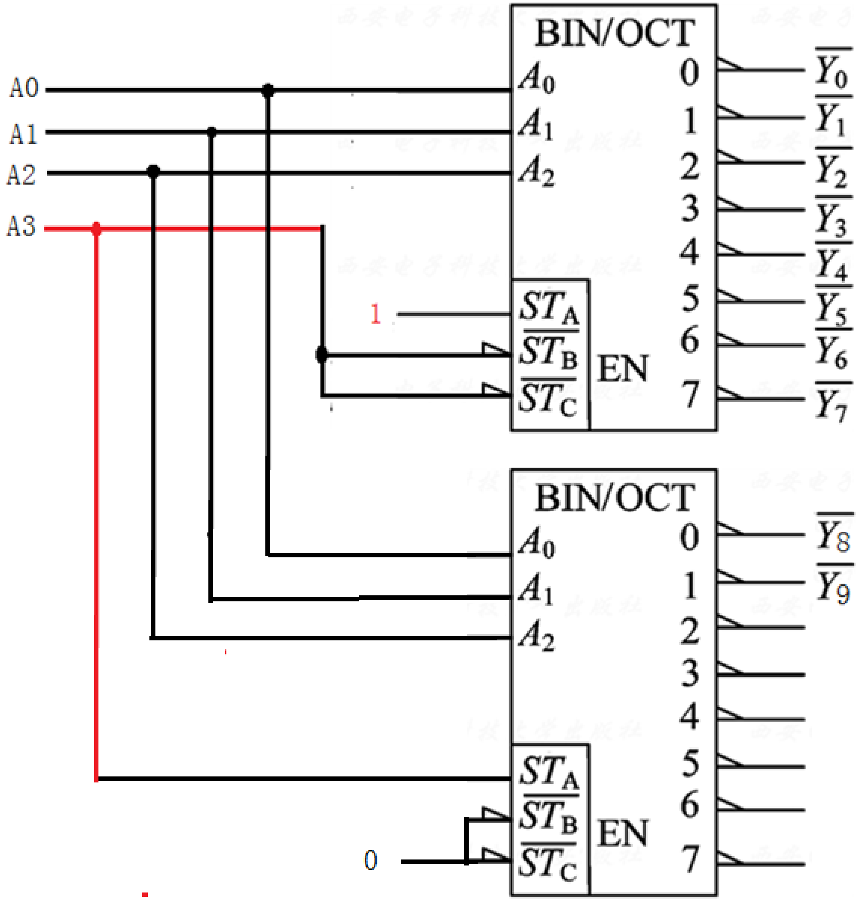
# 2023HW05 常用组合逻辑电路*OK*!

