

第六章 时序逻辑电路

时序逻辑电路

6.1

概述

6.2

时序逻辑电路的分析

6.4

时序逻辑电路的设计

6.3

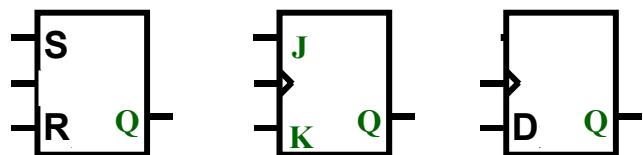
常用时序逻辑电路

•寄存器

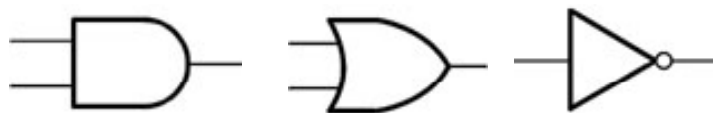
•移位寄存器

•计数器

•序列信号发生器



触发器



与门, 或门, 非门

第六章 时序逻辑电路

6.1 概述

6.2 时序逻辑电路的分析

6.4 时序逻辑电路的设计

6.3 常用时序逻辑电路

- 寄存器 (74HC175)

- 移位寄存器 (74LS194A)

- 计数器

- 序列信号发生器

应用1: 构成多种移位寄存器

应用2: 构成计数器

6.3. 常用时序电路简介

● 寄存器

由多位触发器构成，用来寄存多位二进制信息，
各触发器由统一的时钟控

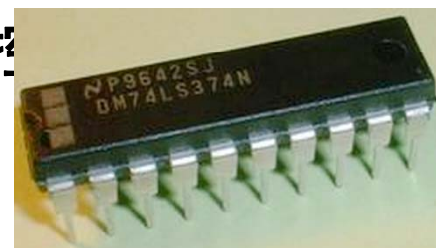


表 5.2.1 74LS374 的功能表

\overline{OC}	CLK	D	Q
0	\uparrow	0	0
0	\uparrow	1	1
0	0	x	Q^n
1	x	x	高阻

寄存器

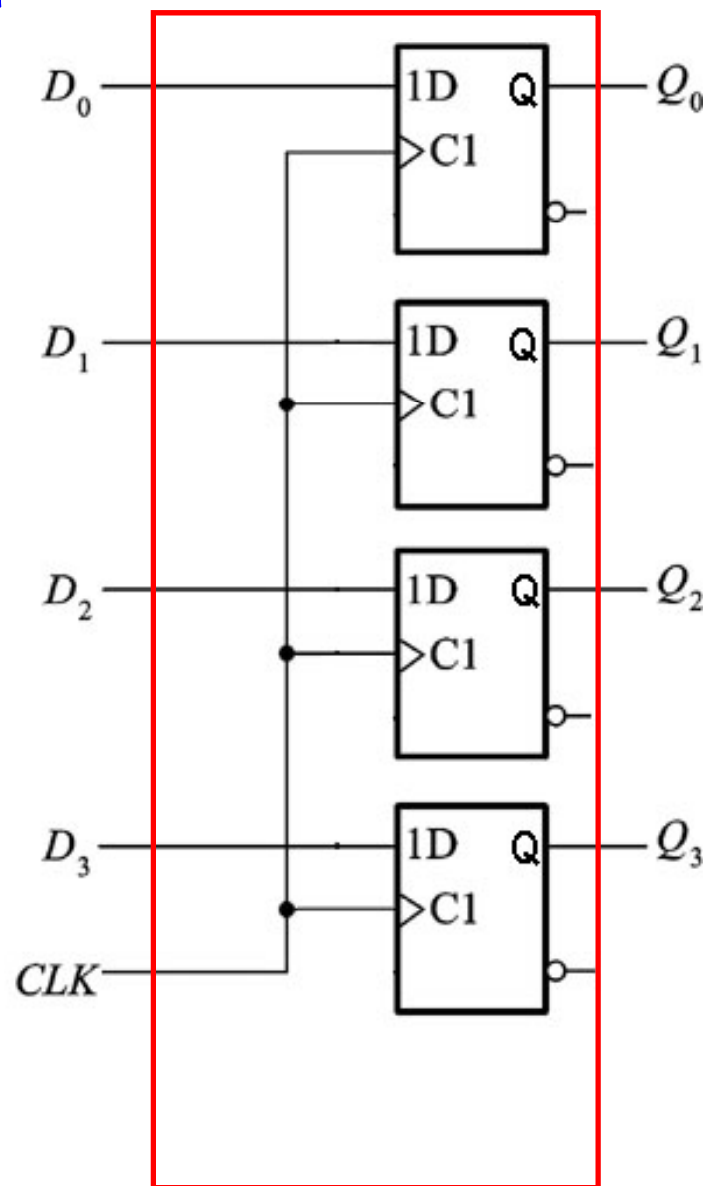
表 5.2.2 74LS373 的功能表

\overline{OC}	CLK	D	Q
0	1	0	0
0	1	1	1
0	0	\times	Q^n
1	\times	\times	高阻

锁存器

6.3.1 寄存器

4位寄存器



4位寄存器74HC175

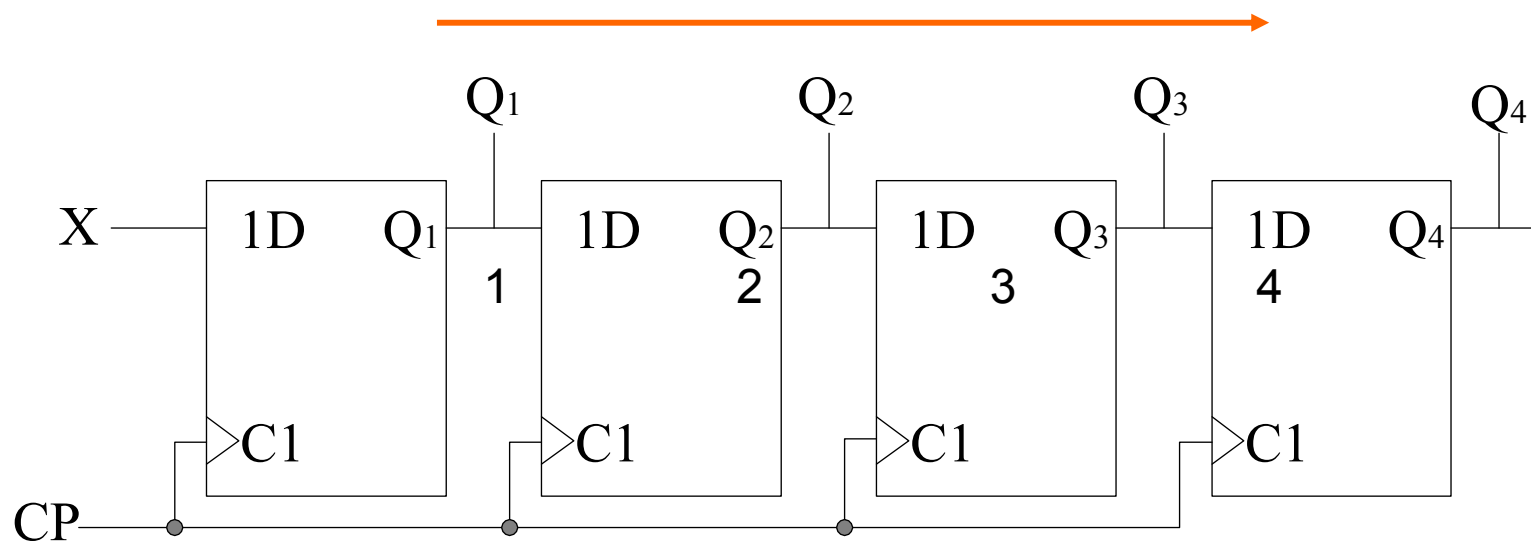
CLK 上升沿时,
D0~D3被存入
有异步置0功能

存储

6.3 常用时序电路简介

- 移位寄存器

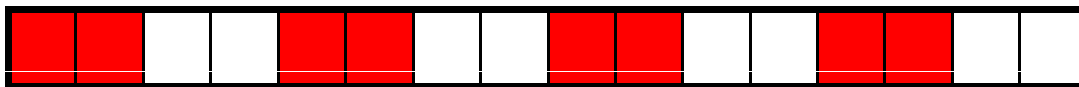
由触发器构成的另一类常用时序电路。移位寄存器具有移位和寄存两重功能。



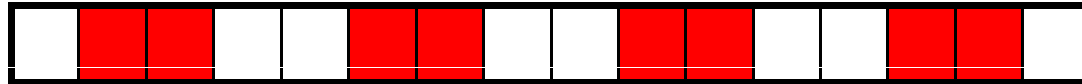
四位右移寄存器

6.3.2 移位寄存器

移位寄存器有什么用处？



移位寄存器有什么用处？



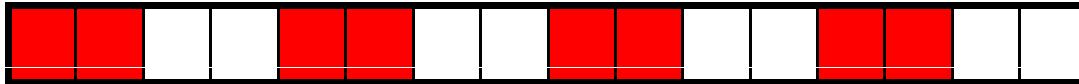
移位寄存器有什么用处?



