

可编程控制器

第一节概述

可编程控制器的英文名称是：**Programmable Controller**

有时又称：

Programmable Logic Controller

简称：

PLC

一、可编程控制的基本概念

1、可编程控制器的产生与发展

由继电器—接触器控制系统发展而来，继电器—接触器控制属于断续控制，工艺改变，须重新设计控制电路并重新接线布线；**PLC**控制属于连续控制，工艺改变，只需改变程序，而电路接线只需稍微修正即可。

1969年----美国第一台**PDP-14**

1971年----日本生产

1973年----欧洲

1977年----中国开始

发展方向：小型化、廉价化、标准化、系列化、智能化、
高速化、大容量化、网络化等，

使其功能更强、可靠性更高、使用方便、适应面更广等。

2、PLC主要功能：

- 1、逻辑控制：电动机正反转、电动机调速控制、各种机床的电气控制、电镀生产线的控制等；
- 2、定时和计数控制：产品计数等；
- 3、步进控制：摇臂钻床的控制、交通信号灯的控制等；
- 4、模拟量控制：具有A/D和D/A转换功能；
- 5、数据处理功能：数学和逻辑运算，转换等；
- 6、通信与联网：通讯技术，可进行远程I/O控制，多台计算机或PLC之间的通讯与控制；
- 7、对控制系统监控：有较强的监控功能，发生异常时自动停止运行；

3、PLC分类

1.按I / O点数分类

- (1) 微型PLC (I / O点数小于64)
- (2) 小型PLC (I / O点数为256点以下)
- (3) 中型PLC (I / O点数在512~2048点之间)
- (4) 大型PLC (I / O点数为2048点以上的为大型PLC)

2.按结构分类

- (1) 整体式PLC
- (2) 模块式PLC
- (3) 叠装式PLC

3.按功能分类

- (1) 低档PLC
- (2) 中档PLC
- (3) 高档PLC

- 低档机：以开关量为主
- 中档机：既有开关量又有模拟量
- 高档机：增加模拟量调节，联网通信，监视，打印等

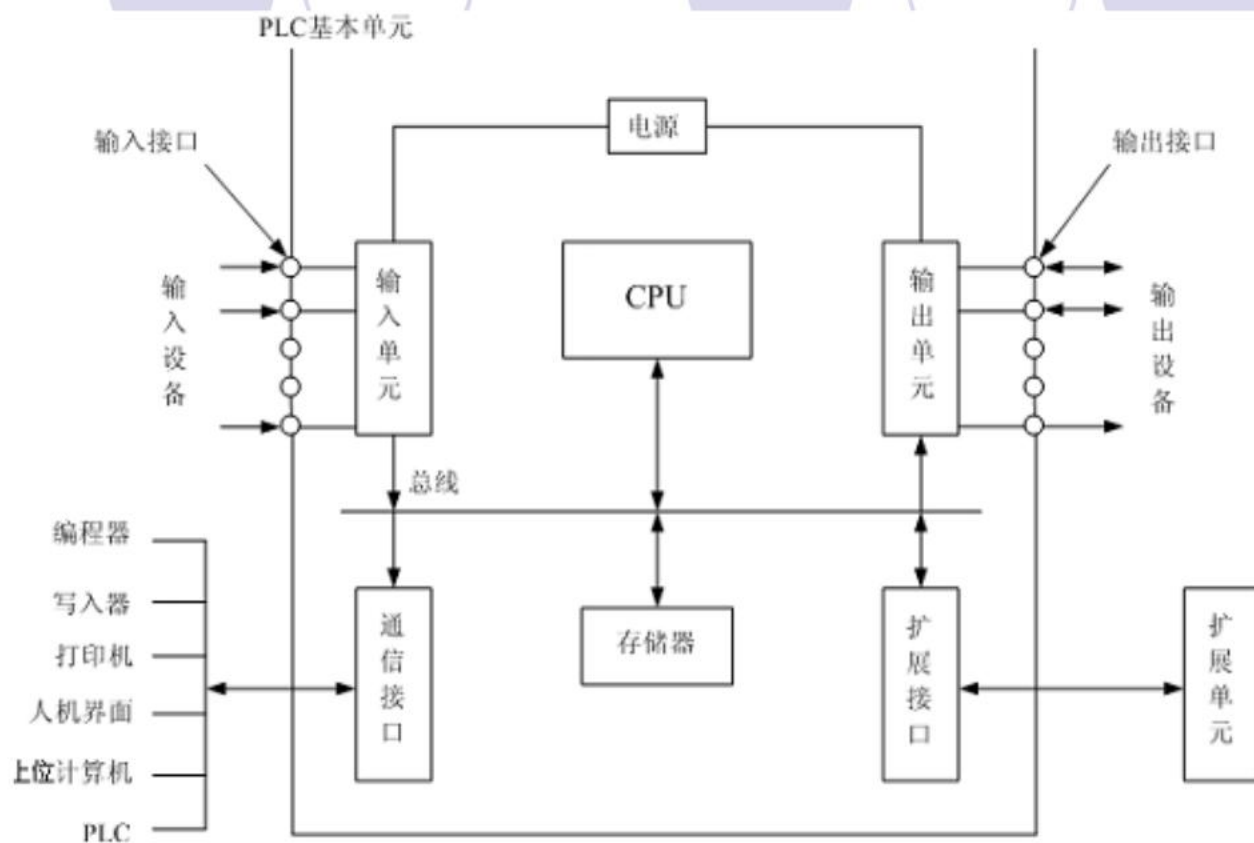
4、性能指标:

