

# 数电复习提纲

## 一、学习的重点

1. 掌握基本概念、基本原理、分析方法和设计方法。
2. 掌握常用集成器件的正确使用方法、掌握外特性，逻辑功能。

## 二、组成逻辑电路的器件

1. 门电路；
2. 触发器；
3. 中规模集成模块；
4. 存储器；
5. 可编程逻辑器件。

## 三、达到的目标

1. 对于任何一种逻辑电路，都能够分析出其逻辑功能。
2. 根据各种任务要求，都能够设计出合理的逻辑电路。
3. 为后续的专业课打下牢固的基础。

## 第1章 数制和码制

1. 掌握2、10、16进制及其相互转换；
2. 掌握二进制原码、反码及补码的概念与转换；
3. 熟悉补码运算；
4. 熟悉8421码。

复习资料： 例题、课件中的例题。

## 第2章 逻辑代数基础

1. 掌握逻辑代数中的基本运算（符号、表达式、功能）
  - (1) 三种基本运算：与、或、非；
  - (2) 五种常用运算：与非、或非、与或非、异或、同或。
2. 掌握逻辑代数中的基本公式与常用公式及熟悉三个定理
  - (1) 基本公式：教材表2.3.1；
  - (2) 常用公式：教材表2.3.3。
  - (3) 三个基本定理：代入定理、反演定理、对偶定理。

### 3. 掌握逻辑函数的表示方法

- (1) 逻辑符号
- (2) 真值表
- (3) 函数式
- (4) 波形图
- (5) 卡诺图
- (6) 逻辑电路图

### 4. 掌握逻辑函数的化简方法：

- (1) 公式化简法
- (2) 卡诺图化简法
- (3) 最小项的编号
- (4) 无关项在卡诺图化简中的应用。

复习资料： 例题、课件中的例题。

## 第3章 门电路

### 1. CMOS门

- (1) 熟悉CMOS反相器的工作原理和电压传输特性；
- (2) 熟悉CMOS与非门、或非门的工作原理；
- (3) 熟悉CMOS（OD门）、传输门、三态门的逻辑符号、逻辑功能及应用；
- (4) 掌握 OD门上拉电阻的计算；
- (5) 掌握CMOS 门的阈值电压 $V_{TH}$ 。

### 2. TTL门

- (1) 熟悉TTL反相器的工作原理和电压传输特性；
- (2) 熟悉TTL反相器输入端的负载特性；
- (3) 熟悉TTL与非门的工作原理；
- (4) 熟悉TTLOC门，三态门的逻辑符号、逻辑功能与应用；
- (5) 掌握OC门上拉电阻的计算。

(6) 掌握TTL 门的阈值电压 $V_{TH}$ 。

(7) 掌握TTL 门扇出系数的计算（静态）。

### 3. CMOS、TTL门主要参数及其意义

$V_{OH}$ 、 $V_{OL}$ 、 $V_{IH}$ 、 $V_{IL}$ 、 $I_{IH}$ 、 $I_{IL}$ 、 $I_{OH}$ 、 $I_{OL}$ 、 $t_{pd}$ 。

复习资料：例题、课件中的例题。

## 第4章 组合逻辑电路

### 1. 组合逻辑电路的分析与设计

(1) 掌握组合逻辑电路包括SSI（各种逻辑门）的分析与设计。

(2) 掌握常用的MSI（编/译码，加法器，数据选择器和比较器）的分析和设计。

### 2. MSI模块的功能扩展

## 2. MSI模块的功能扩展

- (1) 用译码器设计组合电路；
- (2) 用编码器设计组合电路；
- (3) 用数据选择器设计组合电路。

复习资料：例题、课件中的例题。

## 第5章 半导体存储电路

### 一、触发器

1. 掌握以下触发器的逻辑符号、功能表，特征方程，触发条件，约束条件，异步置位和复位。
  - (1) 基本RS触发器
  - (2) 边沿D、边沿JK、边沿T触发器

