



武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

第4章 PLC顺序控制指令 及编程



武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

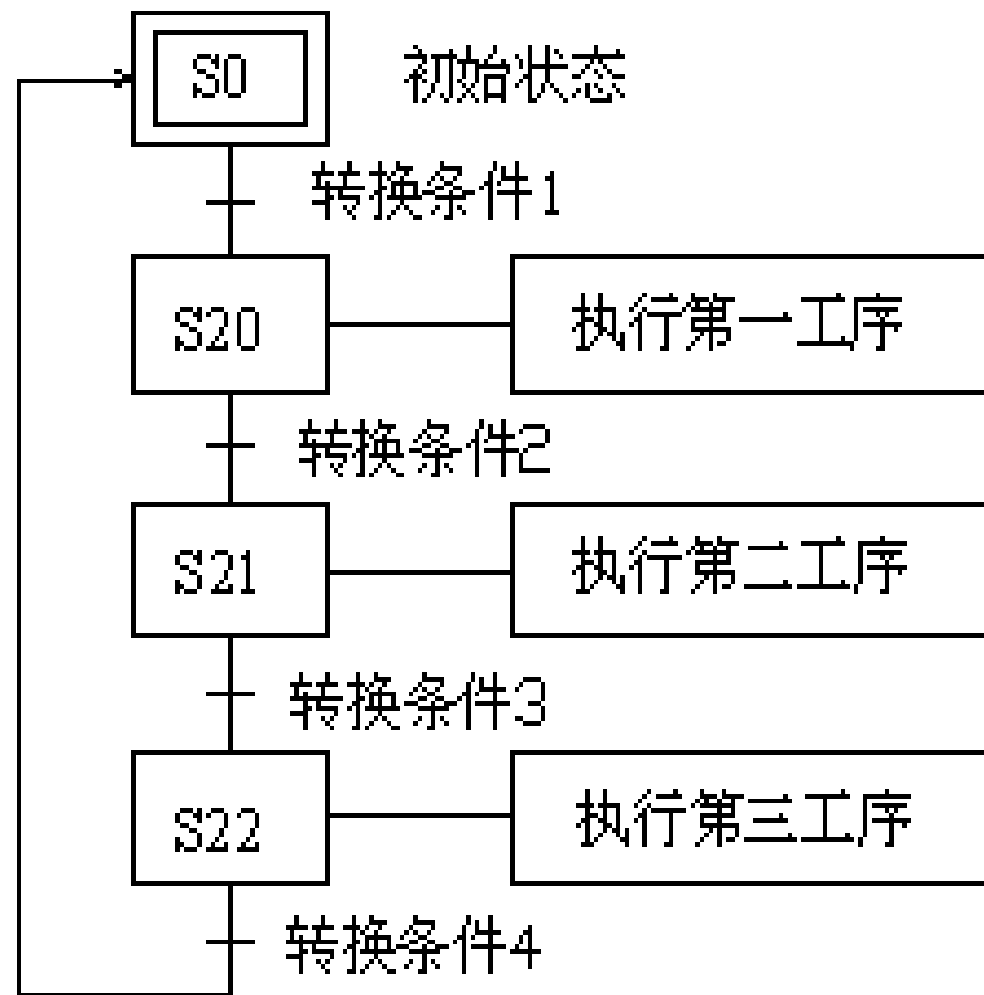
4.1状态转移图

➤ 状态转移图 (SFC, Sequential Function Chart)

- ✓ 描述控制系统的控制**过程、功能和特性**的一种**图形**。
- ✓ 基于机械**顺序控制状态**（工序）的流程以PLC编程的**流程**来表示。

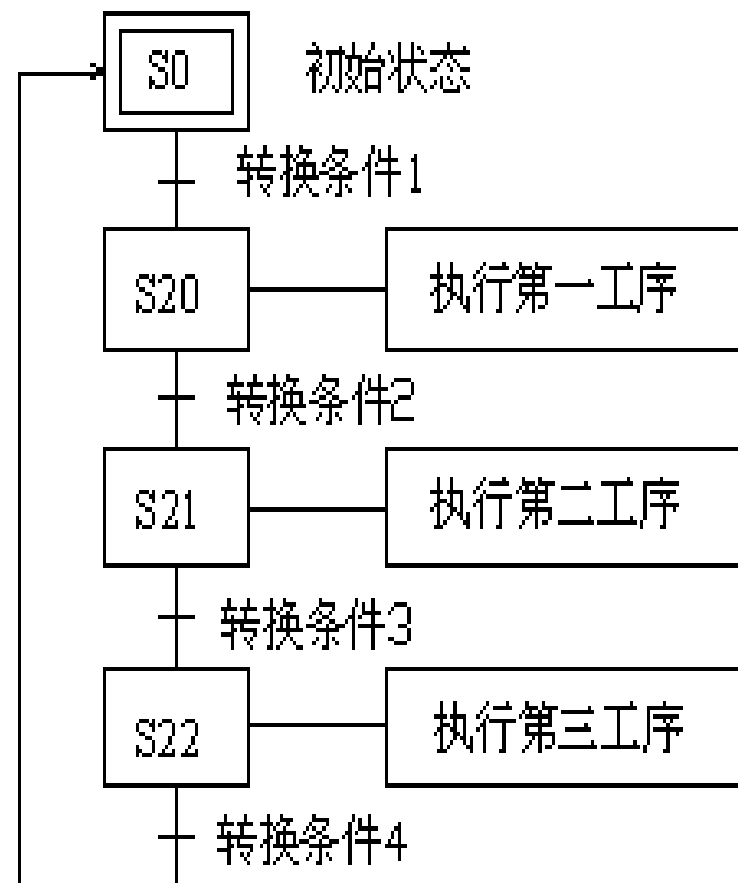
- **FX_{2N}系列PLC共有状态器S0 ~ S999**
 - ✓ S0 ~ S9为初始状态
 - ✓ S10 ~ S499为普通型
 - ✓ S10 ~ S19在功能指令（FNC60）的使用中被用作回零状态器
 - ✓ S500 ~ S899为断电保持型
 - ✓ S900 ~ S999为信号报警型

➤ 状态转移图表示法

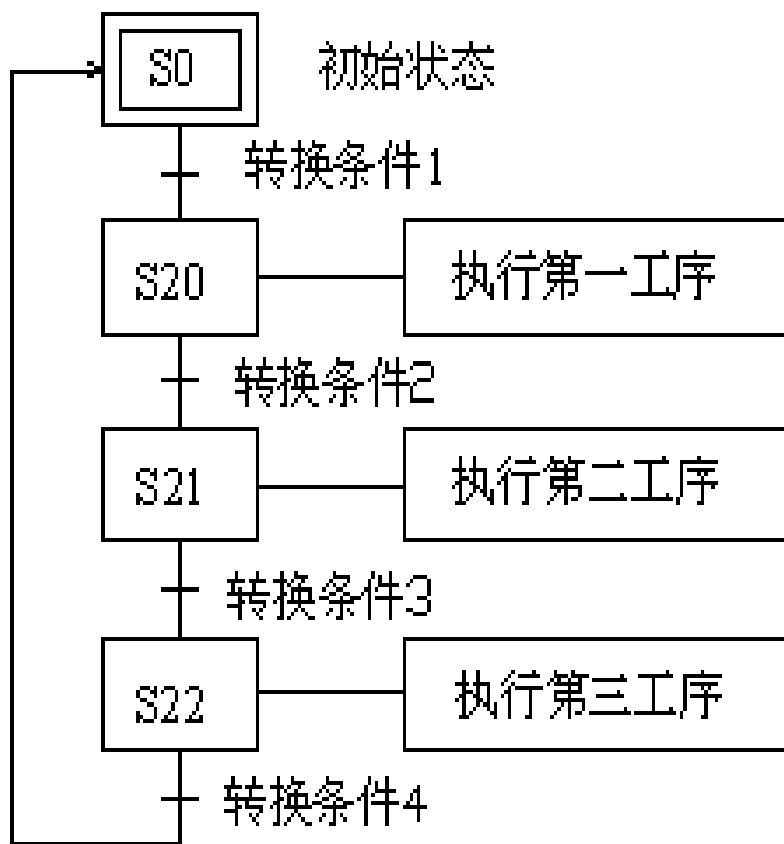


➤ 状态转移图的画法

- ✓ 在状态转移图中，用矩形框来表示“步”或“状态”，方框中用**状态器S及其编号**表示。
- ✓ 初始状态:控制过程的初始情况相对应的状态，每个状态的转移图应有一个**初始状态**，用**双线框**来表示。
- ✓ 与步相关的动作或命令,用**与步相连的梯形图符**来表示。
- ✓ 当某步激活时，相应动作或命令被执行。一个活动步可以有一个或几个**动作或命令**被执行。



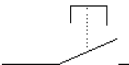


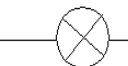
➤ 状态转移图的画法

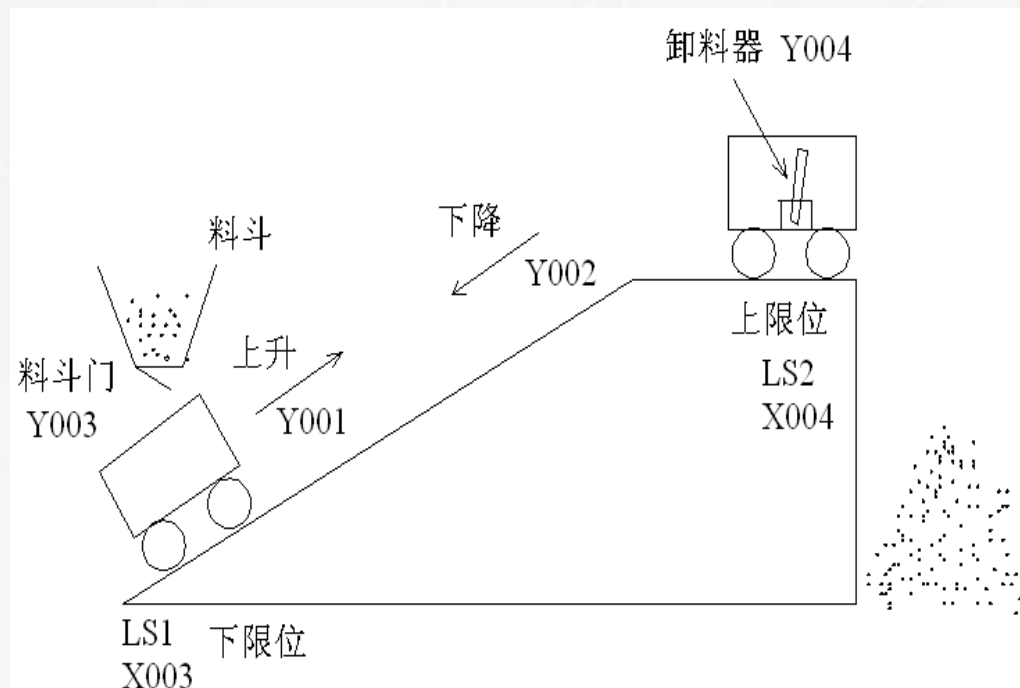


- ✓ 步与步（状态与状态）之间用**有向线段**来连接，如果进行方向是**从上到下或从左到右**，则线段上**箭头可不画**；状态转移图中，会发生步的活动状态的进展，该进展按有向连续规定的线路进行，这种进展是由转换条件的实现来完成的。
- ✓ 转换符号是一条**短划线**，与步间的有向连接线段**相垂直**。在短划线旁可用文字语言、布尔表达式或图形符号标注转换条件。

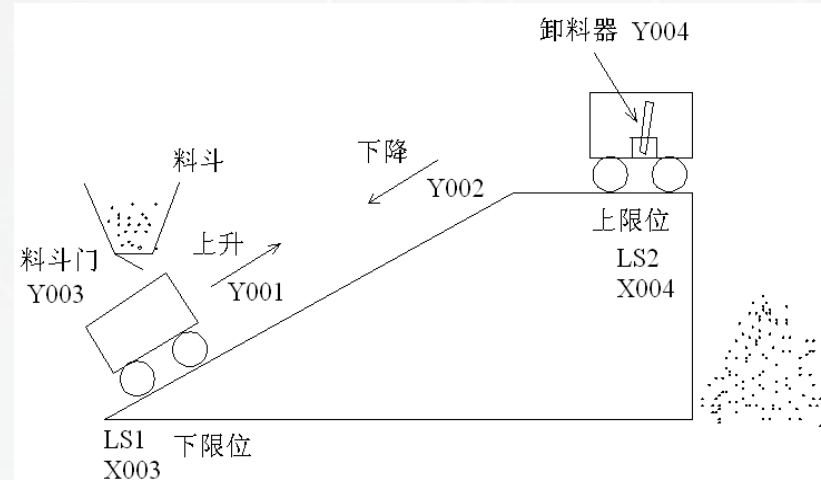
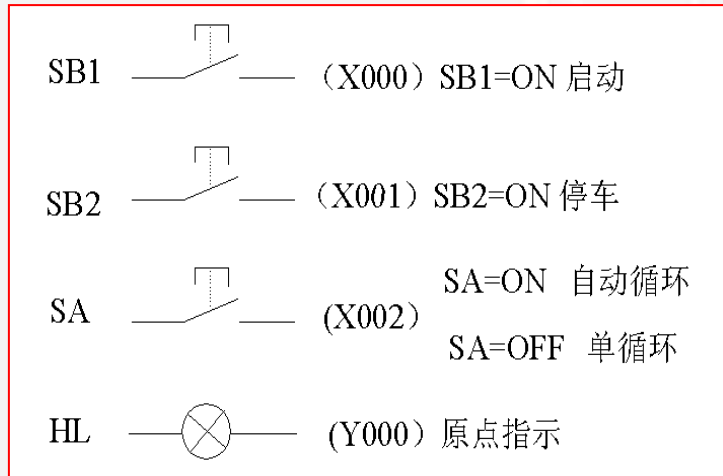
【例】运料小车的控制

控制要求:

SB1		(X000) SB1=ON 启动
SB2		(X001) SB2=ON 停车
SA		SA=ON 自动循环 SA=OFF 单循环
HL		(Y000) 原点指示

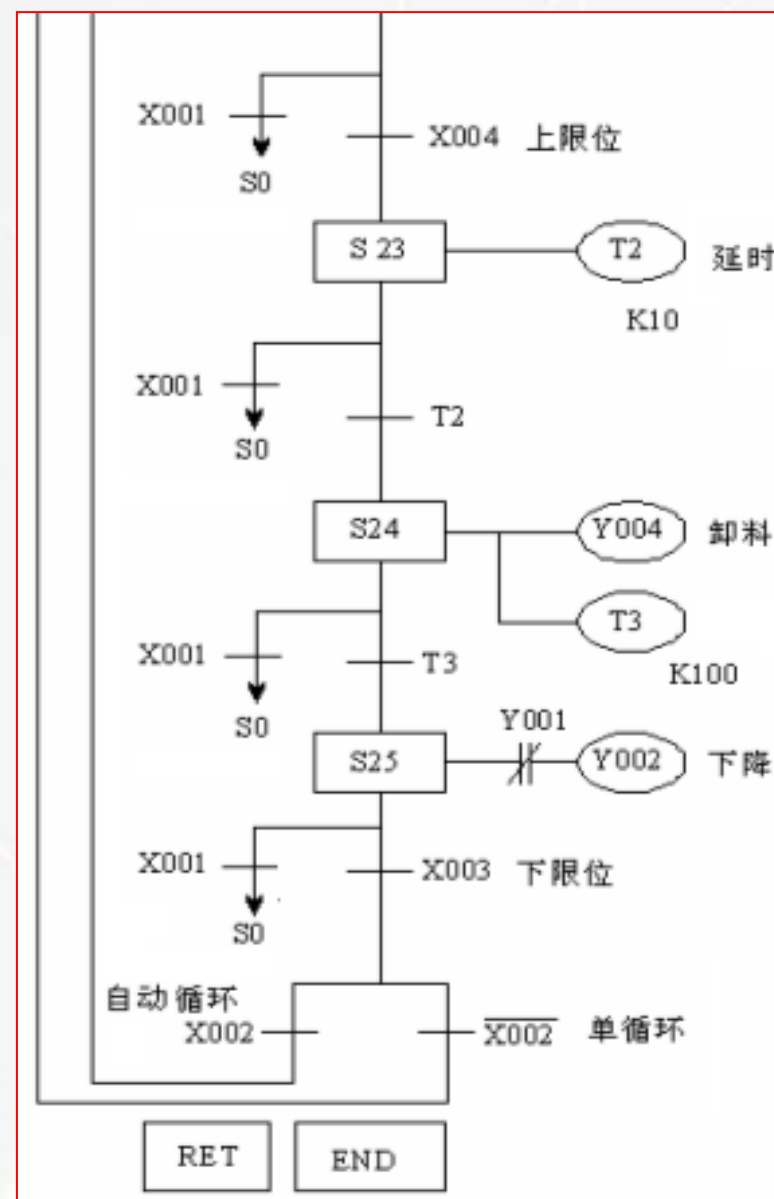
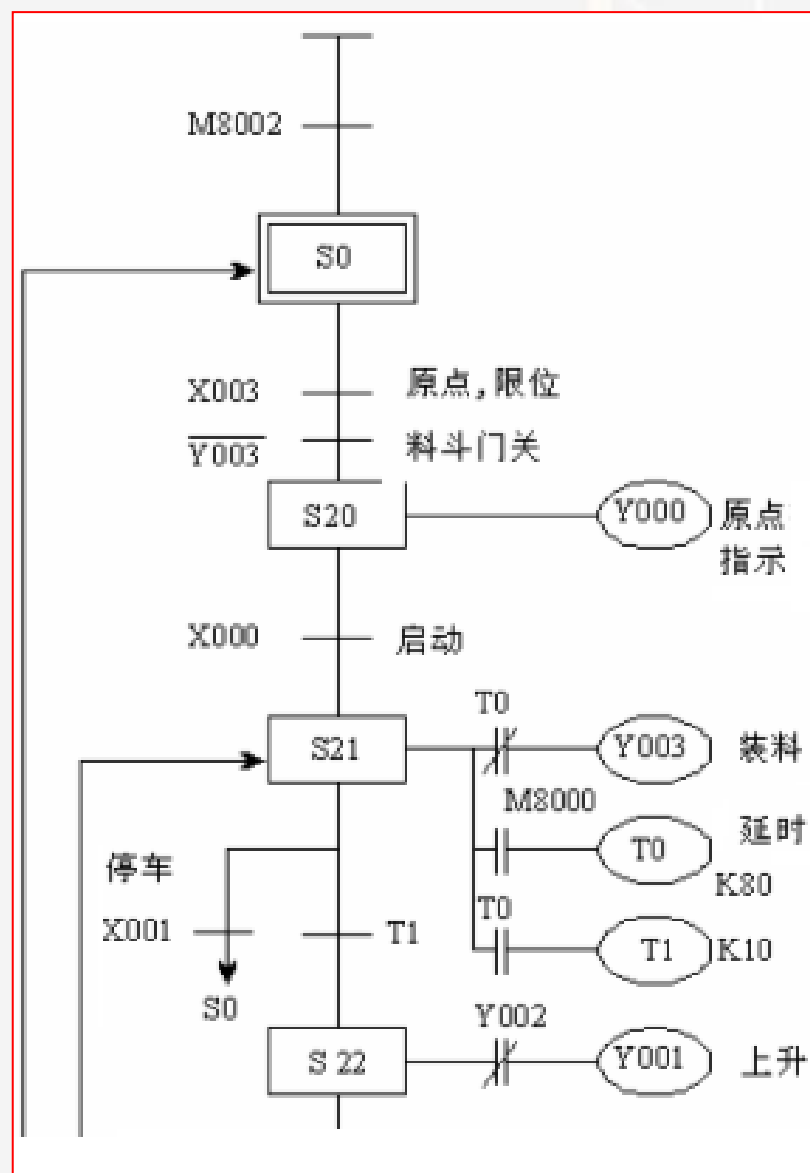


- ✓ 料车处于**原点**，下限位开关**LS1**被压合，料斗门**关上**，原点指示**灯亮**。
- ✓ 当选择开关**SA****闭合**(自动循环)，按下**启动按钮SB1**料斗门**打开**，**8s**时间给料车**装料**。



- ✓ 装运料结束，料斗门关，延时1s后料车上升，直至压合上限位开关LS2后停止，延时1s之后卸料10s，料车复位并下降至原点，压合LS1后停止。然后又开始下一个循环工作。
- ✓ 当开关SA断开（单循环），料车工作一个循环后停止在原位，指示灯亮。
- ✓ 按下停车按钮SB2后则立即停止运行。

运料小车控制状态转移图



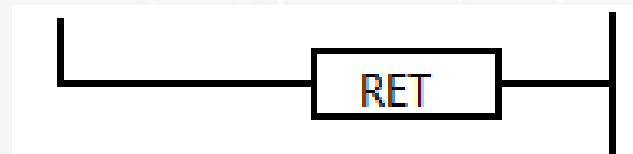
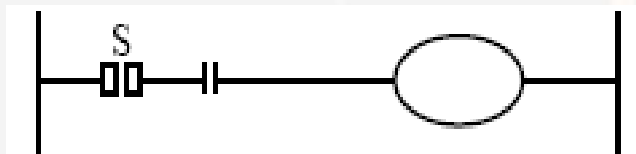


武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

4.2 步进梯形图

步进梯形图：

用**步进指令（STL）**对**内部状态器（S）**的触点编程，在顺序程序上面进行**工序步进形式控制**。用**返回（RET）指令**结束状态（S）流程，返回**主程序（母线）**。

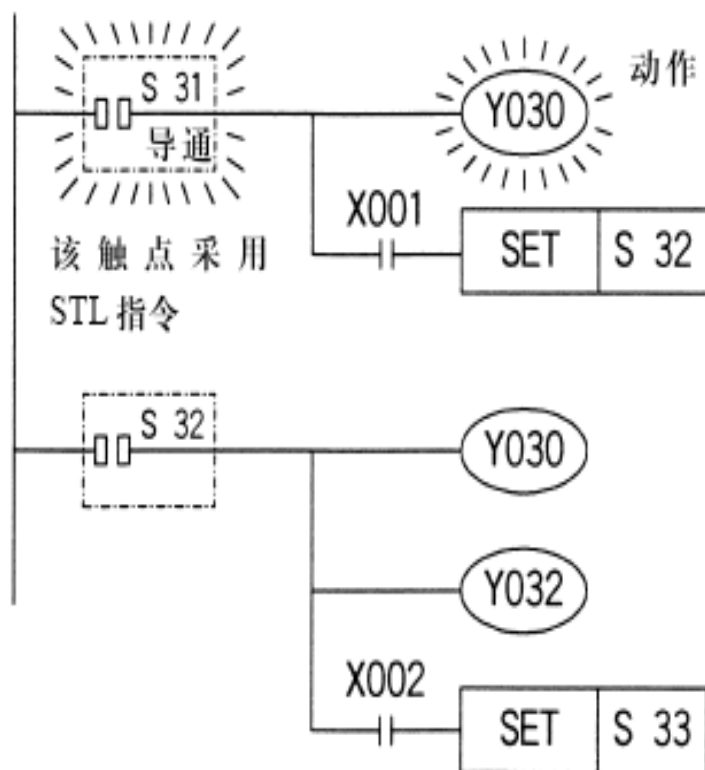


步进梯形图与SFC图关系：

按一定规则，步进梯形图回路也可以作为SFC图处理，从SFC图也可反过来形成步进梯形图回路。

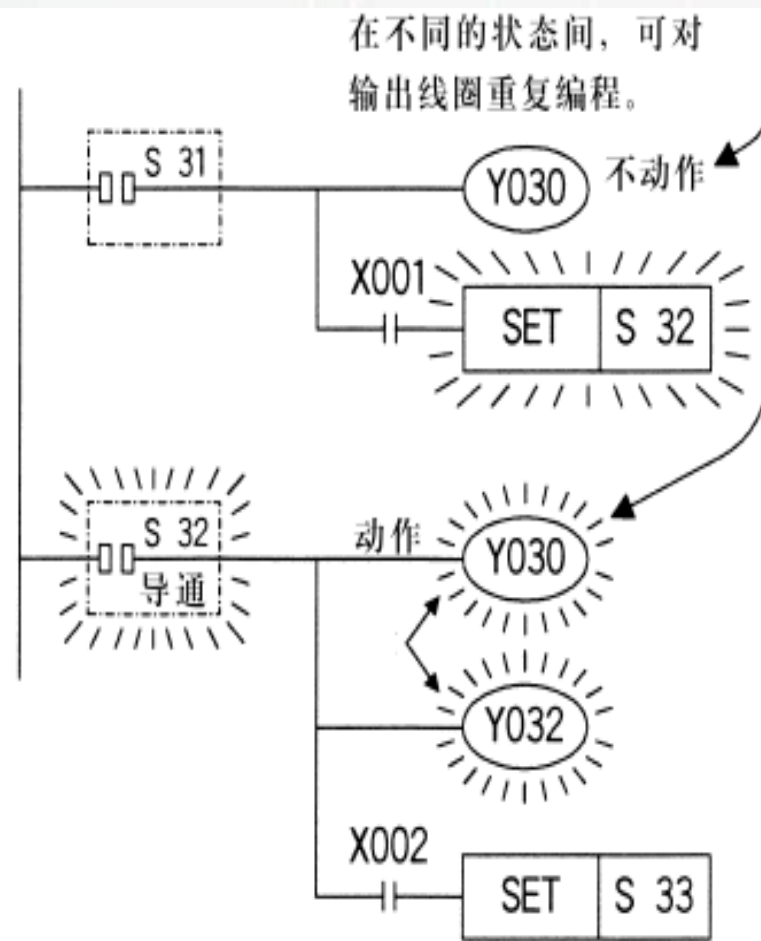


步进梯形图表示

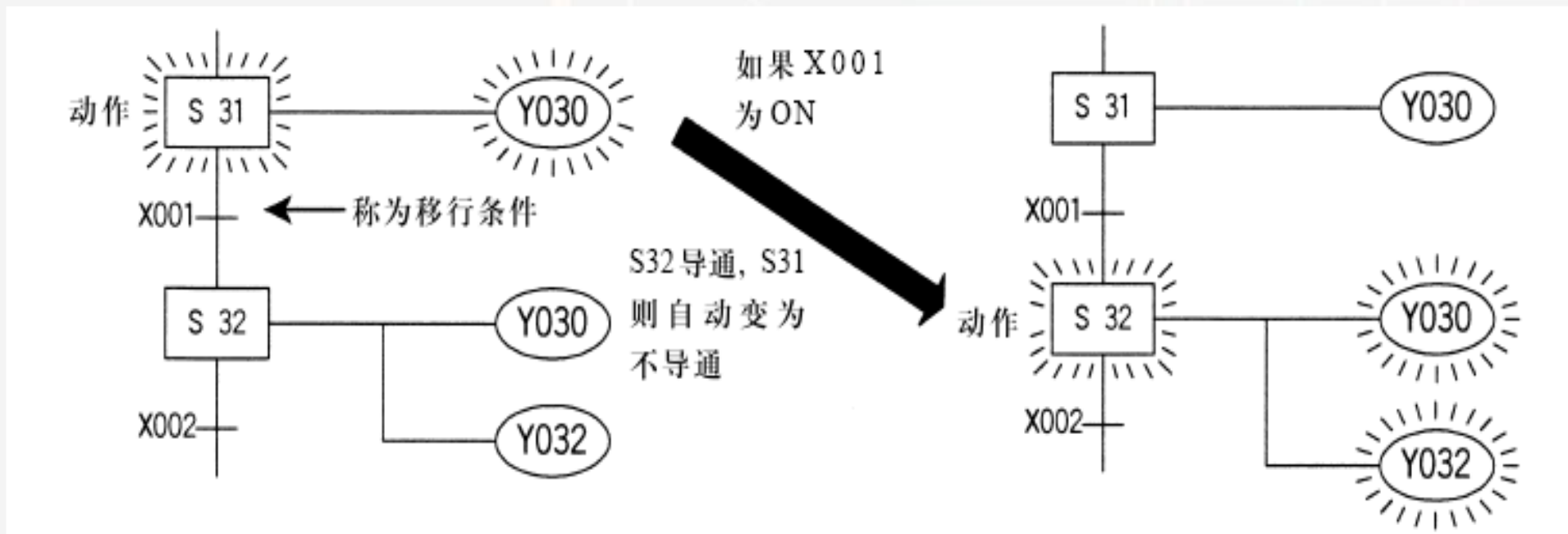


如果 X001 为 ON

S32 导通, S31 则自动变为不导通



改用SFC（状态转移图）表示步进梯形图回路



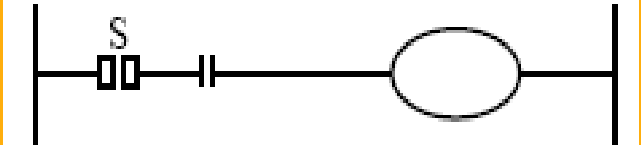
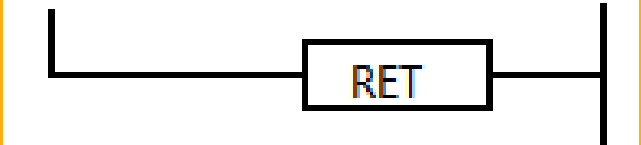
长处：在SFC图中，每道工序中，设备所起的作用及整个控制流程都表示得**通俗易懂，顺序设计就容易**，即使对第三者也可传输严密得动作。因此有利于维护、规格修改，和故障排除等。



