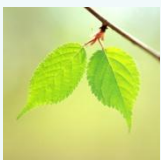
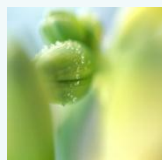
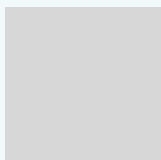
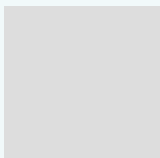
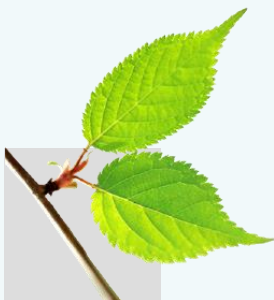




数字电子技术

数字逻辑电路 ——复习课

王 玫



第一部分 知识点



一、 常用数制、码制及其转换

常用数制：十进制、二进制、八进制、十六进制。

码制：8421BCD码；余3码

二、 常用逻辑关系（表达式、符号、真值表）

与、或、非、与非、或非、异或、同或。

三、 逻辑函数表示方法及其转换

真值表、逻辑表达式、逻辑图、卡诺图、 波形图



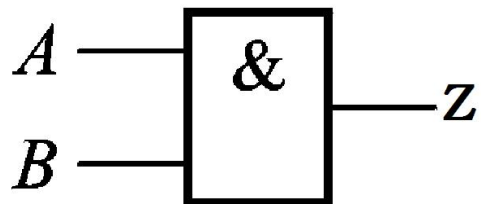
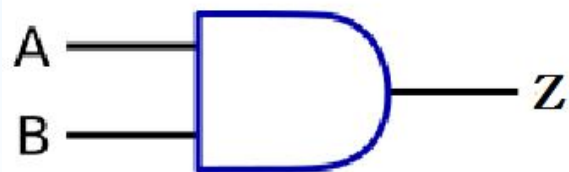
几种计数进制数

十进制	二进制	八进制	十六进
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

BCD码

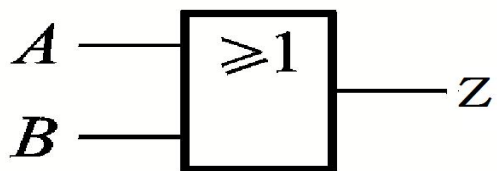
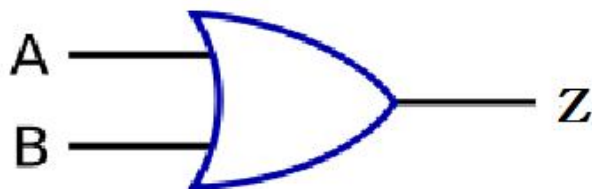
十进制数	8421码	余三码
0	0000	0011
1	0001	0100
2	0010	0101
3	0011	0110
4	0100	0111
5	0101	1000
6	0110	1001
7	0111	1010
8	1000	1011
9	1001	1100

常用逻辑关系



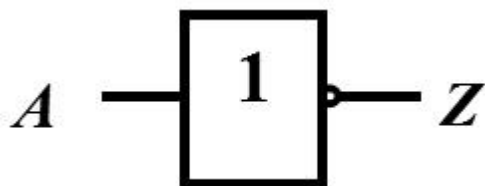
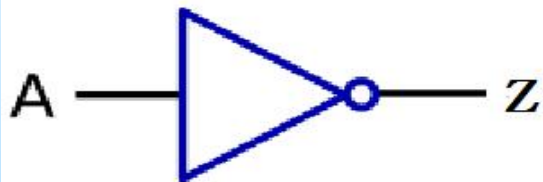
与逻辑

