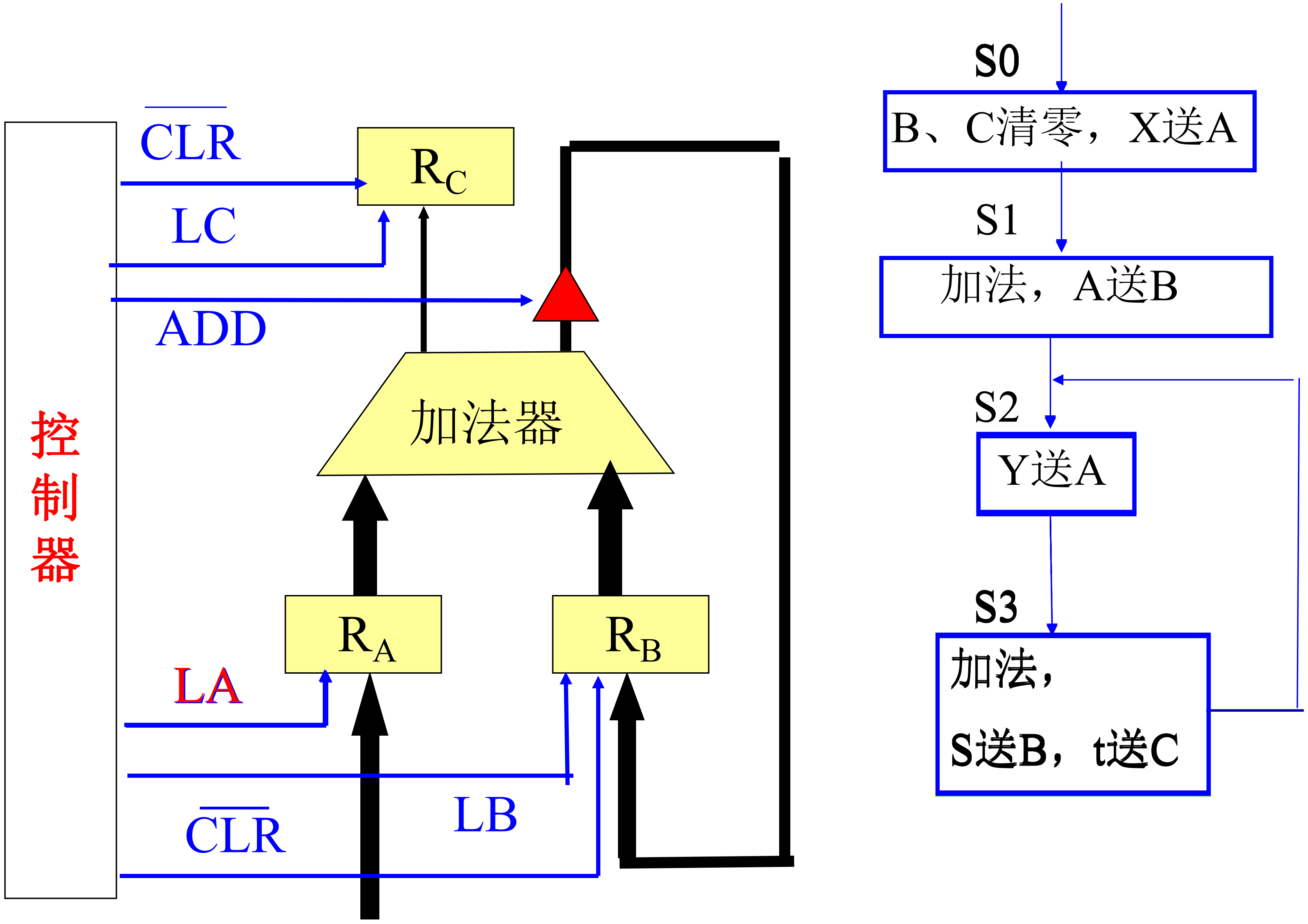
例：设计计数型8位累加器的控制器。

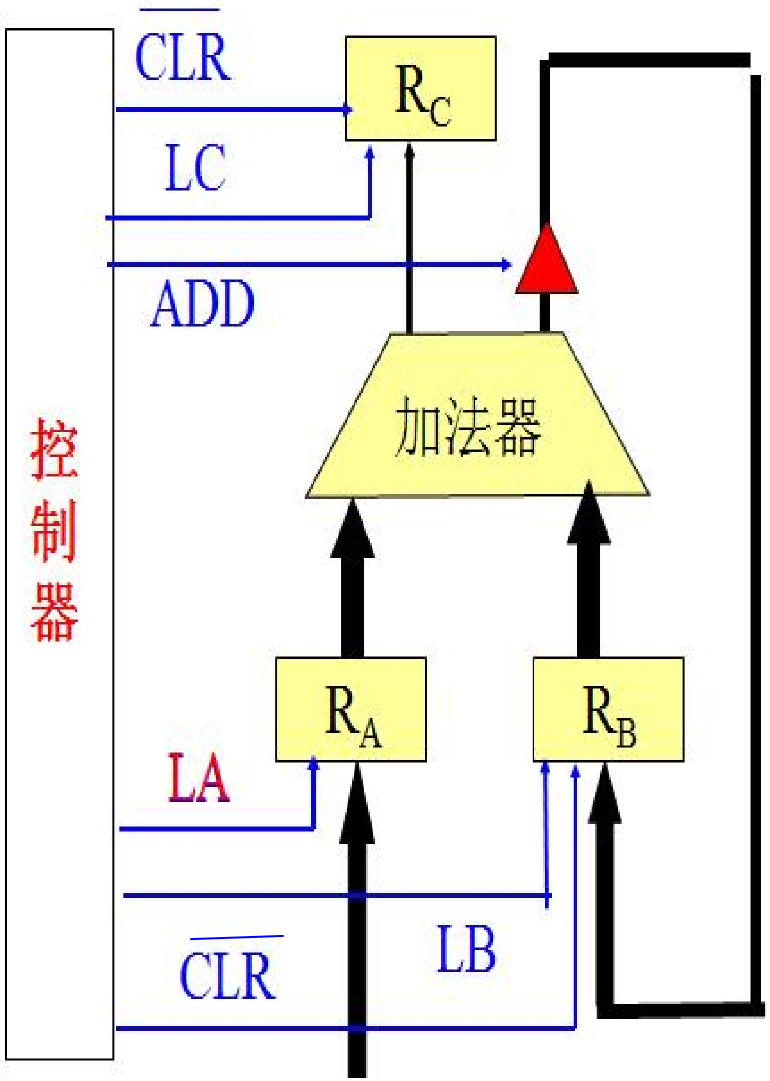
1) 逻辑划分

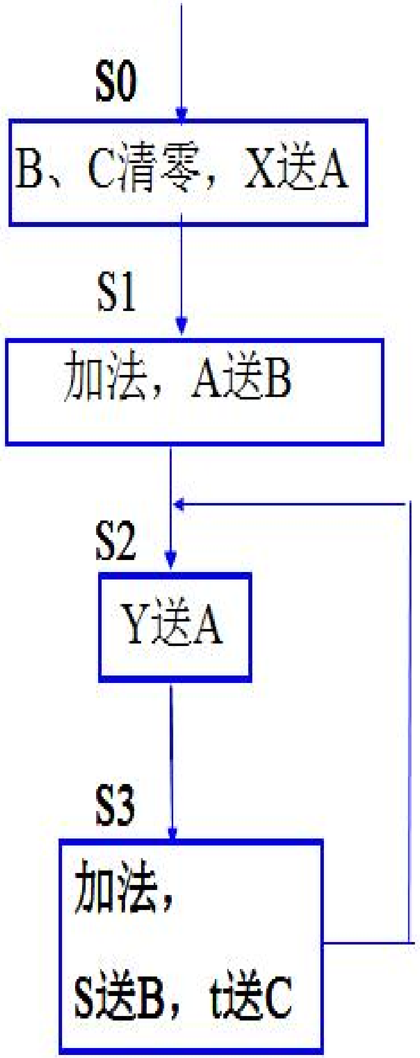
控制器、寄存器、加法器。

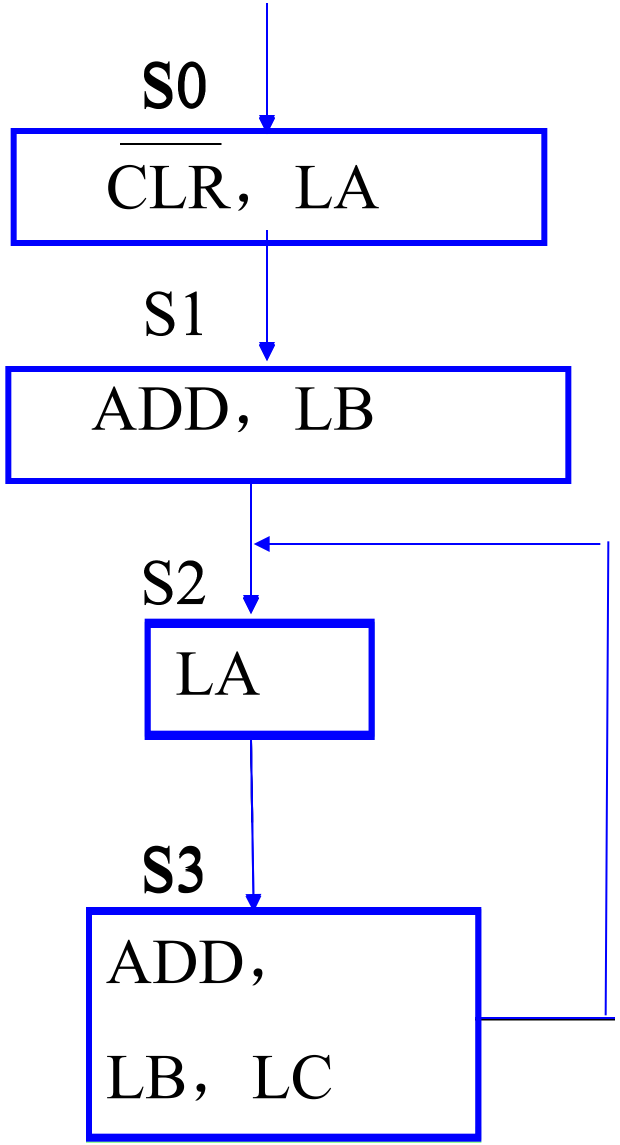
