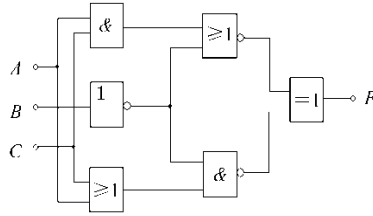


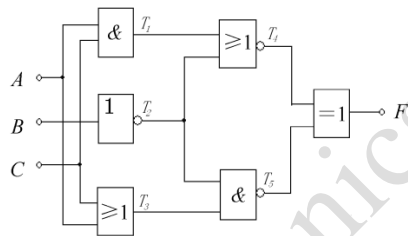
第四章 组合逻辑电路

- 4.2 求题图 4.2 所示电路中 F 的逻辑表达式，化简成最简与或式，列出真值表，分析其逻辑功能，设计出全部改用与非门实现这一逻辑功能的电路。



题图 4.2

解：在图中标出各级输出变量，有



$$T_1 = AC, \quad T_2 = \bar{B}, \quad T_3 = A + C$$

$$T_4 = \overline{T_1 + T_2} = \overline{AC + \bar{B}} = (\bar{A} + \bar{C})B, \quad T_5 = \overline{T_2 T_3} = \overline{\bar{B}(A + C)}$$

$$F = T_4 \oplus T_5 = \bar{A} \bar{B} \bar{C} + ABC$$

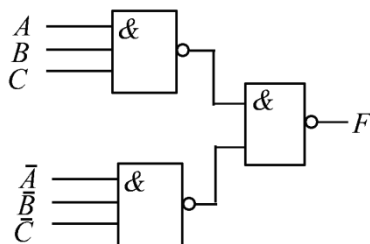
真值表如下：

| A | B | C | F |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

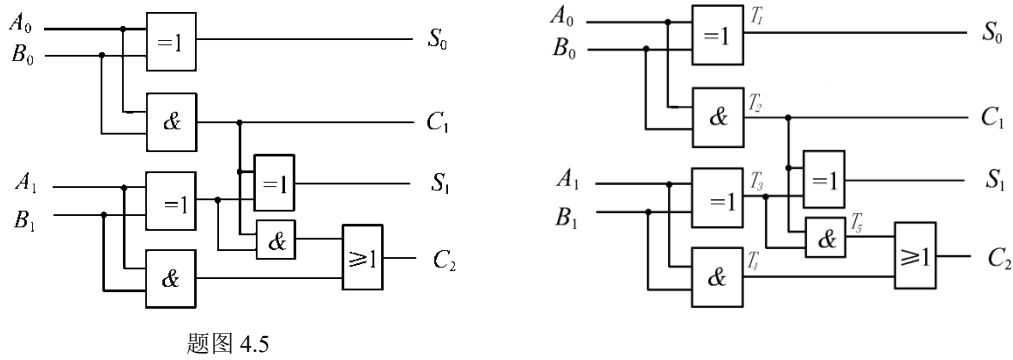
此电路可实现判断三变量是否一致的功能。

$$F = \bar{A} \bar{B} \bar{C} + ABC = \overline{\overline{\bar{A} \bar{B} \bar{C}} \overline{ABC}}$$

其与非门逻辑电路如下：



4.5 分析题图 4.5 所示电路，说明其逻辑功能。



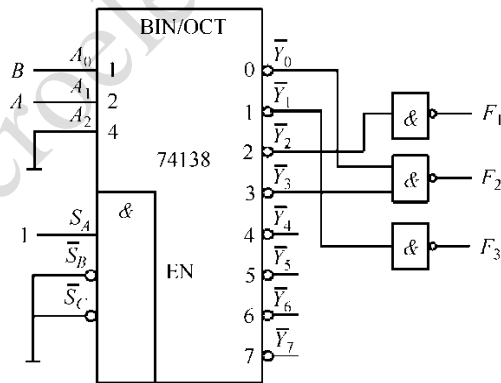
题图 4.5

解：在图中标出各级输出变量（右图），有

$$\begin{aligned}
 T_1 &= A_0 \oplus B_0, & T_2 &= A_0 B_0 \\
 T_3 &= A_1 \oplus B_1, & T_4 &= A_1 B_1 \\
 T_5 &= T_2 T_3 \\
 S_0 &= T_1 = A_0 \oplus B_0 \\
 C_1 &= T_2 = A_0 B_0 \\
 S_1 &= T_2 \oplus T_3 = A_1 \oplus B_1 \oplus C_1 \\
 C_2 &= T_4 + T_5 = A_1 B_1 + A_1 C_1 + B_1 C_1
 \end{aligned}$$

