

第九章 可编程序控制器

- PLC的基本组成及工作原理
- PLC的特点及应用领域
- PLC的基本指令与编程
- PLC的程序设计

PLC的基本组成及工作原理

- PLC的定义
- PLC的基本组成
- PLC的基本组成框图
- PLC的工作原理

PLC的定义

- 可编程控制器是以微处理器为基础，综合计算机技术、自动控制技术以及通信技术发展起来的新一代工业自动化装置。它采用可编程序存储器，来存贮和执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数及算术运算等操作的指令，并通过数字式或模拟式的输入和输出方式，控制各种类型的机械或生产过程，是一种专为在工业环境下应用而设计的数字运算的电子系统。

PLC的基本组成

■ PLC的硬件系统

❖ 主机

- CPU（中央处理器） 运算器和控制器集成在一片或几片大规模集成电路中
- 存储器 系统程序存储器（EPROM）和用户程序存储器（RAM）
- I/O单元

❖ 外部设备

❖ 总线 包括有电源总线、控制总线、地址总线和数据总线

❖ I/O接口电路 PLC与外部输入信号、被控设备连接的转换电路，通过外部接线端子可直接与现场设备相连。

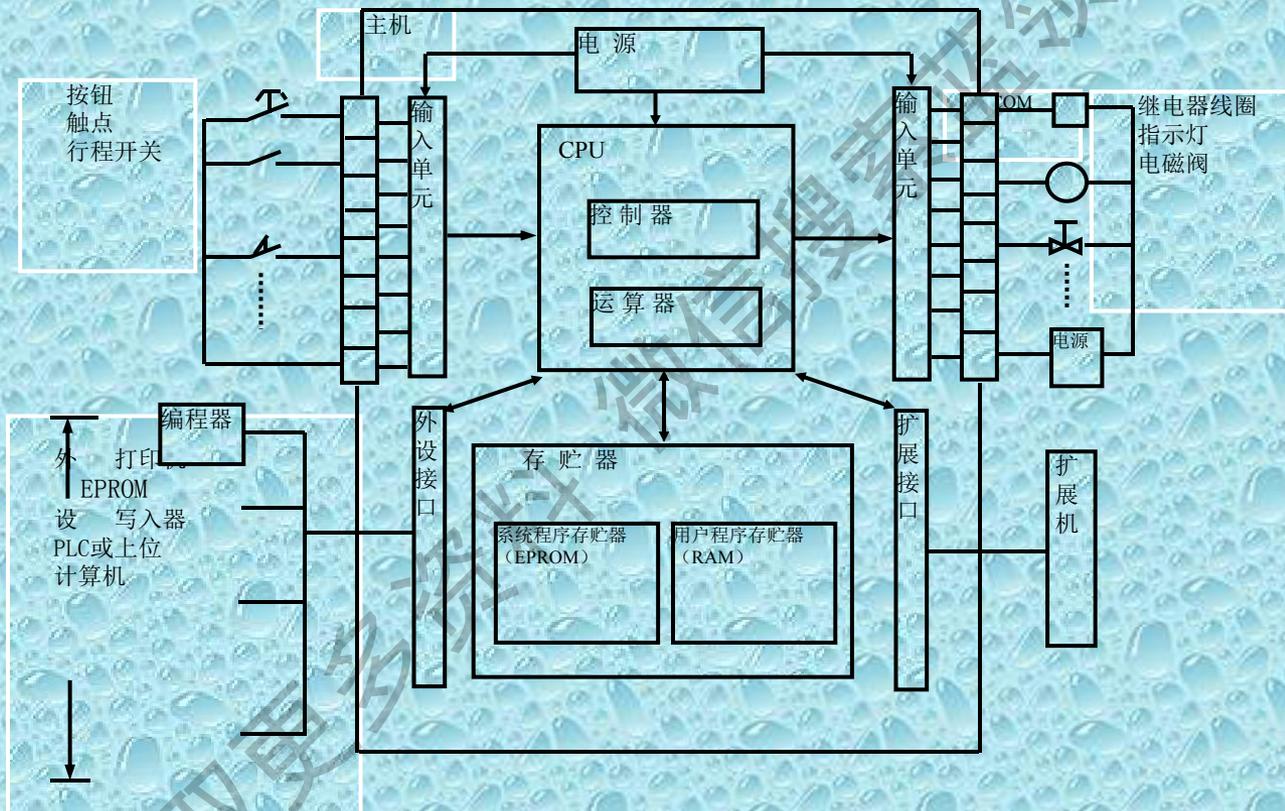
❖ 编程器 可以输入程序，并可以对用户程序进行检查、修改、调试和监视，还可以调用和显示PLC的一些状态和系统参数。