$$Z = A \cdot B$$



或逻辑

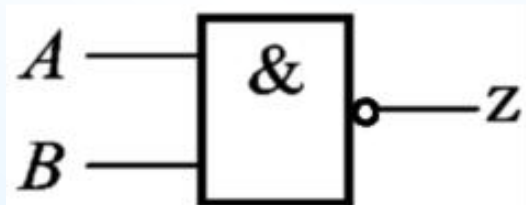
$$Z = A + B$$



非逻辑

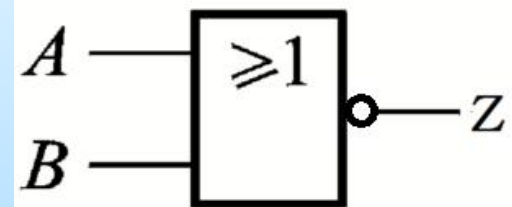
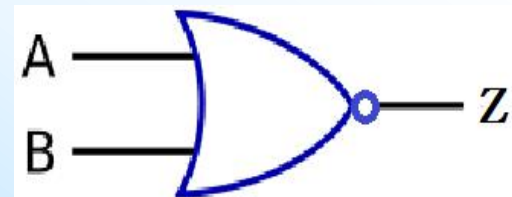
$$Z = \overline{A}$$

常用逻辑关系



与非逻辑

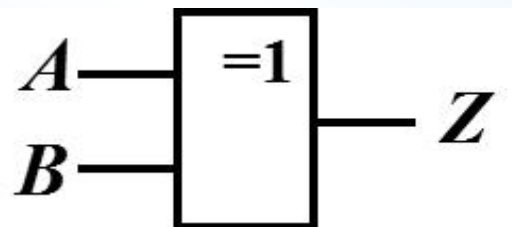
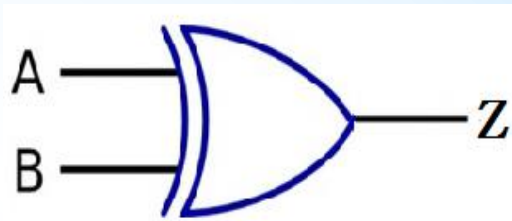
$$Z = \overline{A \cdot B}$$



或非逻辑

$$Z = \overline{A + B}$$

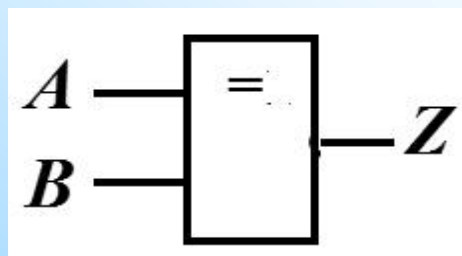
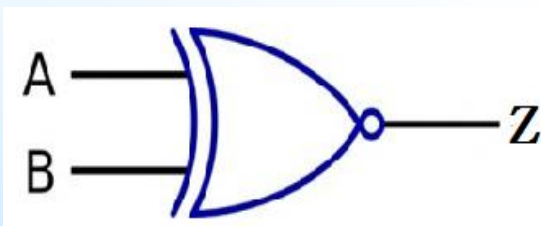
常用逻辑关系



异或逻辑

$$Z = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}B$$

$$= A \oplus B$$



同或逻辑

$$Z = A \odot B$$

$$= \overline{A \oplus B}$$

$$= \overline{A}\overline{B} + AB$$

四、逻辑代数的基本公式

1、基本公式

2、化简常用公式

01 律	(1) $A \cdot 1 = A$ (3) $A \cdot 0 = 0$	(2) $A + 0 = A$ (4) $A + 1 = 1$
交换律	(5) $A \cdot B = B \cdot A$	(6) $A + B = B + A$
结合律	(7) $A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$	(8) $A + (B + C) = (A + B) + C$
分配律	(9) $A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$	(10) $A + (BC) = (A + B)(A + C)$
互补律	(11) $A \cdot \bar{A} = 0$	(12) $A + \bar{A} = 1$
重叠律	(13) $A \cdot A = A$	(14) $A + A = A$
反演律	(15) $\overline{AB} = \bar{A} + \bar{B}$	(16) $\overline{A+B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$
还原律	(17) $\overline{\bar{A}} = A$	

常用公式
① $AB + A\bar{B} = A$
② $A + AB = A$
③ $A + \bar{A}B = A + B$
④ $AB + \bar{A}C + BC = AB + \bar{A}C$ 推论: $AB + \bar{A}C + BCDE = AB + \bar{A}C$

摩根定律:

$$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$$

$$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

五、逻辑代数的基本规则和定理

1、对偶规则

对于任意一个逻辑表达式 Y ，作对偶变换 “ \cdot ” \longleftrightarrow “ $+$ ”
“ 0 ” \longleftrightarrow “ 1 ” 后，得到新的表达式 Y' ， Y' 与 Y 互为对偶式。

