

单元17 可编程控制器

教学目的与要求

- 1、掌握PLC系统的组成与工作原理
- 2、掌握三菱F1系列PLC常用指令与编程方法
- 3、熟悉欧姆龙C系列PLC常用指令
- 4、掌握PLC控制系统的设计

❖ **重点、难点：**

- ❖ 掌握PLC的工作原理与F1系列和C系列指令系统
- ❖ 熟练掌握PLC控制系统的简单的程序设计过程

第一节 概 述

一、概述

1、PLC的应用和发展概况

(1) PLC的产生与发展

世界上第一台PLC于1969年诞生于美国。

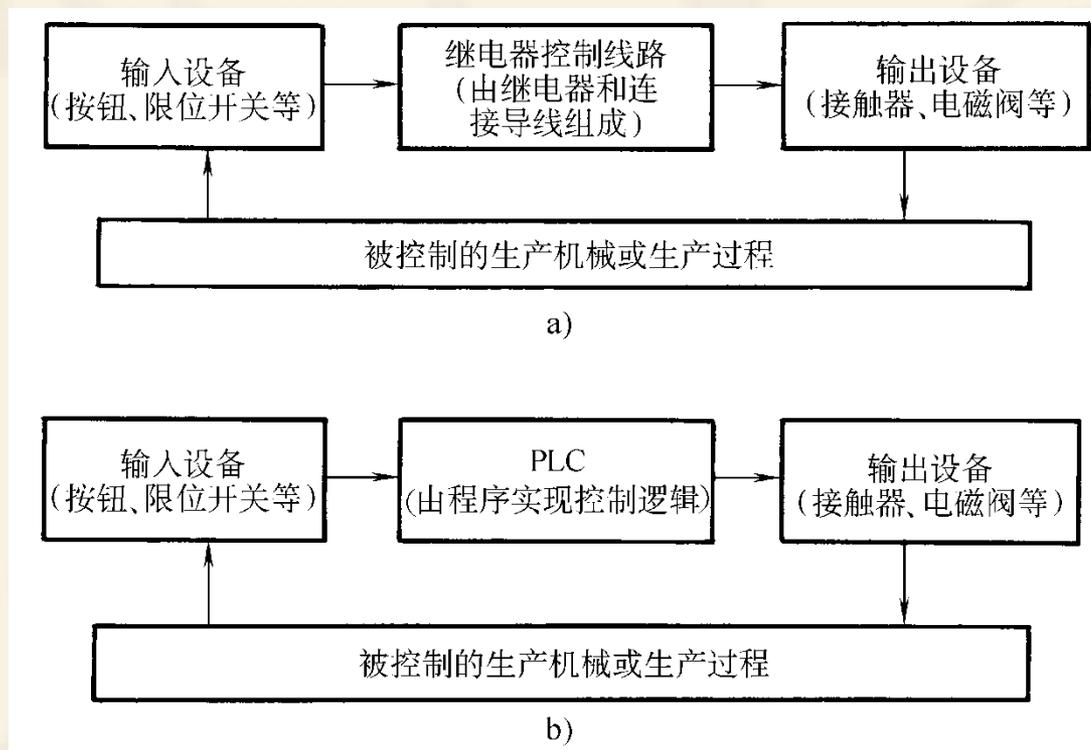
(2) PLC的应用概况

- a、用于逻辑控制
- b、用于模拟量控制
- c、用于机械加工中的数字控制
- d、用于工业机器人控制
- e、用于分布式控制系统

二、PLC的特点及分类

1、PLC的主要特点

- (1) 可靠性高、抗干扰能力强
- (2) 控制系统构成简单、通用性强
- (3) 编程简单、使用维护



(4) 组合方便、功能强、应用广泛

(5) 体积小、重量轻、功耗低

2、PLC分类

(1) 按结构形式分：整体式和模块式

(2) 按I/O点数分：

小型PLC， I/O点数在256点以下

中型PLC， I/O点数在256点到2048点之间

大型PLC， I/O点数在2048点以上

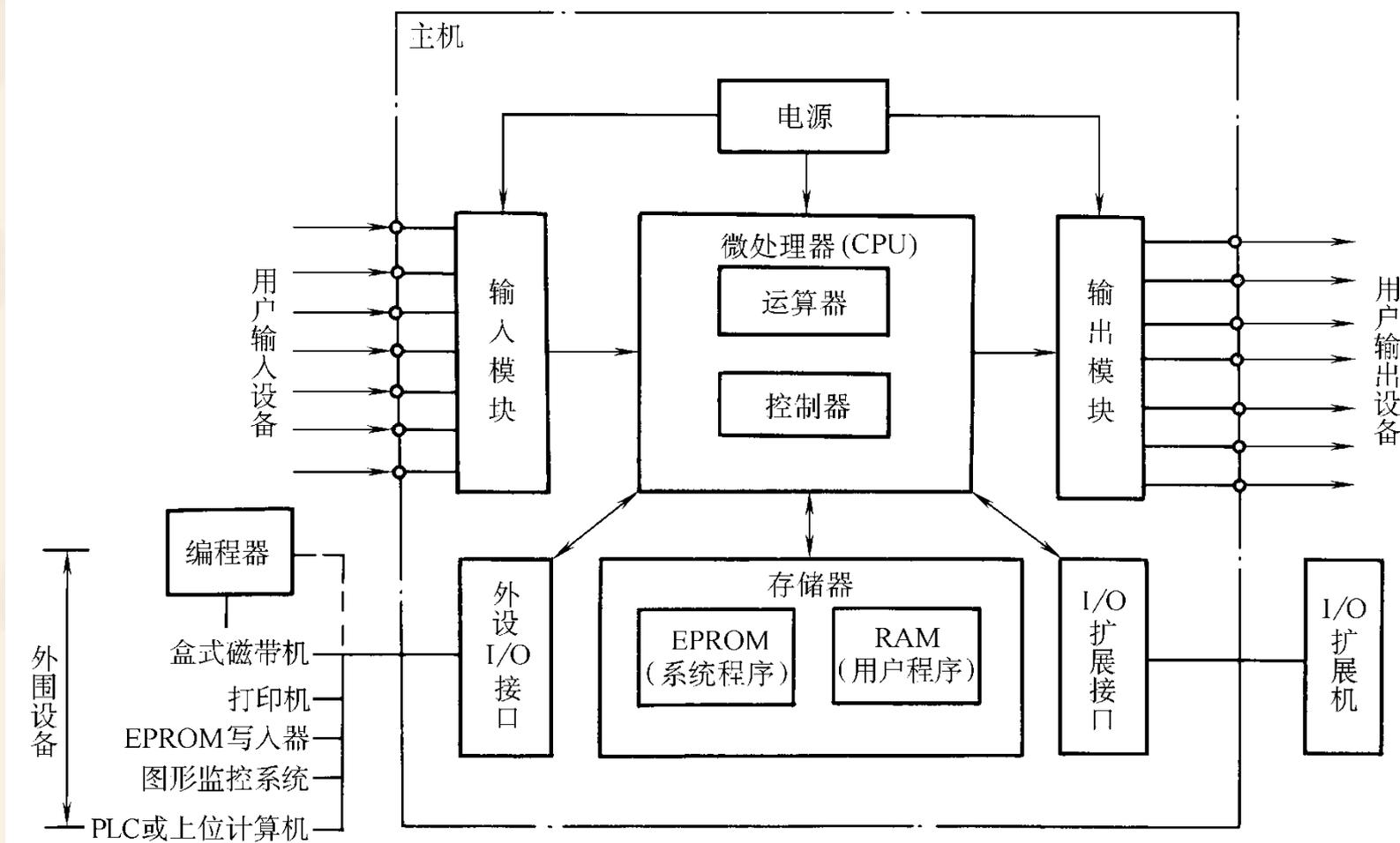
(3)、按功能分：

高、中、低档三种。



第二节 PLC系统的组成及工作原理

一、PLC系统的组成



一般小型PLC的基本单元主要有CPU、存储器、输入和输出模块、电源模块、I/O扩展接口、外设I/O接口以及编程器组成。

1、CPU

CPU是PLC的核心组成部分，与通用微机的CPU一样，是PLC的控制运算中心；常用的CPU有通用微处理器、单片机、位片式微处理器等。

2、存储器

PLC中配有两种存储系统，系统程序存储器和用

户程序存储器。

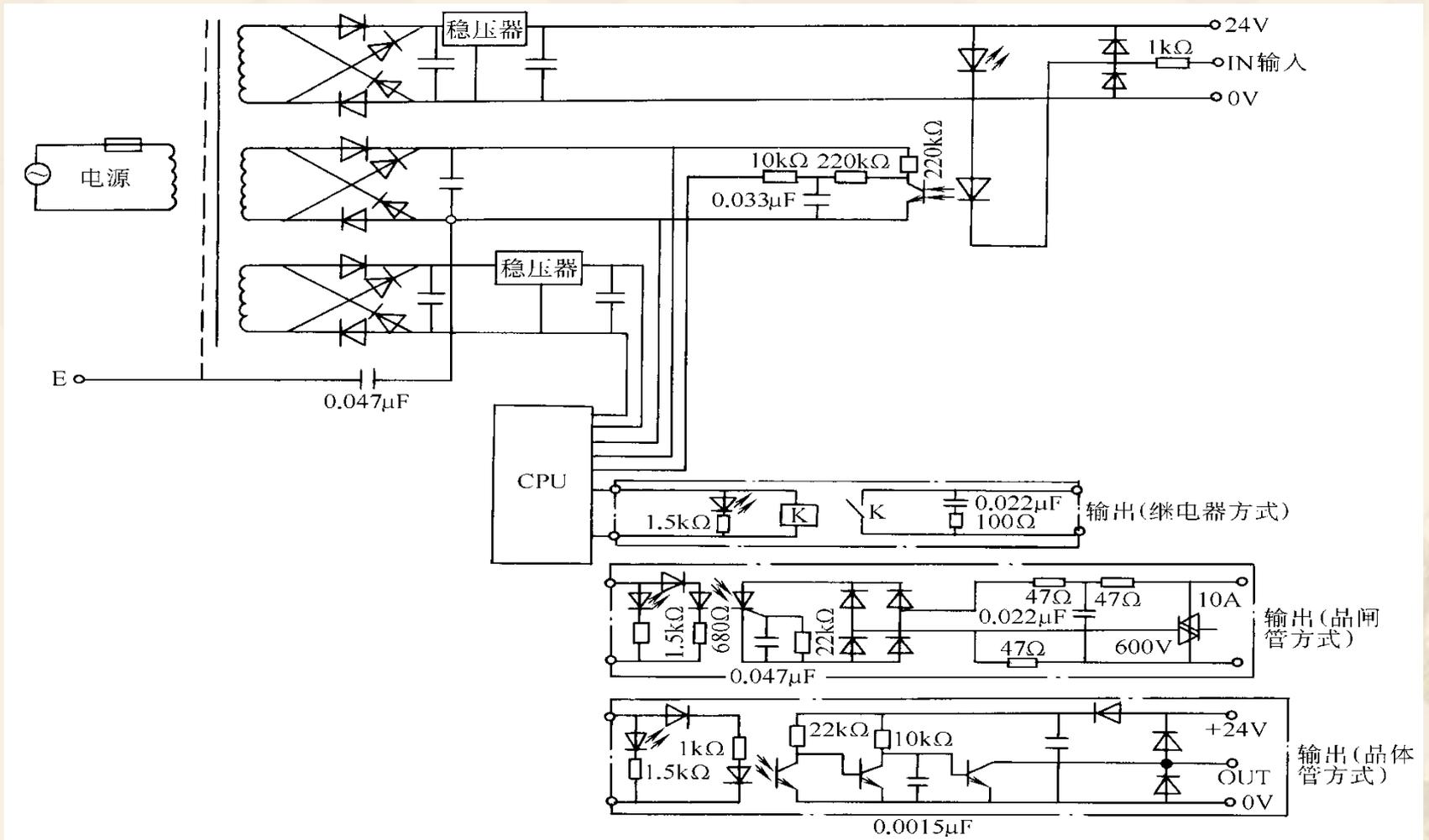
系统程序存储器主要用来存储系统的管理和监控程序、对用户程序作编译处理的程以及**PLC**内部的各种状态参数。

用户程序存储器主要用于存放用户根据生产过程和按工艺要求编制的应用程序，可通过编程器输入或修改用户程序。



3、输入和输出模块

I/O模块是CPU与现场用户I/O设备之间连接的桥梁。



4、编程器

编程器用于对用户程序的编制、编辑、调试检查，还可以通过其键盘去调试和显示PLC内部的一些状态和系统参数实现监控功能。

5、外设I/O接口

6、I/O扩展接口

7、电源模块

一般PLC使用的电源可以是交流220V电源，也可以是直流电源。

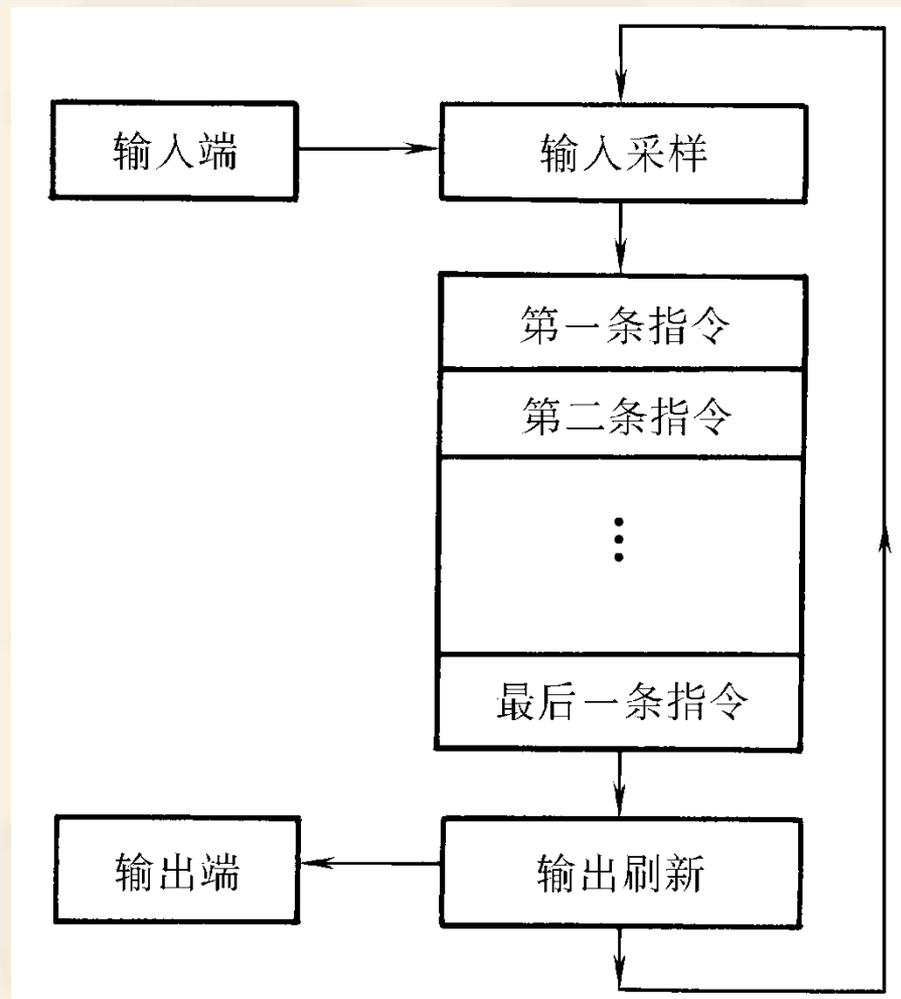
二、PLC的工作原理

1、PLC的工作方式

PLC采用的是周期性循环扫描的工作方式。

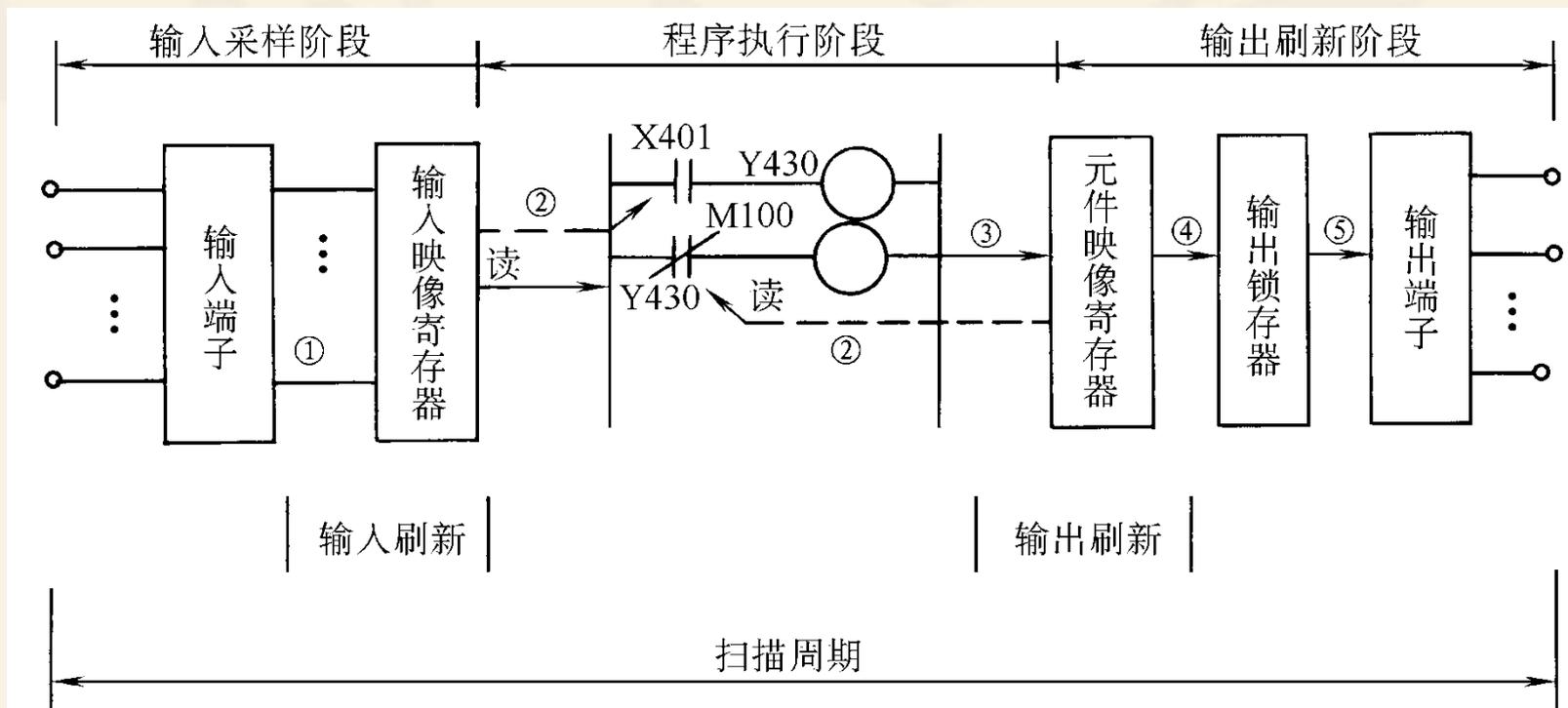
2、PLC的工作过程

PLC的工作过程可分为输入采样、程序执行、输出刷新三个阶段。



(1) 输入采样阶段

首先按顺序采样所有的输入端子，并将输入点的状态或输入数据存入内存中各对应的输入映像寄存器，即输入刷新，随即关系输入端口，接着进入程序执行阶段，在程序执行阶段，即使输入状态有变化，输入寄存器的内容也不会变化，输入信号变化的状态只能在下一个扫描周期的输入采样阶段被读入。



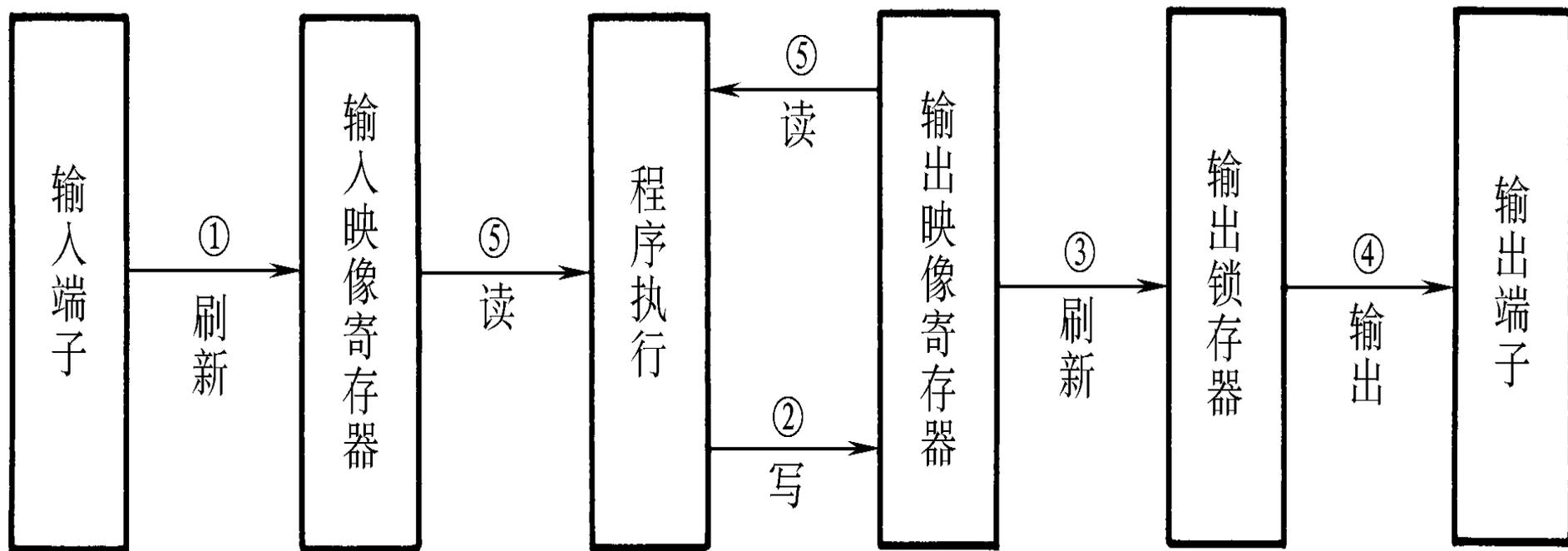
(2) 程序执行阶段

在程序执行阶段PLC对用户程序顺序扫描，在扫描每一条指令时，所需要的输入状态可从输入映像寄存器读入，从元件映像寄存器读入当前的输出状态然后按程序进行相应的逻辑运算，运算结果再存入元件映像寄存器中，所以对每一个元件来说，元件映像寄存器的内容，会随着程序的执行过程而变化。

(3) 输出刷新阶段

当所有指令执行完毕后，元件映像寄存器中所有输出继电器的状态在输出刷新阶段转存到输出锁存器，并通过一定的方式输出，驱动外部负载，这才是PLC实际输出。

3、PLC对输入输出的处理规则



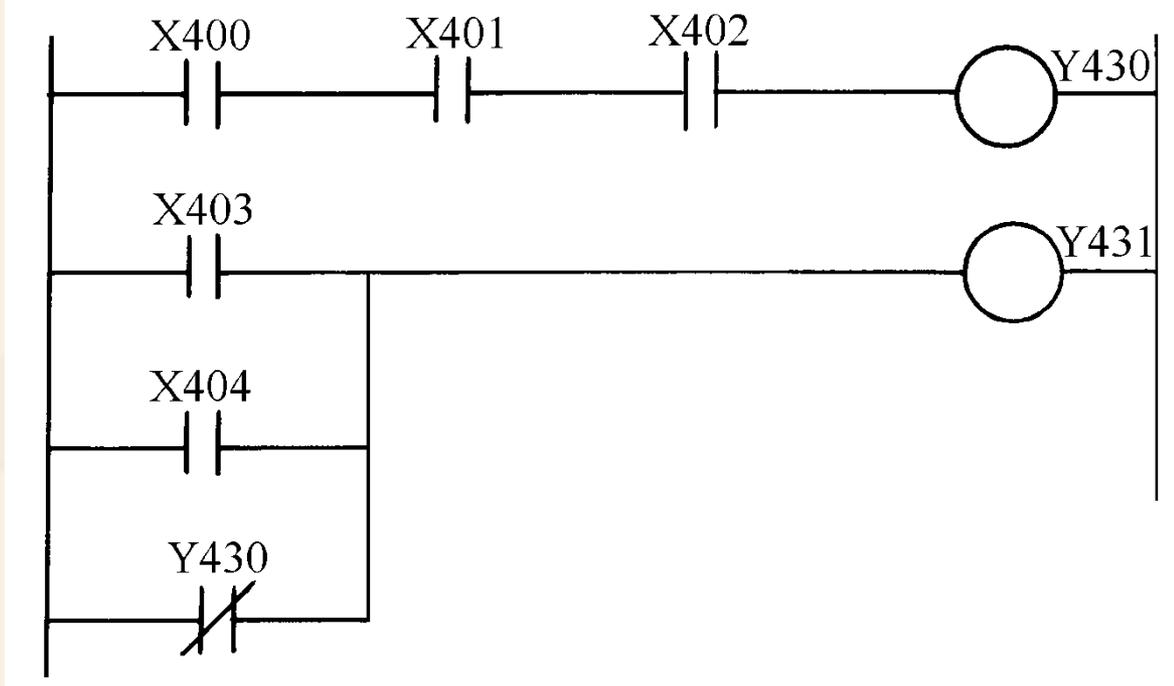
- (1) 输入映像寄存器的数据，取决于输入端子上各输入点在一个刷新期间的状态。
- (2) 输出元件寄存器的内容由程序中输出指令的执行结果决定。
- (3) 输出锁存器的数据，由上一个工作周期输出刷新阶段的输出映像寄存器的数据来确定。
- (4) 输出端子上各ON/OFF状态，由输出锁存器的内容来确定。
- ❖ (5) 程序执行中所需的输入、输出状态，由输入映像寄存器和输出寄存器读出。

