

## 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

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

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

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

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

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

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

$$(3) \bar{F} = \bar{A} \oplus B \oplus 0 = \bar{A} \oplus \bar{B}$$

$$F' = A \oplus \bar{B} \oplus 0 = A \oplus B$$

1. 18

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

$$(2) \text{左边} = (X\bar{Y} + \bar{X}Y) \oplus Z = (X\bar{Y} + \bar{X}Y)\bar{Z} + \overline{(X\bar{Y} + \bar{X}Y)}Z \\ = X\bar{Y}\bar{Z} + \bar{X}Y\bar{Z} + \overline{X\bar{Y}}\overline{\bar{X}Y}Z \\ = X\bar{Y}\bar{Z} + \bar{X}Y\bar{Z} + (\bar{X} + Y)(X + \bar{Y})Z \\ = X\bar{Y}\bar{Z} + \bar{X}Y\bar{Z} + \bar{X}\bar{Y}Z + XYZ \\ \text{右边} = X \oplus (\bar{Y}Z + Y\bar{Z}) = \bar{X}(\bar{Y}Z + Y\bar{Z}) + X\overline{(\bar{Y}Z + Y\bar{Z})} \\ = \bar{X}(\bar{Y}Z + Y\bar{Z}) + X\bar{Y}Z + XY\bar{Z} \\ = \bar{X}\bar{Y}Z + \bar{X}YZ + X(Y + \bar{Z})(\bar{Y} + Z) \\ = \bar{X}\bar{Y}Z + \bar{X}YZ + X\bar{Y}\bar{Z} + XYZ = \text{左边}$$

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

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

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

$$(3) F = \bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{C}D + BCD + ABC$$

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

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

1. 23

$$(1) F = \overline{\overline{AC} \overline{BC} \overline{gAB} \overline{BC}}$$

$$(2) F = \overline{\overline{AABC} \overline{gB} \overline{ABC}}$$

$$(3) F = \overline{\overline{CAB} \overline{gB} \overline{AB}}$$

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

1. 24

由卡诺图化简得：

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

$$\text{又 } F = WX \oplus YZ$$

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

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 $\overline{CONTROL}$ 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。

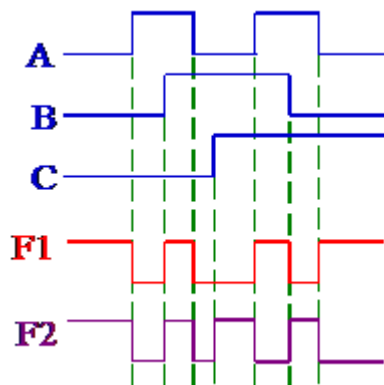
## 第二章

### 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

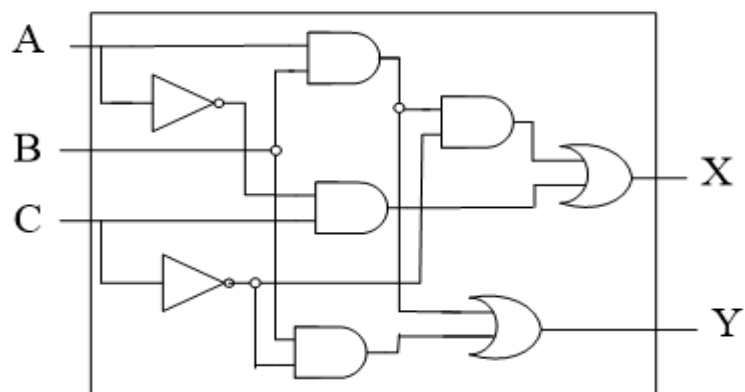
$$(1) F = \sum m^3(0, 3, 5, 6, 9, 12, 15)$$

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

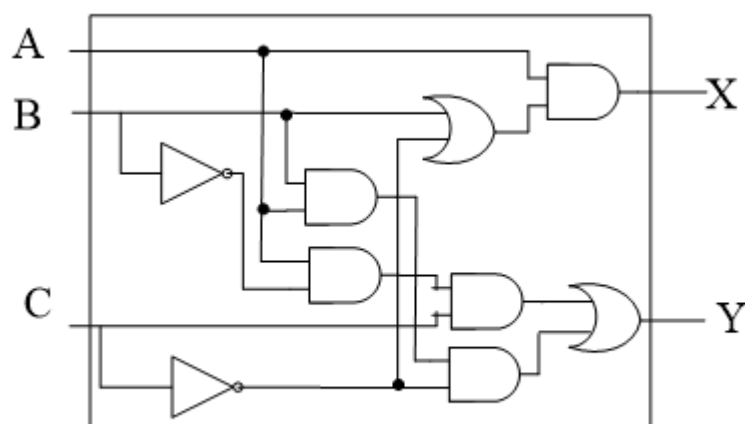
$$(3) F = \sum m^3(1, 2, 4, 8)$$

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

$$W = A + BC + BD$$

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

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

$$Z = D$$

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：

$$\overline{S_i} = \overline{\overline{S_i}} = \overline{\overline{A_i} \overline{B_i} C_{i-1} + \overline{A_i} B_i \overline{C_{i-1}} + A_i \overline{B_i} \overline{C_{i-1}} + A_i B_i C_{i-1}}$$