武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

步进指令

1.步进指令定义及应用对象

指令符	名称	指令意义	指令意义
STL	步进指令		顺控程序上对工序步进行控制的指令。
RET	步进复位指令		状态流程的结束，返回主程序（母线）的指令。

2. 指令功能及说明

(1) 主控功能

- STL指令**仅对状态器S有效**。
- STL指令将**状态器S的触点与主母线相连**并提供**主控功能**。
- 使用STL指令后，**触点的右侧起点处要使用LD (LDI)指令**，步进复位指令RET才能使LD点返回主母线。

(2) 自动复位功能

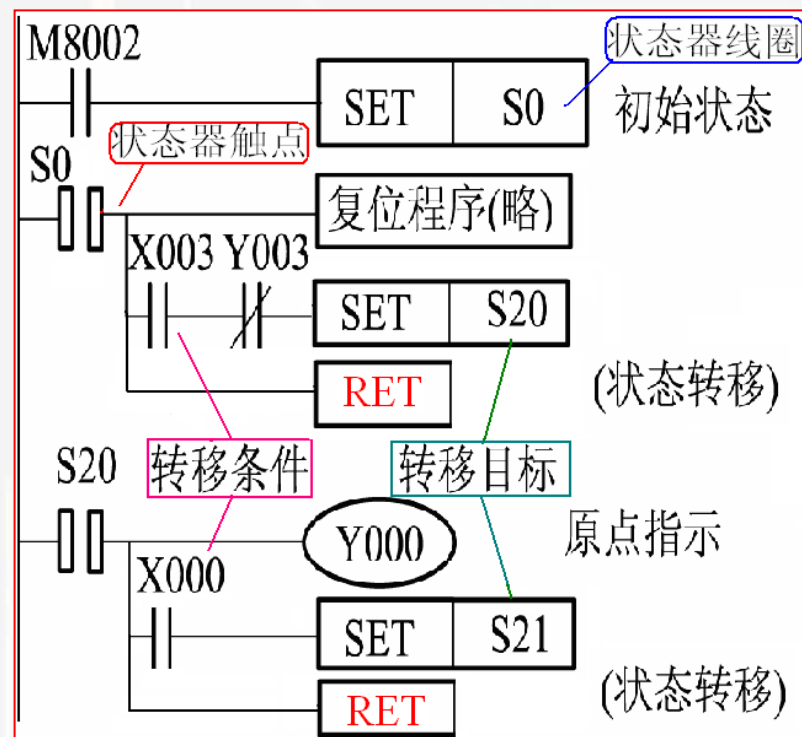
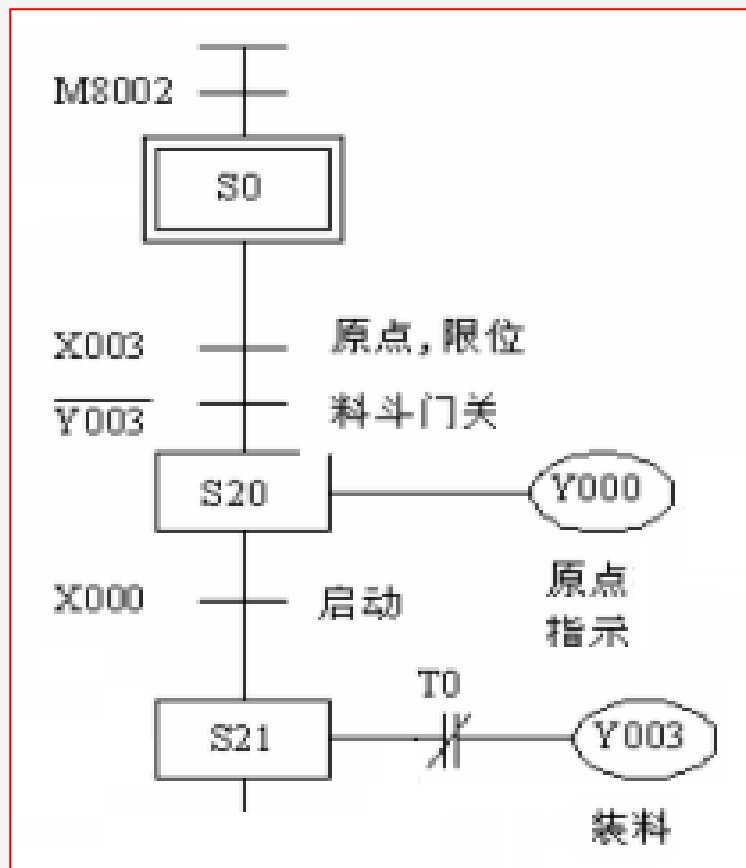
- ✓ 用**STL**指令时，新的状态器**S**被置位，前一个状态器**S**将**自动复位**。
- ✓ **OUT**指令和**SET**指令都能使**转移源自动复位**，另外还具有停电自保持功能。
- ✓ **OUT**指令在状态转移图中只用于**向分离的状态转移**，而不是向相邻的状态转移。
- ✓ 状态转移**源自动复位**须将状态转移电路设置在**STL回路中**，否则原状态不会自动复位。

(3) 驱动功能

- STL触点**接通**，与其相联的**回路动作**，STL触点**断开**，与其相联的**回路不动作**。

(4) 步进复位指令RET功能

SFC（状态转移图）、步进梯形图和指令编程



LD	M8002	SET	S20
SET	S0	RET	
STL	S0	STL	S20
复位程序(略)		OUT	Y000
LD	X003	LD	X000
ANI	Y003	SET	S21
		RET	

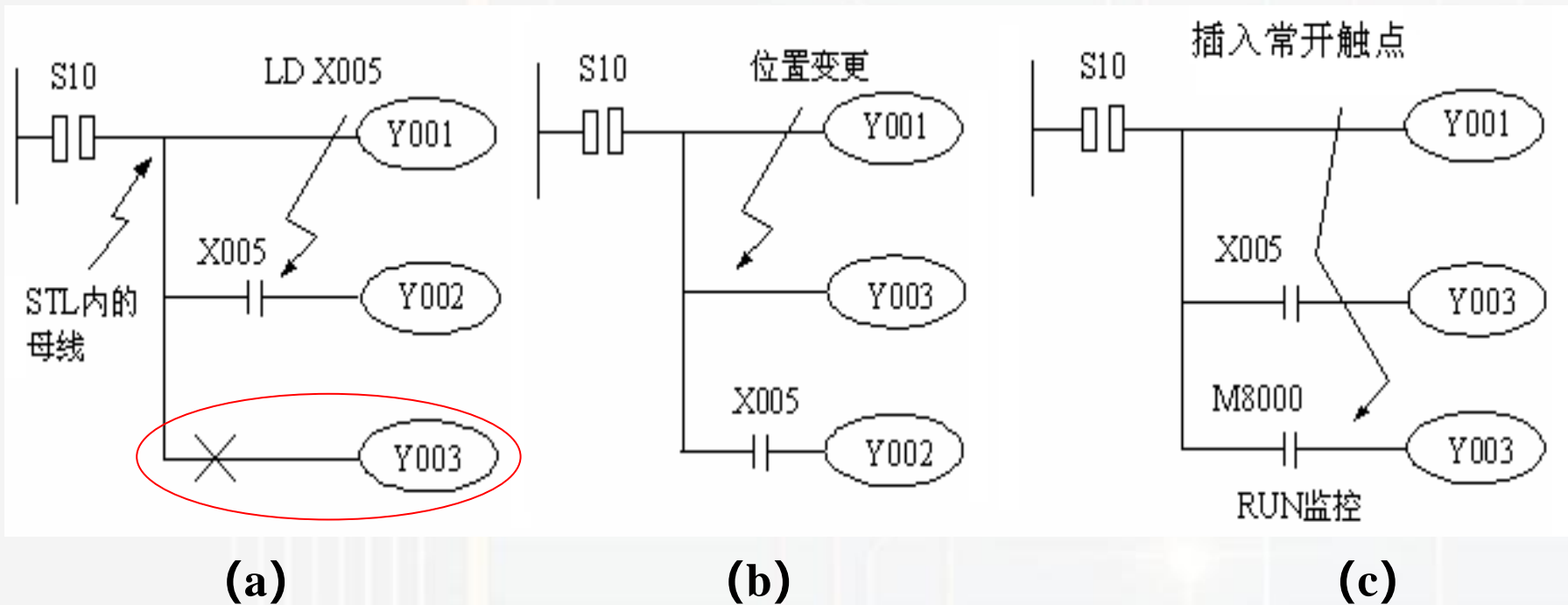


武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

4.3 步进梯形图指令编程

(1) 输出的驱动方法

- 从状态器内的母线，一旦写入LD或LDI指令后，对不需要触点的指令就不能再编程。需要按下图的方法改变这样的回路。

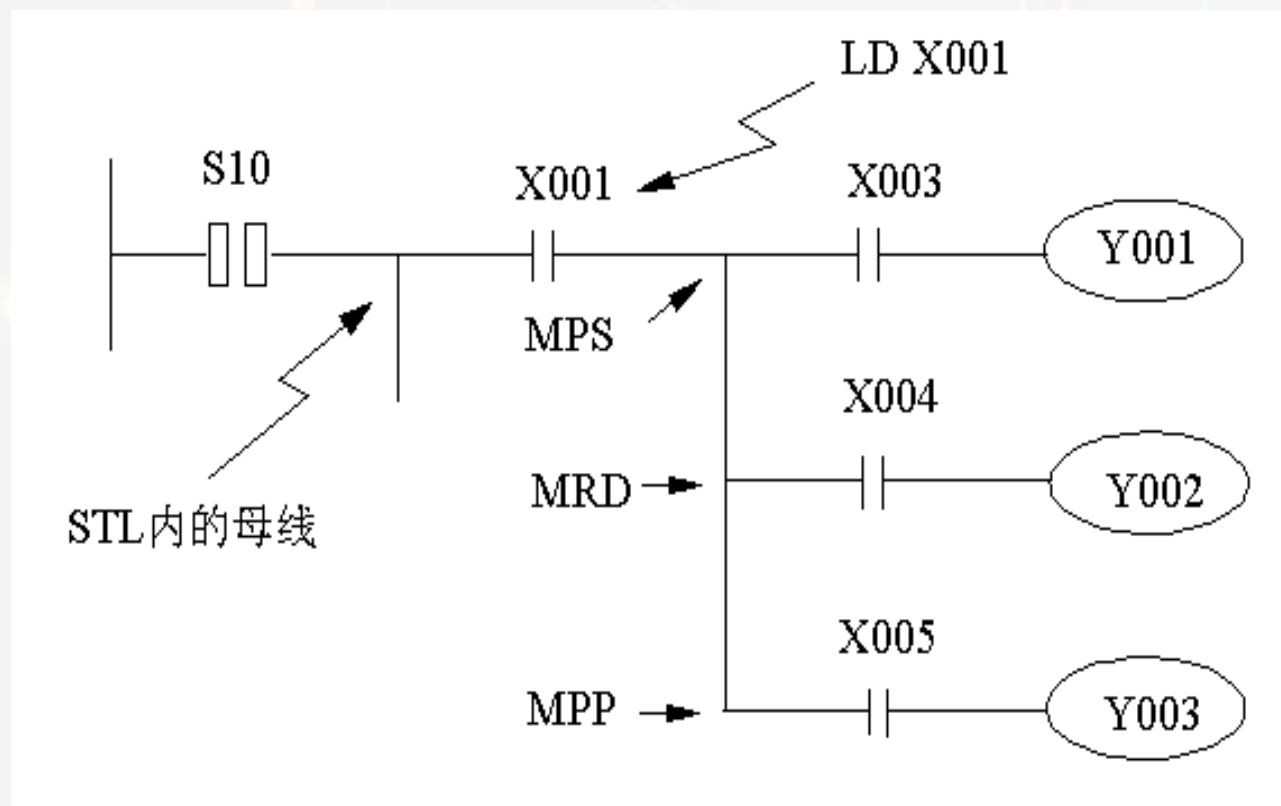


输出的驱动

(a) 错误的驱动方法； (b) 正确的驱动方法； (c) 正确的驱动方法

(2) MPS/MRD/MPP指令的位置

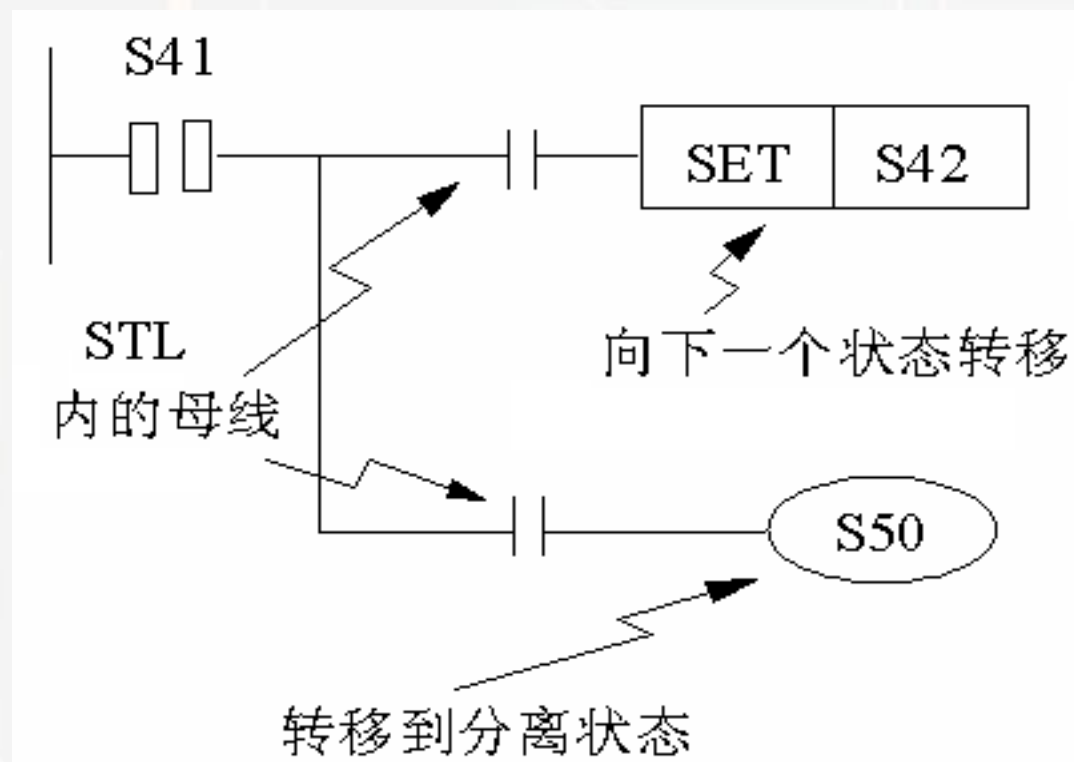
- 在状态器内，**不能直接从STL内母线中直接使用MPS/MRD/MPP指令**，而应在LD或LDI指令以后编制程序。



MPS/MRD/MPP指令的位置

(3) 状态的转移方法

- **OUT指令与SET指令**对于STL指令后的状态器（S）具有同样的功能，都将**自动复位转移源**（见图），此外，还有**自保持功能**。但是使用**OUT指令**时，在STL图中用于**向分离的状态转移**。

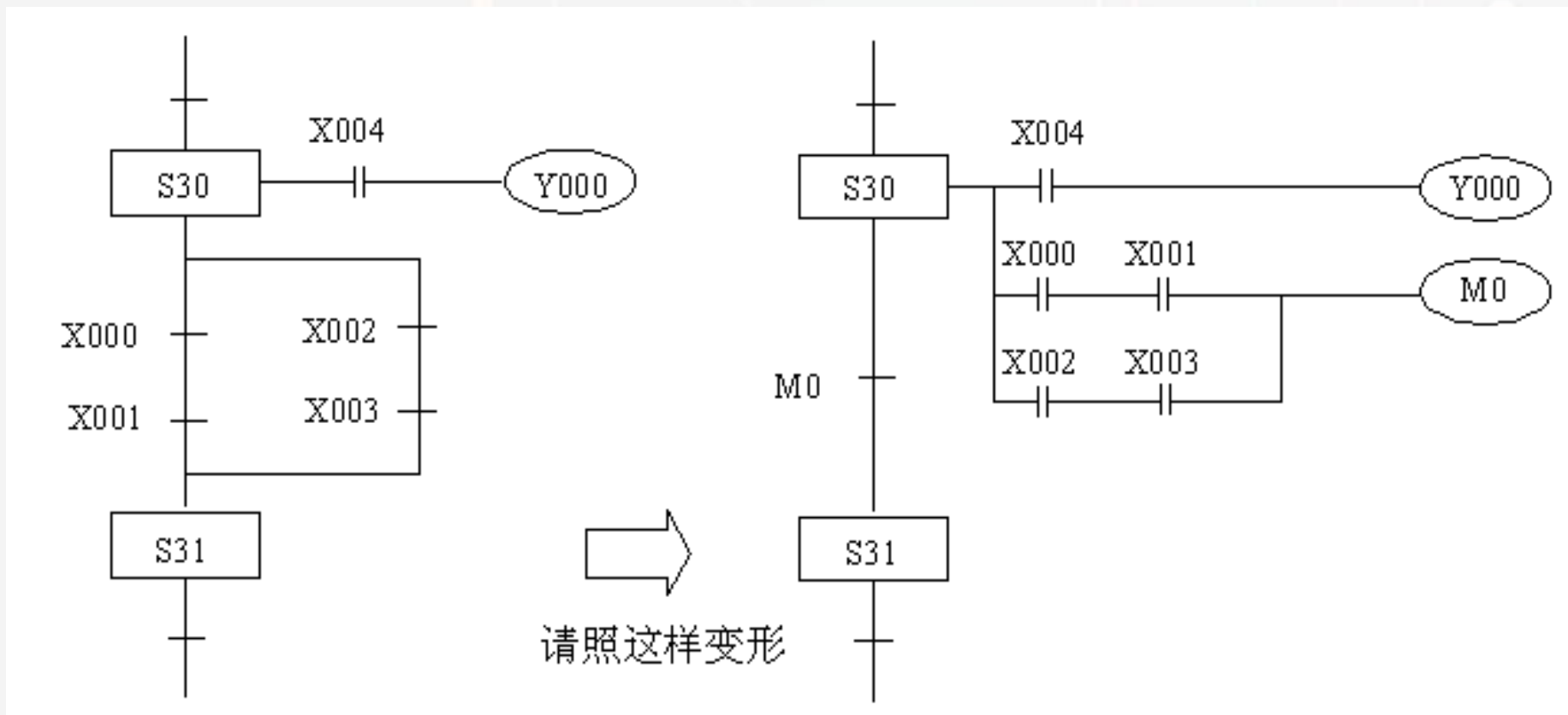


状态的转移方法

(4) 转移条件回路中不能使用的指令



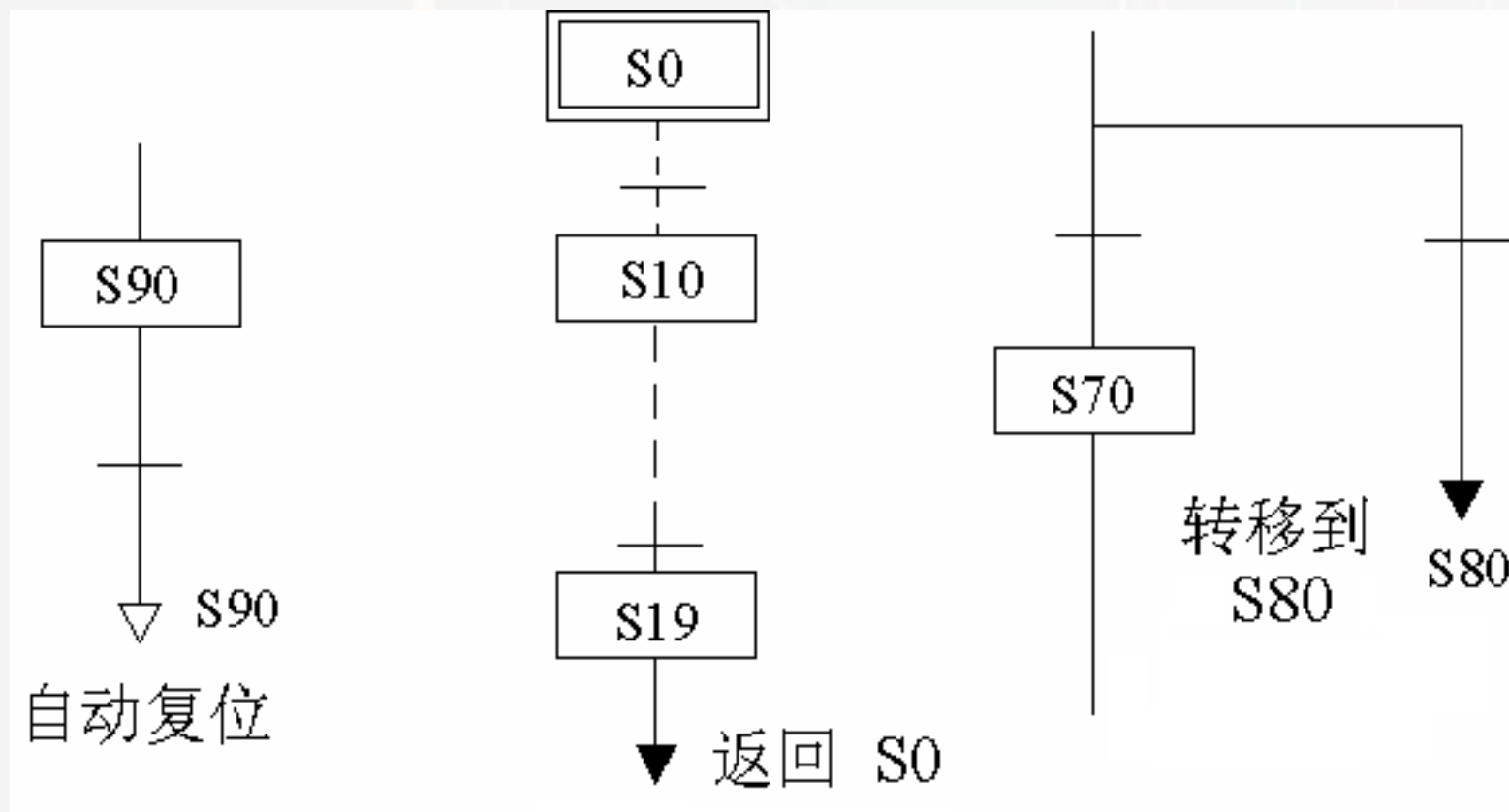
- 在转移条件回路中，**不能使用**ANB、ORB、MPS、MRD、MPP指令。