三、PLC程序的表达方式

PLC有多种编程语言，供用户选用，常用的编程语言有梯形图、语句表、顺序功能图等。

1、梯形图

梯形图是一种图形语言，在形式上类似于继电器控制电路。

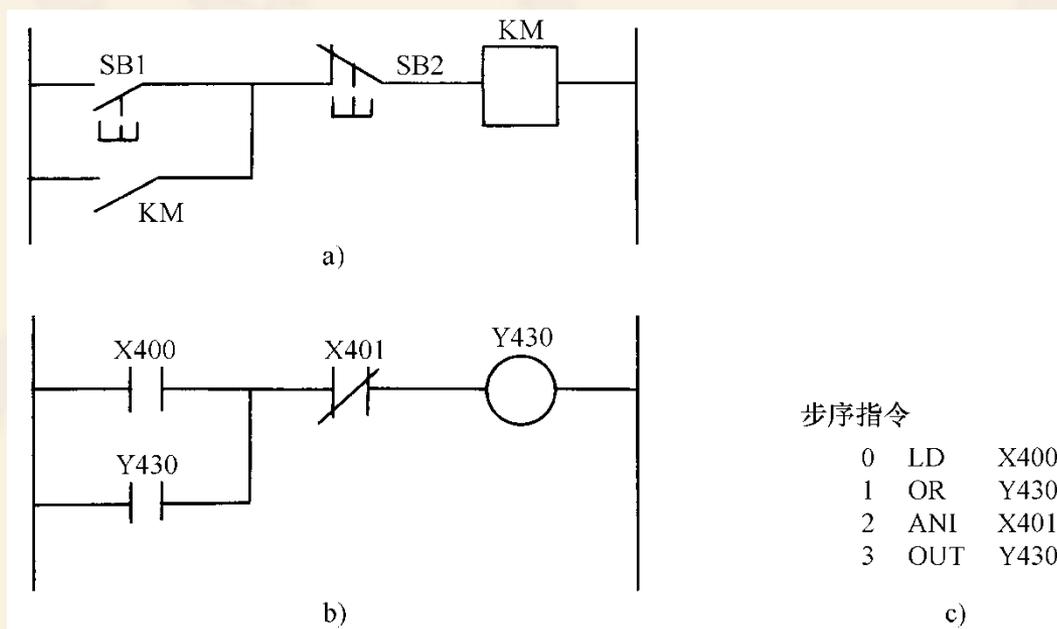


2、语句表

又叫指令表，类似于计算机汇编编程语言。

3、顺序功能图

4、布尔逻辑编程



四、PLC与微机及继电器比较

1、PLC与微机的比较

PLC是专用机，PC是通用机

2、PLC与继电器的比较

- (1) 器件组成不同
- (2) 工作方式不同
- (3) 实施控制方法不同
- (4) 触点数量不同

第三节 F1系列PLC指令系统与编程方法

一、F1系列PLC简介

1、型号与机种

(1) F1系列PLC的型号表示

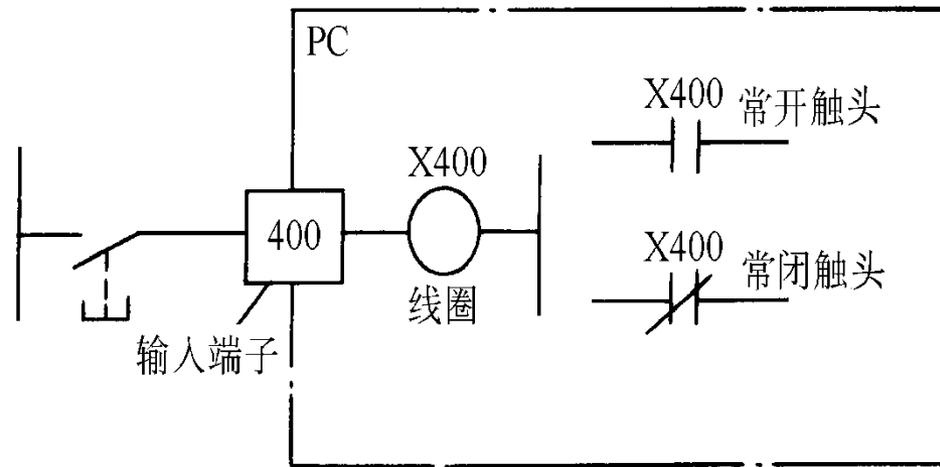
(2) F1系列PLC的机种及外围设备

2、F1系列PLC主要性能指标（见教材表4-4、4-5、4-6）

二、F1系列PLC内部可使用的主要元器件

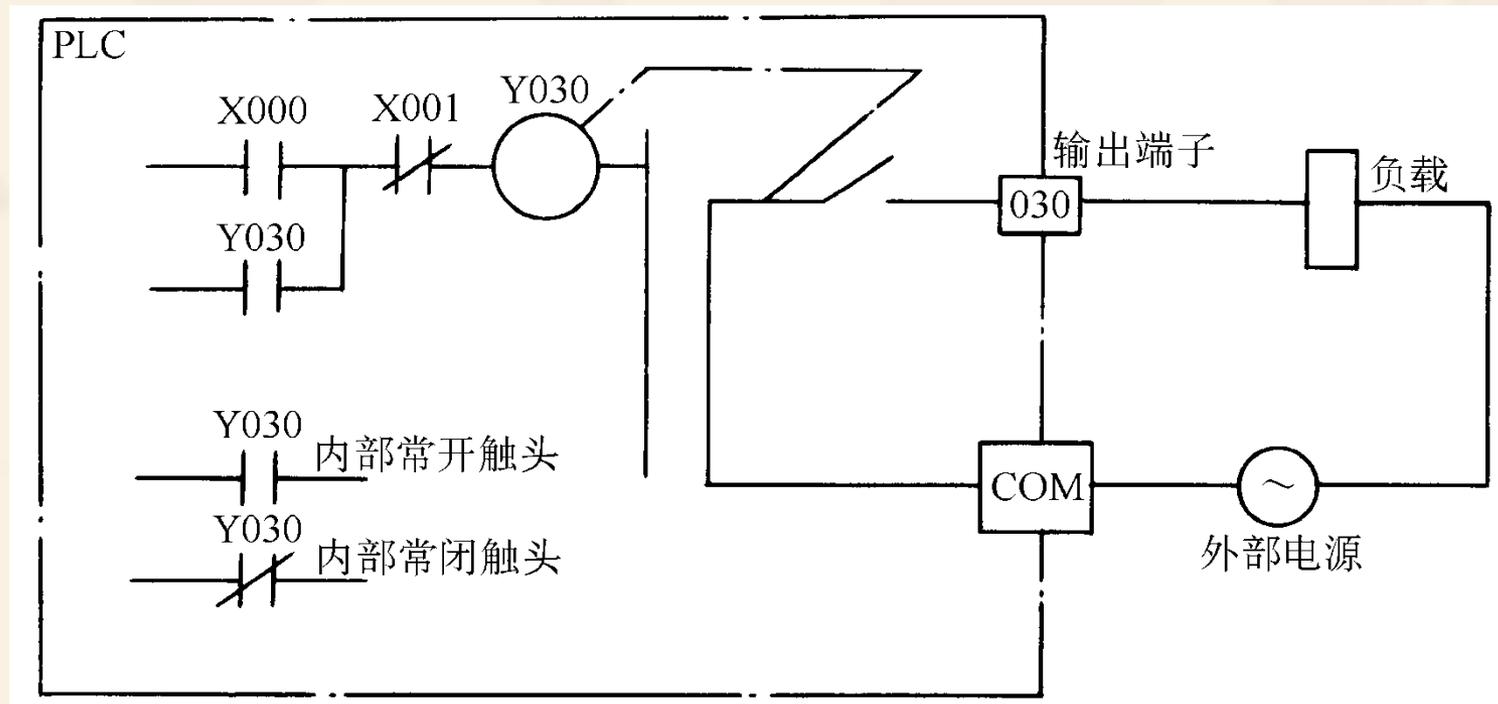
1、输入继电器X

输入继电器是PLC接收外部信号的窗口，它与PLC的输入端子相连，PLC通过光电耦合器将外部输入信号的状态读入并存储在输入映像寄存器中。输入继电器可提供许多对常开与常闭触点供编程使用。



2、输出继电器Y

输出继电器将PLC的输出信号送给输出模块，再驱动外部负载，它有一对常开触点与PLC的输出端子相连，有一定的负载能力。并有无限对常开与常闭触点供内部编程使用。



3、辅助继电器M

PLC的辅助继电器其作用与继电器控制系统中的中间继电器相类似，但PLC的辅助继

电器是用软件实现的，它的触点不能直接输出驱动负载，又分通用型和掉电保持型。

(1) 通用型辅助继电器

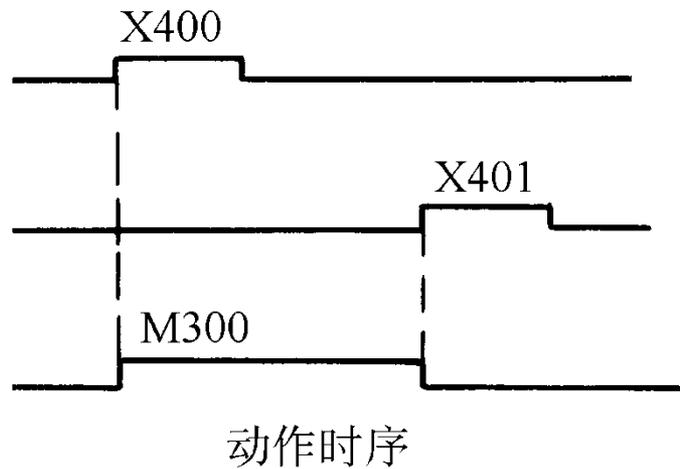
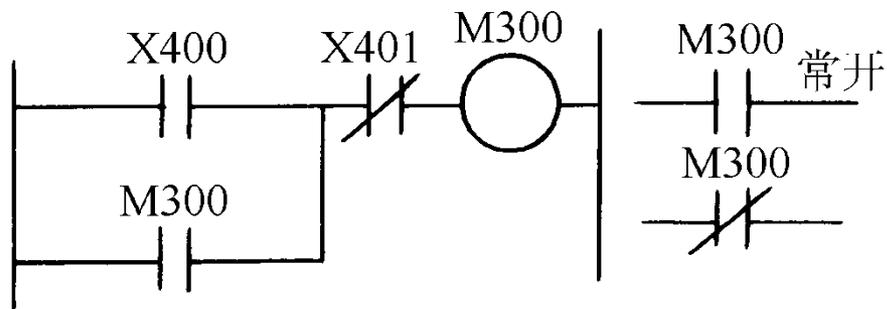
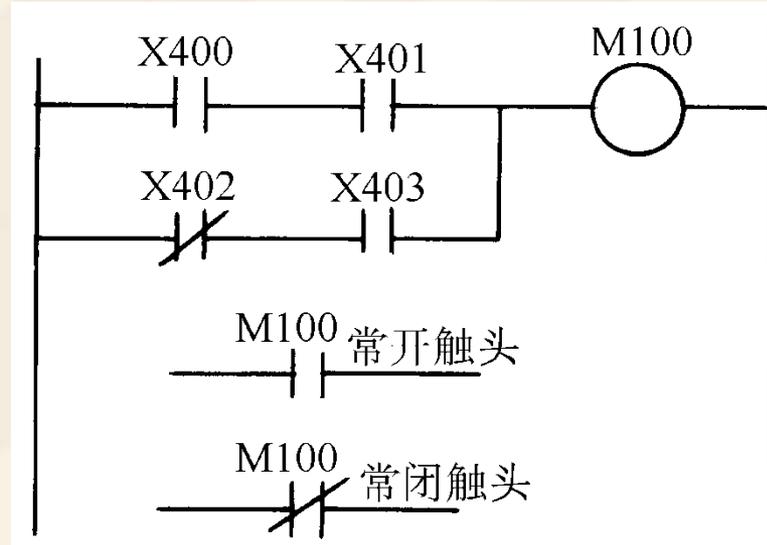
其编号范围M100 — M277

(8进制，共128点)

(2) 掉电保持型辅助继电器

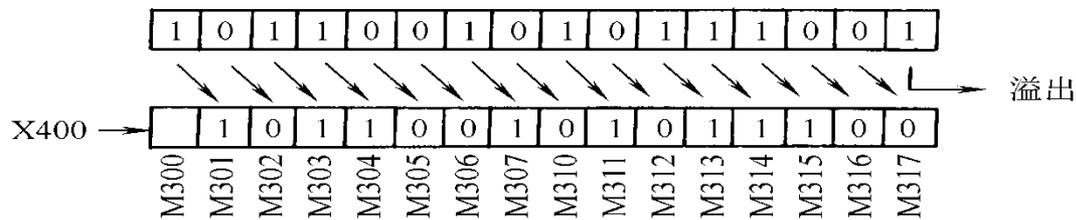
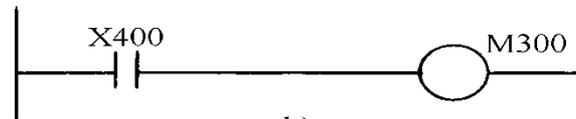
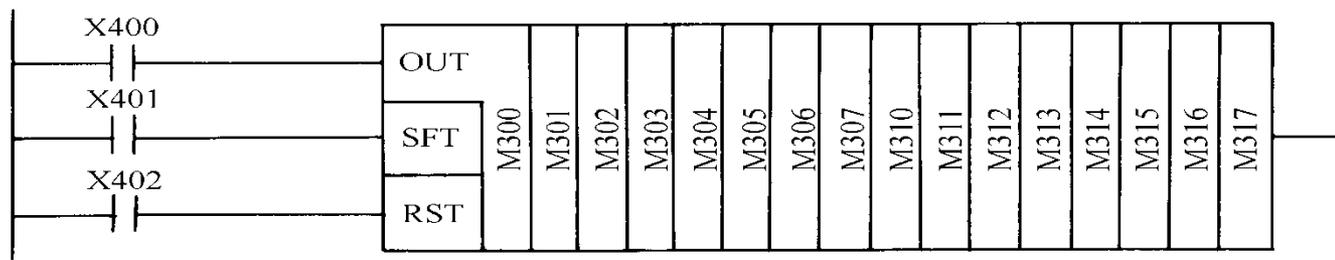
其编号范围M300 — M377

(8进制，共64点)



4、移位寄存器

移位寄存器由上述辅助继电器组成，每16个相邻的辅助继电器构成，构成移位寄存器第一个辅助继电器的编号就是这个移位寄存器的编号，当这一组辅助继电器当移位寄存器用时，它们不能再作其他用。



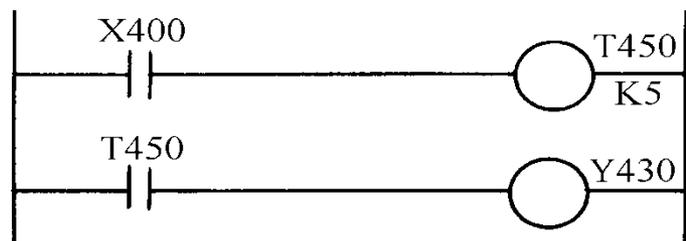
5、特殊辅助继电器M

也称专用辅助继电器，见表4-9.

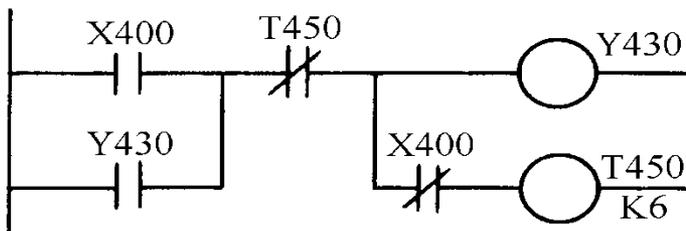
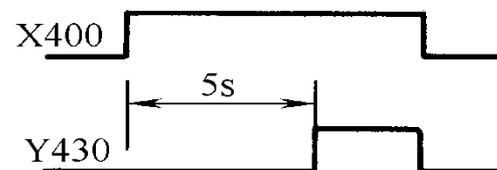
6、定时器

PLC中的定时器T相当于继电器控制系统的延时继电器，F1系列PLC共有24点定时范围0.1-999s的定时器和8点定时范围0.01-99.9s的定时器。

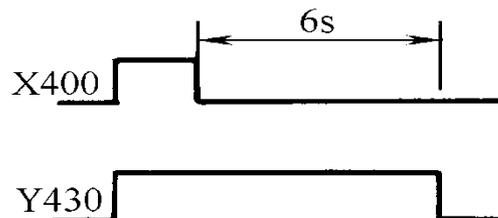
- 1) 0.1-999s定时器：T050-T057；T450-T457；T550-T557
- 2) 0.01-99.9s定时器：T650-T657



a)



b)



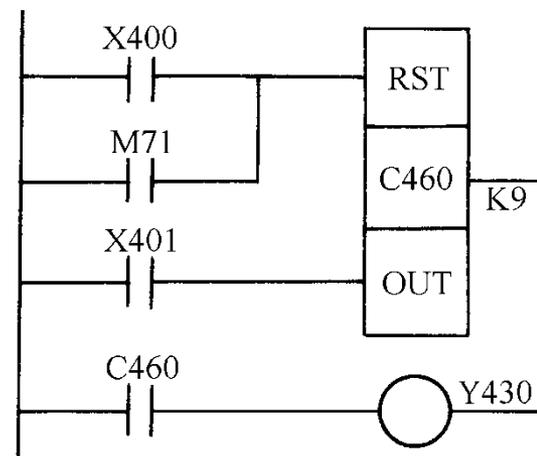
7、计数器

F1系列PLC共有32个计数器，
均具有掉电保护功能，其计数值
由编程序时设定的**K值**决定。

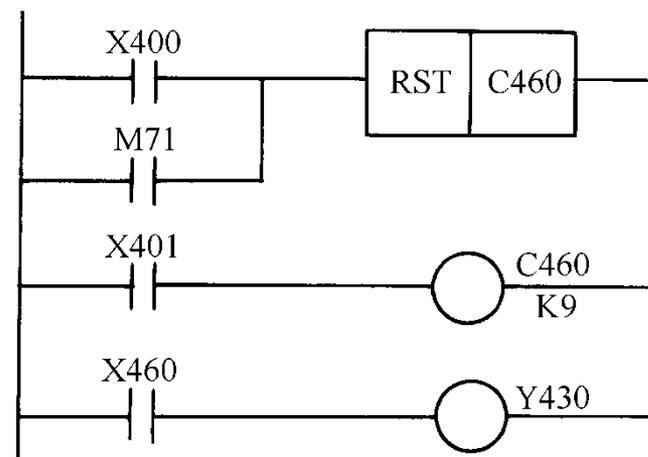
(1) 3位减法计数器：

C060-C067； C460-C467；

C560-C567； C662-C667（共30点，
计数范围为1-999）



a)



b)

(2) 6位数加法/减位计数器:

F1系列PLC由两个3位计数器C660和C661构成一个6位数加法或减法计数器，计数范围为1-999999，其中C660的设定值是6位计数的低3位，C661的设定值是6位计数器的高3位。

8、状态器S

状态器S是在编制步进控制程序中所使用的基本元件，它与后面介绍的步进梯形指令STL结合使用。状态器的编号为S600-S647（八进制，共40点）

三、F1系列PLC的指令系统和编程方法

1、基本逻辑指令

(1) 逻辑取指令及线圈驱动指令LD、LDI、OUT

LD: 取指令，用于常开触点与母线连接

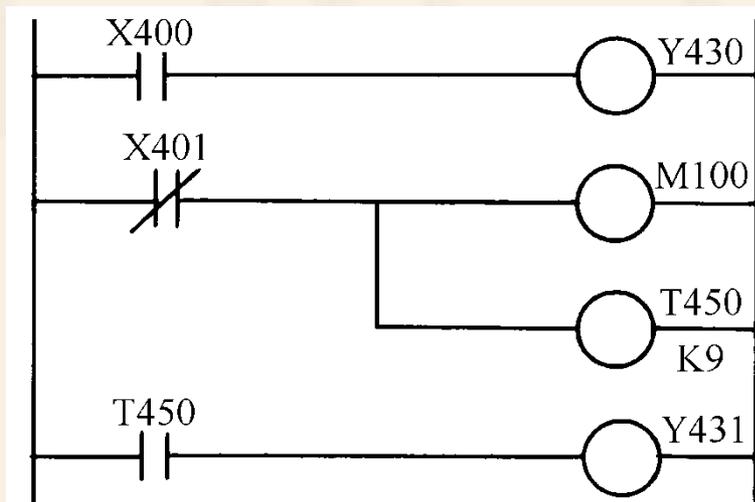
LDI: 取反指令，用于常闭触点与母线连接

OUT: 线圈驱动指令，用于将逻辑运算的结果去驱动一个指定的线圈。

说明: ① LD/ LDI指令的目标元件为X、Y、M、T、C、S。

② **OUT**指令的目标元件为Y、M、T、C、S。也就是说该指令不能用于驱动输入继电器线圈。

③ **OUT**指令可连续使用若干次，这相当于线圈的并联。



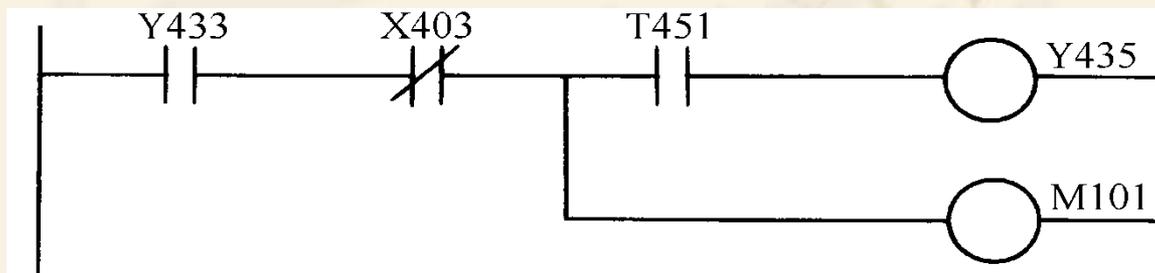
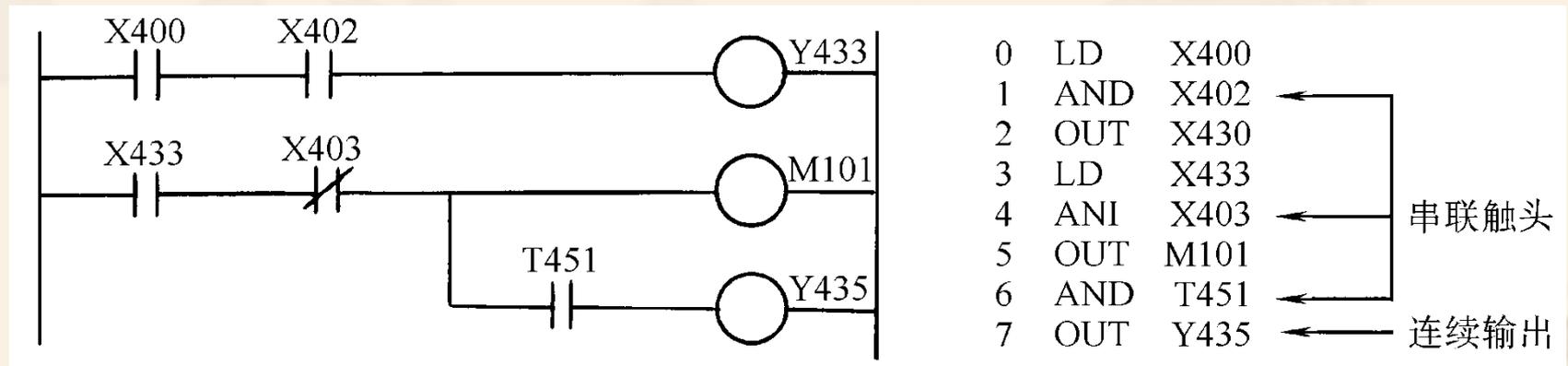
步序号	指令		
0	LD	X400	← 与左母线相连
1	OUT	Y430	← 驱动线圈
2	LDI	X401	← 与左母线相连
3	OUT	M100	← 驱动线圈
4	OUT	T450	← 定时器驱动
5	K	9	← 定时器设定常数
6	LD	T450	← 与左母线相连
7	OUT	Y431	← 驱动线圈

(2) 单个触点串联指令AND、ANI

AND: 与指令，用于单个常开触点的串联。

ANI: 与反指令，用于单个常闭触点的串联。

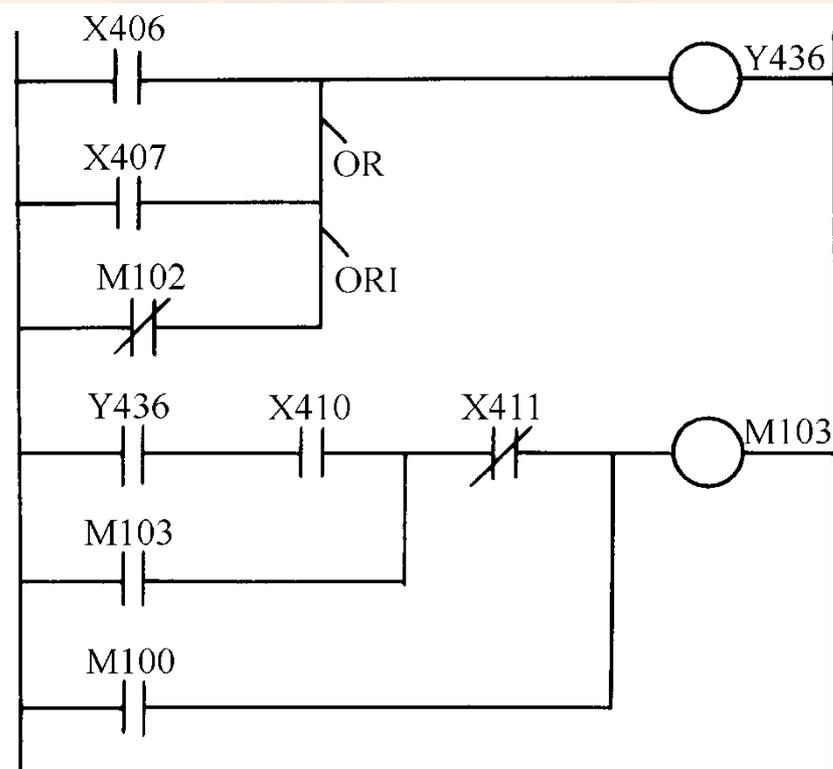
说明: AND/ANI指令均用于单个触点的串联，触点没有限制，可重复使用AND/ANI指令，指令的目标元件为X、Y、M、T、C、S。



(3) 单个触点并联指令OR、ORI

OR: 或指令，用于单个常开触点的并联。

ORI: 或反指令。用于单个常闭触点的并联。



0	LD	X406	←← 并联连接
1	OR	X407	
2	ORI	M102	
3	OUT	Y436	
4	LD	Y436	←← 并联连接
5	AND	X410	
6	OR	M103	
7	ANI	X411	
8	OR	M100	
9	OUT	M103	