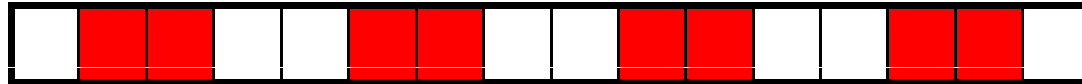
移位寄存器有什么用处？

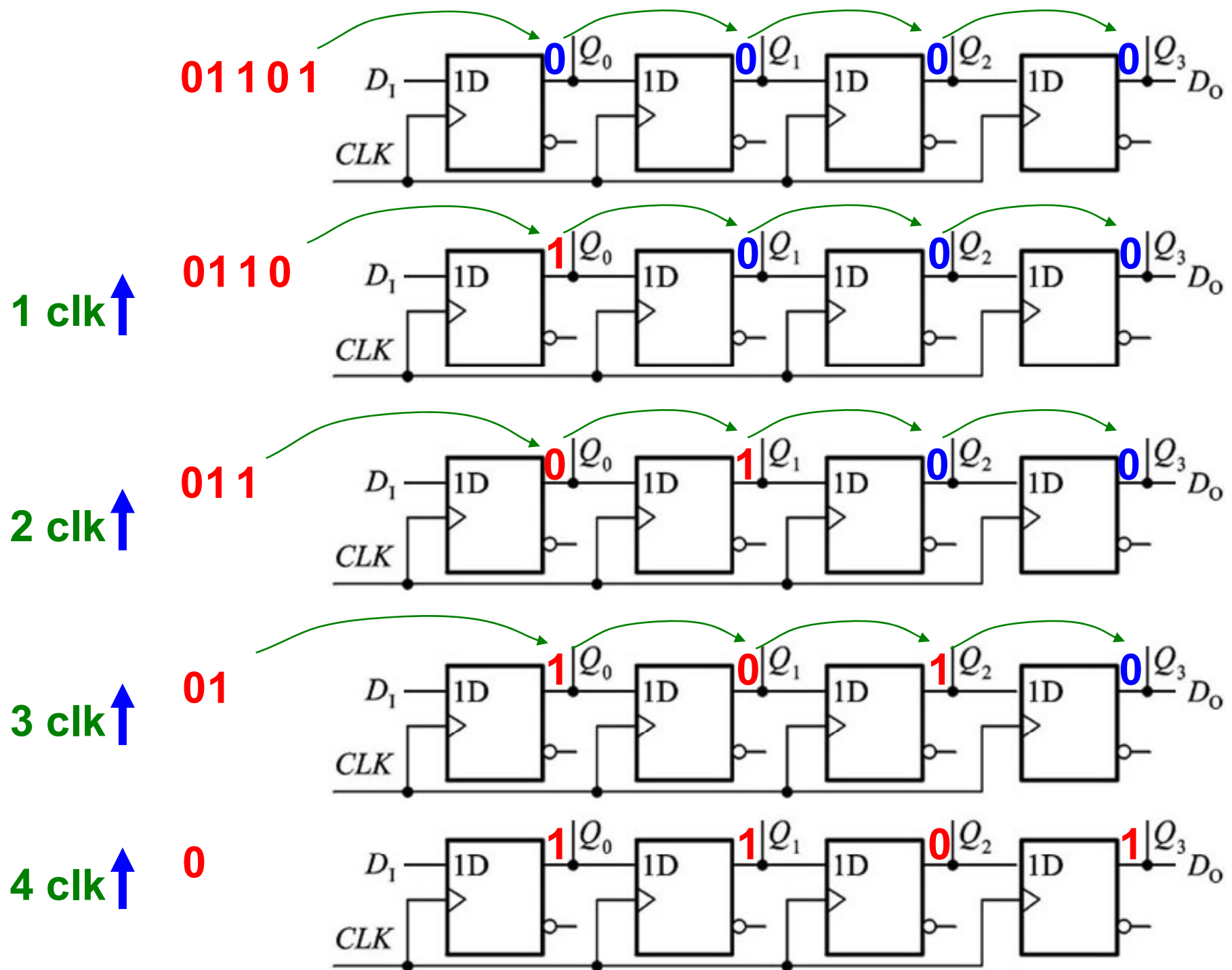


移位寄存器有什么用处？

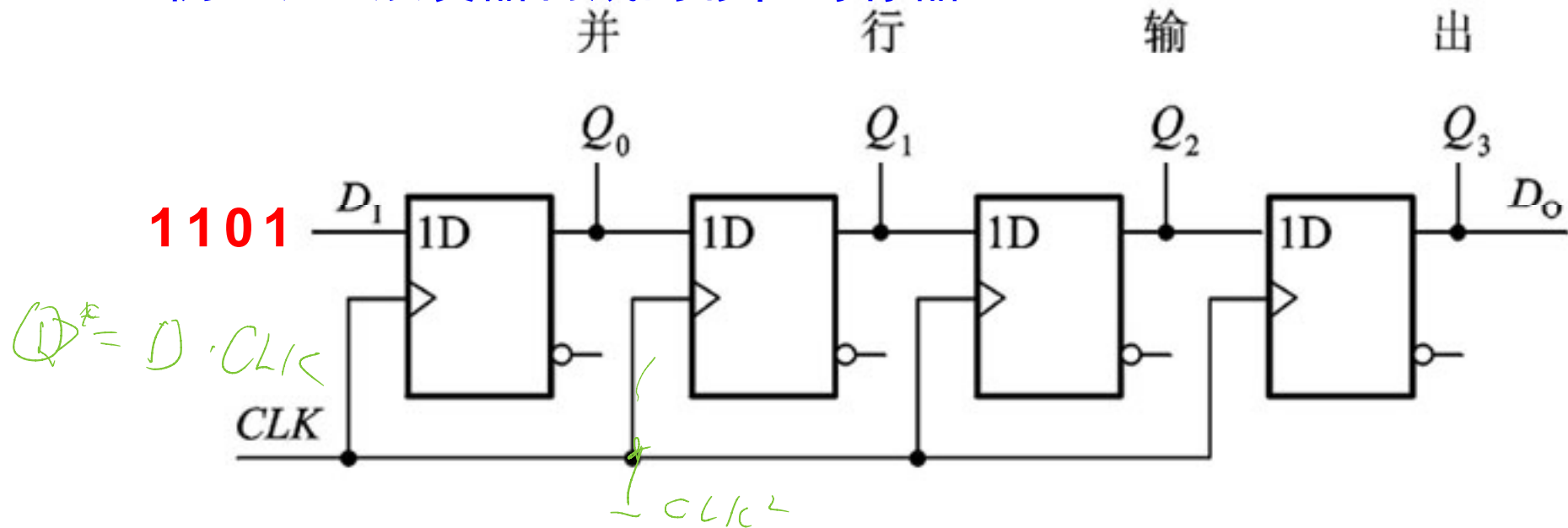


移位寄存器有什么用处？





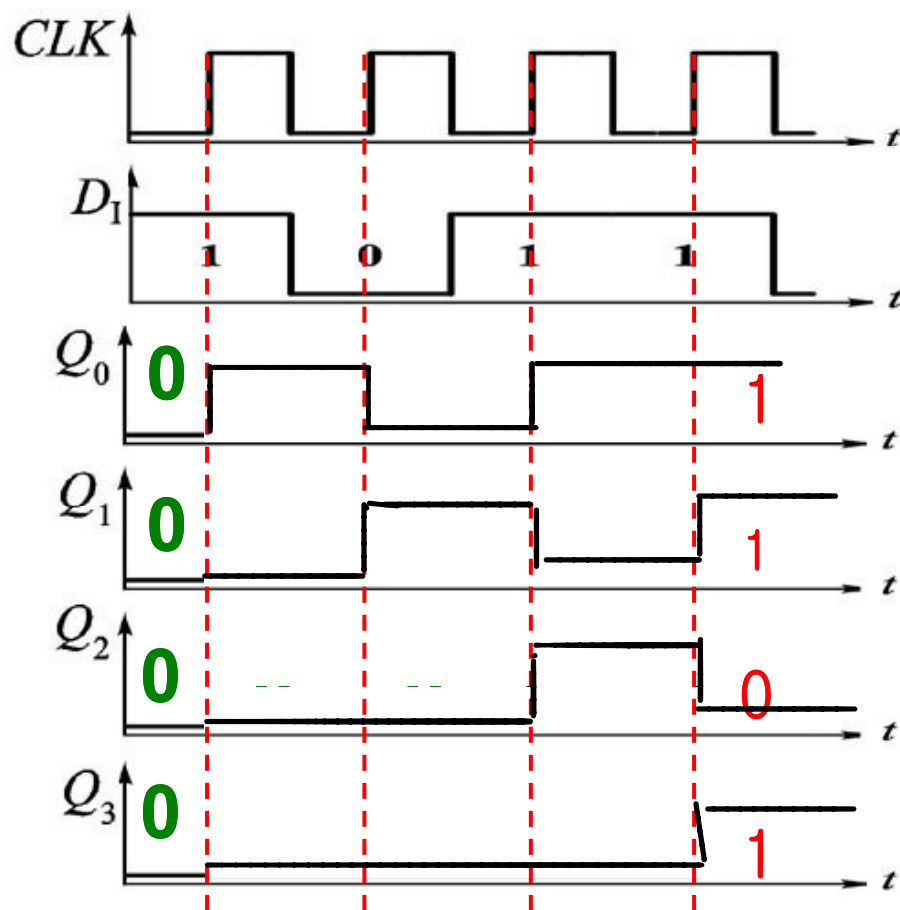
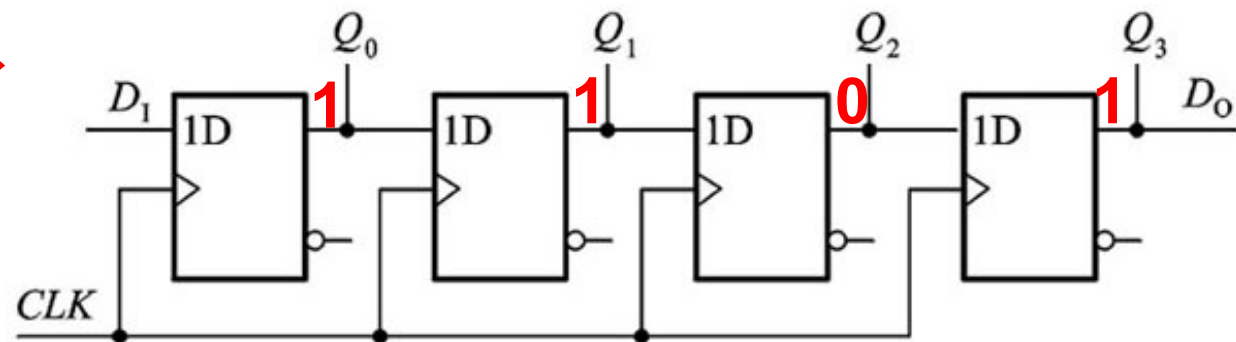
例1. 用D触发器构成的移位寄存器



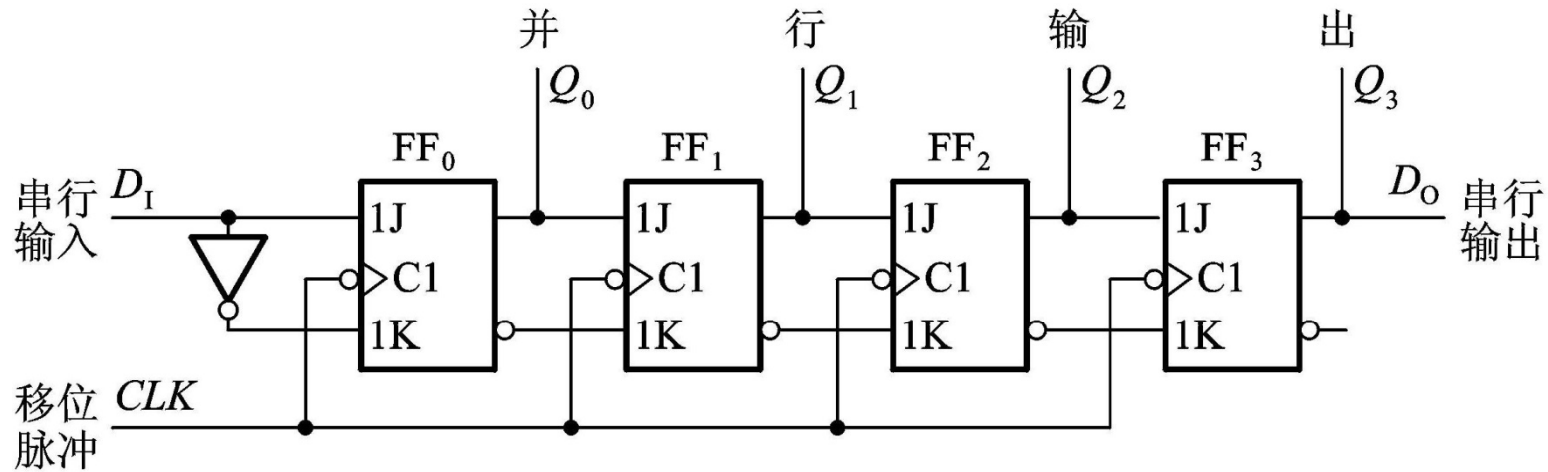
CLK	D_1	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3
0	1	0	0	0	0
1 ↑	0	1	0	0	0
2 ↑	1	0	1	0	0
3 ↑	1	1	0	1	0
4 ↑	x	1	1	0	1