编程方便，现场修改；维护方便；可靠性高；体积小；数据送入计算机；成本低；输入交流**115V**；输出交流**115V/2A**，能直接驱动负载；扩展时，系统改变少；用户程序**4KB**。

5、可编程控制器的特点:

- 1) 可靠性高，抗干扰能力强
- 2) 灵活性强
- 3) 编程简单
- 4) 维修方便
- 5) 体积小。能耗低
- 6) 功能强
- 7) 控制系统易实现。

二、可编程控制器的组成



1) 中央处理器 (CPU)

- 是**PLC**的核心部件，负责完成逻辑运算、数字运算及协调系统内各部分的工作
- 主要功能有：
 - 接受并存储由编程器输入的用户程序和数据
 - 诊断电源及用户程序的语法错误
 - 读取输入状态和数据并存储到相应的存储区
 - 读取用户程序指令，解释执行用户程序，完成逻辑运算、数字运算、数据传递等任务，刷新输出映象，将输出映象内容送到输出单元。
- 一般**PLC**多数采用**16**为或**32**位的微处理器，也有采用多个处理器的。

2) 电源单元

- ## 3) 接口单元
- 有：I/O扩展接口 通讯接口 编程器接口 存储器接口 其他接口等。

4) 存储器单元

有两部分组成

系统程序存储器——存放**PLC**生产厂家编写的系统程序，固化在**PROM**和**EPROM**中，对用户不开放。

用户程序存储器 可分程序存储区和数据存储区

5) 输入/输出单元

又称**I/O**单元，有数字**I/O**和模拟**I/O**

输出单元——将用户程序执行的结果转换为现场控制电平，输出至被控对象。

抗扰措施：光电隔离、滤波电路、显示电路、输出锁存器、功率放大等。

输入类型：直流、交流、交直流

输出类型：继电器、晶体管、晶闸管

三、可编程控制器的工作过程

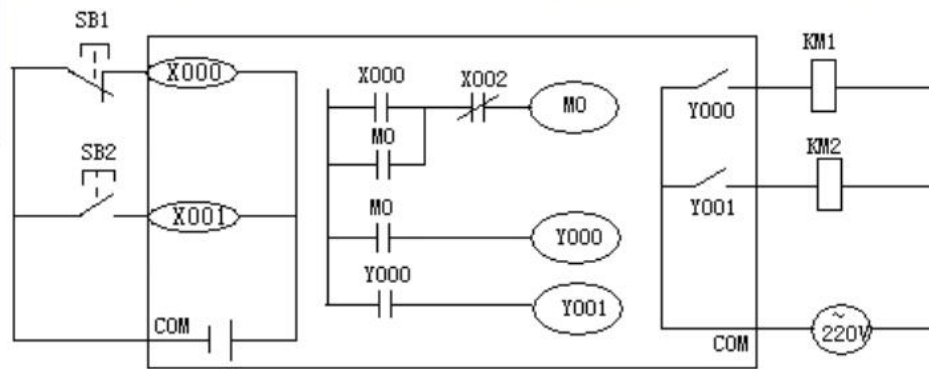
PLC的工作过程以循环扫描的方式，其运行周期可分为**3**个阶段

输入采样阶段：**PLC**逐个扫描每个输入端口，将所有输入设备的当前状态保存相应的存储区又称输入映像寄存器，在一个扫描周期中状态保持不变，直至下个扫描周期又开始采样。

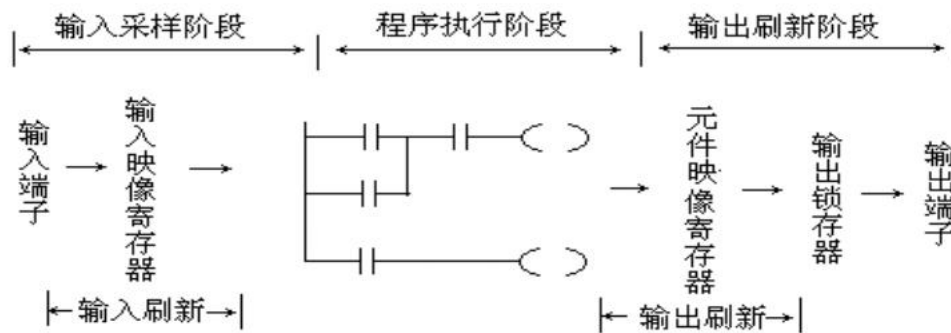
程序执行阶段：**PLC**采样完成后进入程序执行阶段。**CPU**从用户程序存储区逐条读取用户指令，经解释后执行，产生的结果送入输出映像寄存器，并更新。在执行的过程中用到输入映像寄存器和输出映像寄存器的内容为上一个扫描周期执行的结果。程序执行自左到右，自上向下顺序进行。

输出刷新阶段：在此阶段将输出映像寄存器的内容传送到输出锁存器中，经接口送到输出端子，驱动负载。

注意：输出映像寄存器的内容是动态的，输出锁存器的内容在一个周期中是不变的。



PLC等效电路



PLC的工作过程

注意几个问题：

- 1) **PLC**采用集中采样，集中输出，减少外界的干扰
- 2) **PLC**的工作过程是循环扫描，时间长短取决于指令执行的速度和程序的多少。
- 3) 输出对输入的响应有滞后现象。因素有：采样周期、滤波时间、输出电路的滞后时间等。
- 4) 输出映像寄存器的内容取决于用户程序执行的结果
- 5) 输出锁存器的内容取决于扫描周期结束时输出映像寄存器的内容。
- 6) 输出由输出锁存器的内容决定。