说明：① **OR/ORI**指令的目标元件为X、Y、M、T、C、S。

② 采用**OR/ORI**指令并联触点时，并联触点的左端要接到前面**LD/ LDI**指令的触点上，右端与前一条指令对应的触点右端相连。

③ 利用**LD/ LDI**指令并联触点，并联次数不受限制。

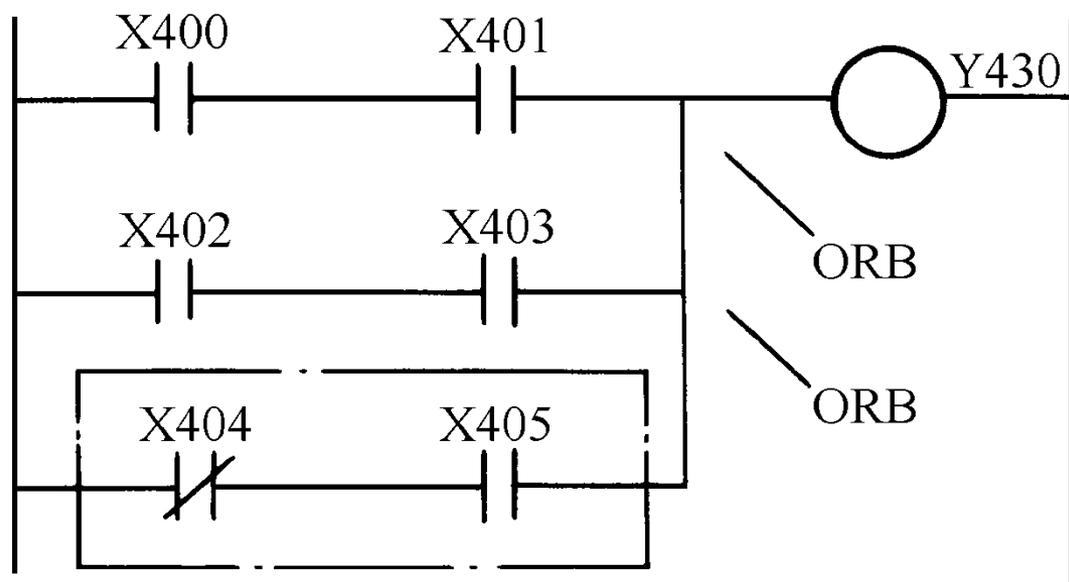
(4) 电路块的并联指令**ORB**

ORB指令：块或指令，用于分支电路的并联。

说明：① 电路块并联时，每个电路块的起点以**LD**或**LDI**指令，电路块终点采用**ORB**指令。

② 如需将多个电路块并联，则在每一个电路块后面加上一条**ORB**指令，这种编程方法对并联的支路数无限制。

③ **ORB**指令为无操作元件号的独立指令。



串联电路块

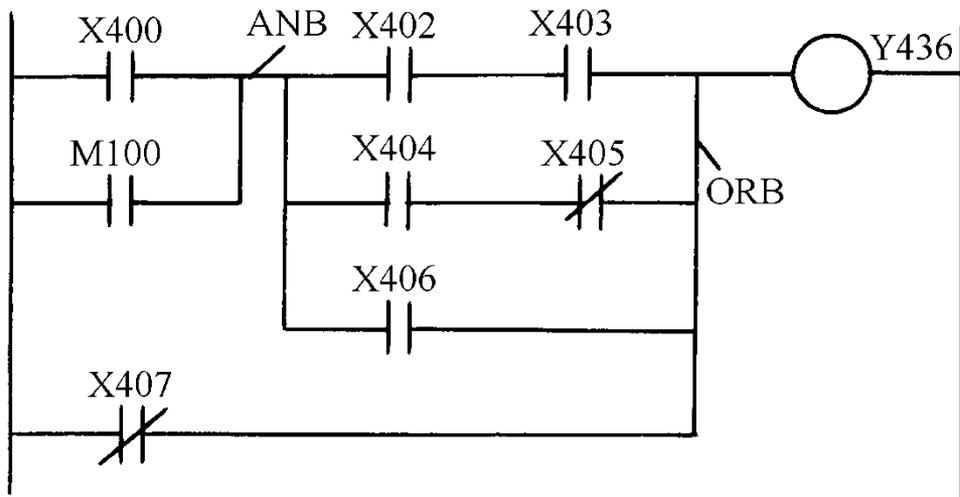
0	LD	X400
1	AND	X401
2	LD	X402
3	AND	X403
4	ORB	
5	LDI	X404
6	AND	X405
7	ORB	
8	OUT	Y430

(5) 电路块串联指令ANB

ANB: 块与指令，用于电路块与前面电路块之间的串联。

说明:

- ① 在使用**ANB**指令之前，应先完成电路块的内部连接。
- ② 用**ANB**指令顺次将多个电路块串联，则**ANB**指令得使用次数不受限制。
- ③ 用**ANB**指令指令为无操作元件号的独立指令。



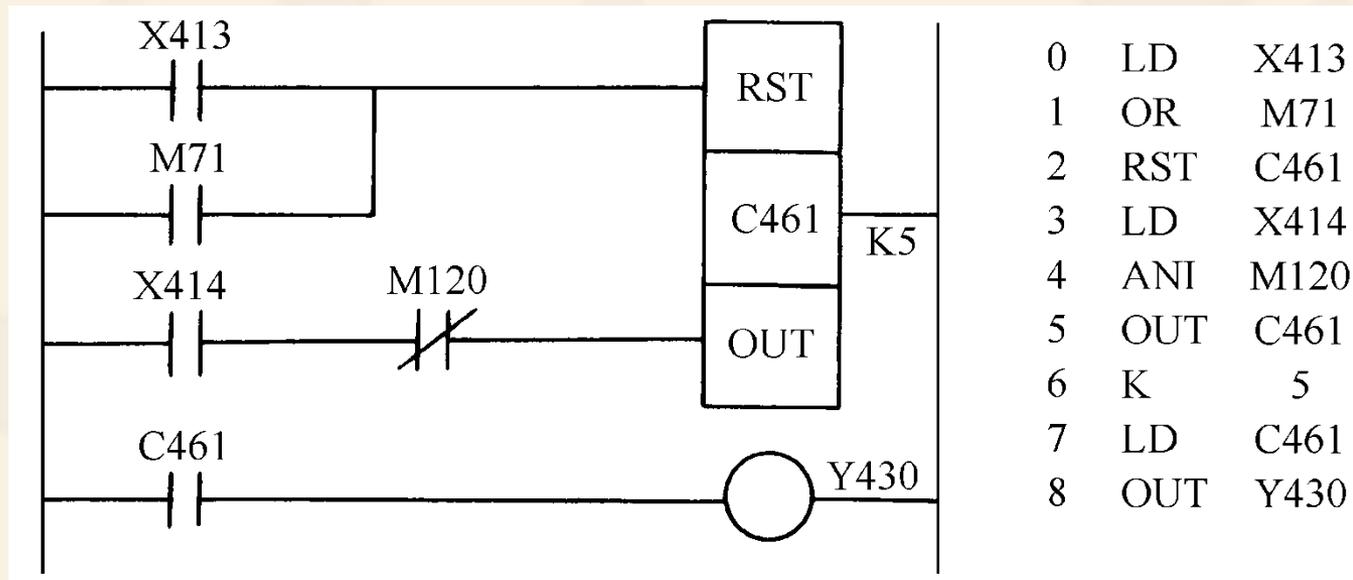
0	LD	X400	
1	OR	X401	
2	LD	X402	← 支路起点用LD/IDI指令
3	AND	X403	
4	LD	X404	←
5	ANI	X405	
6	ORB		← 完成并联块
7	OR	X406	←
8	ANB		← 电路块与前面电路串联
9	ORI	X407	
10	OUT	X436	

(6) 复位指令RST

RST: 复位指令，用于计数器和移位寄存器的复位。

说明:① 在任何情况下，**RST**指令都优先执行，在**RST**保持输入时，不接受计数输入或移位输入。

② 复位电路与计数器的计数电路、移位寄存器的移位电路是相互独立的，所以，它们的先后次序可以是任意的。



(7) 移位指令SFT

SFT: 移位指令，用于移位寄存器的移位。

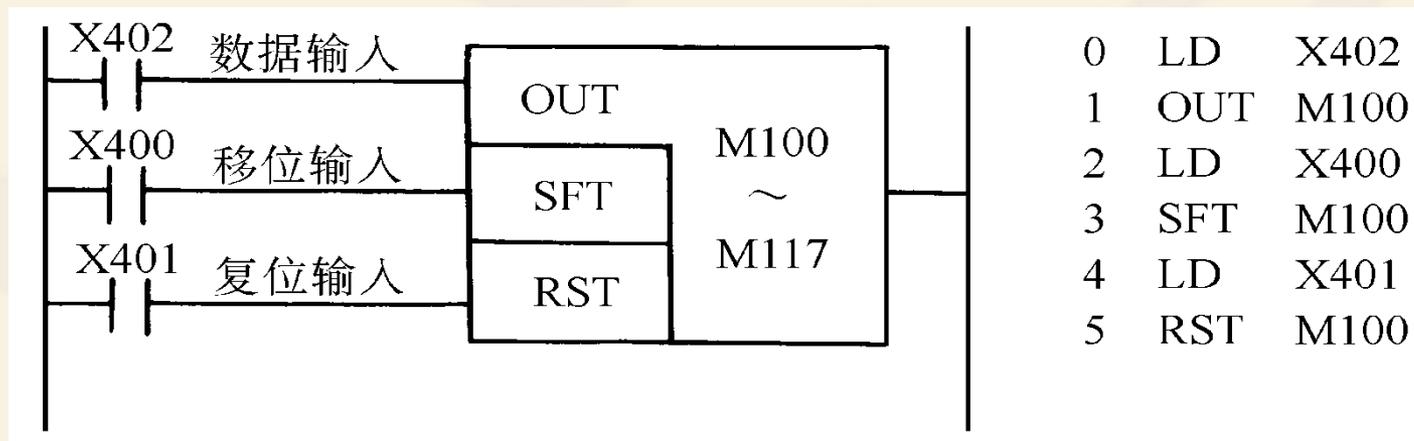
说明: ① 数据输入端 由**OUT**指令构成数据输入端

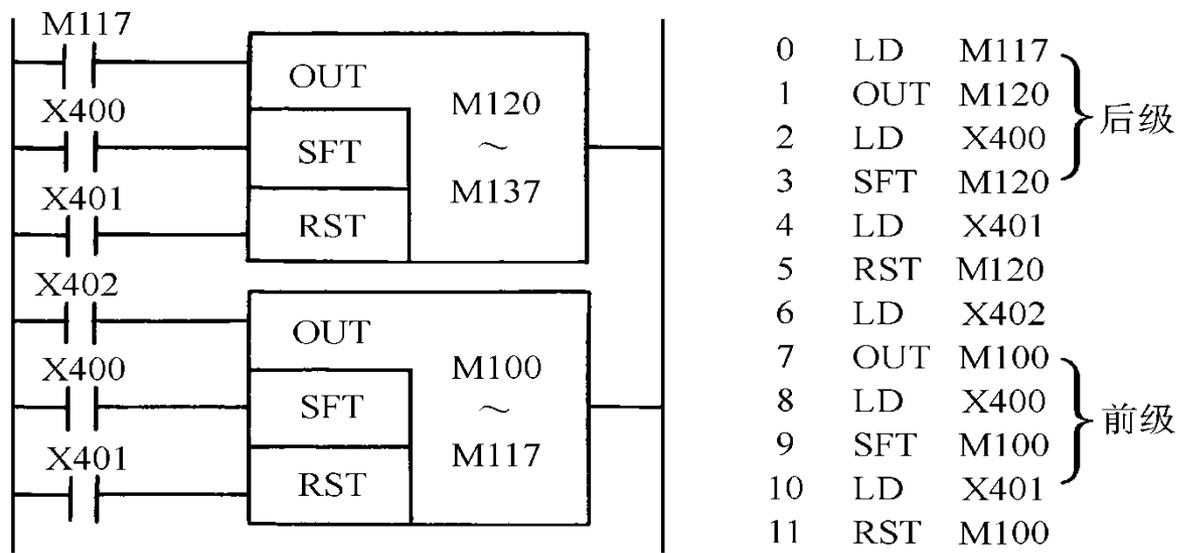
② 移位输入端 由**SFT**指令构成复位输入端

③ 复位输入端 由**RST**指令构成复位输入端

④ 每个输入端可单独编程，次序不限。

⑤ **F1**系列移位寄存器固定为**16**位,首位的编号即为移位寄存器的编号，需要时，可串联使用。





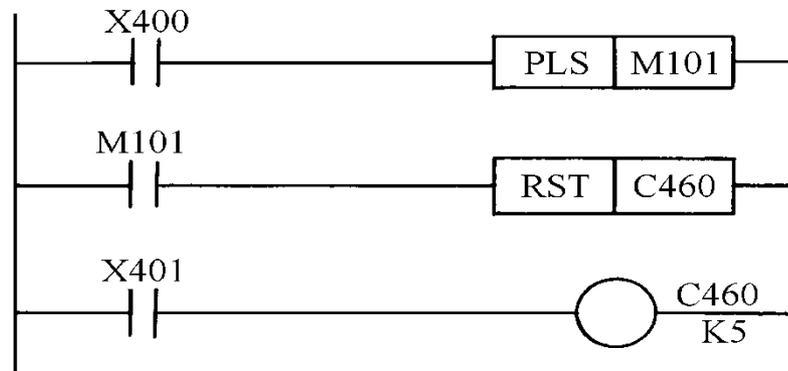
(8) 脉冲输出指令 PLS

PLS: 脉冲输出指令，也叫微分输出指令。

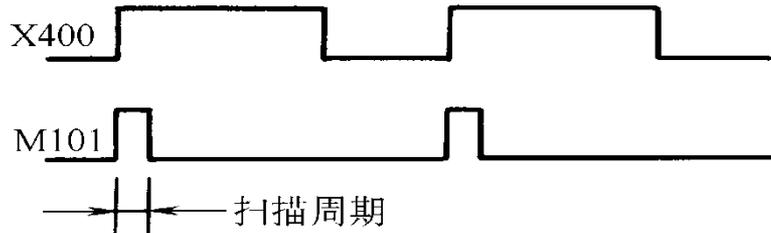
说明: ① PLS指令的目标元件为M100-M177。

② PLS指令的作用是将输入的脉宽等于扫描周期的触发脉冲信号，而信号的周期不变。

③ PLS指令常用于给计数器和移位寄存器提供复位脉冲。



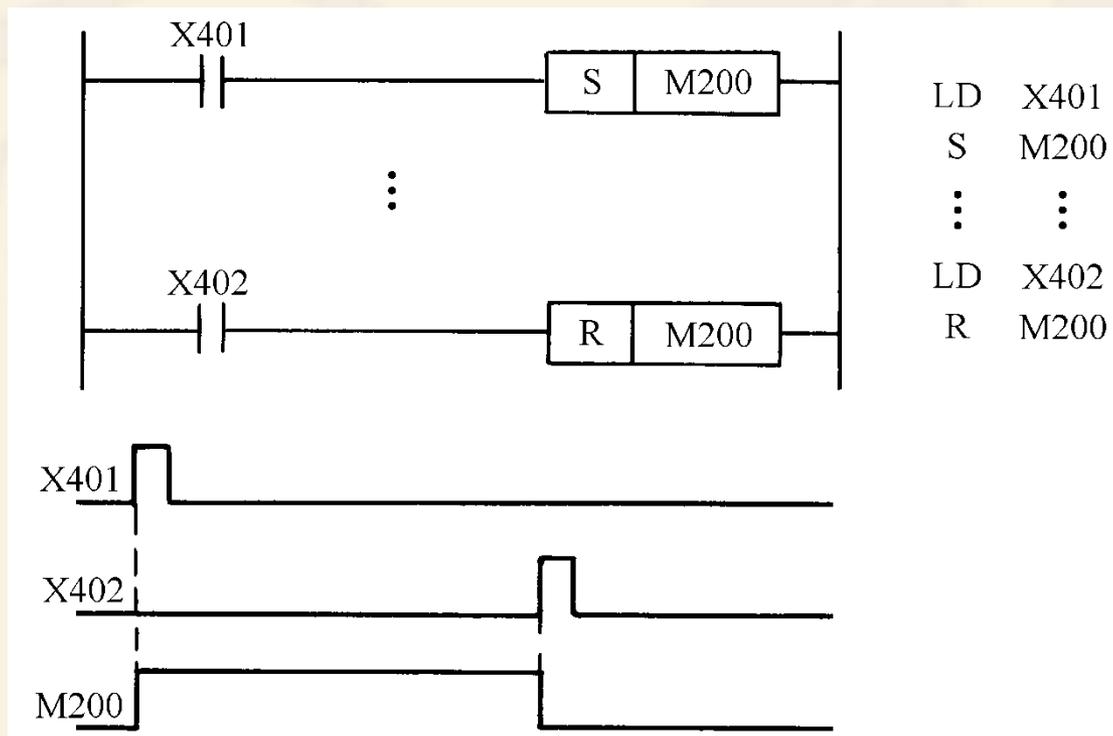
0	LD	X400
1	PLS	M101
2	LD	M101
3	RST	C460
4	LD	X401
5	OUT	C460
6	K	5



(9) 置位与复位指令S/T

S/T (SET/RESET)：置位与复位指令，用于对输出继电器、状态继电器、状态器的强迫置位与复位操作。

说明：① 当使用**S**指令时，使继电器具有自保持功能，线圈维持接通状态，当用**R**指令时，自保持功能消除，继电器复位。
② **S**、**R**指令的使用顺序没有限制，**S**、**R**指令之间可以插入别的程序。



(10) 主控及主控复位指令MC/MCR

MC: 主控指令，用于公共串联触点的连接。

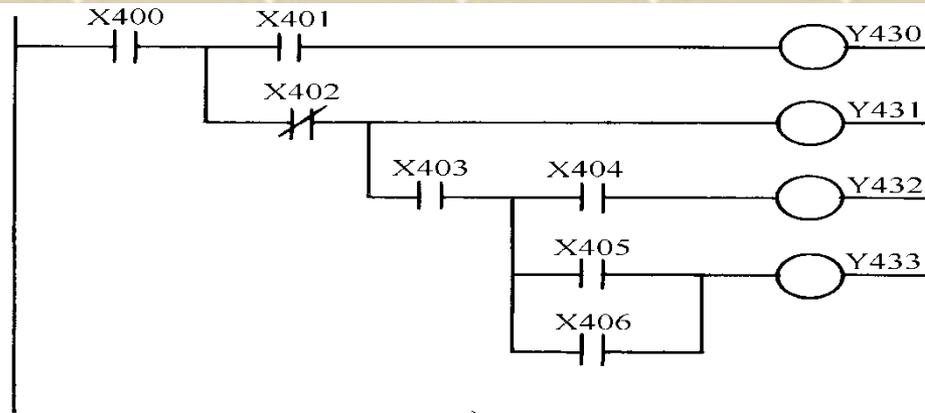
MCR: 主控复位，用于对MC指令的复位。

说明:

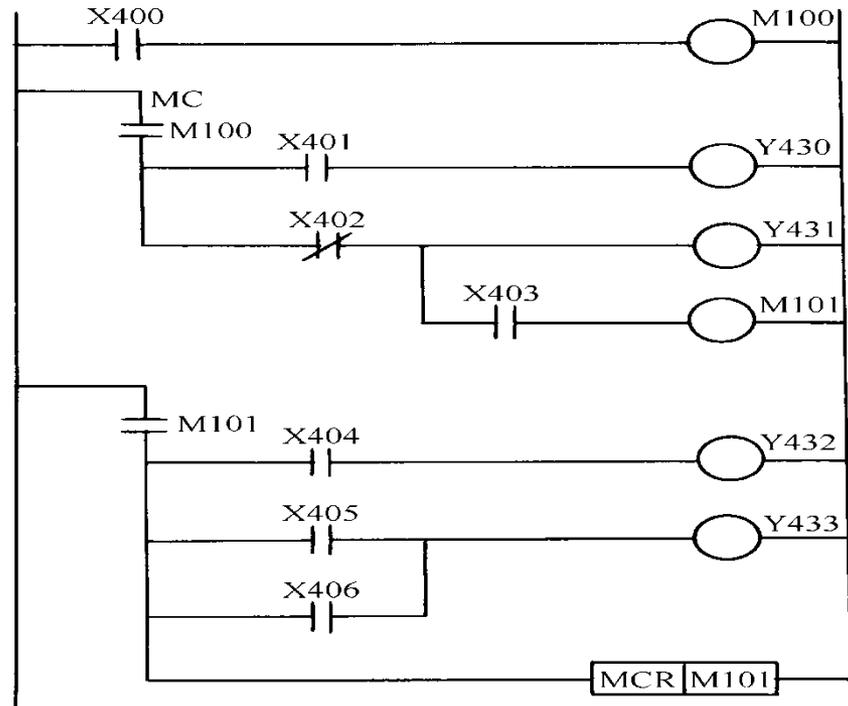
① MC/MCR指令的目标元件为辅助继电器M100-M117。

② 与主控指令相连的触点必须为LD或LDI指令。

③ MC/MCR指令,原则上应成对使用。



a)



b)

0	LD	X400
1	OUT	M100
2	MC	M100
3	LD	X401
4	OUT	Y430
5	LDI	X402
6	OUT	Y431
7	AND	X403
8	OUT	M101
9	MC	M101
10	LD	X404
11	OUT	Y432
12	LD	X405
13	OR	X406
14	OUT	Y433
15	MCR	M101

(11) 条件跳步与跳步结束指令CJP/EJP

CJP: 条件跳步指令，用于跳步开始。

EJP: 跳步结束指令，用于跳步结束。

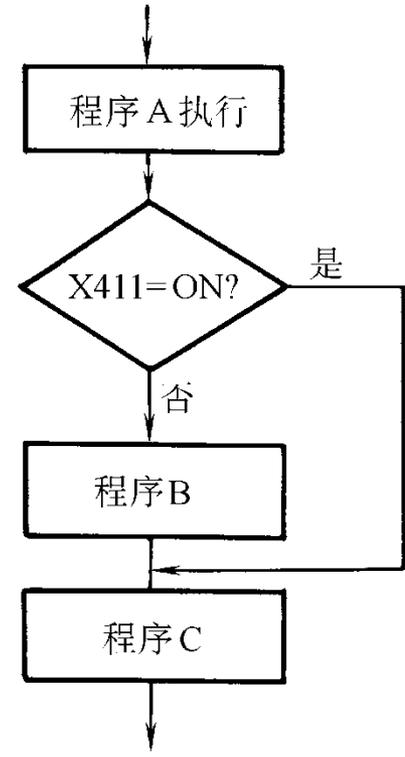
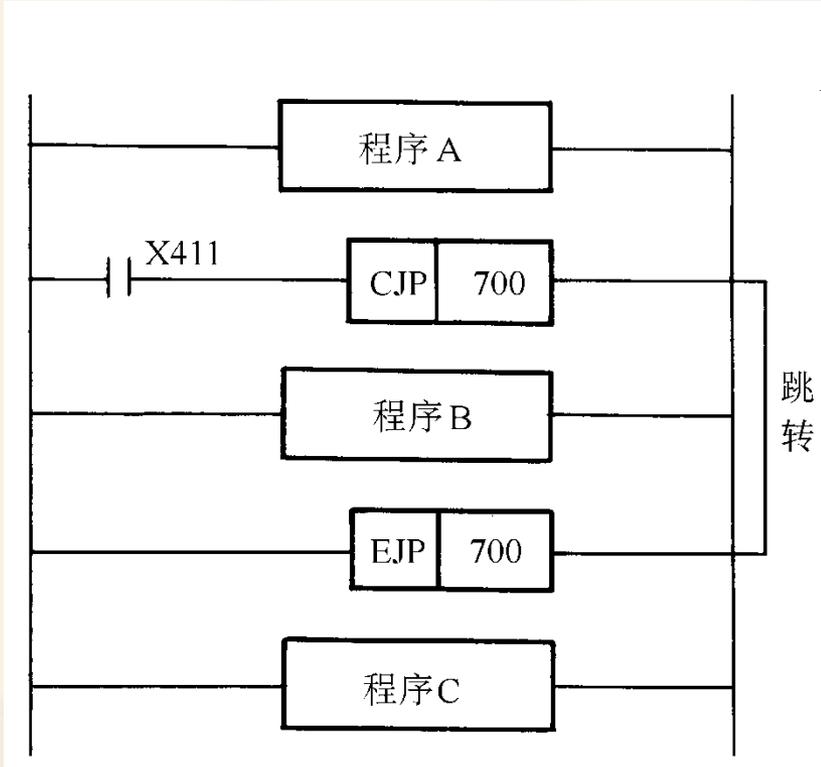
说明: ① **CJP/EJP**指令的编号范围是700-777（共64点），必须成对使用，且跳转的目标必须一致。

② **CJP**应在前，**EJP**则在后，顺序颠倒也会被处理成**END**。

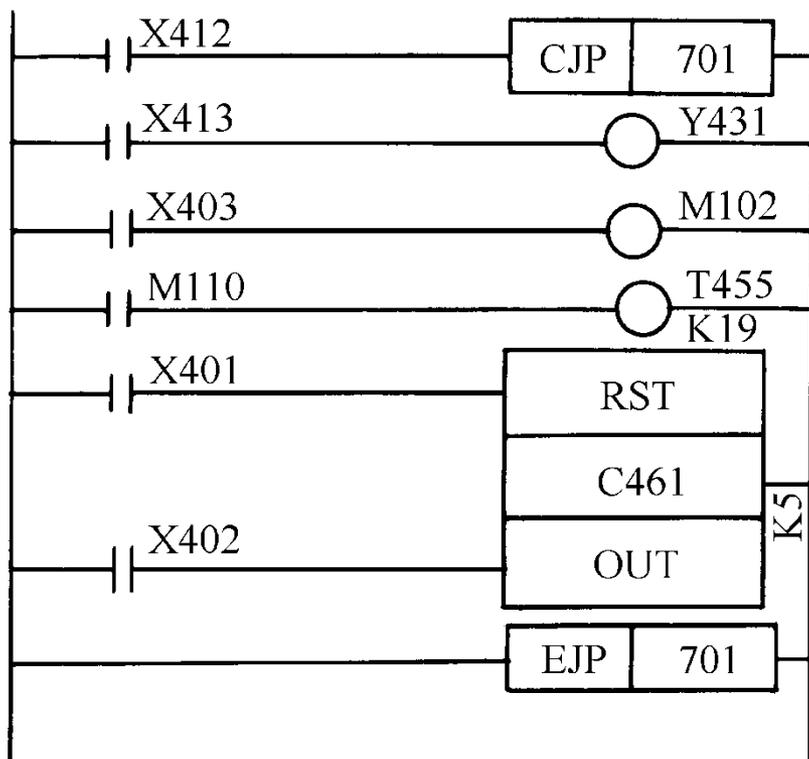
③ 跳步目标不在700-777范围内，则**CJP**处理成**NOP**，**EJP**被处理成**END**。

