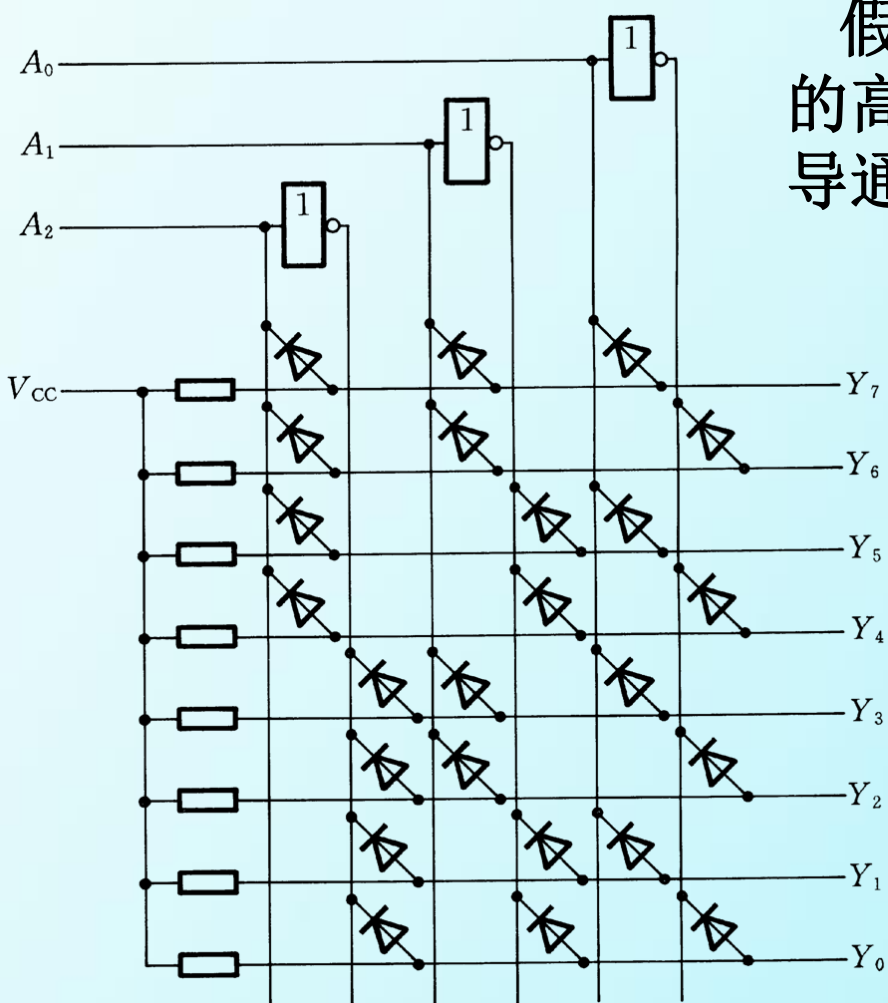


图4.3.6 3位二进制（3线—8线）译码器的框图



二极管与门阵列组成的3线-8线译码器

假定电源电压 $V_{CC}=5V$ ，输入信号的高、低电平为 $3V$ 和 $0V$ ，二极管的导通压降为 $0.7V$



3位二进制译码器的真值表

输 入			输 出							
A_2	A_1	A_0	Y_7	Y_6	Y_5	Y_4	Y_3	Y_2	Y_1	Y_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0