练习1

→
1 1 0 1



例2. 用JK触发器构成的移位寄存器

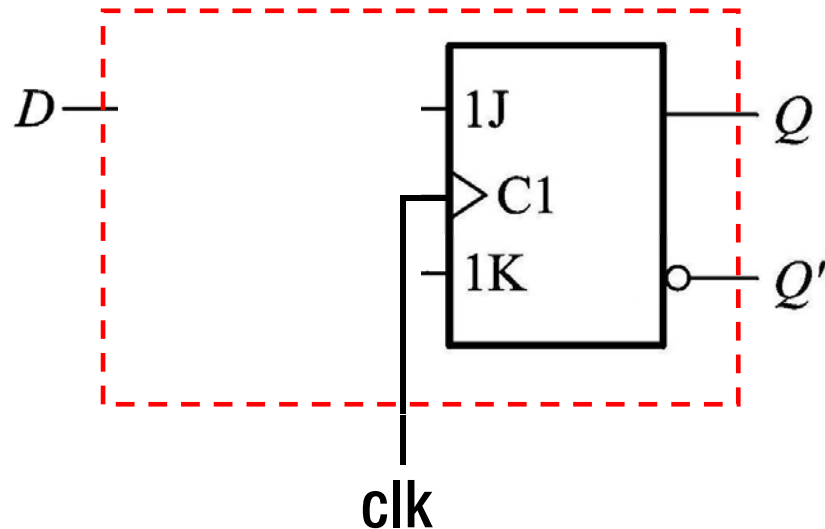


DFF: $Q^* = D$

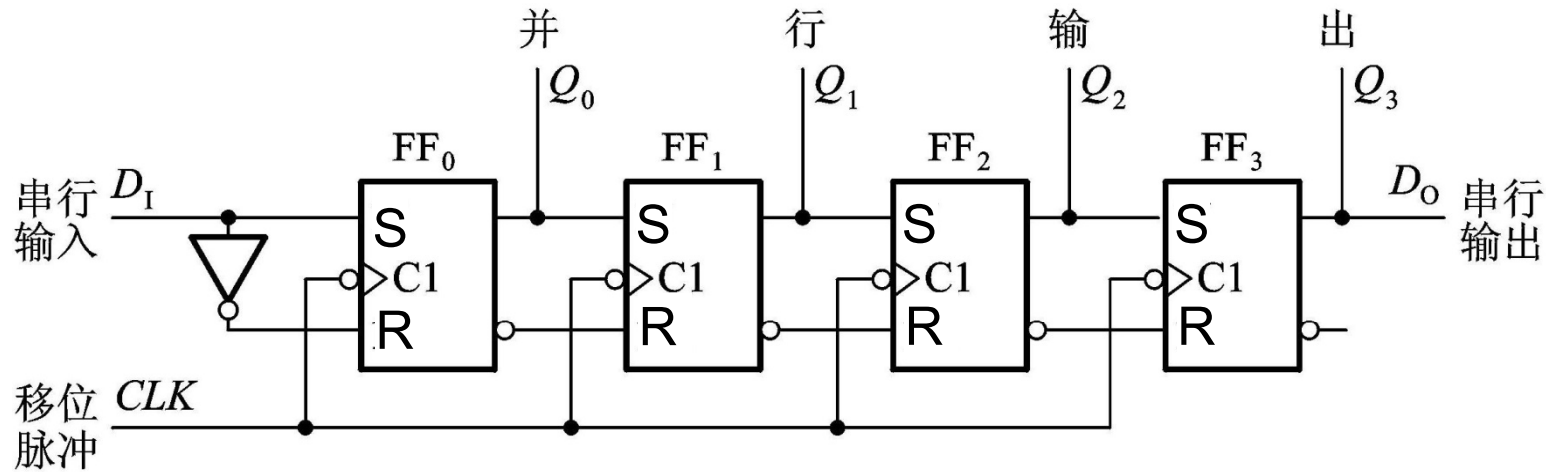
$$= D(Q' + Q)$$

$$= \cancel{D}Q' + \cancel{D}Q$$

JKFF: $Q^* = \cancel{J}Q' + \cancel{K'}Q$



例3. 用SR触发器构成的移位寄存器



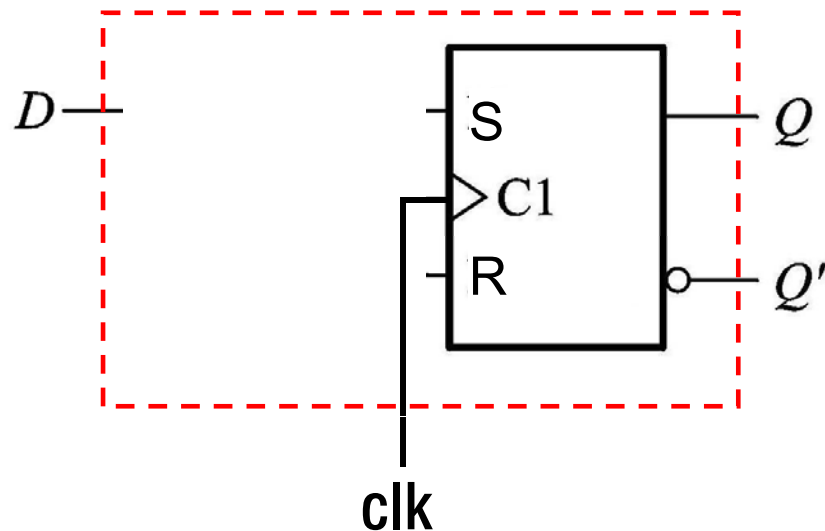
DFF: $Q^* = D$

$$= D(Q' + Q)$$

$$= \textcircled{D}Q' + \textcircled{D}Q$$

SRFF: $Q^* = S + R'Q$

$$= \textcircled{S}Q' + \textcircled{R'}Q$$



第六章 时序逻辑电路

6.1 概述

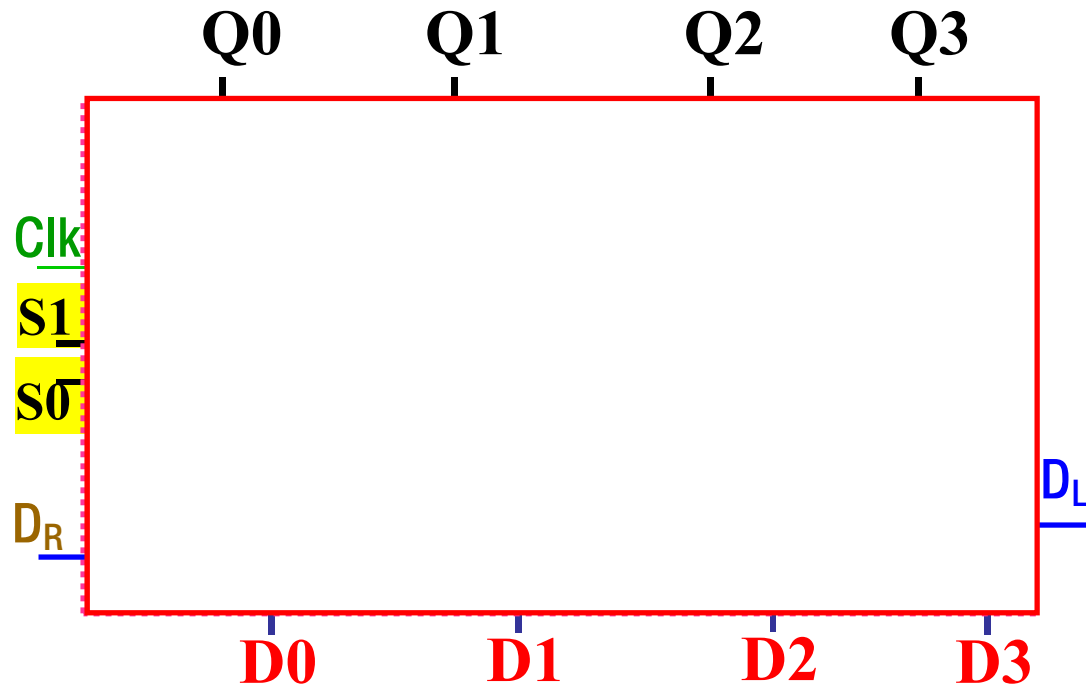
6.2 时序逻辑电路的分析

6.3 时序逻辑电路的设计

6.4 常用时序逻辑电路

- 计数器
- 寄存器 (74HC175)
- 移位寄存器 (74LS194A)
- 序列信号发生器

例4 分析下面逻辑电路的功能



3)功能分析

4比特可控双向移位寄存器

s_1s_0 为控制信号

$s_1s_0 = 00$ 时, $Q_3 \sim Q_0$ 保持原值

$s_1s_0 = 01$ 时, 右移, D_R 串行输入

$s_1s_0 = 10$ 时, 左移, D_L 串行输入

$s_1s_0 = 11$ 时, 置数

1)驱动方程

0 0 0 1 1 0 1 1

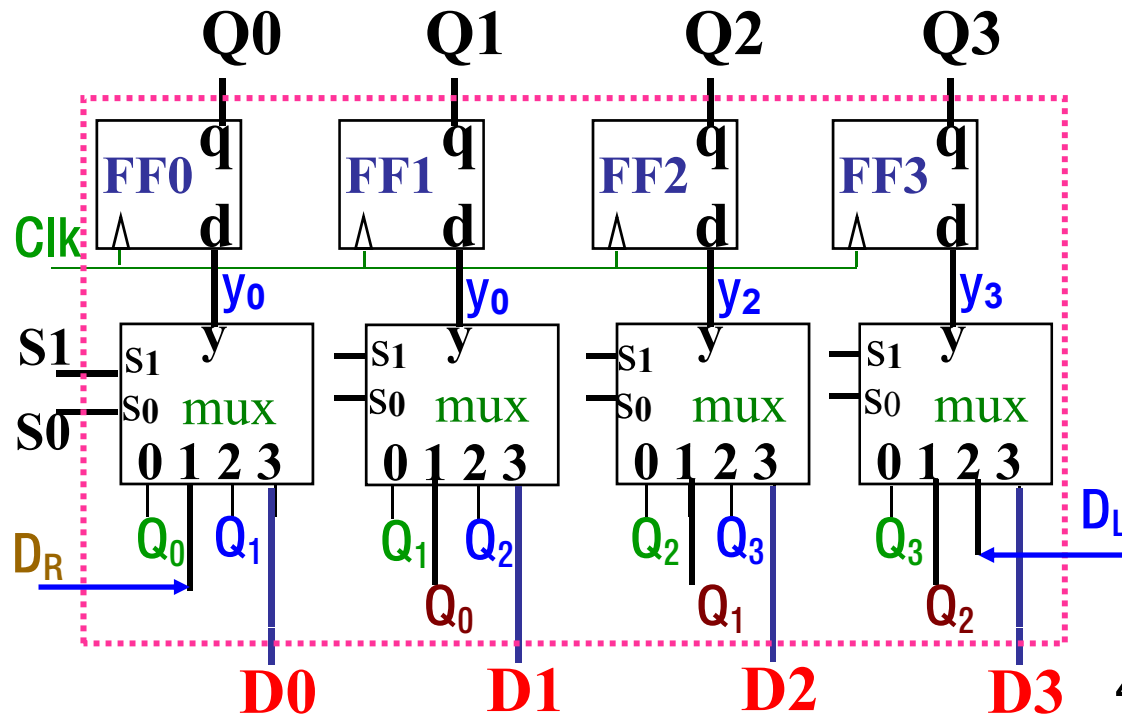
$y_0 =$

$y_1 =$ - - - - -

$y_2 =$

$y_3 =$

例4 分析下面逻辑电路的功能



1) 驱动方程

$$\begin{aligned}
 y_0 &= s_1' s_0' Q_0 + s_1' s_0 D_R + s_1 s_0' Q_1 + s_1 s_0 D_0 \\
 y_1 &= s_1' s_0' Q_1 + s_1' s_0 Q_0 + s_1 s_0' Q_2 + s_1 s_0 D_1 \\
 y_2 &= s_1' s_0' Q_2 + s_1' s_0 Q_1 + s_1 s_0' Q_3 + s_1 s_0 D_2 \\
 y_3 &= s_1' s_0' Q_3 + s_1' s_0 Q_2 + s_1 s_0' D_L + s_1 s_0 D_3
 \end{aligned}$$

2) 状态转换表

S1	S0	Q_0^*	Q_1^*	Q_2^*	Q_3^*	
0	0	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	保持
0	1	$\rightarrow D_R$	Q_0	Q_1	Q_2	右移
1	0	Q_1	Q_2	Q_3	$D_L \leftarrow$	左移
1	1	D_0	D_1	D_2	D_3	置数

3) 功能分析

4比特可控双向移位寄存器

s1s0 为控制信号

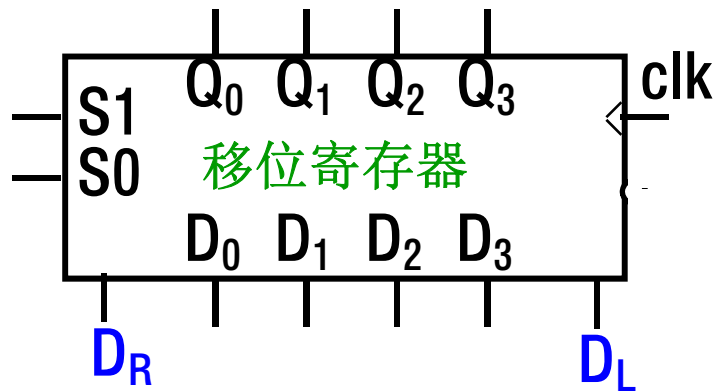
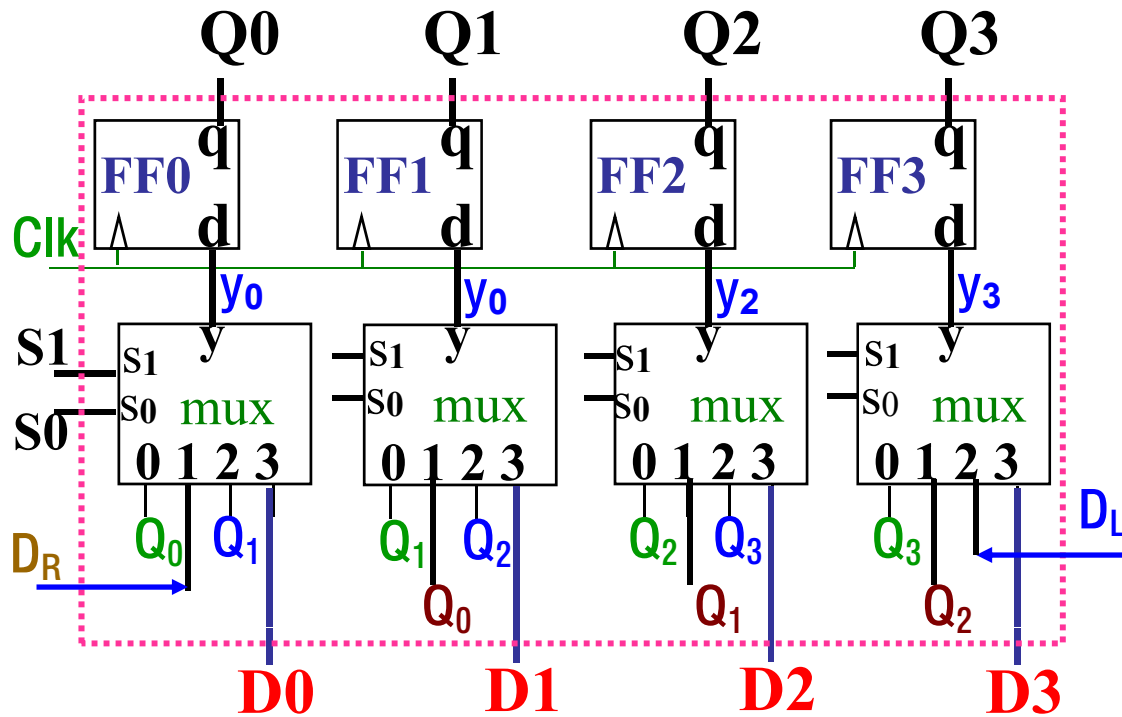
s1s0 = 00时, $Q_3 \sim Q_0$ 保持原值

s1s0 = 01时, 右移, D_R 串行输入

s1s0 = 10时, 左移, D_L 串行输入

s1s0 = 11时, 置数

例4 分析下面逻辑电路的功能



2)状态转换表

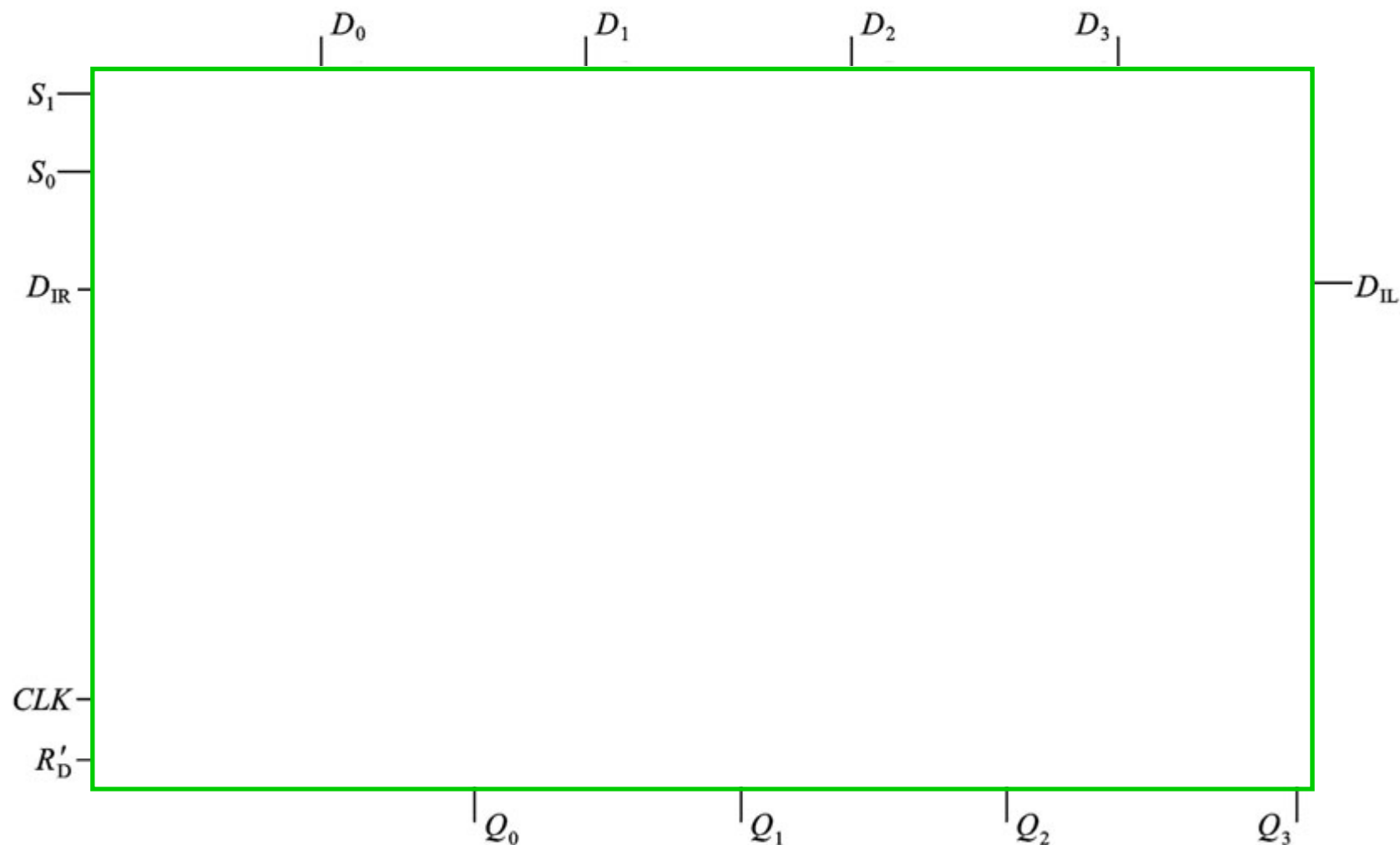
S1	S0	Q_0^*	Q_1^*	Q_2^*	Q_3^*	
0	0	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	保持
0	1	$\rightarrow D_R$	Q_0	Q_1	Q_2	右移
1	0	Q_1	Q_2	Q_3	$D_L \leftarrow$	左移
1	1	D_0	D_1	D_2	D_3	置数