2、反演规则

对于原函数 Y 的逻辑表达式，作反演变换 “ \cdot ” \longleftrightarrow “ $+$ ”
“ 0 ” \longleftrightarrow “ 1 ”，原变量 \longleftrightarrow 反变量 后，得到 Y 的非（反）
函数 \overline{Y} 。

注意：①运用对偶规则、反演规则时，应保持原函数的运算顺序。

运算顺序：先括号、再相与，最后或，必要时可加或减括号。

②运用反演规则时不在一个变量上的非号应保持不变。

六、最小项表达式

由若干个最小项相或构成的逻辑表示为最小项表达式，也称为标准与或表达式。如：

$$Y(A, B, C) = \overline{A}BC + A\overline{B}C + ABC$$

或：

$$Y(A, B, C) = m_3 + m_6 + m_7 = \sum_m(3, 6, 7)$$

七、逻辑函数的代数化简法

1、公式化简：利用常用公式化简逻辑函数。

$$AB + \overline{A}B = B \quad A + AB = A \quad A + \overline{A}B = A + B$$

$$AB + \overline{A}C + BC = AB + \overline{A}C \quad AB + \overline{A}C + BCDE = AB + \overline{A}C$$

2、卡诺图化简：利用卡诺图化简逻辑函数。

（含具有无关项逻辑函数化简）

八、组合逻辑电路

1、组合逻辑电路：任意时刻的输出仅仅取决于当时的输入信号，而与电路原来的状态无关， 由门电路组合而成。

2、组合逻辑电路的分析

给定：组合逻辑电路图；

待求：组合逻辑电路的功能。

分析步骤：

(1) 由逻辑图写表达式；

(2) 化简表达式；

(3) 列真值表；

(4) 描述逻辑功能。

3、组合逻辑电路的设计

给定：实际逻辑问题；

待求：满足逻辑功能的最简逻辑电路。

设计步骤：（适用于SSI）

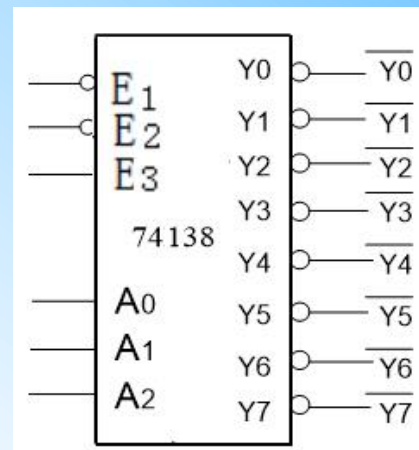
- (1) 分析设计要求，设置输入输出变量并逻辑赋值；
- (2) 列真值表；
- (3) 写出逻辑表达式，并化简；
- (4) 画逻辑电路图。

4、组合逻辑电路中要求掌握的集成电路

(1) 3线-8线译码器74HC138:

符号、功能、译码输入和输出关系式

实现逻辑函数的方法。



138译码输出逻辑功能表达式

$$\overline{Y_0} = (\overline{A_2} \overline{A_1} \overline{A_0}) = \overline{m_0} \quad \overline{Y_1} = (\overline{A_2} \overline{A_1} A_0) = \overline{m_1} \quad \overline{Y_2} = (\overline{A_2} A_1 \overline{A_0}) = \overline{m_2} \quad \dots$$

$$\overline{Y_7} = (A_2 A_1 A_0) = \overline{m_7}$$

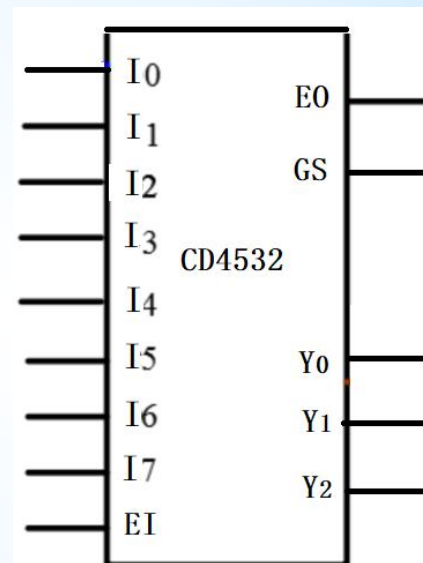
每个输出对应于输入变量的一个最小项取反。

(2) 8线-3线优先编码器CD4532 (P164-165)