二极管与门阵列组成的译码器

优点：简单

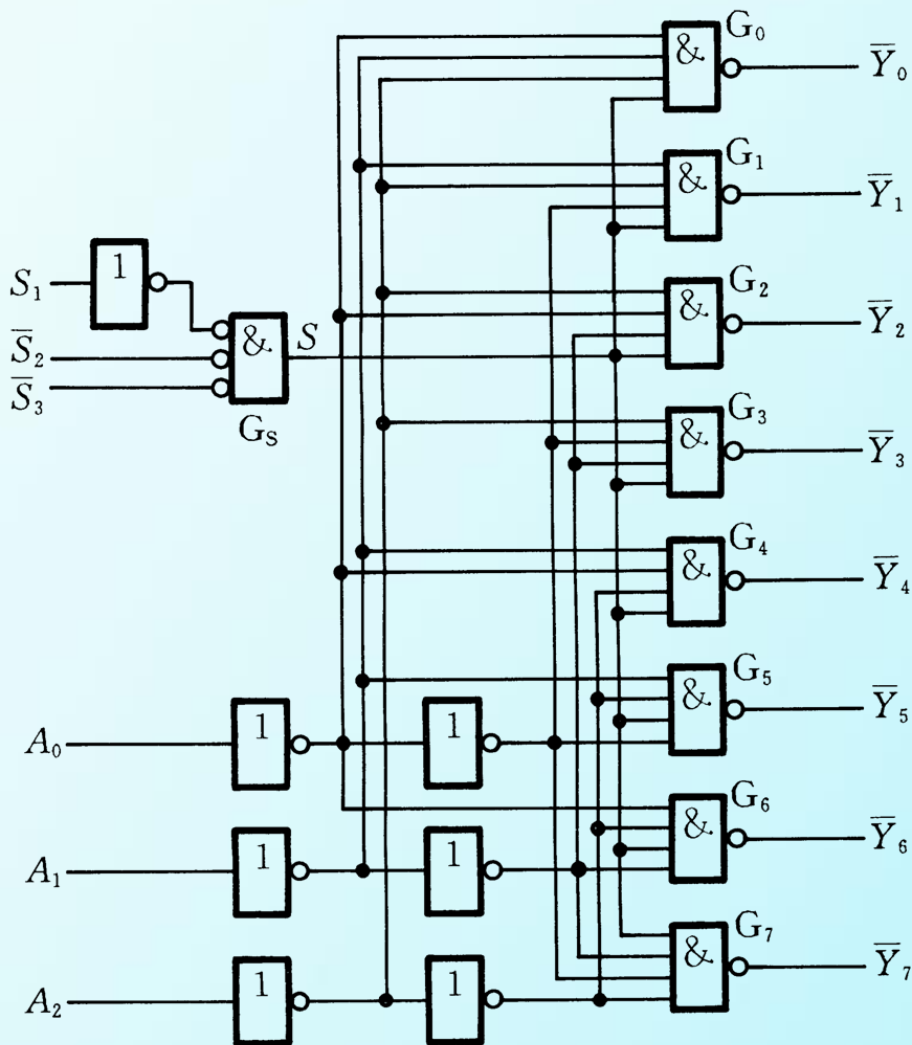
缺点：

- 电路的输入电阻较低，而输出电阻较高
- 输出的高、低电平信号发生偏移（偏离输入信号的高、低电平）

因此，中规模集成电路译码器多采用三极管集成门电路



TTL与非门组成的3线-8线译码器74LS138



当 G_S 的输出为高电平
($S=1$) 时:

$$\begin{cases} \bar{Y}_0 = \overline{A_2 A_1 A_0} = \bar{m}_0 & \bar{Y}_1 = \overline{A_2 A_1 A_0} = \bar{m}_1 \\ \bar{Y}_2 = \overline{A_2 A_1 A_0} = \bar{m}_2 & \bar{Y}_3 = \overline{A_2 A_1 A_0} = \bar{m}_3 \\ \bar{Y}_4 = \overline{A_2 A_1 A_0} = \bar{m}_4 & \bar{Y}_5 = \overline{A_2 A_1 A_0} = \bar{m}_5 \\ \bar{Y}_6 = \overline{A_2 A_1 A_0} = \bar{m}_6 & \bar{Y}_7 = \overline{A_2 A_1 A_0} = \bar{m}_7 \end{cases}$$