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

2. 11

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

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

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

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

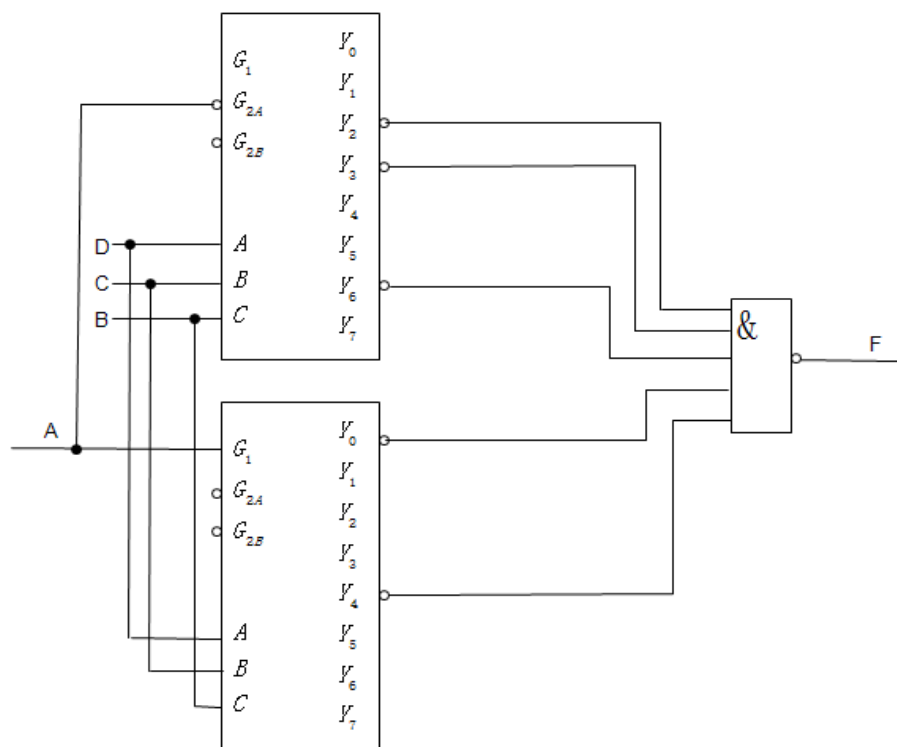
2. 12

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

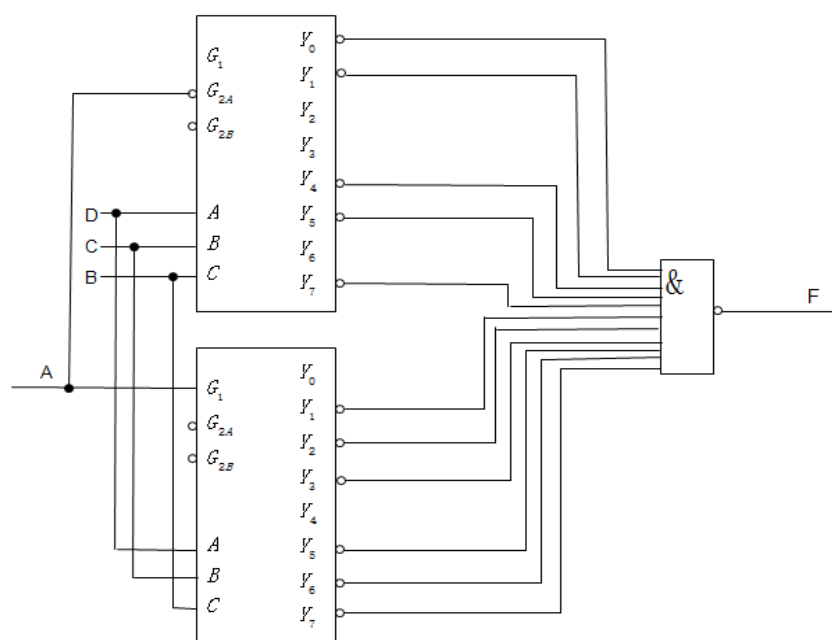
$$(2) F = \overline{A} \overline{C} + BCD + ABD$$