符号、功能、输入和输出的关系

当输入为 $I_7 I_6 I_5 I_4 I_3 I_2 I_1 I_0 = 01110001$

其输出为 $Y_2 Y_1 Y_0 = 110$

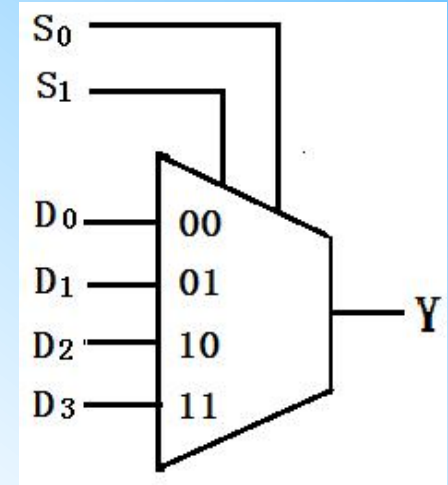


(I_7 的优先级别最高,
 I_0 优先级别最低)

(3) 四选一数据选择器

符号、功能、表达式、实现逻辑函数的方法。

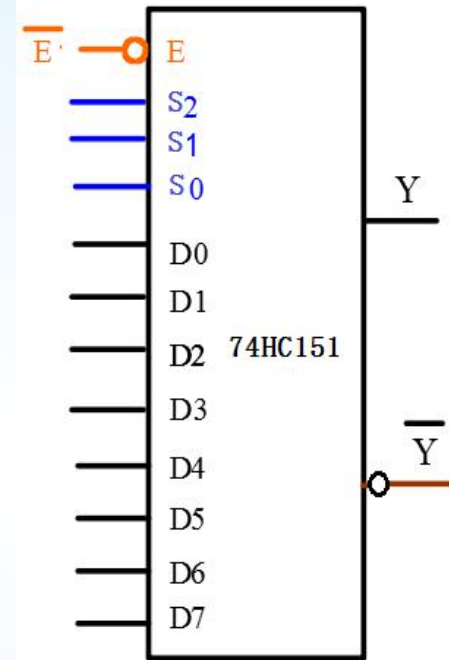
$$Y = (\overline{S_1}\overline{S_0})D_0 + (\overline{S_1}S_0)D_1 + (S_1\overline{S_0})D_2 + (S_1S_0)D_3 = \sum_0^3 m_i D_i$$



(4) 八选一数据选择器 74HC151

符号、功能、表达式、实现逻辑函数的方法。

$$\begin{aligned} Y &= (\overline{S_2}\overline{S_1}\overline{S_0})D_0 + (\overline{S_2}\overline{S_1}S_0)D_1 + (\overline{S_2}S_1\overline{S_0})D_2 + (\overline{S_2}S_1S_0)D_3 \\ &\quad + (S_2\overline{S_1}\overline{S_0})D_4 + (S_2\overline{S_1}S_0)D_5 + (S_2S_1\overline{S_0})D_6 + (S_2S_1S_0)D_7 \\ &= \sum_0^7 m_i D_i \end{aligned}$$



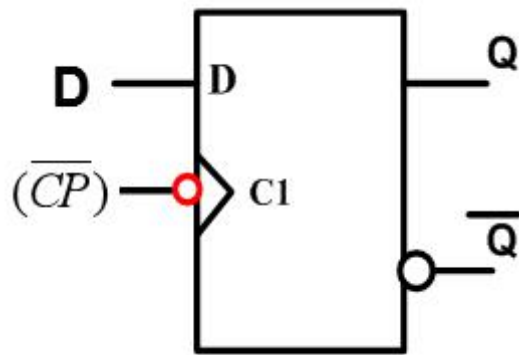
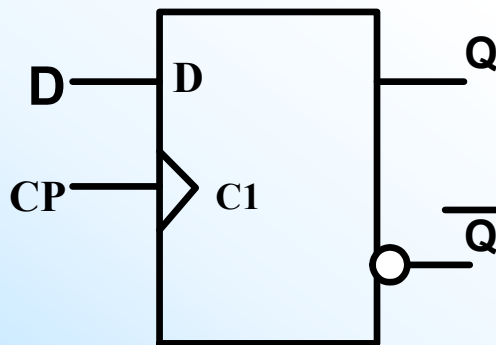
九、触发器

