

第一章：

1. 1 (a)、(b)模拟量; (c)、(d)数字量

1. 2 107 16.1111 38.8 55.3125 1471.8889 348.2188

1. 3

十进制	二进制	八进制	十六进制
1.234	1.0011	1.1676	1.3BE7
73.4	1001001.0110	111.3146	49.6666
2014.8	11111011110.1100	3736.6314	7DE.CCCC

1. 4 R>4 R>3 R=5

1. 5 (1) 1010010 (2) 11100 (3) 1323 (4) 401 (5)

F5C6 (6) 5144

1. 6 n=10(m-1)/3; 10 位

1. 7

真值	原码	反码	补码
+1111	01111	01111	01111
-1111	11111	10000	10001
+0000	00000	00000	00000
-0000	10000	11111	00000
+1010	01010	01010	01010
-1010	11010	10101	10110

1. 8 (1) -10111 (2) -01000 (3) -01001 (4) +00000 (5) +11111 (6)

+10000

1. 9 原码: +1.101000=01.101000

反码: 0.1010000

补码: 0.1010001

1. 10

真值	原码	反码	补码
11/64	0.0010110	0.0010110	0.0010110
13/128	0.0001101	0.0001101	0.0001101
15/256			
-11/64	1.0010110	1.1101001	1.1101010
-13/128	1.0001101	1.1110010	1.1110011
-15/256			

1. 11 BCD 码加法: (1)如果任何两个对应位 BCD 数相加的结果向高一位无进位, 若得到的结果小于或等于 9, 则该不需修正;若得到的结果大于 9 且小于 16 时,该位进行加 6 修正。(2)如果任何两个对应位 BCD 数相加的结果向高一位有进位时(即结果大于或等于 16, 注意不是修正时的进位),该位进行加 6 修正。(3)低位修正结果使高位大于 9 时,高位进行加 6 修正。

BCD 码减法: 两个组合 BCD 码进行减法运算时,当低位向高位有借位时,由于"借一作十六"与"借一作十"的差别,将比正确的结果多 6,所以有借位时,可采用"减 6 修正法"来修正.两个 BCD 码进行加减时,先按二进制加减指令进行运算,再对结果用 BCD 调整指令进行调整,就可得到正确的十进制运算结果。

1. 12

X

$$(1010111.01110101)_B = (57.75)_{10} = (\underline{1011010.01110101})_{\text{余3码}} \\ = (10111101.11011011)_{2421} = (111001.11)_2 = (1110100.01000111)_{gray}$$

1. 13

	奇校验	偶校验
10101010	1	0
11111110	0	1

1. 14 不正确 $S_3S_2S_1 = 100$, 所以正确海明码为 0101101

1. 15 成立, 详见课本 21 页

1. 16 可以

1. 17

$$(1) \overline{F} = (\overline{A} + \overline{B})(A\overline{B} + \overline{C}\overline{D}\overline{E})$$

$$F' = (A + B)(\overline{AB} + CDE)$$

$$(2) \overline{F} = \overline{A}(\overline{B} + C) + A(D + \overline{E})$$

$$F' = A(B + \overline{C}) + \overline{A}(D + \overline{E})$$

$$(3) \overline{F} = \overline{A} \text{ e } B \text{ e } 0 = \overline{A} \text{ e } \underline{\overline{B}}$$

$$F' = A \text{ e } \overline{B} \text{ e } 0 = A \text{ e } B$$



1. 18

$$(1) \text{右边} = (A + B)(B + C)(C + A) = (AB + AC + BB + BC)(C + A) \\ = (AB + AC + B * 1 + BC)(C + A) = [(A + 1)B + AC + BC](C + A) \\ = [(C + 1)B + AC](C + A) = (B + AC)(C + A) \\ = BC + ACC + AB + AAC = BC + AC + AB + AC \\ = AB + BC + CA = \text{左边}$$

$$(2) \text{左边} = (X\overline{Y} + \overline{X}Y) \oplus Z = (X\overline{Y} + \overline{X}Y)\overline{Z} + (\overline{X\overline{Y} + \overline{X}Y})gZ \\ = X\overline{Y}\overline{Z} + \overline{X}Y\overline{Z} + \overline{X}\overline{Y}g\overline{X}YgZ \\ = X\overline{Y}\overline{Z} + \overline{X}Y\overline{Z} + (\overline{X} + Y)(X + \overline{Y})Z \\ = X\overline{Y}\overline{Z} + \overline{X}Y\overline{Z} + \overline{X}\overline{Y}Z + XYZ$$

$$\text{右边} = X \oplus (\overline{Y}Z + Y\overline{Z}) = \overline{X}(\overline{Y}Z + Y\overline{Z}) + Xg(\overline{Y}Z + Y\overline{Z}) \\ = \overline{X}(\overline{Y}Z + Y\overline{Z}) + Xg\overline{Y}Zg\overline{Y}Z \\ = \overline{X}\overline{Y}Z + \overline{X}YZ + X(Y + \overline{Z})(\overline{Y} + Z) \\ = \overline{X}\overline{Y}Z + \overline{X}YZ + X\overline{Y}\overline{Z} + XYZ = \text{左边}$$

1. 19

1. 20

$$(1) F = \sum m^4(3, 4, 5, 6, 7, 11) = \pi M^4(0, 1, 2, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15)$$

$$(2) F = \sum m^4(4, 6, 7, 10, 11, 14, 15) = \pi M^4(0, 1, 2, 3, 5, 8, 9, 12, 13)$$

$$(3) F = \sum m^4(0, 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15) = \pi M^4(5, 6, 8, 11)$$

1. 21 提示：做卡诺图，根据卡诺图中 0 和 1 的变量组合确定

1. 22

$$(1) F = \overline{ABC} + BC + \overline{BC}D = (B + \overline{C})(B + C + D)(\overline{A} + \overline{B} + C)$$

$$(2) F = AB + \overline{BC} = B(A + \overline{C})$$

$$(3) F = \overline{BC}\overline{D} + \overline{AC}D + BCD + ABC$$

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

$$(4) F = \overline{D} + \overline{BC} + \overline{ABC} = (B + C + \overline{D})(\overline{B} + \overline{C} + \overline{D})(\overline{A} + C + \overline{D})$$

1. 23

$$(1) F = \overline{\overline{AC}}\overline{\overline{BC}} \text{ g } \overline{\overline{AB}}\overline{\overline{BC}}$$

$$(2) F = \overline{\overline{AABC}} \text{ g } \overline{\overline{B}}\overline{\overline{ABC}}$$

$$(3) F = \overline{\overline{CAB}} \text{ g } \overline{\overline{B}}\overline{\overline{AB}}$$

$$(4) F = \overline{\overline{ABC}}$$

1. 24

由卡诺图化简得：

$$F = A\overline{BC} + \overline{A}BC = B(\overline{AC} + \overline{AC}) = B(A \oplus C) = AB \oplus BC$$

$$\overline{X}F = WX \oplus YZ$$

$$\text{所以 } W = A, X = Y = B, Z = C$$

1. 25

1. 26

1. 27 多射极晶体管技术是 TTL 逻辑门实现的核心技术。工作原理：TTL 中，晶体管除了作为一个电压控制的开关，还可以作为放大器工作。当基极电压变化时，晶体管能把后面的晶体管电压放大，加快后面的晶体管打开和关闭的速度，实现更快的门电路。TTL 电路的主要优点是能够很方便的将不同的电路连接且即连在一起，形成更复杂的逻辑。

1. 28

1. 29

CMOS 由 PMOS 管和 NMOS 管并联组成，并用一对互补的控制信号控制。PMOS 管在传送逻辑“1”电压方面表现很好，在传送逻辑“0”方面表现差；而 NMOS 管则正好相反，它传

送逻辑“0”表现很好，传送逻辑“1”则表现很差。CMOS用一对互补的控制信号控制。当信号 CONTROL 有效时，则传输门传送逻辑“1”和逻辑“0”都很出色。因为信号 CONTROL 为逻辑 1 时，NMOS 导通，此时 $\overline{CONTROL}$ 为逻辑 0 使 PMOS 也导通；而当信号 CONTROL 为逻辑 0 时，此时 $CONTROL$ 为逻辑 1，PMOS 管和 NMOS 管都将被切断连接。