2. 13

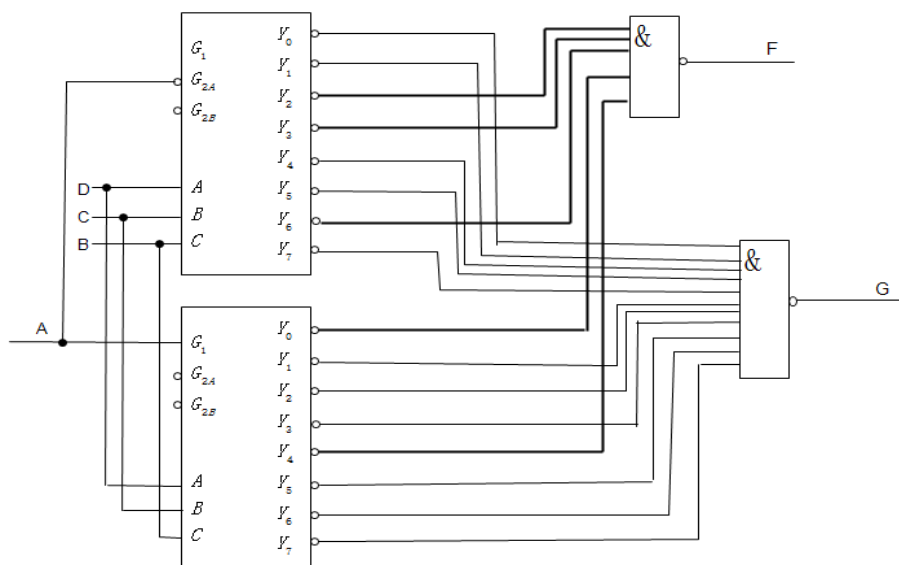
(1)



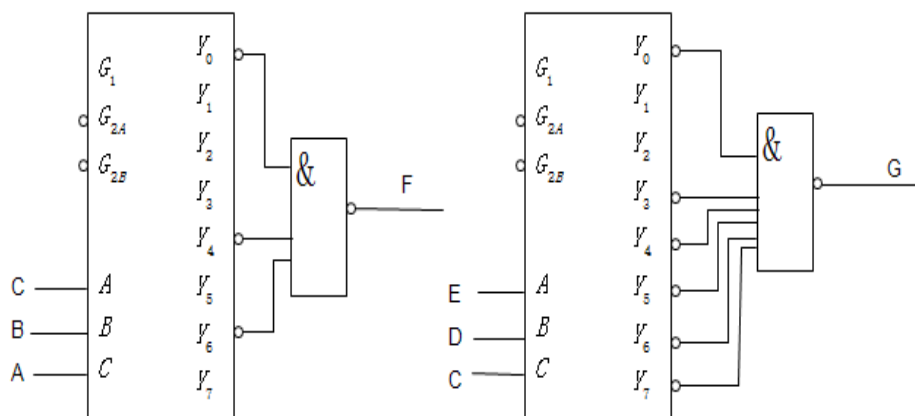
(2)



(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  $F = \overline{A}BC + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC$ ， $G = AB + AC + BC$ ，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

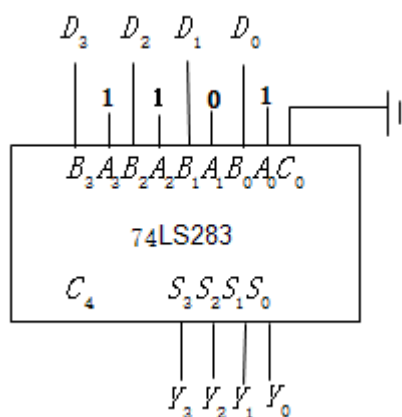
(1) 用  $D_3D_2D_1D_0$  表示余3码，用  $Y_3Y_2Y_1Y_0$  表示8421码，

则  $Y_3Y_2Y_1Y_0 = D_3D_2D_1D_0 - 0011$

$= D_3D_2D_1D_0 + (-0011)$  补

$= D_3D_2D_1D_0 + 1101$





(2) 用 $ABCD$ 表示2421码,  $WXYZ$ 表示余3码, 则

$$W = A, Z = D, X = \overline{A}B\overline{C} + \overline{B}C\overline{D} + B\overline{C}D + \overline{A}C$$

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

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, 可能产生进位, 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 种代码均需要进行校正, 同时还产生进位。则可列出一位 8421BCD 码相加之和的校正表