1、用 74LS138 设计一个 4 线-10 线译码器。

**参考解答**：

方案 1：

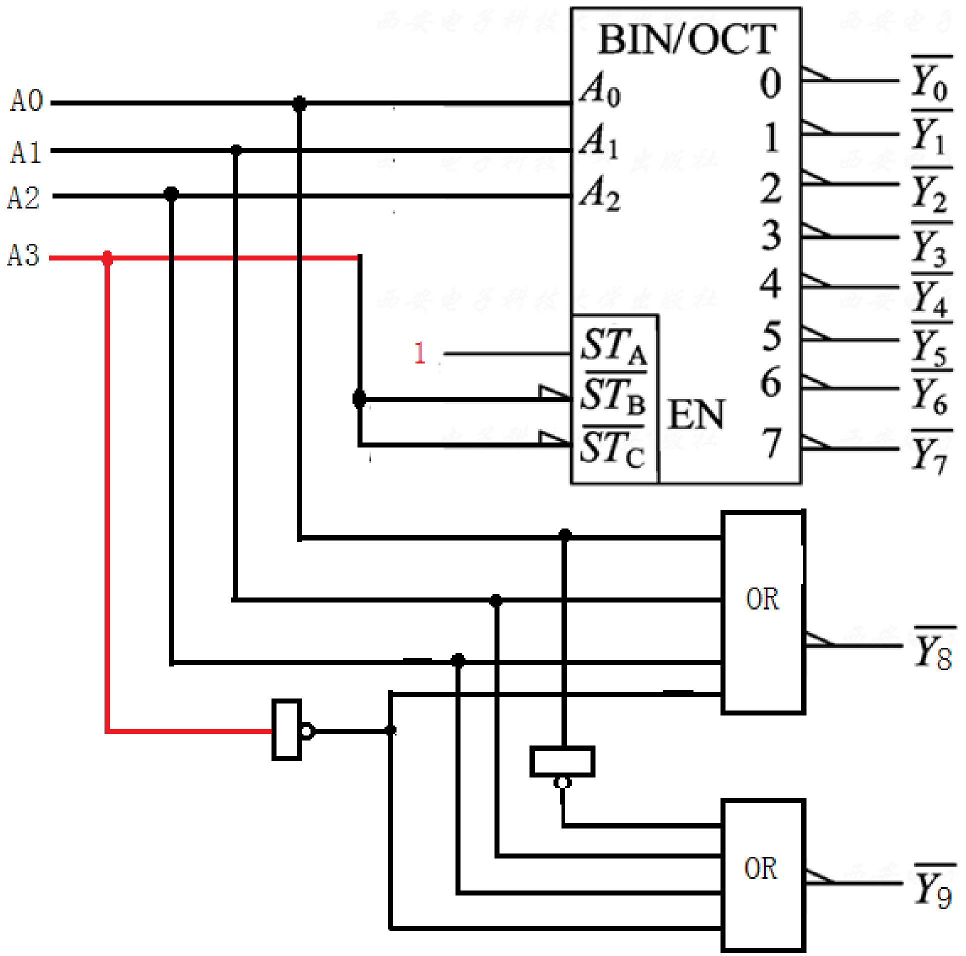


方案 2：

| $A_3$ | $A_2$ | $A_1$ | $A_0$ | $ST_A,\overline{ST_B},\overline{ST_C}$ | $\overline{Y_0}$ | $\overline{Y_1}$ | $\overline{Y_2}$ | $\overline{Y_3}$ | $\overline{Y_4}$ | $\overline{Y_5}$ | $\overline{Y_6}$ | $\overline{Y_7}$ | $\overline{Y_8}$ | $\overline{Y_9}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 100 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 100 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 100 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 100 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 100 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 100 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 100 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 111 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 111 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 111 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 111 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 111 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 111 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 111 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**说明**：当 $A_3=1$时，$ST_A,\overline{ST_B},\overline{ST_C}$可以是 100 以外的任意组合，选择 111 比较简单！

因此：$ST_A=1$，$\overline{ST_B}=\overline{ST_C}=A_3$，$\overline{Y_8}=\overline{A_3}+A_2+A_1+A_0$，$\overline{Y_8}=\overline{A_3}+A_2+A_1+\overline{A_0}$