此图可实现二位全加器的功能。

4.6 分析题图 4.6 所示电路，说明其逻辑功能。



题图 4.6

解：根据 74138 功能表，有

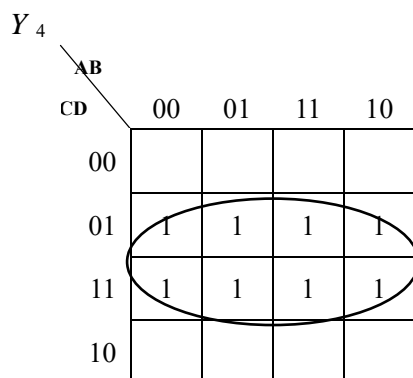
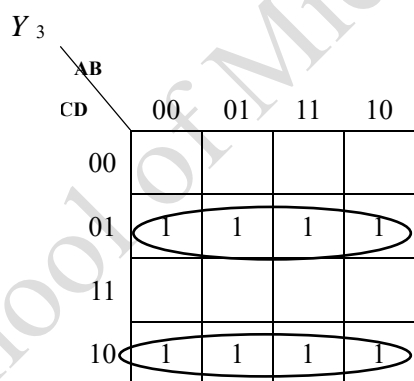
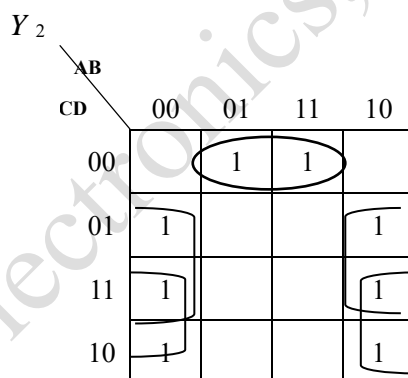
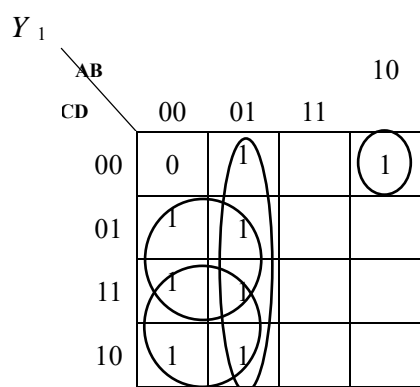
$$\begin{aligned}
 F_1 &= m_2 |_{A_2=0} = \overline{A} \overline{B} \\
 F_2 &= m_0 + m_3 = \overline{A} \overline{A}_0 + A_1 A_0 = \overline{A} \overline{B} + AB \\
 F_3 &= m_1 |_{A_2=0} = \overline{A} B
 \end{aligned}$$

电路为一位比较器。

4.14 试用与非门设计一个组合电路，输入是四位二进制数，输出是输入的补码。

解：设输入为 A, B, C, D ，输出为 Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 ，则

| A | B | C | D | Y_1 | Y_2 | Y_3 | Y_4 |
|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |



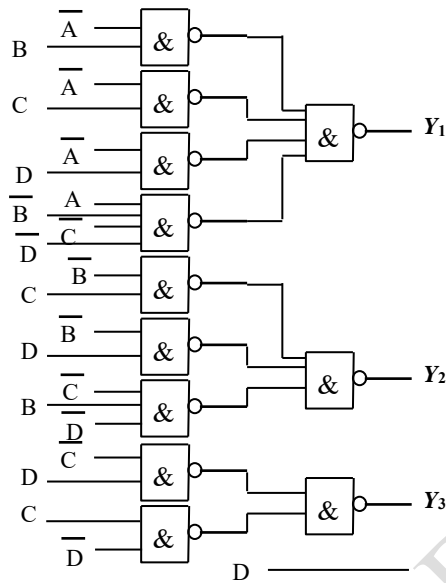
$$Y_1 = \overline{AB} + \overline{AC} + \overline{AD} + \overline{ABCD} = \overline{\overline{AB} \cdot \overline{AC} \cdot \overline{AD} \cdot \overline{AB} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D}}$$

$$Y_2 = \overline{BC} + \overline{BD} + \overline{BC} \cdot \overline{D} = \overline{\overline{\overline{BC}} \cdot \overline{\overline{BD}} \cdot \overline{\overline{BC} \cdot \overline{D}}}$$

$$Y_3 = \overline{CD} + \overline{CD} = \overline{\overline{\overline{CD}} \cdot \overline{\overline{CD}}}$$