④ 在监控条件下，不得对跳步中的程序强制置位、复位以及在线修改等。

⑤ 注意跳步前后定时器的工作状态。



举例：



0	LD	X412	
1	CJP	701	
2	LD	X413	
3	OUT	Y431	← 保持转移前的状态
4	LD	X403	
5	OUT	M102	←
6	LD	M110	
7	OUT	T455	← 转移后, 即使M110接通, 定时器也不工作
8	K	19	
9	LD	X401	
10	RST	C461	
11	LD	X402	
12	OUT	C461	← 在转移期间中断计数, 保留当前值
13	K	5	
14	EJP	701	

(12) 空操作指令NOP

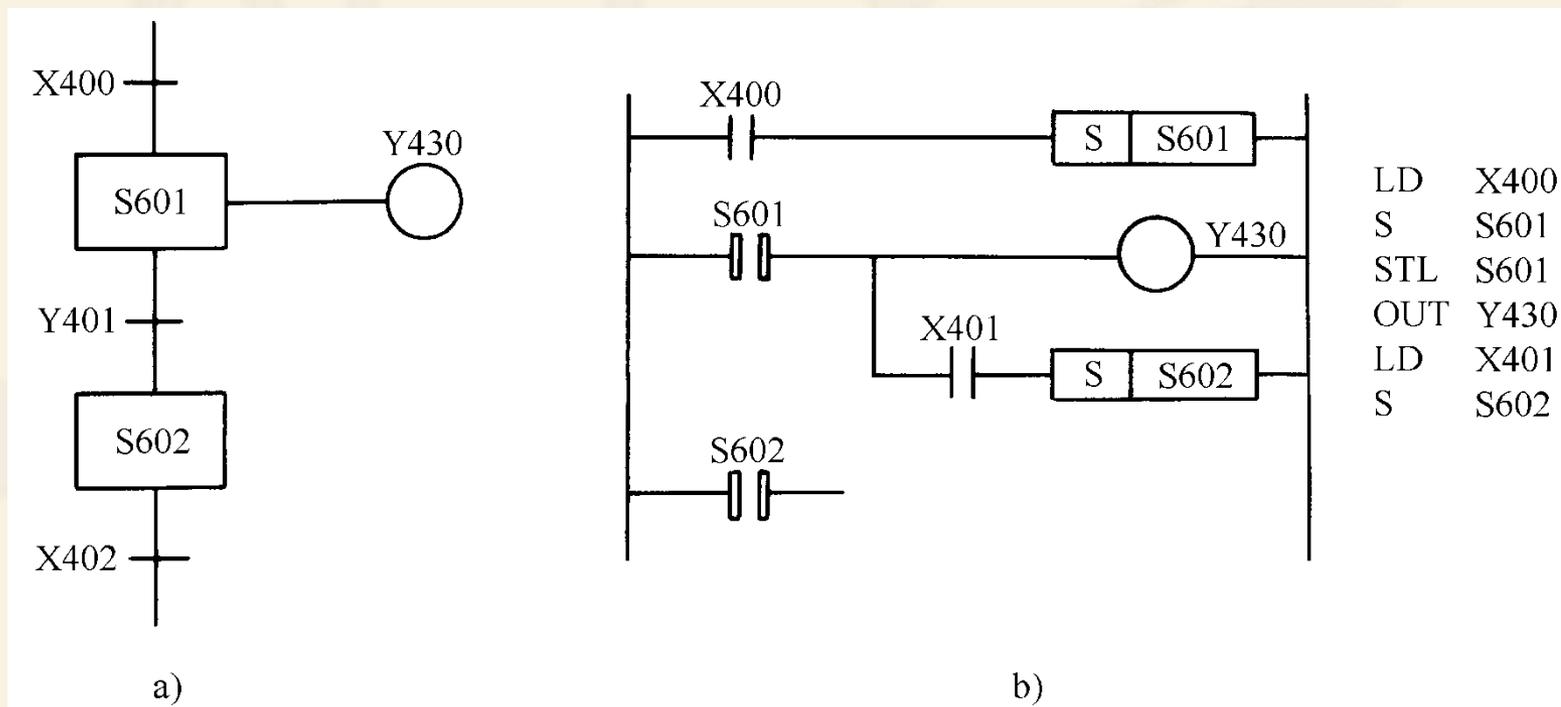
NOP: 空操作指令或称空处理指令。

(13) 程序结束指令END

2、步进梯形图指令

(1) 功能图与步进梯形图

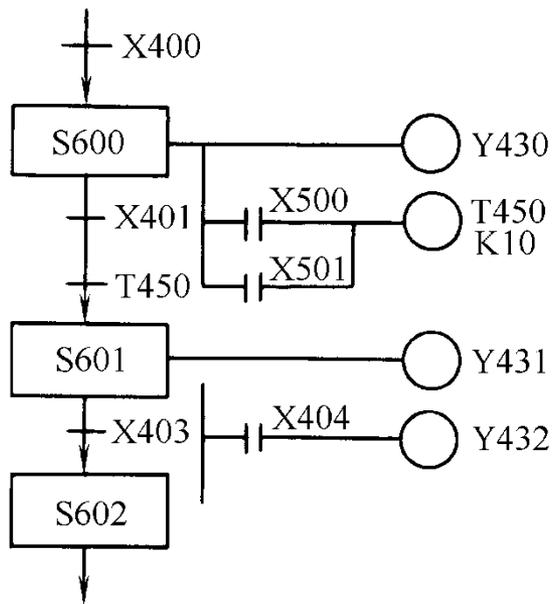
功能图是用状态描述的工艺流程图，功能图也称功能表图，或状态转移图，每个状态提供三种功能：驱动处理、转移条件、置位后转移的目标。



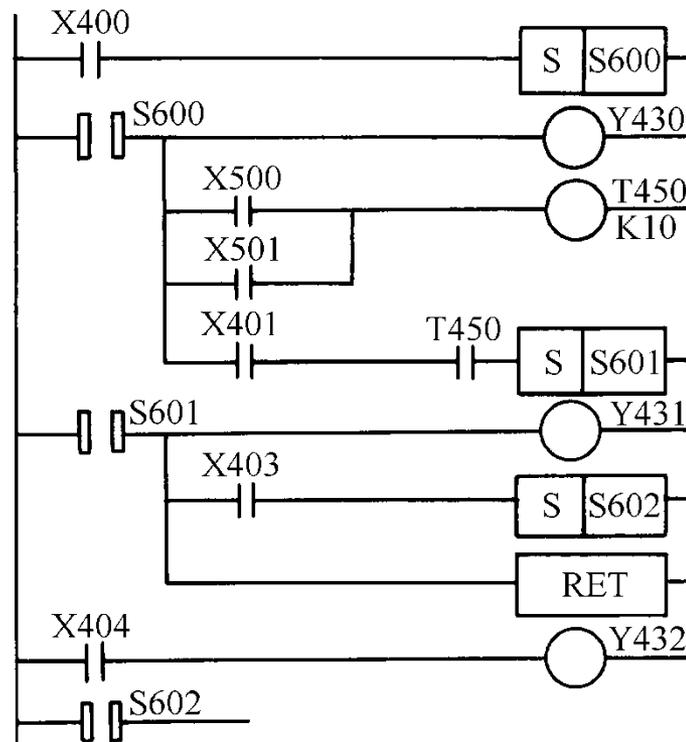
(2) STL/RET指令

STL: 步进梯形指令

RET: 步进返回指令



a)

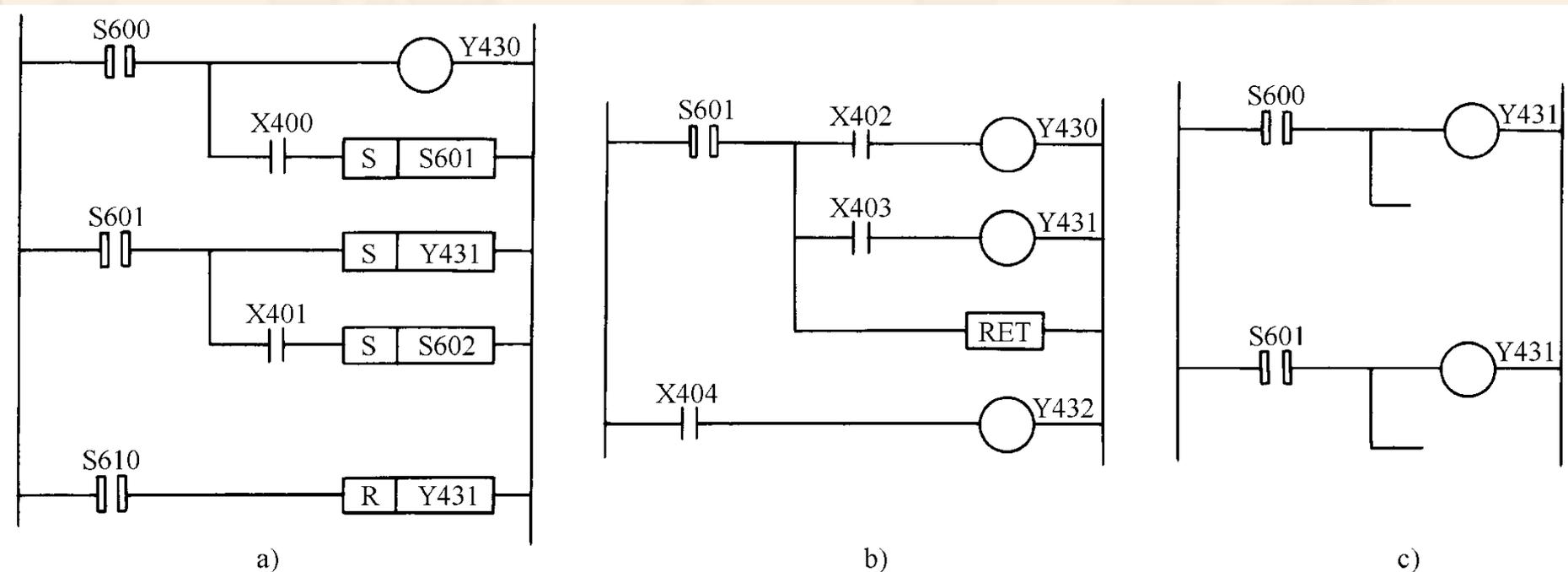


b)

0	LD	X400
1	S	S600
2	STL	S600
3	OUT	Y430
4	LD	X500
5	OR	X501
6	OUT	T450
7	K	10
8	LD	X401
9	AND	T450
10	S	S601
11	STL	S601
12	OUT	Y431
13	LD	X403
14	S	S602
15	RET	
16	LD	X404
17	OUT	Y432
18	STL	S602

(3) 步进梯形指令的特点

- ① 转移源自动复位功能
- ② 主控功能
- ③ 允许双重输出



3、功能指令简介

F1系列PLC有87条功能指令

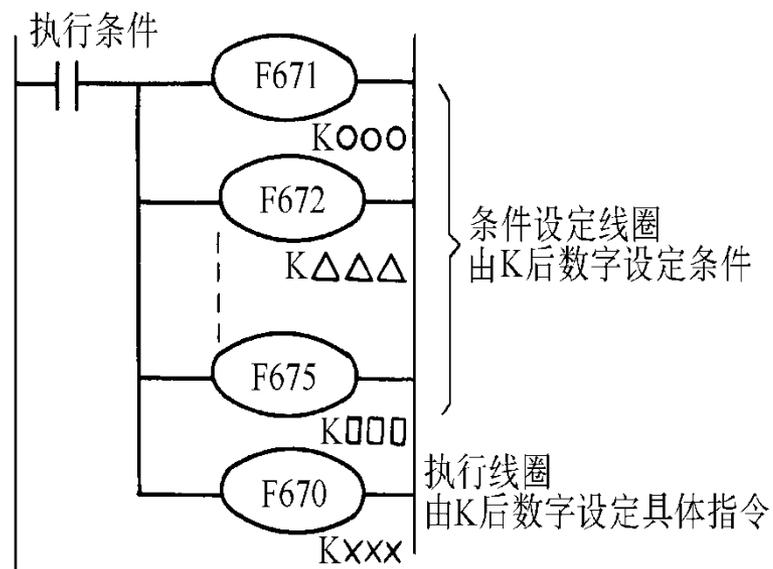
(1) 功能指令的基本格式

(2) F1系列PLC的数据处理格式

① BIN格式

② OCT格式

③ BCD格式



	X407	X406	X405	X404	X403	X402	X401	X400	
高位	0	1	0	1	0	0	1	1	低位
	128	64	32	16	8	4	2	1	

$64+16+2+1=83$

	M113	M112	M111	M110	M107	M106	M105	M104	M103	M102	M101	M100	
高位	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	低位
	800	400	200	100	80	40	20	10	8	4	2	1	

$800+40+20+4+2+1=867$

	Y437	Y436	Y435	Y434	Y433	Y432	Y431	Y430		
高位	0	1	0	1	0	1	1	1	1	低位
	400	200	100	40	20	10	4	2	1	

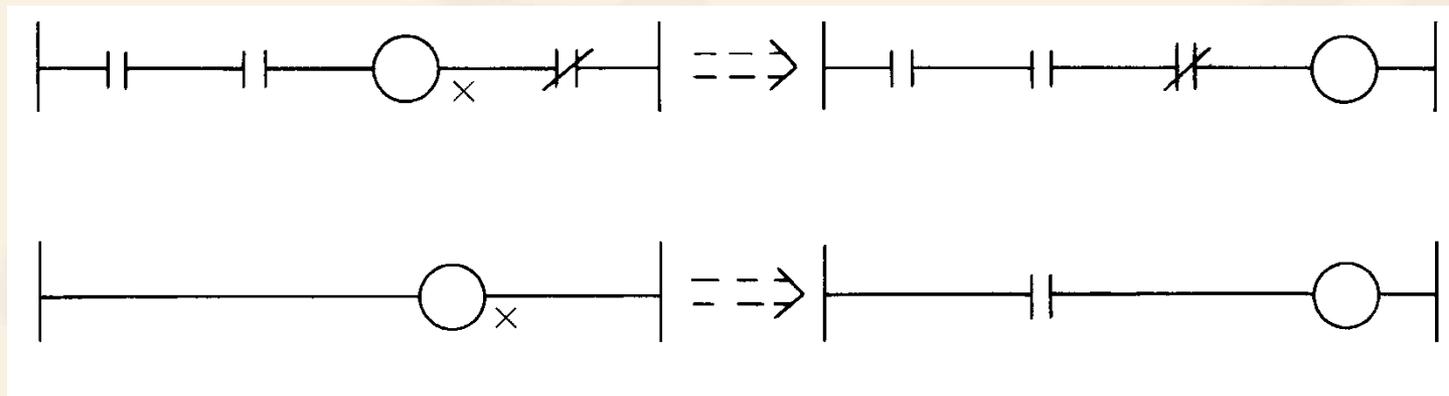
$(200)+(40+10)+(4+2+1)=257$

(3) 功能指令及其编程方法

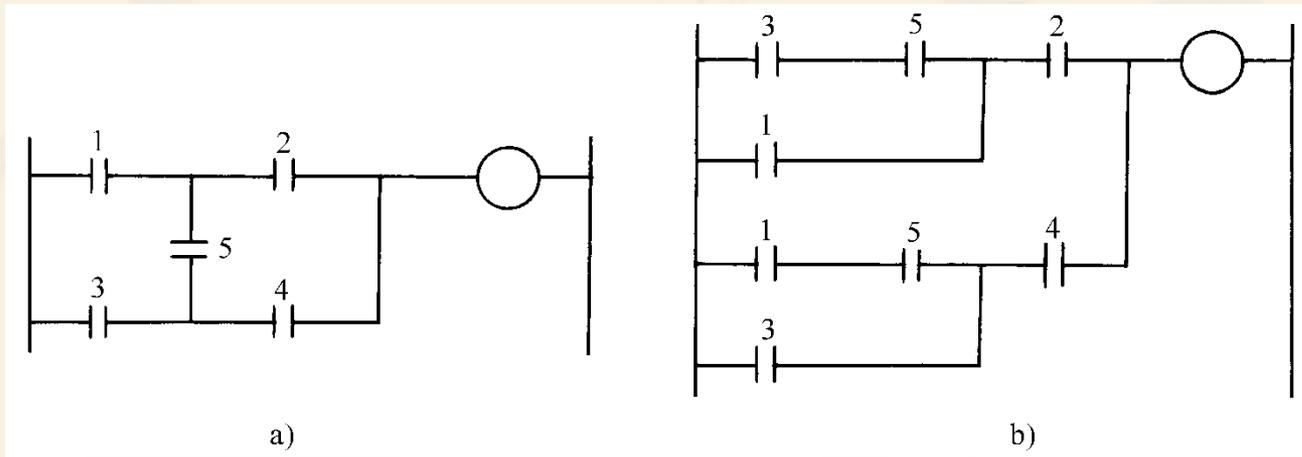
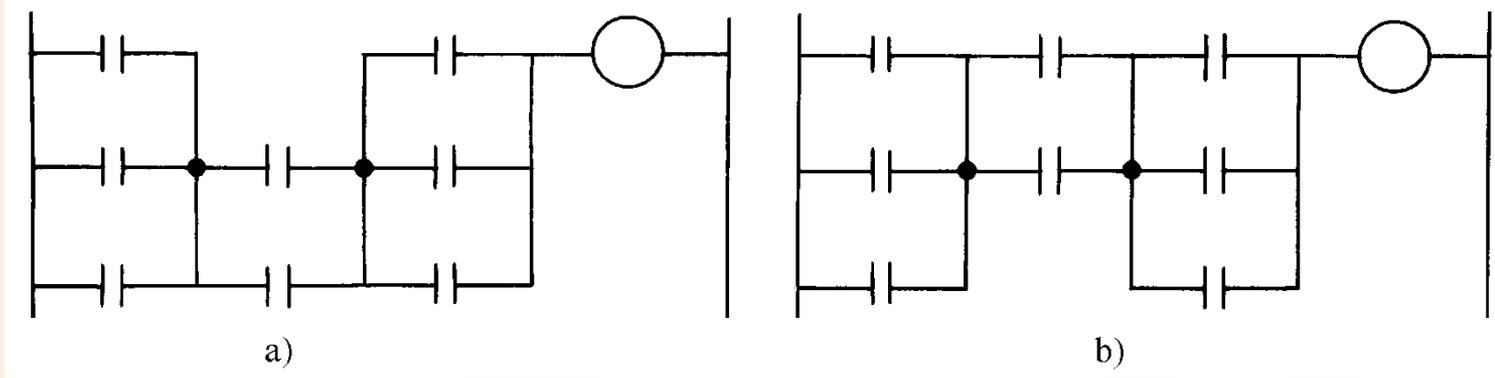
4、PLC用户程序的设计规则

(1) 梯形图的设计规则

- ① 梯形图中的阶梯都是从左边母线开始，终于右母线。线圈只能接在右母线上，它不能直接接在左母线上，并且所有的触点不能放在线圈的右边。

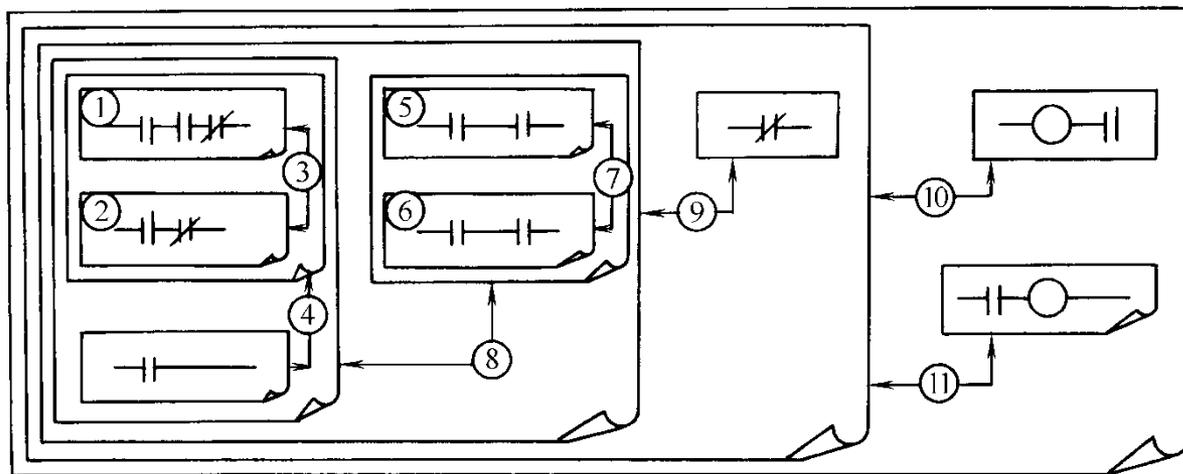
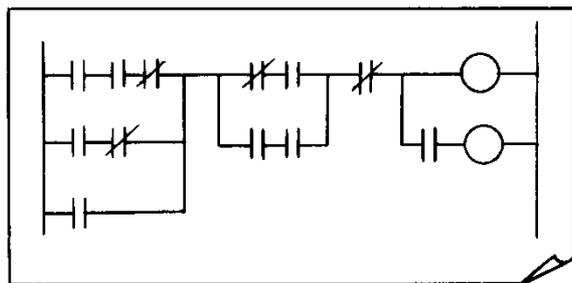


- ② 在多个回路串联时，应将触点最多的回路放在梯形图的最上面。
- ③ 在梯形图中没有实际的电流流动，所谓“能流”只能从左到右、从上到下单向“流动”。

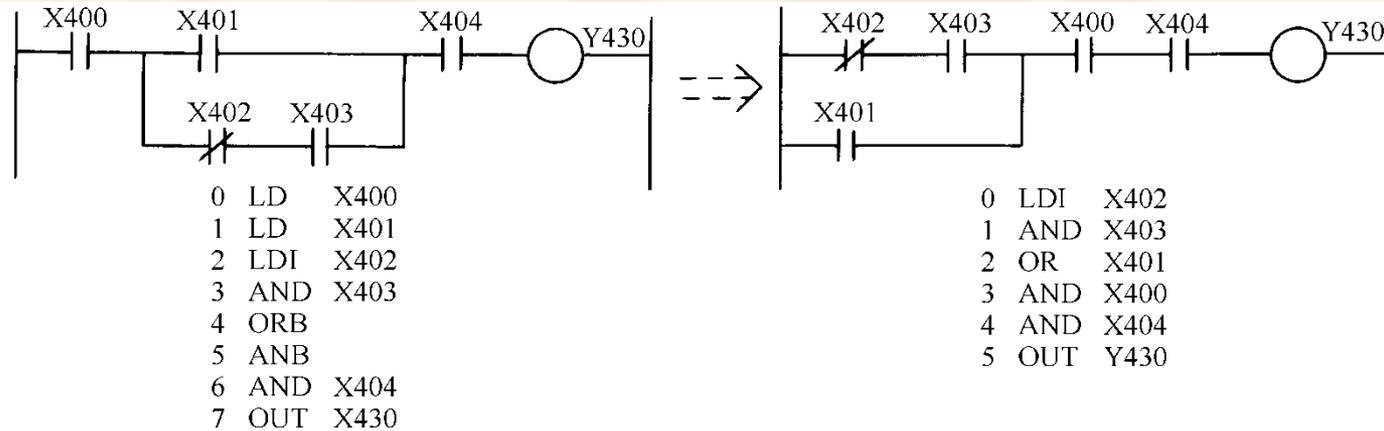


(2) 语句编程规则

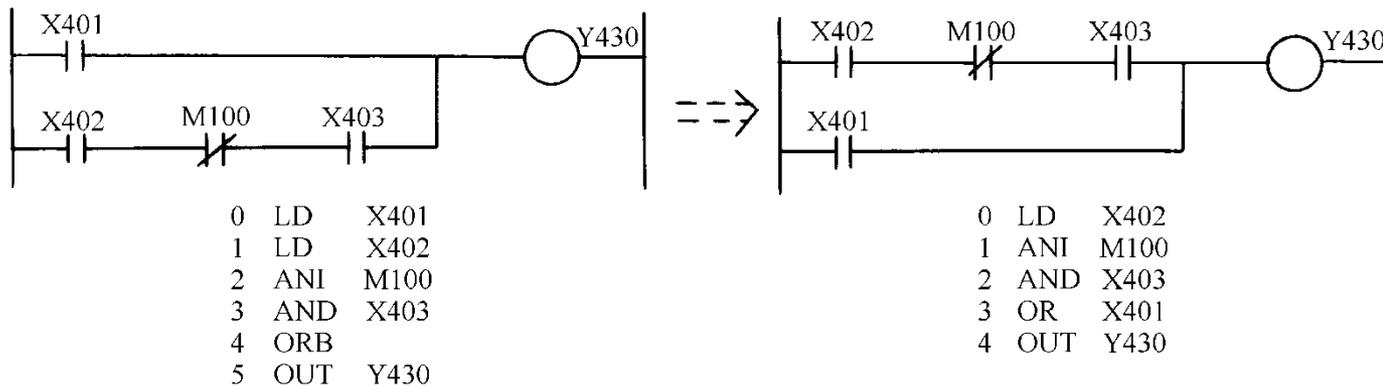
- ① 对梯形图进行语句编程时，应按从左到右，自上而下的原则进行。
- ② 语句表的步号通常从存储器的起始地址开始，连续不断地编制中间不要留空地址。