四、**PLC**的编程元件和编程语言

继电器：输入(X)、输出(Y)映像寄存器在指令系统中都对应一个固定的编号，在梯形图中用继电器线圈表示，同时提供大量的中间继电器供编程使用，继电器为软元件，是虚拟的，就是一个寄存器，状态有两个**0**和**1**，即对应继电器的常开和常闭触点，编程时可使用无数次。

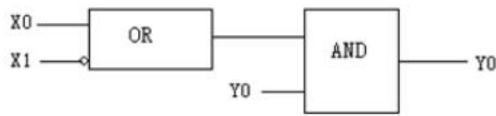
四、编程语言

语句表（**IL**）：编程语言利用助记符表达控制功能

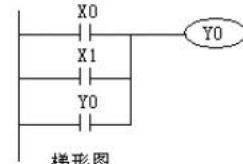
LD X0

ANI Y0

功能模块（**FBD**）：编程语言用方框表示一定的逻辑关系。例如：



功能块图

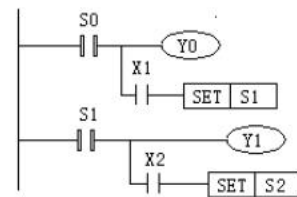


梯形图

顺序功能图（**SFC**）：用于顺序控制

梯形图（**LD**）：

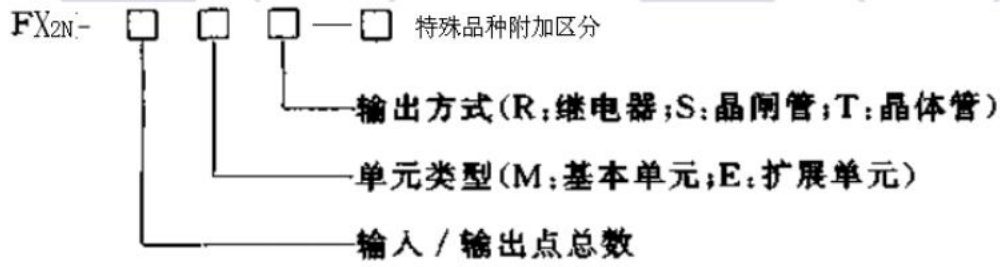
结构文本高级编程语言（**ST**）：



顺序功能图

第二节 FX2N系列PLC简介

一、型号



类别	I/O 点数	型 号	类别	I/O 点数	型 号
基本 单元	6/6	F1-12MR (MT、MS)	扩展 单元	4/6	F1-10ER (ET、ES)
	12/8	F1-20MR (MT、MS)		12/8	F1-20ER (ET、ES)
	16/14	F1-30MR (MT、MS)		24/16	F1-40ER (ET、ES)
	24/16	F1-40MR (MT、MS)		36/24	F1-60ER (ET、ES)
	36/24	F1-60MR (MT、MS)			

技术参数

执行方法		周期执行存储的程序、集中输入/输出
执行速度		平均 12 μ s/步
程序语言		继电器和逻辑符号 (梯形图)
程序容量		1000 步
指令	基本逻辑指令	20 条 (包括 MC/MCR, CJP/EJP, S/R)
	步进指令	2 条 (STL, RET)
	功能指令	87 条 (包括 +、-、 \times 、 \div 等)

输入类型	集电极开路 NPN 晶体管, 无源触点	
隔离	光电耦合器隔离	
输入电压	内部电源 DC 24V \pm 4V, 外部电源 DC 24V \pm 8V	
输入阻抗	约为 3.3k Ω	
工作电流	断-通	DC 4mA (最小)
	通-断	DC 1.5mA (最大)
响应时间	断-通	约为 10ms
	通-断	

输出类型	继电器输出	
隔离	继电器隔离	
输出负荷	阻性负荷	2A/点
	感性负荷	80V · A (最大)
	灯泡负荷	100W (最大)
漏电流	0mA	
响应时间	断-通	约为 10ms
	通-断	

二、内部编程器件

器件名称	表示方法及地址范围	功能
输入继电器	X0~X127（八进制）共184点	接受外部输入信号
输出继电器	Y0~Y127（八进制）共184点	驱动外部负载
辅助继电器	M0~M499（十进制）共500点 M500~M1023非断电保持 M1024~M3071断电保持 M8000~M8255特殊辅助继电器	供内部程序使用，或实现人机对话
定时器	T0~T255共256个 T0~T199为100ms， T200~T245为10ms， T250~T255为100ms保持型， T246~T249为1ms保持型，	延时
计数器	C0~C99为16位普通型加法计数器 C100~C199为16位断电保持型加法计数器 C200~C219为32位普通， C220~C234为 32位保持， ， 32位计数器加减计数由 M8200~M8234设定 C235~C255为高速计数器， 32位加减	计数