2. 熟悉以下触发器的逻辑符号、功能表，特征方程，触发条件，约束条件，异步置位和复位。

(1) 电平触发的RS、D触发器

(2) 脉冲触发的RS、JK触发器

## 二、分析的问题

1. 已知输入信号波形，画出输出信号的波形。

2. 画图时的注意事项

(1) 设初始状态，检查异步置0/1端。

(2) 主从结构（RS，JK）

a. 若输入在CLK=1时多次翻转，则从触发器的状态由下降沿时的主触发器状态决定。

主从RS：主触发器状态可随RS的变化而多次翻转；

主从JK：主触发器状态随JK的变化只翻转一次。

b.有异步置0（复位）/置1时，主、从触发器同时复位/置1。

(3) 边沿触发器，注意触发器的延迟时间。当时钟上升/下降沿到来时，输入是跳变的，则触发器的状态由时钟上升/下降沿到来之前的稳定的输入状态所决定。

### 三、半导体存储器

1. 熟悉RAM和ROM存储器的工作特点；

2. 了解工作原理及结构；

3. 掌握容量的定义；

4. 掌握应用；

(1) 掌握存储器容量的扩展；

(2) 掌握用存储器设计组合逻辑函数，会写数据表，会画点阵图。

复习资料：例题、课件中的例题。



## 第6章 时序逻辑电路

### 一、掌握同步时序电路（SSI和常用MSI）的分析和设计

- 1.时序电路的特点和分类，同步时序电路的分析和设计方法。
- 2.熟悉常见的MSI（74LS160、74LS161）逻辑功能及应用。
- 3.任意进制计数器的分析与设计：
  - （1） $M < N$ 时，同步置数法
  - （2） $M < N$ 时，异步复位法
  - （3） $M > N$ 时，串行进位方式、并行进位方式、整体置零方式、整体置数方式。

### 二、熟悉移位寄存器型计数器、顺序脉冲发生器、序列信号发生器的分析与设计

### 三、熟悉异步时序逻辑电路的分析

复习资料：例题、课件中的例题。

## 第7章 脉冲波形的产生和整形

1. 熟悉用门电路组成的施密特触发器、单稳态触发器和多谐振荡器（对称式和非对称式）的工作原理、特点和应用。
2. 掌握施密特触发器的电压传输特性及阈值电压的计算。
3. 掌握微分/积分型单稳态触发器输出脉冲宽度的计算公式。
4. 掌握555定时器的工作原理及应用。
5. 掌握用555设计三种电路的方法及脉冲参数的计算；掌握占空比的概念与计算。

复习资料： 例题、课件中的例题。

## 第8章 D/A和A/D转换

### 1. D/A转换器

- (1) 了解课件中各类型权网络的结构与工作原理。
- (2) 掌握倒T形电阻网络的工作原理与转换公式；掌握AD7520的应用。要求会求输出电压。
- (3) 掌握分辨率、转换误差、转换时间的概念。要求会求分辨率、转换误差。