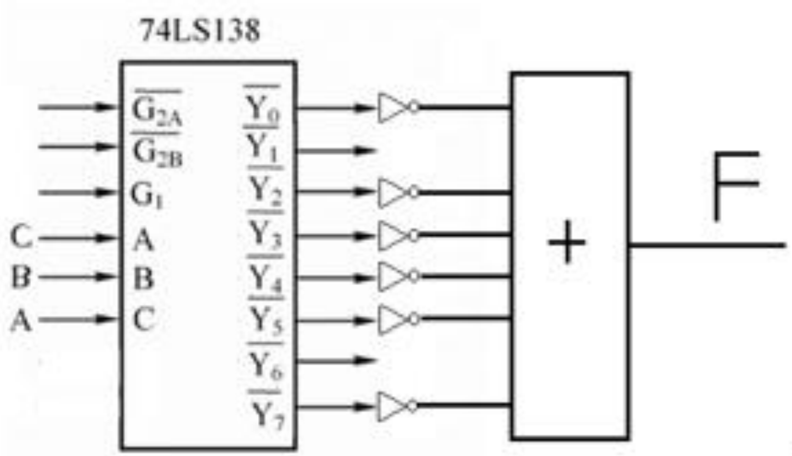


2、用 74LS138 实现逻辑函数：$F(A,B,C)=\sum m(0,2,3,4,5,7)$

参考解答：

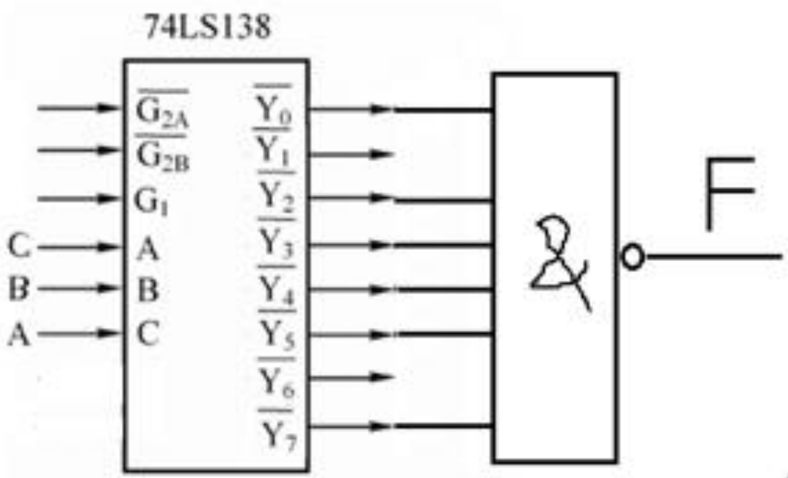
方案 1：

$$F(A,B,C)=\sum m(0,2,3,4,5,7)$$
$$=\sum \overline{\overline{Y}}(0,2,3,4,5,7)$$




方案 2：

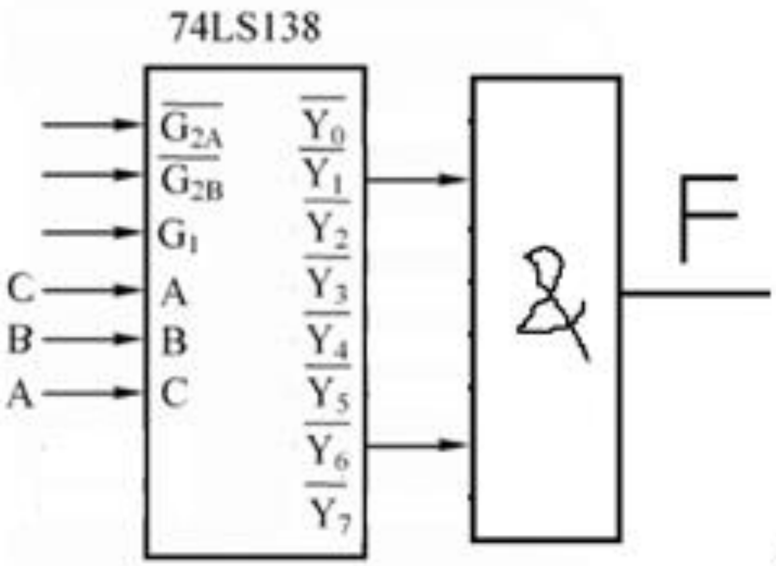
$$F(A,B,C)=\sum \overline{\overline{Y}}(0,2,3,4,5,7)$$
$$=\overline{\prod \overline{Y}(0,2,3,4,5,7)}$$



**方案 3：**

$$F(A,B,C)=\prod M(1,6)$$

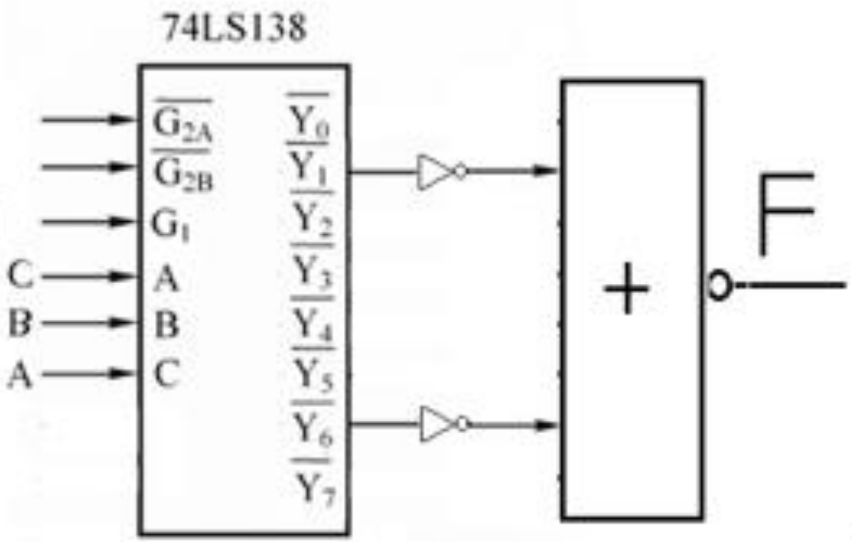
$$=\prod \bar{Y}(1,6)$$




**方案 4：**

$$F(A,B,C)=\prod M(1,6)$$

$$=\prod \bar{Y}(1,6)=\overline{\sum \bar{\bar{Y}}(1,6)}$$



3、用 74LS138 设计一个 1 位全减器。

参考解答：A 为被减数，B 为减数，$C_{-1}$ 为低位的借位；

S 为本位差，C 为向高位的借位

真值表如下：

| A | B | $C_{-1}$ | S | C | A | B | $C_{-1}$ | S | C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