器件名称	表示方法及地址范围	功能
状态继电器	S0~S9初始状态继电器 S10~S19为回零状态继电器 S20~S499为通用状态继电器 S500~S899为带电保持 S900~S999为报警用	与步进指令一起使用， 也可作中间继电器
数据寄存器	D0~D199通用，当M8033=1为断电保持 D200~D511断电保持可改为通用型 D512~D7999不可改变 D8000~D8255用于监控	存放数据和参数
变址寄存器	V、Z为16位数据寄存器，常用于改变软元件的编号，有V0~V7，Z0~Z7,Z为低16位	存放数据和参数
指针	指针作为标号，用来指定条件跳转、子程序调用，P0~P127	延时

三、指令系统

指令	功能	操作数
LD LDI	用于左母线第一个相连的常开（常闭触点）触点	X、Y、M、S、T、C
OUT	线圈驱动指令	Y、M、S、T、C
AND ANI	用于串联的常开（常闭触点）触点	X、Y、M、S、T、C
OR ORI	用于并联的常开（常闭触点）触点	X、Y、M、S、T、C
ANB ORB	并联块的串联 串联块的并联	无操作数
LDP、ANDP ORP	取、与或脉冲上升沿指令，接通一个扫描周期	LDF、ANDF、ORF 为下降沿

指令	功能	操作数
MPS MRD MPP	进栈操作：逻辑运算结果存放在堆栈第一层 读栈操作：读出堆栈第一层的结果 出栈操作：取出堆栈第一层的结果，堆栈结束	无
MC MCR	主控电路块开始 主控电路块结束开始	无
INV	运算结果取反	无
SET RST	置位 复位	Y、M、S、 T、C、D、 V、Z
PLS PLF	上升沿脉冲 下降沿脉冲	无操作数
NOP END	空格 结束	无

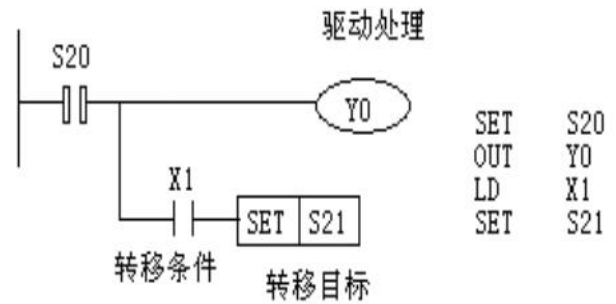
四、步进指令

主要用于步进控制即顺序控制

指令：**STL**步进开始指令

SET步进转移

RET步进返回指令



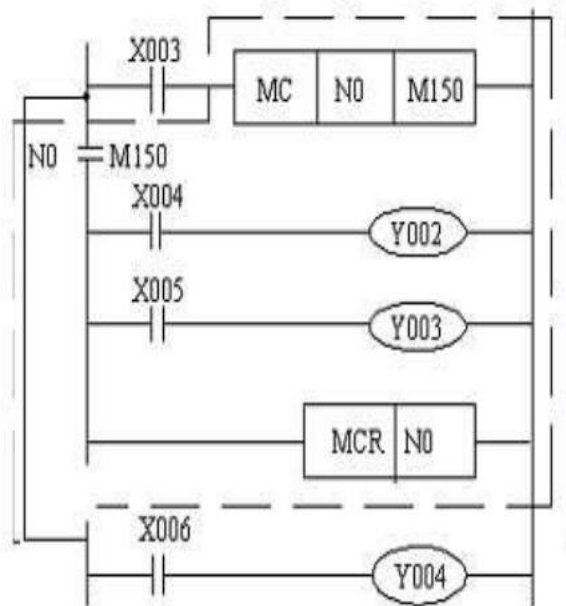
1) 使用步进指令必须与状态继电器**S**，且只有常开触点，与左母线直接连接。

2) 转移后前一状态自动复位，输出自然结束，新状态自动置位。

3) 开始必须使用**S0**，步进第一步使用**S20**以后状态继电器。

4) 当需要保持前一状态的输出，应使用**SET**、**RST**指令进行置位和复位。

主控指令应用



0 LD X003	5 LD X005
1 MC N 0	6 OUT Y003
2 SP M150	7 MCR N0
3 LD X004	8 LD X006
4 OUT Y002	9 OUT Y009

五、梯形图的设计

梯形图的特点

◆ 梯形图格式中的继电器不是物理继电器，每个继电器和输入接点均为存储器中的一位，相应位为“1”态，表示继电器线圈通电或常开接点闭合或常闭接点断开。

◆ 梯形图中流过的电流不是物理电流，而是“概念”电流，也称“能流”。它是用户程序解算中满足输出执行条件的形象表示方式。“概念”电流只能从左向右流动。

◆ 梯形图中的继电器接点可在程序中无限次引用，既可常开又可常闭。

◆ 梯形图中用户逻辑解算结果，可马上为后面用户程序的解算所利用。

◆ 梯形图中输入接点和输出线圈不是物理接点和输出线圈，用户程序的解算是根据PLC内I/O映象区每位的状态，而不是解算时现场开关的实际状态。

◆ 输出线圈只对应输出映象区的相应位，不能用该编程元件直接驱动现场机构，该位的状态必须通过I/O模板上对应的输出单元才能驱动现场执行机构。

- ◆ 每个梯形图程序由多个梯级组成，一个输出元素可构成一个梯级，每个梯级可由多个支路组成。
- ◆ 每个支路通常可容纳**11**个编程元素，最右边的元素不能是触点。
- ◆ 每个梯级最多允许**16**条支路。
- ◆ 在用梯形图编程时，只有在**一个梯级编制完后**才能继续后面的程序编程。
- ◆ 输出线圈用圆形或椭圆形表示。