该译码器也叫最小项译码器

图4.3.8 用与非门组成的3线-8线译码器74LS138



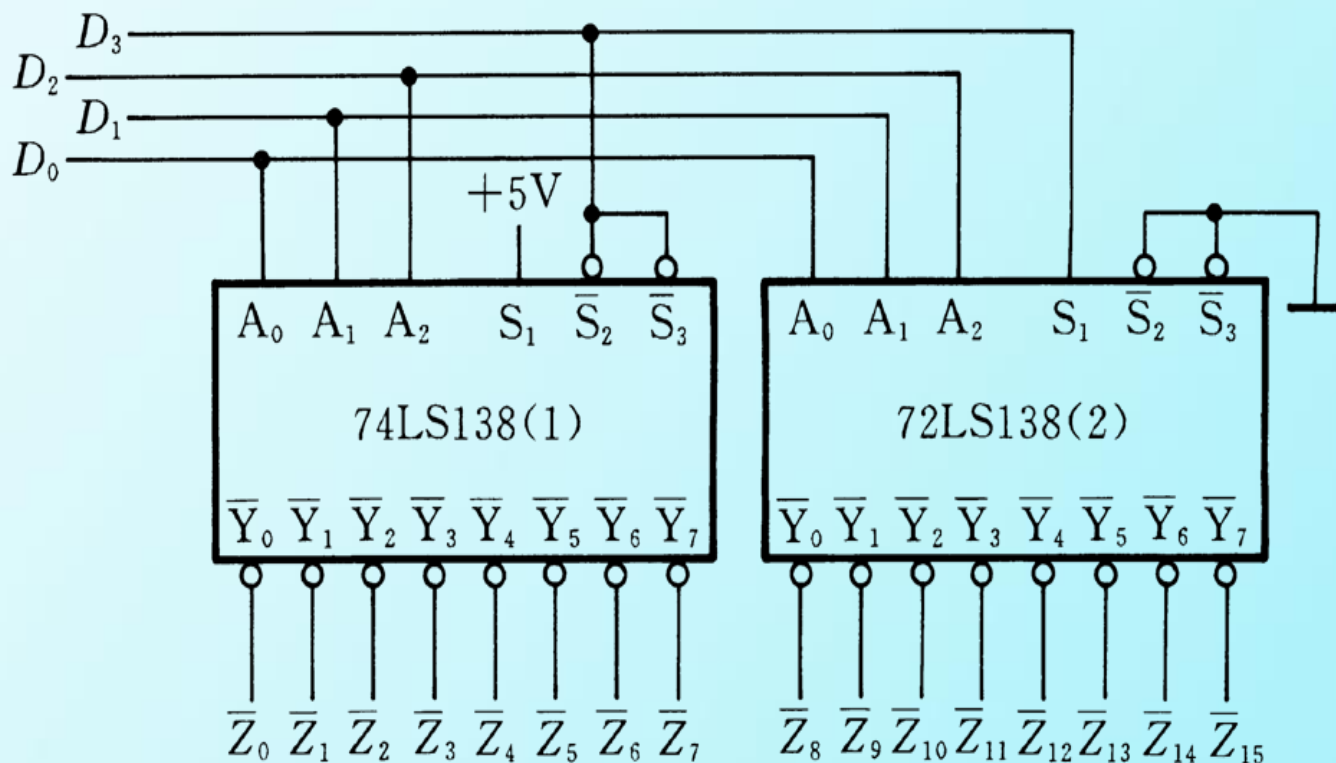
3线-8线译码器74LS138的功能表

输 入					输 出							
S_1	$\bar{S}_2 + \bar{S}_3$	A_2	A_1	A_0	\bar{Y}_0	\bar{Y}_1	\bar{Y}_2	\bar{Y}_3	\bar{Y}_4	\bar{Y}_5	\bar{Y}_6	\bar{Y}_7
0	×	×	×	×	1	1	1	1	1	1	1	1
×	1	×	×	×	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0



[例4.3.2]: 用两片3线-8线译码器组成4线-16线译码器

由于74LS138仅有3个地址输入端，利用附加控制端（ S_1 、 S_2 、 S_3 当中一个）作为第四个地址输入端





练习：用译码器和逻辑门实现逻辑函数

$$F(A,B,C)=\sum m(0,1,4,6,7)$$