- 2个八位寄存器：A（加数），B（加数、和）；
- 1个一位寄存器：C（进位）
- 八位加法器:
- 一个控制器。

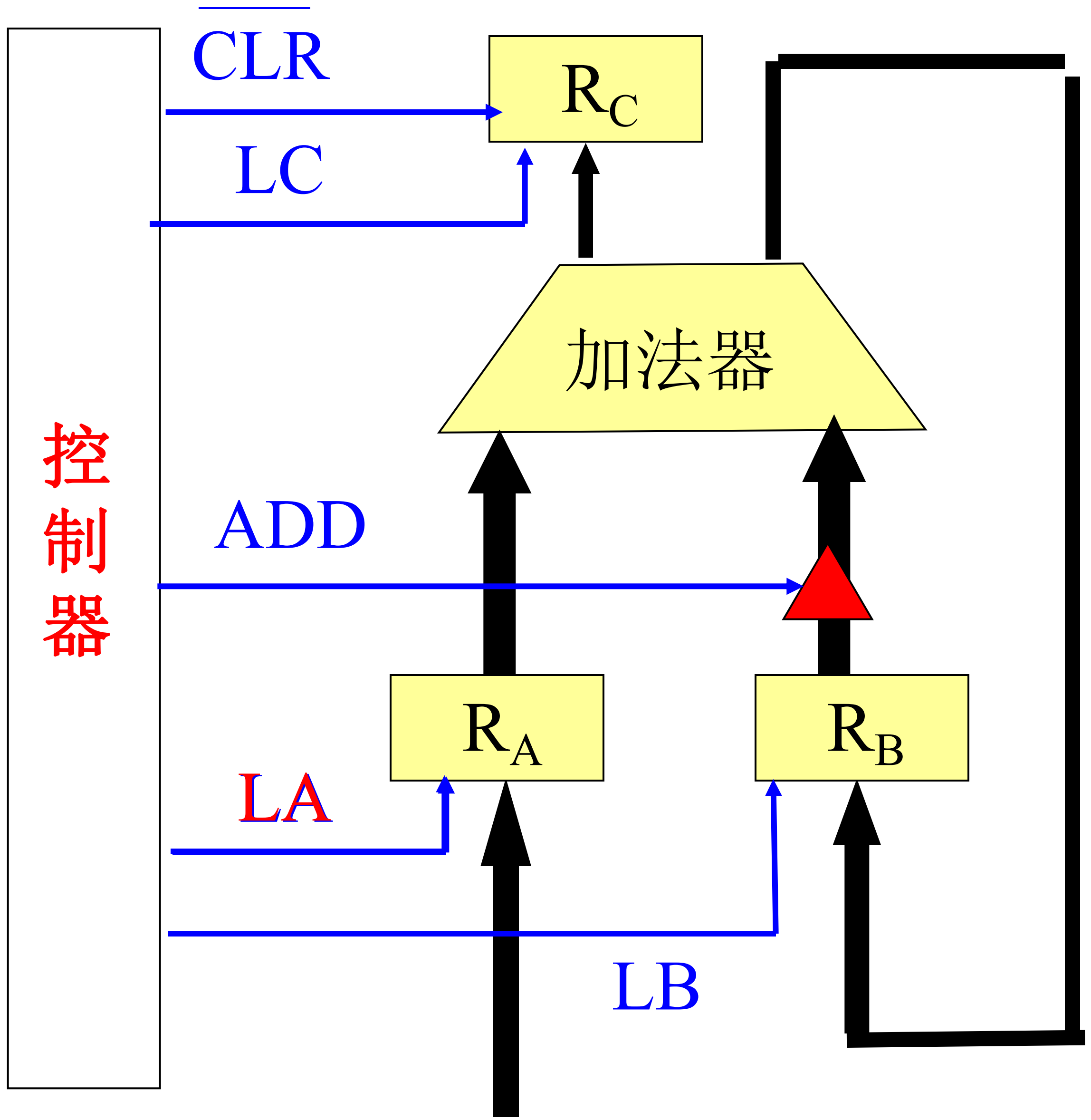
2) 数据通路


控制器
CLR
LC
ADD
LA
CLR
LB
RC
加法器
RA
RB
S0
B、C清零，X送A
S1
加法，A送B
S2
Y送A
S3
加法，
S送B，t送C