梯形图设计的基本步骤

◆ 根据控制系统的控制要求和内容确定PLC机型

- 分析被控对象的具体情况（生产过程，技术特点，工艺方法，环境条件），研究对控制系统的要求。
- 根据被控对象状态参数的数目和被采集信号的数目，确定PLC的输出/输入点数，以此作为选择PLC机型的条件。
- 根据被采集及被控制信号的特点（数字量，模拟量）以及所需电源的情况，确定输入器件，输出执行器件及接线方式。结合上面的条件选择PLC的型号。

◆ 设计PLC的输入/输出信号连接图

—— PLC的外围接线图

- ◆ 编写程序
- ◆ 输入并编辑程序
- ◆ 程序调试
- ◆ 程序存储

梯形图设计规则

- 1、软元件必须是机型允许的范围内，触点可使用无数次；
- 2、每个梯级从左母线开始至右母线结束，触点在线圈的左边；
- 3、触点水平画，不能垂直画；
- 4、多支路并联时，串联多的在上，少在下，多支路串联时，并联多在前，少在后；
- 5、梯形图必须左到右，上至下原则，不符合的需变换；
- 6、每个支路通常可有**11**个编程元素，一个梯级允许**16**条支路

应用举例1

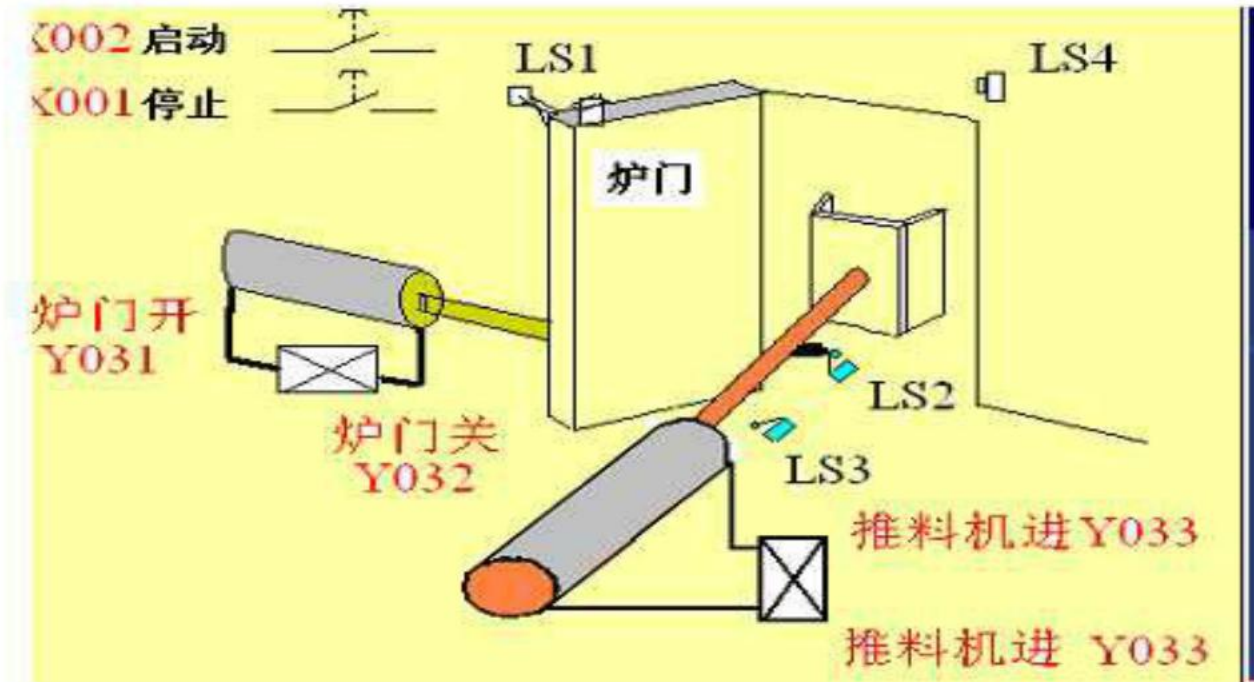
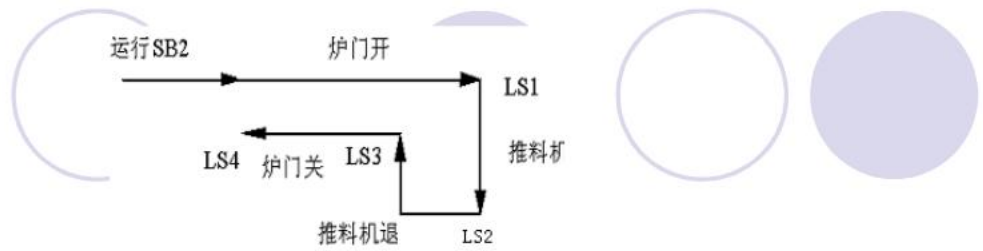
加热炉推料机自动上料控制电路的PLC程序设计。

控制要求：



- 推料机在原点，加热炉门关闭，行程开关LS4被压住；
- 运行按钮SB2被按下后，驱动炉门开启；
- 开启到位后，行程开关LS1被压住，然后推料机往炉门推料；
- 推到位压住行程开关LS2后，推料机后退；
- 后退到位压住行程开关LS3，然后炉门开始关闭；
- 炉门关闭后，行程开关LS4被压住，整个工作流程结束。
- 再按下SB2后，又重复上述过程。按下停机按钮SB1后，马上停止运转。