$S=\sum m(1,2,4,7)$，$C=\sum m(1,2,3,7)$，图略！

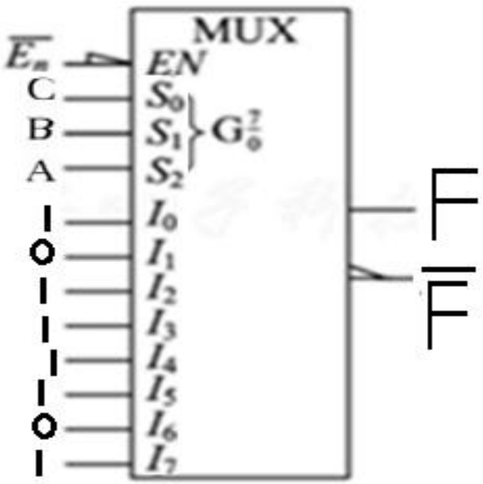
4、用 74LS151 实现下列逻辑函数：

1） $F(A,B,C)=\sum m(0,2,3,4,5,7)$

参考解答：直接将输入变量 A、B、C 作为选择输入（注意高低位顺序!），此时各数据输入应该是逻辑常量。

由 $F(A,B,C)=\sum m(0,2,3,4,5,7)$ 知：

$I_0=1, I_1=0, I_2=1, I_3=1, I_4=1, I_5=1, I_6=0, I_7=1$



2）$F(A,B,C,D)=\sum m(1,2,3,5,6)$

参考解答：

方案 1：在四个输入变量中任选三个作为选择输入端（即地址输入端），余下的一个输入变量用来构造数据输入端。为此，将逻辑函数按照选择输入端的 8 个最小项洗牌，即可得到各数据输入端关于余下变量的逻辑函数。

比如，选择 A、B、C 作为选择输入端，则 D 用来构造数据输入端：

$$
\begin{aligned}
F(A,B,C,D) &= \bar{A}\bar{B}\bar{C}D+\bar{A}\bar{B}C\bar{D}+\bar{A}\bar{B}CD+\bar{A}B\bar{C}D+\bar{A}BC\bar{D} \\
&= \bar{A}\bar{B}\bar{C}D+\bar{A}\bar{B}C(\bar{D}+D)+\bar{A}B\bar{C}D+\bar{A}BC\bar{D} \\
&= \bar{A}\bar{B}\bar{C}D+\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}B\bar{C}D+\bar{A}BC\bar{D} \\
&= m_0D+m_1\cdot 1+m_2D+m_3\bar{D}+m_4\cdot 0+m_5\cdot 0+m_6\cdot 0+m_7\cdot 0
\end{aligned}
$$

由此：$I_0=D, I_1=1, I_2=D, I_3=\bar{D}, I_4=0, I_5=0, I_6=0, I_7=0$

再如，选择 B、C、D 作为选择输入端，则 A 用来构造数据输入端：

$$F(A,B,C,D)=\bar{A}\bar{B}\bar{C}D+\bar{A}\bar{B}C\bar{D}+\bar{A}\bar{B}CD+\bar{A}B\bar{C}D+\bar{A}BC\bar{D}$$

$$=0\cdot m_0+\bar{A}\cdot m_1+\bar{A}\cdot m_2+\bar{A}\cdot m_3+0\cdot m_4+\bar{A}\cdot m_5+\bar{A}\cdot m_6+0\cdot m_7$$

由此：$I_0=0, I_1=\bar{A}, I_2=\bar{A}, I_3=\bar{A}, I_4=0, I_5=\bar{A}, I_6=\bar{A}, I_7=0$