转移条件回路指令的应用

(5) 符号 ▾ 与 ▴ 的应用场合

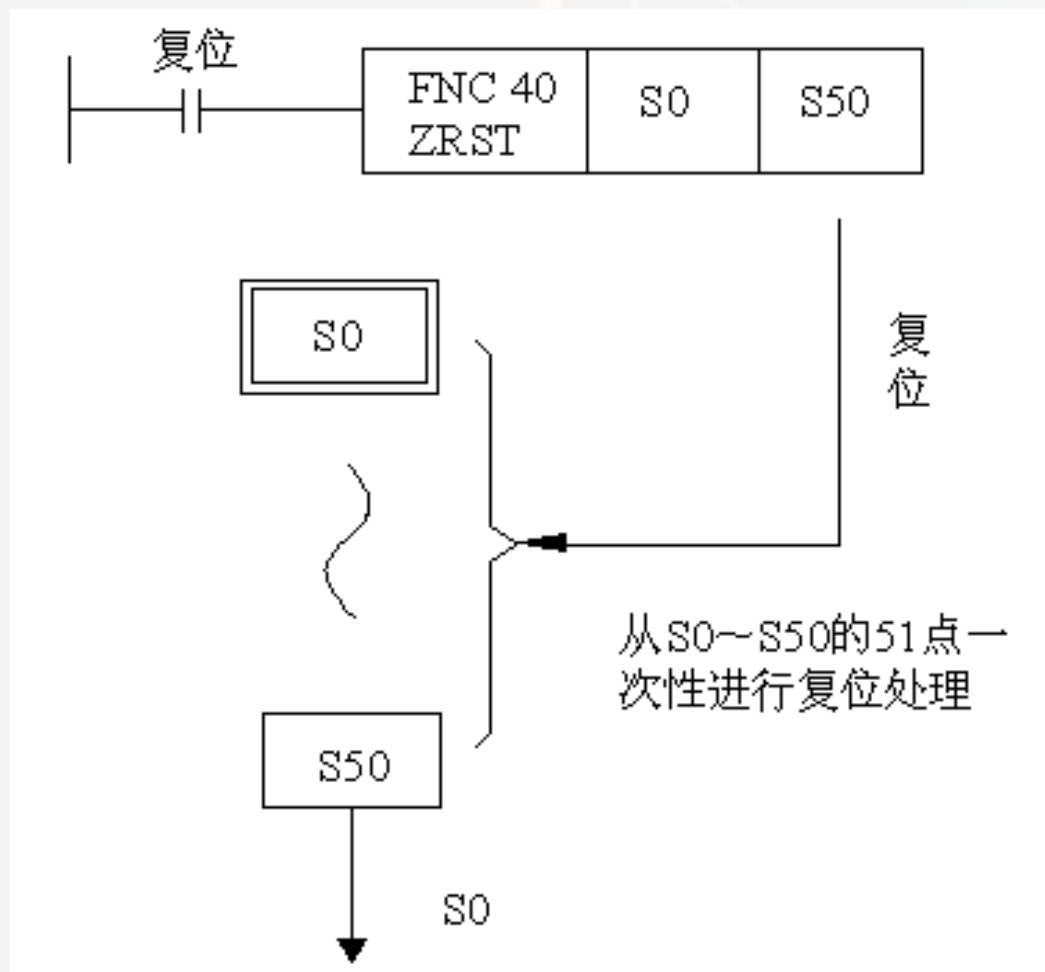
- 在流程中表示状态的复位处理时，用符号 ▾ 表示。而符号 ▴ 则表示向上面的状态转移重复或向下面的状态转移（跳转），或者向分离的其他流程上的状态转移。



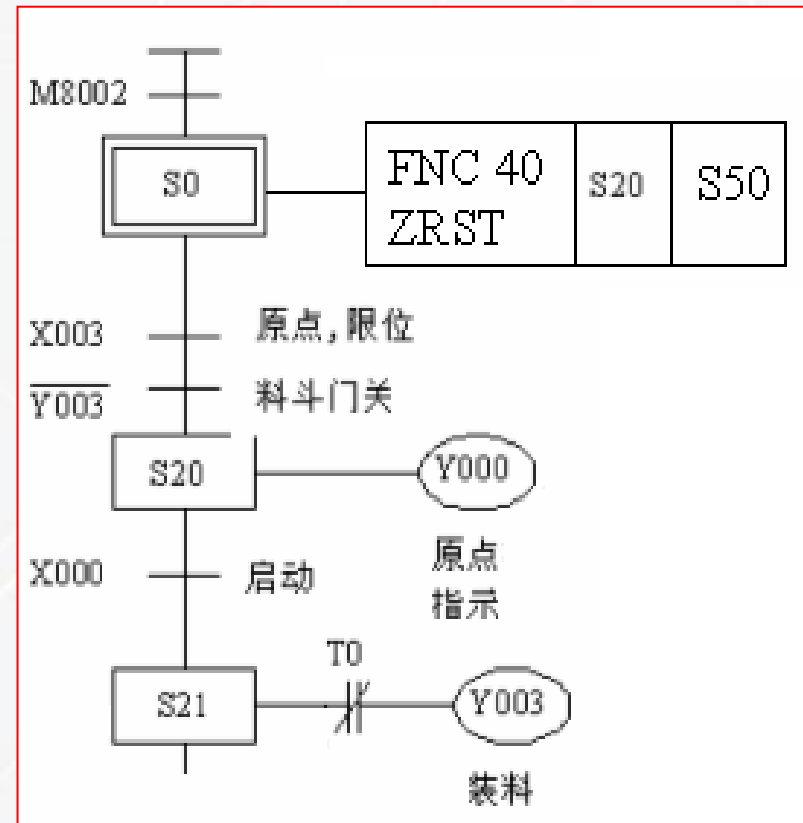
符号与的应用

(6) 状态复位

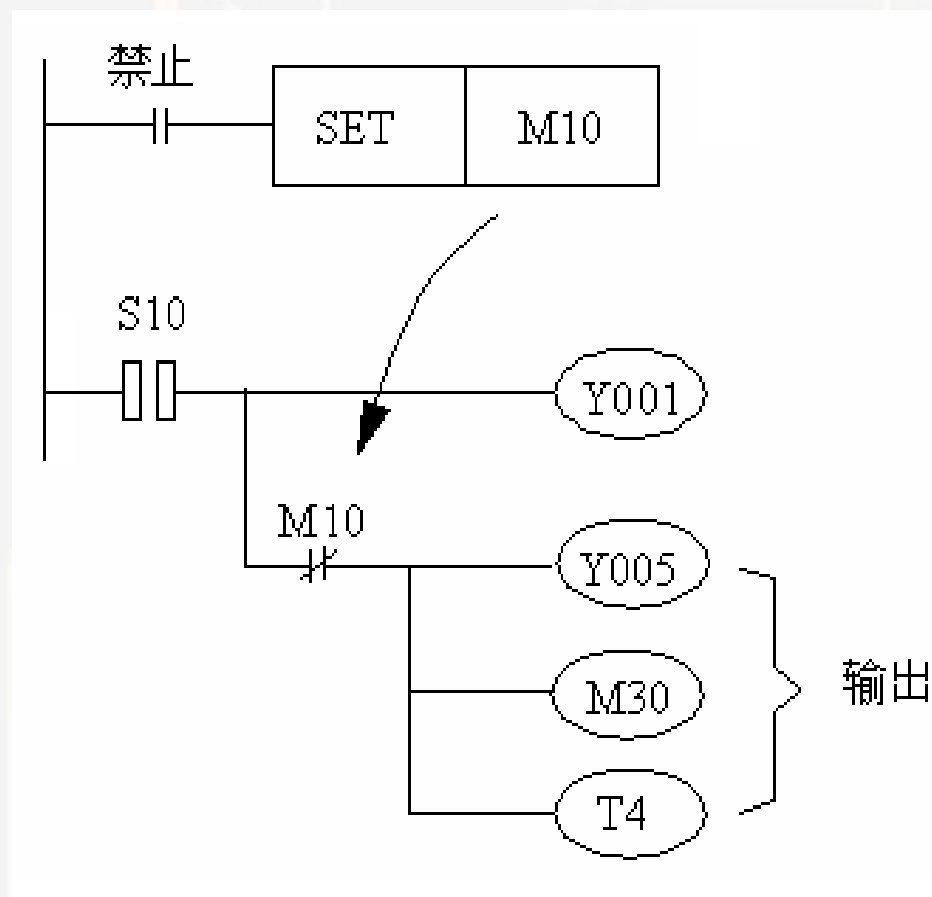
➤ 在选定的区间内,状态同时复位。



S0 ~ S50的51点状态器的同时复位



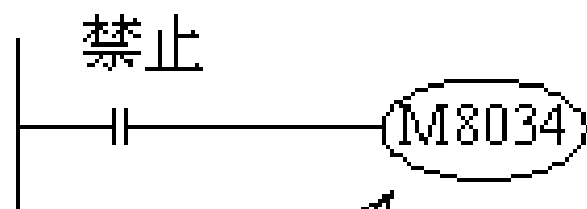
(7) 禁止输出的编程，禁止运行状态中的输出



禁止运行状态中的输出

(8) 断开输出继电器 (Y) 的操作

利用M8034将PLC中的所有输出继电器(Y)断开



在特殊辅助继电器M8034为ON时，顺控程序继续运算，但是输出继电器（Y）都处于断开状态。

断开输出继电器

(9) SFC图需采用的特殊辅助继电器和逻辑指令

表4.2 SFC图采用的特殊辅助继电器

软元件号	名 称	功能和用途
M8000	RUN 监视	可编程控制器在运行过程中，一直接通的继电器。可作为驱动程序的输入条件或可编程控制器运行状态的显示来使用。
M8002	初始脉冲	在可编程控制器由STOP→RUN时，仅在瞬间（一个扫描周期）接通的继电器，用于程序的初始设定或初始状态的复位。
M8040	禁止转移	驱动该继电器，则禁止所有状态之间转移。然而，即使在禁止状态转移下，由于状态内的程序仍然动作，因此，输出线圈等不会自动断开。
M8046	STL 动作	任一状态接通时，M8046自动接通。用于避免与其他流程同时启动或用作工序的动作标志。
M8047	STL 监视 有效	驱动该继电器，则编程功能可自动读出正在动作中的状态并加以显示。详细事项请参考各外围设备的手册。

表4.3 可在状态内处理的逻辑指令



指令状态		LD/LDI/LDP/LDF, AND/ANI/ANDP/ ANDF, OR/ORI/ORP/ORF ,INV,OUT, SET/RST,PLS/PLF	ANB/ORB MPS/MRD/ MPP（块、 栈指令）	MC/ MCR （主控）
初始状态/ 一般状态		可使用	可使用	不可使用
分支, 汇合 状态	输出处理	可使用	可使用	不可使用
	转移处理	可使用	不可使用	不可使用

■ 注：①在中断程序与子程序内，不能使用STL指令

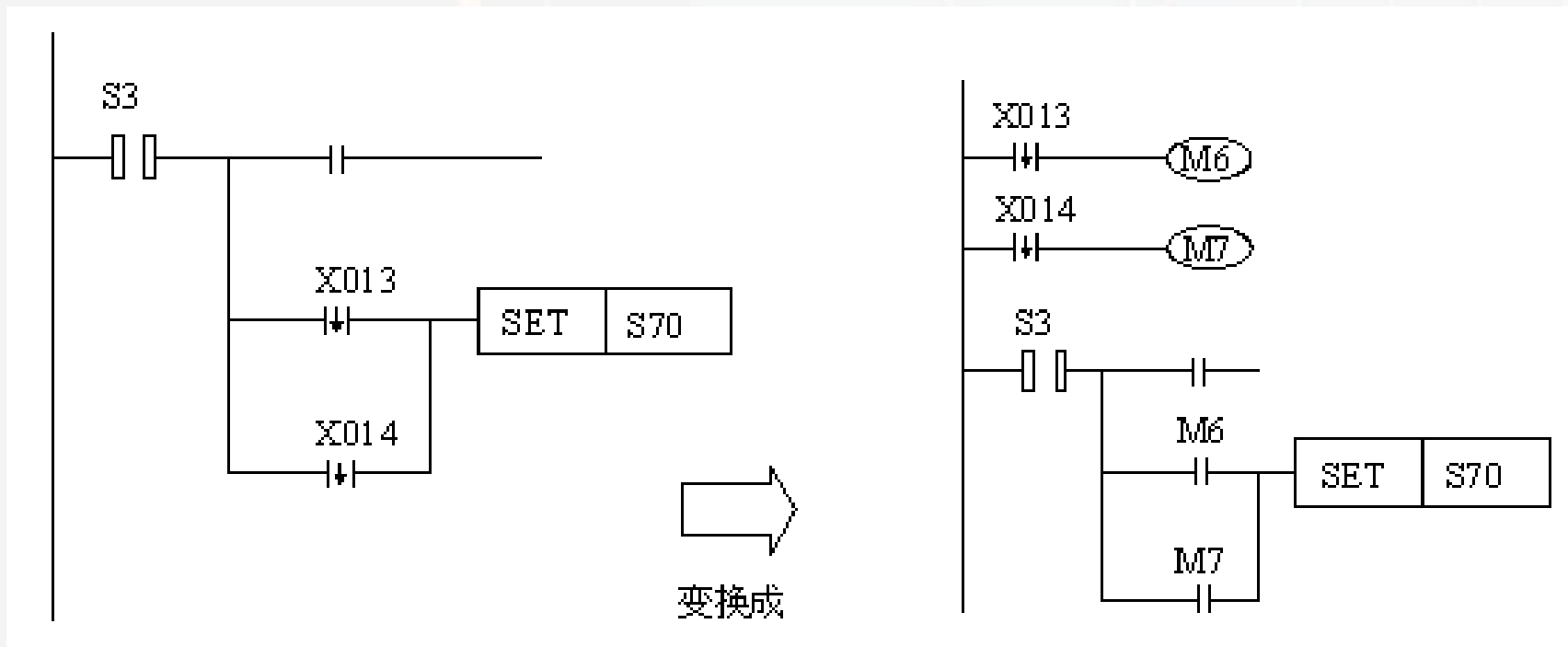
②在STL指令内不禁止使用跳转指令，但其动作复杂，建议不要使用

(10) 上升沿/下降沿检测触点使用时的注意事项



- 在状态器内使用LDP、LDF、ANDP、ANF、ORP、ORF的上升沿/下降沿检测触点时，**状态器触点断开时变化的触点，只在状态器触点再次接通时才被检出。**

图(a)X014下降，此时因S3断开，X014的下降沿无法检出；S3再次接通时，X014则被检出。因此，S3第二次动作时，立即向S70转移。



(a) 修改程序前的程序

(b) 修改程序后的程序



武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

4.4 常见流程状态的编程

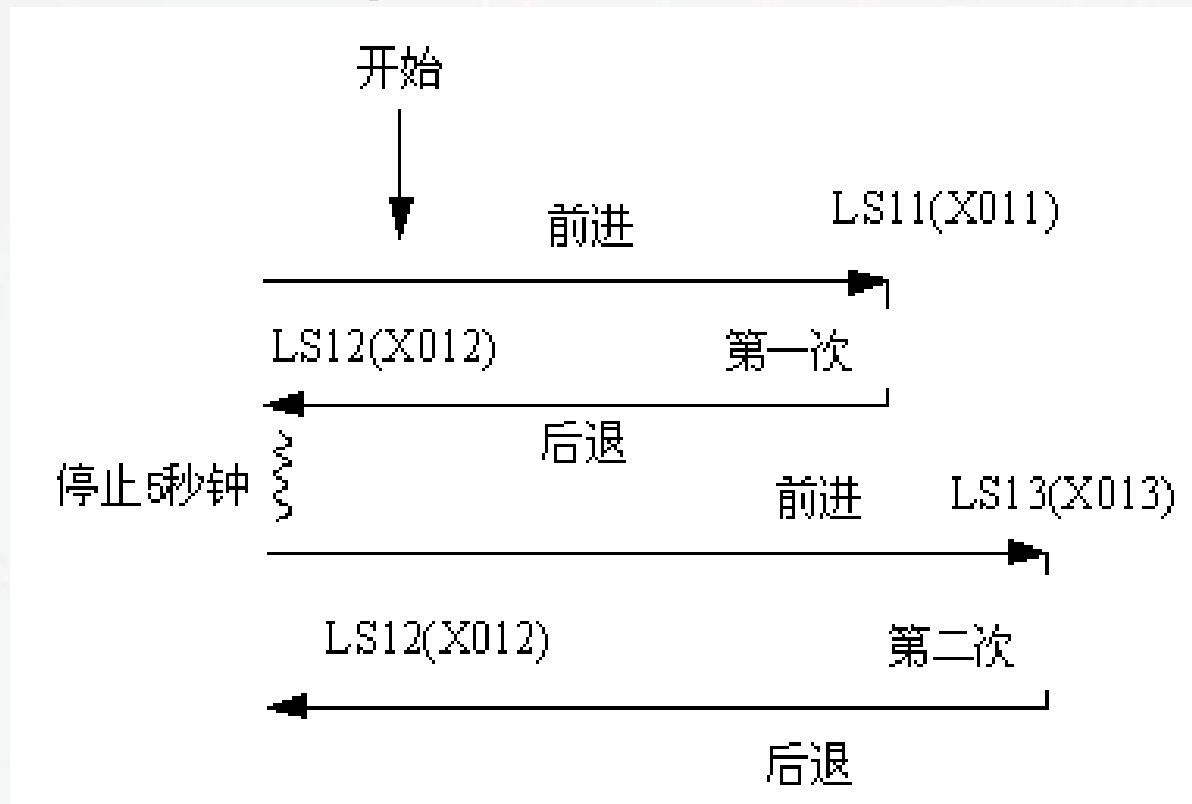
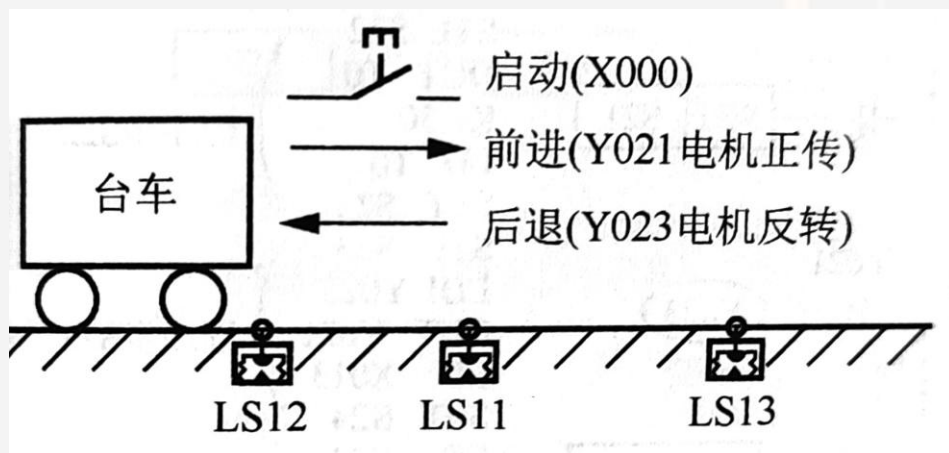


武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

单流程状态编程

➤ “单流程”是指仅有单一的出、入口的单流程。

图中台车运动控制就是典型的“单流程”



台车单流程运动时序图

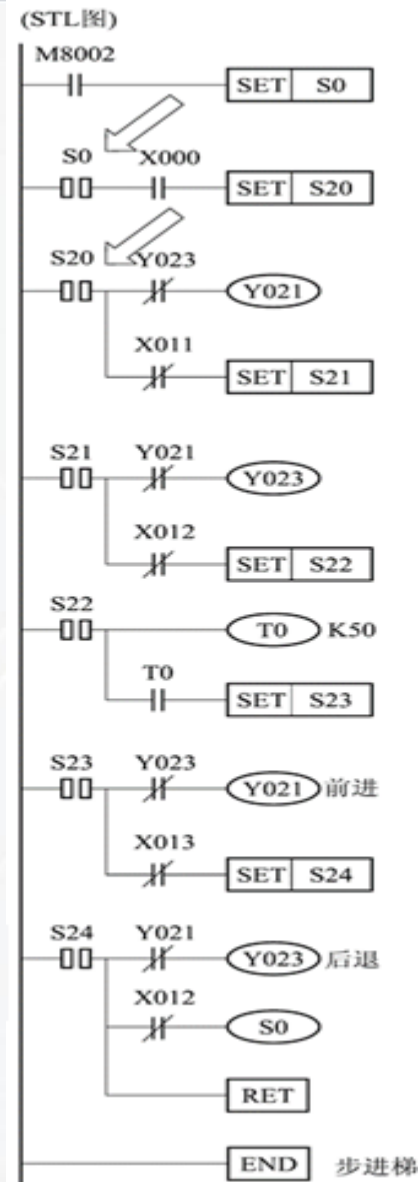
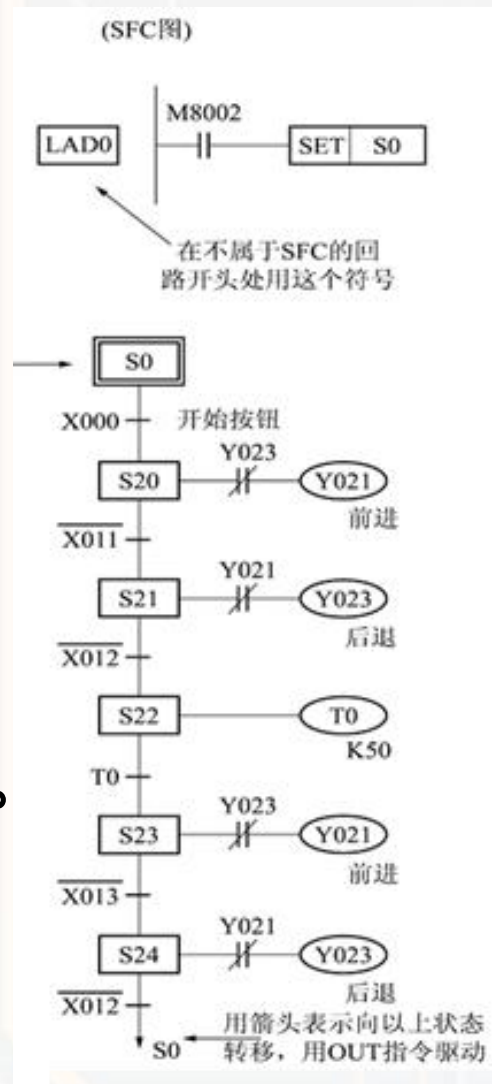
台车运动时序如下：

- 按下启动按钮**SB**，台车前进，限位开关**LS11**动作后，台车马上**后退**。（LS11通常处于断开状态，只有台车前进到位时才转为接通，其它限位开关的动作也相同）
- 台车后退，限位开关**LS12**动作后，**停5秒钟**再次前进，直到限位关**LS13**动作，台车马上**后退**
- 不久限位开关**LS12**动作，这时驱动台车的**电机停转**

解：

✓ PLC由
STOP→RUN时，
初始脉冲辅助继电器M8002令S0置位
(S0 = ON)

✓ S0 ~ S9用作初始状态。



```
LD M8002
SET S0
STL S0
LD X000
SET S20
STL S20
LDI Y023
OUT Y021
LDI X011
SET S21
STL S21
LDI Y021
OUT Y023
LDI X012
SET S22
STL S22
OUT T0
LD T0
SET S23
STL S23
LDI Y023
OUT Y021
LDI X013
SET S24
STL S24
LDI Y021
OUT Y023
LDI X012
OUT S0
RET
END
```

初始状态

程序步S0

程序步S20

程序步S21

程序步S22

程序步S23

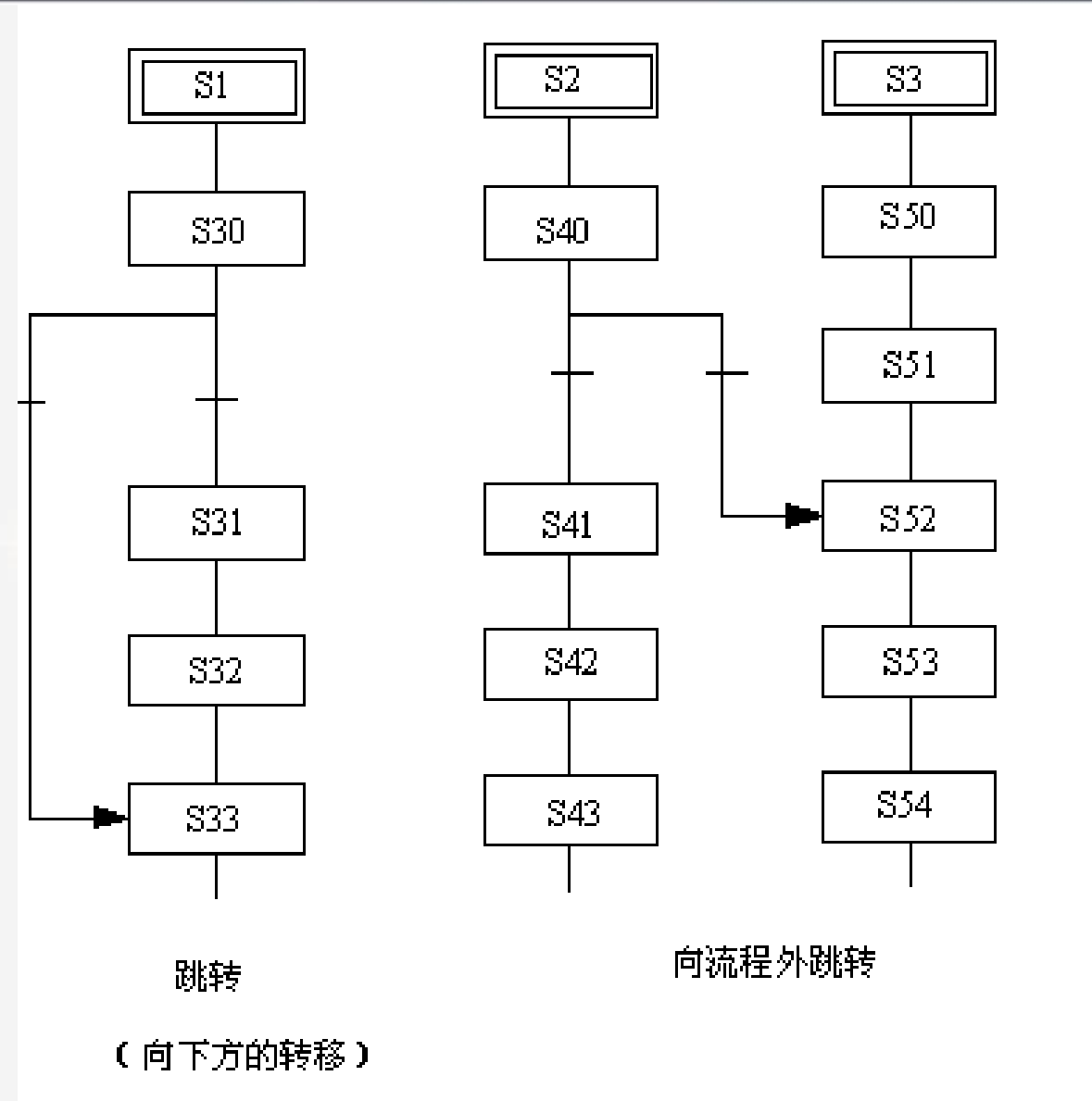
程序步S24



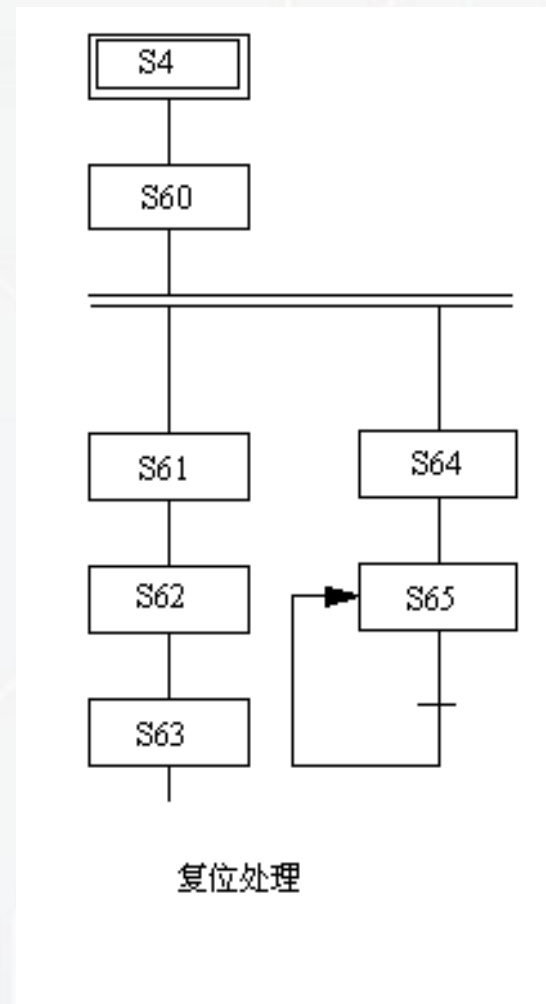
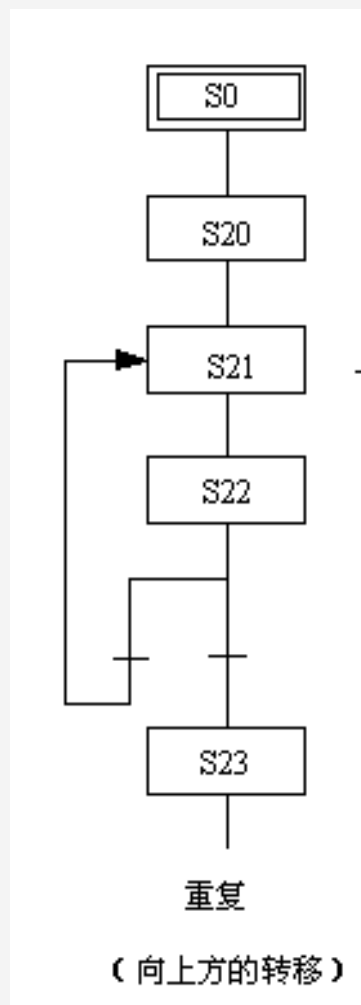
武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