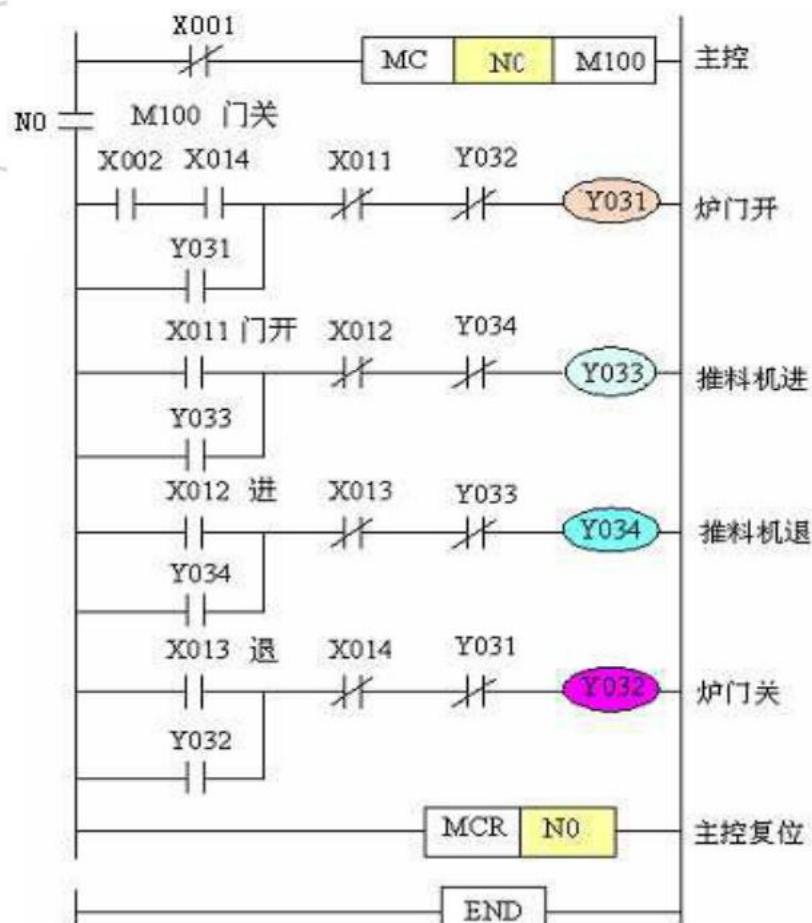
结构示意图



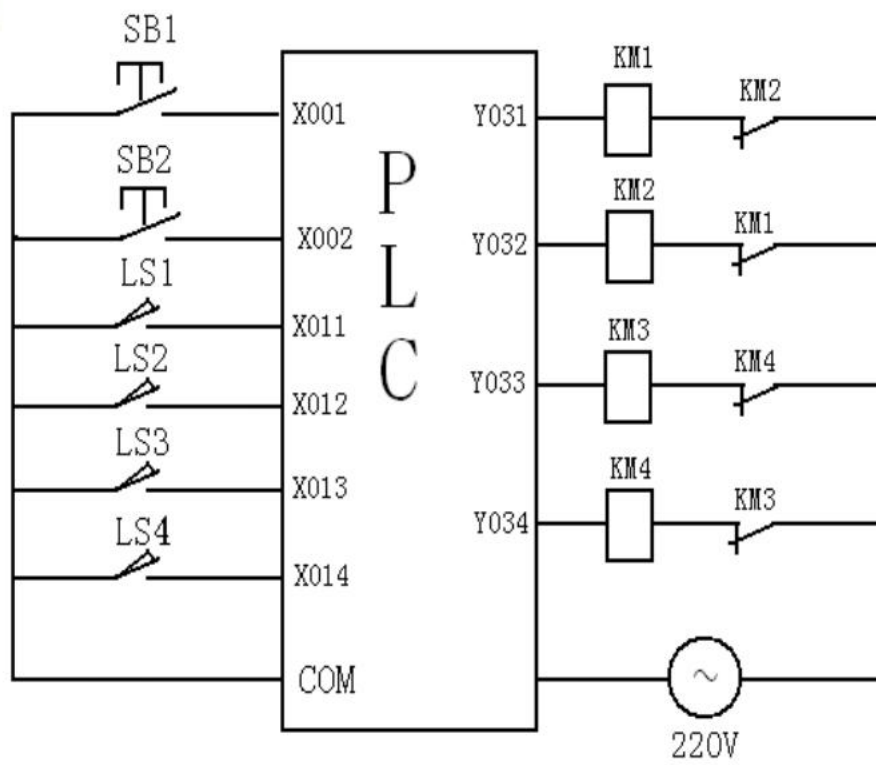
解：(1) 输入/输出接点分配见表
I/O分配表

输入装置	PLC输入端子号	输出装置	PLC输出端子号
停机SB1	001	炉门开KM1	031
运行SB2	002	炉门关KM2	032
门开LS1	011	推料机进KM3	033
推料机进到位LS2	012	推料机退KM4	034
推料机退到位LS3	013		
门关, 回原位LS4	014		