### 2. A/D转换器

- (1) 了解课件中各类型转换器的结构与工作原理。
- (2) 了解采样定理、采样保持电路的工作原理。

**(3)** 掌握分辨率、转换误差、转换时间的概念。要求会求分辨率、转换误差和转换时间。

复习资料：例题、课件中的例题。

# 数电复习题

## 一、学习的重点

1. 掌握基本概念、基本原理、分析方法和设计方法。
2. 掌握常用集成器件的正确使用方法、掌握外特性，逻辑功能。

## 二、组成逻辑电路的器件

1. 门电路；
2. 触发器；
3. 中规模集成模块；
4. 存储器；
5. 可编程逻辑器件。

## 三、达到的目标

1. 对于任何一种逻辑电路，都能够分析出其逻辑功能。
2. 根据各种任务要求，都能够设计出合理的逻辑电路。
3. 为后续的专业课打下牢固的基础。

例题1：与 $(10000111)_{\text{BCD}}$ 相等的十进制数是多少？二进制数是多少？八进制是多少？十六进制数是多少？

解：  $(10000111)_{\text{BCD}} = (87)_{10}$

$(87)_{10} = (1010111)_2$

$(001010111)_2 = (127)_8$

$(01010111)_2 = (57)_{16}$

2	123	.....	1 ( $k_0$ )
2	61	.....	1 ( $k_1$ )
2	30	.....	0 ( $k_2$ )
2	15	.....	1 ( $k_3$ )
2	7	.....	1 ( $k_4$ )
2	3	.....	1 ( $k_5$ )
2	1	.....	1 ( $k_6$ )
	0		

例题2：将 $(123.5)_{10}$  转换为 $(D)_2$  和 $(D)_{16}$

解：  $(123.5)_{10} = (1111011.1)_2$

$(123.5)_{10} = (1111011.1)_2$   
 $= (0111\ 1011.1000)_2$   
 $= (7B.8)_{16}$

$0.5 \times 2 = 1.0 \dots\dots 1 = k_{-1}$

例题3：用8位二进制代码表示十进制数-55的原码、反码和补码。

解：  $(-55)$  原 =  $(10110111)$

$(-55)$  反 =  $(11001000)$

$(-55)$  补 =  $(11001001)$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 55} \dots\dots 1 (k_0) \\ 2 \overline{) 27} \dots\dots 1 (k_1) \\ 2 \overline{) 13} \dots\dots 1 (k_2) \\ 2 \overline{) 6} \dots\dots 0 (k_3) \\ 2 \overline{) 3} \dots\dots 1 (k_4) \\ 2 \overline{) 1} \dots\dots 1 (k_5) \\ \underline{\phantom{2}0} \end{array}$$

例题4: 已知 $Z = (AB'C + (AB')')' + A'CD'$ 。

约束条件是 $AB + CD = 0$ 。求 $Z'$

的最简与或表达式。

$$\begin{aligned} Z &= (AB'C + (AB')')' + A'CD' \\ &= (AB'C)' \cdot AB' + A'CD' \\ &= (A' + B + C') \cdot AB' + A'CD' \\ &= AB'C' + A'CD' \end{aligned}$$

用圈0法解, 见图1-1, 得

$$Z' = A'C' + AC$$

AB \ CD	00	01	11	10
00			*	1
01			*	1
11	*	*	*	*
10	1	1	*	

图1-1



例题5：用卡诺图化简以下逻辑函数，约束条件是  $AB' + AC' = 0$ , 用与非门实现逻辑电路。

$$F(A,B,C,D) = \sum m(0,1,2,3,4,7,15)$$

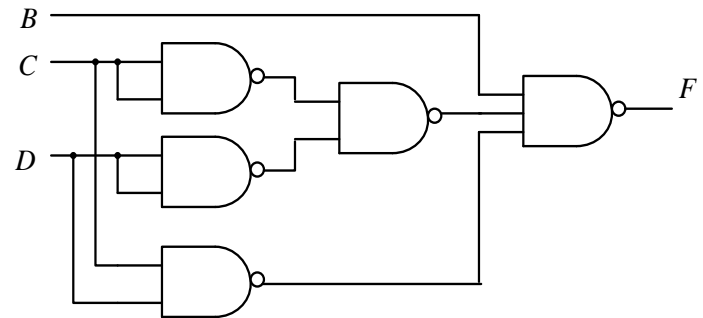
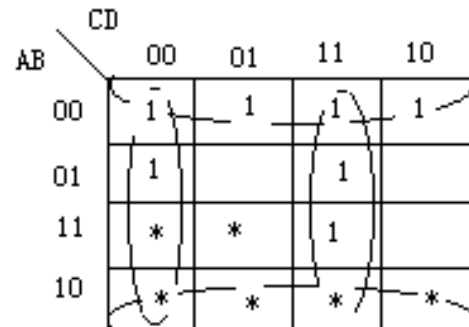
解：  $F = B' + C'D' + CD$