4比特可控双向移位寄存器

集成移位寄存器74LS194A

6.3.3 集成移位寄存器74LS194A

74LS194A是4位通用移存器，具有左/右移,并行输入,保持,异步置零等功能。

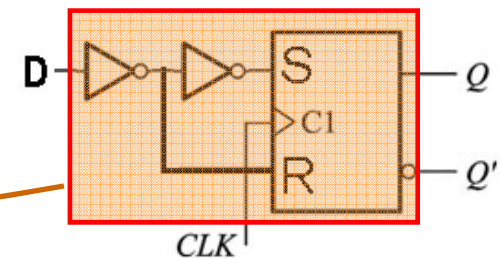
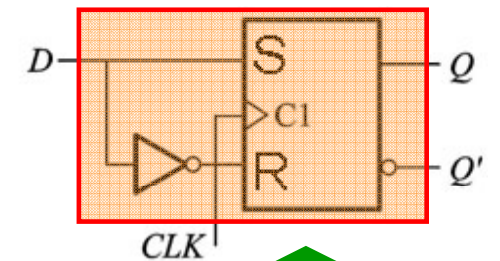
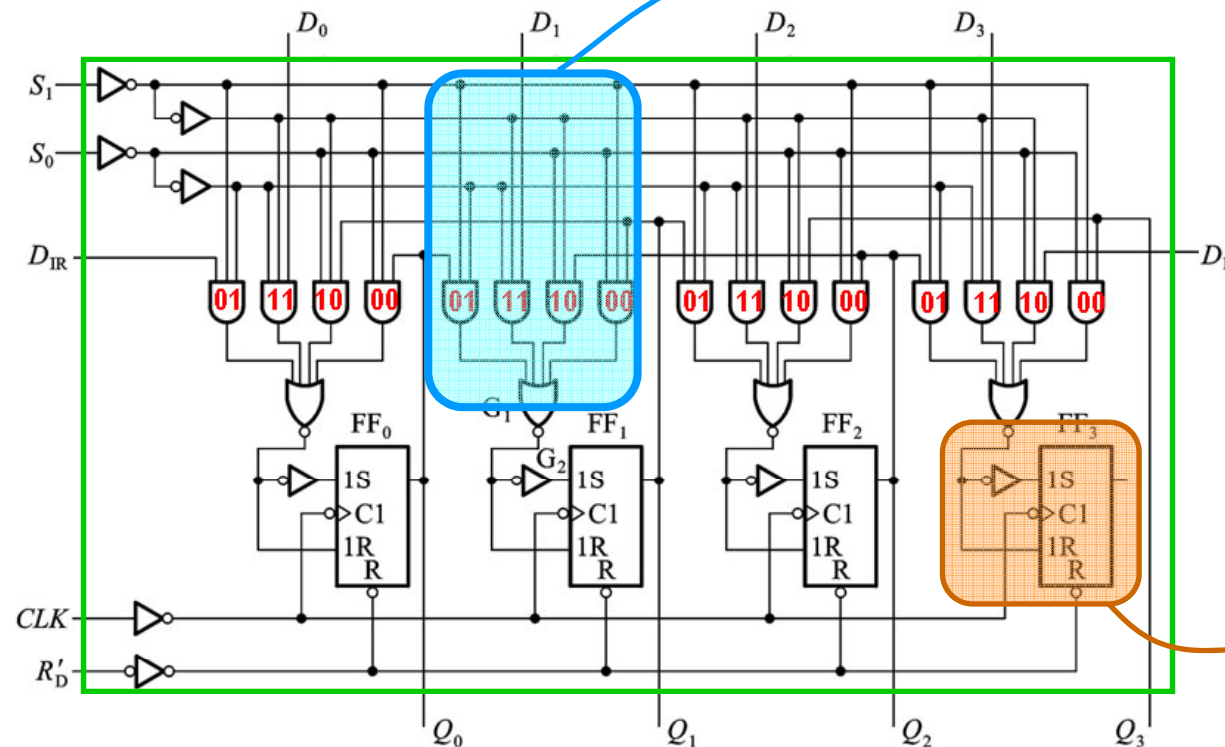
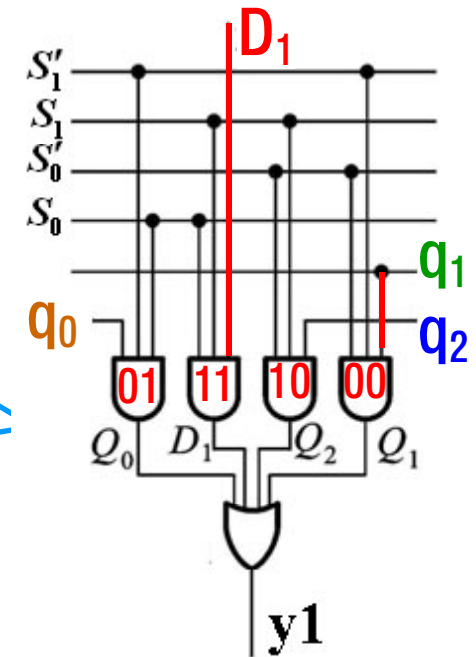


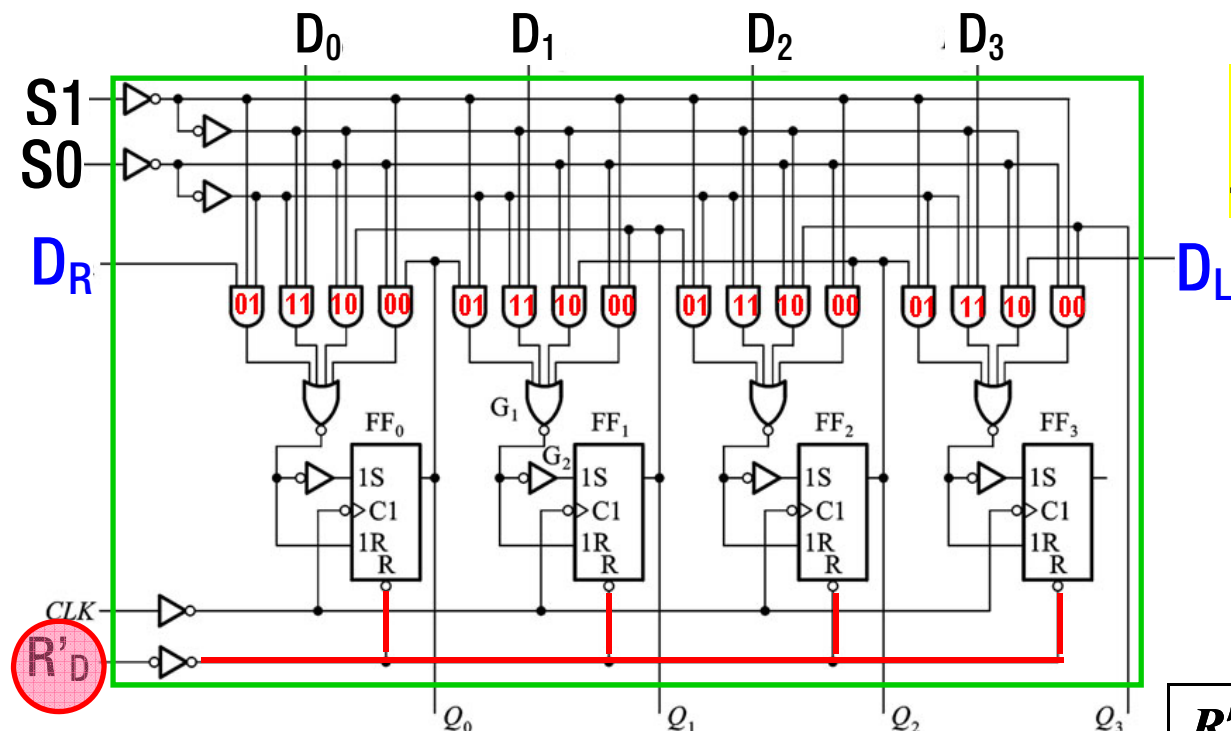
$$y_0 = \overset{0}{s_1}' \overset{0}{s_0}' q_0 + \overset{0}{s_1}' \overset{1}{s_0} D_R + \overset{1}{s_1} \overset{0}{s_0}' q_1 + \overset{1}{s_1} \overset{1}{s_0} D_0$$

$$y_1 = s_1' s_0' q_1 + s_1' s_0 q_0 + s_1 s_0' q_2 + s_1 s_0 D_1$$

$$y_2 = s_1' s_0' q_2 + s_1' s_0 q_1 + s_1 s_0' q_3 + s_1 s_0 D_2$$

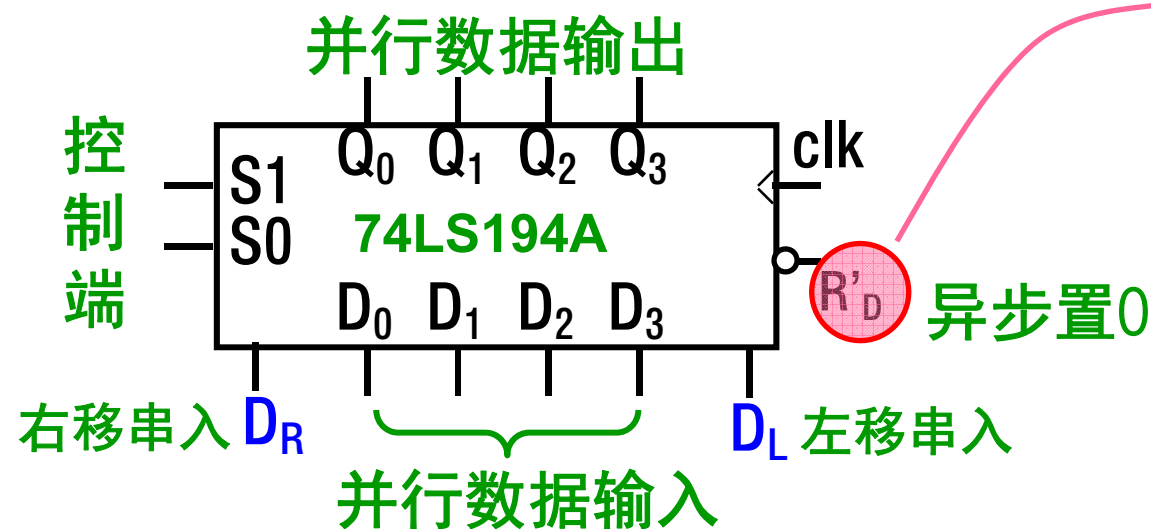
$$y_3 = s_1' s_0' q_3 + s_1' s_0 q_2 + s_1 s_0' D_L + s_1 s_0 D_3$$





74LS194A
4位双向移位寄存器

R'_D	clk	S_1	S_0	Q0~Q3
0	X	X	X	0000
1	↑	0	0	保持
1	↑	0	1	右移
1	↑	1	0	左移
1	↑	1	1	并行输入