③ 采用合理的编程顺序和适当的电路变换，尽量减少程序步数，以节省内存空间和缩短扫描周期。



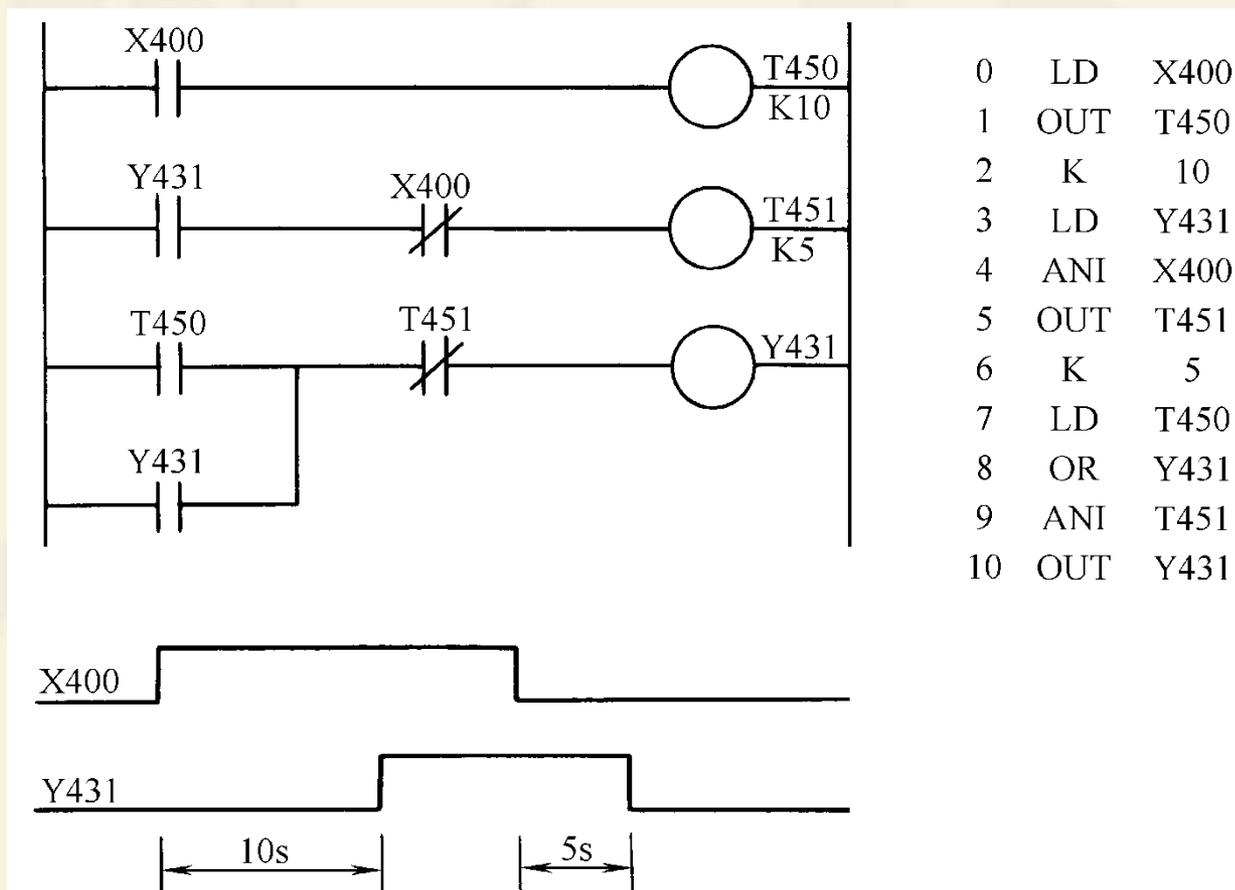
a)



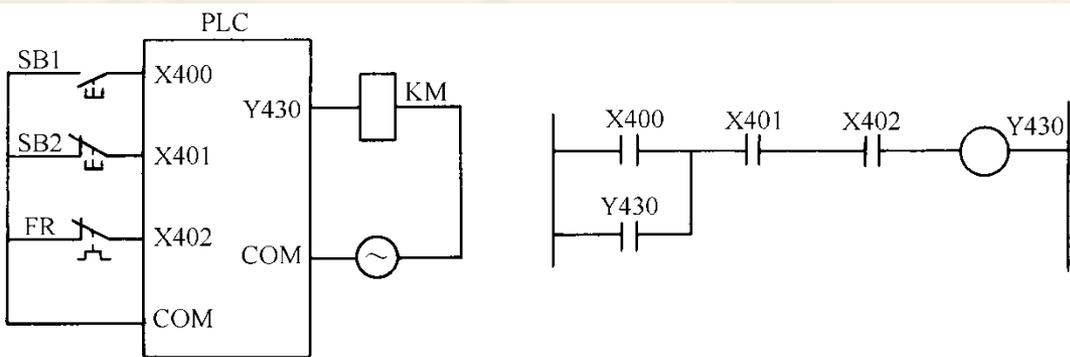
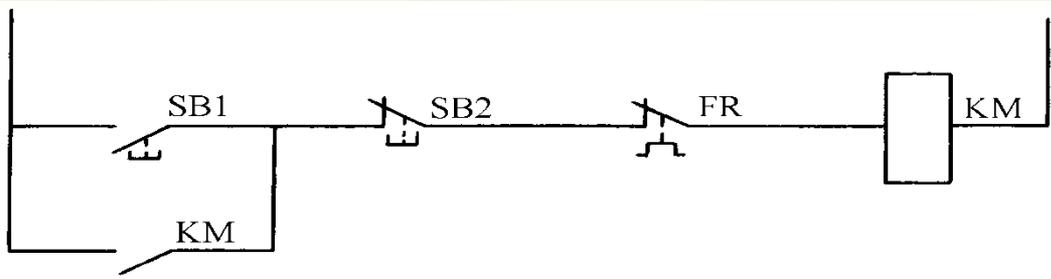
b)

5、编程举例

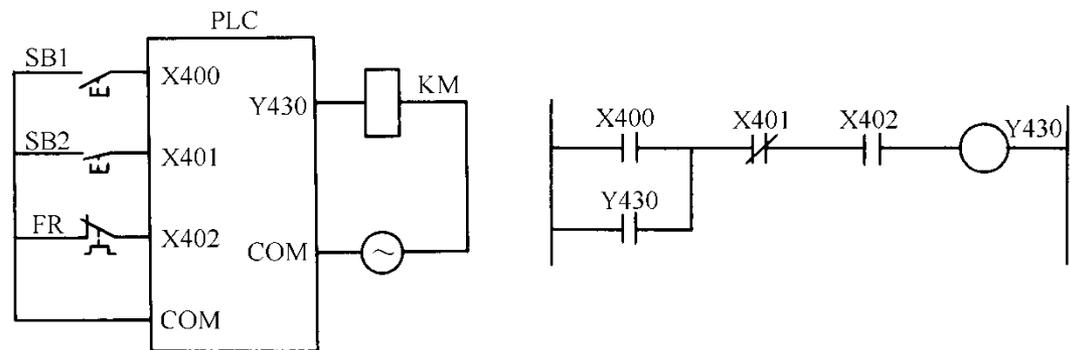
例5-1 延时接通断开电路



❖ 例5-2 电动机的起动/停止控制



a)



b)

第四节 欧姆龙CPMIA型PLC及指令系统简介

一、CPMIA型PLC系统组成及主要技术性能

该系列PLC采用了整体式结构，基本组成有：CPU单元、I/O扩展单元、特殊功能单元和通信单元。

CPMIA型PLC的主要技术性能指标见表4-11

二、CPM1A型PLC内部可使用主要继电器区及数据区

CPM1A型PLC内部可使用继电器区及数据区由以下几部分组成见表4-12：

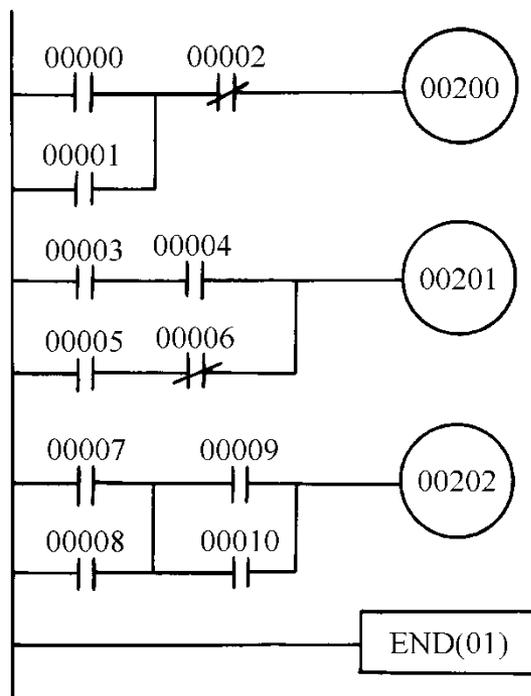
- (1) 内部继电器区 (IR)
- (2) 特殊辅助继电器区 (SR)
- (3) 暂存继电器区 (TR)
- (4) 保持继电器区 (HR)
- (5) 辅助记忆继电器区 (AR)
- (6) 链接继电器区 (LR)
- (7) 定时器/计数器区 (TIM/CNT)
- (8) 数据存储区 (DM)

3、CPMIA型PLC指令系统

CPMIA型PLC指令系统功能很丰富，由14条基本指令和139条复杂指令组成。基本指令如下表。

(1) 常用基本指令

举例

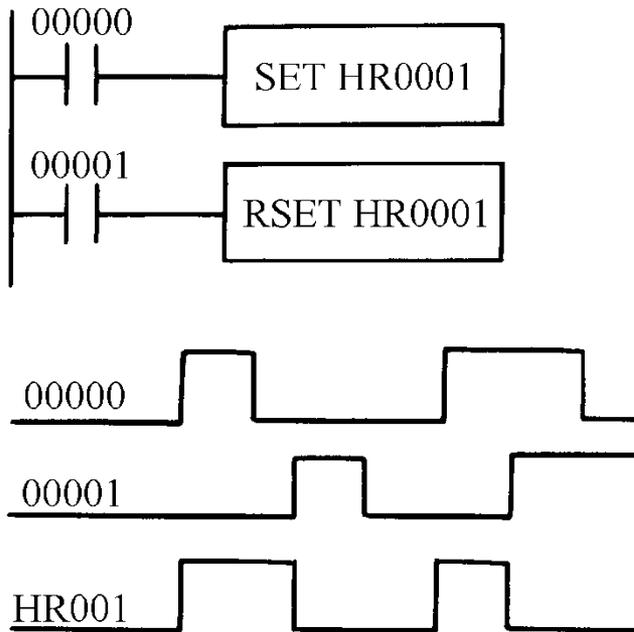


a)

地址	指令	数据
00000	LD	00000
00001	OR	00001
00002	AND NOT	00002
00003	OUT	00200
00004	LD	00003
00005	AND	00004
00006	LD	00005
00007	AND NOT	00006
00008	OR LD	—
00009	OUT	00201
00010	LD	00007
00011	OR	00008
00012	LD	00009
00013	OR	00010
00014	AND LD	—
00015	OUT	00202
00016	END(01)	

b)

- ❖ (2) 置位SET和复位RSET指令
- ❖ 举例



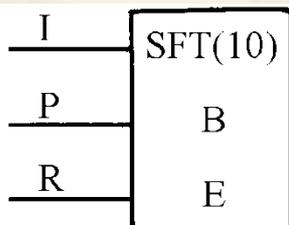
a)

地 址	指 令	操 作 数
00000	LD	00000
00001	SET	HR0001
00002	LD	00001
00003	RSET	HR0001

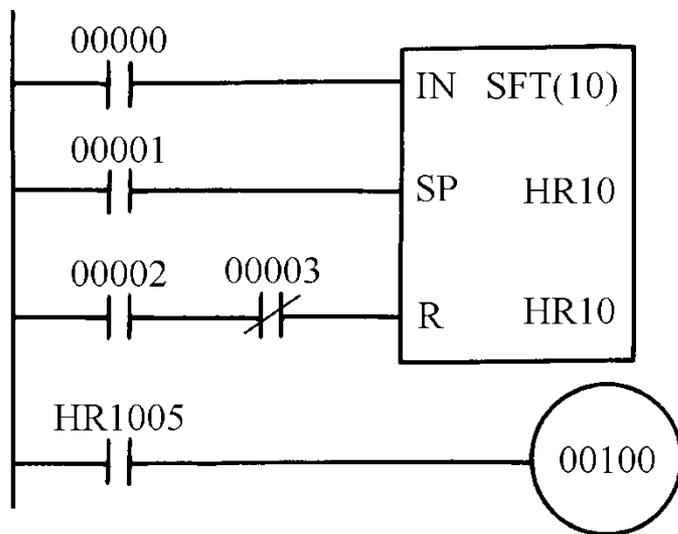
b)

❖ (3) 数据移位指令SFT(10)

❖ 举例



a)



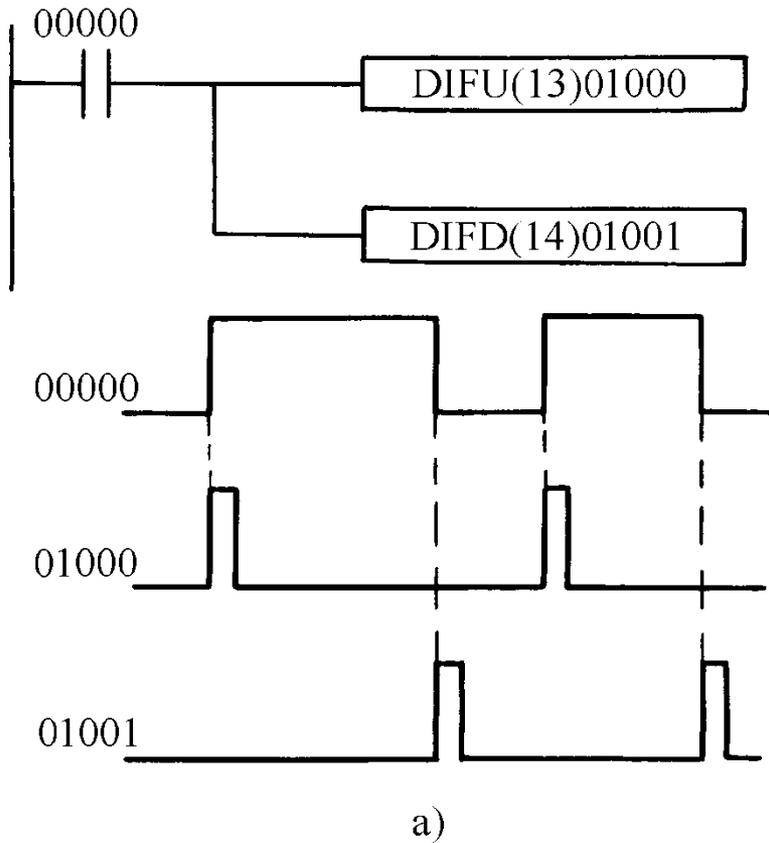
b)

地址	指令	数据
00000	LD	00000
00001	LD	00001
00002	LD	00002
00003	AND NOT	00003
00004	SFT(10)	HR10
		HR10
00005	LD	HR1005

c)

❖ (4) 微分指令DIFU (13)、DIFD (14)

❖ 举例

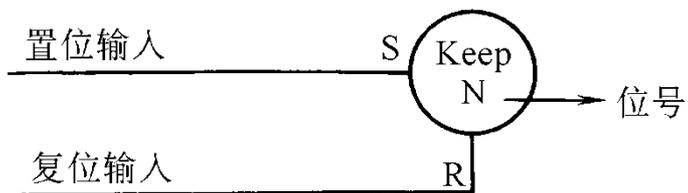


地 址	指 令	数 据
00000	LD	00000
00001	DIFU(13)	01000
00002	DIFD(14)	01001

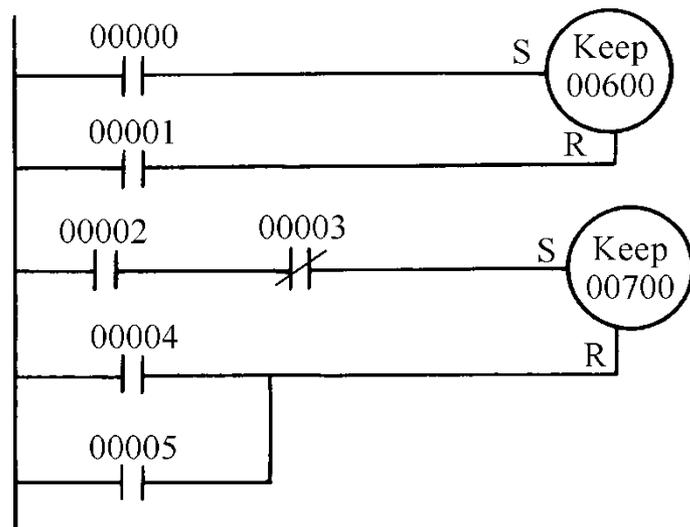
b)

❖ (5) 锁存指令Keep

❖ 举例：



a)



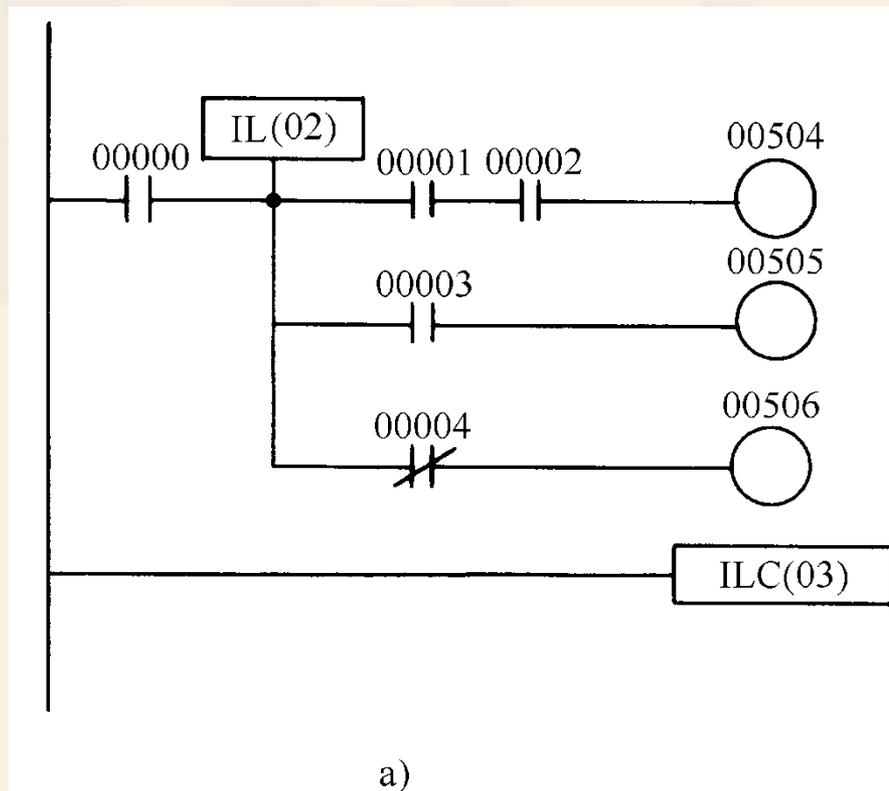
b)

地址	指令	数据
00000	LD	00000
00001	LD	00001
00002	KEEP(11)	00600
00003	LD	00002
00004	AND NOT	00003
00005	LD	00004
00006	OR	00005
00007	KEEP(11)	00700

c)

❖ (6) 分支IL (02) 和分支清除指令ILC (03)

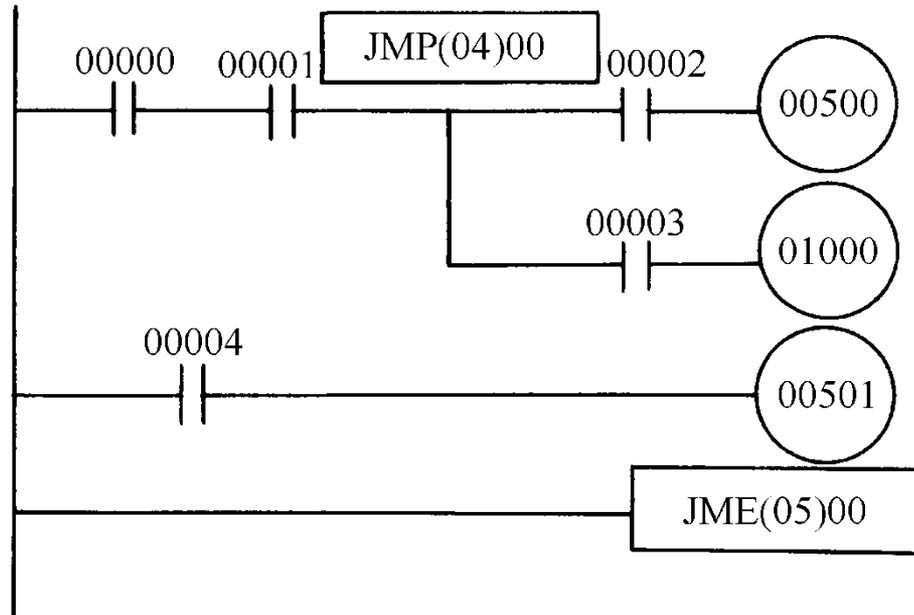
❖ 举例:



地址	指令	数据
00000	LD	00000
00001	IL (02)	—
00002	LD	00001
00003	AND	00002
00004	OUT	00504
00005	LD	00003
00006	OUT	00505
00007	LD NOT	00004
00008	OUT	00506
00009	ILC (03)	—

b)

❖ (7) 跳步JMP (04) 和跳步结束JME (05)

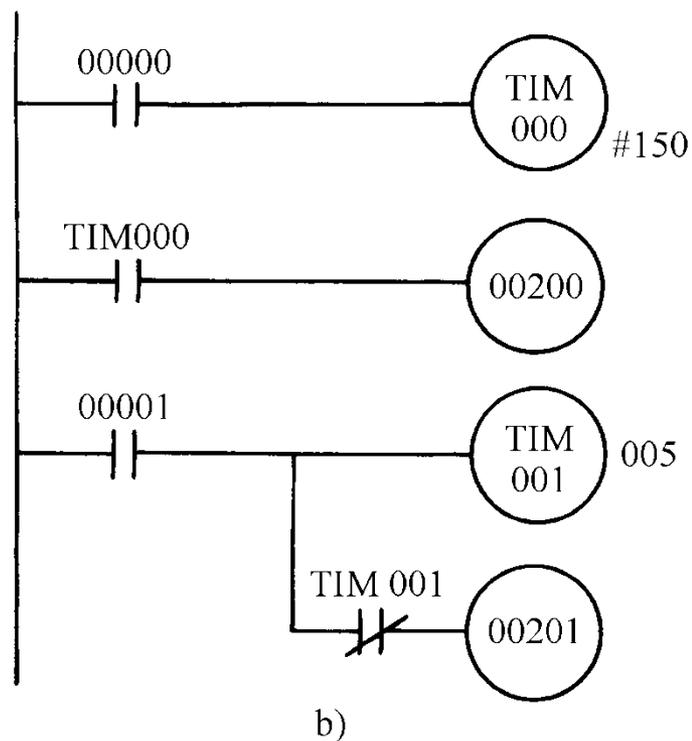
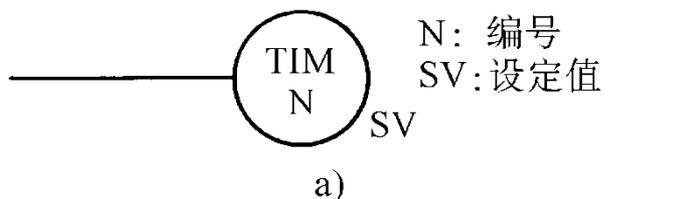


a)

地址	指令	数据
00000	LD	00000
00001	AND	00001
00002	JMP(04)	00
00003	LD	00002
00004	OUT	00500
00005	LD	00003
00006	OUT	01000
00007	LD	00004
00008	OUT	00501
00009	JME (05)	00

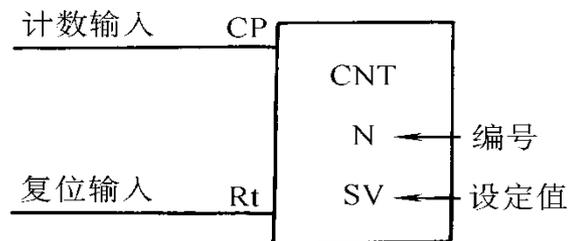
b)

❖ (8) 定时器TIM和计数器CNT指令



地址	指令	数据
00000	LD	00000
00001	TIM	000 #150
00002	LD	TIM000
00003	OUT	00200
00004	LD	00001
00005	TIM	001 005
00007	LD NOT	TIM001
00008	OUT	00201

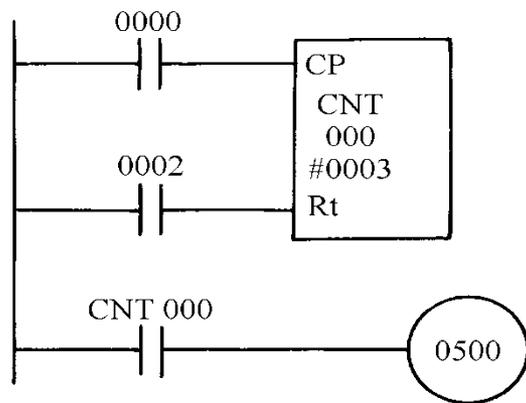
c)



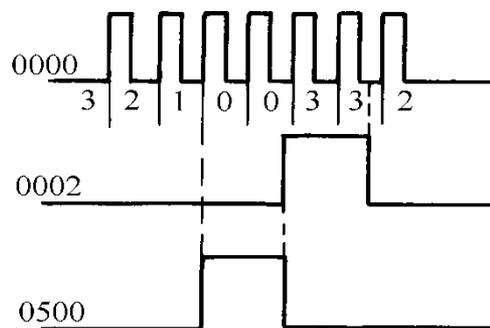
a)

地址	指令	数据
00000	LD	0000
00001	LD	0002
00002	CNT	000
00003		#0003
00004	LD	CNT000
00005	OUT	0500

c)



b)