跳转与重复状态编程

➤ 跳转:向下面状态直接转移或向系列外的状态转移

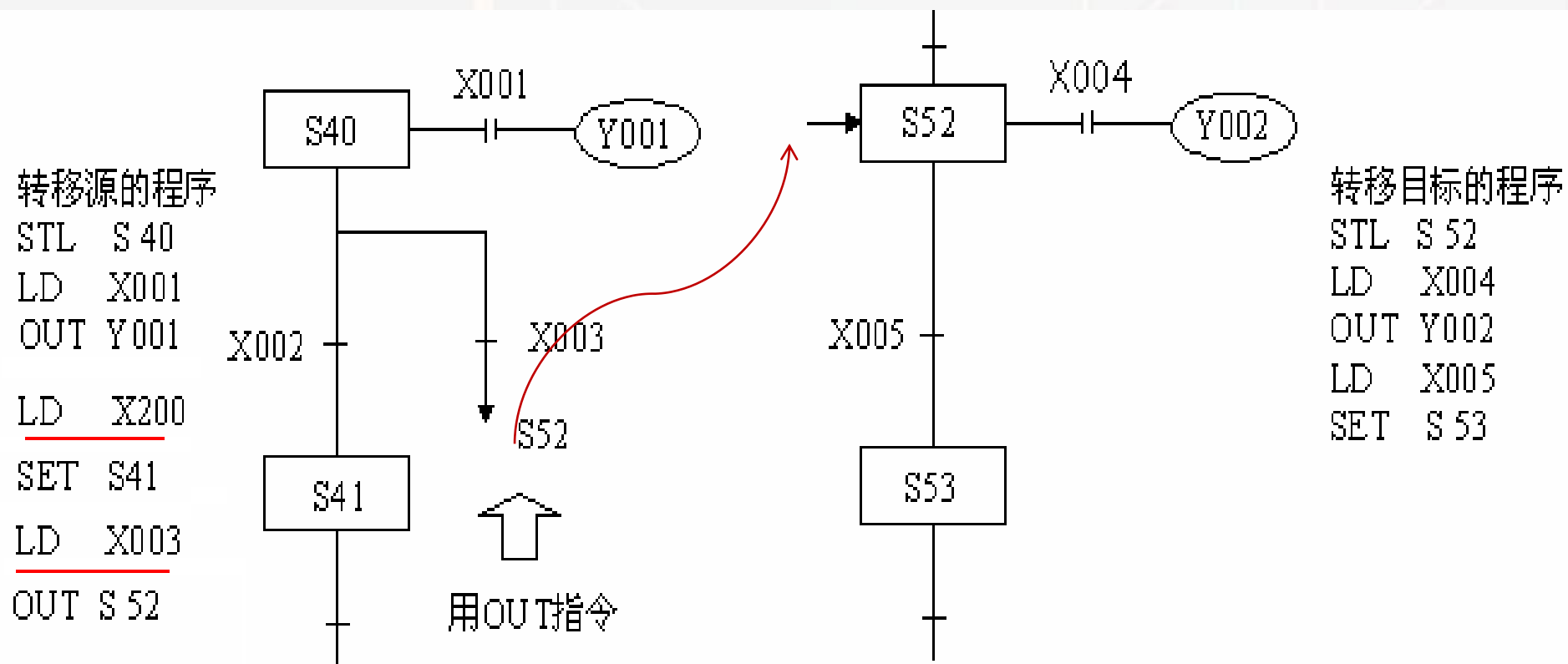


➤ 重复或循环: 向上面的状态转移



重复或循环

➤ 跳转的转移目标状态和重复（循环）的转移目标状态都可用加
目标状态来表示，转移目标状态用OUT指令编程



跳转的转移目标状态图

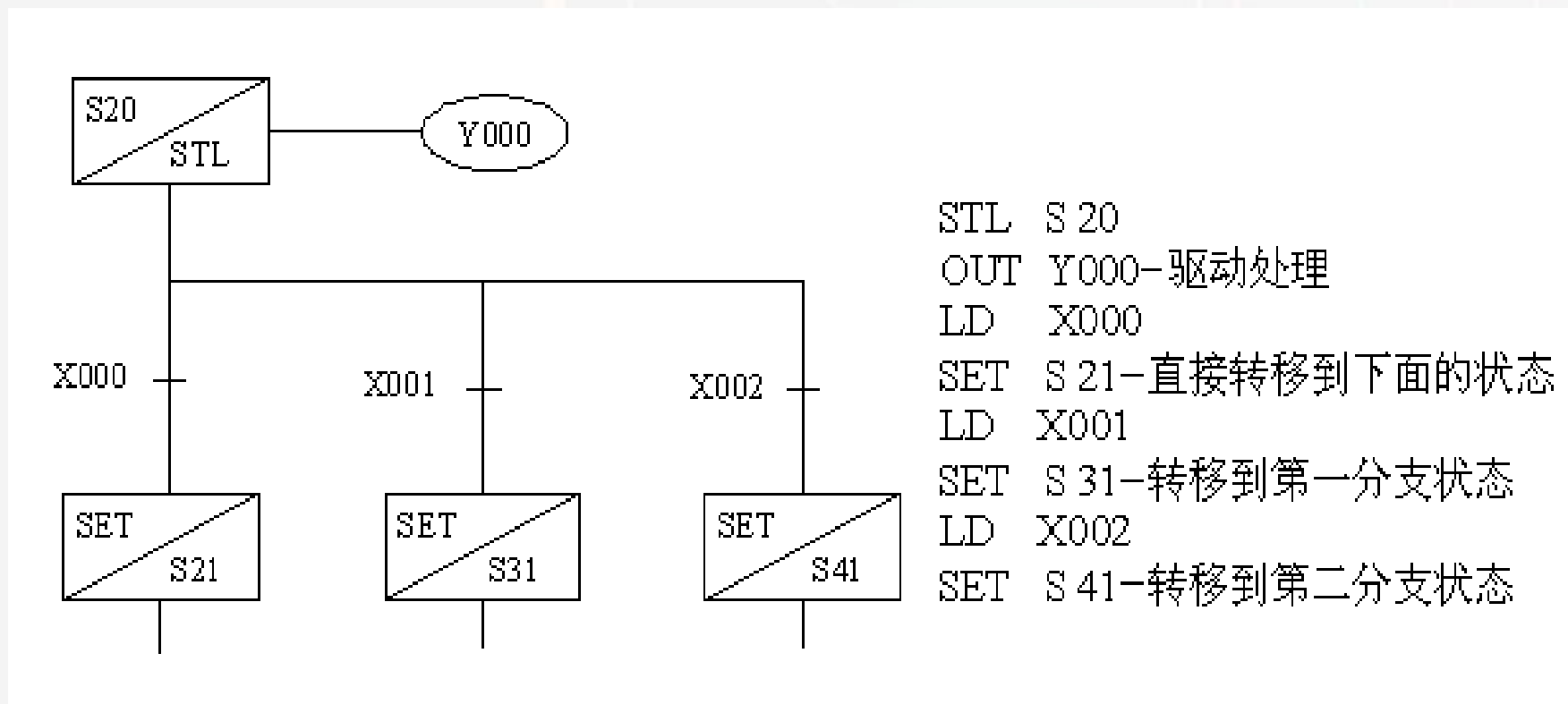


武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

选择性分支与汇合状态编程

(1) 选择性分支

选择性分支**先进行驱动处理**，**然后进行转移处理**。所有的**转移处理按顺序继续进行**。

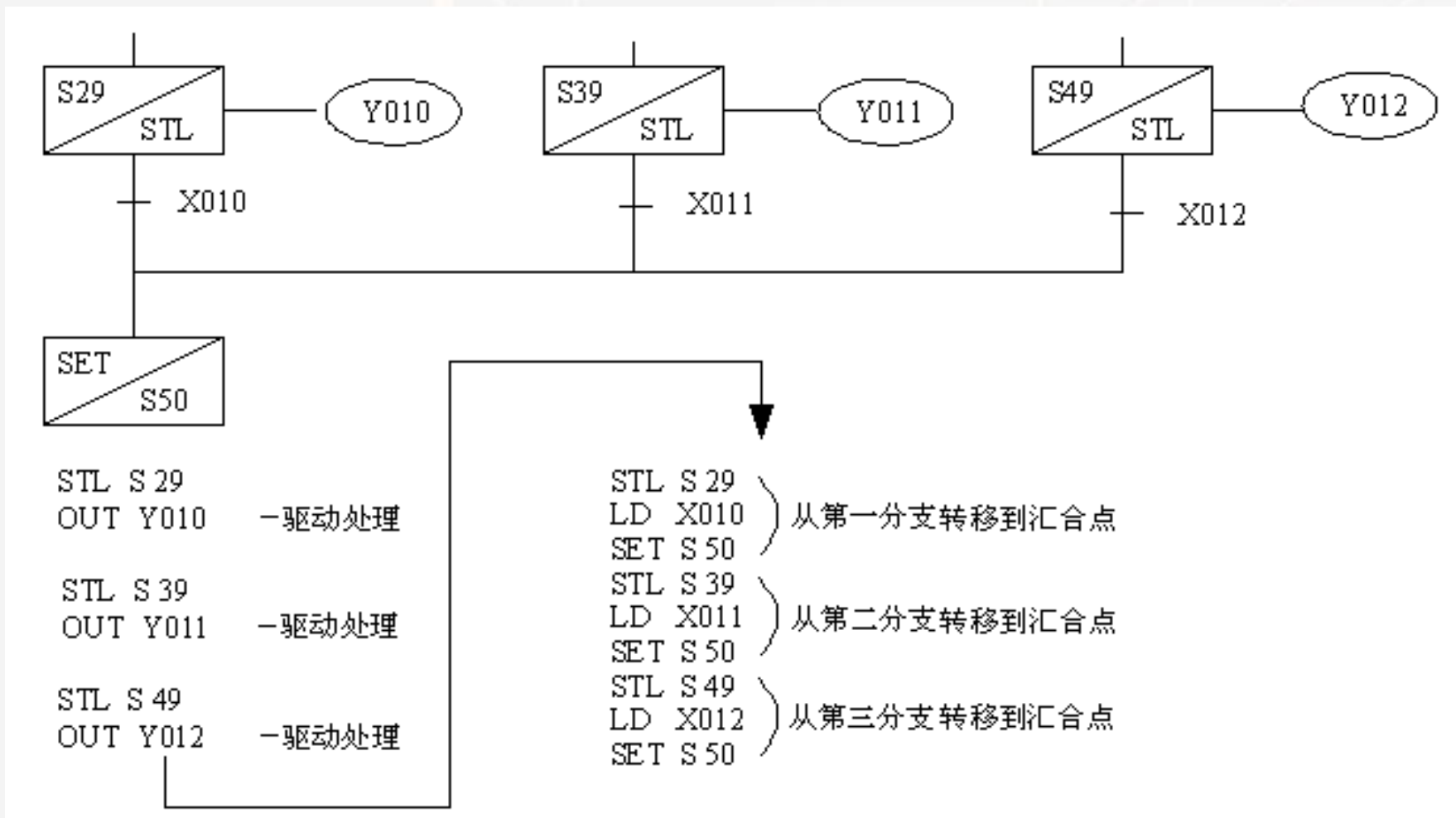


选择性分支

(2) 选择汇合

- 首先只进行**汇合前状态的驱动处理**，然后按**顺序**继续进行**汇合状态转移处理**，在使用中要注意程序的顺序号，**分支列与汇合列不能交叉**。
- 在**分支与汇合的转移处理程序中**，**不能用MPS,MRD,MPP,ANB,ORB指令**。
- 即使**负载驱动回路也不能直接在STL指令后面使用MPS指令**。

选择性分支汇合的编程



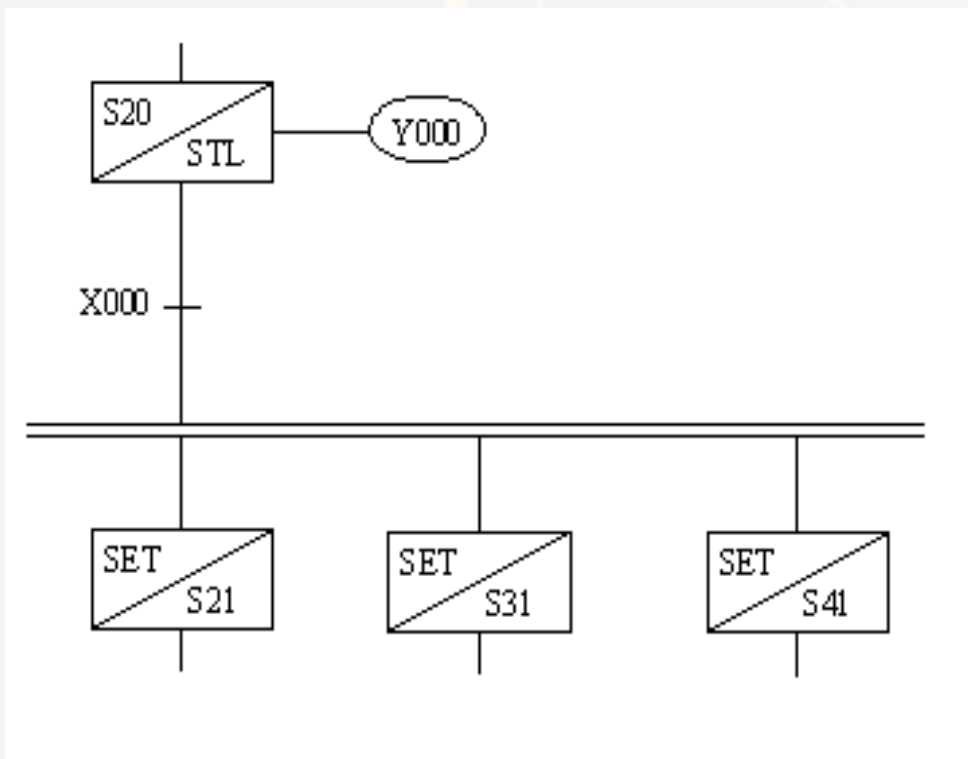


武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

并行分支与汇合状态编程

(1) 并行分支

- 并行分支流程的编程**首先进行驱动处理**，**然后进行转移处理**。所有的**转移处理按顺序继续进行**。

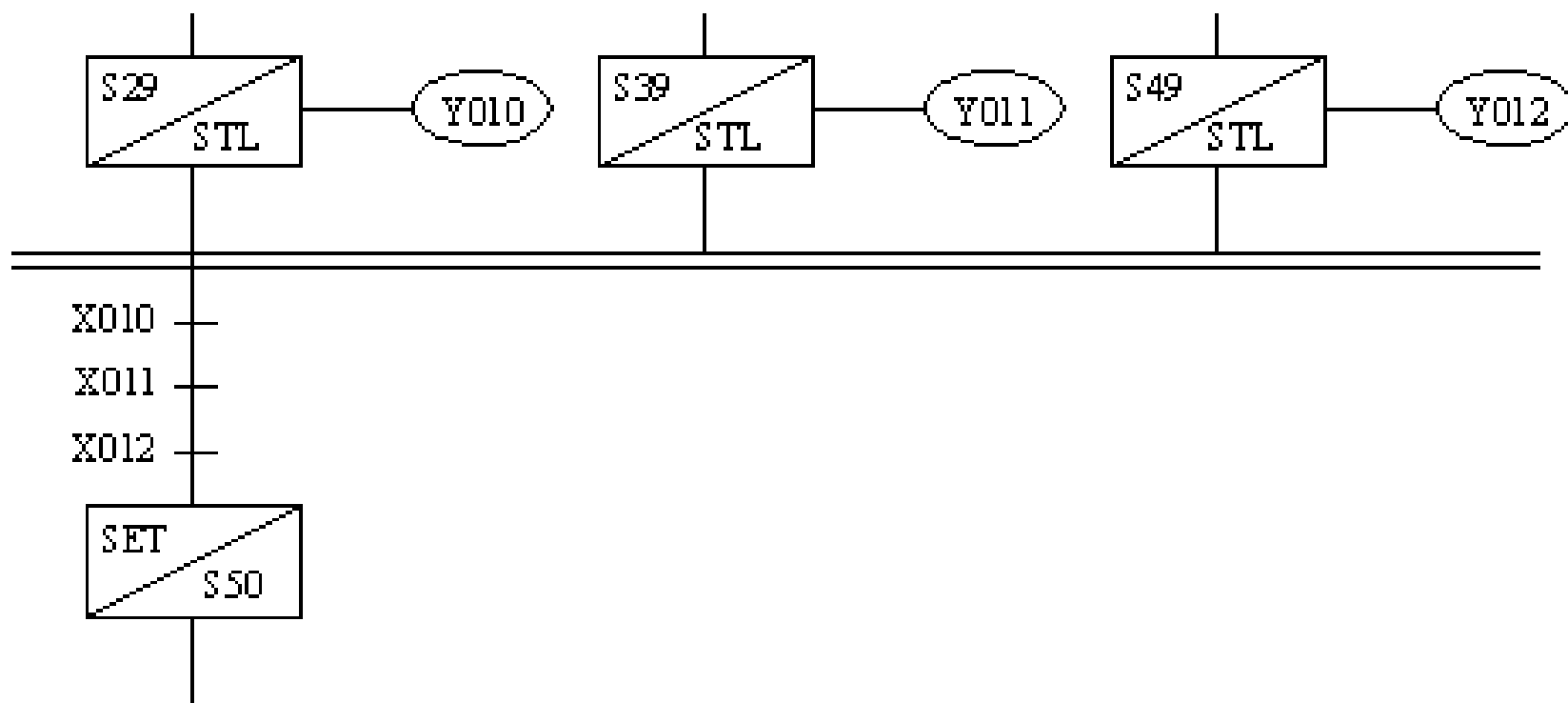


```
STL S20
OUT Y000    驱动处理
LD X000
SET S21     转移到第一并行
SET S31     转移到第二并行
SET S41     转移到第三并行
```

并行分支

(2) 并行汇合

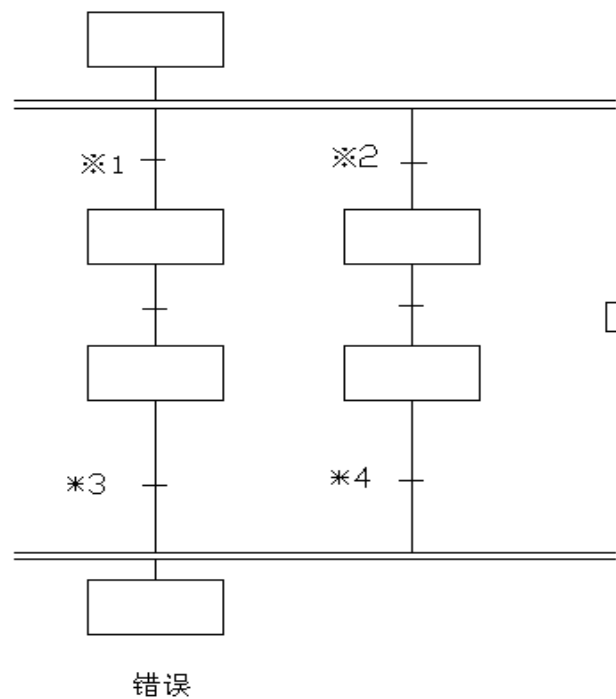
- 首先只进行**汇合前**状态的**驱动处理**，然后**依次**执行向**汇合状态**的**转移处理**



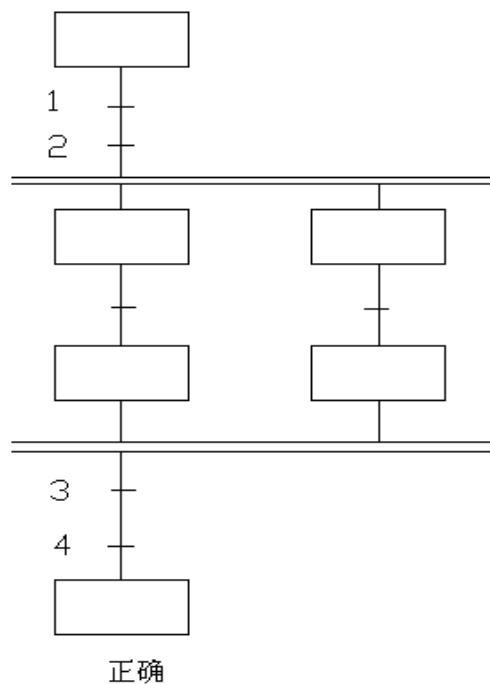
并行分支汇合的SFC

(3) 转移条件的设置位置

- 并行分支与汇合点中**不容许**在图 (a) 所示的符号※1、※2或符号*3、*4的位置**设置转移条件**，转移条件的设置**应按图 (b) 所示1、2、3、4的位置进行设置**



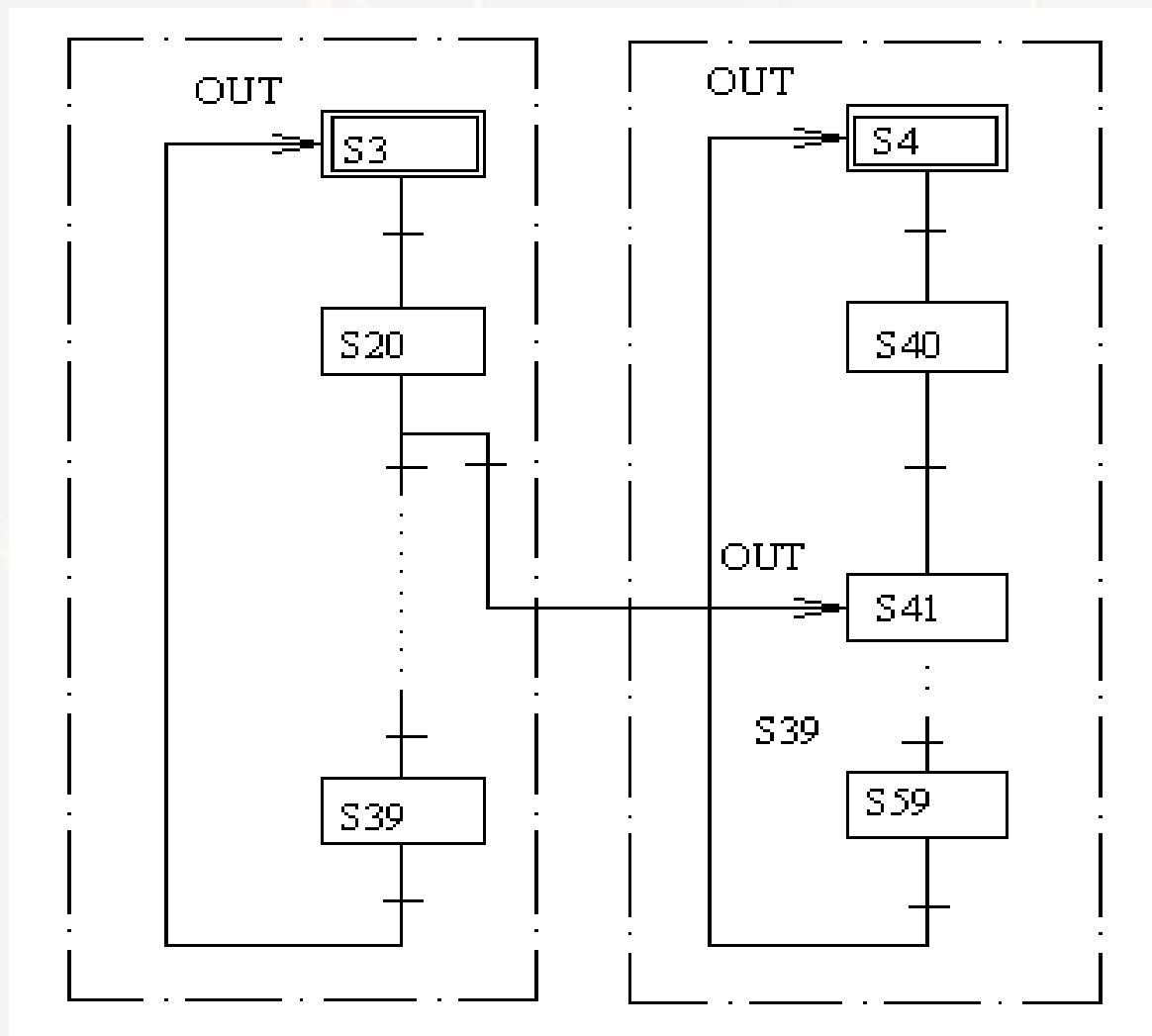
(a) 错误的设置位置;