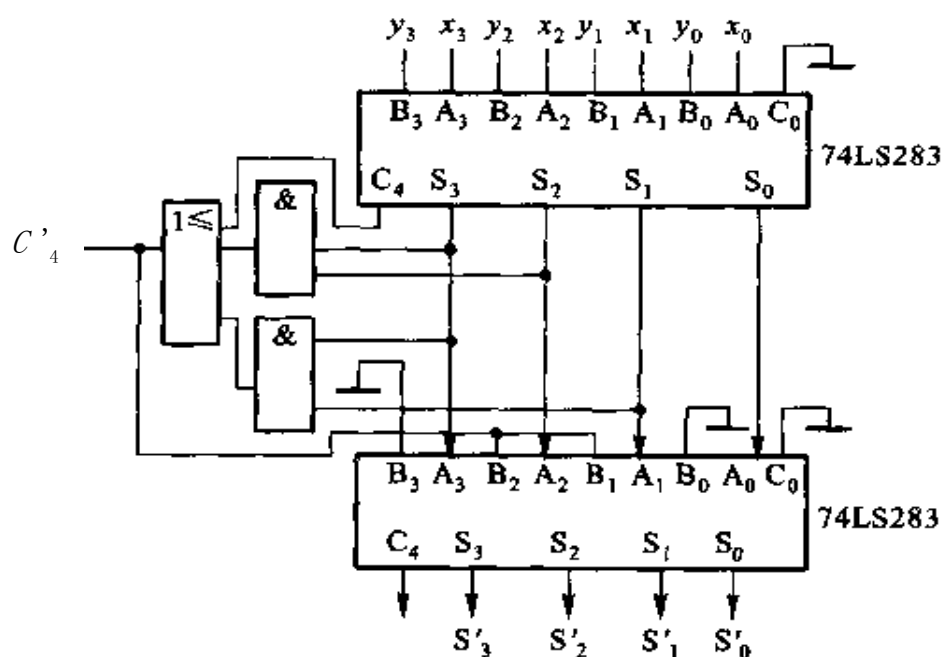
十进制数	未校正的 BCD 码和					校正的 BCD 码和					
	$C_4$	$S_3$	$S_2$	$S_1$	$S_0$	$C'_4$	$S'_3$	$S'_2$	$S'_1$	$S'_0$	
0	不需要校正	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1		0	0	0	1	0	0	0	1		
2		0	0	1	0	0	0	1	0		
3		0	0	1	1	0	0	1	1		
4		0	1	0	0	0	1	0	0		
5		0	1	0	1	0	1	0	1		
6		0	1	1	0	0	1	1	0		
7		0	1	1	1	0	1	1	1		
8		1	0	0	0	1	0	0	0		
9	1	0	0	1	1	0	0	1			
10	需要校正	1	0	1	0	$\Rightarrow$ $C'_4$	1	0	0	0	0
11		1	0	1	1		1	0	0	0	1
12		1	1	0	0		1	0	0	1	0
13		1	1	0	1		1	0	0	1	1
14		1	1	1	0		1	0	1	0	0
15		1	1	1	1		1	0	1	0	1
16		1	0	0	0		0	1	0	1	1

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：

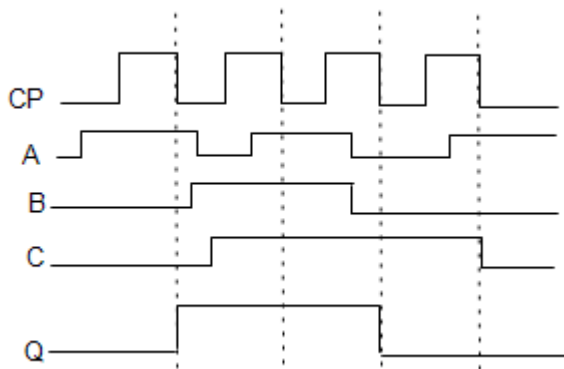


### 第三章

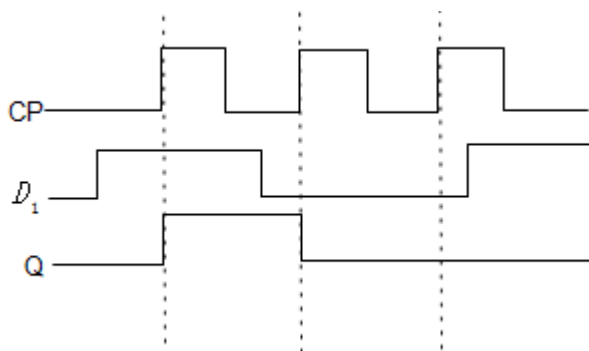
3.1 激励函数表达式：  $J = K = \overline{AC + BC}$

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

波形图如下：



3.2 激励函数表达式:  $D = \overline{Q}D_1$



3.3 激励方程:

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

$$D_1 = Q_2$$

$$D_0 = Q_1$$

$Q_2Q_1Q_0$	$Q_2^{n+1}$	$Q_1^{n+1}$	$Q_0^{n+1}$
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：

$$Q_0^{n+1} = J_0 \cdot \bar{Q}_0 + \bar{K}_0 \cdot Q_0$$

$$= x \cdot \bar{y} \cdot \bar{Q}_0 + \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot Q_0 + \bar{x} \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_0 + y \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_0$$

$$Q_1^{n+1} = J_1 \cdot \bar{Q}_1 + \bar{K}_1 \cdot Q_1$$

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

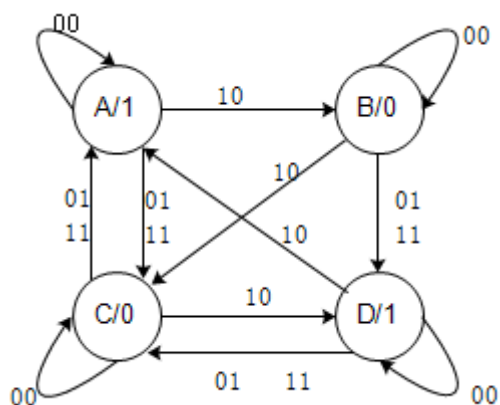
(3) 列二进制状态表

xy Q <sub>1</sub> Q <sub>0</sub>	00	01	10	11
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

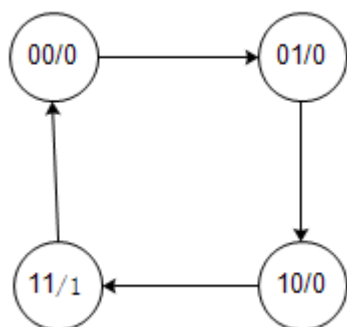


(6) 电路特性说明：电路有 4 个状态，状态指甲呢转换由输入  $x$ 、 $y$  控制。当  $xy=00$  时，在时钟脉冲作用下，原状态保持不变；当  $xy=10$  时，在时钟脉冲作用下，状态在  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  中循环，并且在  $A$ 、 $D$  状态时输出 1；当  $xy=01$ 、 $11$  时，状态转换顺序与起始状态有关，若起始状态为  $A$  或  $C$ ，则状态在  $A$ 、 $C$  之间循环，若起始状态为  $B$ ，则状态将是  $B \rightarrow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

3. 6 激励方程和输出函数如下：

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

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：

$$EN_1 = Y, EN_2 = \bar{X}YQ_1$$

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

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

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

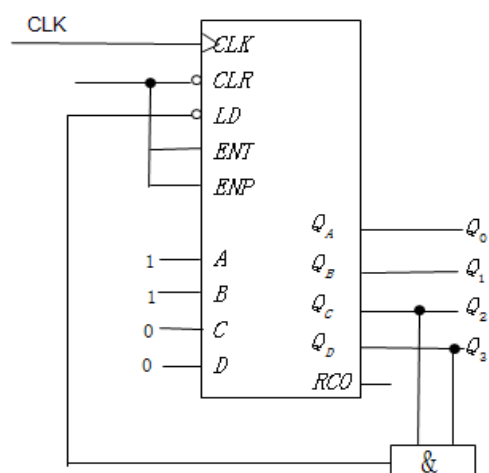
XY $Q_2Q_1$	00	01	10	11
A 00	00/0	01/1	01/0	00/0
B 01	01/1	10/1	00/0	01/0
C 10	11/0	00/0	10/0	11/0
D 11	10/0	11/0	11/0	10/0

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  $0011 \rightarrow 0100 \rightarrow 0101 \rightarrow 0110 \rightarrow 0111$   
 $\uparrow$   
 $1100 \leftarrow 1011 \leftarrow 1010 \leftarrow 1001 \leftarrow 1000$   
 $\downarrow$

用/LD 端实现从 1100 到 0011 的跳跃,则电路图如下:



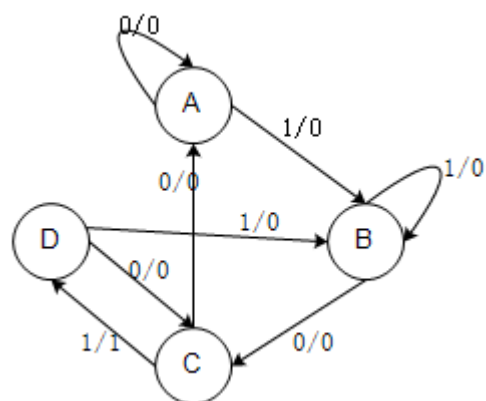
3.10 0111~0000 减 1 计数; 1000~1111 加 1 计数  
 则该电路为模 16 计数器