1. 30 按照制造工艺集成电路的工艺可以分为 CMOS 电路和 TTL 电路两种类型。按规模可分为小规模集成电路、中规模集成电路、大规模集成电路、超大规模集成电路和巨大规模集成电路五种。其使用特性主要有负载能力、延迟特性、功耗特性和空脚处理 4 种。

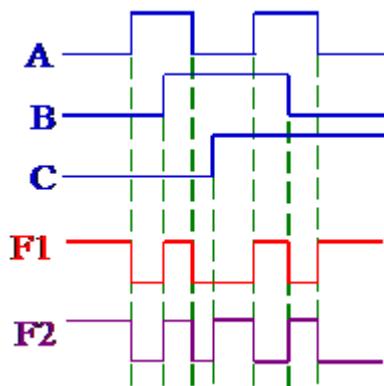
第二章

2. 1

由图得：

$$F_1 = \overline{A} \oplus B, F_2 = F_1 \oplus C$$

则波形图如下：



2. 2

$$A_1 = \overline{B_1}$$

$$A_2 = B_2$$

$$A_4 = B_2 \oplus B_4$$

$$A_8 = \overline{B_2 + B_4 + B_8}$$

结论： $B_8 B_4 B_2 B_1$ 是 BCD 码， $A_8 A_4 A_2 A_1$ 是 $B_8 B_4 B_2 B_1$ 对 9 的变补。

2. 3

$$Z = D$$

$$Y = C \oplus D$$

$$X = B \oplus (C + Y) = B \oplus (C + C \oplus D) = B \oplus (C + D)$$

$$W = A \oplus (B + C + D)$$

结论：16 变补器。

2. 4

$$(1) F = AB + AC + BC = (A + B)(A + C)(B + C)$$

$$(2) F = \overline{AB} + \overline{AC} + \overline{BC} \text{ 或 } F = \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{AC}$$

2. 5

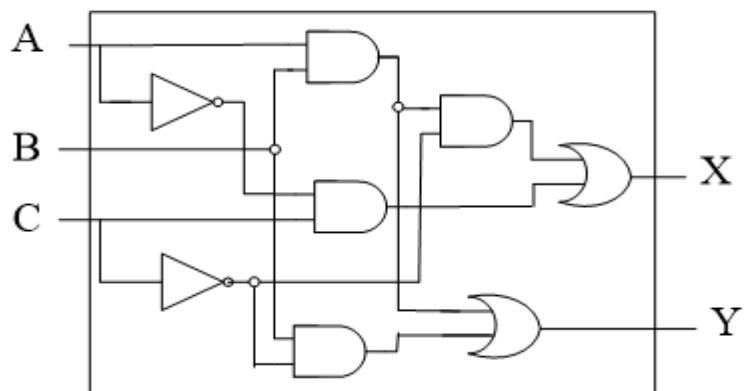
$$(1) F = \sum m^3(0, 3, 5, 6, 9, 12, 15)$$

$$(2) F = \sum m^3(3, 5, 6, 9, 10, 12)$$

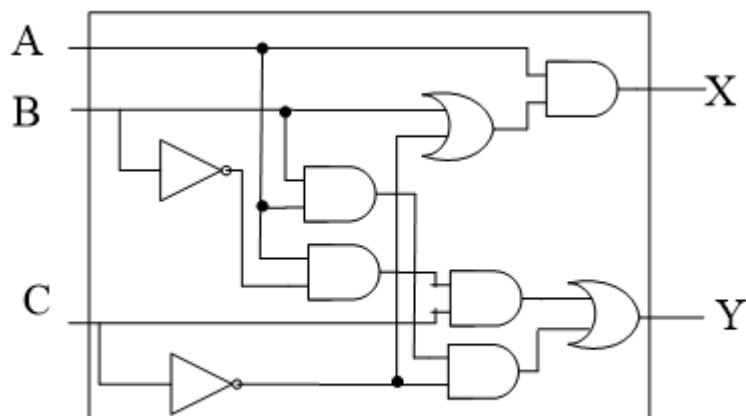
$$(3) F = \sum m^3(1, 2, 4, 8)$$

2. 6

2. 7 根据题目要求得逻辑图如下:



(a)



(b)

2. 8 令 8421 码为 ABCD, 2421 码为 WXYZ, 则

$$W = A + BC + BD$$

$$X = A + BC + B\bar{D}$$

$$Y = A + \bar{B}C + \bar{B}\bar{C}D$$

$$Z = D$$

2. 9 令典型格雷码为 ABCD, 二进制码为 WXYZ, 则

$$W = A$$

$$X = A \oplus B$$

$$Y = A \oplus B \oplus C$$

$$Z = A \oplus B \oplus C \oplus D$$

2. 10 全加器在两数相加时需要考虑来自低位的进位数。设全加器的三个输入分别为

$A_i B_i C_{i-1}$, 相加产生的和及进位分别为 S_i 和 C_i 。则可列出全加器逻辑功能的真值表, 由真

值表作卡诺图并化简得: $S_i = \overline{A_i} \overline{B_i} C_{i-1} + \overline{A_i} B_i \overline{C}_{i-1} + A_i \overline{B_i} \overline{C}_{i-1} + A_i B_i C_{i-1}$

$$C_i = A_i B_i + A_i C_{i-1} + B_i C_{i-1}$$

题目要求为与或非门, 则可对 S_i 和 C_i 两次求反, 得:

$$S_i = \overline{\overline{S}_i} = \overline{\overline{\overline{A_i} \overline{B_i} C_{i-1}} + \overline{\overline{A_i} B_i \overline{C}_{i-1}} + \overline{A_i \overline{B_i} \overline{C}_{i-1}} + \overline{A_i B_i C_{i-1}}}$$

$$C_i = \overline{\overline{C}_i} = \overline{\overline{A_i B_i} + \overline{A_i C_{i-1}} + \overline{B_i C_{i-1}}}$$