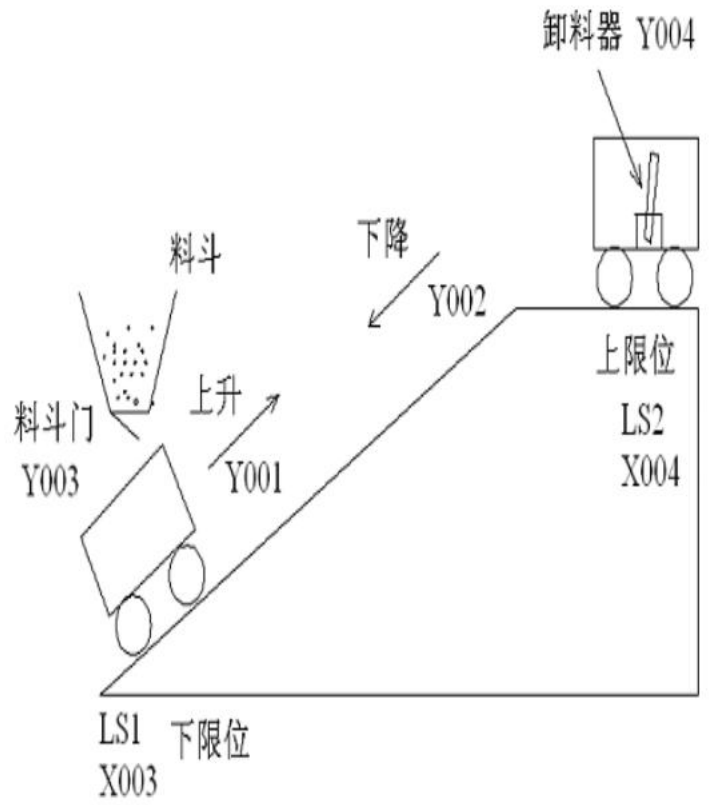
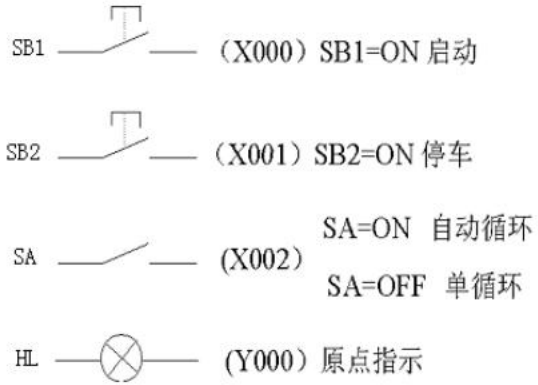
2、梯形图



3、连线图



应用举例1



▶ 图中料车处于原点，下限位开关LS1被压合，料斗门关上，原点指示灯亮。

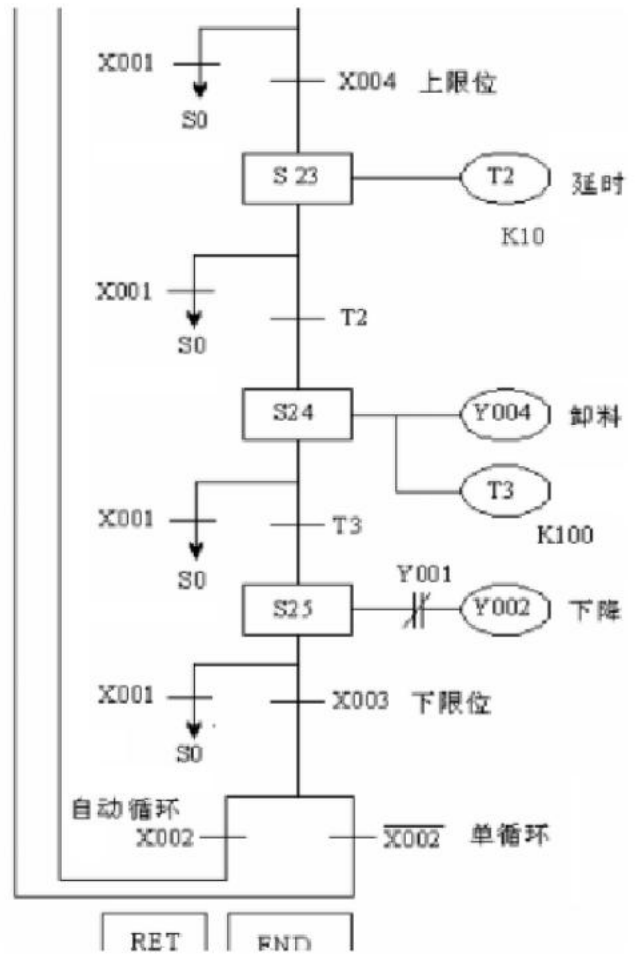
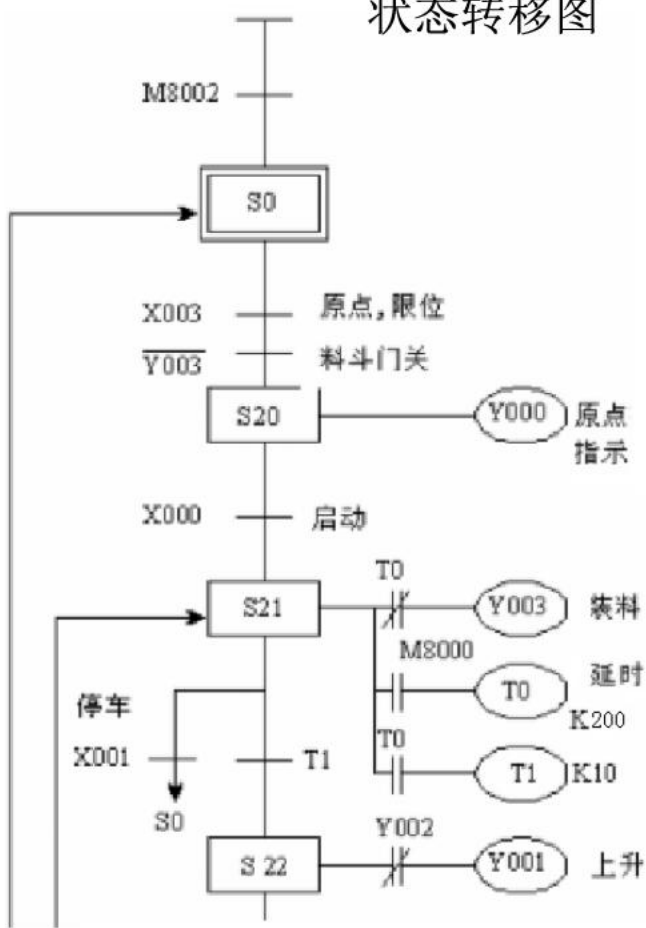
▶ 当选择开关SA闭合，按下启动按钮SB1料斗门打开，时间为20s，给料车装料。