(b) 正确的设置位置

转移条件的设置位置

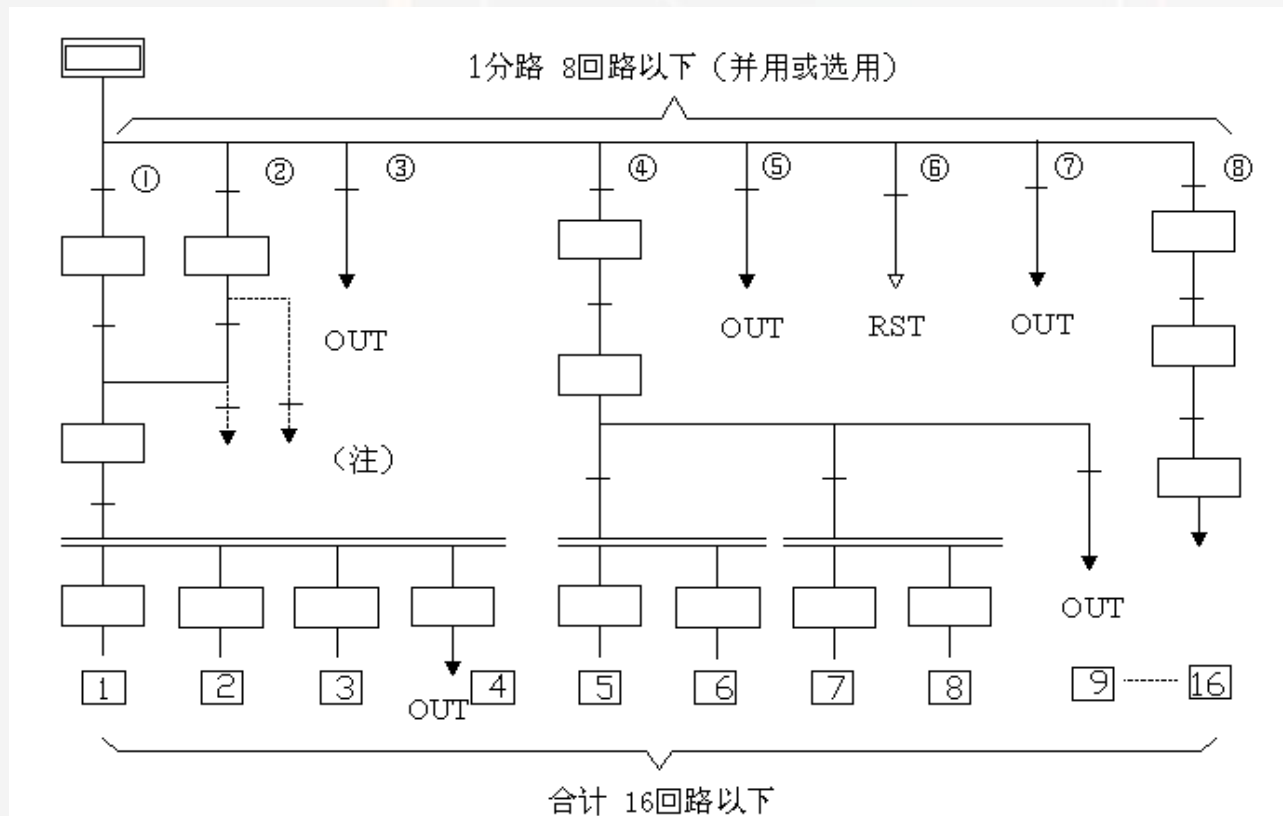
(4) 多个初始状态的SFC图的编程



多个初始状态的SFC图的编程

(5) 回路总数

- 对所有的初始状态 (S1~S9)，每个初始状态的回路总数不超过16条，并且在每一分支点，分支数不能大于8个。



多个初始状态的SFC图的编程

- 注意：不能进行从汇合线或汇合前的状态开始向分离状态的转移处理或复位处理，一定要设置虚拟状态，从分支线上向分离状态进行转移与复位处理

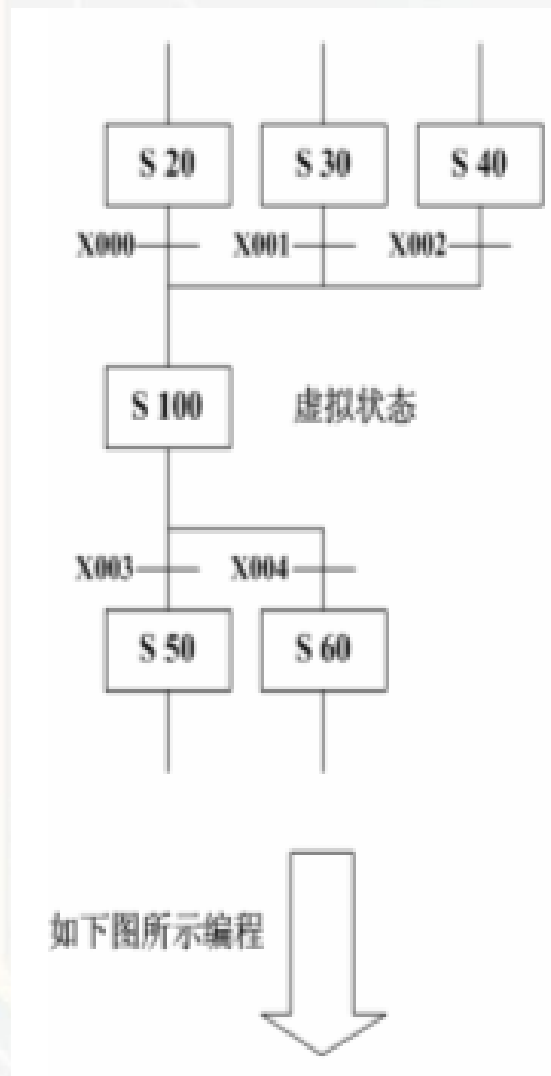
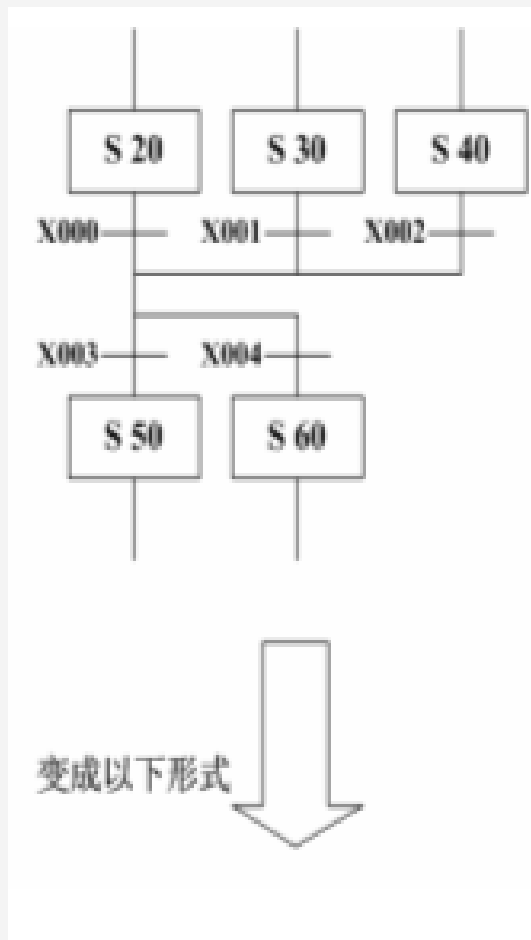


武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

分支与汇合的组合编程

分支与汇合的组合

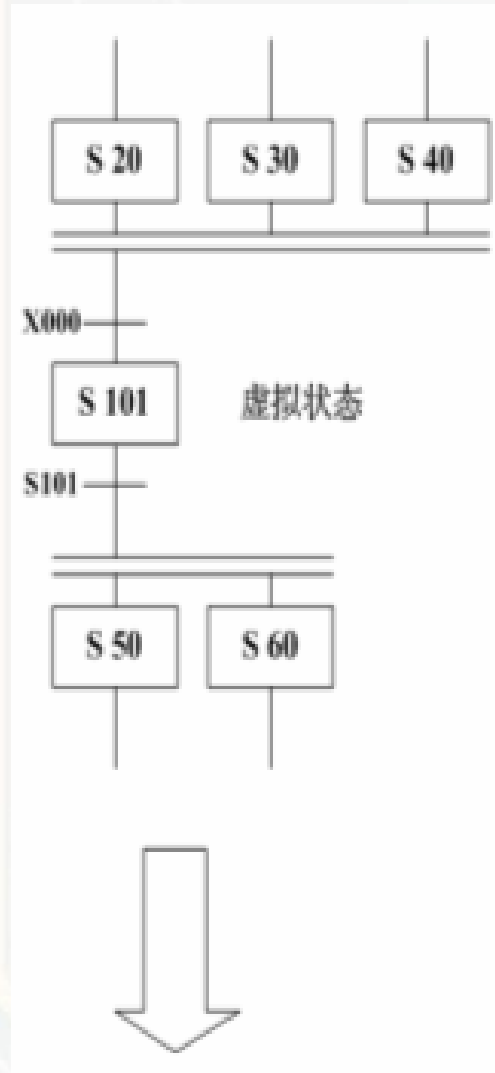
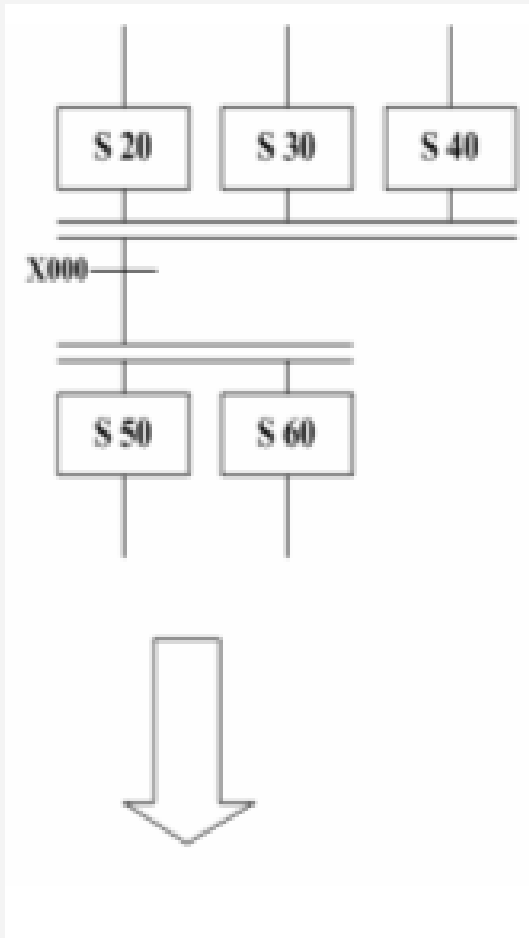
(a) 选择汇合选择



STL S20
LD X000
SET S100
STL S30
LD X001
SET S100
STL S40
LD X002
SET S100
STL 100
LD X003
SET S50
LD X004
SET S60

分支与汇合的组合

(b) 并行汇合并行

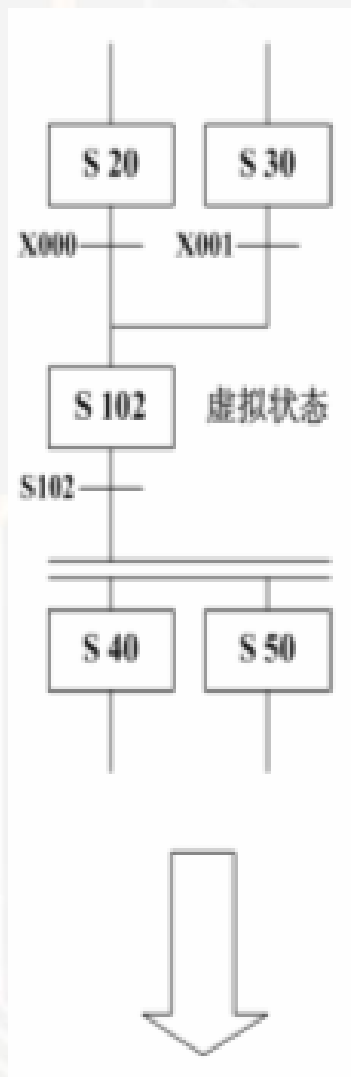
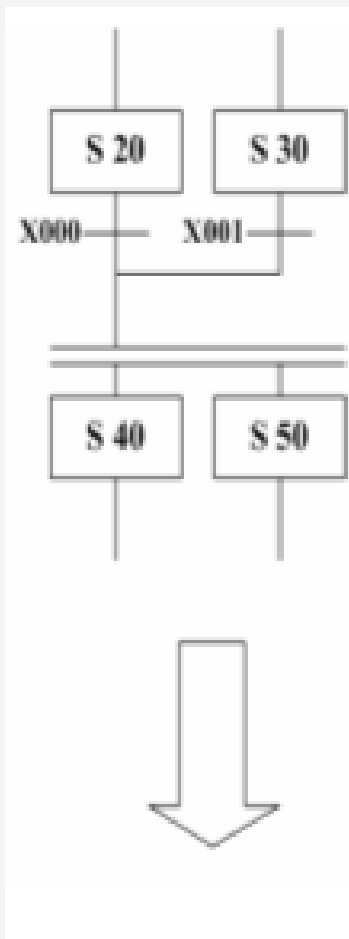


STL S20
STL S30
STL S40
LD X000
SET S101

STL 101
LD S101
SET S50
SET S60

分支与汇合的组合

(c) 选择汇合并行;



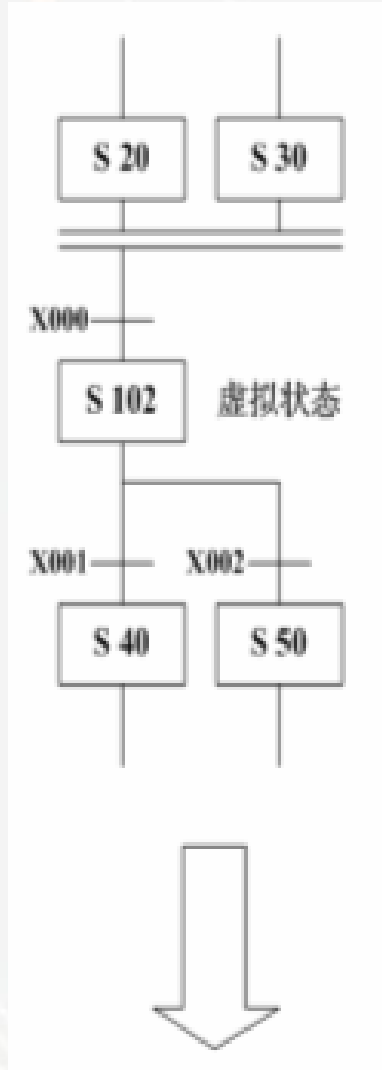
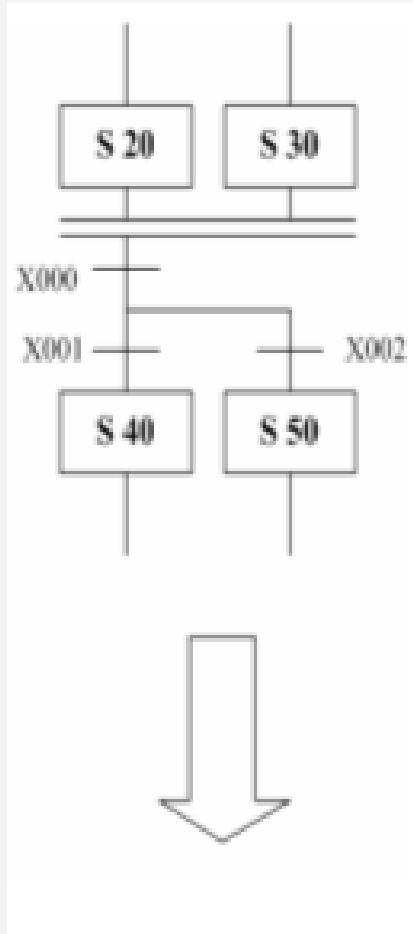
STL S20
LD X000
SET S102

STL S30
LD X001
SET S102

STL 102
LD S102
SET S40
SET S50

分支与汇合的组合

(d) 并行汇合选择;



STL S20

STL S30

LD X000

SET S102

STL S102

LD X001

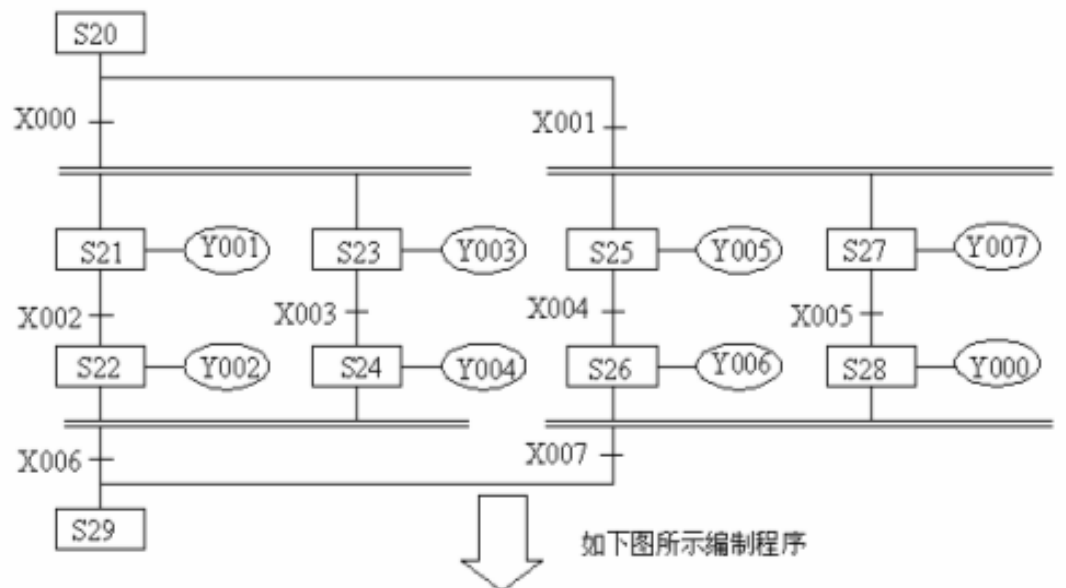
SET S40

LD X002

SET S50

分支与汇合的组合

(e) 选择并行分支汇合



1. 向分支部转移

2. 各分支处理

3. 向汇合部转移

1. 向分支部转移

```
STL S20
LD X000
SET S21
SET S23
LD X001
SET S25
SET S27
```

2. 各分支处理

STL S21	LD X003	STL S26
OUT Y001	SET S24	OUT Y006
LD X002	STL S24	STL S27
SET S22	OUT Y004	OUT Y007
STL S22	STL S25	LD X005
OUT Y002	OUT Y005	SET S28
STL S23	LD X004	STL S28
OUT Y003	SET S26	OUT Y000

3. 向汇合部转移

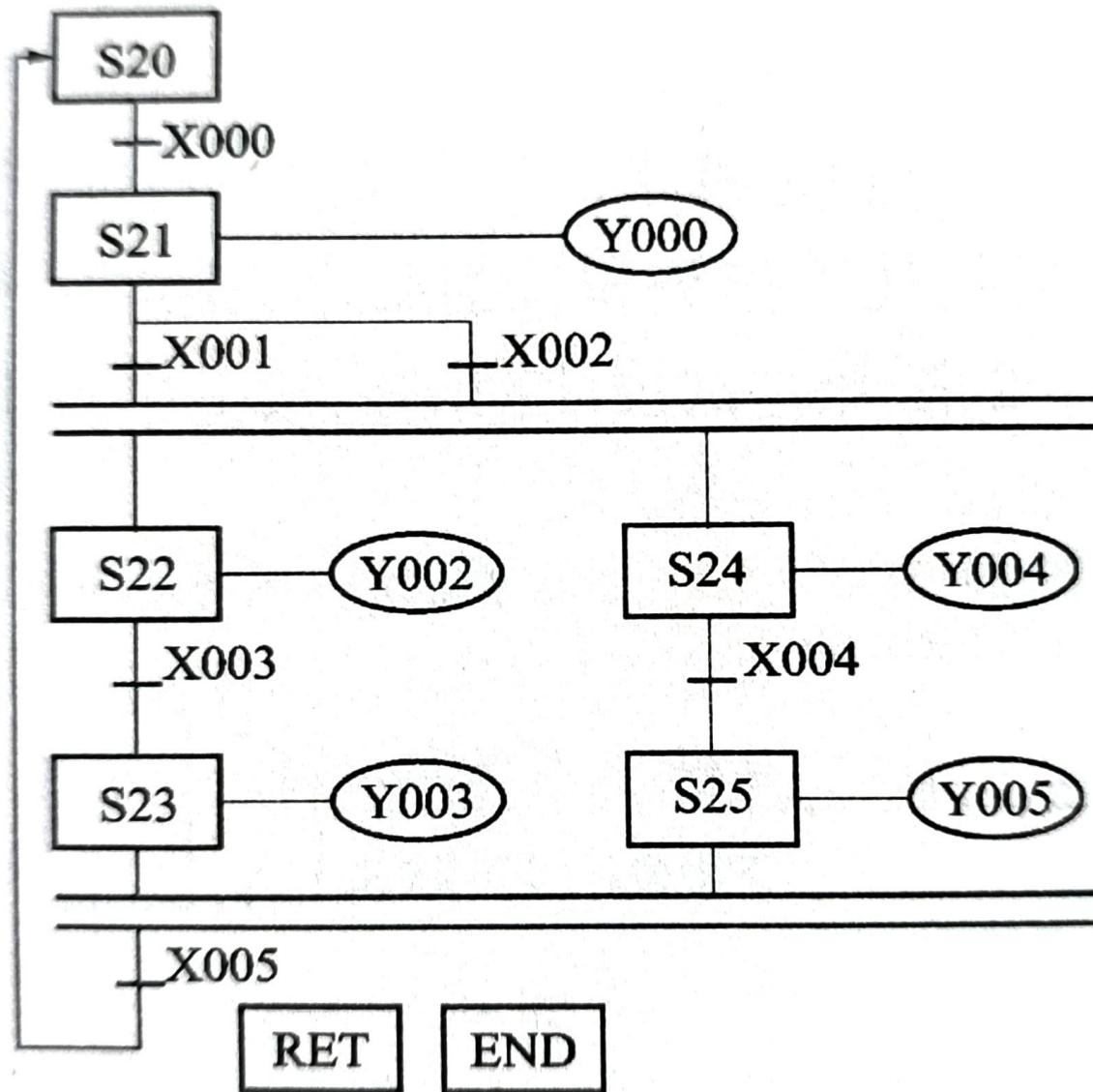
```
STL S22
STL S24
LD X006
SET S29
STL S26
STL S28
LD X007
SET S29
```