2. 11

(1) BC=11 时, $F = A + \overline{A}$, 存在静态 1 险象

(2) ACD=000 时, $F = B \overline{g} \overline{B}$, 存在静态 0 险象

ABD=011 时, $F = C \overline{g} \overline{C}$, 存在静态 0 险象

ABC=010 时, $F = D \overline{g} \overline{D}$, 存在静态 0 险象

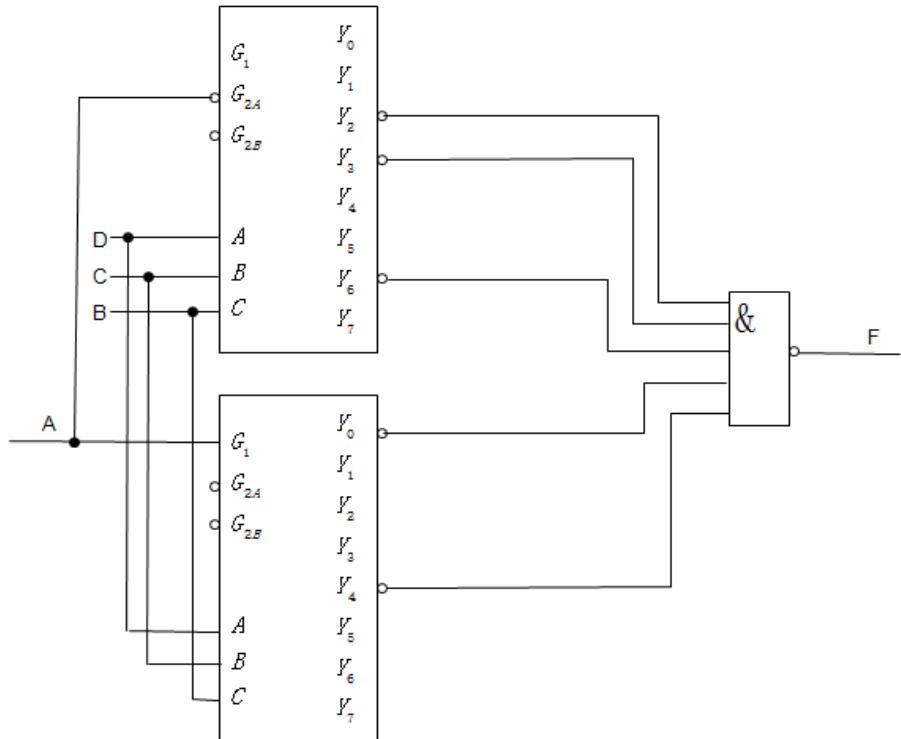
2. 12

$$(1) F = AC + \overline{ABC} + \overline{ABD} + \overline{ACD} + BCD$$

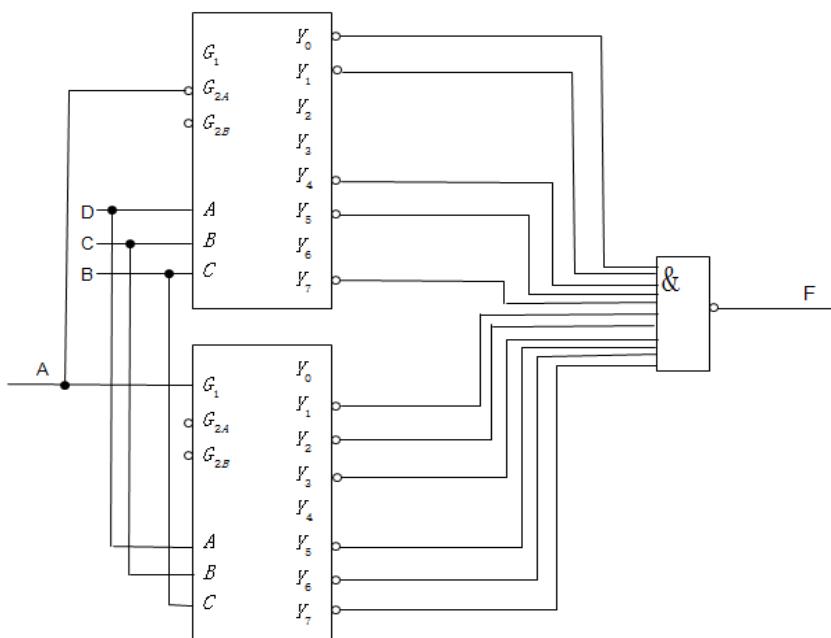
$$(2) F = \overline{AC} + BCD + ABD$$

2. 13

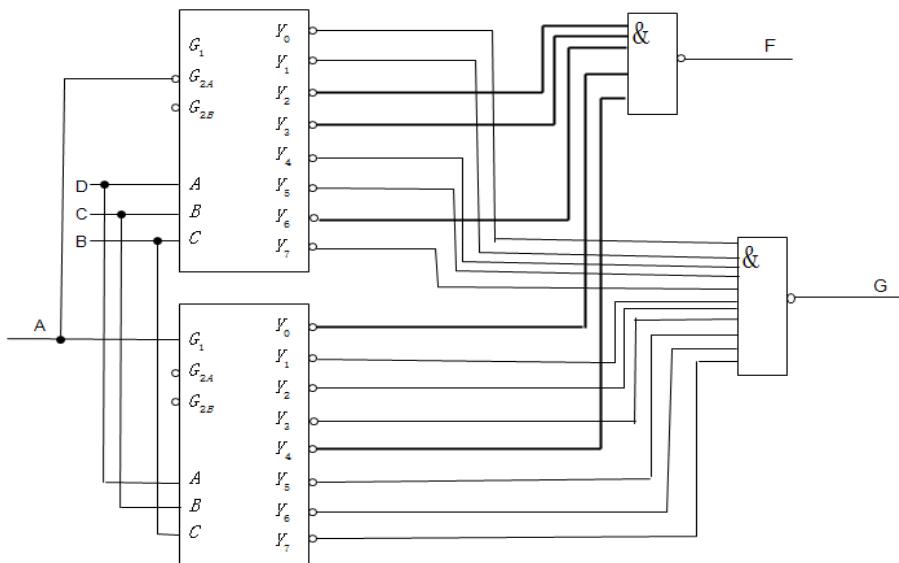
(1)



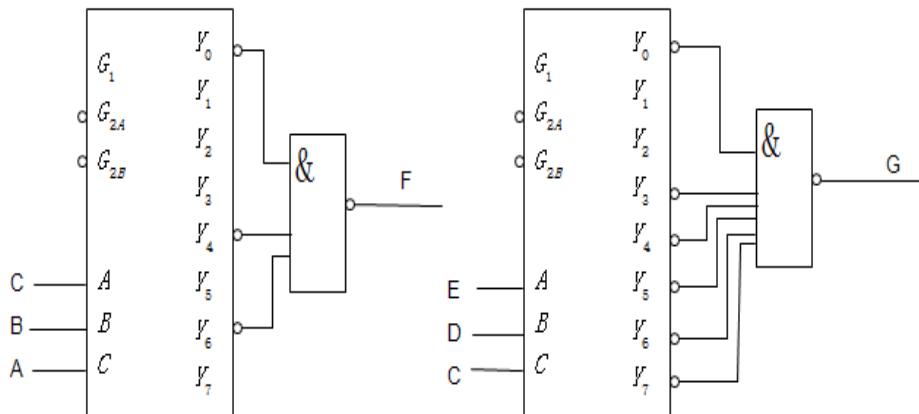
(2)



(3)



(4)



2. 14 用 A、B、C 分别表示被加数、加数和来自地位的进位，F 和 G 表示“和”及“进位”，

则由题 2.10 可知 $F = \overline{ABC} + \overline{ABC} + ABC, G = AB + AC + BC$ ，图略。

2. 15

2. 16

2. 17 略

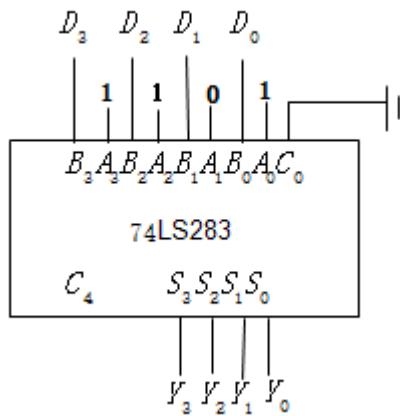
2. 18 (1) $F = \sum m^3(3, 5)$ (2) $F = \sum m^3(1, 3, 4, 5, 6, 7)$ 图略

2. 19

(1) 用 $D_3D_2D_1D_0$ 表示余3码，用 $Y_3Y_2Y_1Y_0$ 表示8421码，

则 $Y_3Y_2Y_1Y_0 = D_3D_2D_1D_0 - 0011$

$$= D_3D_2D_1D_0 + (-0011) \text{ 不} \\ = D_3D_2D_1D_0 + 1101$$



(2) 用 $ABCD$ 表示2421码, $WXYZ$ 表示余3码, 则

$$W = A, Z = D, X = \overline{ABC} + \overline{BCD} + BCD + \overline{AC}$$

$$Y = \overline{AB} + \overline{ACD} + \overline{ACD} + AC\overline{D}$$

电路图略。

2. 20 已知 8421BCD 中以 0000~1001 表示 0~9 共 10 个一位数, 且 BCD 码中不允许出现 1010~1111 这 6 个代码。二位 BCD 码相加时, 可能产生仅为, 且可能产生 20 种不同的和代码, 其中不超过 9 的 10 种代码不需要校正, 而超过 9 的 10 种代码均需要进行矫正, 同时还产生进位。则可列出一位 8421BCD 码相加之和的校正表