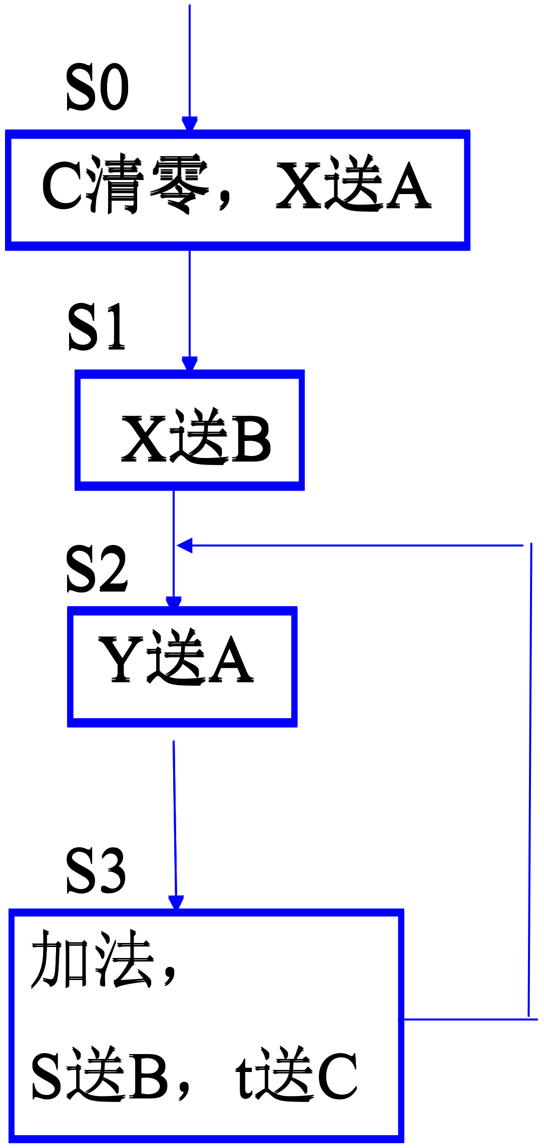

$\overline{CLR}$
LC
ADD
R_C
加法器
控制器
R_A
R_B
LA
LB
$\overline{CLR}$


S0
B、C清零，X送A
S1
加法，A送B
S2
Y送A
S3
加法，
S送B，t送C


S0
$\overline{CLR}$，LA
S1
ADD，LB
S2
LA
S3
ADD，
LB，LC



控制器
$\overline{CLR}$
LC
R_C
加法器
ADD
R_A
R_B
LA
LB



S0
C清零，X送A
S1
X送B
S2
Y送A
S3
加法，
S送B，t送C

3) 控制器的ASM图

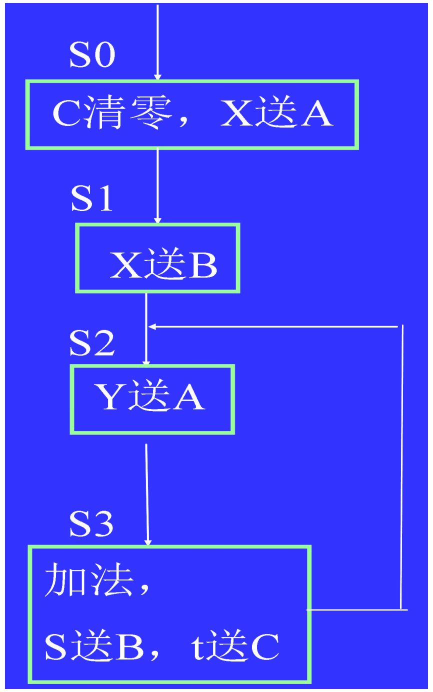
S_0：打入命令 LA（脉冲），清零CLR（电位）；

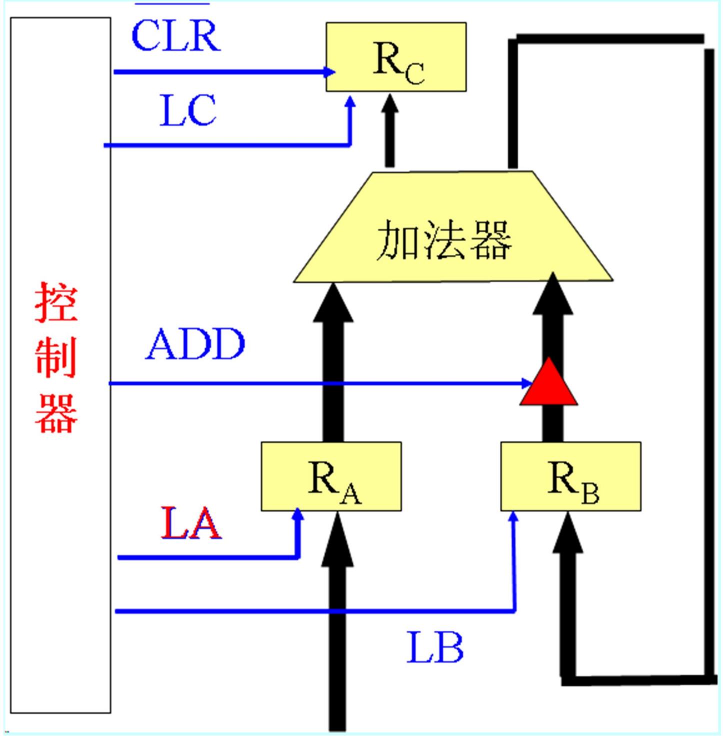
S_1：打入命令 LB （脉冲） ；

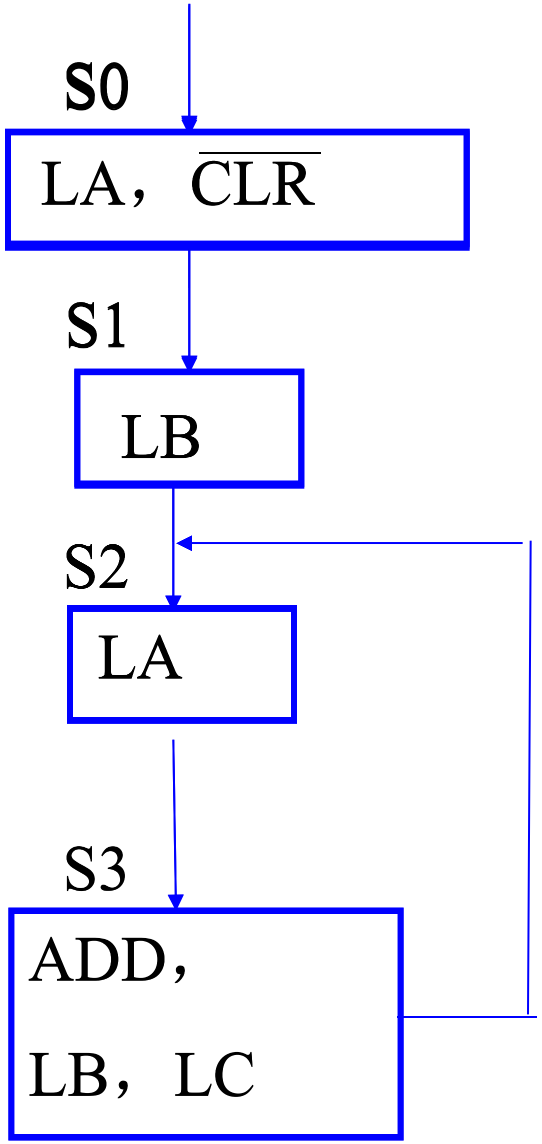
S_2：打入命令 LA（脉冲） ；

S_3：加法命令 ADD （电位） ，

打入命令 LB （脉冲），LC （脉冲）







4） 设计控制器

- 给ASM图的状态框编码(Q_2Q_1)
- 由ASM 图得控制信号表达式:

$$LA = (\overline{Q_2^n}\ \overline{Q_1^n} + Q_2^n Q_1^n)T_2 = (Q_1^n \oplus \overline{Q_2^n})T_2$$