武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

测试

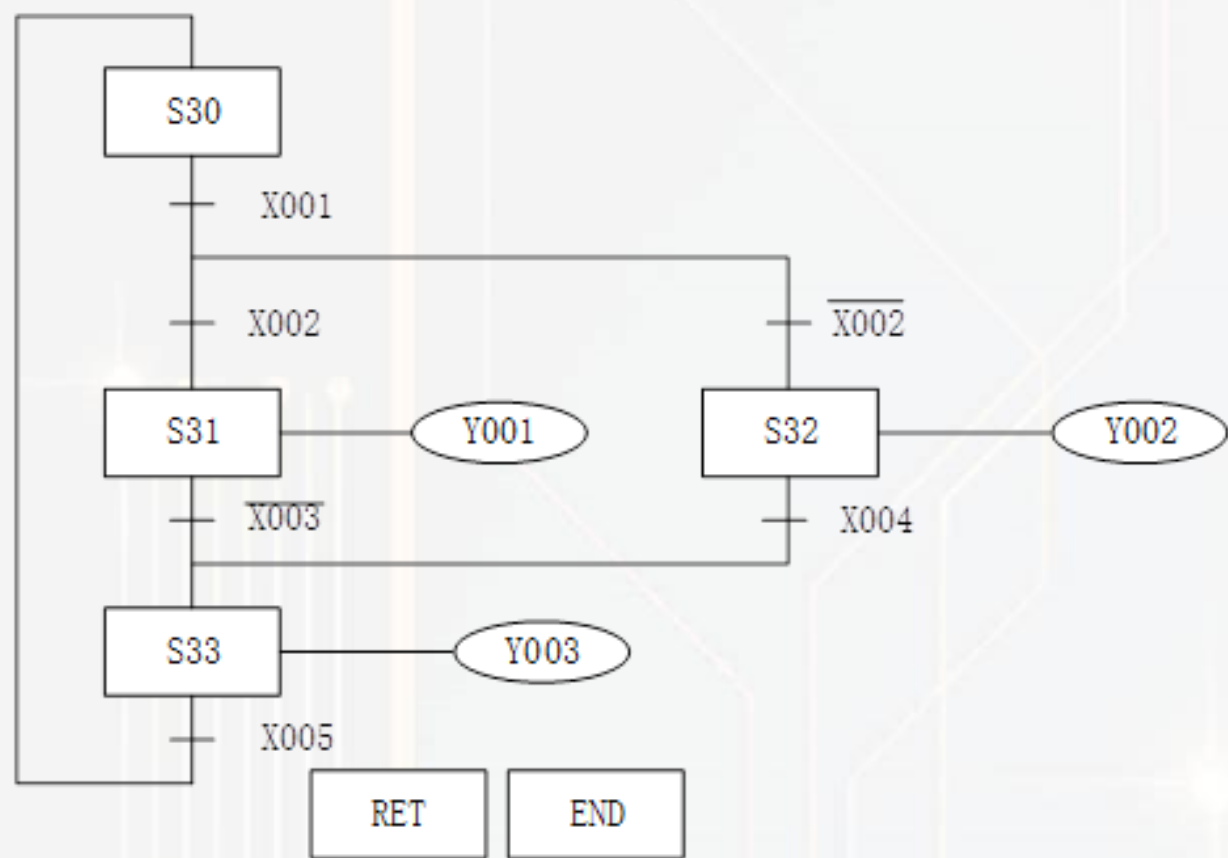
写出图示状态转移图的指令程序



根据下面指令，画出对应状态转移图。

STL S30
LD X001
MPS
AND X002
SET S31
MPP
ANI X002
SET S32
STL S31
OUT Y001
STL S32
OUT Y002

STL S31
LDI X003
SET S33
STL 32
LD X004
SET S33
STL S33
OUT Y003
LD X005
SET S30





武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

4.5 状态转移图及步进指令 的应用实例

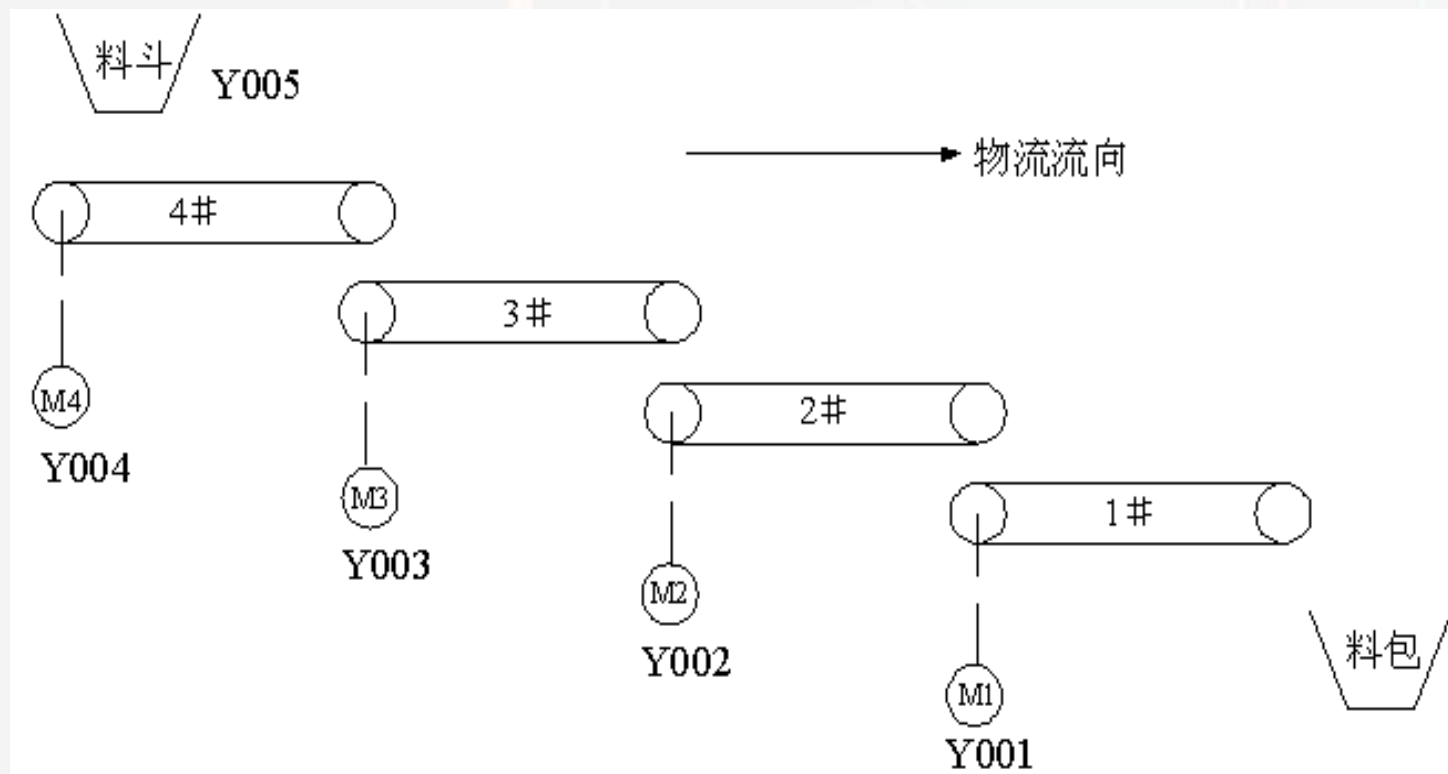


武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

四皮带运输机系统

例:四皮带运输机系统

- 运输系统由电动料斗和及M1 ~ M4四台电动机驱动的四条皮带运输机组成，如图所示。



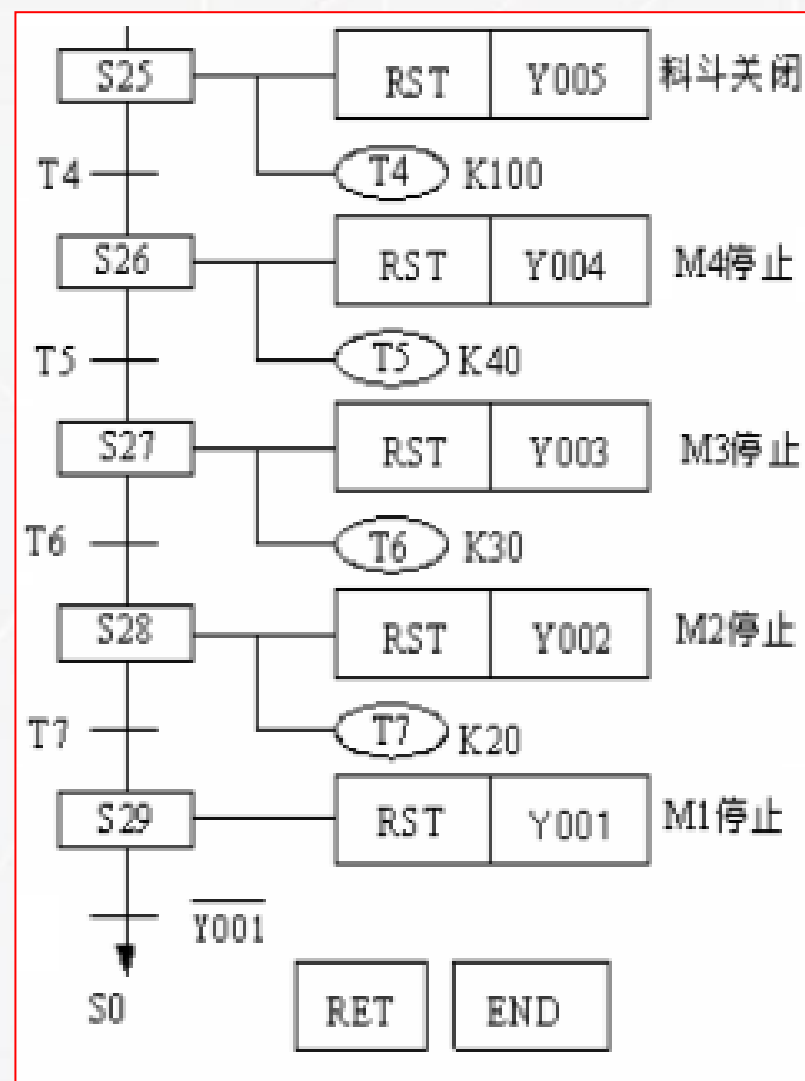
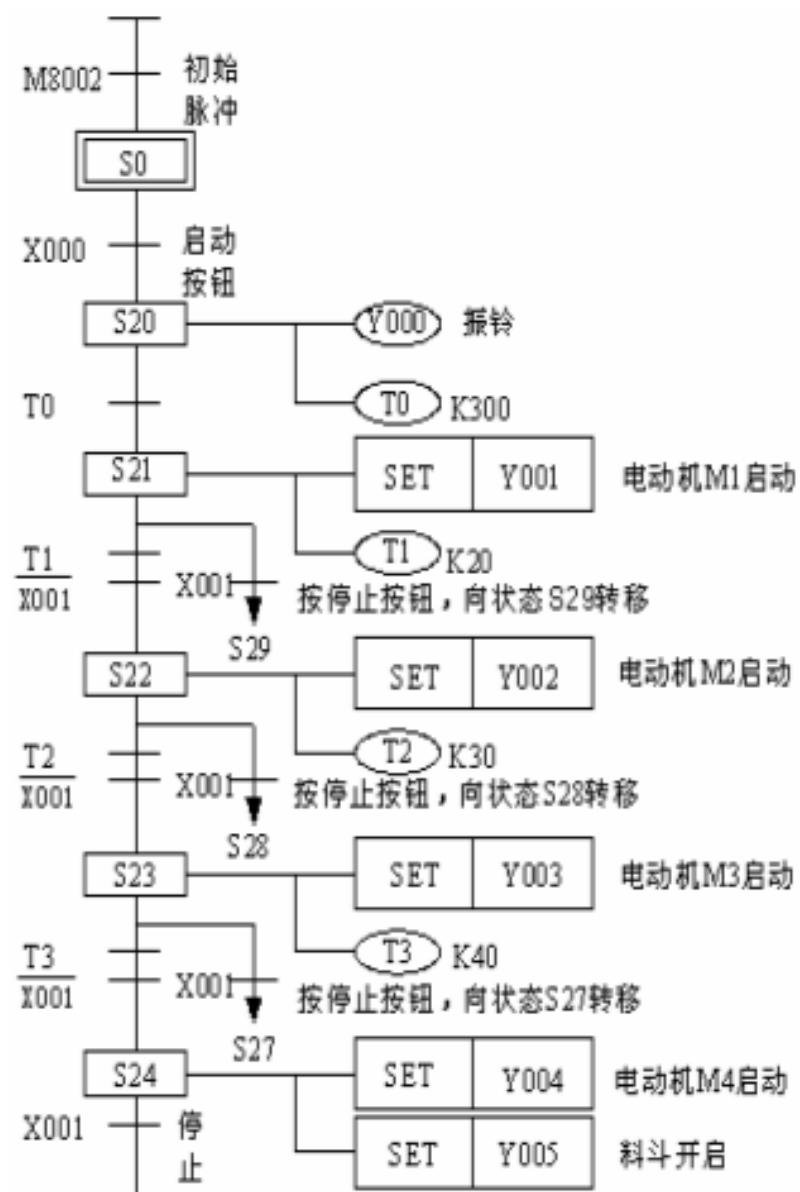
控制要求为：

(1) 逆物流方向起动

- ✓ 按下起动按钮SB1，振铃30s，起动1 # 皮带；延时2s，起动2 # 皮带；再延时3s，起动3 # 皮带；再延时4s，起动4 # 皮带并同时开启料斗，起动完毕

(2) 顺物流方向顺序停车

- ✓ 按下停止按钮SB2，关闭料斗，延时10s,停止4 # 皮带；再延时4s，停止3 # 皮带；再延时3s，停止2 # 皮带；再延时2s，停止1 # 皮带，停车完毕





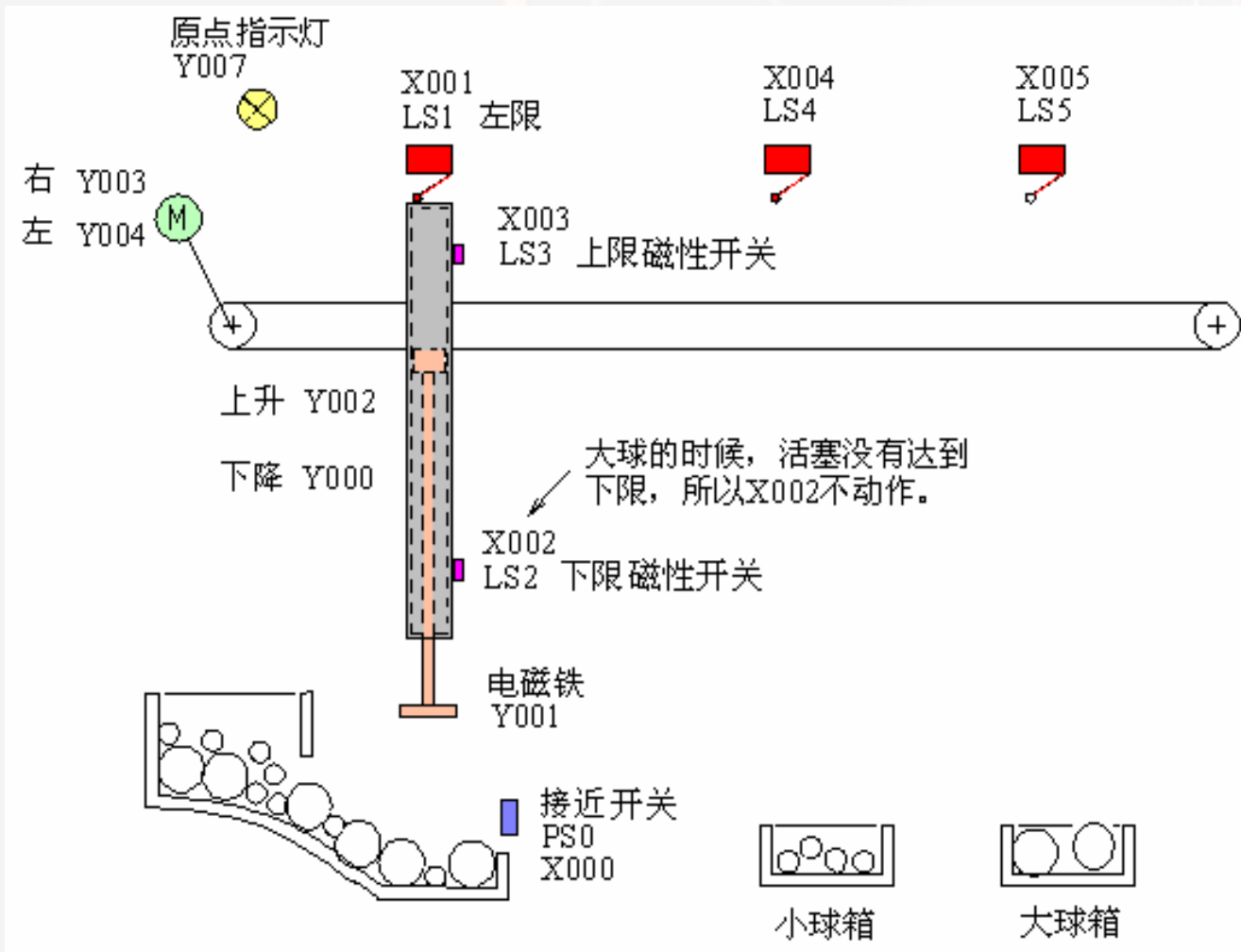
武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

大小球分类

【例】大、小球分类选择传送的机械



- ❑ 如图，左上方为原点指示灯，其动作顺序为下降、吸住、上升、右行、下降、释放、上升、左行。



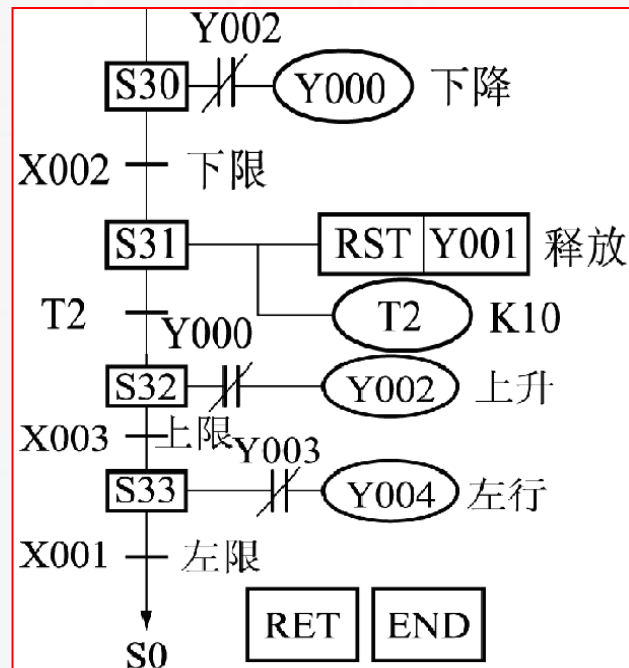
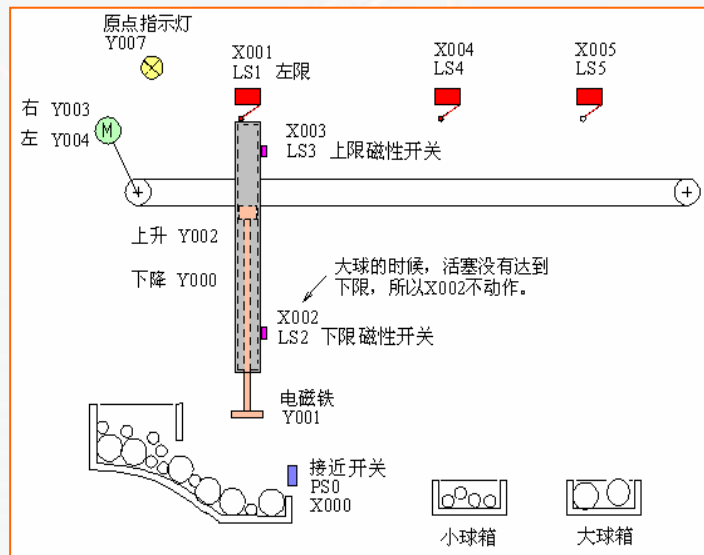
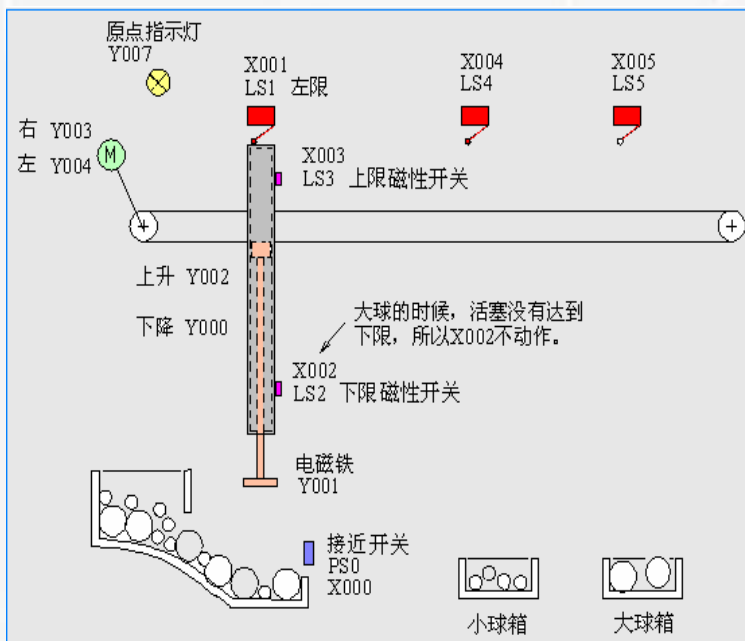
✓ 当电磁铁接近球时，接近开关**PS0接通**。

✓ 下限位开关**LS2断开**，则为**大球**；**LS2导通**，则为**小球**。

解：采用选择性分支汇合的状态梯形图编程。



- ✓ 若为**小球**（X002 = ON），**左侧**流程有效；若为**大球**（X002=OFF），则**右侧**的流程有效。
- ✓ 若为**小球**时，吸球臂右行至**压住LS4**，X004动作；若为**大球**时，则右行至**压住LS5**，X005动作。然后向汇合状态S30转移。
- ✓ 若驱动特殊辅助继电器M8040，则禁止所有的状态转移。**右移**输出Y003，**左移**输出Y004以及**上升**输出Y002，**下降**输出Y000中各自串连有相关的**互锁**触点。





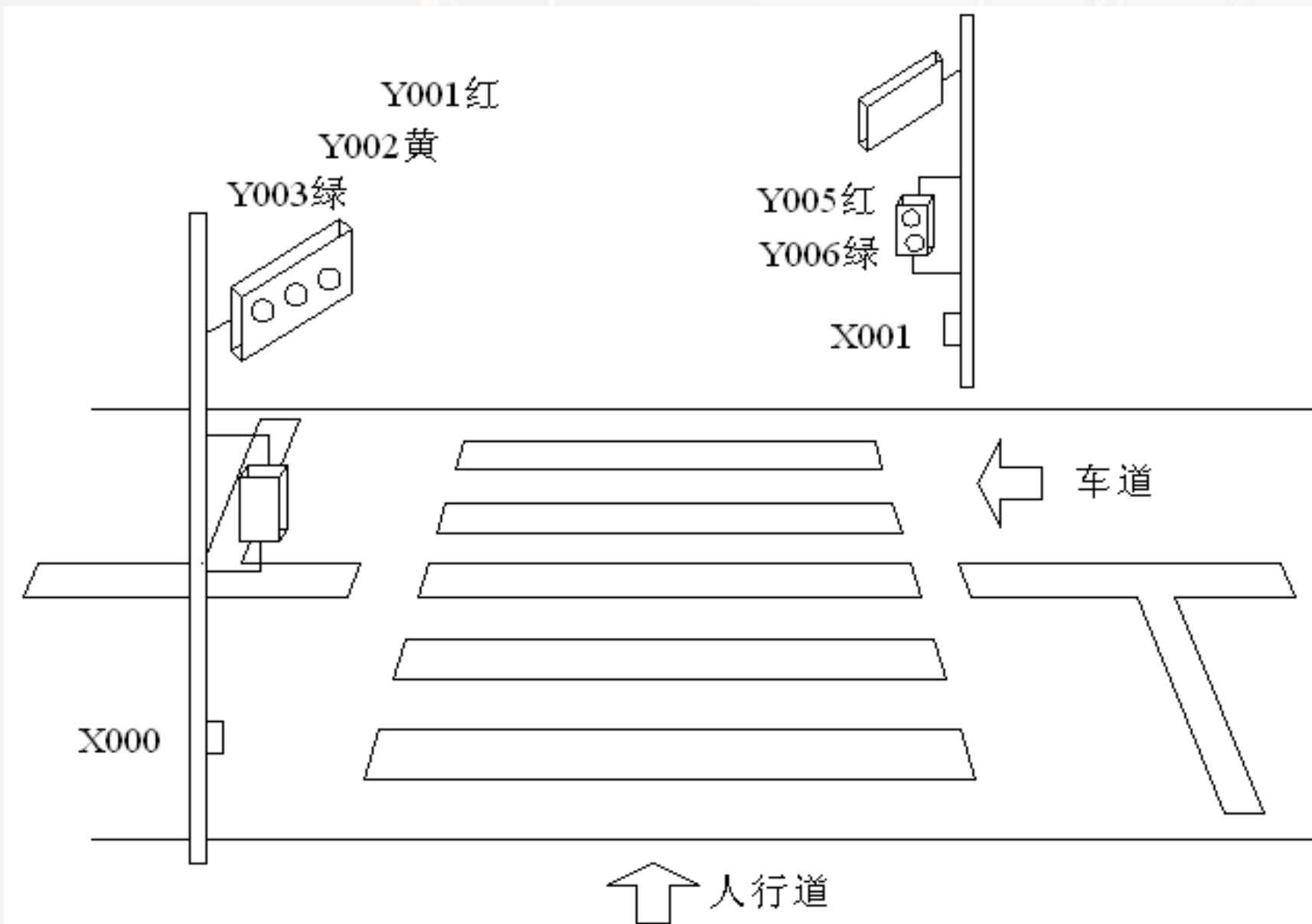
武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

按钮式人行横道

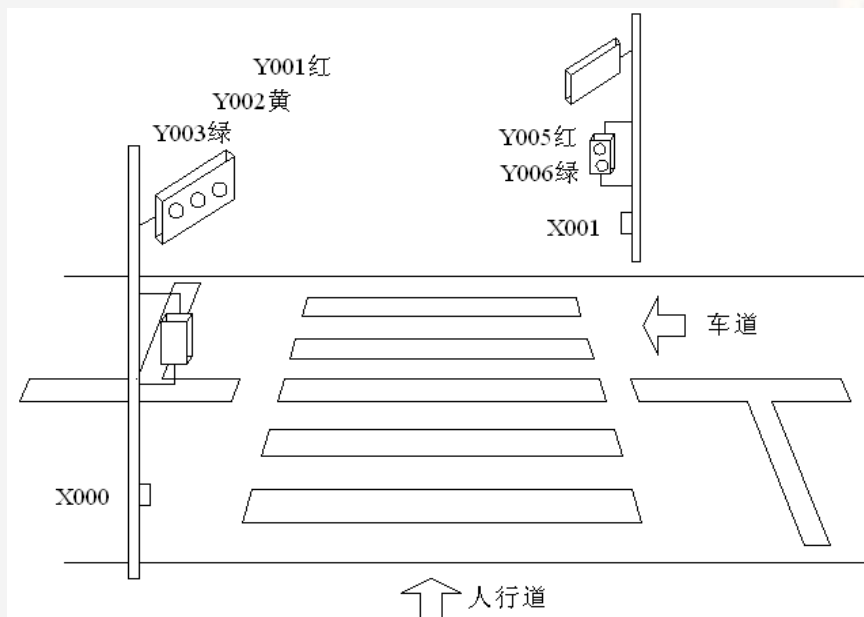
【例】按钮式人行横道交通灯的控制



武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



交通灯控制要求为：



✓ PLC从STOP→RUN变换时，设置初始状态S0，通常车道信号灯为绿，而人行道信号灯为红。

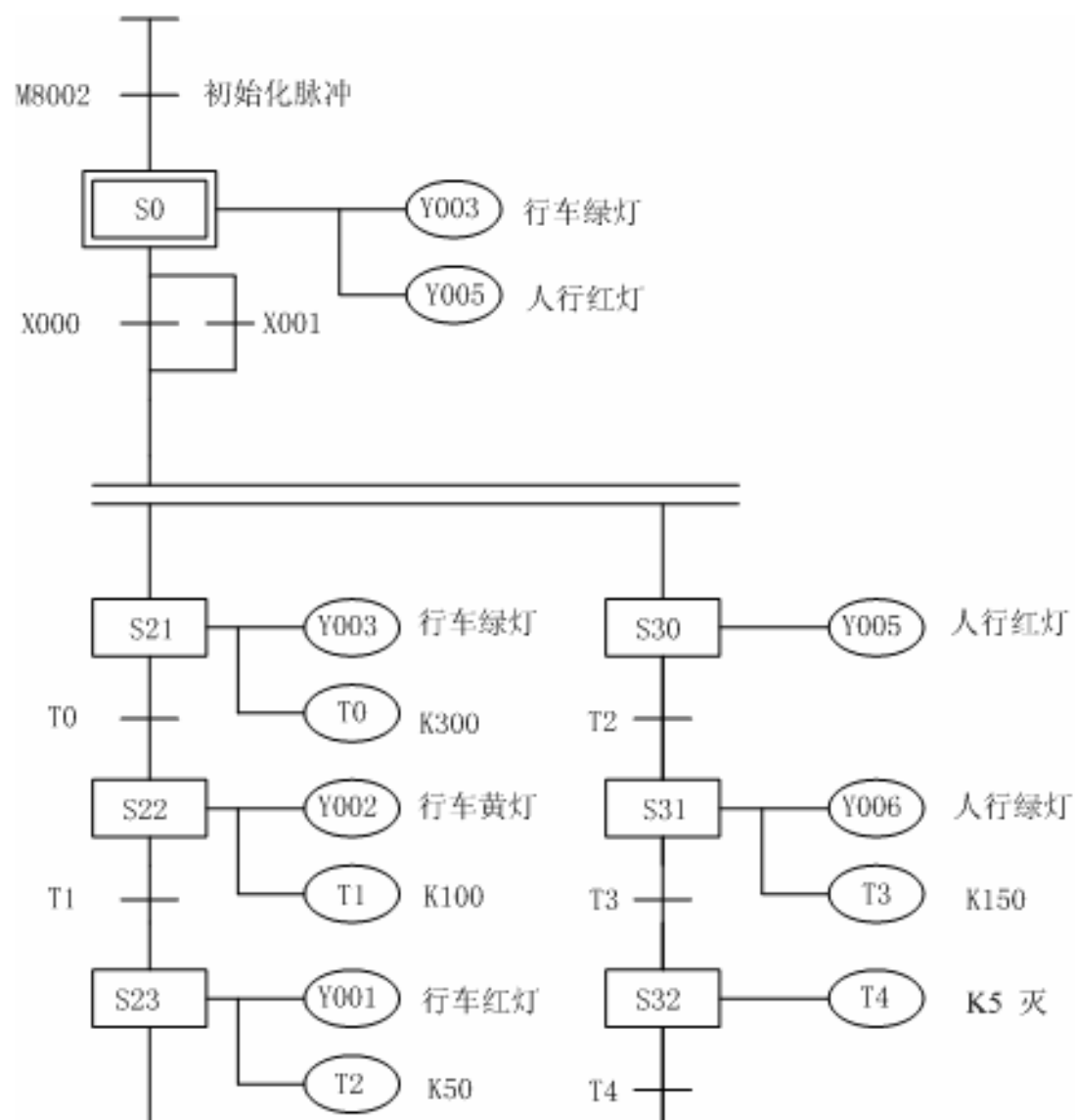
✓ 按下人行道按钮X000或X001，此时状态无变化；30秒后，车道信号变黄；再过10秒钟车道信号变红。