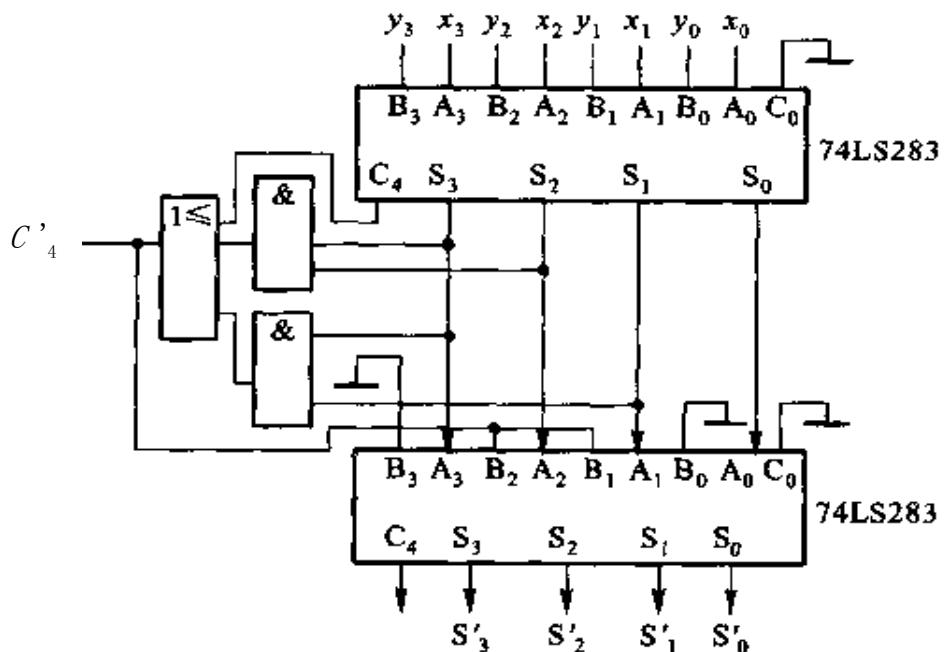
十进制数	未校正的 BCD 码和					校正的 BCD 码和				
	C_4	S_3	S_2	S_1	S_0	C'	S_3'	S_2'	S_1'	S_0'
0	不需要校正	0	0	0	0		0	0	0	0
1		0	0	0	1		0	0	0	1
2		0	0	1	0		0	0	1	0
3		0	0	1	1		0	0	1	1
4		0	1	0	0		0	1	0	0
5		0	1	0	1		0	1	0	1
6		0	1	1	0		0	1	1	0
7		0	1	1	1		0	1	1	1
8		1	0	0	0		1	0	0	0
9		1	0	0	1		1	0	0	1
10	需要校正	1	0	1	0		1	0	0	0
11		1	0	1	1	⇒	1	0	0	0
12		1	1	0	0	C_4'	1	0	0	1
13		1	1	0	1		1	0	0	1
14		1	1	1	0		1	0	1	0
15		1	1	1	1		1	0	1	0
16	校正	1	0	0	0		1	0	1	0

17		1 0 0 0 1	1 0 1 1 1
18		1 0 0 1 0	1 1 0 0 0
19		1 0 0 1 1	1 1 0 0 1

从表中可以看出，对于和大于等于 10 (1010) 的数都需要进行加 6 (0110) 校正，而且还要产生一个进位 C'_4 ，则 C'_4 的表达式为

$$C'_4 = S_3 \overline{S_2} \overline{S_1} \overline{S_0} + S_3 \overline{S_2} S_1 S_0 + S_3 S_2 \overline{S_1} \overline{S_0} + S_3 S_2 \overline{S_1} S_0 + S_3 S_2 S_1 \overline{S_0} + C_4 = S_3 S_1 + S_3 S_2 + C_4$$

按上式可得进位 C'_4 的逻辑电路，则电路图如下：

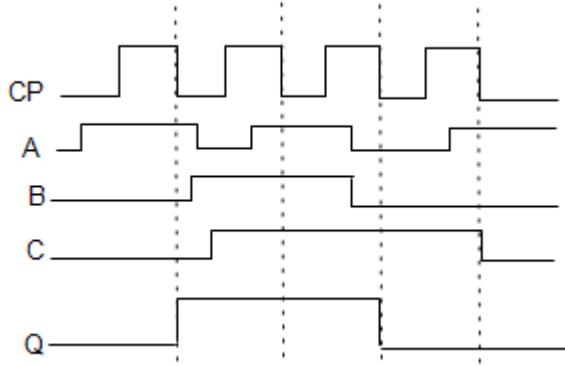


第三章

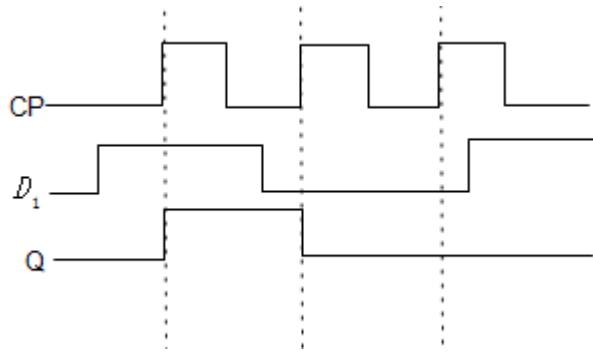
3.1 激励函数表达式: $J = K = \overline{AC + BC}$

JK 触发器次态方程式: $Q^{n+1} = J\bar{Q} + \bar{K}Q$

波形图如下:



3.2 激励函数表达式: $D = \bar{Q}D_1$



3.3 激励方程:

$$D_2 = (Q_1 \oplus Q_0) \oplus \overline{Q_1 + Q_2} = Q_1 \overline{Q_0} + Q_2 \overline{Q_1} Q_0 + \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{Q_0}$$

$$D_1 = Q_2$$

$$D_0 = Q_1$$

$Q_2 Q_1 Q_0$	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}
000	1	0	0
001	0	0	0
010	1	0	1
011	0	0	1
100	0	1	0
101	1	1	0
110	1	1	1
111	0	1	1

Q	Q^{n+1}
A	E
B	A
C	F
D	B

E	C
F	G
G	H
H	D

3. 4 (b)

3. 5 从电路图可得：电路的输出仅与现态有关，与输入无关。因此，属于 Moore 型。

(1) 列出激励函数及输出函数表达式：

$$J_0 = x \cdot \bar{y}$$

$$K_0 = x \cdot \bar{y} + y \cdot Q_1$$

$$J_1 = x \cdot Q_0 + y$$

$$K_1 = y \cdot \bar{Q}_0 + x \cdot \bar{y} \cdot Q_0$$

$$Z = Q_1 \cdot Q_0 + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_0$$

(2) 列出状态变量的次态方程：

$$\begin{aligned} Q_0^{n+1} &= J_0 \cdot \bar{Q}_0 + \bar{K}_0 \cdot Q_0 \\ &= x \cdot \bar{y} \cdot \bar{Q}_0 + \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot Q_0 + \bar{x} \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_0 + y \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_1^{n+1} &= J_1 \cdot \bar{Q}_1 + \bar{K}_1 \cdot Q_1 \\ &= x \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_0 + y \cdot \bar{Q}_1 + \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot Q_1 + \bar{y} \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_0 + y \cdot Q_1 \cdot Q_0 + \bar{x} \cdot Q_1 \cdot Q_0 \end{aligned}$$

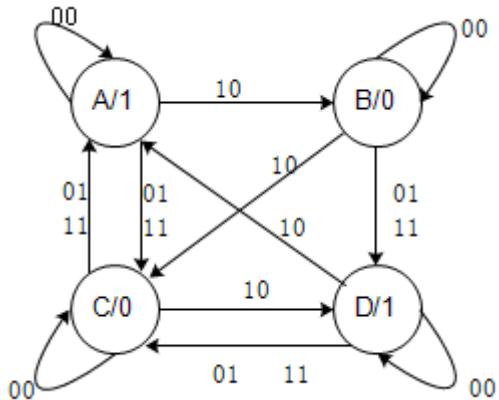
(3) 列二进制状态表

xy Q ₁ Q ₀	00	01	10	11
Q ₁ Q ₀	00	10	01	10
00	00	10	01	10
01	01	11	10	11
10	10	00	11	00
11	11	10	00	10