3. 11

3. 12

3. 13

(1) 作原始状态图得

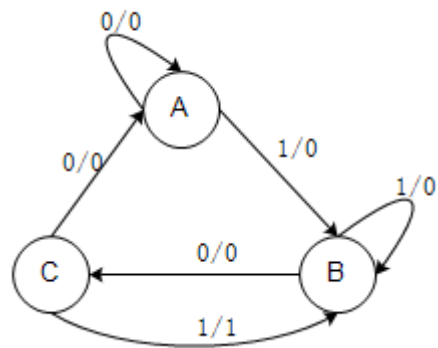


作原始状态表,并化简为最小状态表

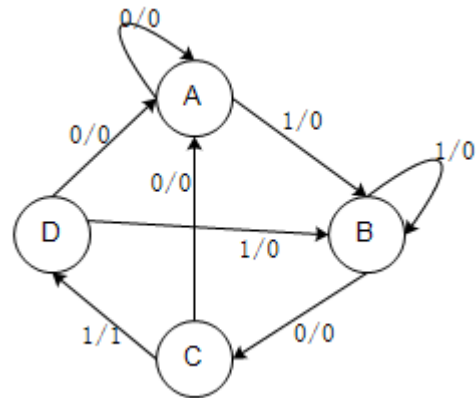
$X \backslash Q^n$	0	1
A	A/0	B/0

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

所以状态图为



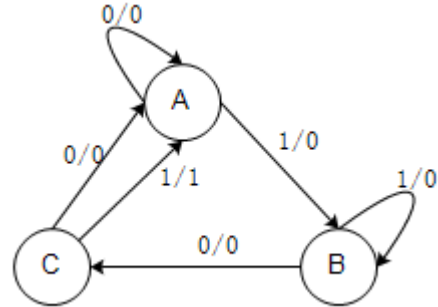
(2) 作原始状态图得



作原始状态表，并化简为最小状态表

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

所以状态图为



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

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

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

$x_2x_1$ y	00	01	11
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:

$x_2x_1$ y	00	01	11	10
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:

$x$ $q_2q_1$	0	1	Z
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:

$x$ $q_2q_1$	0	1
00	0	1
01	1	0
11	0	0
10	0	1

D2

$x$ $q_2q_1$	0	1
00	0	1
01	1	0
11	0	0
10	0	1

D1

所以  $D_2 = x\bar{q}_1 + \bar{x}\bar{q}_2q_1$ ,  $D_1 = x + \bar{q}_2q_1 + q_2\bar{q}_1$ ,  $Z = q_2\bar{q}_1$

(2) 用 JK 触发器, 确定激励函数及输出函数表达式:

$x$ $q_2q_1$	0	1
00	0	1
01	1	0
11	d	d
10	d	d



J2  
K2

$\begin{matrix} X \\ Q_2 Q_1 \end{matrix}$	0	1
00	1	0
01	d	d
11	d	d
10	d	d

J1

$\begin{matrix} X \\ Q_2 Q_1 \end{matrix}$	0	1
00	d	d
01	d	d
11	1	1
10	1	0

$\begin{matrix} X \\ Q_2 Q_1 \end{matrix}$	0	1
00	d	d
01	0	0
11	0	1
10	d	d

K1

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

$\begin{matrix} X \\ Q_2 Q_1 \end{matrix}$	0	1
00	0	1
01	1	0
11	1	1
10	1	0

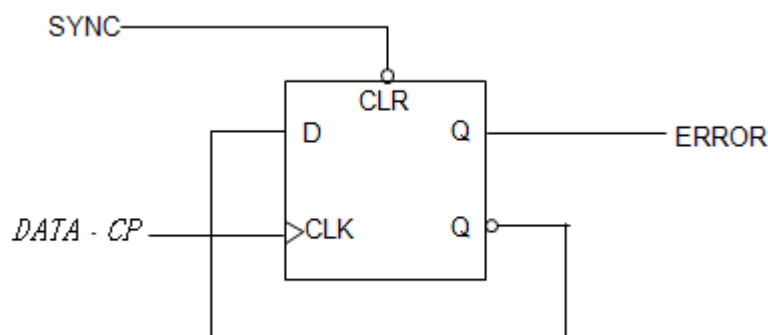
T2

$\begin{matrix} X \\ Q_2 Q_1 \end{matrix}$	0	1
00	1	0
01	0	0
11	0	1
10	1	1

T1

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

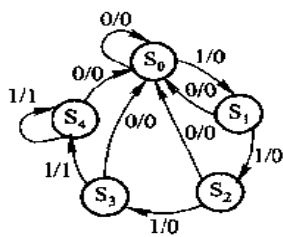
3. 17 电路图如下:



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

Melay 型原始状态图及原始状态表, 见图 (a), (b)



(a) 原始状态图

$S \backslash x$	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

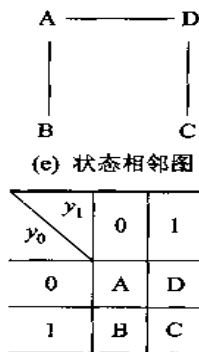
$S_i \backslash S_j$	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$S_0$	$S_0, S_2$	$S_1, S_3$	$S_2, S_3$	
$S_1$				
$S_2$				
$S_3$				
$S_4$				