用与非门实现逻辑电路的表达式为

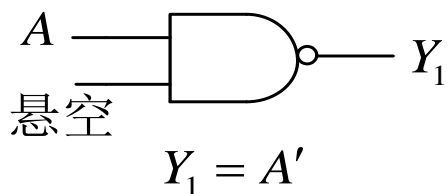
$$F = ((B' + C'D' + CD)')$$

$$= (B \cdot (C'D')' \cdot (CD)')$$

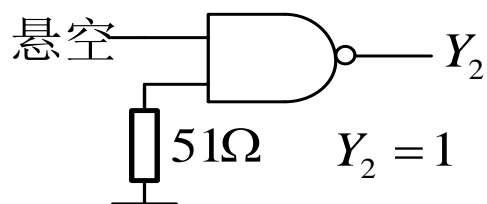
逻辑图



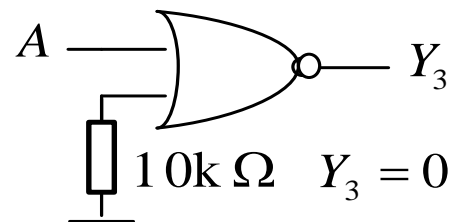
例题6：判定各图是TTL门还是CMOS门。



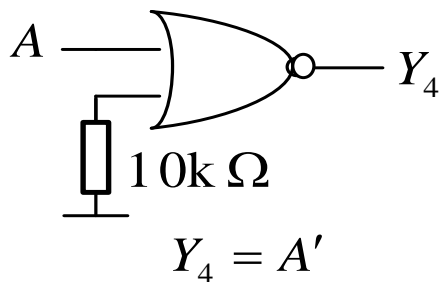
(a)



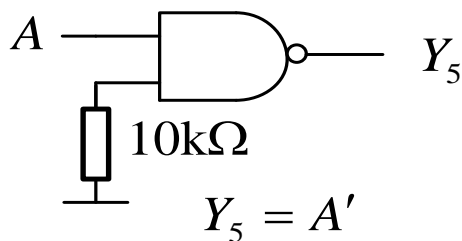
(b)



(c)



(d)



(e)

解：TTL门：图 (a)、(c)、(e)

CMOS门：图 (d)

例题7: 已知TTL与非门的参数为

$$V_{OH} \geq 3.2V, V_{OL} \leq 0.2V, I_{OL(\max)} = 16mA,$$

$$I_{OH(\max)} = 0.4mA, I_{IL} = -1mA, I_{IH} = 40\mu A, \text{ 试计算 } G_M \text{ 门可带同类门的个数。}$$

解: 当 $G_M$ 输出为低电平时, 有

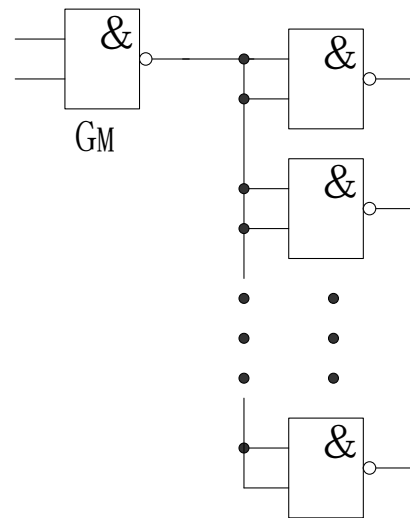
$$N_1 |I_{IL}| \leq I_{OL(\max)}$$

$$N_1 \leq \frac{I_{OL(\max)}}{|I_{IL}|} = \frac{16}{1} = 16$$

当 $G_1$ 输出为高电平时, 有  $N_2 I_{IH} \leq I_{OH(\max)}$

$$N_2 \leq \frac{I_{OH(\max)}}{2I_{IH}} = \frac{0.4}{2 \times 40 \times 10^{-3}} = 5$$

