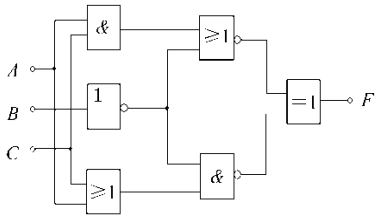
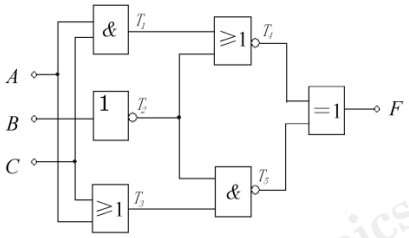
第四章 组合逻辑电路

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



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

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

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

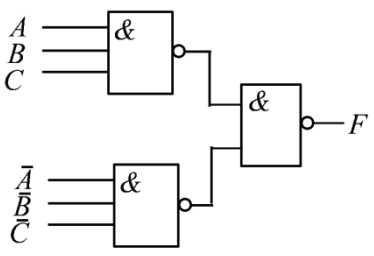
真值表如下：

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

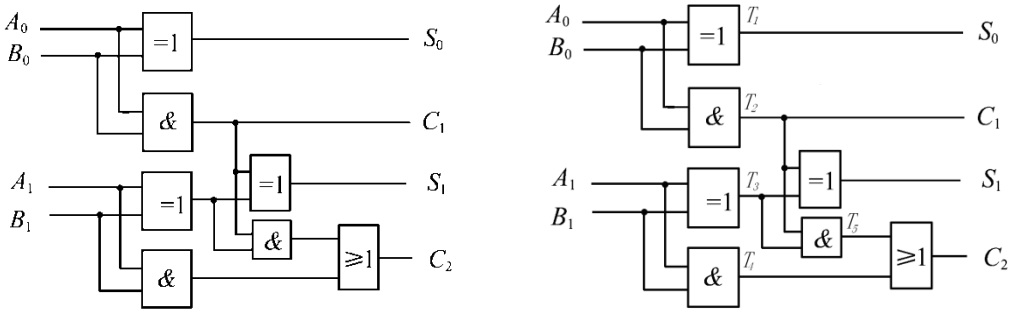
此电路可实现判断三变量是否一致的功能。

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

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。



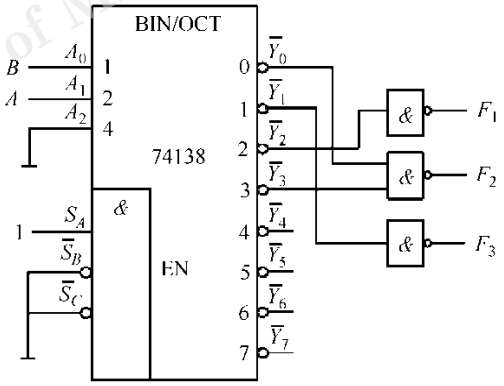
题图 4.5

解：在图中标出各级输出变量（右图），有

$$T_1 = A_0 \oplus B_0, \quad T_2 = A_0 B_0$$
$$T_3 = A_1 \oplus B_1, \quad T_4 = A_1 B_1$$
$$T_5 = T_2 T_3$$
$$S_0 = T_1 = A_0 \oplus B_0$$
$$C_1 = T_2 = A_0 B_0$$
$$S_1 = T_2 \oplus T_3 = A_1 \oplus B_1 \oplus C_1$$
$$C_2 = T_4 + T_5 = A_1 B_1 + A_1 C_1 + B_1 C_1$$

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

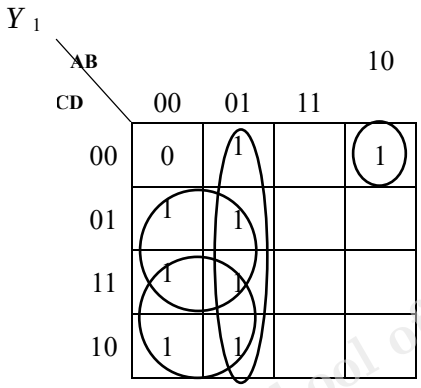
$$F_1 = m_2 |_{A_2=0} = A\overline{B}$$
$$F_2 = m_0 + m_3 = \overline{A}_1 \overline{A}_0 + A_1 A_0 = \overline{A}\,\overline{B} + AB$$
$$F_3 = m_1 |_{A_2=0} = \overline{A}B$$

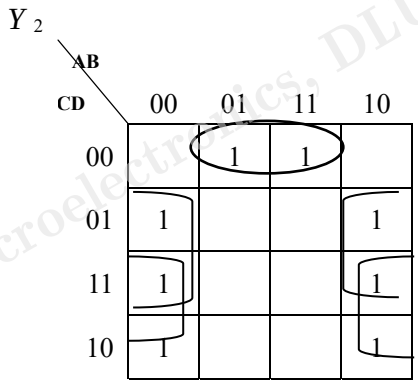
电路为一位比较器。

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

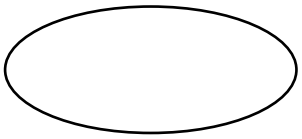
A	B	C	D	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	1	1	1
1	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	1