问题：能在 4 个输入变量 A、B、C、D 中选择 2 个作为选择输入吗？

回答：当然可以！比如选择 A、B 作为选择输入，余下的 C、D 用来构造数据输入。

$$F(A,B,C,D)=\bar{A}\bar{B}\bar{C}D+\bar{A}\bar{B}C\bar{D}+\bar{A}\bar{B}CD+\bar{A}B\bar{C}D+\bar{A}BC\bar{D}$$

$$=\bar{A}\bar{B}(\bar{C}D+C\bar{D}+CD)+\bar{A}B(\bar{C}D+C\bar{D})$$

$$=\bar{A}\bar{B}(C+D)+\bar{A}B(C\oplus D)$$

接下来的问题：A、B 分别连接到 3 个选择输入端中的哪 2 个？

回答：哪 2 个都行！比如，$S_1$、$S_0$。

接下来的问题：$S_2$怎么处理？

回答：怎么处理都行！比如，接逻辑常量 1。

方案 2：A、B 分别连接到 $S_1$、$S_0$，$S_2$接逻辑常量 1。

$$F(A,B,C,D)=\overline{A}\overline{B}\overline{C}D+\overline{A}\overline{B}C\overline{D}+\overline{A}\overline{B}CD+\overline{A}B\overline{C}D+\overline{A}BC\overline{D}$$

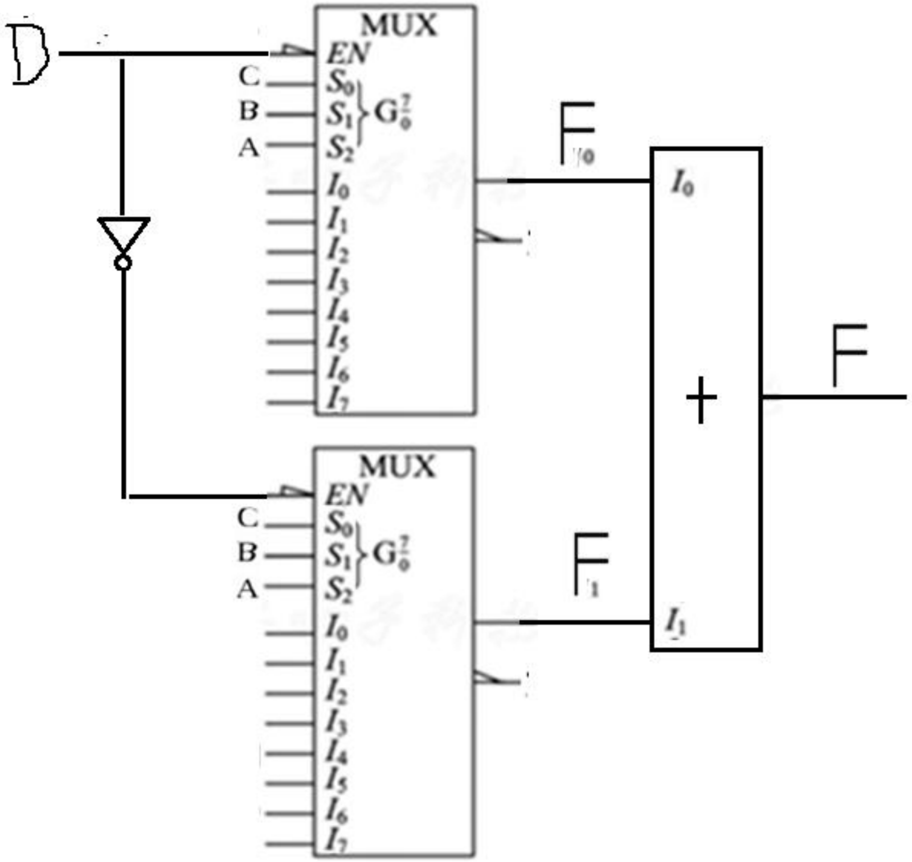
$$=\overline{A}\overline{B}(C+D)+\overline{A}B(C\oplus D)$$

$$=\overline{S}_1\overline{S}_0(C+D)+\overline{S}_1S_0(C\oplus D)$$

$$=S_2\overline{S}_1\overline{S}_0(C+D)+S_2\overline{S}_1S_0(C\oplus D)$$

$$I_0=I_1=I_2=I_3=0,I_4=C+D,I_5=C\oplus D,I_6=I_7=0$$

方案 3：用两片 74LS151 扩展成 16 路数据选择器，在四个输入变量中任选一个实现两片选一，再用余下的输入变量实现片内的 8 选 1




$$F(A,B,C,D)=\bar{A}\bar{B}\bar{C}D+\bar{A}\bar{B}C\bar{D}+\bar{A}\bar{B}CD+\bar{A}B\bar{C}D+\bar{A}BC\bar{D}$$

$$=(\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}BC)\bar{D}+(\bar{A}\bar{B}\bar{C}+\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}B\bar{C})D$$