(4) 列状态/输出表：设定 00=A, 01=B, 10=C, 11=D

xy S	00	01	10	11	Z
A	A	C	B	C	1
B	B	D	C	D	0
C	C	A	D	A	0
D	D	C	A	C	1

(5) 画状态图

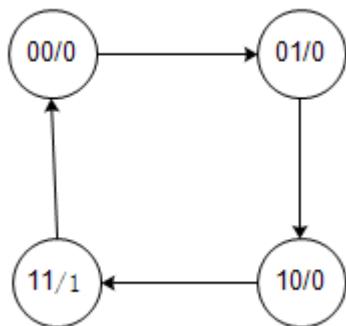


(6) 电路特性说明：电路有 4 个状态，状态指由输入 x, y 控制。当 $xy=00$ 时，在时钟脉冲作用下，原状态保持不变；当 $xy=10$ 时，在时钟脉冲作用下，状态在 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ 中循环，并且在 A, D 状态时输出 1；当 $xy=01, 11$ 时，状态转换顺序与起始状态有关，若起始状态为 A 或 C ，则状态在 A, C 之间循环，若起始状态为 B ，则状态将是 $B \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow A$ ，以后在 A, C 之间循环。

3. 6 激励方程和输出函数如下：

$$D_1 = \overline{Q}_1, D_2 = Q_1 \oplus Q_2, F = Q_1 \cdot Q_2$$

状态图：



则可知：该电路是一个模 4 循环计数器，每当完成一次循环计数就输出一次 1。

3. 7 激励方程如下：

$$EN_1 = Y, EN_2 = \overline{XY}Q_1$$

$$Q_1^{n+1} = EN_1 \cdot \overline{Q}_1 + \overline{EN}_1 \cdot Q_1 = Y\overline{Q}_1 + \overline{Y}Q_1$$

$$Q_2^{n+1} = EN_2 \cdot \overline{Q}_2 + \overline{EN}_2 \cdot Q_2 = \overline{XY}\overline{Q}_2Q_1 + XQ_2 + \overline{Y}Q_2 + Q_2\overline{Q}_1$$

$$Z = X\overline{Q}_2$$

XY	00	01	10	11
Q_2Q_1	00/0	01/1	01/0	00/0
A 00	00/0	01/1	01/0	00/0
B 01	01/1	10/1	00/0	01/0
C 10	11/0	00/0	10/0	11/0
D 11	10/0	11/0	11/0	10/0

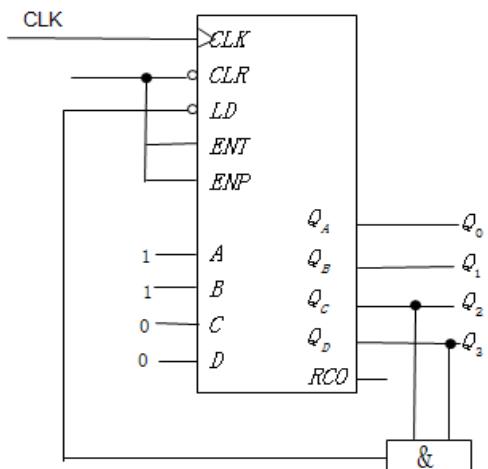
当 $Y=0$ 时, 系统不变化; 当 $Y=1$ 时, 若 $X=0$, 是模 4 加 1 计数器; 若 $X=1$, 系统在 A-B-C-D 之间循环。

3. 8 课本有答案

3. 9 已知技术序列为 $0011 \rightarrow 0100 \rightarrow 0101 \rightarrow 0110 \rightarrow 0111$



用/LD 端实现从 1100 到 0011 的跳跃, 则电路图如下:



3.10 $0111 \sim 0000$ 减 1 计数; $1000 \sim 1111$ 加 1 计数

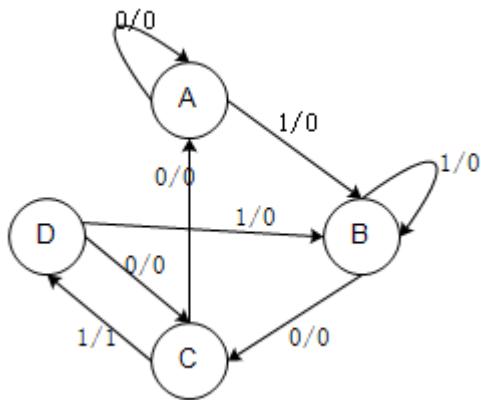
则该电路为模 16 计数器

3. 11

3. 12

3. 13

(1) 作原始状态图得



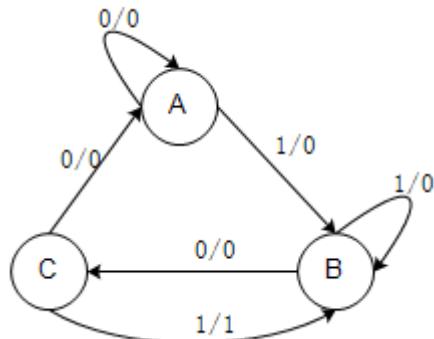
作原始状态表, 并化简为最小状态表

$X \backslash Q^n$	0	1
Q^n		
A	A/0	B/0

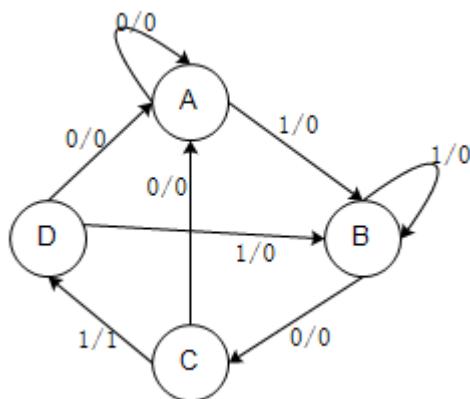
B	C/0	B/0
C	A/0	D/1
D	B/0	C/0

X Q^n	0	1
A	A/0	B/0
B	C/0	B/0
C	A/0	B/1

所以状态图为



(2) 作原始状态图得

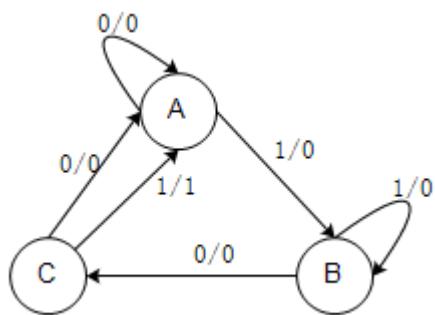


作原始状态表，并化简为最小状态表

X Q^n	0	1
A	A/0	B/0
B	C/0	B/0
C	A/0	D/1
D	B/0	C/0

X Q^n	0	1
A	A/0	B/0
B	C/0	B/0
C	A/0	B/1

所以状态图为



3. 14 最大等效类为 (A,D) , (B,C) , (E) , 设 (A,D) , (B,C) , (E) 分别为 A' , B' , C' , 则最小化状态表为

$X_2 X_1$	00	01	11
y			
A'	$A'/1$	$B'/0$	$C'/1$
B'	$A'/0$	$C'/0$	$B'/1$
C'	$A'/1$	$B'/0$	$B'/1$

3.15 最大相容类为 $(1, 3, 4), (2, 5, 6)$, 设 $(1, 3, 4), (2, 5, 6)$ 分别为 A, B, 则最小化状态表为:

$X_2 X_1$	00	01	11	10
y				
A	$A/0$	$A/0$	$B/1$	$A/0$
B	$B/1$	$A/0$	$B/1$	$B/0$

3.16 根据题目给定的状态表, 进行化简, 得已知状态表为最小化状态表, 则列出二进制状态表得:

X	0	1	Z
$Q_2 Q_1$			
00	01	10	0
01	11	01	0
11	01	00	0
10	01	11	1

(1) 用 D 触发器, 确定激励函数及输出函数表达式:

X	0	1
$Q_2 Q_1$		
00	0	1
01	1	0
11	0	0
10	0	1

D2

X	0	1
$Q_2 Q_1$		
00	0	1
01	1	0
11	0	0
10	0	1

D1

$$\text{所以 } D_2 = x\bar{Q}_1 + \bar{x}\bar{Q}_2 Q_1, D_1 = x + \bar{Q}_2 Q_1 + Q_2 \bar{Q}_1, Z = Q_2 \bar{Q}_1$$