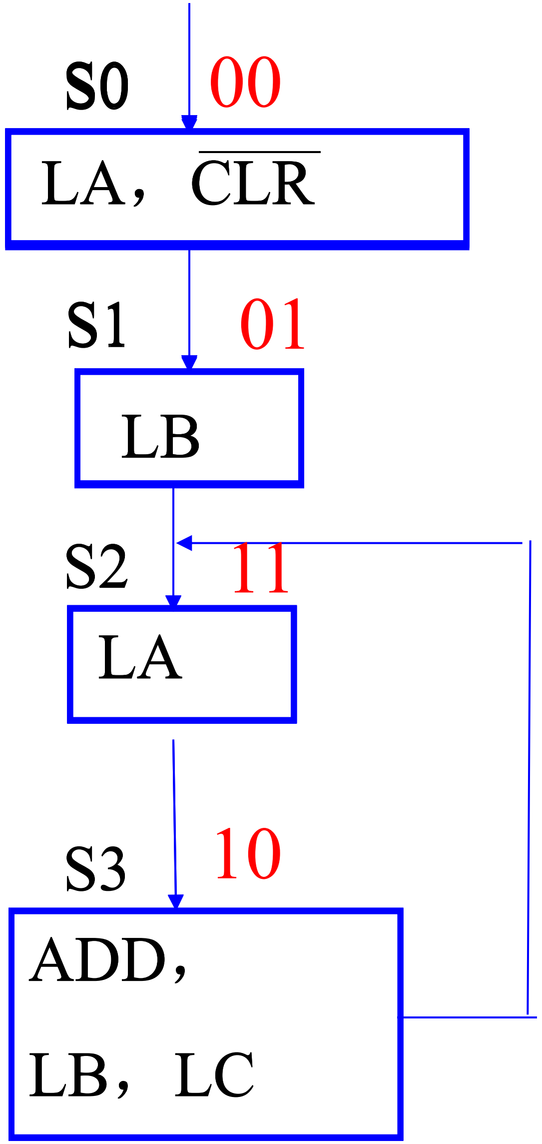
$$LB = (\overline{Q_2^n}\ Q_1^n + Q_2^n \overline{Q_1^n})T_2$$

$$= (Q_1^n \oplus Q_2^n)T_2$$

$$LC = Q_2^n\ \overline{Q_1^n}T_2$$

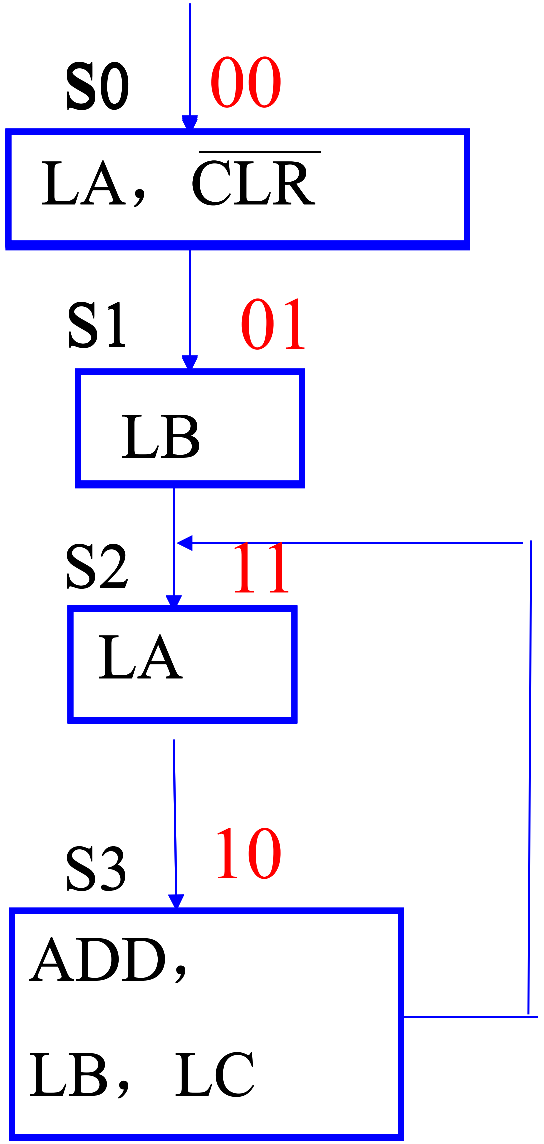
$$\overline{CLR} = \overline{Q_2^n}\ \overline{Q_1^n} \qquad CLR = Q_2^n + Q_1^n$$

$$ADD = Q_2^n\ \overline{Q_1^n}$$



- **控制器的状态转移表：**

Q_2^n	Q_1^n	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	转移条件
0	0	0	1	
0	1	1	1	
1	1	1	0	
1	0	1	1	



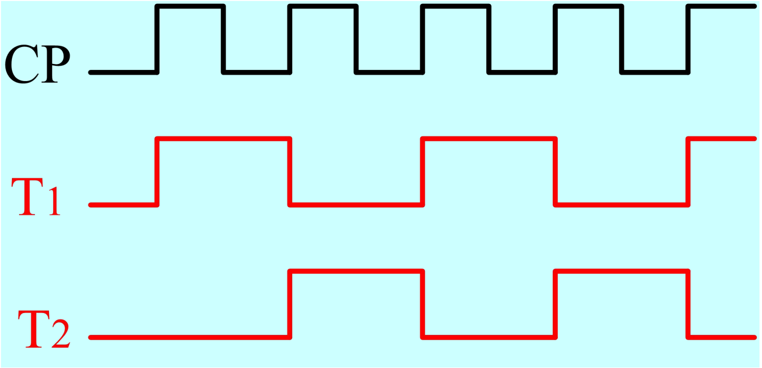
- **触发器驱动方程：**

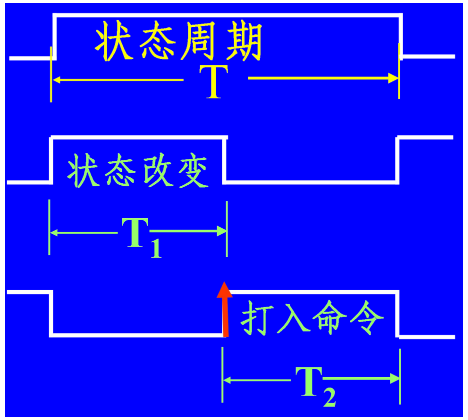
$$Q_2^{n+1} = \overline{Q_2^n}\,Q_1^n + Q_2^n Q_1^n + Q_2^n\,\overline{Q_1^n} = Q_2^n + Q_1^n$$

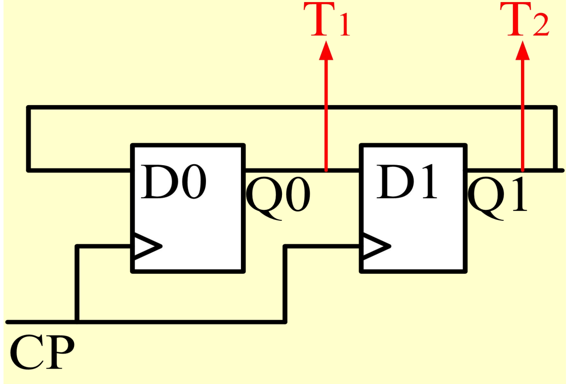
$$J_2 = Q_1^n \;;\; K_2 = 0$$

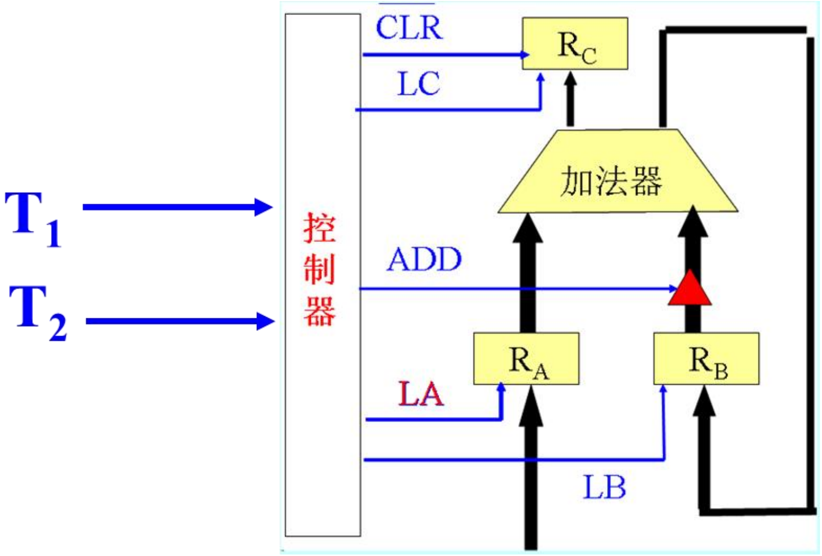
$$Q_1^n = \overline{Q_2^n}\,\overline{Q_1^n} + \overline{Q_2^n}\,Q_1^n + Q_2^n\,\overline{Q_1^n} = \overline{Q_2^n} + \overline{Q_1^n}$$