$F_0(A,B,C)=\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}BC$， $F_1(A,B,C)=\bar{A}\bar{B}\bar{C}+\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}B\bar{C}$

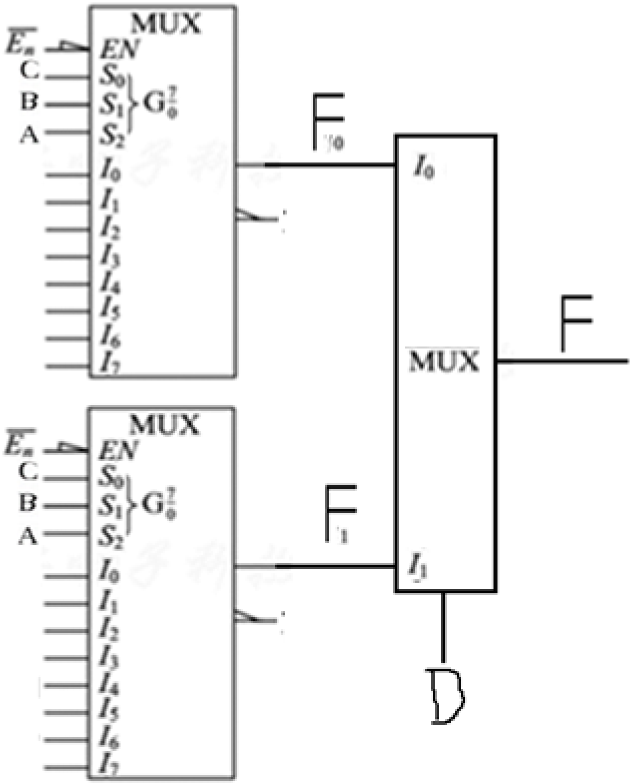
对 $F_0(A,B,C)=\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}BC$ 来说：

$$I_0=0, I_1=1, I_2=0, I_3=1, I_4=0, I_5=0, I_6=0, I_7=0$$

对 $F_1(A,B,C)=\bar{A}\bar{B}\bar{C}+\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}B\bar{C}$ 来说：

$$I_0=1, I_1=1, I_2=1, I_3=0, I_4=0, I_5=0, I_6=0, I_7=0$$

方案 4：用两片 74LS151 扩展成 16 路数据选择器，在 4 个输入变量中任选 3 个同时在各片中 8 选 1，再用余下的输入变量实现 2 选 1。




$$F(A,B,C,D)=\bar{A}\bar{B}\bar{C}D+\bar{A}\bar{B}C\bar{D}+\bar{A}\bar{B}CD+\bar{A}B\bar{C}D+\bar{A}BC\bar{D}$$

$$=(\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}BC)\bar{D}+(\bar{A}\bar{B}\bar{C}+\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}B\bar{C})D$$

$F_0=\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}BC$，$F_1=\bar{A}\bar{B}\bar{C}+\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}B\bar{C}$

对$F_0(A,B,C)=\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}BC$来说：

$I_0=0, I_1=1, I_2=0, I_3=1, I_4=0, I_5=0, I_6=0, I_7=0$

对$F_1(A,B,C)=\bar{A}\bar{B}\bar{C}+\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}B\bar{C}$来说：

$$I_0=1,I_1=1,I_2=1,I_3=0,I_4=0,I_5=0,I_6=0,I_7=0$$

方案 5：B、C、D 依次接 $S_2$、$S_1$、$S_0$，A 接$\overline{EN}$

$$F(A,B,C,D)=\bar{A}\bar{B}\bar{C}D+\bar{A}\bar{B}C\bar{D}+\bar{A}\bar{B}CD+\bar{A}B\bar{C}D+\bar{A}BC\bar{D}$$

$$I_0=0,I_1=1,I_2=1,I_3=1,I_4=0,I_5=1,I_6=1,I_7=0$$

5、用 4 位数值比较器和 4 位全加器设计一个 4 位 2 进制数转换成 8421BCD 码的转换电路。

参考解答：

| 4 位 2 进制数 | 8421BCD 码 | 进位 | 4 位 2 进制数 | 8421BCD 码 | 进位 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0000 | 0000 | 0 | 1000 | 1000 | 0 |
| 0001 | 0001 | 0 | 1001 | 1001 | 0 |
| 0010 | 0010 | 0 | 1010 | 0000 | 1 |
| 0011 | 0011 | 0 | 1011 | 0001 | 1 |
| 0100 | 0100 | 0 | 1100 | 0010 | 1 |
| 0101 | 0101 | 0 | 1101 | 0011 | 1 |
| 0110 | 0110 | 0 | 1110 | 0100 | 1 |
| 0111 | 0111 | 0 | 1111 | 0101 | 1 |