故取 $N=5$ , 即 $G_1$ 可带5个同类门。



## 例题8:

某电路的功能如表1。

- ①用与非门实现;
- ②用四选一数据选择器实现;
- ③用74LS138实现。(给出MSI的逻辑图)

解:

①

$$\begin{aligned} Y &= A'B'C + A'BC' + AB = A'B'C + B(A'C' + A) \\ &= A'B'C + B(C' + A) = A'B'C + BC' + AB \\ &= ((A'B'C + BC' + AB)')' = ((A'B'C)' \cdot (BC')' \cdot (AB)')' \end{aligned}$$

表1

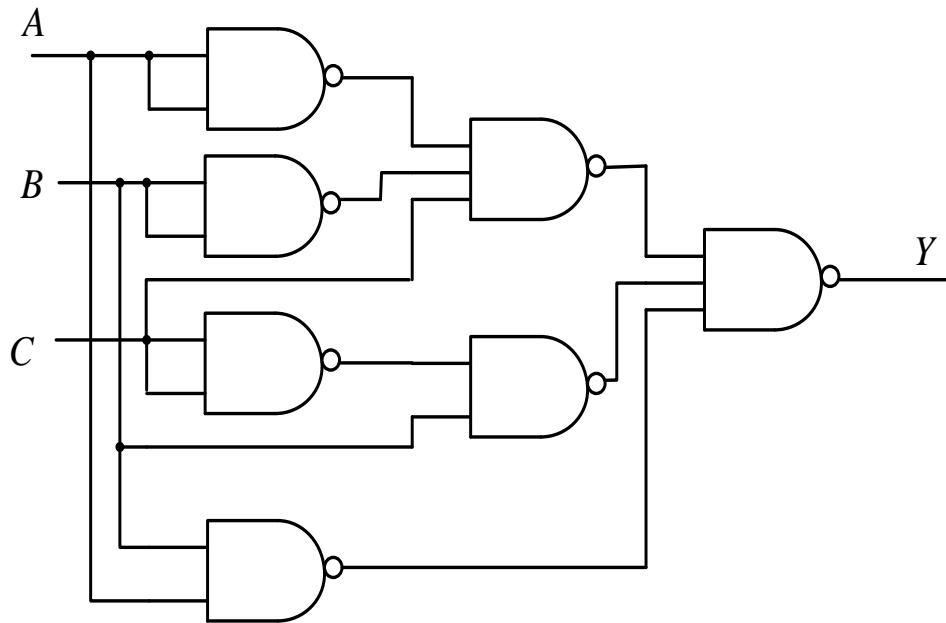
输入		输出
A	B	Y
0	0	C
0	1	C'
1	0	0
1	1	1

① 用与非门实现

$$Y = A'B'C + A'BC' + AB = A'B'C + B(A'C' + A)$$

$$= A'B'C + B(C' + A) = A'B'C + BC' + AB$$

$$= ((A'B'C + BC' + AB)')' = ((A'B'C)' \cdot (BC')' \cdot (AB)')'$$