(9) 空操作指令

第五节 PLC组成的控制系统设计

一、PLC控制系统设计的主要内容和方法

(1) 分析控制系统的要求以确定控制任务

(2) 选用和确定用户I/O设备

(3) PLC机型选择的基本原则

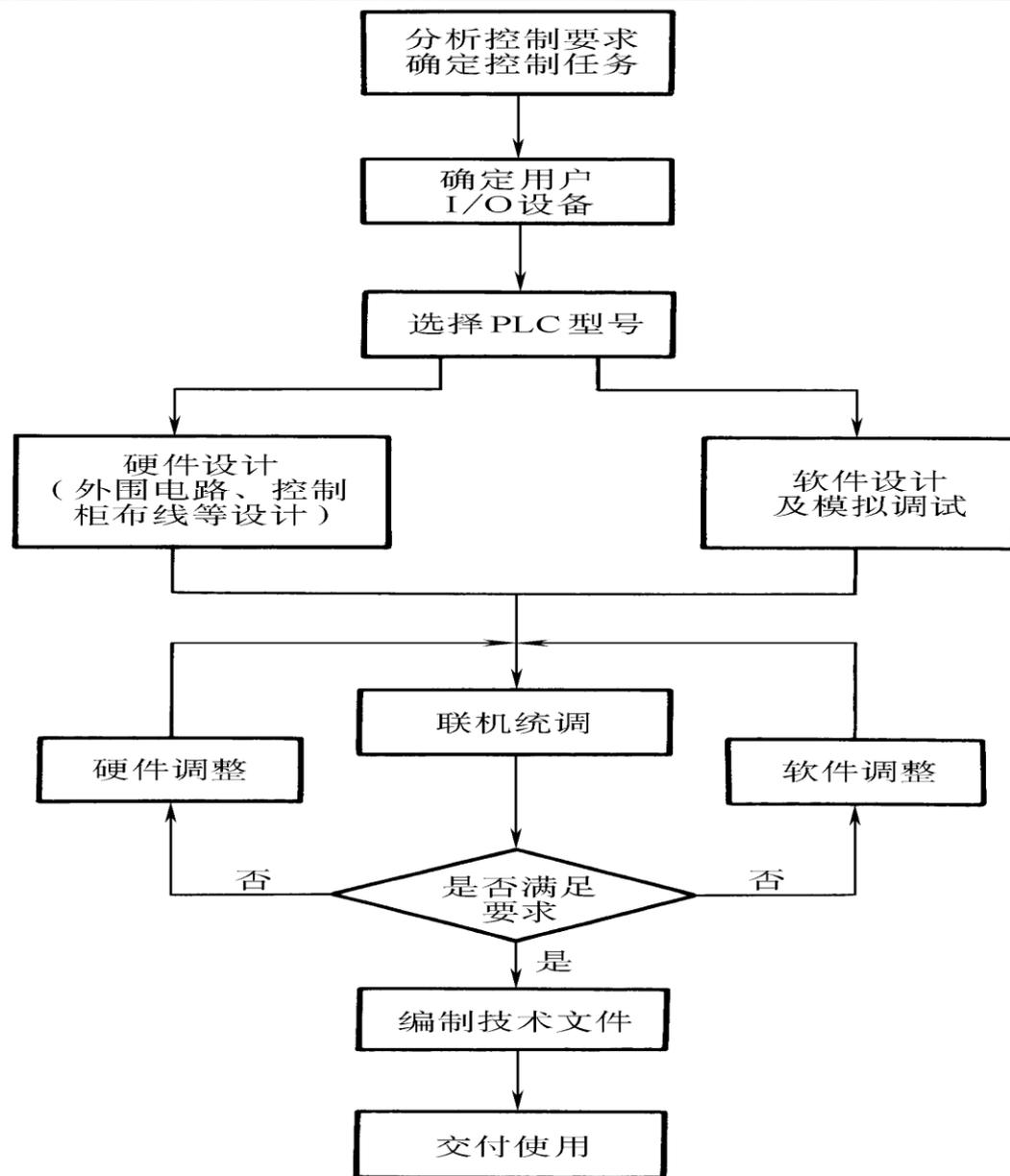
① I/O点数的确定，一般考虑10-15%备用量。

② PLC存储容量确定，尽量满足用户需求。

③ 功能要相当，结构要合理。

④ 输入/输出模块的选择。

⑤ 选用PLC机型要统一。



(4) 系统的硬件和软件设计

(5) 联机调试

二、PLC控制系统在设计及使用上的一些特殊问题

(1) PLC的使用环境。

(2) PLC元件安装注意问题。

(3) PLC的I/O连接。

(4) 电源

(5) 接地

(6) 输入端接线

(7) 输出接线

(8) 安装与布线其他注意事项

三、软件设计

1. PLC程序设计的一般方法和步骤

(1) 经验设计法

经验设计法沿用了继电器控制电路来设计梯形图。它是在基本控制单元和典型控制环节基础上，根据被控对象对控制系统的具体要求，依靠经验直接设计控制系统。通过不断的修改和完善梯形图（有时需要多次反复地调整和修改梯形图），并通过增加中间编程元件，最后才能达到一个较为满意的结果。

经验设计法的步骤

- 1) 在准确了解控制要求后，合理地为控制系统中的事件分配输入、输出口。选择必要的机内器件，如定时器、计数器、辅助继电器等
- 2) 对于一些控制要求较简单的输出，可直接写出它们的工作条件，以启-保-停电路模式完成相关的梯形图支路。工作条件稍复杂的可借助辅助继电器。
- 3) 对于控制较复杂的要求，为了能用启-保-停电路模式绘出各输出口的梯形图，要正确分析控制要求，并确定组成总的控制要求的关键点。

- ❖ 4)将关键点用梯形图表达出来。
- ❖ 5)在完成关键点梯形图的基础上，针对系统最终的输出进行梯形图的绘制。使用关键点综合出最终输出的控制要求。
- ❖ 6)审查以上草绘图纸，在此基础上补充遗漏的功能，更正错误，进行最后的完善。
- ❖ （2）逻辑设计法 逻辑设计法是从控制系统中各种物理量的逻辑关系出发的设计方法。这种方法既有严密可循的规律性和可行的设计步骤，又有简便、直观和十分规范的特点。

- ❖ 逻辑设计法的设计大体可划分为以下步骤：
- ❖ 1)通过工艺过程分析，结合控制要求，绘制控制系统循环图和检测元件分部图，取得电气执行元件功能表。
- ❖ 2)绘制控制系统状态转换表。通常它由输出信号状态表、输入信号状态表、状态转换主令表和中间记忆状态表四部分组成。
- ❖ 3)根据状态转换表，进行控制系统的逻辑设计。包括写中间记忆元件的逻辑表达式和执行元件的表达式。
- ❖ 4)将逻辑函数转化为梯形图或语句表形式。由于语句表的结构和形式与逻辑函数非常相似，很容易直接由逻辑函数转化。而梯形图可以通过语句表过渡一下，或直接由逻辑函数转化。
- ❖ 5)程序的完善和补充。包括手动工作方式的设计、手动与自动工作方式的选择、自动工作循环、保护措施等。

(3) 状态流程图设计法

SFC语言的作用是用功能图来表达一个顺序控制过程，它将一个控制过程分为若干个阶段，这些阶段称为状态，每一状态对应于一个控制任务。状态与状态之间有一定的转移条件，当相邻两个状态之间的转移条件得到满足时，就实现状态转移，即上一状态的控制任务完成而下一状态的控制任务开始实施。

❖ 2. 复杂系统的程序设计

❖ (1) 复杂系统程序设计的思路

- ❖ 复杂系统在进行程序设计时，首先需要确定程序的总体结构，然后再分别设计局部程序。公共程序和手动程序相对较为简单，一般采用经验设计法进行设计；自动程序相对比较复杂，对于顺序控制系统一般采用逻辑设计法或状态流程图设计法。最后是程序的综合与调试，进一步理顺各部分程序之间的相互关系，并进行程序的调试。

(2) 程序的内容和质量

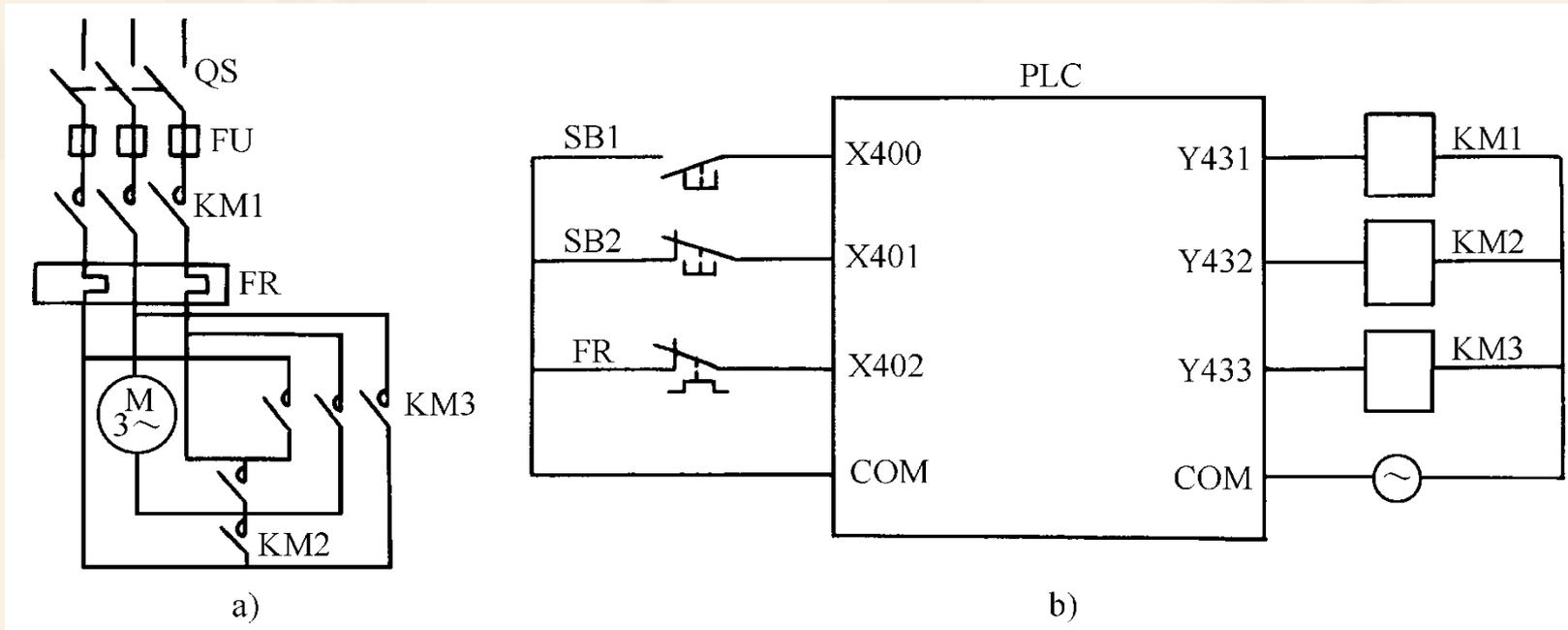
- ❖ 1) PLC程序的内容除控制功能外，通常还应包括以下几个方面的内容
- ❖ ①初始化程序
- ❖ ②检测、故障诊断、显示程序
- ❖ ③保护、联锁程序

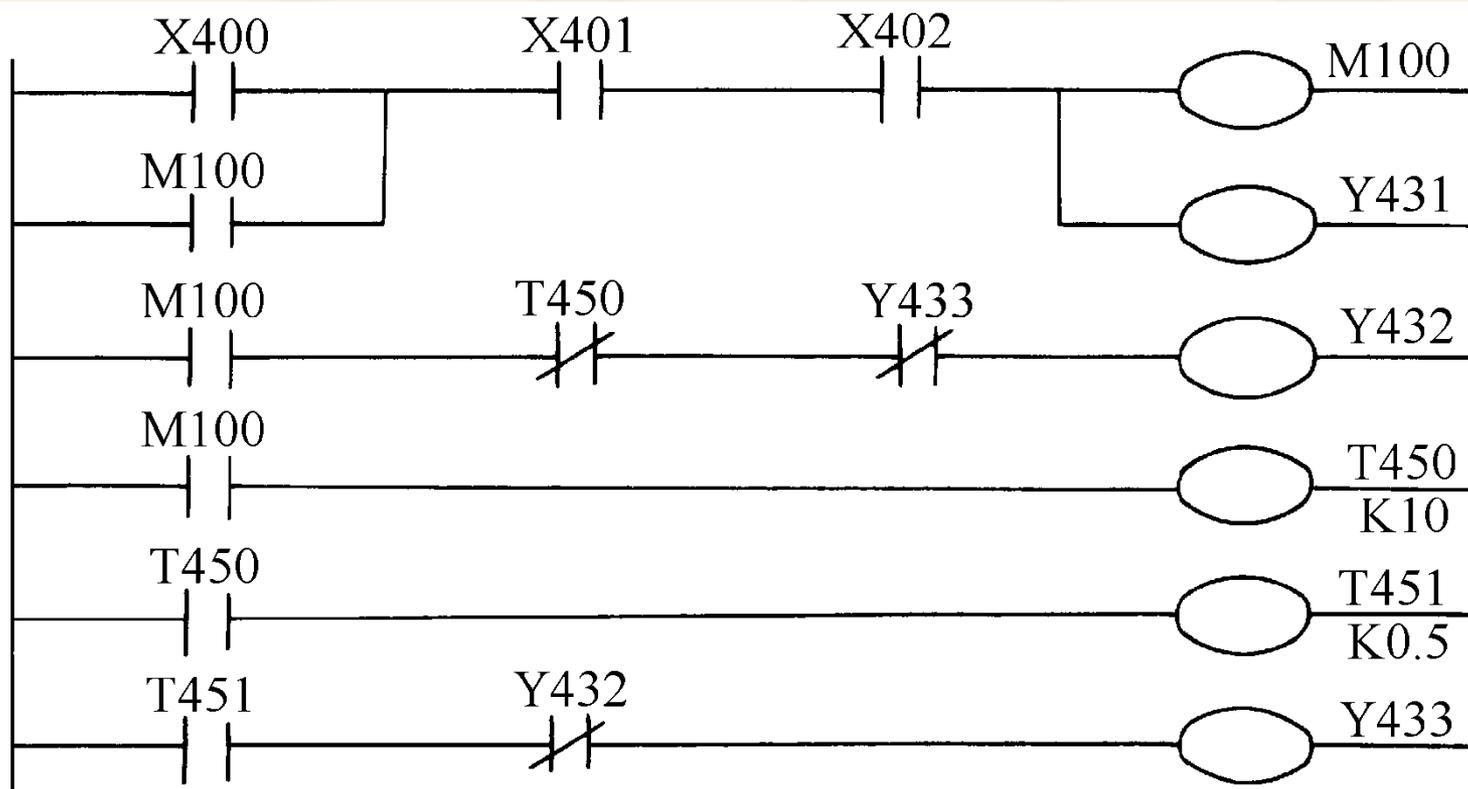
- ❖ 2)PLC程序的质量可以由以下几个方面来衡量:
- ❖ ①程序的正确性
- ❖ ②程序的可靠性
- ❖ ③参数的易调整性
- ❖ ④程序的简洁性
- ❖ ⑤程序的可读性
- ❖ 3.程序的调试
- ❖ (1)模拟调试
- ❖ (2)现场调试

第六节 PLC应用举例

1、基本指令的编程练习

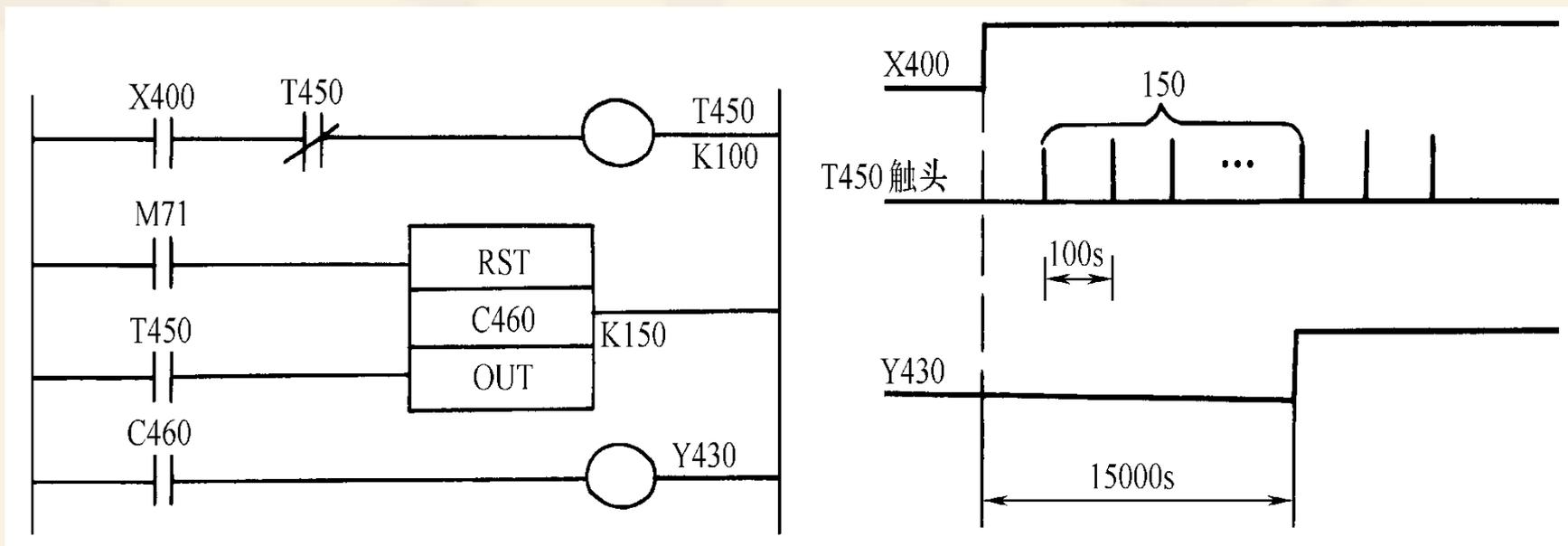
例1：Y- Δ 降压启动（定时指令的应用）



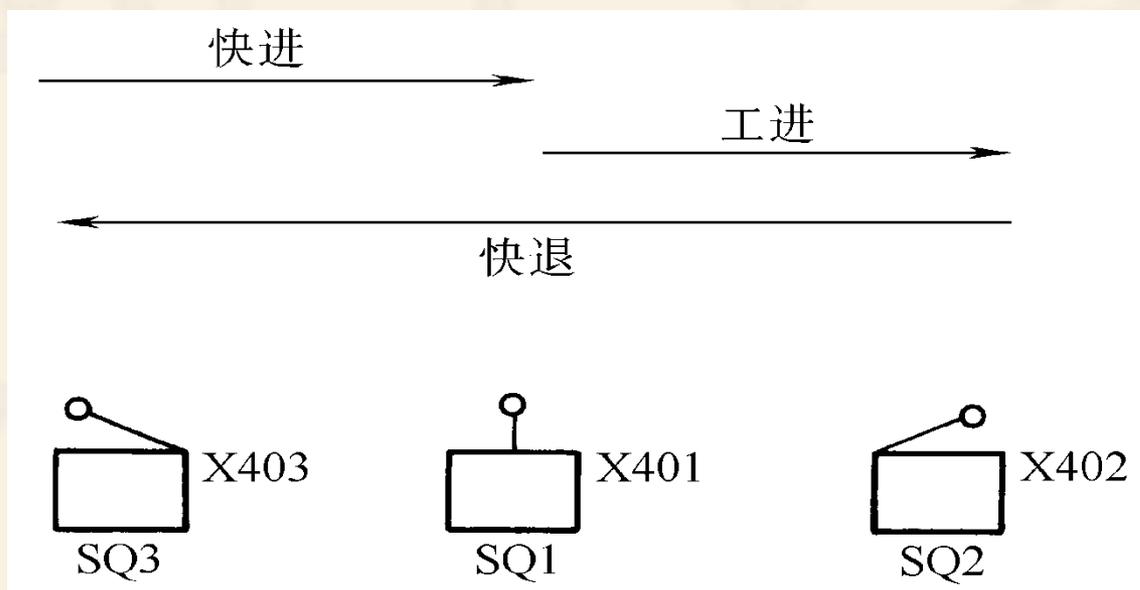


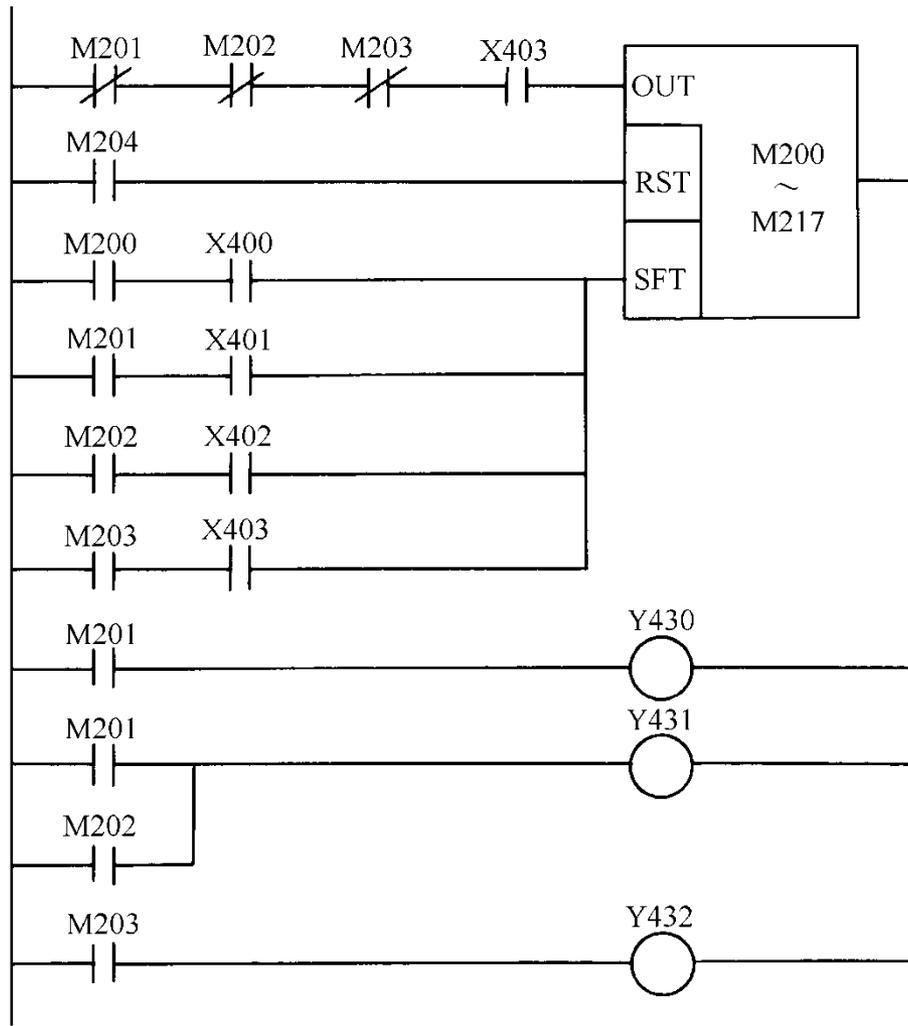
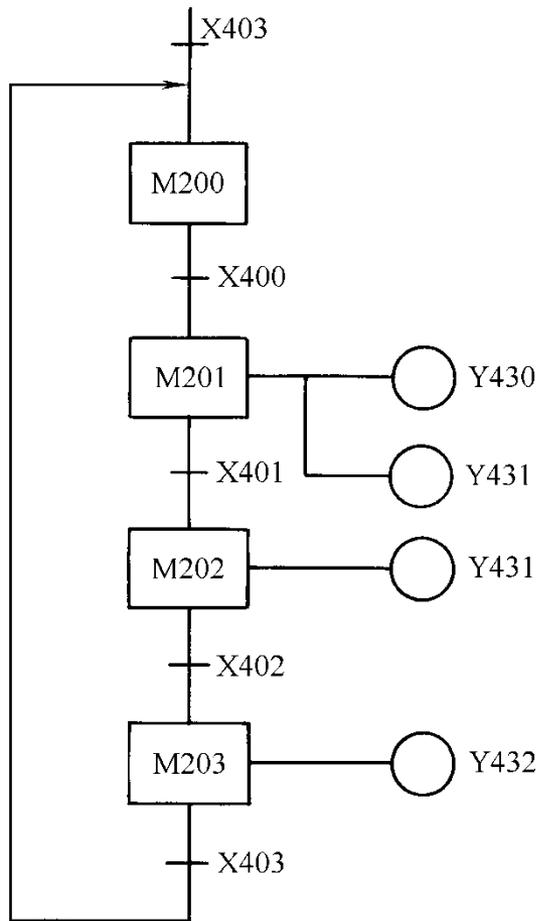
例2：（定时、计数指令的应用）长延时电路

在实际的系统中，如果所要求的定时时间超过了定时器的最大定时范围是该怎么办呢？这里往往采取两种办法，一种是采用将几个定时器串联的办法，再有就是用定时器和计数器配合的办法来扩充定时范围。



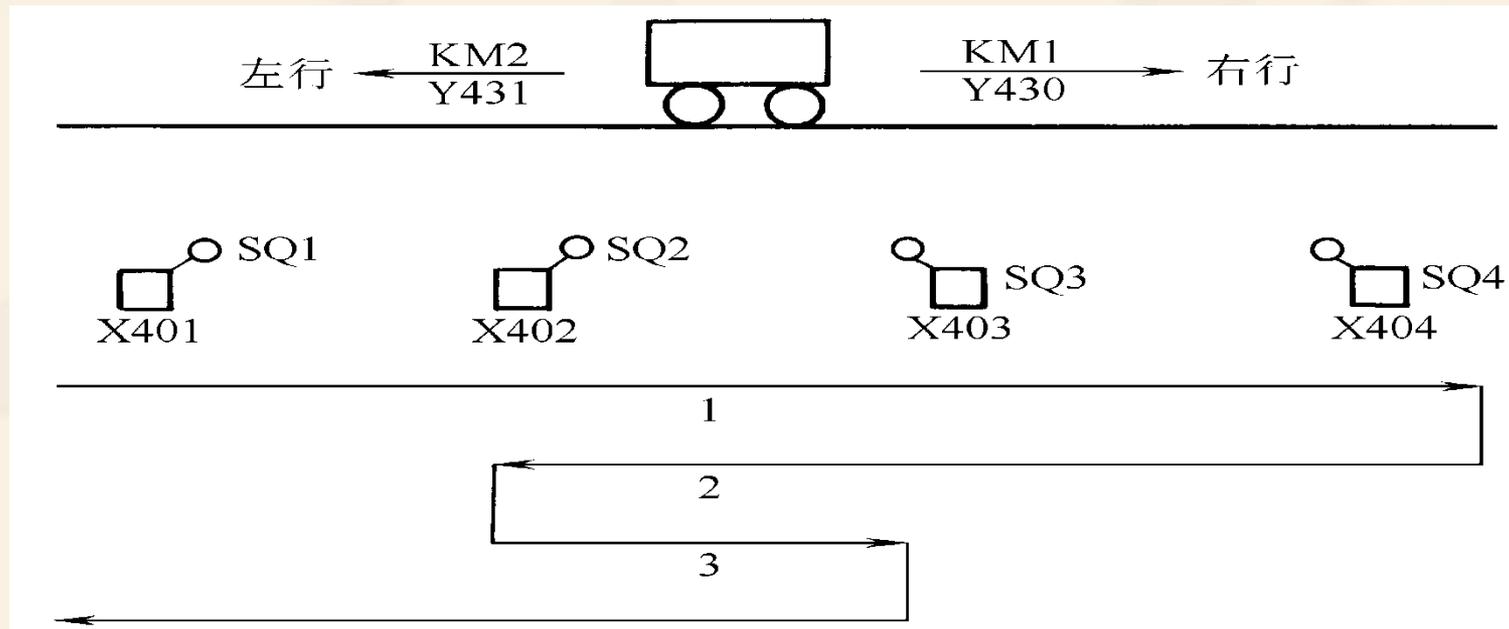
- ❖ 例3：组合机床动力头的控制（移位指令的应用）
- ❖ 如图是某组合机床动力头进给运动示意图，X401~X403为各限位开关信号，输出Y430~Y432控制三个电磁阀，以实现动力头的运动控制。