(c) 隐含表

$y \backslash x$	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

$y_1 y_0 \backslash x$	0	1
A 00	00/0	01/0
B 01	00/0	11/0
C 11	00/0	10/0
D 10	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： $D_1 = xy_1 + xy_0, D_0 = \overline{xy_1}, Z = \overline{xy_1}y_0$

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

$D_1$

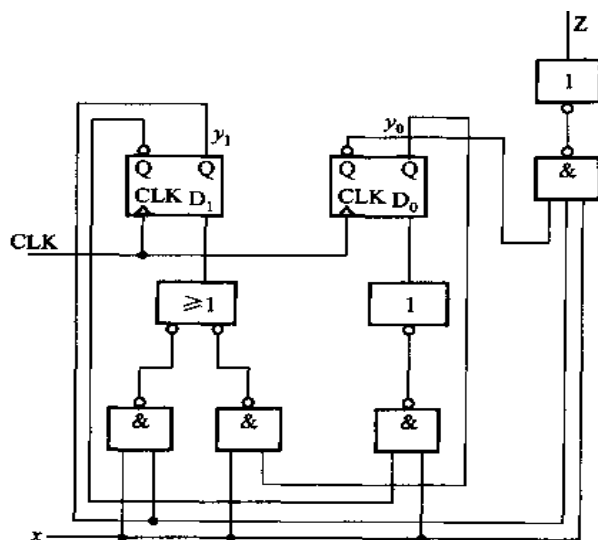
$y_1 y_0 \backslash x$	0	1
00	0	1
01	0	1
11	0	0
10	0	0

$D_0$

$y_1 y_0 \backslash x$	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：

$$J_2 = \overline{x} \overline{Q_1} \overline{Q_0} + x Q_1 Q_0, K_2 = 1$$

$$J_1 = \overline{x} Q_2 + x, K_1 = \overline{x} \overline{Q_1} \overline{Q_0} + x$$

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

$x \backslash Q_2 Q_1 Q_0$	0	1
000	100	001
001	000	010
010	001	011
011	010	100
100	011	000

二进制状态表

$x Q_2 \backslash Q_2 Q_1$	00	01	11	10
00	1	d	d	0
01	0	d	d	0
11	0	d	d	1
10	0	d	d	0

J2

$x Q_2 \backslash Q_2 Q_1$	00	01	11	10
00	d	1	1	d
01	d	d	d	d
11	d	d	d	d
10	d	d	d	d

K2



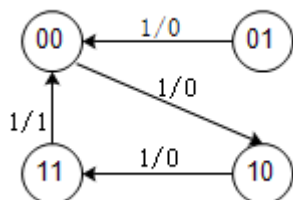
00	1	1	0	1	1	0	10
01	1	0	1	0	0	0	00
10	1	1	1	1	1	0	11
00	1	1	1	0	0	1	00

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

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

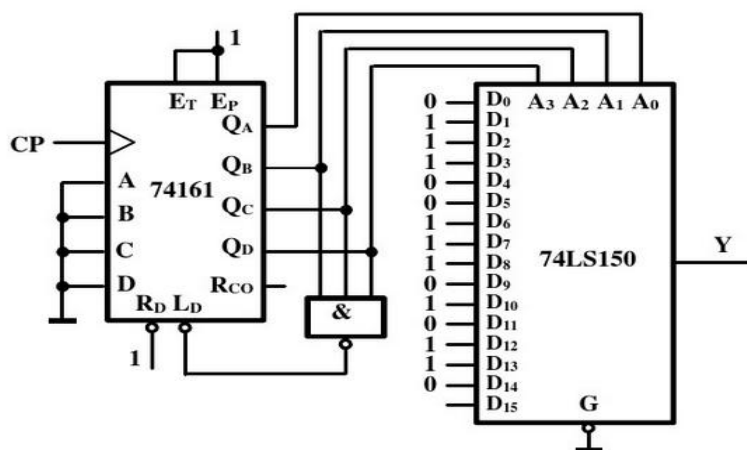
$x \backslash y_2 y_1$	1
00	10/0
01	00/0
10	11/0
11	00/1



(4) 假设初始状态为 00，则易得出该电路是一个带进位端（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。

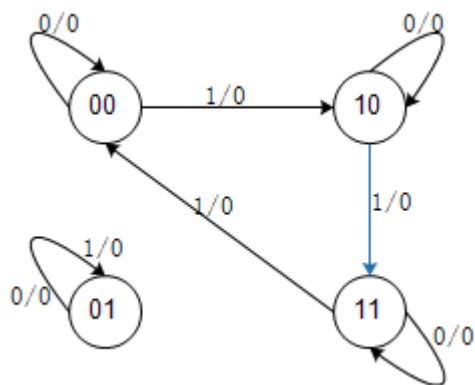
### 3. 22

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  $\rightarrow$  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：