$$Y_4 = D$$

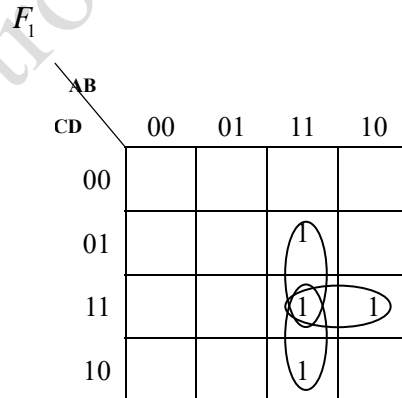
逻辑电路图：



4.18 某产品有 A 、 B 、 C 、 D 四项质量指标。规定： A 必须满足要求，其它三项中只要有任意两项满足要求，产品算合格。试设计一个组合电路以实现上述功能。

解：设 A 、 B 、 C 、 D 满足要求为 1，产品合格 F 为 1，则

| A | B | C | D | L |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |



从而

$$F = \sum_m (11, 13, 14, 15) = ABD + ABC + ACD$$

逻辑电路图略。

4.21 旅客列车分为特快、直快和慢车，它们的优先顺序为特快、直快、慢车。同一时间内只能有一种列车从车站开出，即只能给出一个开车信号。试用 3 线-8 线译码器 74138 设计一个满足上述要求的排队电路。

解：设特快，直快，慢车开车申请分别为 $Q_t, Q_k, Q_m = 1$ ，否则为 0；特快，直快，慢车允许通行信号为 $T, K, M = 1$ ，否则为 0，则

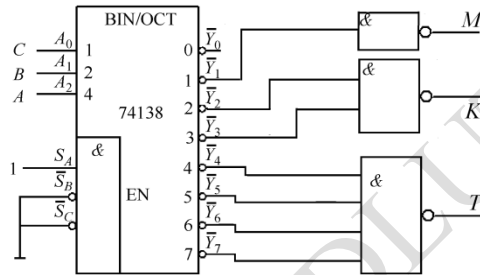
| Q_i | Q_k | Q_m | T | K | M |
|-------|-------|-------|-----|-----|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

$$T = \sum_m (4, 5, 6, 7)$$

$$K = \sum_m (2, 3)$$

$$M = \sum_m (1) = m_1$$

逻辑电路如图。



4.26 试用 3 线-8 线译码器 74138 和与非门实现下列函数：

$$Y_1(A, B, C) = ABC + \bar{A}(B + C)$$

$$Y_2(A, B, C) = (A + \bar{C})(\bar{A} + B + C)$$

$$Y_3(A, B, C) = AB + AC + BC$$

解：将上式变形为

$$Y_1(A, B, C) = \sum_m (1, 2, 3, 6) = \overline{m_1 m_2 m_3 m_6}$$

$$Y_2(A, B, C) = \sum_m (0, 2, 5, 6, 7) = \overline{m_0 m_2 m_5 m_6 m_7}$$

$$Y_3(A, B, C) = \sum_m (3, 5, 6, 7) = \overline{m_3 m_5 m_6 m_7}$$

逻辑电路略（参考 4.21）。

4.28 分析题图 4.28 所示电路，写出输出函数表达式

解：根据 74153 功能表，有

$$F_1 = \sum_{i=0}^3 D_i m_i = \bar{C}m_0 + Cm_2 + \bar{C}m_3 = \bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}C + ABC = ABC + \bar{B}C$$

$$F_2 = \sum_{i=0}^3 D_i m_i = \bar{C}m_0 + Cm_1 + Cm_3 = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC + ABC = \bar{A}\bar{B}C + BC$$

4.30 用八选一数据选择器 74151 实现下列函数：

$$G_1(A, B, C, D) = \sum_m (0, 1, 6, 8, 12, 15)$$

$$G_2(A, B, C, D) = A + BCD$$

$$G_3(A, B, C, D) = (A + \bar{B} + D)(\bar{A} + C)$$

解：将以上各式化成最小项之和的形式，并将四变量的最小项转化为三变量形式，有

$$\begin{aligned}
G_1 &= \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + ABC\overline{D} + ABCD \\
&= \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + ABCD \\
&= m_0 + \overline{D}m_3 + \overline{D}m_4 + \overline{D}m_6 + Dm_7 \\
G_2 &= \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + ABC\overline{D} + ABCD \\
&= m_4 + m_5 + m_6 + m_7 + Dm_3
\end{aligned}$$

$$G_3 = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}D + AC + \overline{B}C + CD = m_0 + m_1 + Dm_2 + Dm_3 + m_5 + m_7$$

逻辑电路图如下