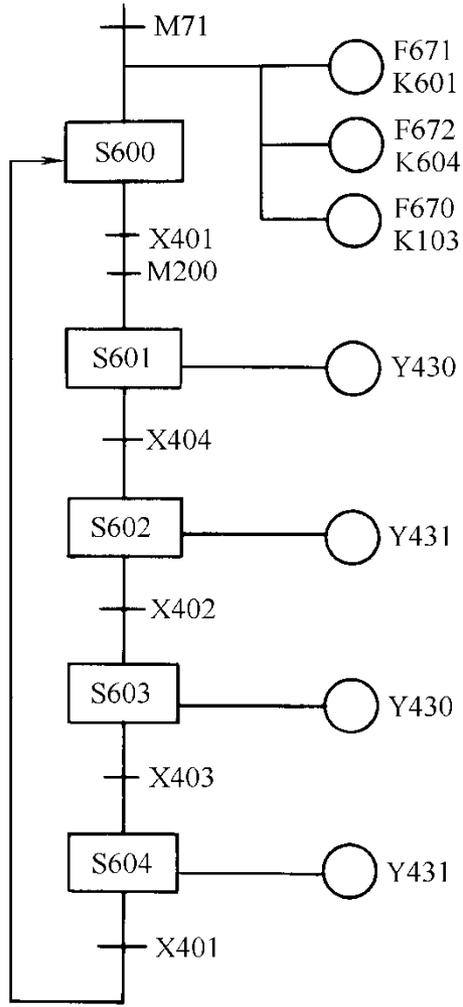




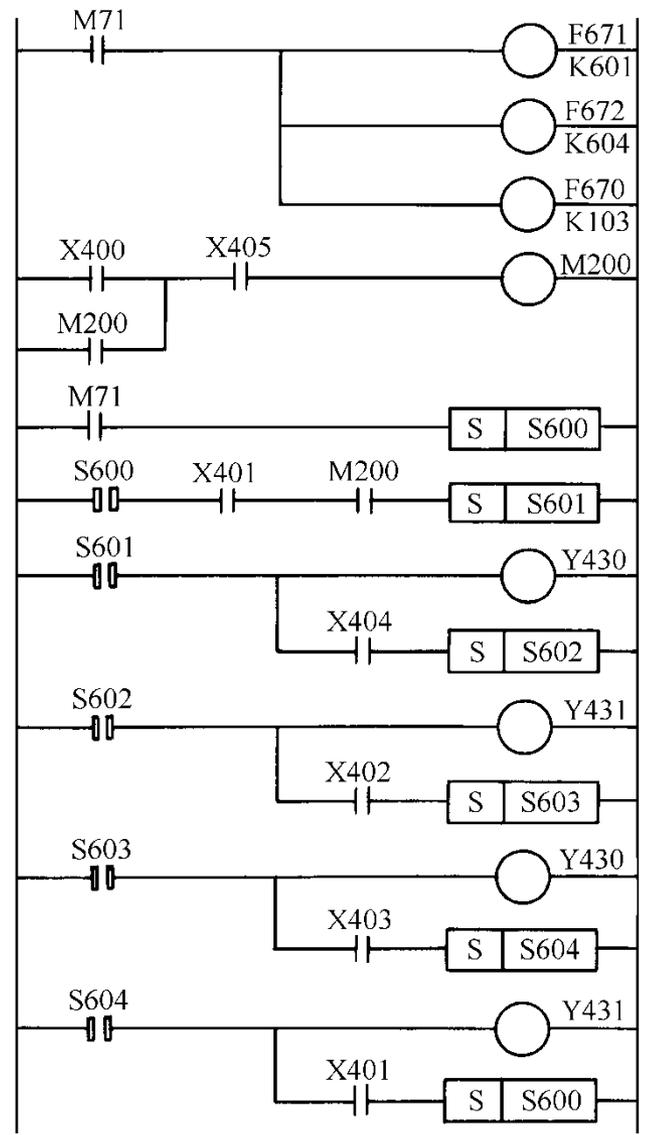
例4：某生产流水线上小车的控制（步进指令的应用）

如图所示为某生产流水线的一辆自动控制小车运动示意图。小车在一个周期内的运动由4段组成。设小车最初在左端，（X401闭合），当按下起动按钮（X400闭合），则小车自动循环的工作，若按下停止按钮（X405接通，其常闭触点断开），则小车完成本次循环后停止在初始位置。





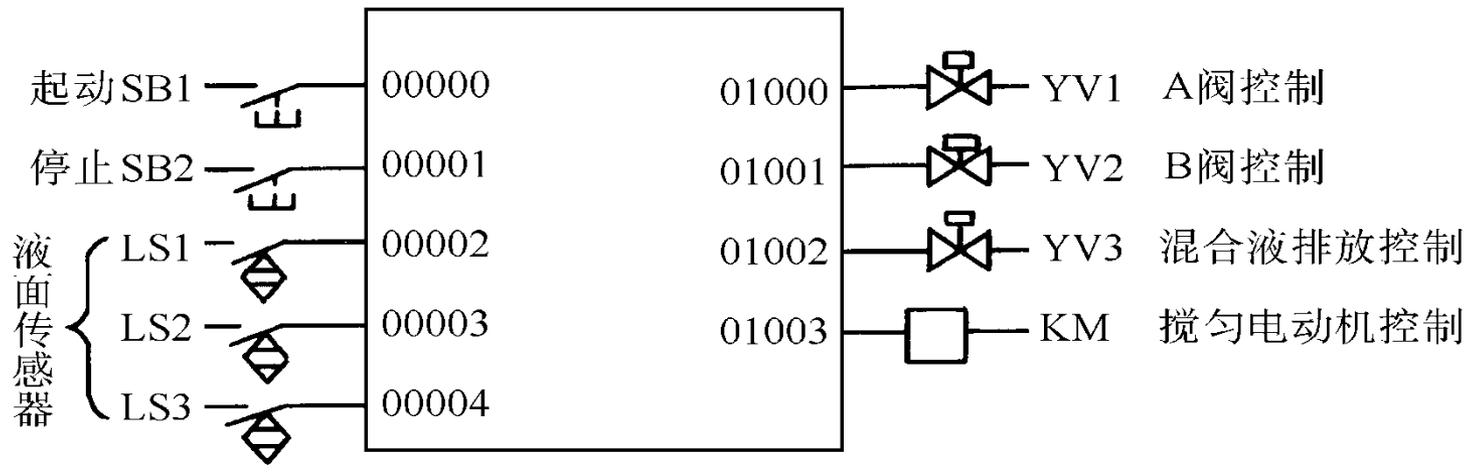
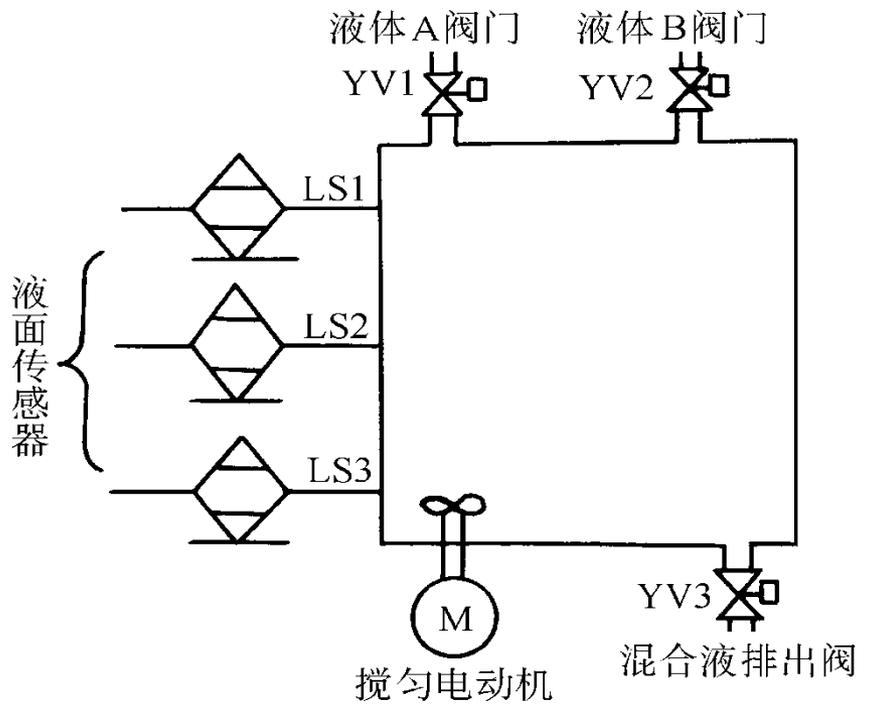
a)

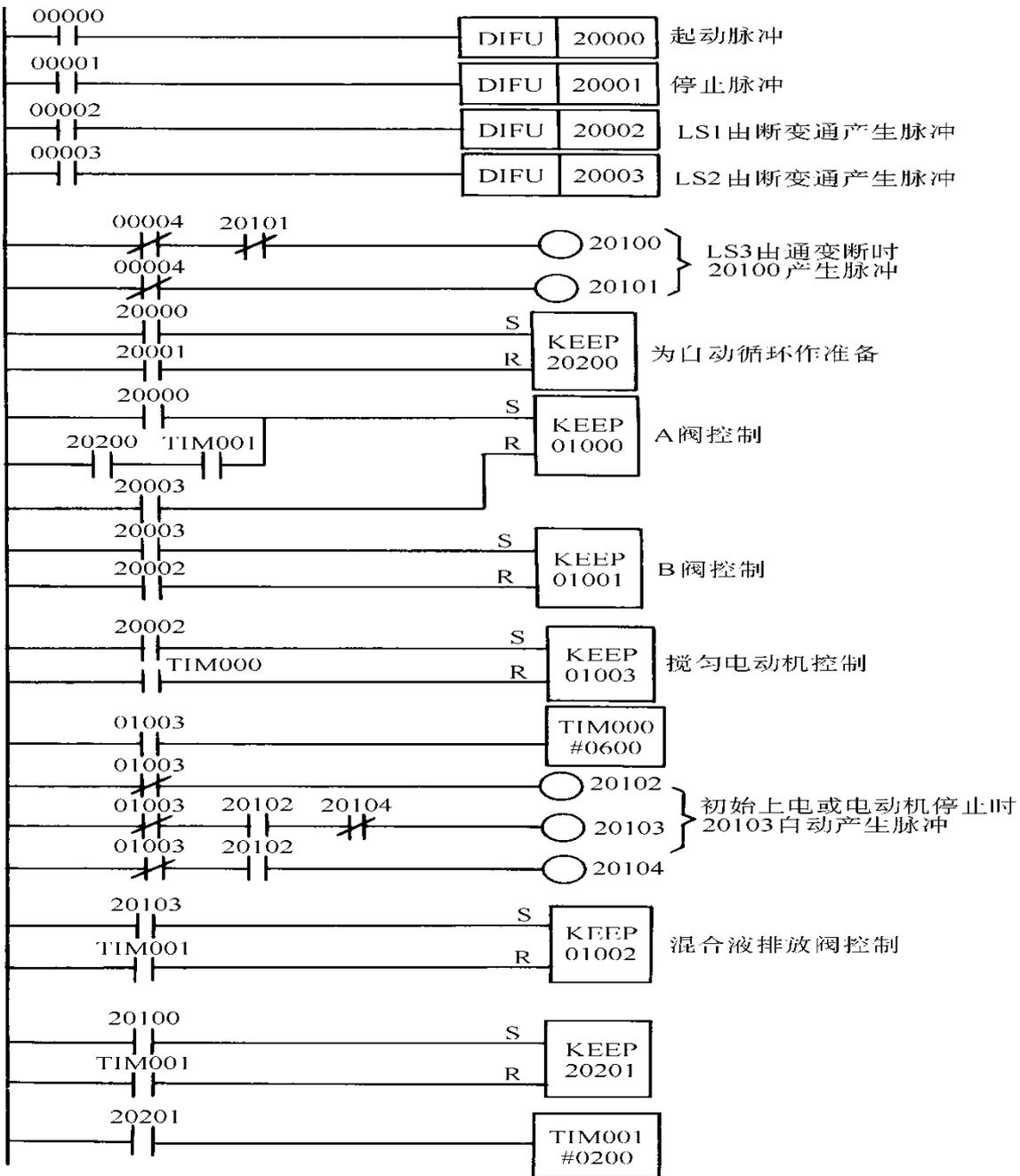


b)

2、PLC在液体搅拌器上的应用

一个两种液体的混合搅拌装置如图所示，图中H、I、L为液面传感器，当液面达到传感器的位置后，传感器送出ON信号，低于传感器位置时，传感器为OFF状态。Y1、Y2、Y3为三个电磁阀，分别送入液体A与液体B，放出搅拌号的混合液。M为搅拌电动机。

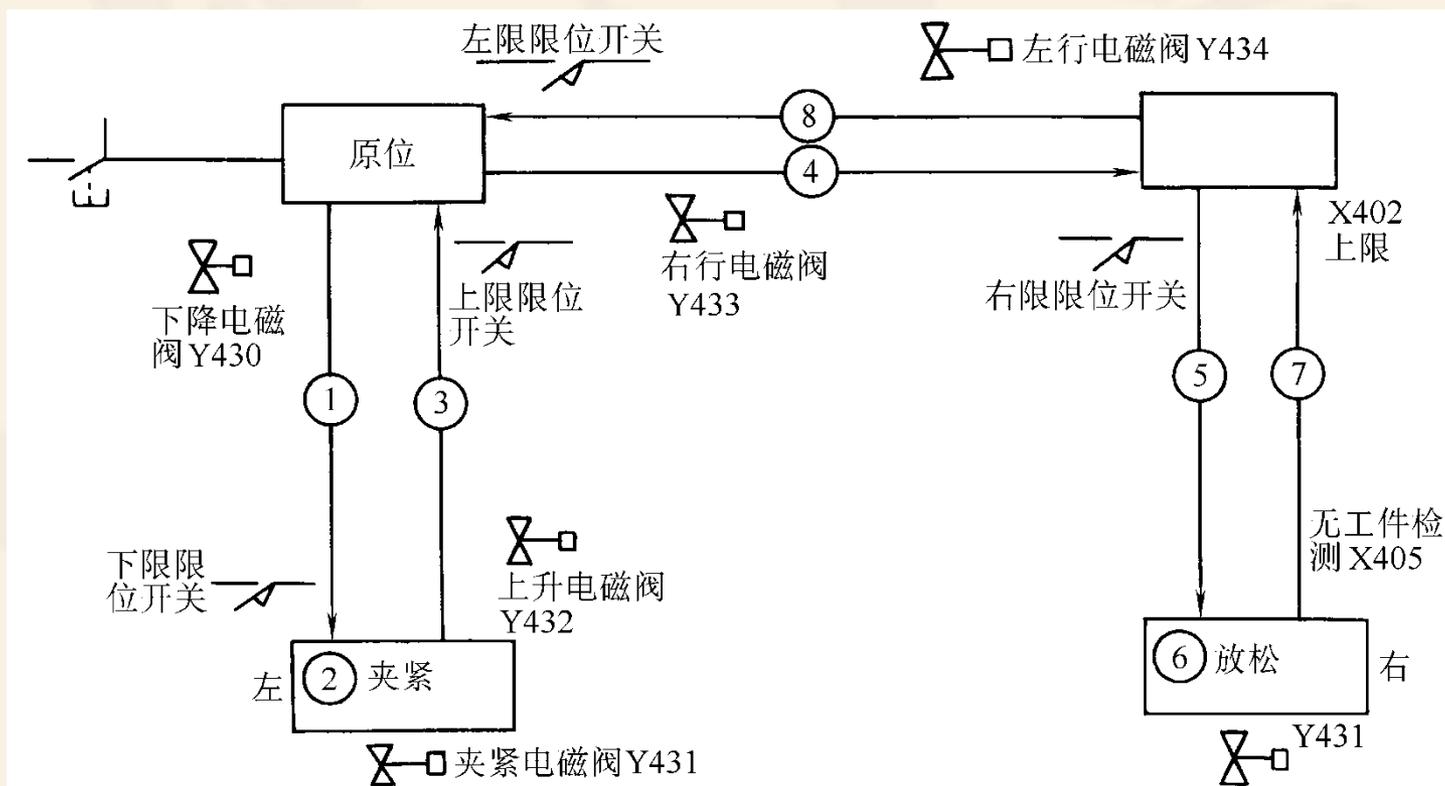


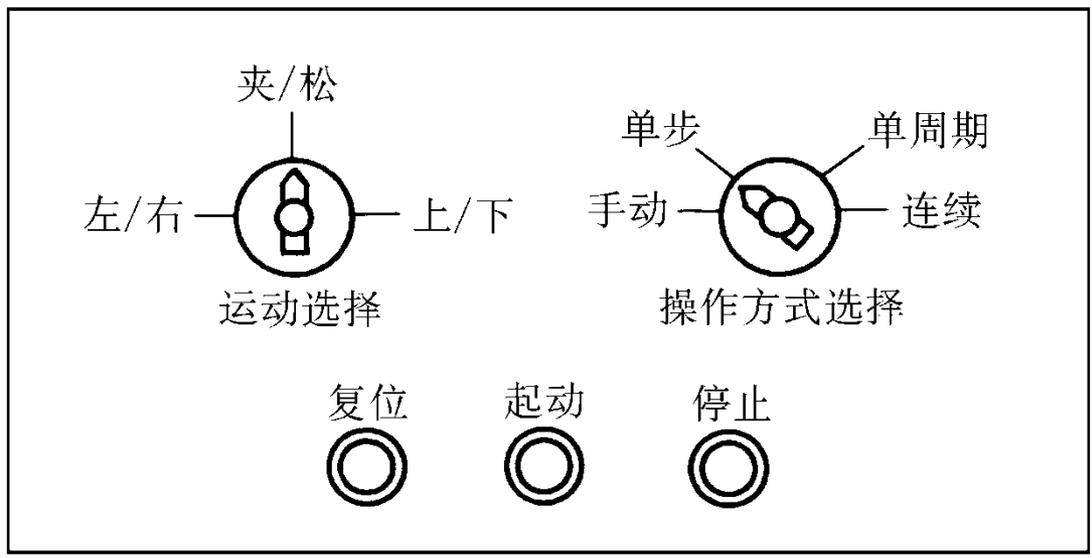
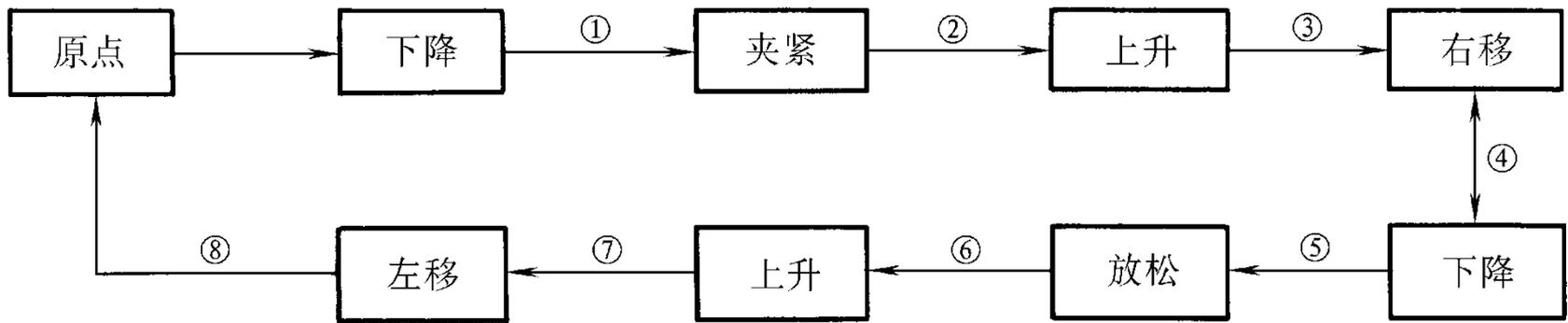