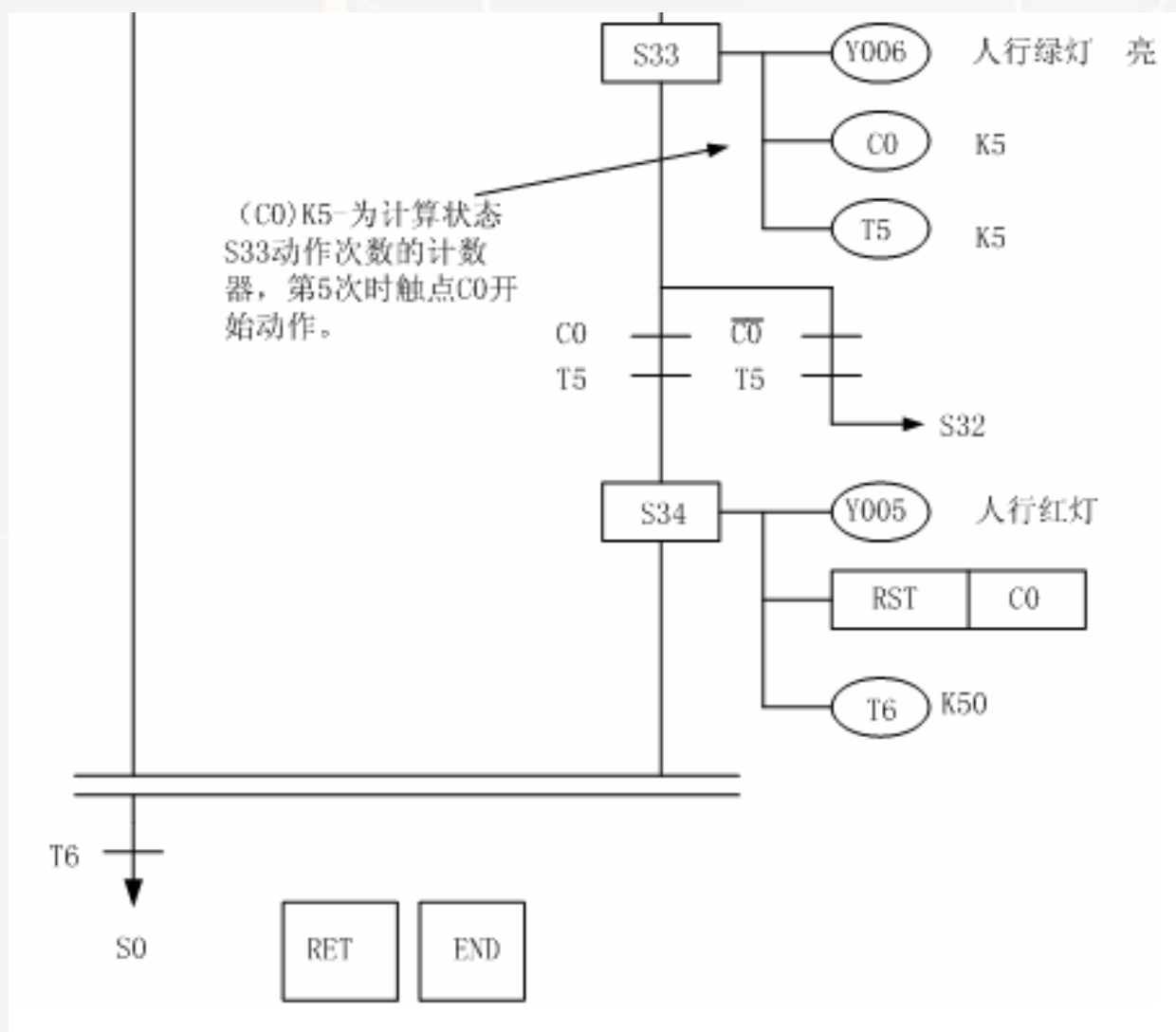
✓ 此后，延时5秒，5秒后人行道变为绿灯；15秒后人行道绿灯开始闪烁（S32=暗，S33=亮）。

✓ 在动作过程中，即使按动人行道按钮X000或X001也无效。

✓ 闪烁中S32，S33反复动作，计数器C0（设定值为5）触点接通，动作状态向S34转移，人行道变为红灯，5秒后返回初始状态。

解:





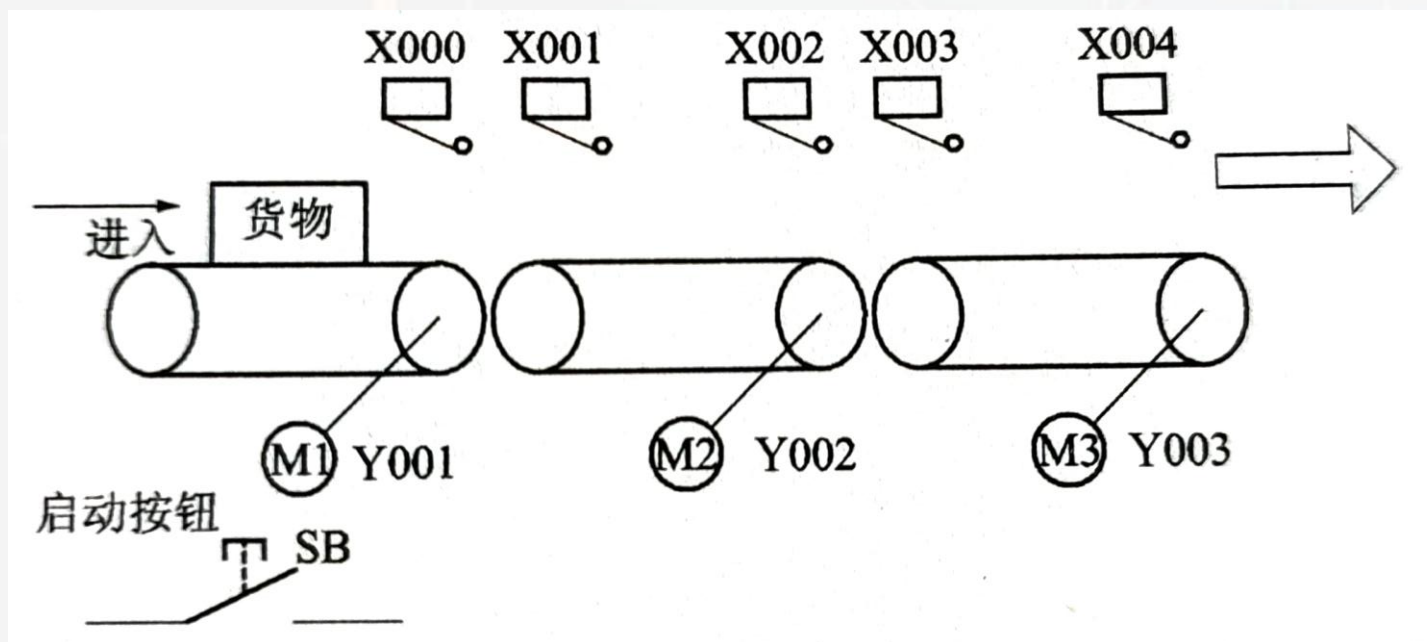
按钮式人行横道交通灯控制SFC图



武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

测试

多个传送带的启停控制如图。启动按钮按下SB后，电机M1接通。行程开关X000接通后电动机M2接通，当行程开关X001接通后电机M1停止。以后两个传送带的动作类似。试设计其控制状态转移图。





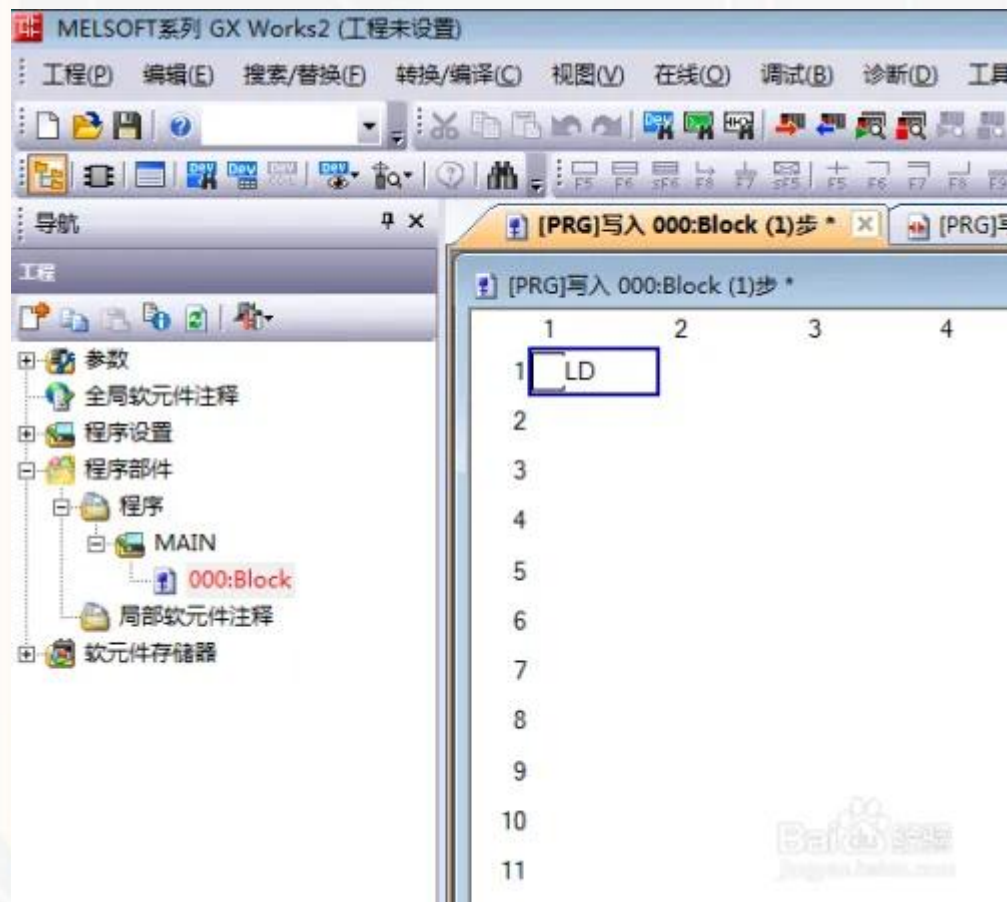
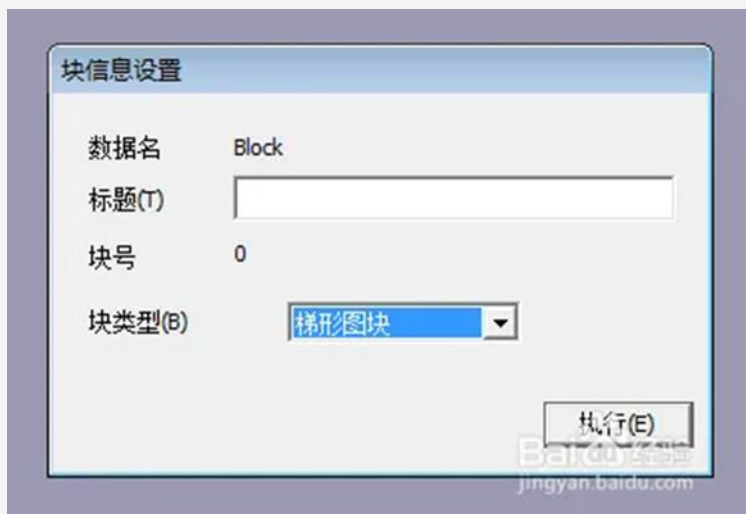
武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

SFC编程测试

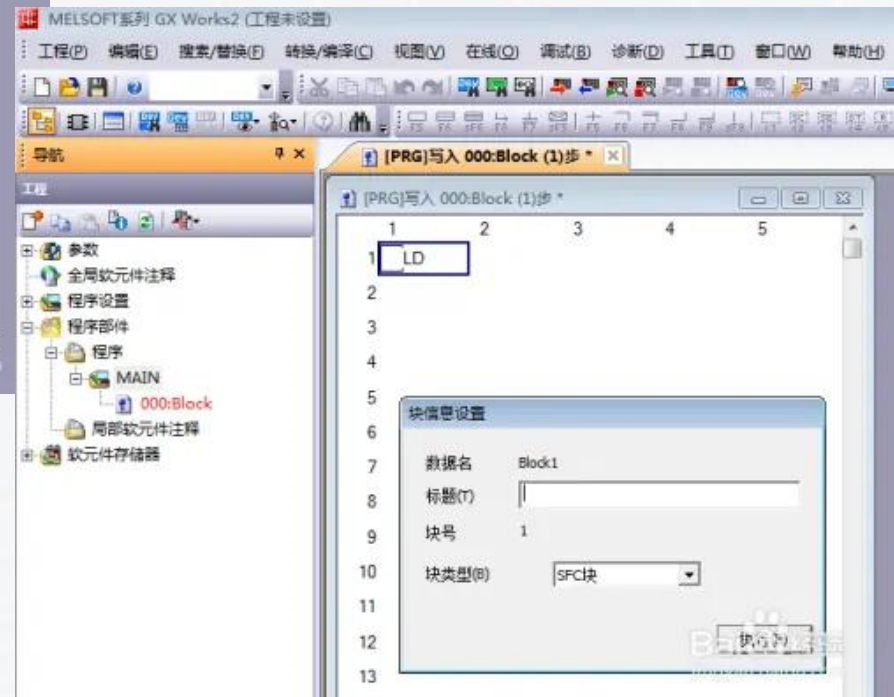
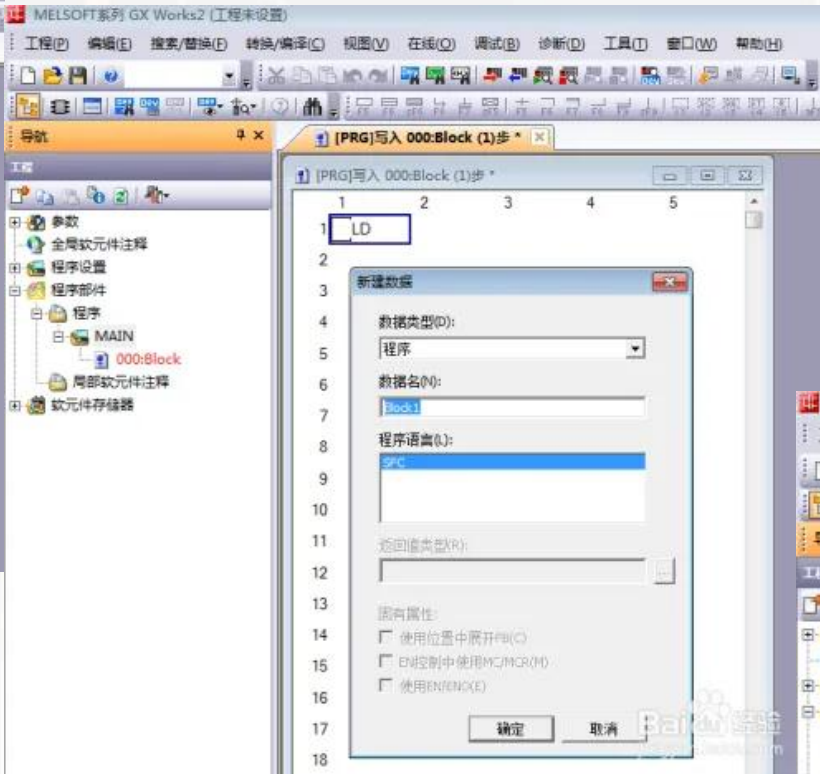
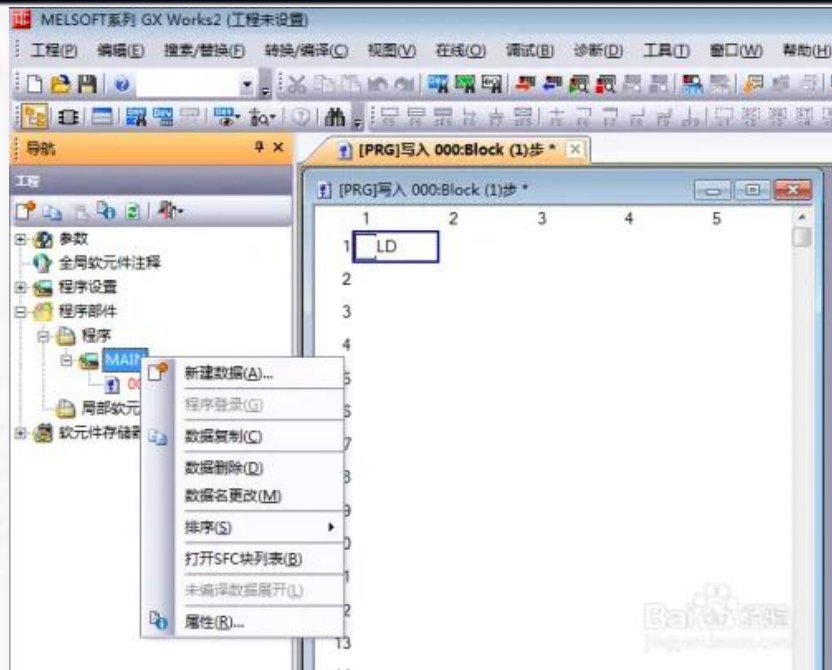
SFC工程建立



一个SFC程序由一个梯形图块和多个SFC图块组成



SFC图块

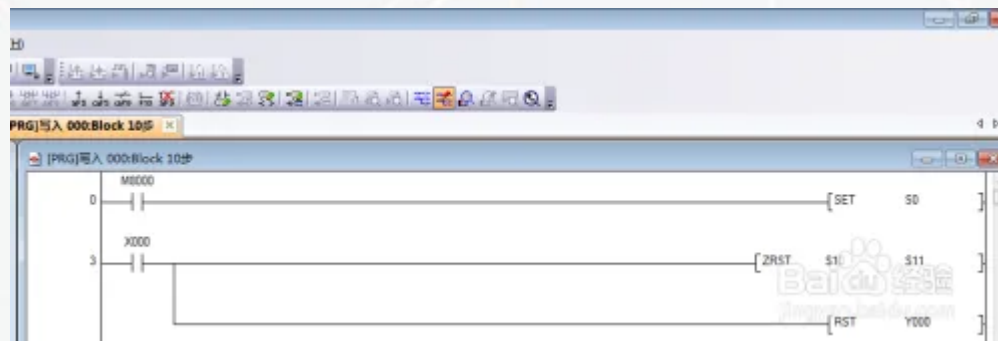
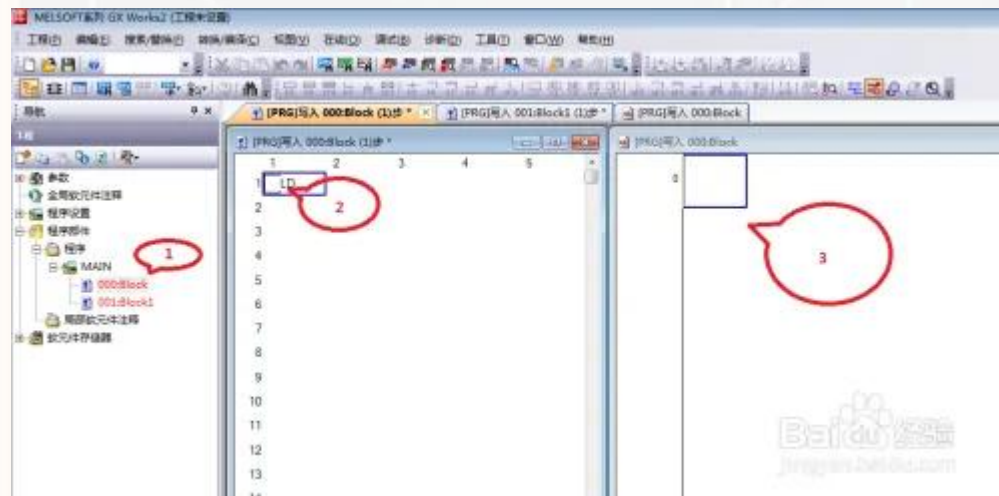
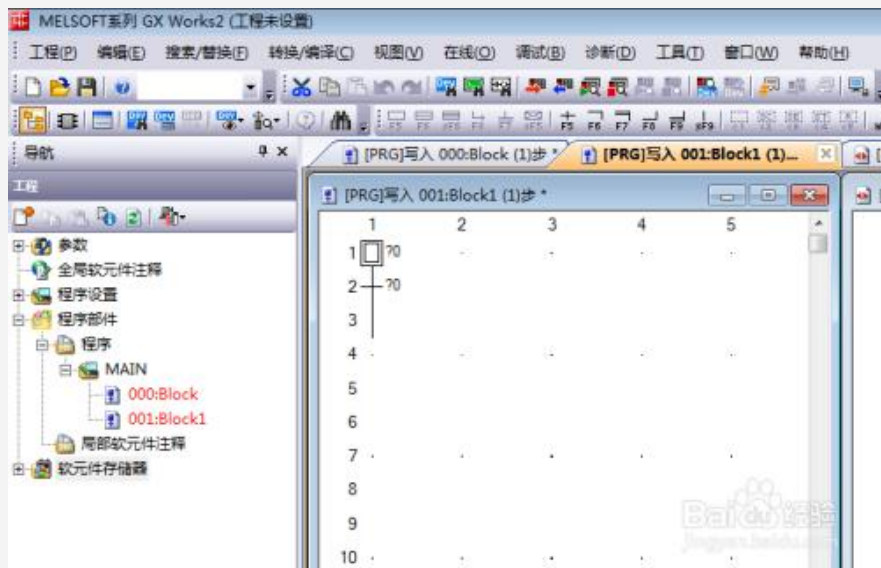


建立SFC案例流程

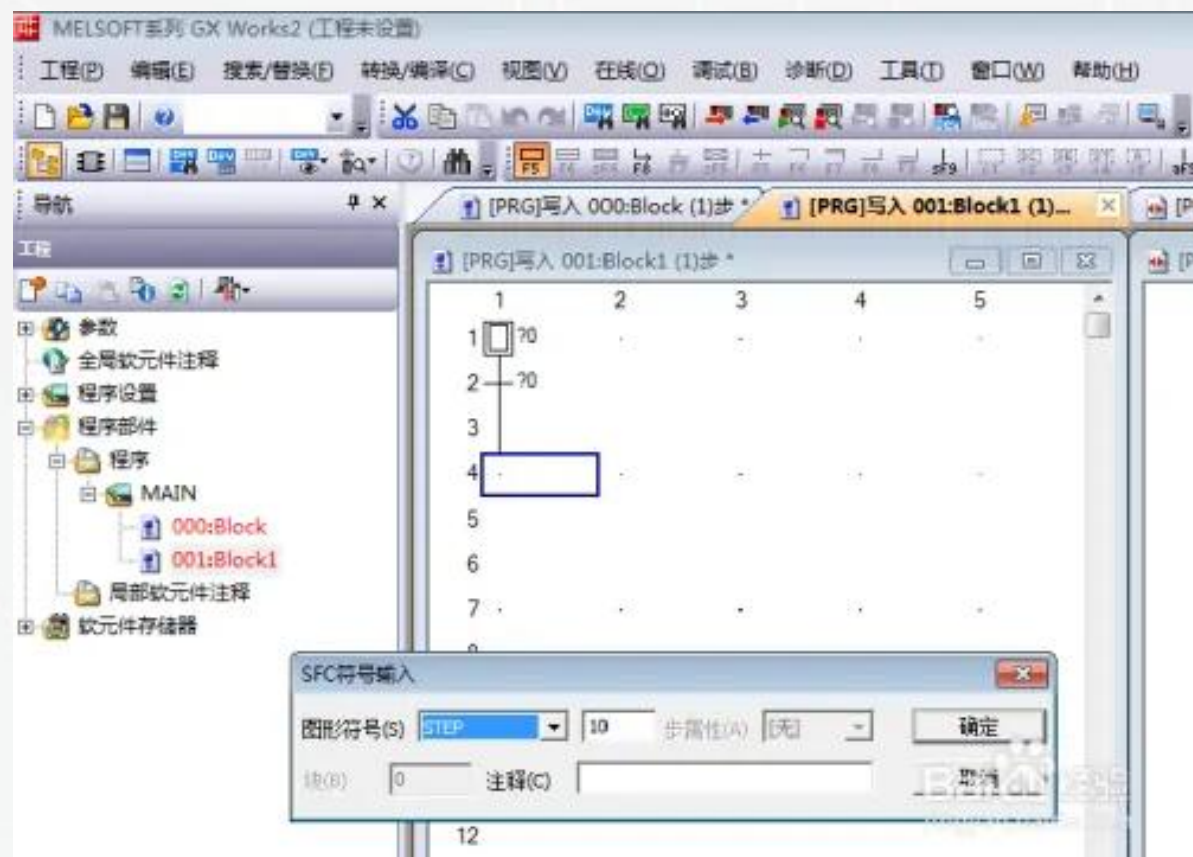
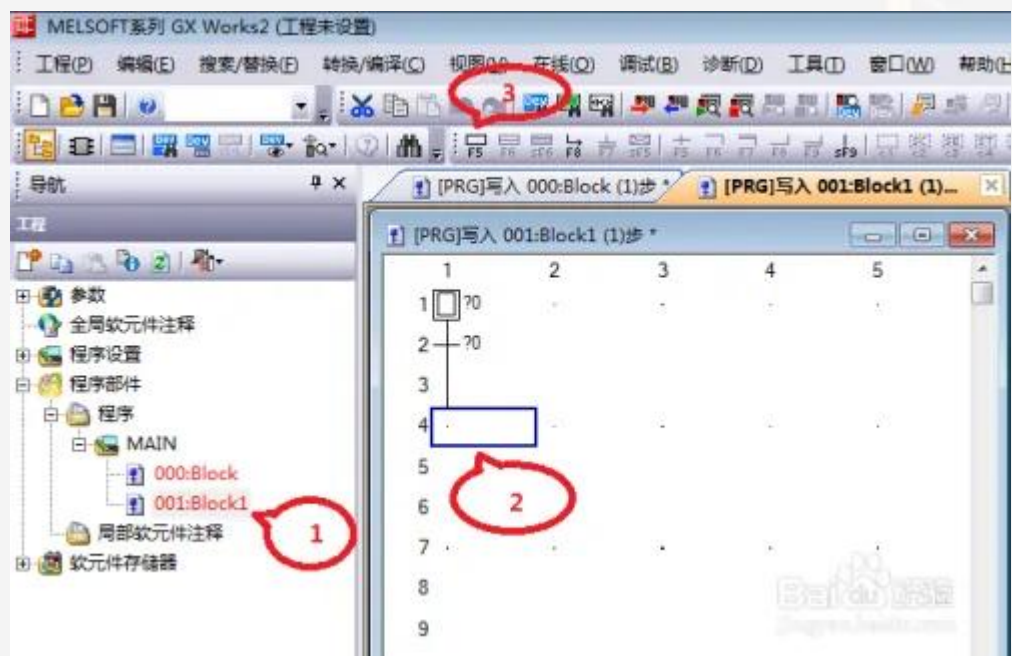
按下一下启动按钮，指示灯亮，5秒钟后熄灭，然后5秒钟后点亮，如此循环下去，按一下停止按钮，灯熄灭。