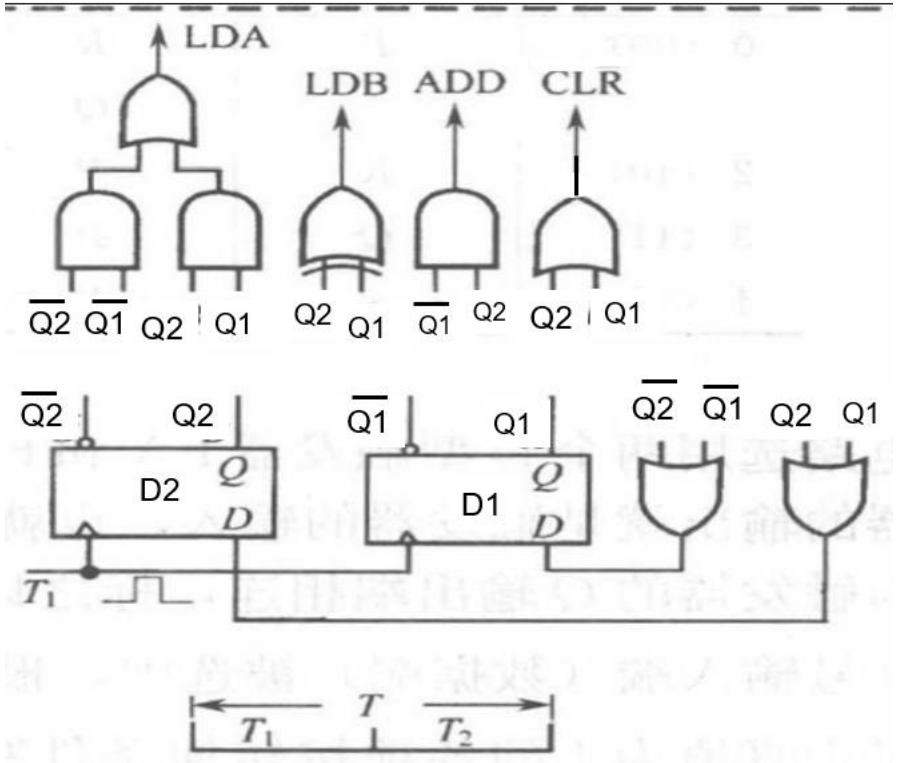
$$J_2 = 1 \;;\; K_2 = Q_2^n$$

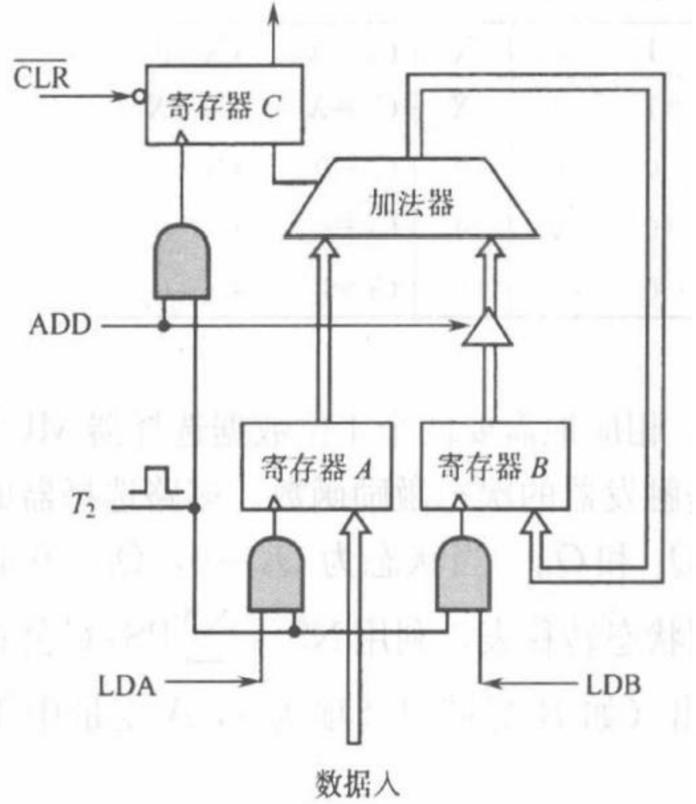












注意：控制信号是电位有效还是脉冲有效，如果是脉冲有效，必须和节拍脉冲T_2相“与”。

2．定序型控制器

适用于状态数少的控制器。n 个控制状态需 n 个触发器

每一个控制状态分配给一个触发器。

1） 给ASM图的状态框分配触发器:

2）由 ASM 图得控制信号表达式:

3）控制器的MDS表 ：

4）触发器的次态方程、激励函数:

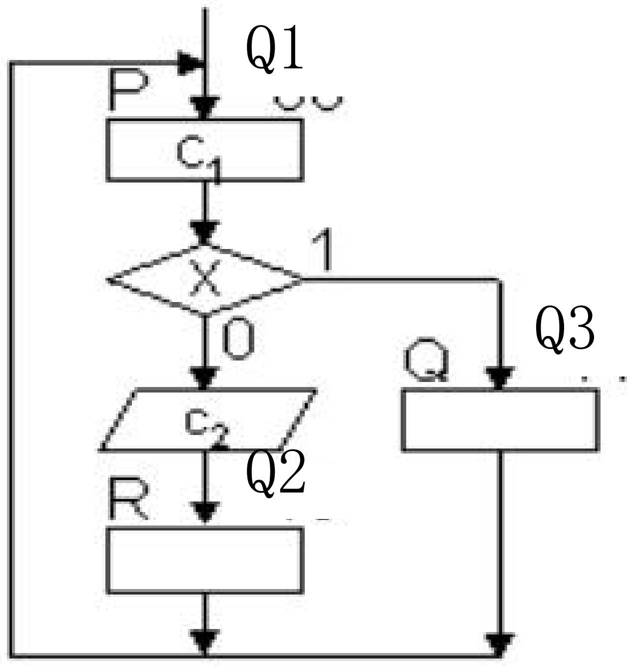
特点： 控制命令译码电路简单

1）分配触发器：

2）控制信号：　$C_1 = Q_1^n$

3）MDS表：　$C_2 = Q_1^n \overline{X}$

现态	次态 n+1	转移条件
Q1	Q2	$\overline{X}$
Q1	Q3	X
Q2	Q1	
Q3	Q1	



4）次态方程：

$$Q_1^{n+1} = Q_2^n + Q_3^n$$

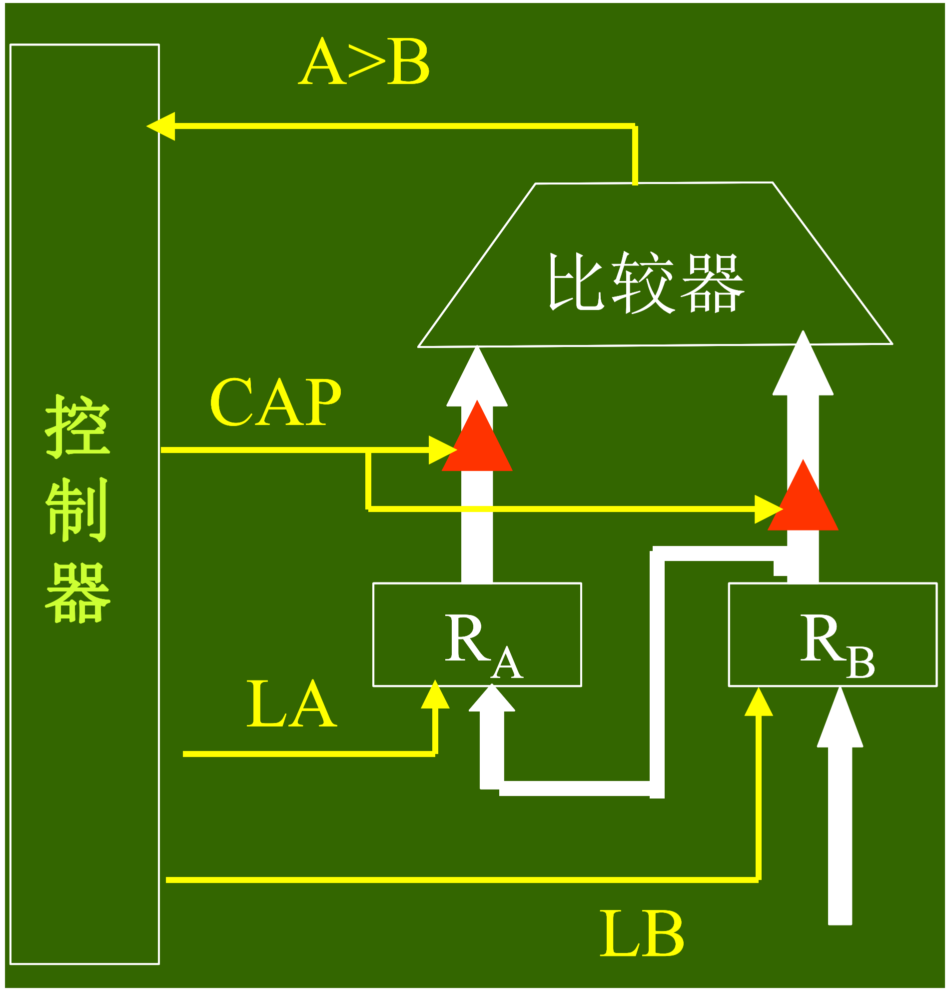
5）电路实现：

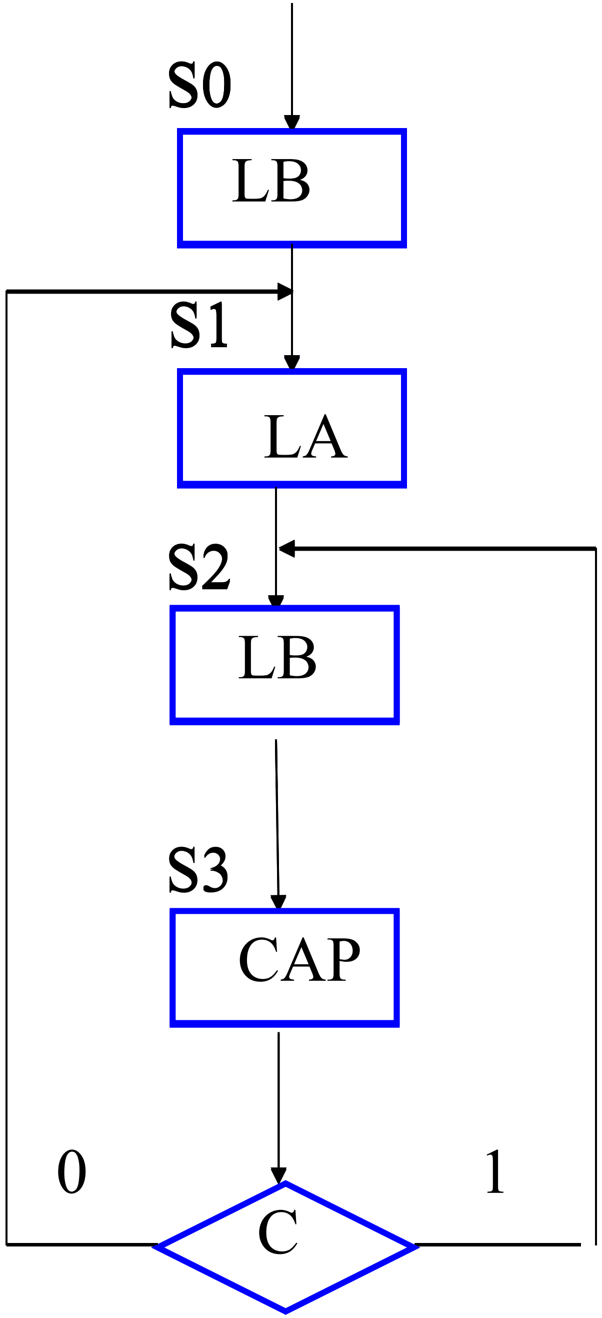
$$Q_2^{n+1} = Q_1^n \overline{X}$$

$$Q_3^{n+1} = Q_1^n X$$

教材第三章最后一节

例：将四位二进制数X，Y分别存入寄存器A和B中，然后比较两数大小，使大数存入寄存器A，设计定序型控制器。





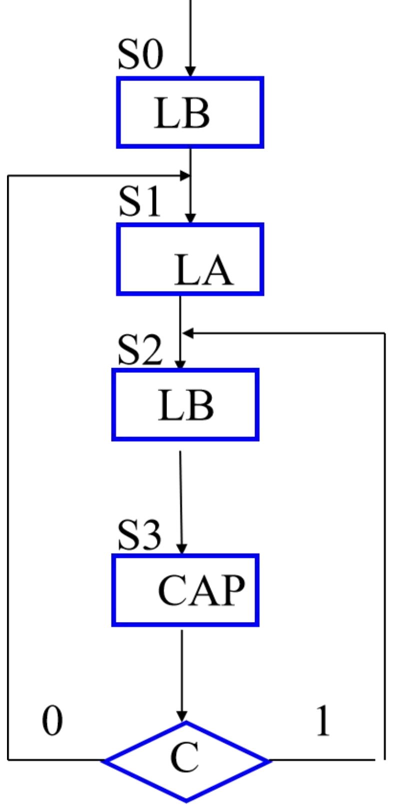
- **分配触发器：** S0=Q0……，S3=Q3
- **控制信号：** $LB=(Q_0{}^n+Q_2{}^n)T_2$