触发器按逻辑功能分类可分为：RS触发器、D触发器、JK类触发器、T触发器、T' 触发器五种类型。

1、D 触发器

在时钟脉冲CP作用下，根据输入信号D的不同，具有置“1”、置“0” 功能的触发器。

逻辑符号



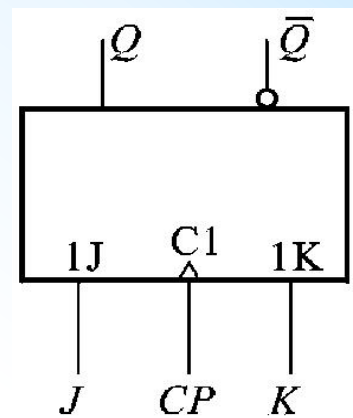
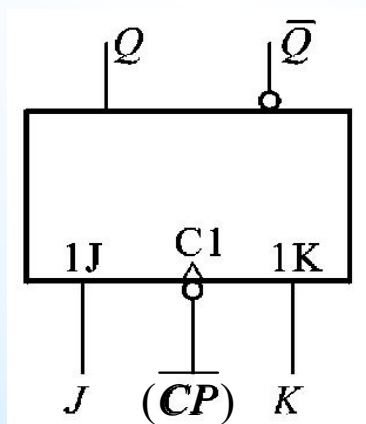
特性方程 $Q^{n+1} = D \quad (CP \uparrow)$

$Q^{n+1} = D \quad (CP \downarrow)$

2、JK触发器

在CP作用下，根据信号JK的不同具有置0、置1、保持和翻转的功能。

逻辑符号



特性方程

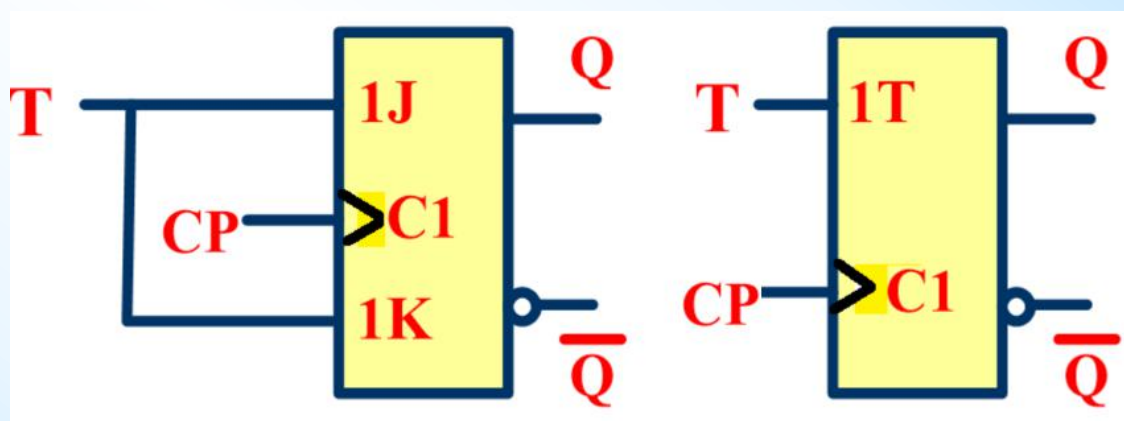
$$Q^{n+1} = J\overline{Q}^n + \overline{K}Q^n \quad (CP \downarrow)$$

$$Q^{n+1} = J\overline{Q}^n + \overline{K}Q^n \quad (CP \uparrow)$$

3、T触发器

在CP作用下，根据信号T的不同具有保持和翻转的功能。

逻辑符号



$$\begin{aligned} Q^{n+1} &= J\overline{Q}^n + \overline{K}Q^n \\ &= T\overline{Q}^n + \overline{T}Q^n = T \oplus Q^n \end{aligned} \quad (\text{CP} \uparrow)$$