▶ 装运料结束，料斗门关上，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。

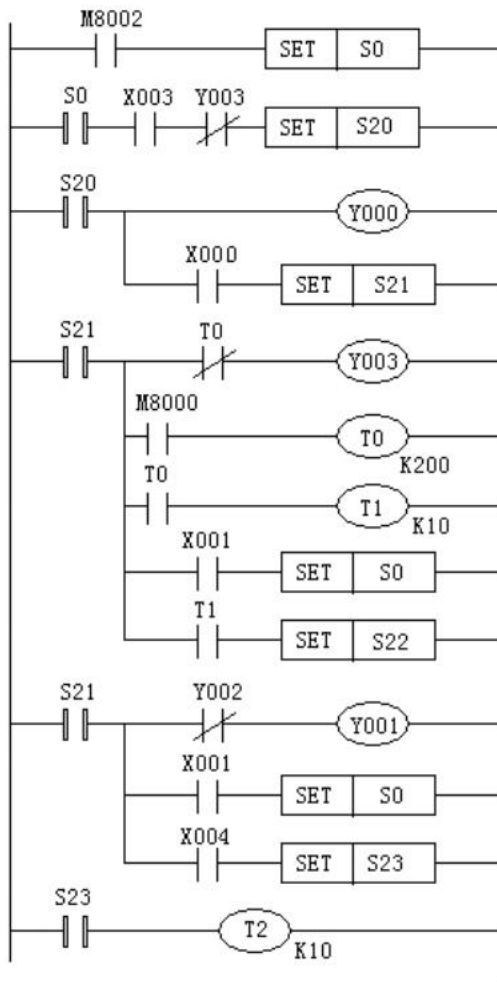
▶ 当开关SA断开，料车工作一个循环后停止在原位，指示灯亮。

▶ 按下停车按钮SB2后则立即停止运行。

状态转移图



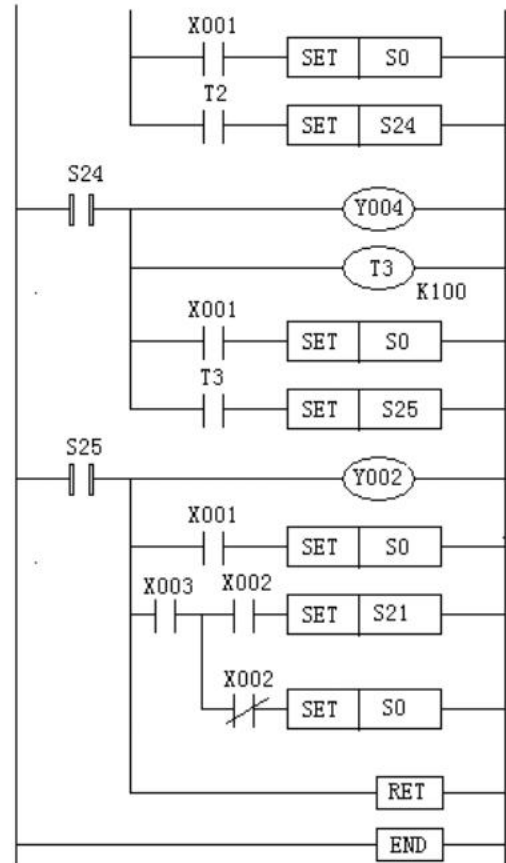
梯形图



原点指示

装料

上升



卸料

下降

END

六、PLC的功能指令

功能指令的表示与执行方式

指令与操作数

指令的数据长度与执行形式

变址操作

程序流向控制指令

条件跳转指令

子程序调用和返回指令

中断指令

主程序结束指令

监视定时器指令

循环开始指令和循环结束指令

数据传送和比较指令

比较指令

区间比较指令

传送指令

移位传送指令

取反传送指令

块传送指令

多点传送指令

数据变换指令

BCD变换指令

BIN变换指令

算术运算和逻辑运算指令

加法指令

减法指令

乘法指令

除法指令

加1指令、减1指令

逻辑与、或和异或指令

求补指令

循环与移位指令

左、右循环指令

带进位的左、右循环指令

位组件左移、位组件右移指令

字元件右移、字元件左移指令