(2) 用 JK 触发器, 确定激励函数及输出函数表达式:

X	0	1
$Q_2 Q_1$		
00	0	1
01	1	0
11	d	d
10	d	d

J2

K2

X $\diagdown Q_2Q_1$	0	1
00	d	d
01	d	d
11	1	1
10	1	0

X $\diagdown Q_2Q_1$	0	1
00	1	0
01	d	d
11	d	d
10	d	d

J1

X $\diagdown Q_2Q_1$	0	1
00	d	d
01	0	0
11	0	1
10	d	d

K1

$$\text{所以 } J_2 = \bar{x}Q_1 + x\bar{Q}_1, K_2 = Q_1 + \bar{x}$$

$$J_1 = \bar{x} + Q_2, K_2 = xQ_2$$

$$Z = Q_2\bar{Q}_1$$

(3) 用 T 触发器, 确定激励函数及输出函数

数

X $\diagdown Q_2Q_1$	0	1
00	0	1
01	1	0
11	1	1
10	1	0

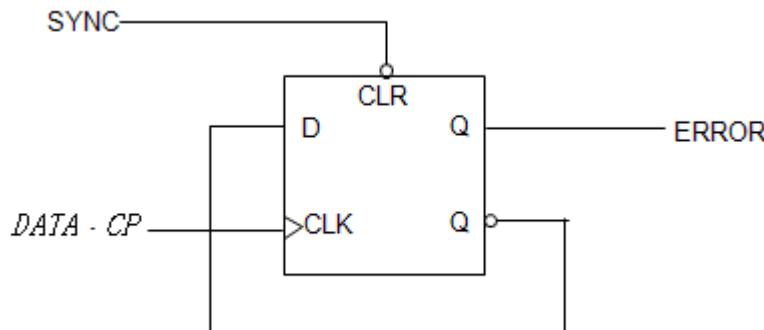
T2

X $\diagdown Q_2Q_1$	0	1
00	1	0
01	0	0
11	0	1
10	1	1

T1

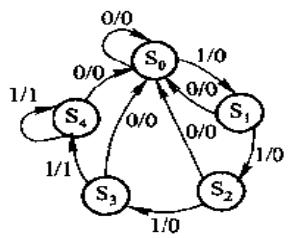
$$\text{所以 } T_2 = x\bar{Q}_2\bar{Q}_1 + \bar{x}Q_1 + \bar{x}Q_2 + Q_2Q_1, T_1 = \bar{x}\bar{Q}_1 + xQ_2, Z = Q_2\bar{Q}_1$$

3. 17 电路图如下:



3. 18 设计步骤如下:

(1) 建立原始状态表: 设初态 S_0 收到 1 个 “0”, 并且用 S_i 表示收到第 i 个 “1”, 则可得到 Mealy 型原始状态图及原始状态表, 见图 (a), (b)



(a) 原始状态图

$S \setminus x$	0	1
S_0	$S_0/0$	$S_1/0$
S_1	$S_0/0$	$S_2/0$
S_2	$S_0/0$	$S_3/0$
S_3	$S_0/0$	$S_4/1$
S_4	$S_0/0$	$S_4/1$

S^{n+1}/Z

(b) 原始状态表

$S_i \setminus S_j$	S_1, S_2	S_2, S_3	
S_1	X	X	X
S_2	X	X	X
S_3	X	X	X
S_4	X	X	✓

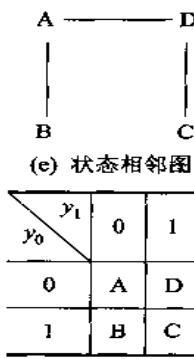
S^{n+1}/Z

(c) 隐含表

$y \setminus x$	0	1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/0
C	A/0	D/0
D	A/0	D/1

y^{n+1}/Z

(d) 最小化状态表



(f) 状态分配方案

$y_1 y_0 \setminus x$	0	1
A 0 0	00/0	01/0
B 0 1	00/0	11/0
C 1 1	00/0	10/0
D 1 0	00/0	10/1

$y_1^{n+1} y_0^{n+1}/Z$

(g) 二进制状态表

(2) 状态化简: 作隐含表(c), 从隐含表可得到最大等效类 (S_0) , (S_1) , (S_2) , (S_3, S_4) ,

设 (S_0) , (S_1) , (S_2) , (S_3, S_4) 分别为 A、B、C、D, 由此可得到最小化状态表(d)

(3) 状态分配: 根据三个规则计算得总改善效果: $E_{AB} = 1$, $E_{AC} = 1$, $E_{AD} = 2$, $E_{CD} = 2$ 。

根据作品能够改善效果大小的状态相邻图(e) 和状态分配方案(f)。

(4) 选择 D 触发器得: $D_1 = XY_1 + XY_0$, $D_0 = \overline{XY_1}$, $Z = \overline{XY_1Y_0}$

$y_1 y_0 \setminus x$	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	0	1

D_1

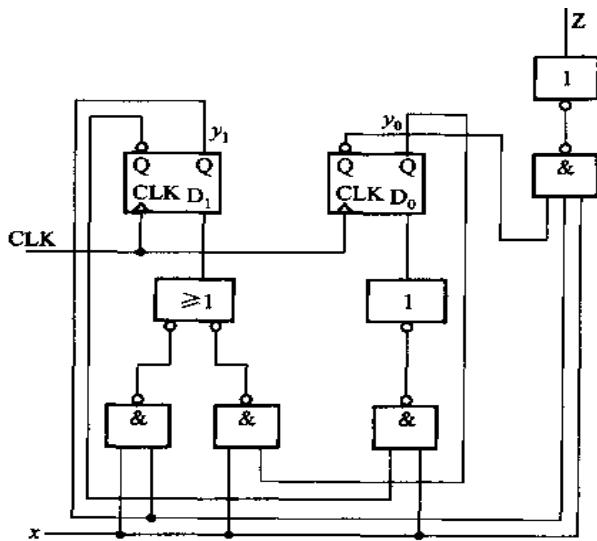
$y_1 y_0 \setminus x$	0	1
00	0	1
01	0	1
11	0	0
10	0	0

D_0

$y_1 y_0 \setminus x$	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	0
10	0	1

Z

(5) 画出逻辑电路图



(6) 讨论：在激励函数及输出函数卡诺图中没有无关项 d 出现，因此不会出现挂起状态。

3. 19 分别用 000~100 表示 5 进制计数器中的 5 个状态，设当 $x=1$ 时，加 1 计数，当 $x=0$ 时，减 1 计数；则可直接得到二进制状态表。此表无需化简和状态分配，根据状态表可画出各激励函数的卡诺图。

考虑多输出函数的公用与项情况，可得到激励函数的逻辑表达式：

$$J_2 = \overline{xQ_1Q_0} + xQ_1Q_0, K_2 = 1$$

$$J_1 = \overline{xQ_2} + x, K_1 = \overline{xQ_1Q_0} + x$$

$$J_0 = Q_1\overline{Q_0} + \overline{xQ_2} + x\overline{Q_2}, K_0 = 1$$

x	0	1
$Q_2Q_1Q_0$		
000	100	001
001	000	010
010	001	011
011	010	100
100	011	000

二进制状态表

xQ_2	00	01	11	10
Q_2Q_1	1	d	d	0
00	1	d	d	0
01	0	d	d	0
11	0	d	d	1
10	0	d	d	0

J2

xQ_2	00	01	11	10
Q_2Q_1	d	1	1	d
00	d	d	d	d
01	d	d	d	d
11	d	d	d	d
10	d	d	d	d

K2

$\cancel{XQ_2}$	00	01	11	10
$Q_2 Q_1$	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	d	d	1
11	d	d	d	d
10	d	d	d	d

J1

$\cancel{XQ_2}$	00	01	11	10
$Q_2 Q_1$	00	d	d	d
00	d	d	d	d
01	d	d	d	d
11	0	d	d	1
10	1	d	d	0