Y_3

AB / CD	00	01	11	10
00				
01	1	1	1	1
11				
10	1	1	1	1



Y_4

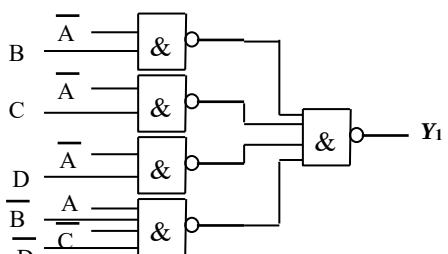
AB / CD	00	01	11	10
00				
01	1	1	1	1
11	1	1	1	1
10				

$$Y_1 = \overline{A}B + \overline{A}C + \overline{A}D + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} = \overline{\overline{\overline{A}B} \cdot \overline{\overline{A}C} \cdot \overline{\overline{A}D} \cdot \overline{A\overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D}}}$$

$$Y_2 = \overline{B}C + \overline{B}D + B\overline{C} \cdot \overline{D} = \overline{\overline{\overline{B}C} \cdot \overline{\overline{B}D} \cdot \overline{B\overline{C} \cdot \overline{D}}}$$

$$Y_3 = \overline{C}D + C\overline{D} = \overline{\overline{\overline{C}D} \cdot \overline{C\overline{D}}}$$

$$Y_4 = D$$



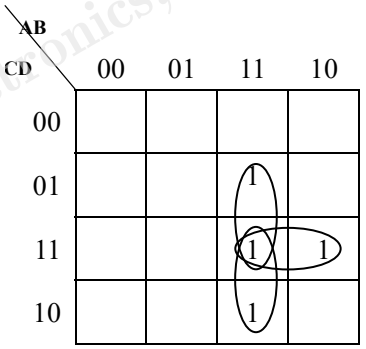
逻辑电路图：

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

F_1



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

逻辑电路图略。

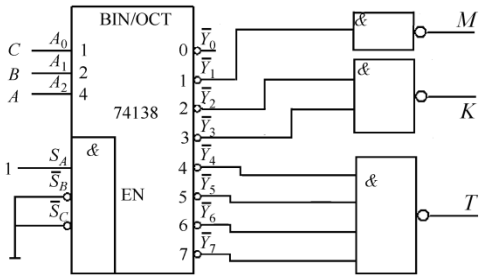
4.21　旅客列车分为特快、直快和慢车，它们的优先顺序为特快、直快、慢车。同一时间内只能有一种列车从车站开出，即只能给出一个开车信号。试用3 线-8 线译码器 74138 设计一个满足上述要求的排队电路。

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_t	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：

$$Y_1(A,B,C)=AB\overline{C}+\overline{A}(B+C)$$
$$Y_2(A,B,C)=(A+\overline{C})(\overline{A}+B+C)$$
$$Y_3(A,B,C)=AB+AC+BC$$

解：将上式变形为

$$Y_1(A,B,C)=\sum_m(1,2,3,6)=\overline{\overline{m_1}\ \overline{m_2}\ \overline{m_3}\ \overline{m_6}}$$
$$Y_2(A,B,C)=\sum_m(0,2,5,6,7)=\overline{\overline{m_0}\ \overline{m_2}\ \overline{m_5}\ \overline{m_6}\ \overline{m_7}}$$
$$Y_3(A,B,C)=\sum_m(3,5,6,7)=\overline{\overline{m_3}\ \overline{m_5}\ \overline{m_6}\ \overline{m_7}}$$

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

$$F_1=\sum_{i=0}^{3}D_im_i=Cm_0+Cm_2+\overline{C}m_3=\overline{A}\overline{B}C+A\overline{B}C+AB\overline{C}=AB\overline{C}+\overline{B}C$$

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

4.30　用八选一数据选择器 74151 实现下列函数：

$$G_1(A,B,C,D)=\sum_m(0,1,6,8,12,15)$$
$$G_2(A,B,C,D)=A+BCD$$
$$G_3(A,B,C,D)=(A+\overline{B}+D)(\overline{A}+C)$$

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

$$G_1 = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D + AB\overline{C}\overline{D} + ABCD$$
$$= \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D + AB\overline{C}\overline{D} + ABCD$$
$$= m_0 + \overline{D}m_3 + \overline{D}m_4 + \overline{D}m_6 + Dm_7$$
$$G_2 = A\overline{B}\overline{C} + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC + \overline{A}BCD + ABCD$$
$$= m_4 + m_5 + m_6 + m_7 + Dm_3$$
$$G_3 = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}D + AC + \overline{B}C + CD = m_0 + m_1 + Dm_2 + Dm_3 + m_5 + m_7$$

逻辑电路图如下