用一片数值比较器判断输入的 4 位 2 进制数是否小于 10，其一个数据输入为 4 位 2 进制数，另一个数据输入为 10。

用一片 4 位全加器求输入的 4 位 2 进制数的 8421BCD 码，其一个数据输入为 4 位

2 进制数，另一个数据输入分 2 种情况：

1）如果 4 位 2 进制数小于 10，则另一个数据输入为 0；

2）如果 4 位 2 进制数大于或等于 10，则另一个数据输入为 6。

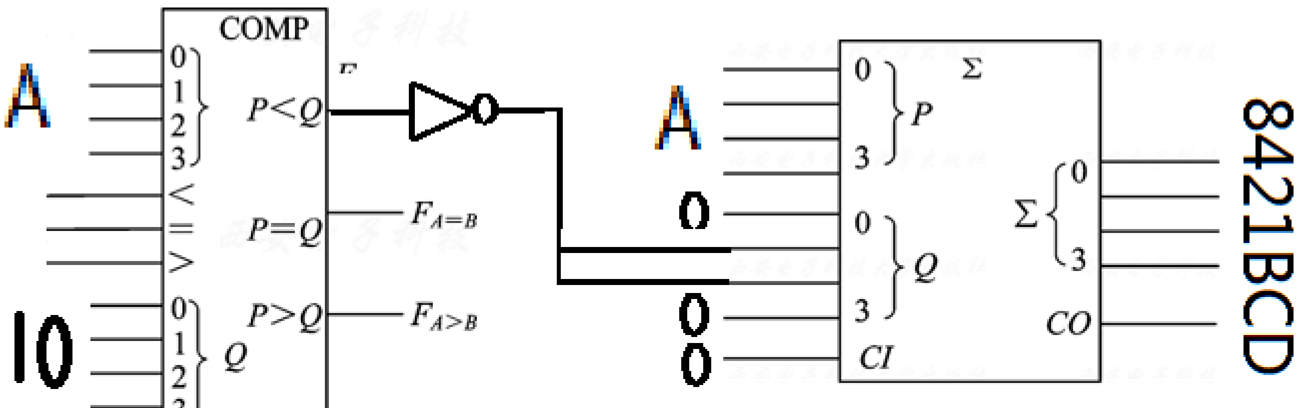



图4.4.5 4位全加器的逻辑符号

也可以跟 9 比较！

6、用 74LS148 设计一个 10 线-4 线优先编码器。

参考解答：

方案 1：用 1 片 74LS148

真值表

| 输入 | | | | | | 输出 | | 或者 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 74LS148 | | | | | | | |
| $\overline{I_9}\,\overline{I_8}$ | $\overline{I_7}\,\overline{I_6}\,\overline{I_5}\,\overline{I_4}\,\overline{I_3}\,\overline{I_2}\,\overline{I_1}\,\overline{I_0}$ | $\overline{ST}$ | $\overline{Y_2}\,\overline{Y_1}\,\overline{Y_0}$ | $Y_S$ | $\overline{Y_{EX}}$ | $\overline{Y_3}$ | $\overline{Y_2}\,\overline{Y_1}\,\overline{Y_0}$ | $\overline{Y_3}\,\overline{Y_2}\,\overline{Y_1}\,\overline{Y_0}$ |
| 0x | xxxxxxxx | 1 | 111 | 1 | 1 | 0 | 110 | 0000 |
| 10 | xxxxxxxx | 1 | 111 | 1 | 1 | 0 | 111 | 0001 |
| | | | | | | | | |
| 11 | 0xxxxxxx | 0 | 000 | 1 | 0 | 1 | 000 | 0010 |
| 11 | 10xxxxxx | 0 | 001 | 1 | 0 | 1 | 001 | 0011 |
| 11 | 110xxxxx | 0 | 010 | 1 | 0 | 1 | 010 | 0100 |
| 11 | 1110xxxx | 0 | 011 | 1 | 0 | 1 | 011 | 0101 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 11110xxx | 0 | 100 | 1 | 0 | 1 | 100 | 0110 |
| 11 | 111110xx | 0 | 101 | 1 | 0 | 1 | 101 | 0111 |
| 11 | 1111110x | 0 | 110 | 1 | 0 | 1 | 110 | 1000 |
| 11 | 11111110 | 0 | 111 | 1 | 0 | 1 | 111 | 1001 |
| | | | | | | | | |
| 11 | 11111111 | 0 | 111 | 0 | 1 | d | ddd | dddd |