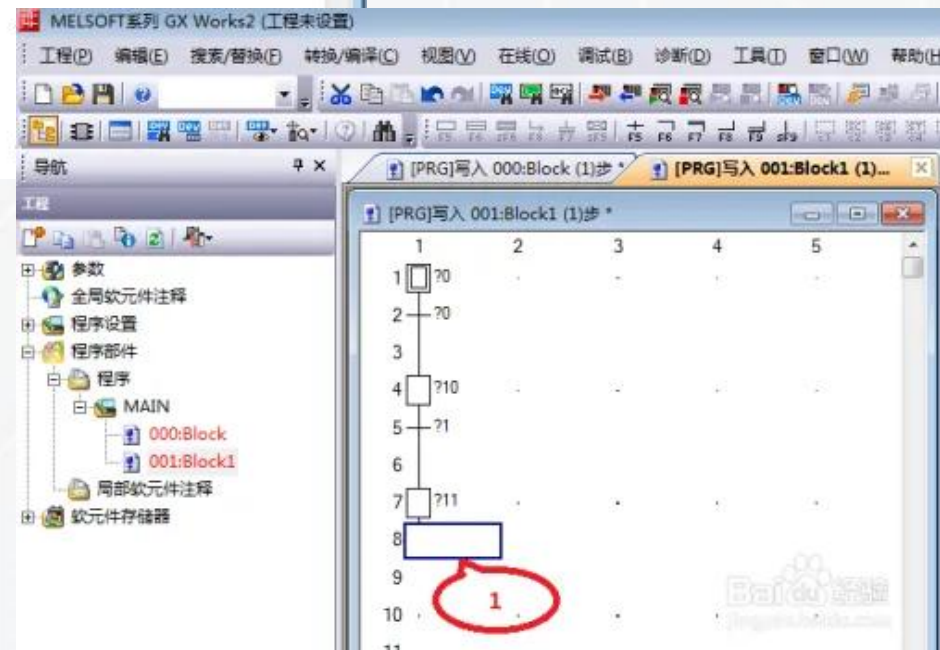
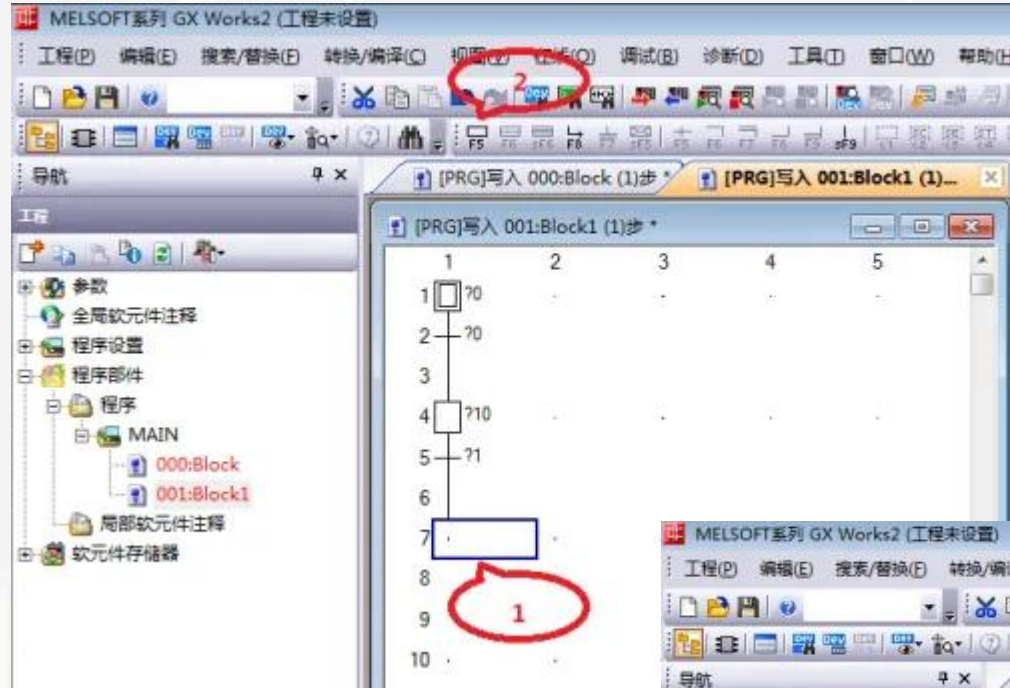
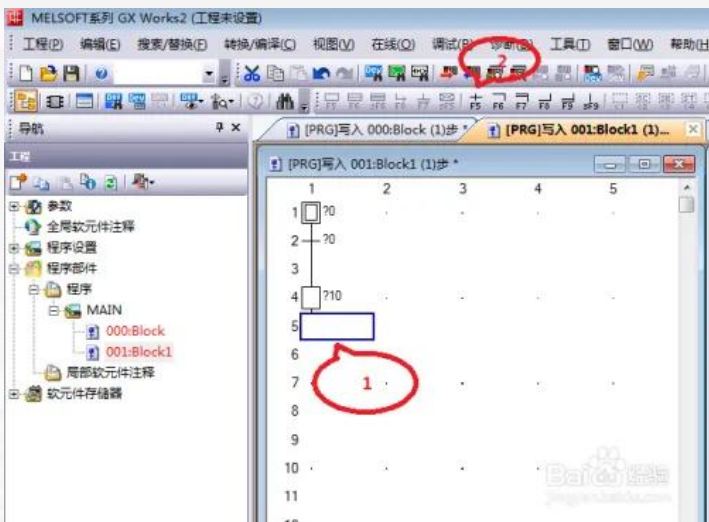
输入：X0-停止按钮 X1-启动按钮

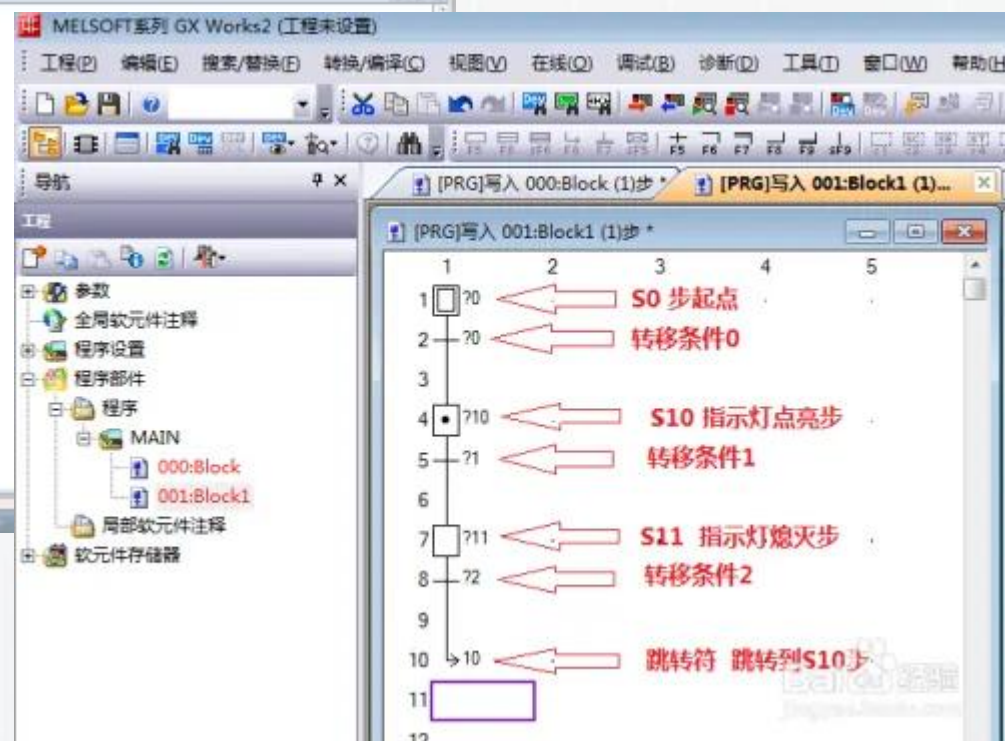
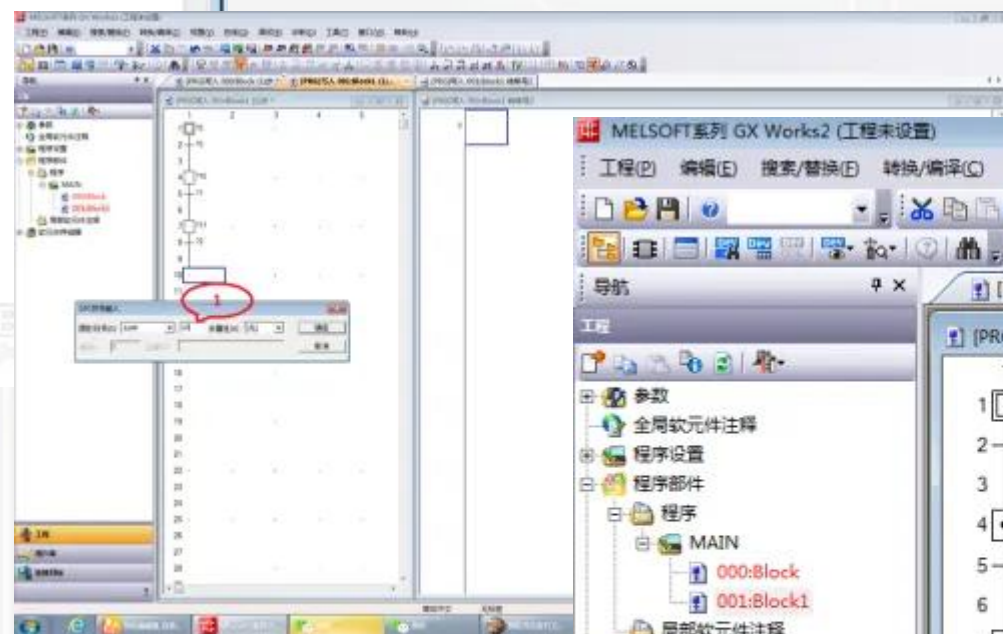
输出：Y0-指示灯



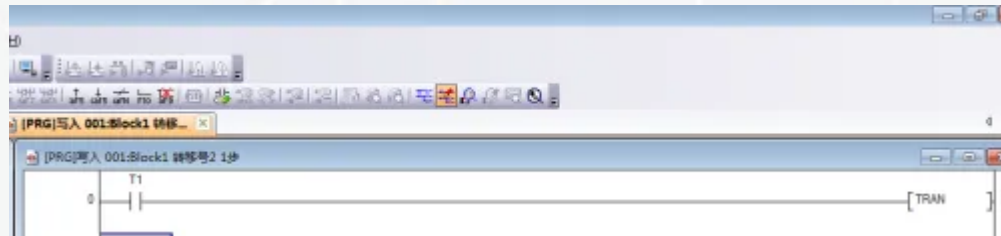
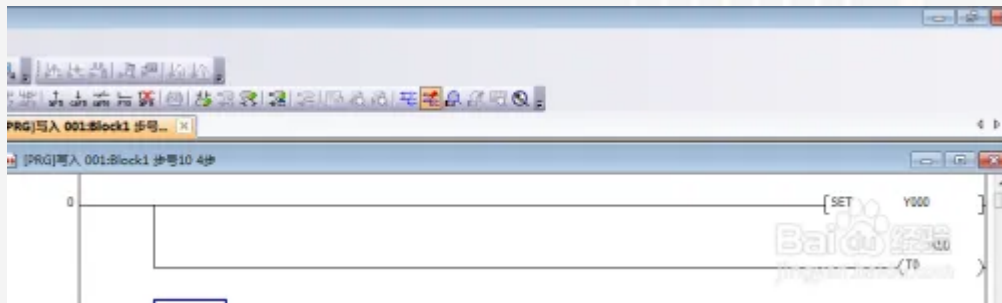
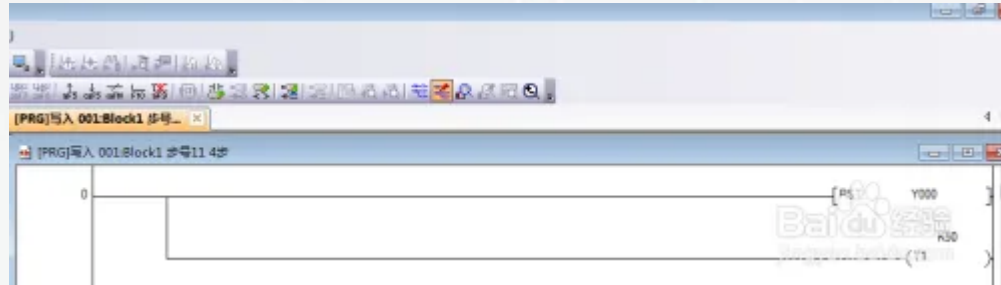
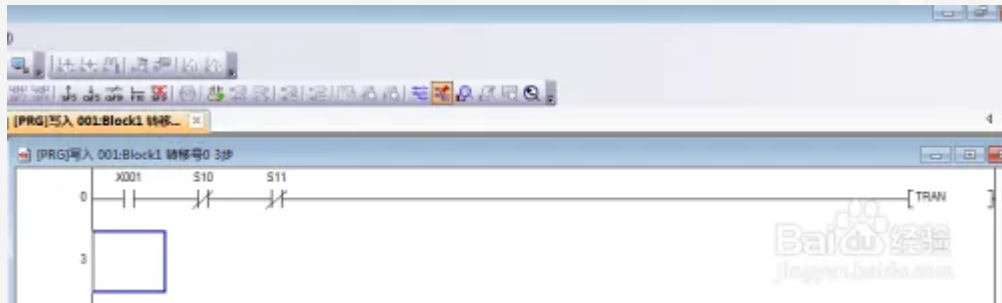
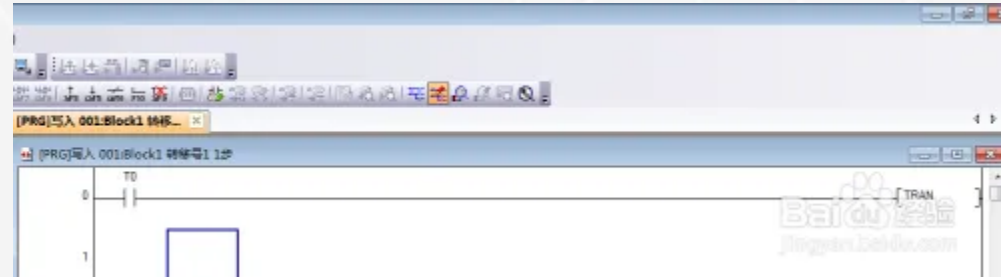
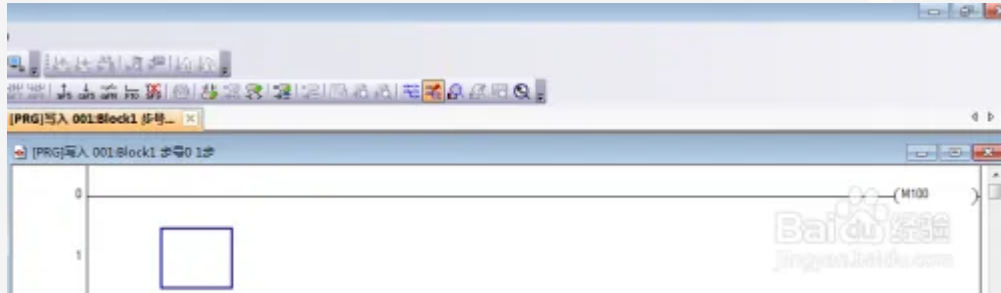
SFC图块由梯形图
块里的程序启动

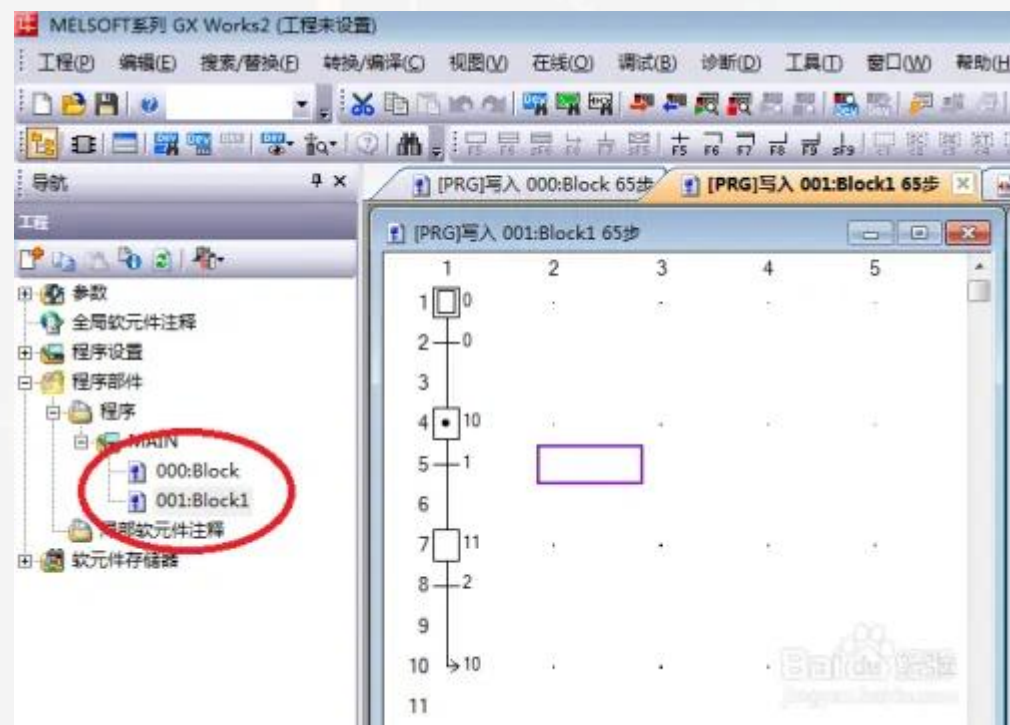


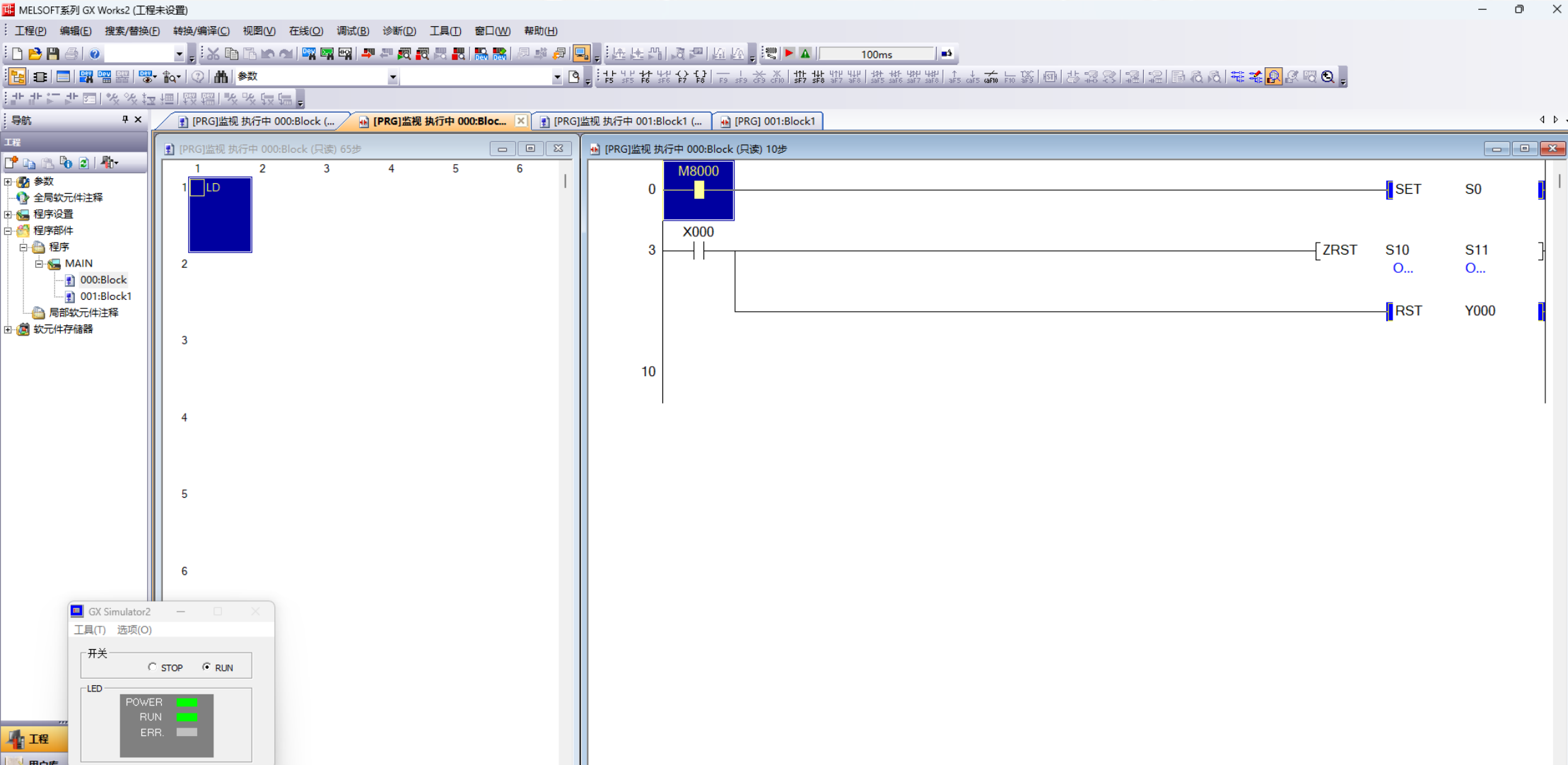


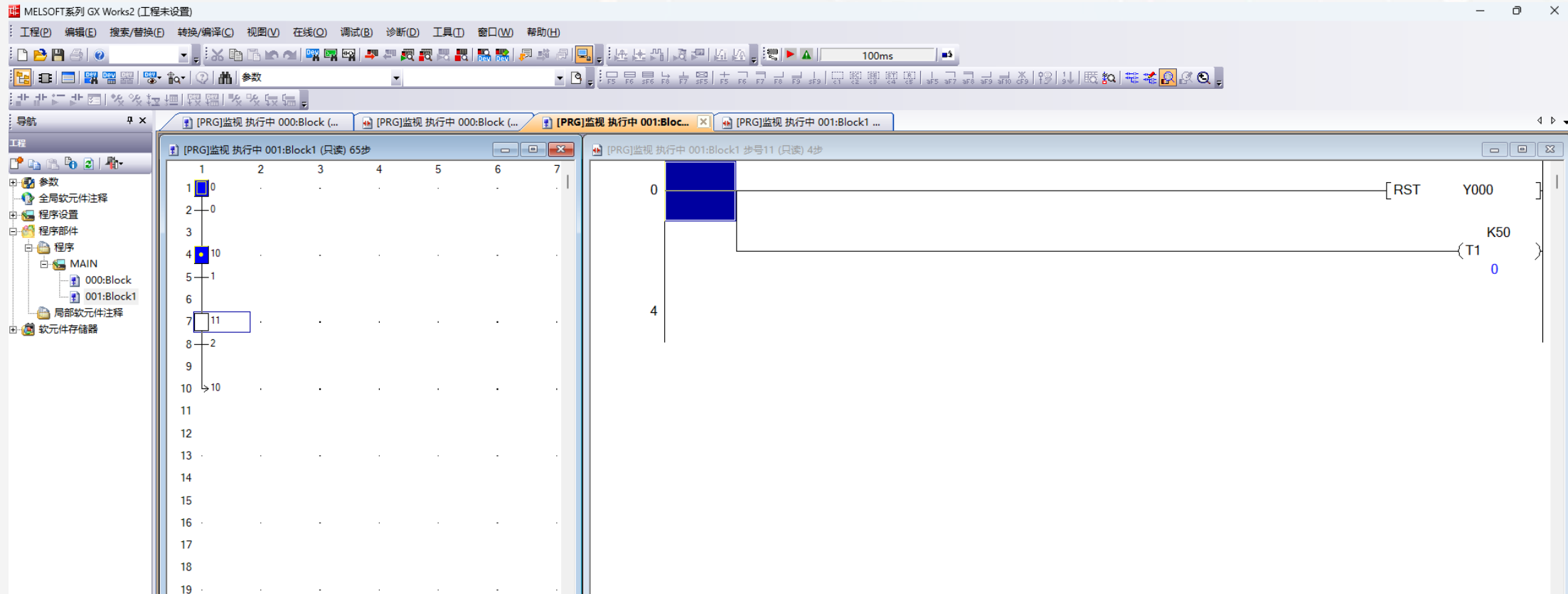


在SFC案例流程里添加程序











武汉理工大学
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

谢谢观看