第六章 时序逻辑电路

6.1 概述

6.2 时序逻辑电路的分析

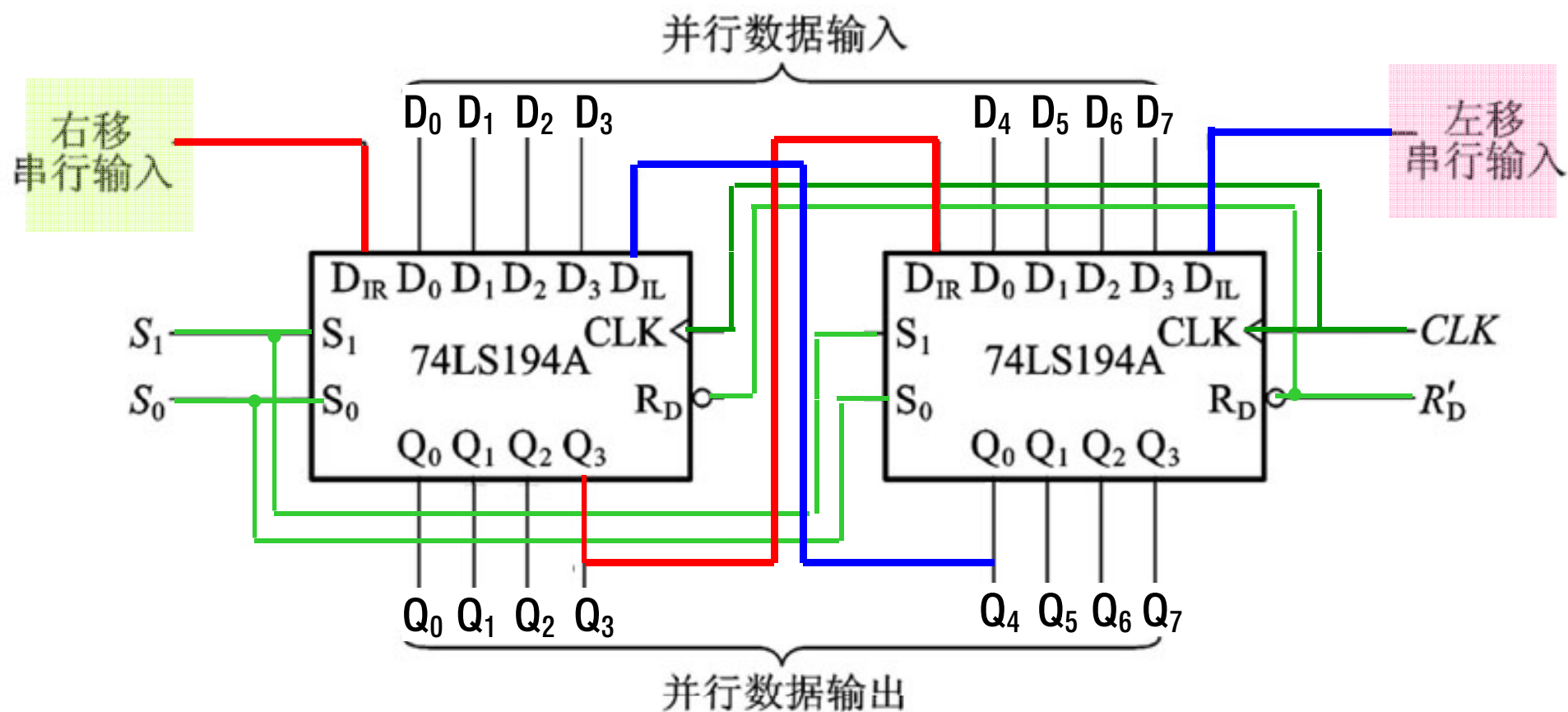
6.4 时序逻辑电路的设计

6.3 常用时序逻辑电路

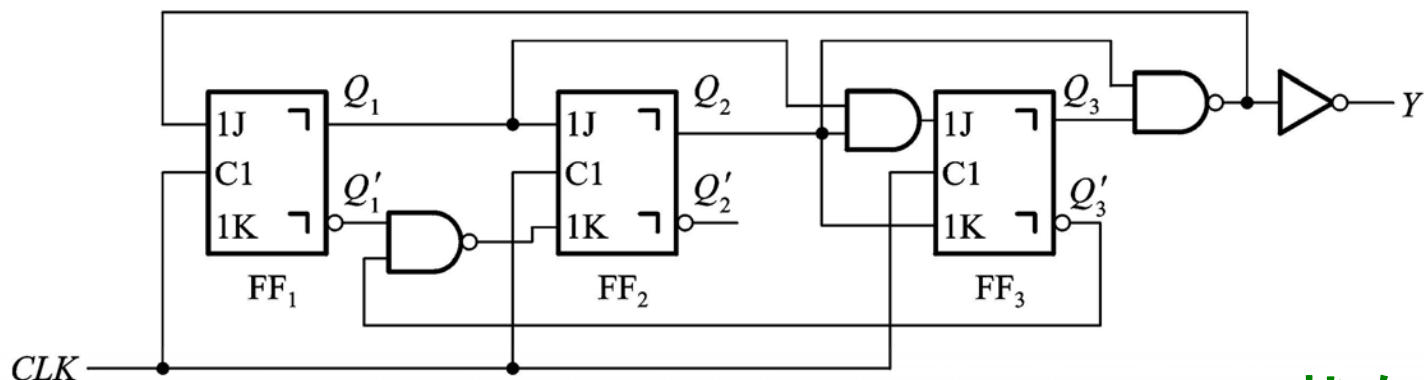
- 寄存器 (74HC175)
 - 移位寄存器 (74LS194A)
 - 计数器
 - 序列信号发生器
- 应用1: 构成多种移位寄存器
- 应用2: 构成计数器

扩展应用（四位扩展到八位）

例5：用两片74LS194A接成8位双向移位寄存器



回顾：计数器分析



1) 驱动方程:

$$\begin{cases} J_1 = (Q_2 Q_3)', & K_1 = 1 \\ J_2 = Q_1, & K_2 = (Q_1' Q_3)' \\ J_3 = Q_1 Q_2, & K_3 = Q_2 \end{cases}$$

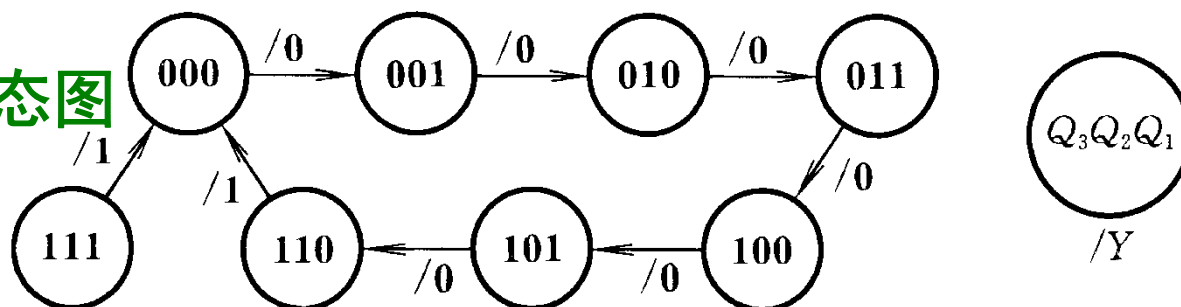
2.状态方程

$$\begin{cases} Q_3^* = Q_1 Q_2 Q_3' + Q_2' Q_3 \\ Q_2^* = Q_1 Q_2' + Q_1' Q_2 Q_3' \\ Q_1^* = (Q_2 Q_3)' \cdot Q_1' \end{cases}$$

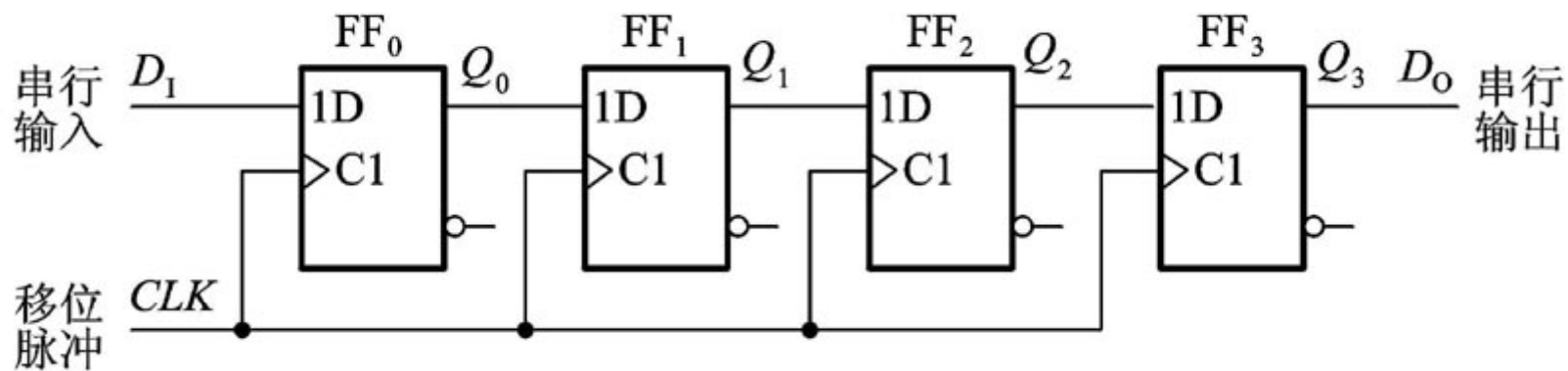
3.状态转换表

Q_3	Q_2	Q_1	Q_3^*	Q_2^*	Q_1^*	Y
0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1