$$LA=Q_1{}^nT_2$$

$$CAP=Q_3{}^n$$

- **MDS表：**

现态	次态	转移条件
Q0	Q1	
Q1	Q2	
Q2	Q3	
Q3	Q1 Q2	$\overline{C}$ C



- **次态方程:**

$$Q_1^{n+1} = Q_0^n + Q_3^n\overline{C}$$

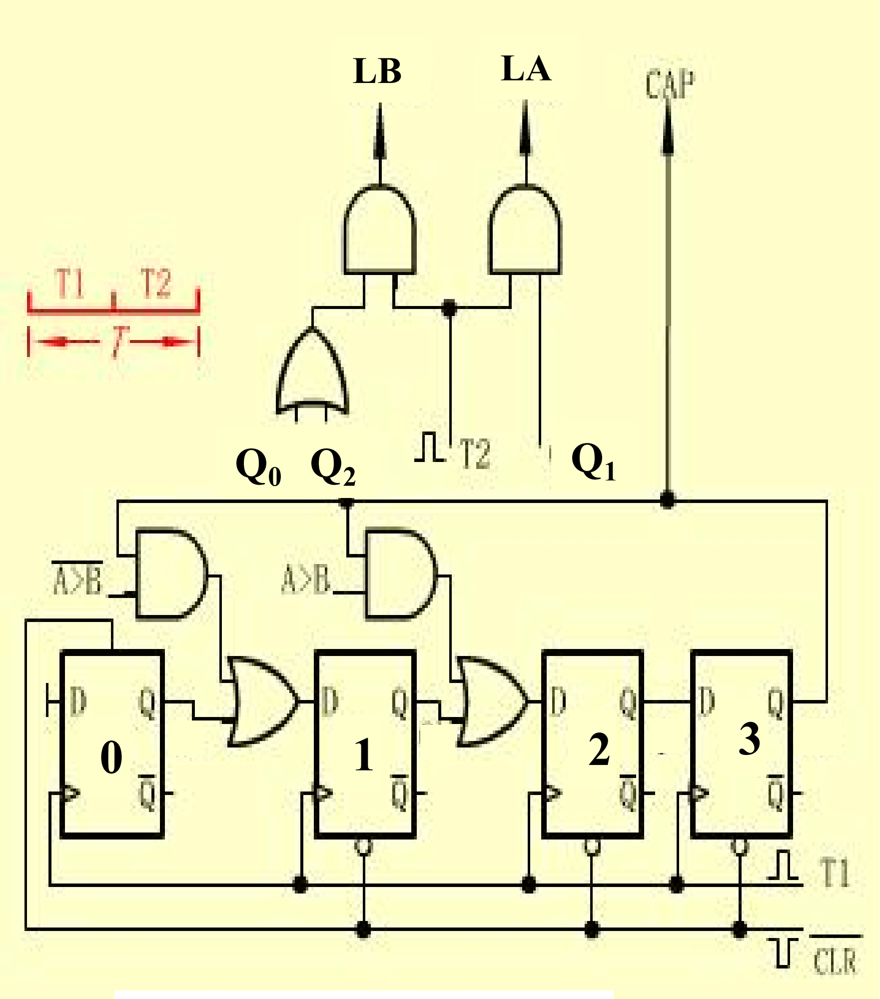
$$Q_2^{n+1} = Q_1^n + Q_3^n C$$

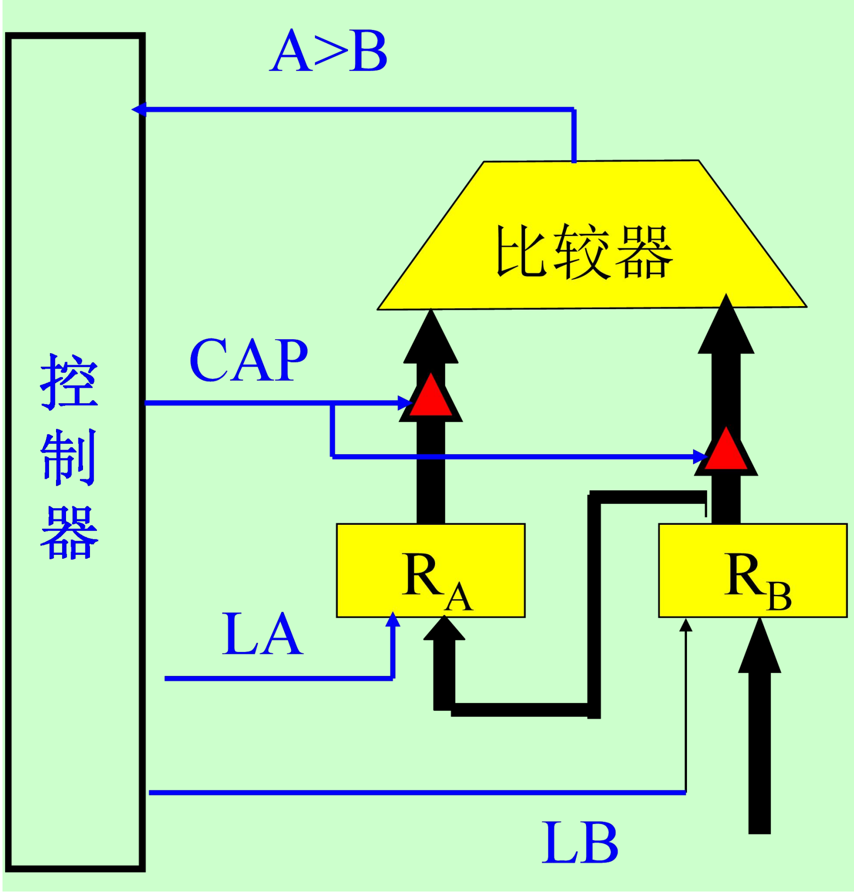
$$Q_3^{n+1} = Q_2^n$$

$$Q_0^{n+1} = 0$$

现态	次态	转移条件
Q0	Q1	
Q1	Q2	
Q2	Q3	
Q3	Q1 Q2	$\overline{C}$ C

- **电路实现:**





$$Q_1^{\,n+1} = Q_0^{\,n} + Q_3^{\,n}\overline{C}$$

$$Q_2^{\,n+1} = Q_1^{\,n} + Q_3^{\,n}C$$

$$Q_3^{\,n+1} = Q_2^{\,n}$$

$$Q_0^{\,n+1} = 0$$

$$LB = (Q_0^{\,n} + Q_2^{\,n})T_2$$

$$LA = Q_1^{\,n}T_2$$

$$CAP = Q_3^{\,n}$$

3. 多路选择器（MUX）型控制器

适应于状态数较多，N 个触发器可构成 2^n 个控制状态。n 个触发器需 n 个数据选择器

1）给ASM图的状态框编码:

2）由 ASM 图得控制信号表达式:

3）控制器的状态转移表:

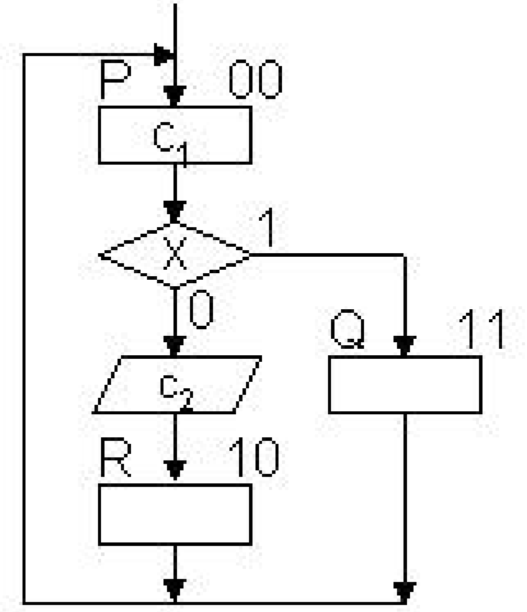
4）数据选择器的数据端:　　$D_1 = \overline{Q_2^n}\,\overline{Q_1^n}X + Q_2^n\overline{Q_1^n}$

数据选择器：输出 F （n） → D触发器 D（n）；

地址输入（共用） ← D触发器(Q)

确定：　数据端 ← 转移条件

1）给ASM图的状态框编码：



2） 由 ASM 图得控制信号表达式：

$$C_1 = \overline{Q_1^{\,n}}\ \overline{Q_0^{\,n}}$$

$$C_2 = \overline{Q_1^{\,n}}\ \overline{Q_0^{\,n}}\ \overline{X}$$

3）控制器的状态真值表：

Q_1^n	Q_0^n	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}	转移条件
0	0	1	0	$\overline{X}$
		1	1	X
1	0	0	0	
1	1	0	0	
0	1	0	0	

$$D_1 = \overline{Q_1^{\,n}}\ \overline{Q_0^{\,n}}(X+\overline{X}) = \overline{Q_1^{\,n}}\ \overline{Q_0^{\,n}}$$

$$D_0 = \overline{Q_1^{\,n}}\ \overline{Q_0^{\,n}}X$$

4） 数据选择器的数据端：

2 个四选一的选择器

$A_1A_0 = Q_1^n \ Q_0^n$

MUX1 —— D1

MUX0 —— D0

Q_1^n	Q_0^n	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}	转移条件
0	0	1	0	$\overline{X}$
		1	1	X
0	1	0	0	
1	0	0	0	
1	1	0	0	

MUX1（d0）$=\overline{X}+X=1$；

MUX1（d1）＝0；

MUX1（d2）＝0；

MUX1（d3）＝0；

MUX0（d0）＝X

MUX0（d1）＝0

MUX0（d2）＝0

MUX0（d3）＝0

$$D_1 = \overline{Q_1^n}\,\overline{Q_0^n}(X+\overline{X}) = \overline{Q_1^n}\,\overline{Q_0^n}$$