特性方程

$$Q^{n+1} = T \oplus Q^n \quad (\text{CP} \uparrow)$$

十、时序逻辑电路

1、时序逻辑电路的特点

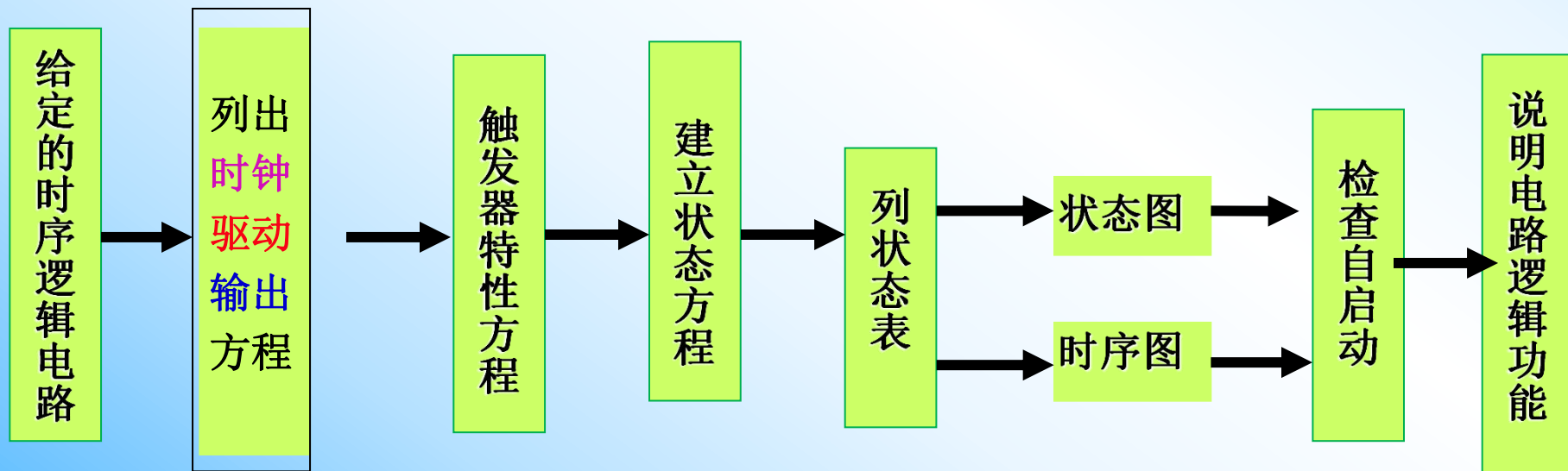
时序逻辑电路在任何时刻的输出不仅取决于该时刻的输入，而且还取决于电路的原来状态，具有记忆功能。