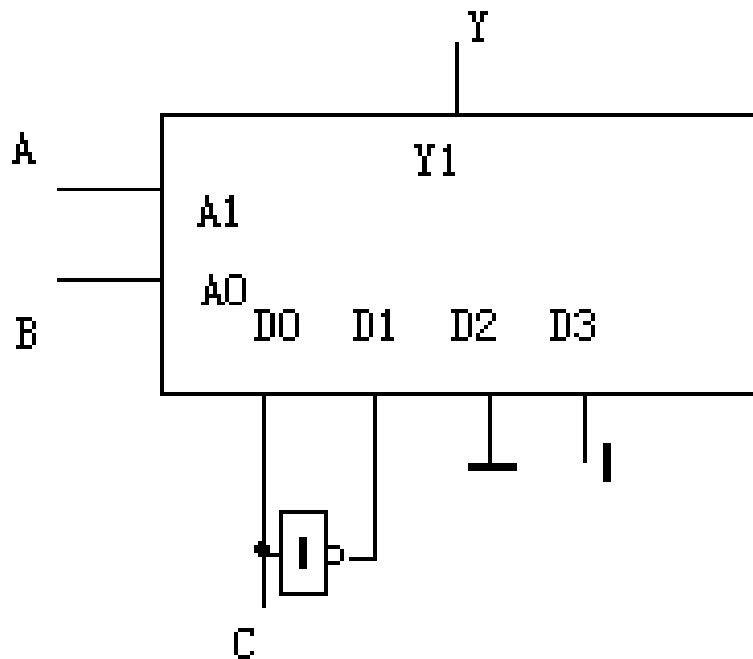
②用四选一数据选择器实现

$$Y = A'B'C + A'BC' + AB$$

$$Y = A'B' \cdot D_0 + A'B \cdot D_1 + AB' \cdot D_2 + AB \cdot D_3$$

$$= A'B'C + A'BC' + AB' \cdot 0 + AB \cdot 1$$

设 $A_1=A$ 、 $A_0=B$



③用74LS138实现。

$$Y = A'B'C + A'BC' + AB$$

$$Y = A'B'C + A'BC' + AB$$

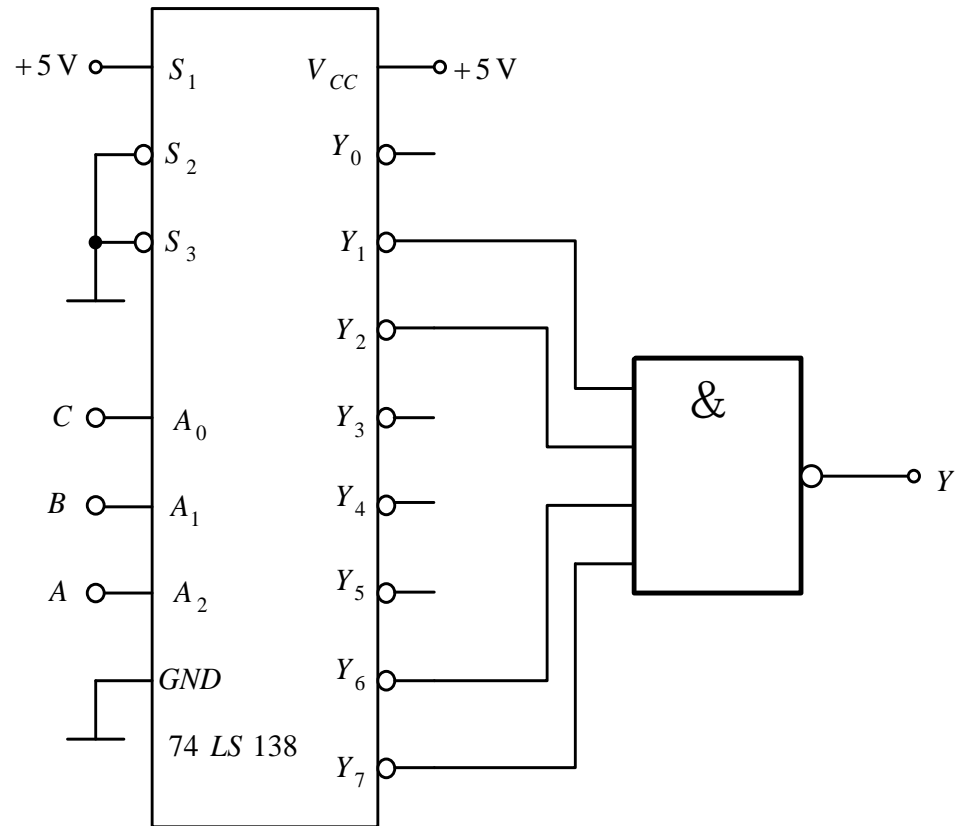
$$= A'B'C + A'BC' + ABC' + ABC$$

$$= 001 + 010 + 110 + 111$$

$$= m_1 + m_2 + m_6 + m_7$$

$$= (m_1' m_2' m_6' m_7')'$$

$$= (Y_1 Y_2 Y_6 Y_7)'$$