K1

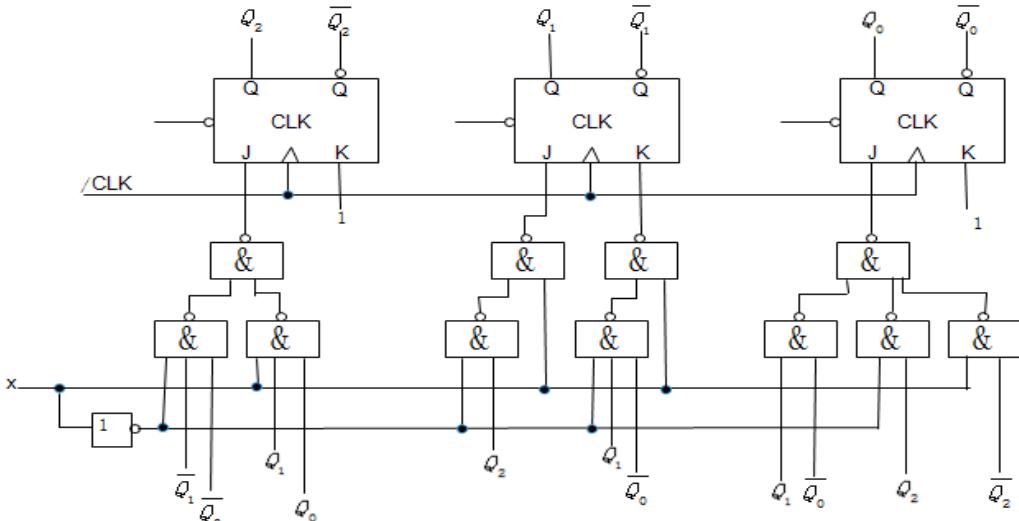
$\cancel{XQ_2}$	00	01	11	10
$Q_2 Q_1$	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	d	d	d	d
11	d	d	d	d
10	1	d	d	1

J0

$\cancel{XQ_2}$	00	01	11	10
$Q_2 Q_1$	00	01	11	10
00	d	d	d	d
01	1	d	d	1
11	1	d	d	1
10	d	d	d	d

K0

根据逻辑表达式化电路图:



3. 20

3. 21 (1) 列出输出函数和控制函数表达式:

$$D_1 = \overline{y_1}, D_2 = \overline{y_1}, CLK_1 = XY_1 + XY_2$$

$$CLK_2 = XY_2 + XY_1, Z = XY_1Y_2$$

(2) 列出状态真值表及次态真值表

现态	输入	组合电路输出					次态
$y_2 y_1$	x	CLK_2	CLK_1	D_2	D_1	z	$y_2^{n+1} y_1^{n+1}$

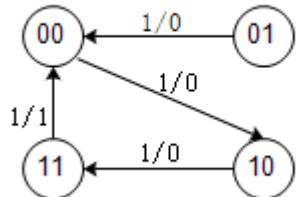
00	1	1	0	1	1	0	10
01	1	0	1	0	0	0	00
10	1	1	1	1	1	0	11
00	1	1	1	0	0	1	00

当 $x=0$ 时，电路状态不变，因此。仅列出 $x=1$ 的情况。列次态真值表的原则是：

当 $CLK=0$ 时，则 $Q^{n+1} = Q$ ，当 $CLK=1$ 时，则 $Q^{n+1} = D$

(3) 画出状态表和状态图

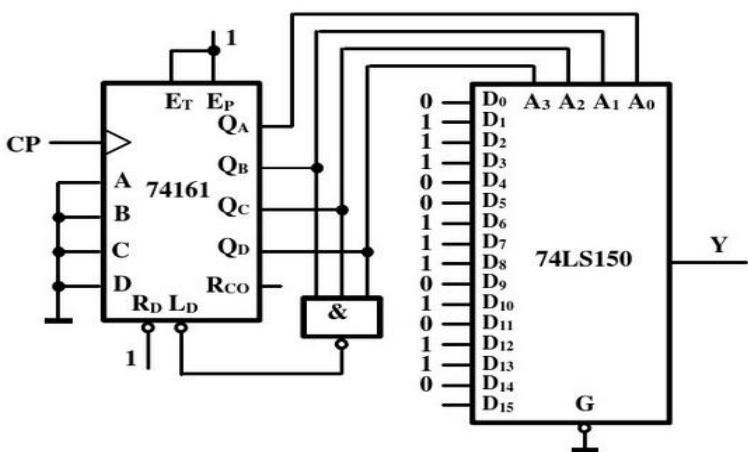
X		1
y_2y_1		
00	10/0	
01	00/0	
10	11/0	
11	00/1	



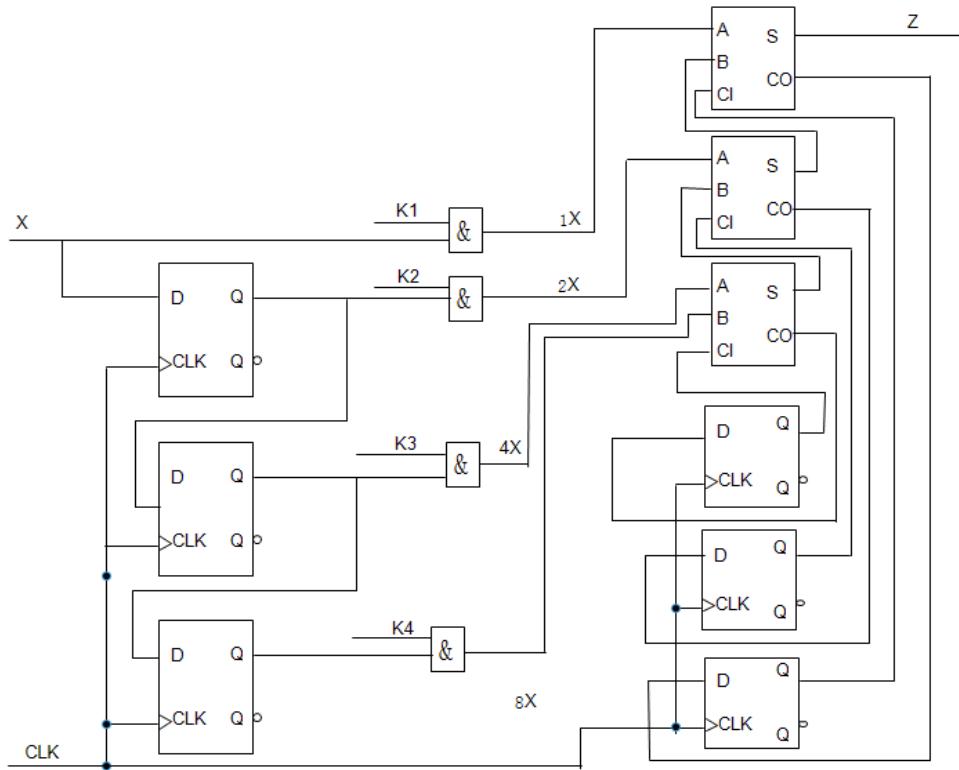
(4) 假设初始状态为 00，则易得出该电路是一个带仅为（进位端为 Z）的模 3 计数器。从状态图可以看出，该电路具有自恢复功能，不会出现挂起现象。

3. 22

要产生的序列数据是 15 个，可选用 16 进制计数器 74LS161 和 16 选 1 数据选择器 74LS150 完成。将 74LS161 用反馈置数法改接成 0000 → 1110 的 15 进制计数器，将计数器的输出 Q[D...A] 接至数据选择器的地址 A[3...0] 端，将 D[0.....14] 依次按序列值设置，其电路图如下：