$\overline{Y}_3 = \overline{I}_9 \cdot \overline{I}_8$，$\overline{ST} = \overline{\overline{I}_9 \cdot \overline{I}_8} = \overline{\overline{Y}_3}$，$\overline{Y}_2 = \overline{Y}_2$，$\overline{Y}_1 = \overline{Y}_1$，$\overline{Y}_0 = \overline{Y}_0 \cdot \overline{I}_9$

**说明：**

1）左边的$\overline{Y}_i$表示 10 线-4 线优先编码器的输出，右边的$\overline{Y}_i$表示 74LS148 的输出。

2）如果允许输入端全部无效，可以增加一个输出端！

**逻辑电路：**略！

**方案 2：**用 2 片 74LS148 设计一个 16 线-4 线的优先编码器。应用时，$\overline{I}_{15} \sim \overline{I}_{10}$全部接高电平！

**真值表：**

| 高位片 | 低位片 | 高位片 | | | | 低位片 | | | | 输出 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\overline{I}_{15}\overline{I}_{14}\overline{I}_{13}\overline{I}_{12}\overline{I}_{11}\overline{I}_{10}\overline{I}_{9}\overline{I}_{8}$ | $\overline{I}_{7}\overline{I}_{6}\overline{I}_{5}\overline{I}_{4}\overline{I}_{3}\overline{I}_{2}\overline{I}_{1}\overline{I}_{0}$ | $\overline{ST}$ | $\overline{Y}_2\overline{Y}_1\overline{Y}_0$ | $Y_S$ | $\overline{Y_{EX}}$ | $\overline{ST}$ | $\overline{Y}_2\overline{Y}_1\overline{Y}_0$ | $Y_S$ | $\overline{Y_{EX}}$ | $\overline{Y}_3\overline{Y}_2\overline{Y}_1\overline{Y}_0$ |
| 0xxxxxxx | xxxxxxxx | 0 | 000 | 1 | 0 | 1 | 111 | 1 | 1 | 0000 |
| 10xxxxxx | xxxxxxxx | 0 | 001 | 1 | 0 | 1 | 111 | 1 | 1 | 0001 |
| 110xxxxx | xxxxxxxx | 0 | 010 | 1 | 0 | 1 | 111 | 1 | 1 | 0010 |
| 1110xxxx | xxxxxxxx | 0 | 011 | 1 | 0 | 1 | 111 | 1 | 1 | 0011 |
| 11110xxx | xxxxxxxx | 0 | 100 | 1 | 0 | 1 | 111 | 1 | 1 | 0100 |
| 111110xx | xxxxxxxx | 0 | 101 | 1 | 0 | 1 | 111 | 1 | 1 | 0101 |
| 1111110x | xxxxxxxx | 0 | 110 | 1 | 0 | 1 | 111 | 1 | 1 | 0110 |
| 11111110 | xxxxxxxx | 0 | 111 | 1 | 0 | 1 | 111 | 1 | 1 | 0111 |
| | | | | | | | | | | |
| 11111111 | 0xxxxxxx | 0 | 111 | 0 | 1 | 0 | 000 | 1 | 0 | 1000 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11111111 | 10xxxxxx | 0 | 111 | 0 | 1 | 0 | 001 | 1 | 0 | 1001 |
| 11111111 | 110xxxxx | 0 | 111 | 0 | 1 | 0 | 010 | 1 | 0 | 1010 |
| 11111111 | 1110xxxx | 0 | 111 | 0 | 1 | 0 | 011 | 1 | 0 | 1011 |
| 11111111 | 11110xxx | 0 | 111 | 0 | 1 | 0 | 100 | 1 | 0 | 1100 |
| 11111111 | 111110xx | 0 | 111 | 0 | 1 | 0 | 101 | 1 | 0 | 1101 |
| 11111111 | 1111110x | 0 | 111 | 0 | 1 | 0 | 110 | 1 | 0 | 1110 |
| 11111111 | 11111110 | 0 | 111 | 0 | 1 | 0 | 111 | 1 | 0 | 1111 |
| | | | | | | | | | | |
| 11111111 | 11111111 | 0 | 111 | 0 | 1 | 0 | 111 | 0 | 1 | dddd |