**例题10:** 用Y、R两灯指示水面的高度，如图所示，试设计控制电路。要求用PROM实现该电路，画出点阵图。

解：

设1为水面上、灯亮，

0为水面下、灯不亮，

列真值表如表2。

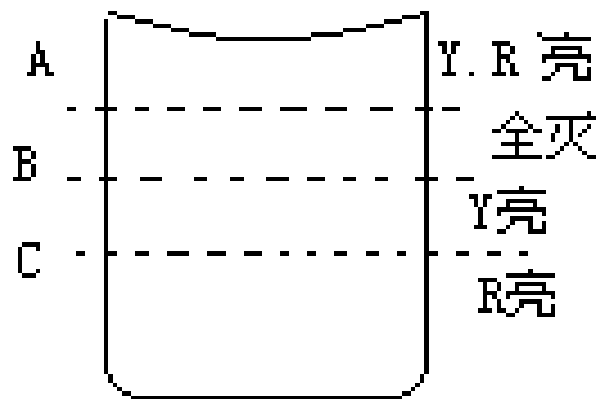


表 2

A	B	C	Y	R
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	×	×
0	1	1	0	0
1	0	0	×	×
1	0	1	×	×
1	1	0	×	×
1	1	1	1	1



表 2

A	B	C	Y	R
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	X	X
0	1	1	0	0
1	0	0	X	X
1	0	1	X	X
1	1	0	X	X
1	1	1	1	1

由表得逻辑式为

$$Y = A'B'C + ABC = m_1 + m_7$$

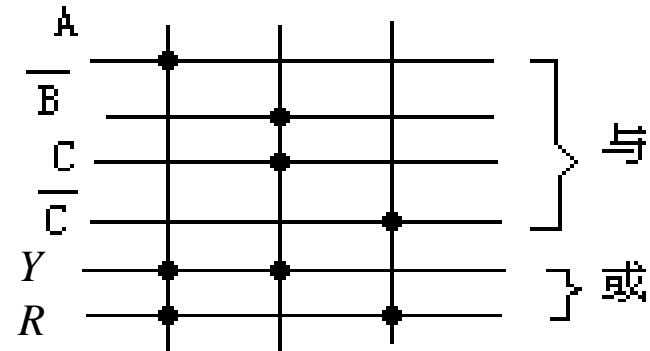
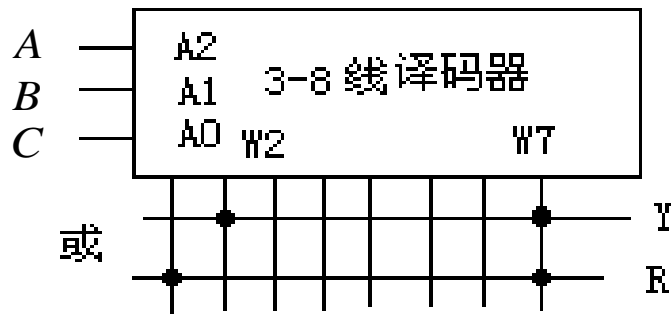
$$R = A'B'C' + ABC = m_0 + m_7$$