存储电路（触发器）必不可少。 组合逻辑电路（门电路）可选。

2、时序逻辑电路的分析

给定：时序逻辑电路图； 待求：时序逻辑电路的功能。

分析步骤：



3、同步时序逻辑电路的设计

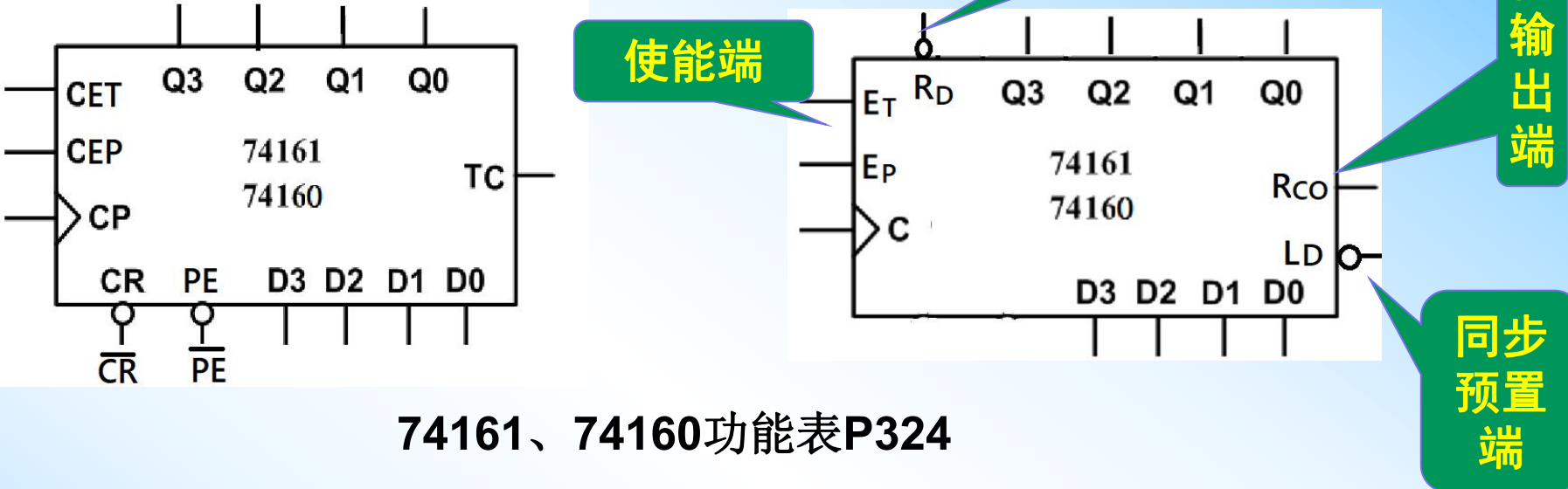
给定：设计要求； 待求：满足要求的时序逻辑电路

设计步骤：

- (1) 根据设计要求作出原始状态图（或状态表）。
- (2) 状态化简。消去重复的状态（等价状态）。
- (3) 状态分配，又称状态编码。即把一组适当的二进制代码分配给简化状态图（或表）中各个状态。
- (4) 选择触发器的类型和数目。
- (5) 求状态方程和输出方程。
- (6) 求驱动方程。
- (7) 根据输出方程和驱动方程画出逻辑图。
- (8) 检查电路能否自启动。

4、集成计数器及应用

(1) 74LS160、74LS161符号及功能



74161、74160功能表P324

清零	置数	使能		时钟	置数输入	输出
\overline{CR}	\overline{PE}	CET	CEP	CP	$D3\ D2\ D1\ D0$	$Q_3\ Q_2\ Q_1\ Q_0$
0	x	x	x	x	x x x x	0 0 0 0
1	0	x	x	↑	$D3\ D2\ D1\ D0$	$D3\ D2\ D1\ D0$
1	1	1	1	↑	x x x x	计数
1	1	0	x	x	x x x x	保持
1	1	x	0	x	x x x x	保持 $R_{CO}=0$

(2) 根据74160、74161组成的电路会分析构成几进制计数器、摸数为多少？

(3) 会用一片或两片74160、74161构成任意进制计数器。

构成任意进制计数器方法和步骤：

反馈清零法 利用清零端 \overline{CR} 接成任意进制计数器。

①写模数M的代码

74161写M的二进制代码；74160写M的8421BCD码

②写 \overline{CR} 的表达式

\overline{CR} 的表达式为代码中所有为1所对应的Q的与非表达式。

③画逻辑图 根据 \overline{CR} 表达式画连线图

反馈置数法 利用置数端 \overline{PE} (\overline{LD}) 构成任意进制计数器。

①写摸数M-1的代码

74161写M-1的二进制代码；74160写M-1的8421BCD码

②写 \overline{PE} 的表达式

\overline{PE} 的表达式为代码中所有为1所对应的Q的与非表达式。

③画逻辑图 根据 \overline{PE} 的表达式画连线图

十一、 半导体存储器 ； 数模、模数转换

- 1、 半导体存储器的功能：用以存储二进制信息的器件。
- 2、 半导体存储器分类：只读存储器（ROM）和随机存取存储器（RAM）两类。

ROM： 存储器内容只能读出，不能随时写入。存储的数据不会因断电而消失。

RAM： 存储器中的数据既能读出，又能随时写入新的数据。一旦掉电，所存的数据全部丢失。

- 3、 会计算半导体的容量、地址线、数据线
- 4、 **D/A：** 数模转换器，将数字信号转换成模拟信号的电路。
- 5、 **A/D：** 模数转换器，将模拟信号转换成模拟信号的电路。