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：

$$J_1 = x_2 Q_2, K_1 = x_3 \overline{Q_2} + x_2 Q_1$$

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

$$Z = \overline{Q_2} Q_1$$

(2) 列出状态真值表及次态真值表

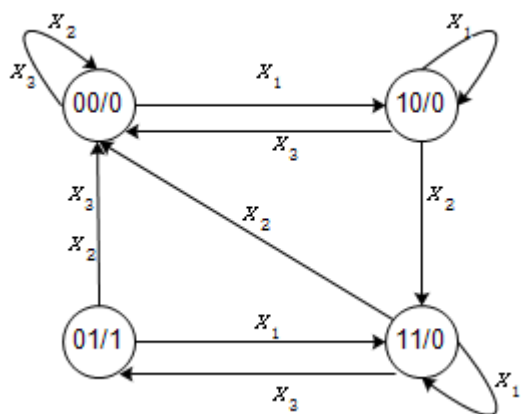
$Q_2 Q_1$	$x_3 x_2 x_1$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$K_1$	$Q_2^{n+1} Q_1^{n+1}$	z
00	001	1	0	0	0	10	0
	010	0	0	0	0	00	
	100	0	1	0	1	00	
01	001	1	0	0	0	11	1
	010	0	1	0	1	00	
	100	0	1	0	1	00	
10	001	1	0	0	0	10	0
	010	0	0	1	0	11	
	100	0	1	0	0	00	
11	001	1	0	0	0	11	0
	010	0	1	1	1	00	
	100	0	1	0	0	01	

(3) 画出状态表和状态图

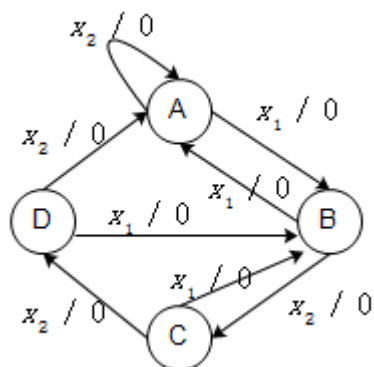
由电路状态图可看出，如果从状态 00 出发，顺序输入  $x_1 \rightarrow x_2 \rightarrow x_3$ ，则电路状态变化为  $10 \rightarrow 11 \rightarrow 01$ ，输出为  $0 \rightarrow 0 \rightarrow 1$ 。因此，该电路为一个  $x_1 \rightarrow x_2 \rightarrow x_3$  序列检测器。当输出为 1 后，输入  $x_2, x_3$  可使电路恢复至初态。

$Q_2 Q_1$	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：



$x_2x_1$	$x_2$	$x_1$
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

$x_2x_1$	$x_2$	$x_1$
y		
A	B/0	A/0
B	A/0	C/0
C	B/0	A/1

(3) 状态分配：



$y_2 \backslash y_1$	0	1
0	A	C
1	B	

得二进制状态表：

$Q_2 Q_1 \backslash X_2 X_1$	$X_1$	$X_2$
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

$Q_2 Q_1 \backslash X_2 X_1$	00	01	11	10
00	0	0	d	0
01	0	0	d	1
11	d	d	d	d
10	0	1	d	1

CLK2

$Q_2 Q_1 \backslash X_2 X_1$	00	01	11	10
00	d	d	d	d
01	d	d	d	1
11	d	d	d	d
10	d	0	d	0

D2

$Q_2 Q_1 \backslash X_2 X_1$	00	01	11	10
00	0	1	d	0
01	0	1	d	1
11	d	d	d	d
10	0	1	d	0

CLK1

$Q_2 Q_1 \backslash X_2 X_1$	00	01	11	10
00	d	1	d	d
01	d	0	d	0
11	d	d	d	d
10	d	1	d	d

D1

$Q_2 Q_1 \backslash X_2 X_1$	00	01	11	10
00	0	0	d	0
01	0	0	d	0
11	d	d	d	d

10	0	0	d	1
----	---	---	---	---

Z

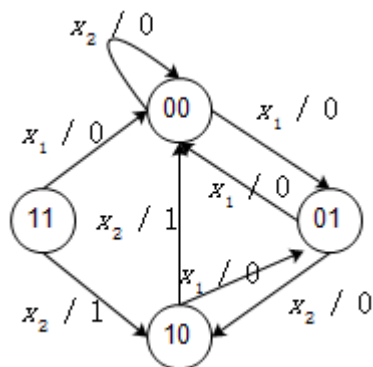
则:

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

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

$$Z = x_2 Q_2$$

(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 $CLK_2=1$ , $D_2=0$ , $CLK_1=1$ , $D_1=0$ , $Z=0$ ,次态为00 (b)当 $Q_2 Q_1=11$ 时,若 $x_2=1$ ,则 $CLK_2=1$ , $D_2=1$ , $CLK_1=1$ , $D_1=0$ , $Z=1$ ,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

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

3. 28

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

3.29