可用PROM实现

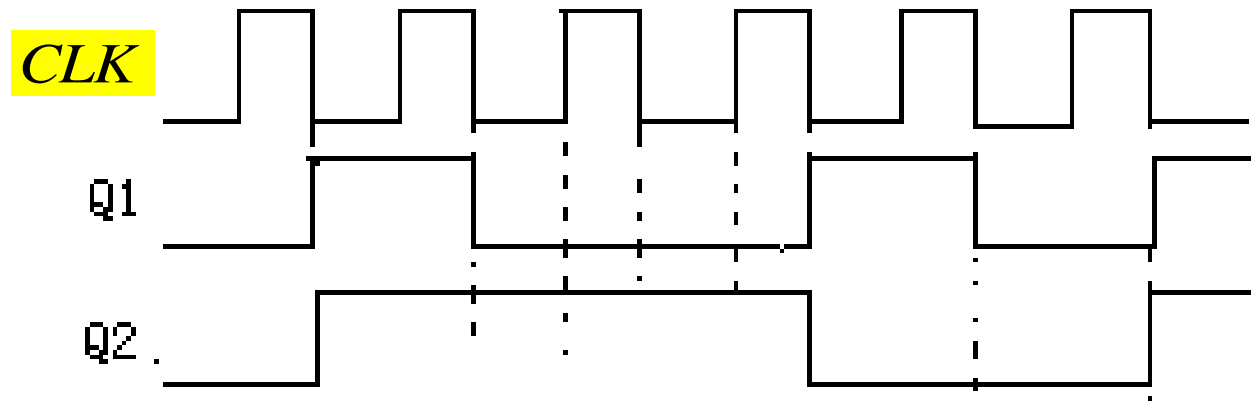
$$Y = A + B'C$$

用卡诺图化简得

$$R = A + C'$$



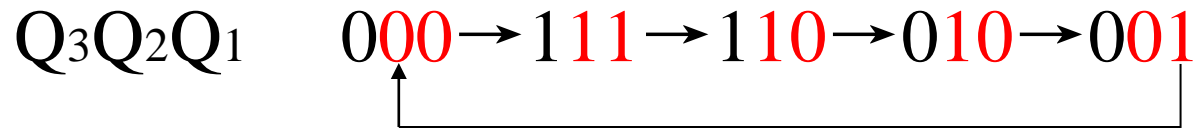
**例题11：**用负边沿JK触发器设计出如图所示脉冲序列的同步时序电路。



**解：**  $00 \rightarrow 11 \rightarrow 10 \rightarrow 10 \rightarrow 01 \rightarrow 00$  有5个状态，  
需要3个JK触发器。

该题有多解，解一：状态图为

$$Q^* = JQ' + K'Q$$



		Q <sub>2</sub> Q <sub>1</sub> 00	01	11	10
Q <sub>3</sub>	0	111	000	×	001
	1	×	×	110	010

次态卡诺图

$$J_3 = Q'_2 Q'_1, K_3 = Q'_1$$

$$J_2 = Q'_1, K_2 = Q'_3$$

$$J_1 = Q'_3, K_1 = 1$$

		Q <sub>2</sub> Q <sub>1</sub> 00	01	11	10
Q <sub>3</sub>	0	1		×	
	1	×	×	1	

Q<sub>3</sub>\*

		Q <sub>2</sub> Q <sub>1</sub> 00	01	11	10
Q <sub>3</sub>	0	1		×	
	1	×	×	1	1

Q<sub>2</sub>\*

		Q <sub>2</sub> Q <sub>1</sub> 00	01	11	10
Q <sub>3</sub>	0	1		×	1
	1	×	×		

Q<sub>1</sub>\*

$$Q_3^* = Q'_3 Q'_2 Q'_1 + Q_3 Q_1 = J_3 Q'_3 + K'_3 Q_3 \quad Q_1^* = Q'_3 Q'_1 = J_1 Q'_1 + K'_1 Q_1$$

$$Q_2^* = Q'_2 Q'_1 + Q_3 Q_2 = J_2 Q'_2 + K'_2 Q_2$$

$$J_3 = Q_2'Q_1', K_3 = Q_1'$$

$$J_2 = Q_1', K_2 = Q_3'$$

$$J_1 = Q_3', K_1 = 1$$