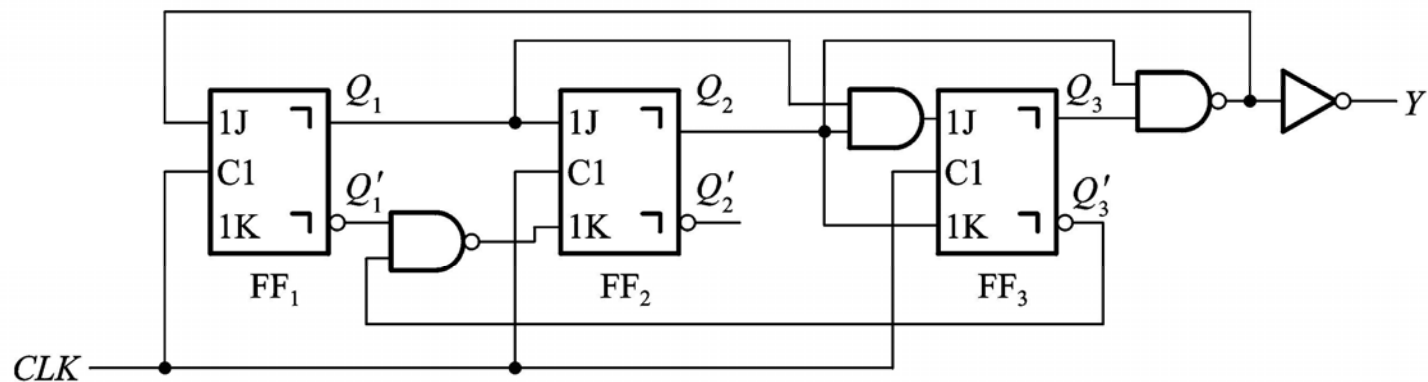
4.状态图



回顾：移位寄存器

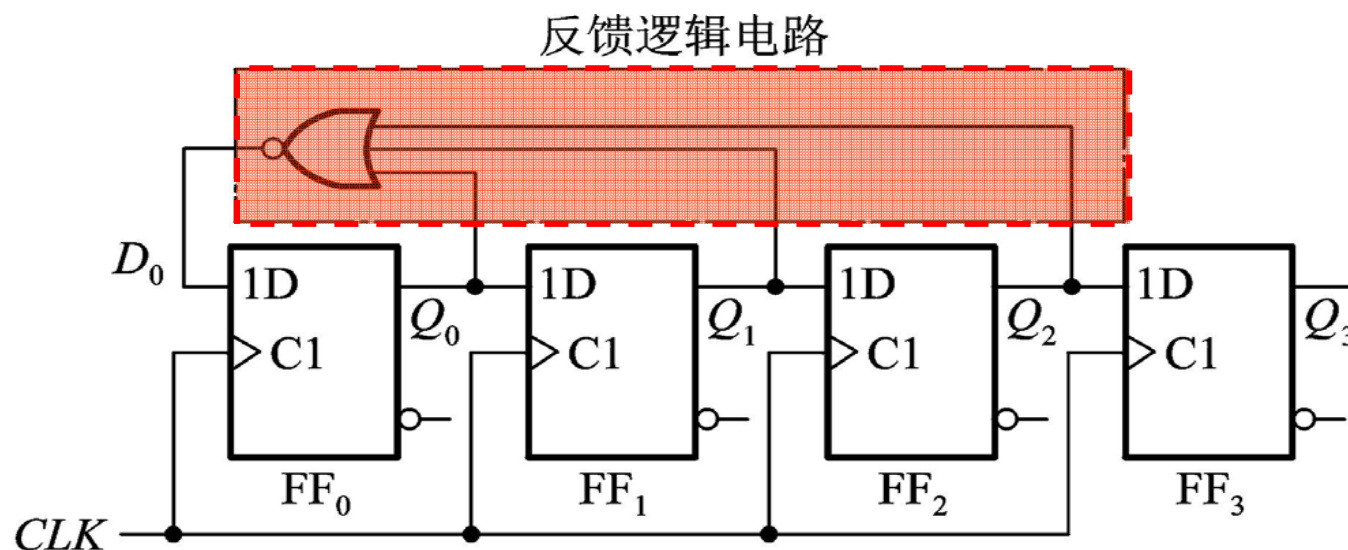


比较：计数器



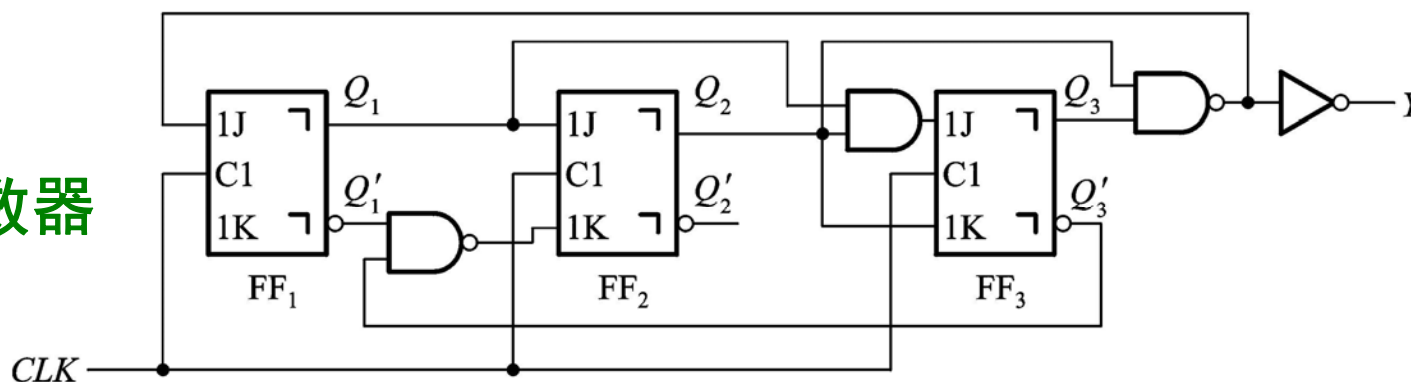
FF输入端复杂，需巧妙设计

6.3.4 移位型同步计数器



移位寄存器+反馈电路构成计数器，FF输入端简单，只需设计D0

比较：计数器



FF输入端复杂，需巧妙设计

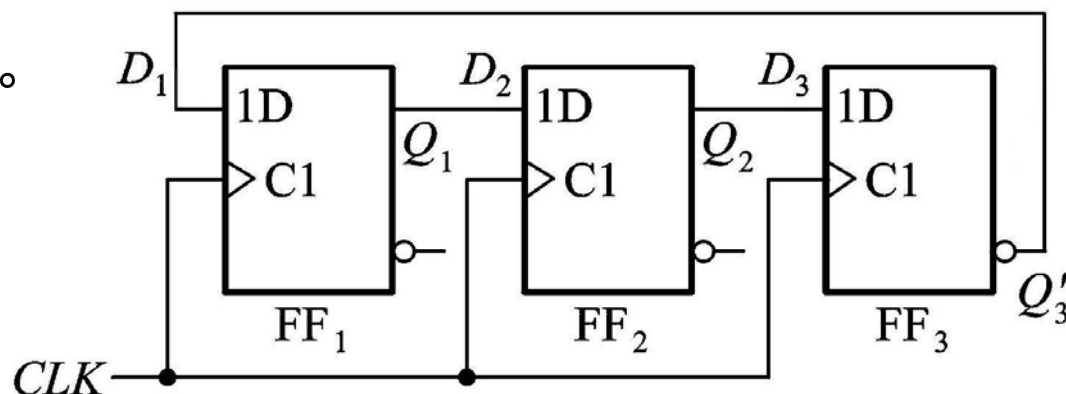
例6 分析移位型计数器
是几进制，能否自启动。

1) 驱动方程 状态方程

$D_3 =$ $Q_3^* =$
 $D_2 =$ $Q_2^* =$
 $D_1 =$ $Q_1^* =$

2) 状态转换表

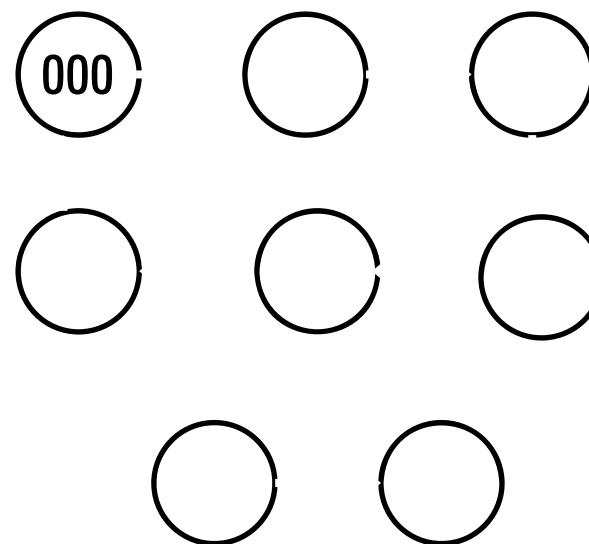
Q_3	Q_2	Q_1	Q_3^*	Q_2^*	Q_1^*
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			



3) 状态转换图

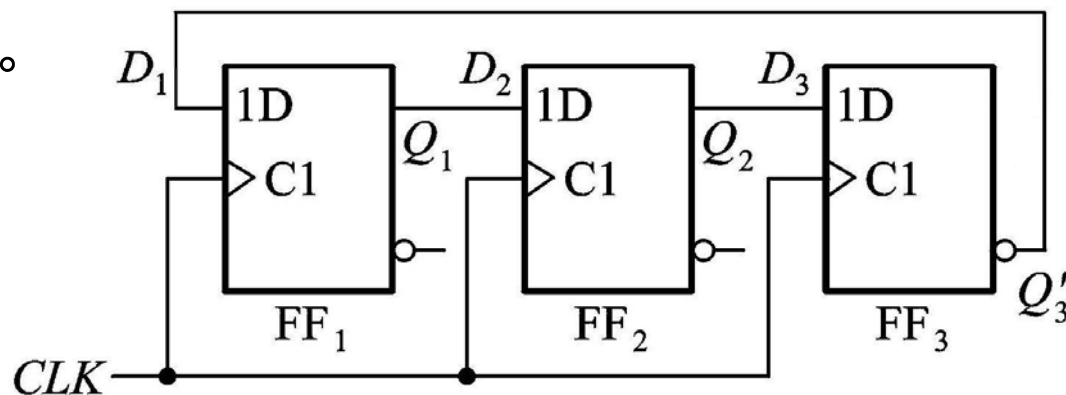
$Q_3Q_2Q_1$

4) 功能分析



例6 分析移位型计数器
是几进制，能否自启动。

扭环计数器



1) 驱动方程 状态方程

$$D_3 = Q_2 \quad Q_3^* = Q_2$$

$$D_2 = Q_1 \quad Q_2^* = Q_1$$

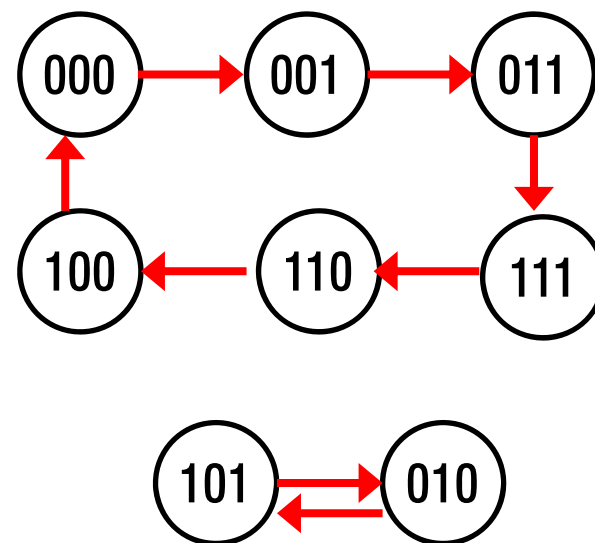
$$D_1 = Q_3' \quad Q_1^* = Q_3'$$

2) 状态转换表

Q_3	Q_2	Q_1	Q_3^*	Q_2^*	Q_1^*
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	0	1
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	0

3) 状态转换图

$(Q_3 Q_2 Q_1)$



4) 功能分析

六进制计数器
不能自启动

例7 分析移位型计数器
是几进制，能否自启动。

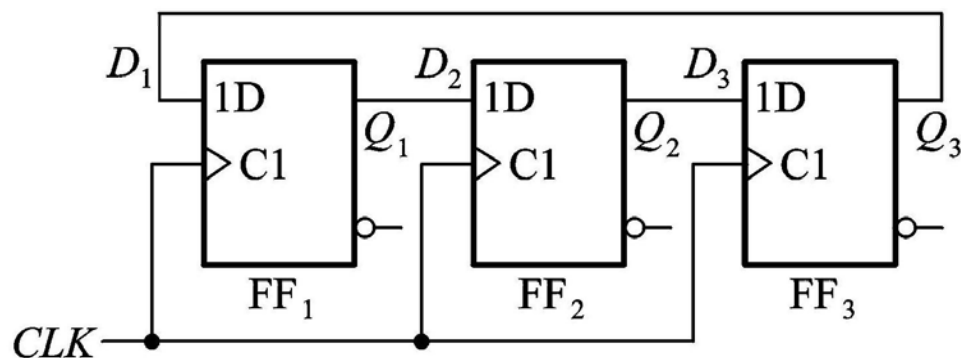
驱动方程

$$\begin{aligned} D_3 &= Q_2 \\ D_2 &= Q_1 \\ D_1 &= Q_3 \end{aligned}$$

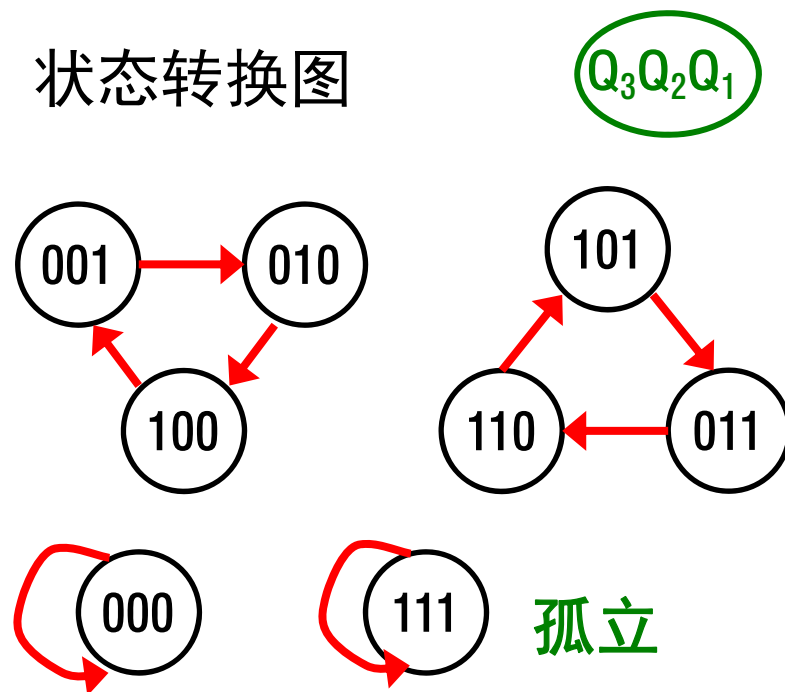
状态转换表

Q_3	Q_2	Q_1	Q_3^*	Q_2^*	Q_1^*
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1

环形计数器

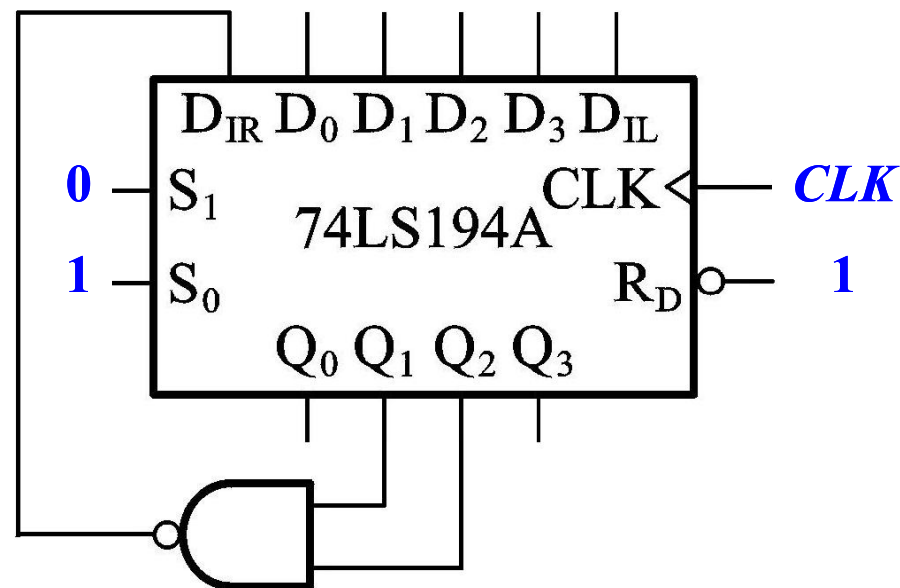


状态转换图



缺点：FF用量大，无效状态多，容易产生不能自启动

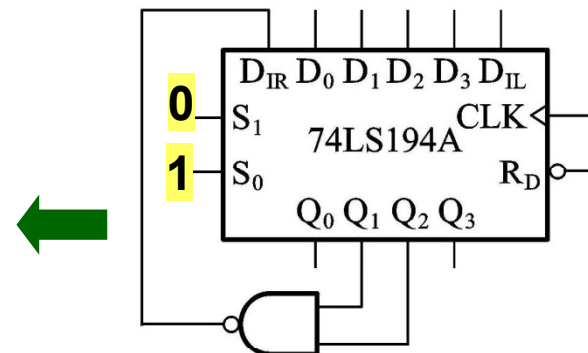
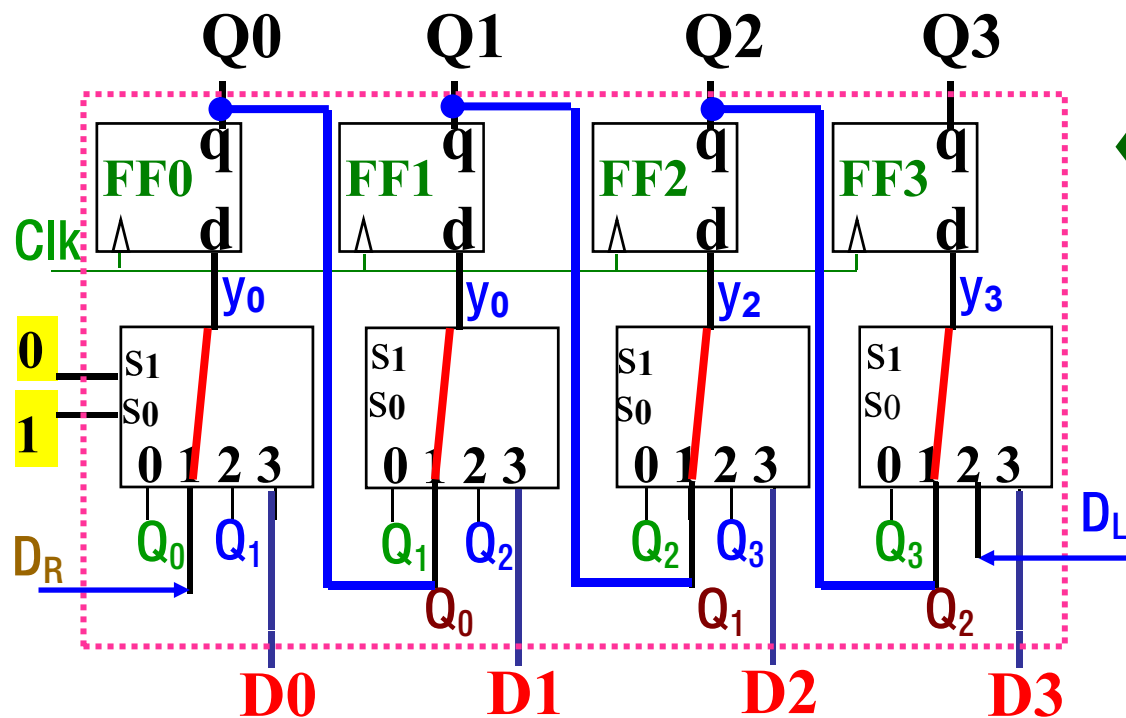
练习2 74LS194A连接如下，
成为一个移位型计数器。
问，是几进制计数器，
能否自启动。