3、机械手控制的程序设计

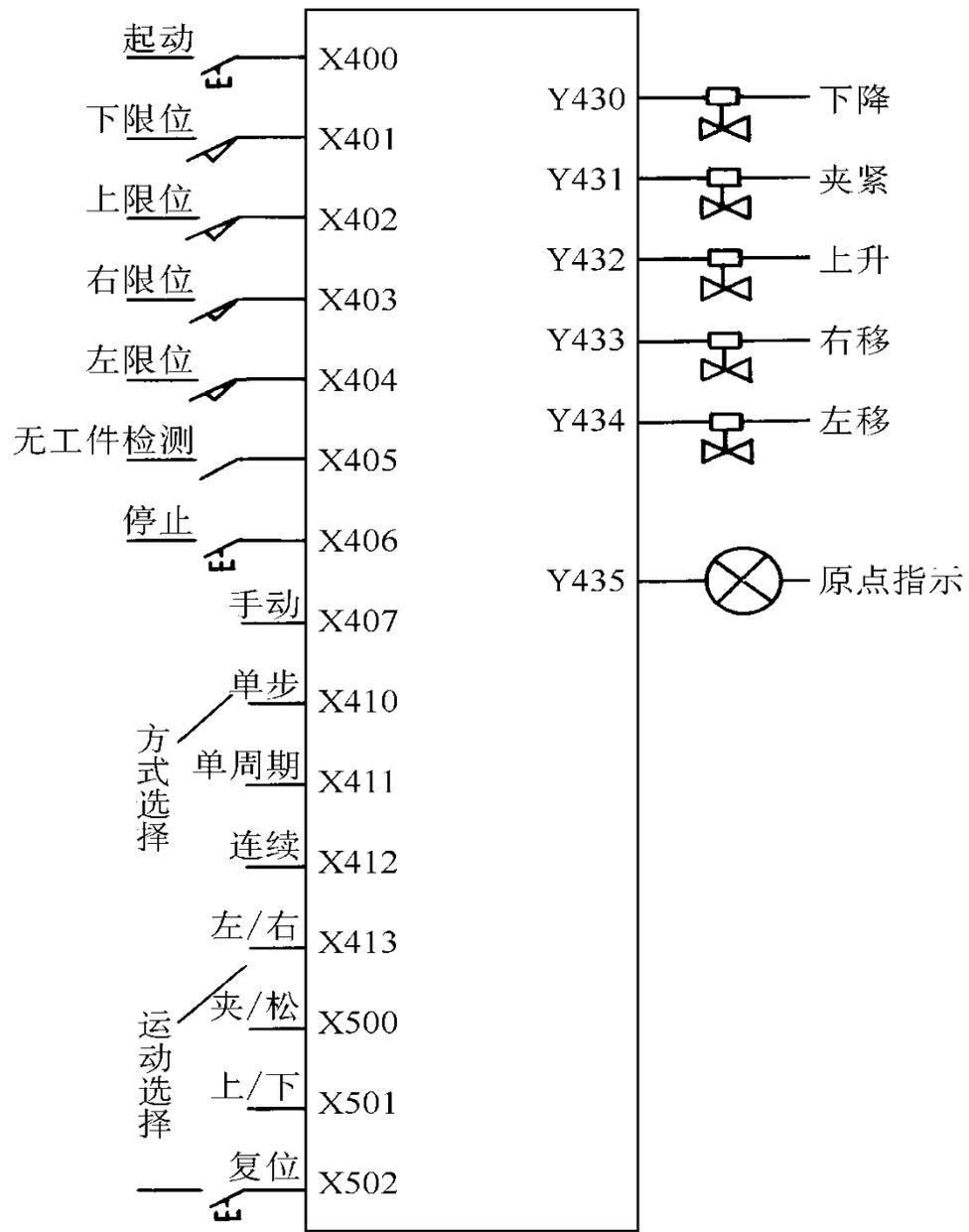
如图所示，为某传送工件的机械手动作示意图，用于生产线上将工件从左边搬运到右边

(1) 根据机械结构和工艺过程分析控制要求

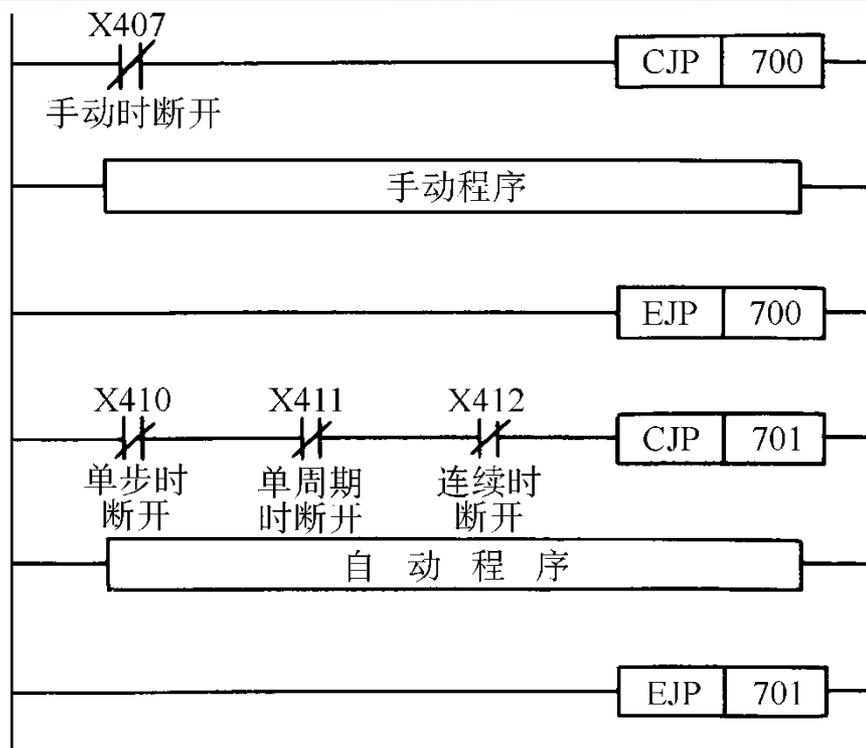




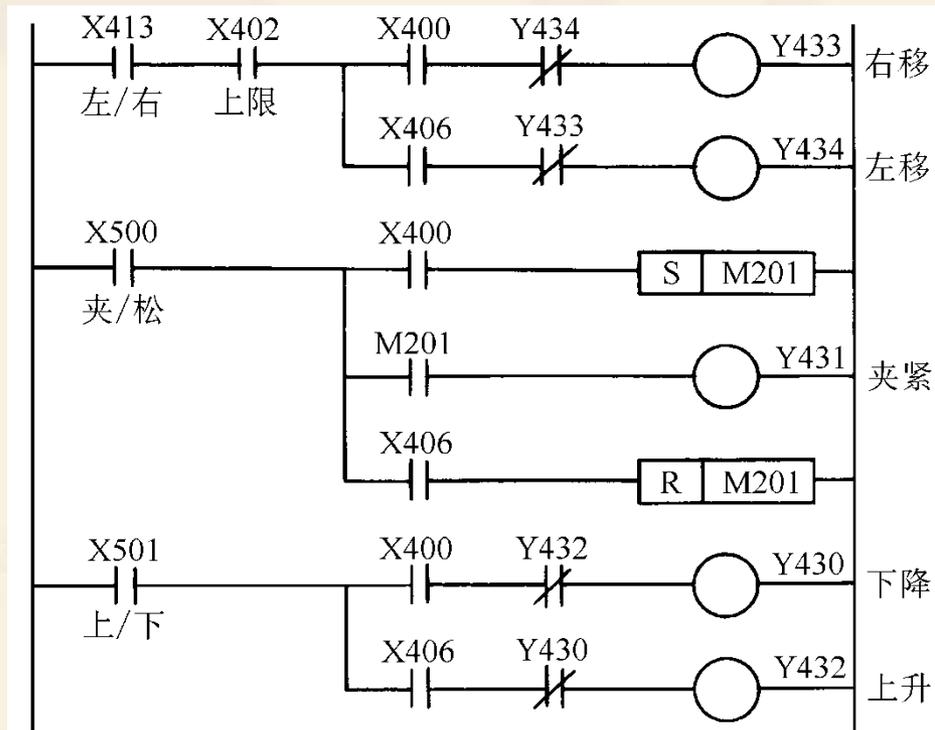
(3) PLC I/O点的分配与编号



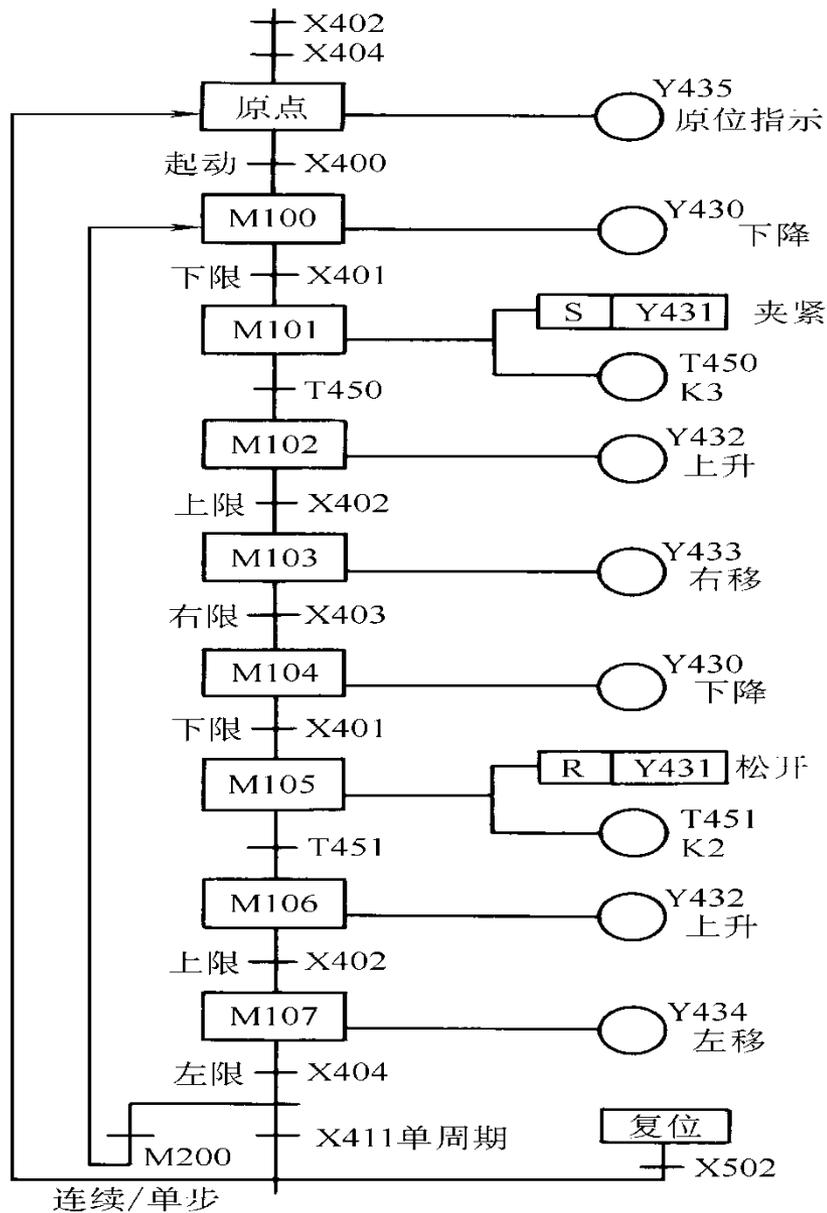
❖ (4) 控制程序设计

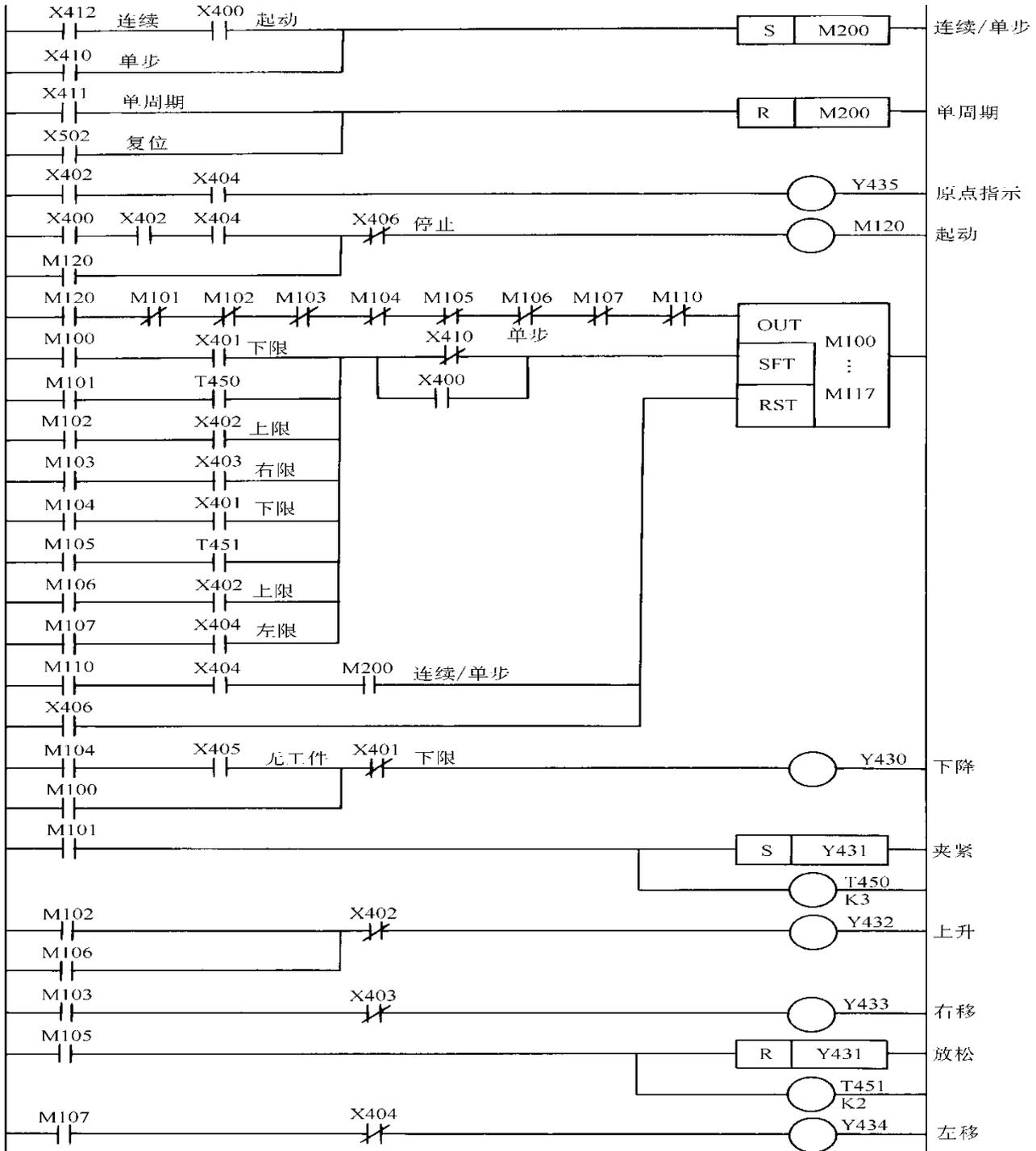


总程序结构



手动操作





第七节 触摸屏与工控组态软件简介 (略)

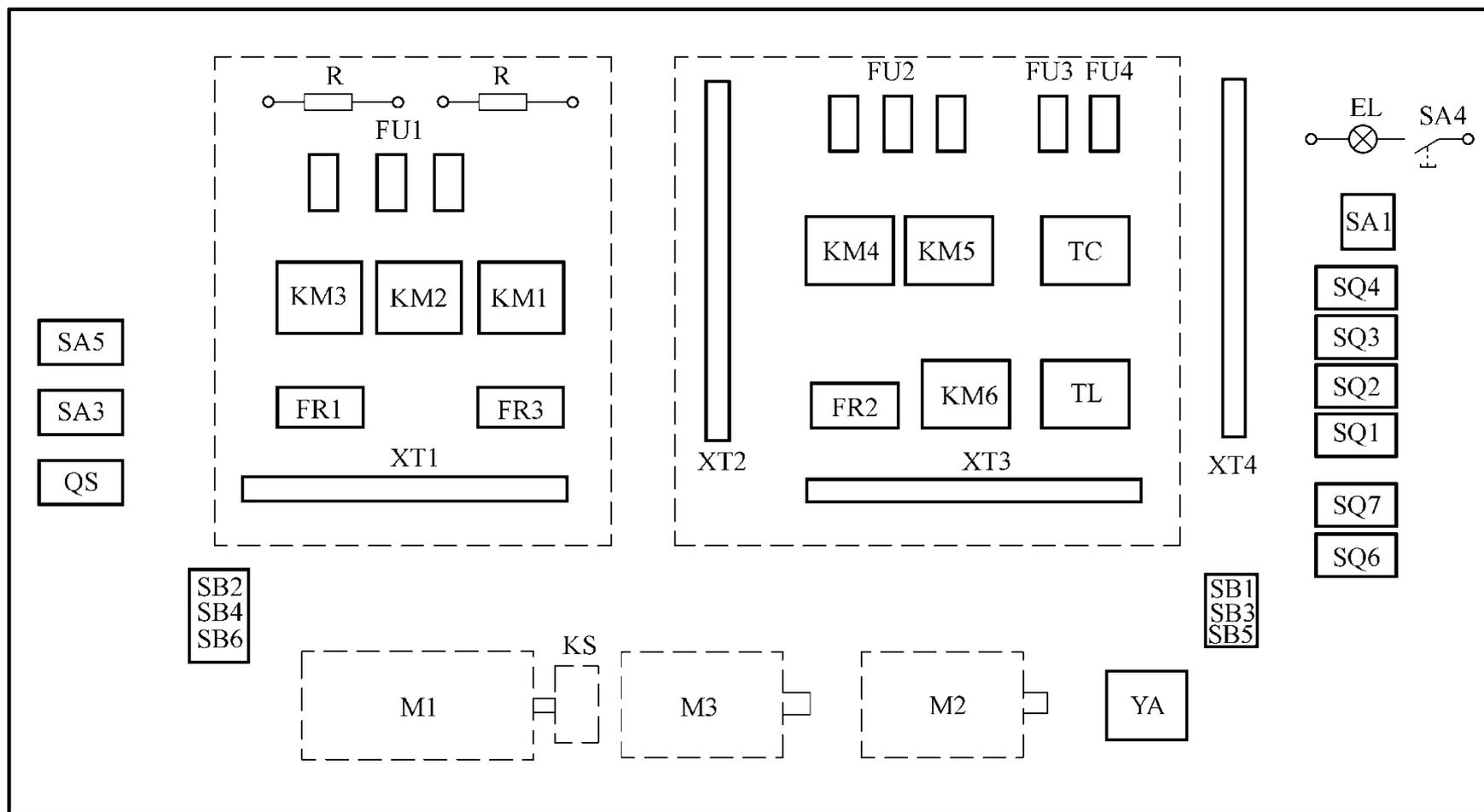
- ❖ 技能训练一：编程软件**CX—P**使用
- 技能训练二：**PLC**控制电动机星-三角降压启动电路的设计、安装和调试
- ❖ 本部分在实训室现场学习、训练

技能训练三：用PLC对X62W万能铣床电气控制线路进行改造

- ❖ 一、PLC用于继电器-接触器控制系统改造中对若干技术问题的处理
- ❖ 1.输入回路处理
- ❖ （1）停车按钮用常闭输入，PLC内部用常开，以缩短响应时间。
- ❖ （2）将热继电器的触点与相应的停车按钮串联后一同作为停车信号，以减少输入点。系统中的电机负载较多时，输入点节约潜力很大。

- ❖ 2.输出电路处理
- ❖ (1) 负载容量不能超过允许承受能力，否则一会损坏输出器件，二会降低寿命。
- ❖ (2) 输出回路加装熔断器。
- ❖ (3) 输出回路中重要互锁关系，除软件互锁外，硬件必须同时互锁。
- ❖ 3.程序设计中要充分考虑PLC与继电器-接触器运行方式上的差异，要以满足原系统的控制功能和目标为原则，绝不可将原继电控制线路生搬硬套。
- ❖ 4.要根据系统需要，充分发挥PLC的软件优势，赋予设备新的功能。
- ❖ 5.延时断开时间继电器的处理。实际控制中，延时有通电延时，也有断电延时。但PLC的定时器为通电延时，要实现断电延时，还必须对定时器进行必要的处理。
- ❖ 6.现场调试前模拟调试运行。
- ❖ 7.改造后试运转期间的跟踪监测、程序的优化和资料整理。

❖ 二、X62W铣床模板电器元件模拟布置图



- ❖ **三、X62W万能铣床电气控制系统的PLC控制改造**
- ❖ 1、改造步骤及要求
- ❖ 1) 反复熟悉掌握X62W万能铣床的运动形式特点、电拖形式和控制要求以及X62W继电—接触控制电气线路原理图。
- ❖ 2) 完成I/O端口分配及I/O电路设计；绘制PLC控制该铣床的电气原理图。
- ❖ 3) 根据PLC控制该铣床的电气原理图，完成PLC与铣床模板的连接配线。
- ❖ 4) 设计梯形图，编程控制程序。
- ❖ 5) 在个人计算机上编程、调试、修改、脱机运行存储并传送程序。
- ❖ 6) 带载调试和演示运行。

❖ 2. 注意事项

- ❖ 1) 为操作方便实用，原继电器—接触控制电气原理图中控制主轴电机正反转的开关**SA5**和工作灯开关**SA4**可不必接入**PLC**。
- ❖ 2) 注意防止遗漏速度继电器两个常开触点的**PLC**控制。
- ❖ 3) 由于**PLC**内部接点切换几乎没有时间延迟，为提高可靠性，防止电源发生相间短路，编程设计应考虑主轴电动机（**M1**）和进给电动机（**M2**）的正、反转切换延时问题；并且互锁环节中仍需带有接触器常闭触点的互锁。
- ❖ 4) **PLC**输出端口电源宜用原变压器隔离降压后的**127V**或**110V**交流电源。
- ❖ 5) 完成**PLC**与铣床模版的连接配线后，要反复检查线号、各端口接线的正确性后，才能带载调试、演示运行。

❖ 四、软件设计及硬件实现

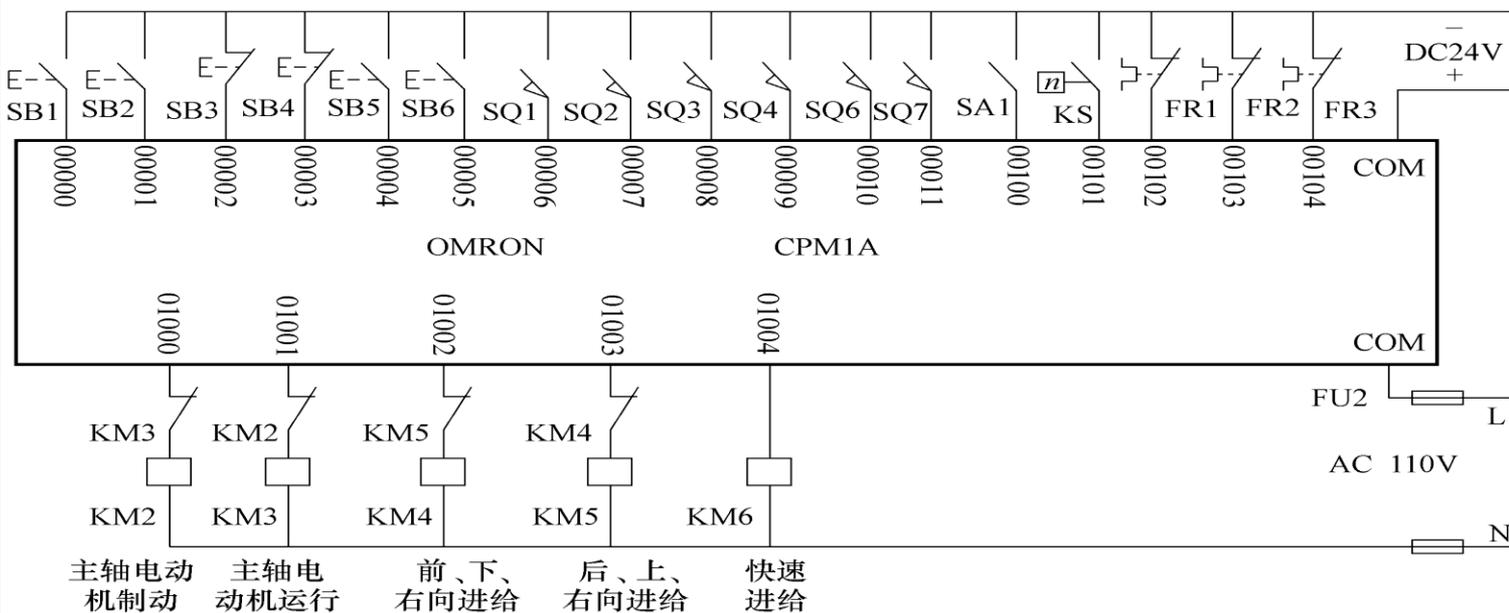
❖ (1) X62W卧式万能铣床电机控制要求及I/O地址分配

❖ 1) 各电机控制要求

❖ 2) X62W PLC电气控制I/O接线图

❖ (2) 程序设计

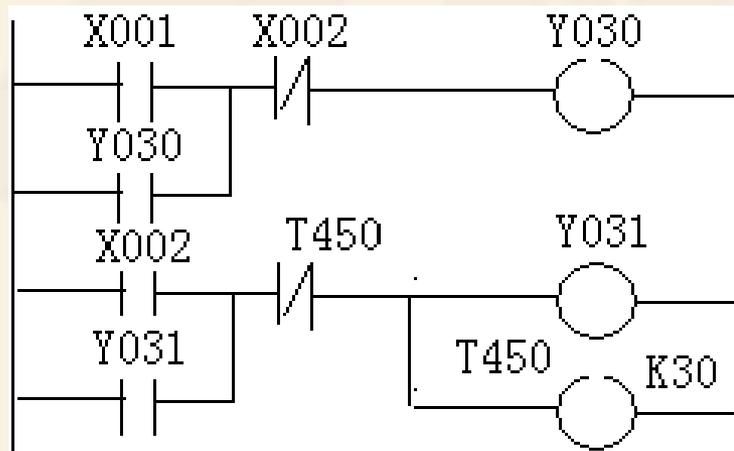
❖ (3) 安装与调试



思考与练习题

- ❖ 4-1答案见P130
- ❖ 4-2答案见P132
- ❖ 4-3答案见P136
- ❖ 4-4答：能流是一假想的电流，不是实际的物理电流。
- ❖ 4-5略答：继电器输出，带负载能力强，可以接交直流电源；晶体管输出，仅适用于直流负载，使用寿命长，响应快；晶闸管输出仅适用于交流负载，无触点，寿命长。
- ❖ 4-6答案参见P170第五节相关内容
- ❖ 4-7 答案略。
- ❖ 4-8 答案略。

- ❖ 4-9 提示：X001为启动输入,X002 为停止输入，Y030为接触器KM1,Y032为接触器KM2
- ❖ 参考梯形图

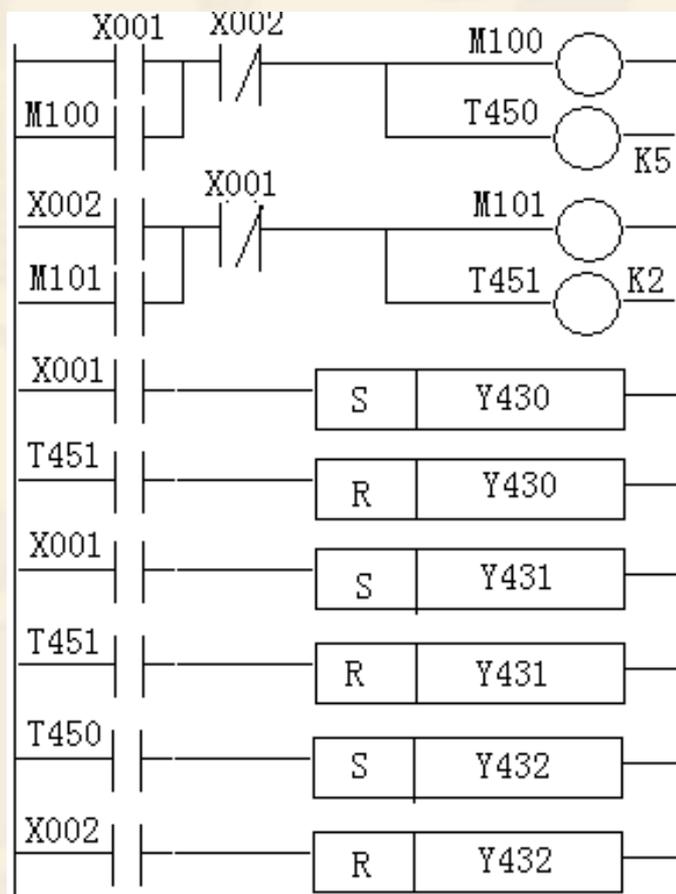


- ❖ 4-10略
- ❖ 4-11提示：此题的设计过程可参考P81实例三：组合机床的动力头控制。
- ❖ 4-12提示：（1）I/O分配：

输入		输出	
启动	X001	KM1	Y430
停止	X002	KM2	Y431
		KM3	Y432

(2) 流程图：显然此题是一个顺序启动逆序停止的流程，

(3) 根据流程画出程序梯形图（参考）



- ❖ **4-13提示：**此类题目属于顺序控制根据题意列写I/O分配，然后画出流程图，可参照例题P181组合机床动力头控制的设计过程。至于单周期和连续运行的切换，需要添加一个或两个输入信号来区分这两种运行状态，可参照机械手的程序设计解决运行状态切换。
- ❖ **4-14提示：**此题依然是属于顺序控制，只不过中间的状态切换信号有定时信号来驱动，至于他的多种控制方式，需要添加多个信号来区分，设计过程参见机械手的程序设计。
- ❖ **4-15 略**
- ❖ **4-16提示：**此题的设计对初学者有一点难度，但是很典型，基本流程就是顺序启动逆序停止。这种流程在题4-12中已经讲解。只不过本题目输出和输入信号较多，设计的关键依然是正确画出流程图，此题还可以添加额外的要求，譬如故障停车后的停止过程。我们可以看出来程序设计任何一个题目的流程图是不变的，但是同一个流程图不同的人可以设计出不同的程序来，因此程序没有标准答案也不唯一。

- ❖ 4-17提示:本题需要确定有4个输入信号, 2个输出信号, 是一个简单的顺序控制的无分支单流程, 画出流程后梯形图设计就简单了。
- ❖ 4-18提示: 不同于以前练习的题目本题的流程是一个选择分支的控制流程, 也是先要正确写出输入输出分配, 然后画出流程图, 可以采用步进指令来做, 比较简单。
- ❖ 4-19提示: 对于机床线路的改造, 首先要确定需要哪些输入输出, 然后根据每一个输出根据原理图中的控制画出梯形图, 注意各输出之间的控制顺序、联锁关系以及总体上的保护措施, 由于各输出之间控制关系不复杂, 一般不需要画出流程图。
- ❖ 4-20提示这个题目根据题意分析属于根据条件判断小车的运行过程, 该控制需要12各输入, 两个输出。流程为选择分支流程控制, 共有两个分支, 每个分支根据小车所在的位置以及呼叫编号确定在那个分支。可以采用同种条件并联后接同一个输出的方式画出梯形图, 也可采用将位置与呼叫两个信号看作数字信号, 用高级指令来比较这两个数字信号然后根据题意确定小车上行、下行还是不动。