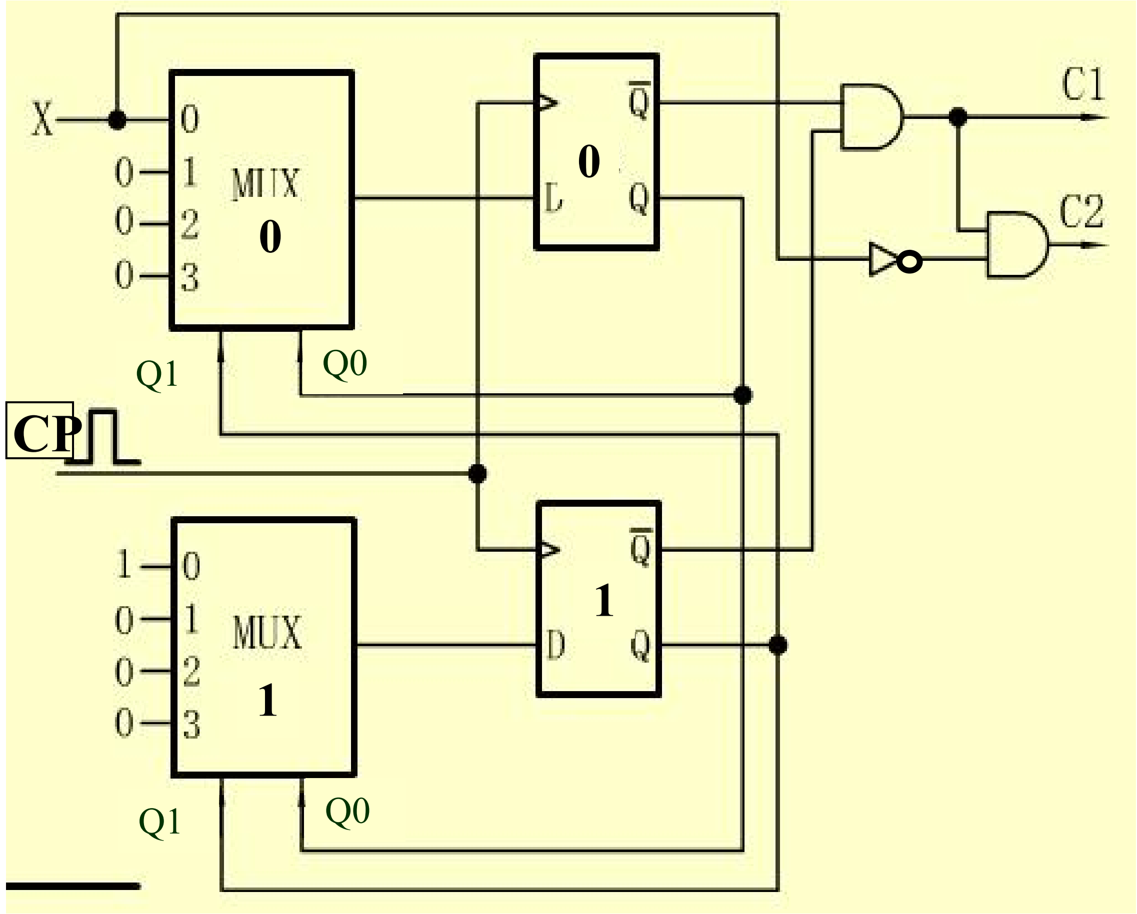
$$D_0 = \overline{Q_1^n}\,\overline{Q_0^n}X$$

MUX1（0）＝1； MUX0（0）＝X

MUX1（1）＝0； MUX0（1）＝0

MUX1（2）＝0； NUX0（2）＝0

MUX1（3）＝0； MUX0（3）＝0



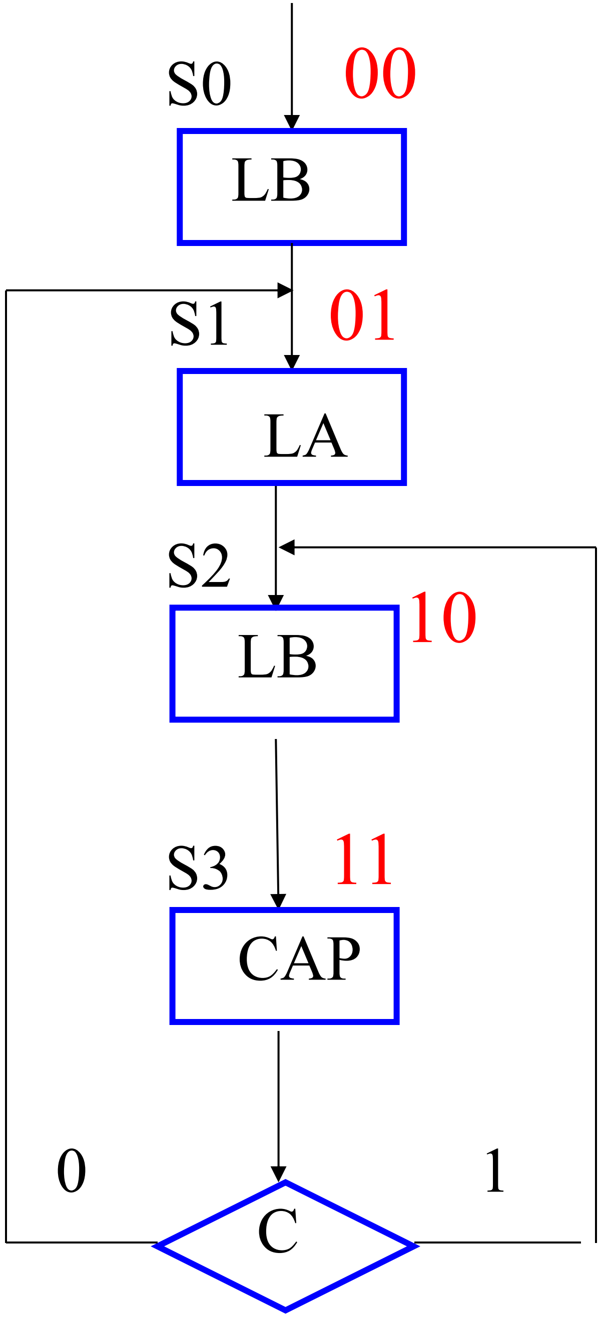
$$C_1 = \overline{Q_1}^n\,\overline{Q_0}^n$$

$$C_2 = \overline{Q_1}^n\,\overline{Q_0}^n\,\overline{X}$$

$$D_1 = \overline{Q_1}^n\,\overline{Q_0}^n(X + \overline{X}) = \overline{Q_1}^n\,\overline{Q_0}^n$$

$$D_0 = \overline{Q_1}^n\,\overline{Q_0}^n X$$

1) 给ASM图的状态框编码(Q_1Q_0)：



2) 由ASM 图得控制信号表达式:

$$LB = (\overline{Q_1^n}\,\overline{Q_0^n} + Q_1^n\,\overline{Q_0^n})T_2$$

$$LA = \overline{Q_1^n}\,Q_0^n T_2$$

$$CAP = Q_1^n\,Q_0^n$$

3) 控制器的状态真值表:

Q_1^n Q_0^n	Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}	转移条件
0 0	0 1	
0 1	1 0	
1 0	1 1	
1 1	0 1	$\overline{C}$
	1 0	C

4）数据选择器的数据端：

2 个四选一的选择器

$A_1A_0 = Q_1^n\ \ Q_0^n$

Q_1^n	Q_0^n	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}	转移条件
0	0	0	1	
0	1	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	1	$\overline{C}$
		1	0	C

Mux1 （d0）＝0；

Mux1（d1）＝1；

Mux1（d2）＝1；

Mux1（d3）＝C；

Mux0 （d0）＝1

Mux0（d1）＝0

Mux0 （d2）＝1

Mux0（d3）＝C

祝同学们学业有成！