双向移存器74LS194功能表

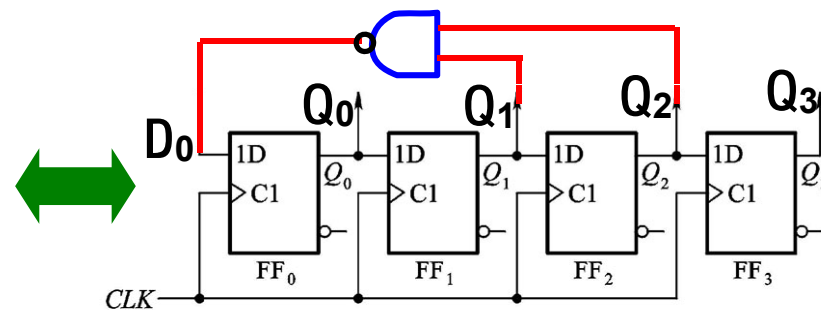
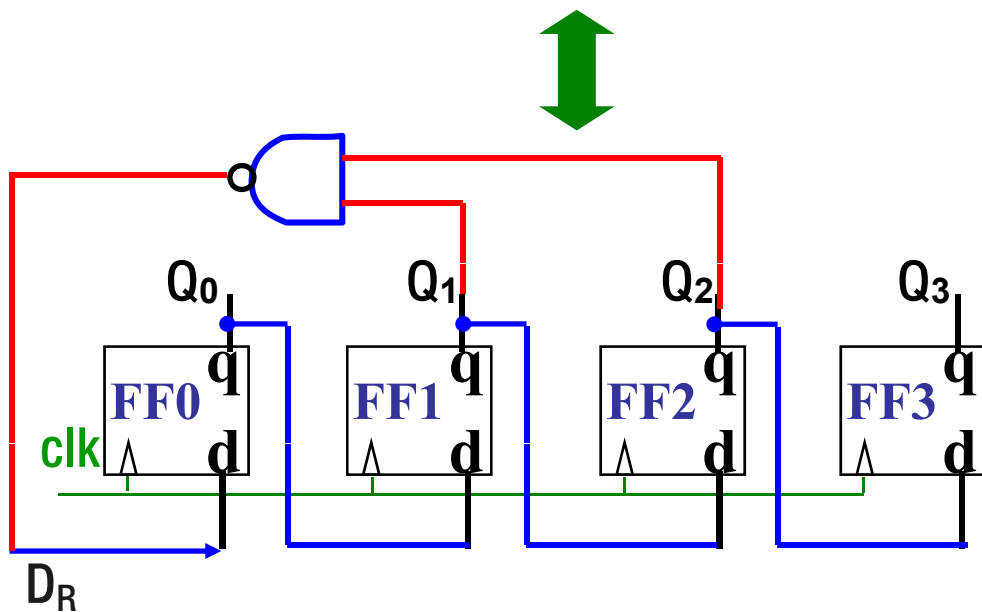
R'_D	S_1	S_0	工作状态
0	X	X	置零
1	0	0	保持
1	0	1	右移
1	1	0	左移
1	1	1	并行输入

Q_3, Q_2, Q_1, Q_0 $Q_3^*, Q_2^*, Q_1^*, Q_0^*$
 $Q_2, Q_1, Q_0, (Q_1, Q_2)'$ $D_0 = D_5 = (Q_1 Q_2)'$
 0 0 0 0 0 0 0 1
 0 0 0 1 0 0 1 1
 0 0 1 0 0 0 1 0
 0 0 1 1 0 0 1 1
 0 1 0 0 1 0 0 0
 0 1 0 1 1 0 0 1
 0 1 1 0 1 0 1 0
 0 1 1 1 1 0 1 1
 1 0 0 0 1 1 0 0
 1 0 0 1 1 1 0 1
 1 0 1 0 1 1 1 0
 1 0 1 1 1 1 1 1
 1 1 0 0 1 1 0 0
 1 1 0 1 1 1 0 1
 1 1 1 0 1 1 1 0
 1 1 1 1 1 1 1 1



74LS194A功能表

S1	S0	Q_0^*	Q_1^*	Q_2^*	Q_3^*	
0	0	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	保持
0	1	D_R	Q_0	Q_1	Q_2	右移
1	0	Q_1	Q_2	Q_3	D_L	左移
1	1	D_0	D_1	D_2	D_3	置数



1)驱动方程

$$D_3=Q_2$$

$$D_2=Q_1$$

$$D_1=Q_0$$

$$D_0=(Q_2Q_1)'$$

状态方程

$$Q_3^*=Q_2$$

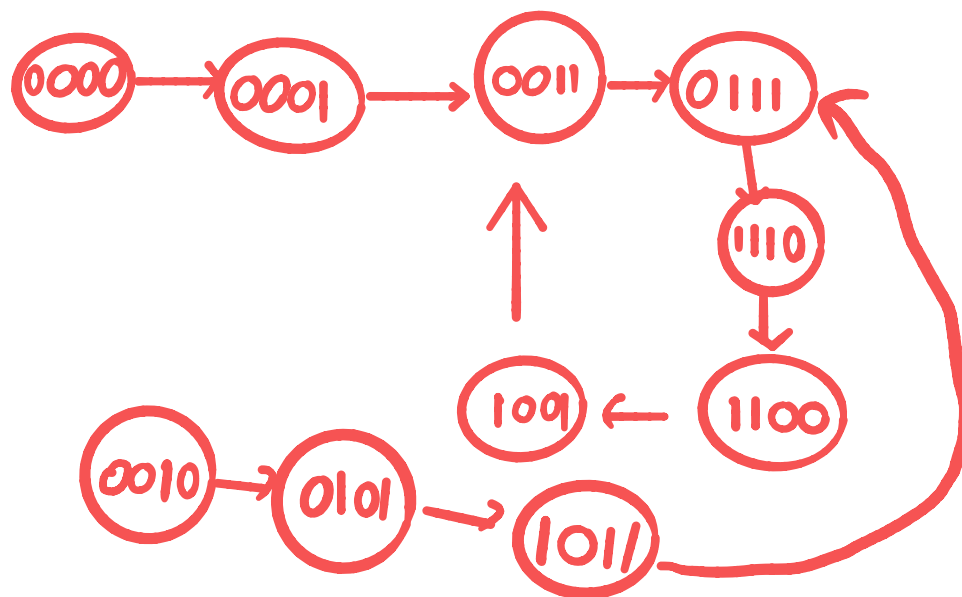
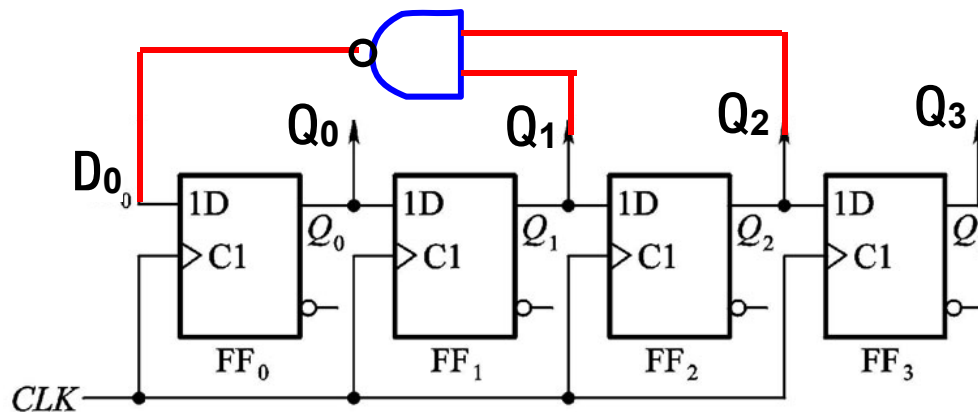
$$Q_2^*=Q_1$$

$$Q_1^*=Q_0$$

$$Q_0^*=D_0$$

2)状态转换表

Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	Q_3^*	Q_2^*	Q_1^*	Q_0^*
✓0	0	0	0	0	0	0	1
✓0	0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1
✓0	0	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0	0
✓0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	0	1	1	1
✓1	1	0	0	1	0	0	1
1	1	0	1	1	0	1	1
✓1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	0



1)驱动方程

$$D_3=Q_2$$

$$D_2=Q_1$$

$$D_1=Q_0$$

$$D_0=(Q_2Q_1)'$$

状态方程

$$Q_3^*=Q_2$$

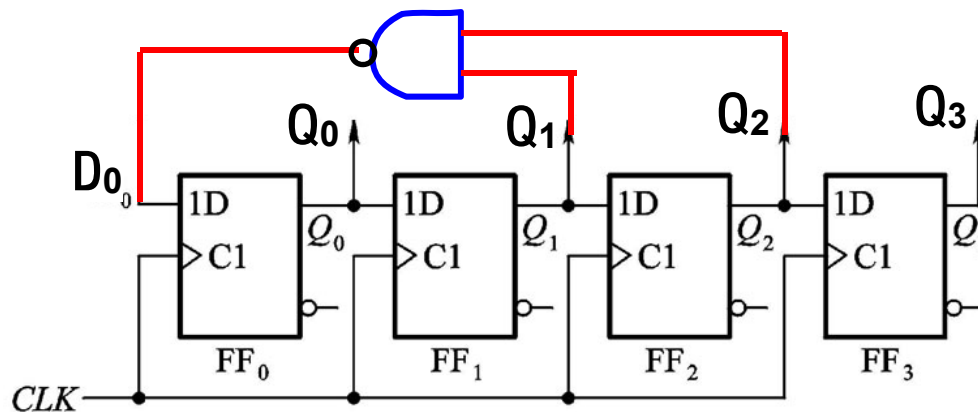
$$Q_2^*=Q_1$$

$$Q_1^*=Q_0$$

$$Q_0^*=D_0$$

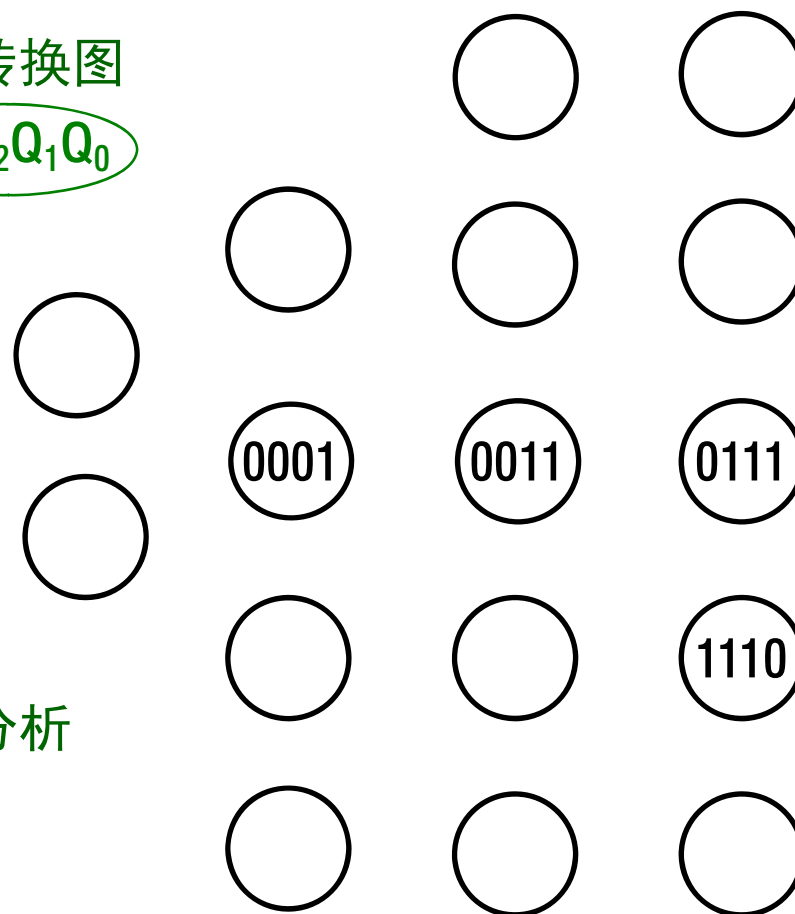
2)状态转换表

Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	Q_3^*	Q_2^*	Q_1^*	Q_0^*
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	0