3. 23 由题得电路图如下：



3. 24 (1) 列出激励函数和输出函数表达式

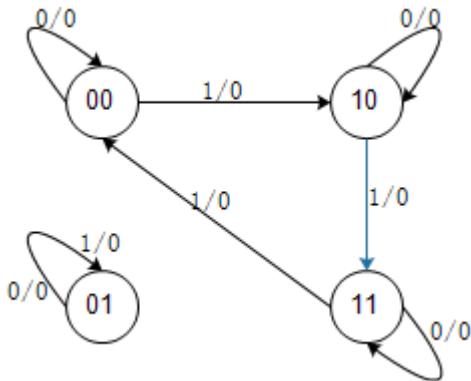
$$D_1 = \overline{Q}_1, D_2 = \overline{Q}_1, CLK_1 = xQ_2, CLK_2 = x, Z = xQ_1Q_2$$

(2) 作状态真值表: 由于 D 触发器只有在时钟信号来临时, 状态才会改变, 因此当输入 $x=0$ 时, D 触发器状态不会改变, 状态表可省略 $x=0$ 的情况。

x	Q_2Q_1	CP_2	D_2	CP_1	D_1	Z
1	00	1	1	0	1	0
1	01	1	0	0	0	0
1	10	1	1	1	1	0
1	11	1	0	1	0	1

(3) 作状态表和状态图

x	Q_2Q_1	$Q_2^{n+1}Q_1^{n+1}$	Z
1	00	10	0
1	01	01	0
1	10	11	0
1	11	00	1



由状态图可知，所示电路有三个有效状态，形成有效的状态序列。每当电路接收到三个输入脉冲后，就输出一个脉冲。且状态 10 是孤立状态，一旦电路进入 10，便处于“挂起状态”。为使电路正常工作，建议应对电路做适当修改，使得电路在进入 10 状态后可以恢复至有效状态。

3. 25 (1) 列出激励函数和输出函数表达式：

$$J_1 = x_2 Q_2, K_1 = x_3 \bar{Q}_2 + x_2 Q_1$$

$$J_2 = x_1, K_2 = x_2 Q_1 + x_3$$

$$Z = \bar{Q}_2 Q_1$$

(2) 列出状态真值表及次态真值表

$Q_2 Q_1$	$x_3 x_2 x_1$	J_2	K_2	J_1	K_1	$Q_2^{n+1} Q_1^{n+1}$	Z
00	001	1	0	0	0	10	0
	010	0	0	0	0	00	
	100	0	1	0	1	00	
01	001	1	0	0	0	11	1
	010	0	1	0	1	00	
	100	0	1	0	1	00	
10	001	1	0	0	0	10	0
	010	0	0	1	0	11	
	100	0	1	0	0	00	
11	001	1	0	0	0	11	0
	010	0	1	1	1	00	
	100	0	1	0	0	01	

(3) 画出状态表和状态图

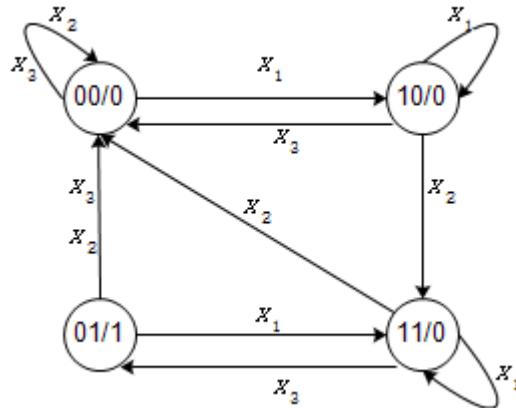
由电路状态图可看出，如果从状态 00 出发，顺序输入 $x_1 \rightarrow x_2 \rightarrow x_3$ ，则电路状态变化

为 $10 \rightarrow 11 \rightarrow 01$ ，输出为 $0 \rightarrow 0 \rightarrow 1$ 。因此，该电路为一个 $x_1 \rightarrow x_2 \rightarrow x_3$ 序列

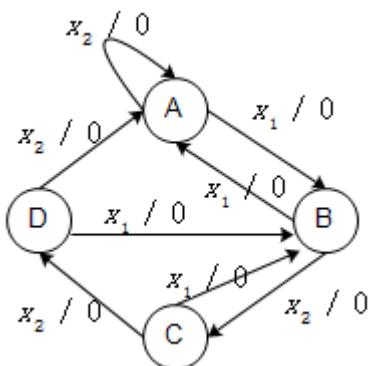
检测器。当输出为 1 后，输入 x_2, x_3 可使电路恢复至初态。

$Q_2 Q_1$	100	010	001	Z
-----------	-----	-----	-----	-----

00	00	00	10	0
01	00	00	11	1
10	00	11	10	0
11	01	00	11	0



3.26 (1) 做原始状态图及原始状态表:



$X_2 X_1$	X_2	X_1
y		
A	B/0	A/0
B	A/0	C/0
C	B/0	D/1
D	B/0	A/0

(2) 状态化简: AD 为等效类, 得最小化状态表

$X_2 X_1$	X_2	X_1
y		
A	B/0	A/0
B	A/0	C/0
C	B/0	A/1

(3) 状态分配:

Y_2	0	1
Y_1		
0	A	C
1	B	

得二进制状态表:

X_2X_1	X_1	X_2
Q_2Q_1		
00	01/0	00/0
01	00/0	10/0
10	01/0	00/1

(4) 确定控制函数及输出函数

X_2X_1	00	01	11	10
Q_2Q_1				
00	0	0	d	0
01	0	0	d	1
11	d	d	d	d
10	0	1	d	1

CLK2

X_2X_1	00	01	11	10
Q_2Q_1				
00	d	d	d	d
01	d	d	d	1
11	d	d	d	d
10	d	0	d	0

D2

X_2X_1	00	01	11	10
Q_2Q_1				
00	0	1	d	0
01	0	1	d	1
11	d	d	d	d
10	0	1	d	0

CLK1

X_2X_1	00	01	11	10
Q_2Q_1				
00	d	1	d	d
01	d	0	d	0
11	d	d	d	d
10	d	1	d	d

D1

X_2X_1	00	01	11	10
Q_2Q_1				
00	0	0	d	0
01	0	0	d	0
11	d	d	d	d

10	0	0	d	1
Z				

则：

$$CLK_2 = x_2 Q_1 + x_2 Q_2 + x_1 Q_2, D_2 = x_2$$

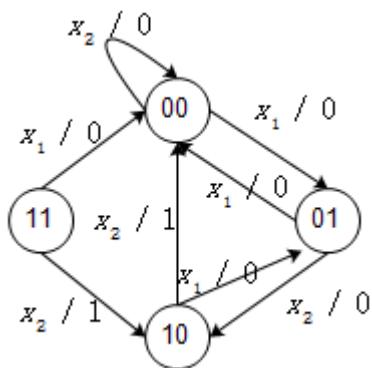
$$CLK_1 = \overline{x_2} x_1 + x_2 Q_1, D_1 = x_1 \overline{Q}_1$$

$$Z = x_2 Q_2$$

(5)讨论：在设计中未出现 $Q_2 Q_1 = 11$ 的情况，现在需讨论如果发生某种干扰，使电路处于 $Q_2 Q_1$

$= 11$ 的情况。(a) 当 $Q_2 Q_1 = 11$ 时，若 $x_1 = 1$ ，则 $CLK2=1, D2=0, CLK1=1, D1=0, Z=0$ ，次态为 00

(b) 当 $Q_2 Q_1 = 11$ 时，若 $x_2 = 1$ ，则 $CLK2=1, D2=1, CLK1=1, D1=0, Z=1$ ，次态为 10。做出状态图：



则易知：此电路无挂起状况，但在 $Q_2 Q_1 = 11, x_2 = 1$ 时，电路有一个错误输出 1，因此需要修

改输出函数 Z 的表达式为 $Z = x_2 Q_2 \overline{Q}_1$

(6) 画出电路图：略

3. 27 此题解题步骤同 3.26，只需在第四步确定控制函数和输出函数时将 D 触发器换为 JK 触发器和 T 触发器即可

$$3. 28 \quad f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_1} = \frac{1.44}{(2 + 2 \times 4.3) \times 0.02} = 6.79 \text{ kHz}$$

$$Duty = \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2} \right) 100\% = \left(\frac{2 + 4.3}{2 + 2 \times 4.3} \right) \times 100\% = 59.4\%$$

3.29