3)状态转换图

$Q_3Q_2Q_1Q_0$



4)功能分析

1)驱动方程

$$D_3=Q_2$$

$$D_2=Q_1$$

$$D_1=Q_0$$

$$D_0=(Q_2Q_1)'$$

状态方程

$$Q_3^*=Q_2$$

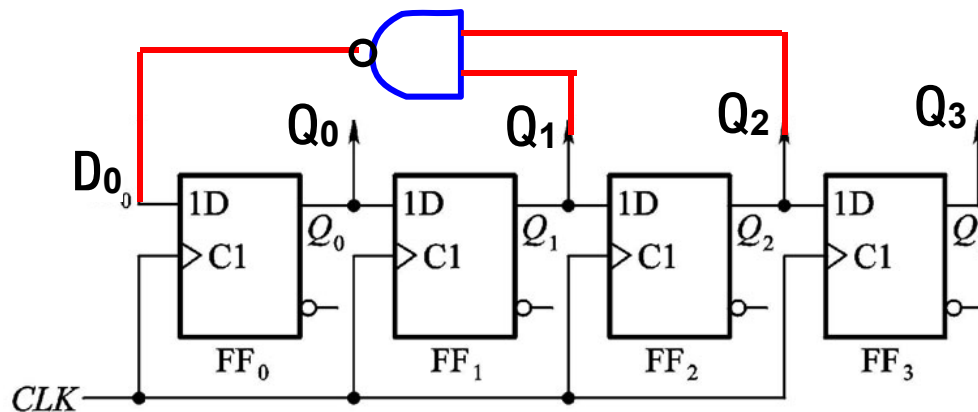
$$Q_2^*=Q_1$$

$$Q_1^*=Q_0$$

$$Q_0^*=D_0$$

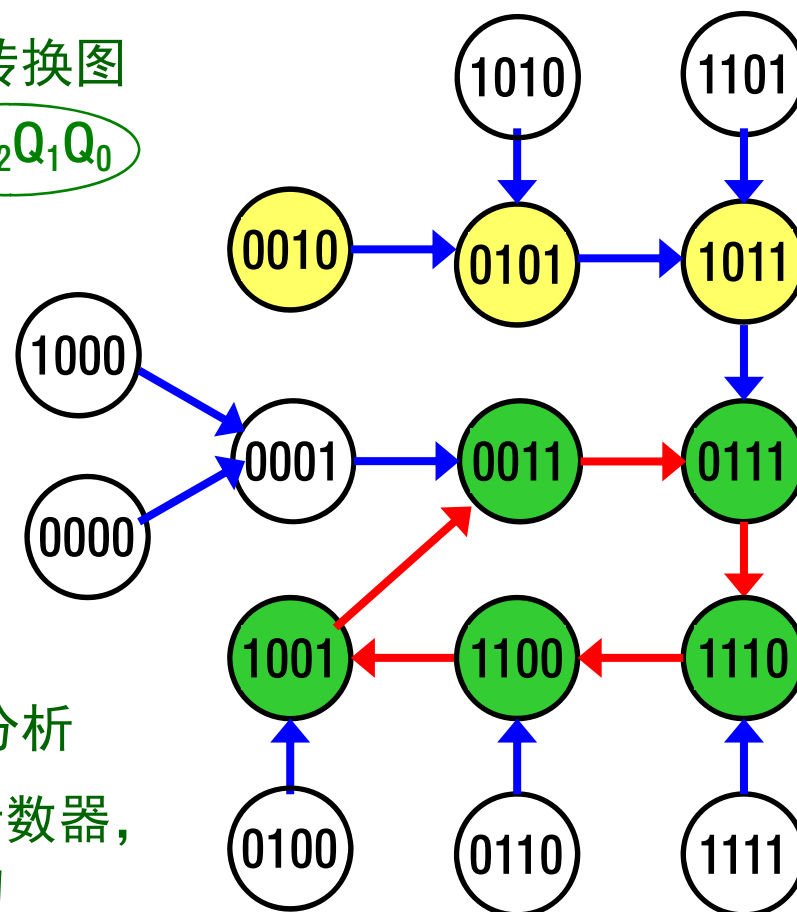
2)状态转换表

Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	Q_3^*	Q_2^*	Q_1^*	Q_0^*
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	0



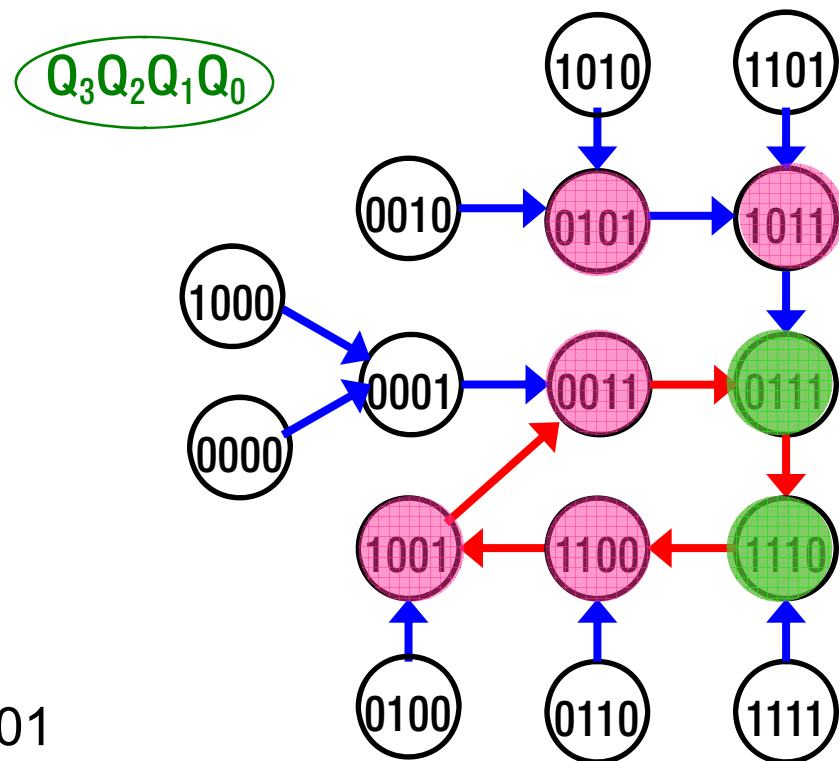
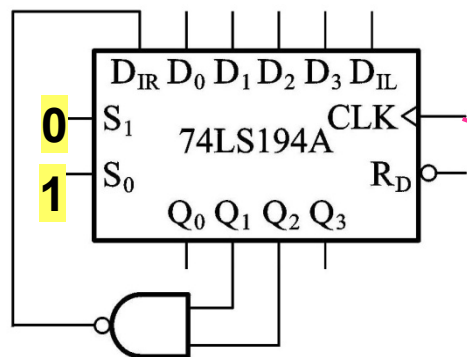
3)状态转换图

$Q_3Q_2Q_1Q_0$

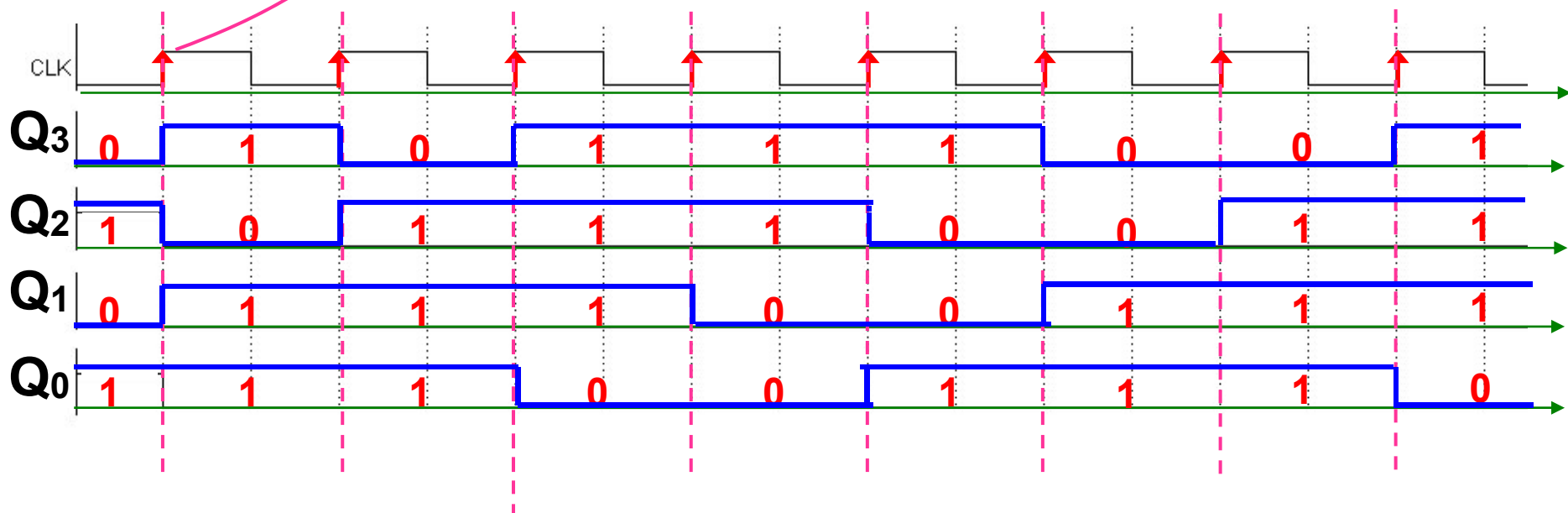


4)功能分析

五进制计数器，
能自启动



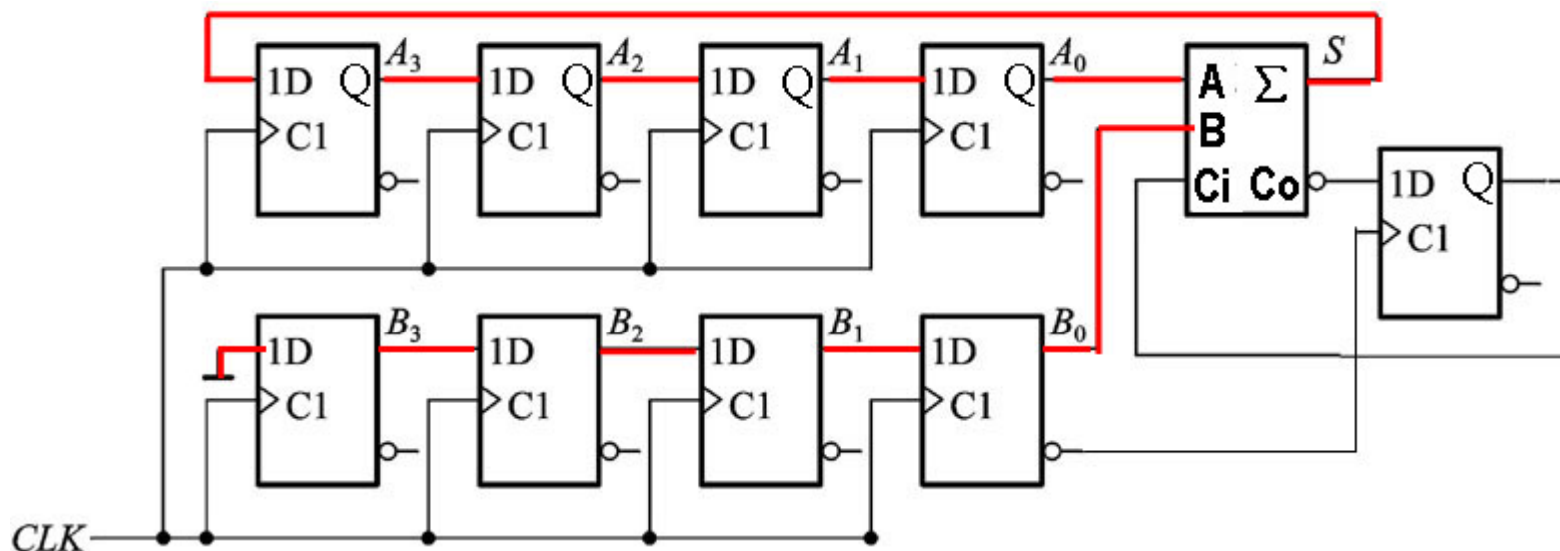
5) 波形图, 假设 $Q_3Q_2Q_1Q_0$ 初值为0101



作业

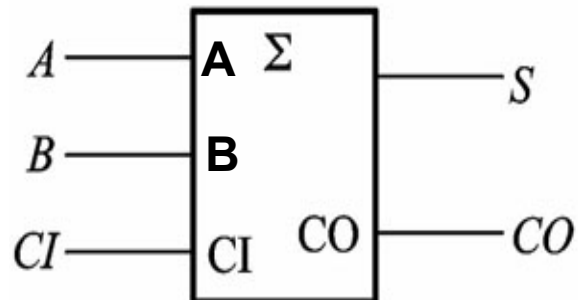
- 6.9** **4个74LS194组成16比特双向移位寄存器**
- 6.10** **已知电路(8个DFF+全加器),分析电路功能**
- 6.26** **3个DFF+逻辑门, 移位型计数器**
分析是几进制计数器, 能否自启动
- 6.27** **4个DFF+逻辑门, 移位型计数器**
分析是几进制计数器, 能否自启动

6.10



1)真值表

$ABCI$	S	Co
000	0	0
001	1	0
010	1	0
011	0	1
100	1	0
101	0	1
110	0	1
111	1	1



$A3$	$A2$	$A1$	$A0$
$B3$	$B2$	$B1$	$B0$
$C3$	$C2$	$C1$	0
<hr/>			
$S3$	$S2$	$S1$	$S0$