■ PLC的软件系统

❖ 系统程序

❖ 用户程序

PLC的基本组成框图



PLC的工作原理

■ 工作方式

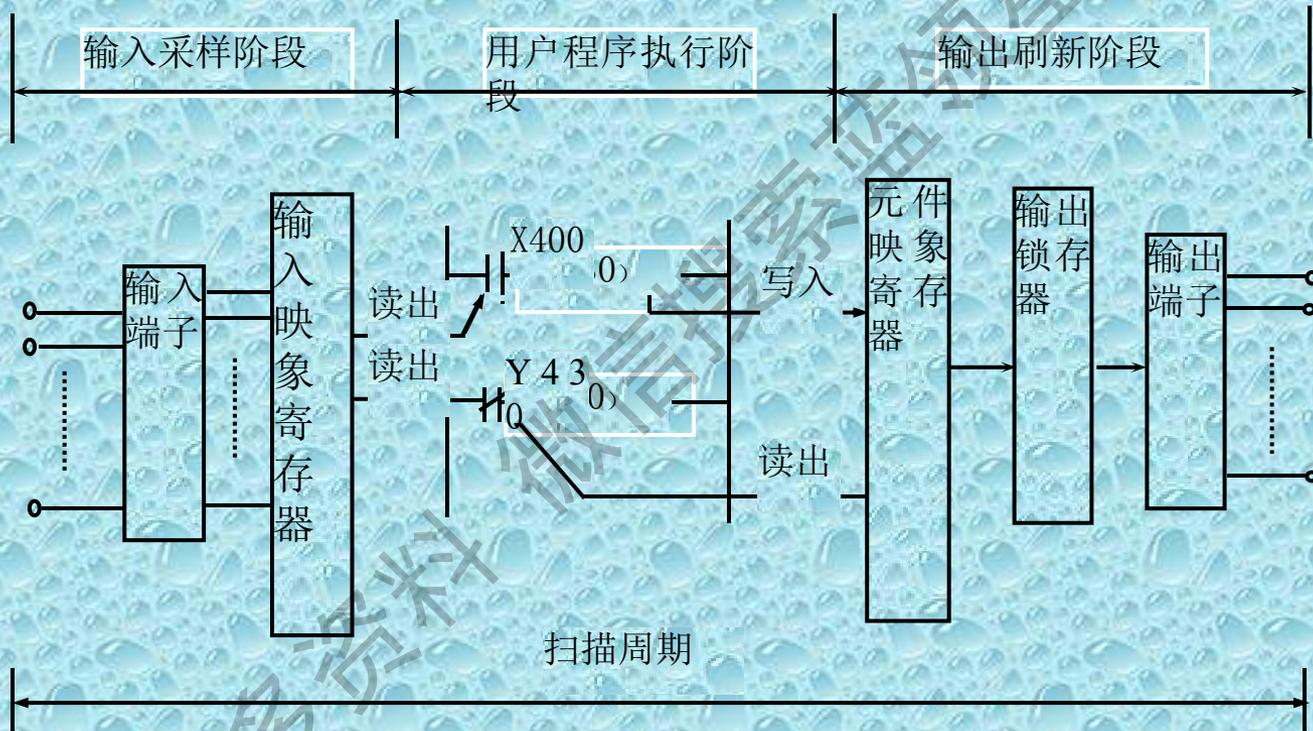
- PLC采用循环扫描 是在系统软件控制下，顺次扫描各输入点的状态，按用户程序进行运算处理，然后顺序向输出点发出相应的控制信号。

■ 工作过程

- ❖ 自诊断
- ❖ 编程器等的通信
- ❖ 输入采样
- ❖ 用户程序执行
- ❖ 输出刷新

■ PLC扫描过程的示意图

PLC扫描过程的示意图



返回

PLC的特点及应用领域

- PLC的特点
- PLC的应用领域

PLC的特点

- 性能稳定可靠，抗干扰能力强
- 软件简单易学
- 功能完善
- 通用性好，应用灵活
- 编程简单，手段多，控制程序可变
- 接线简单，安装、调试工作量少
- 监视功能强、速度快
- 体积小，重量轻，功耗低

PLC的应用领域

- 开关量逻辑控制
- 用于机械加工的数控控制
- 机器人控制
- 闭环过程控制
- 数据处理
- 通信和联网

PLC的基本指令与编程

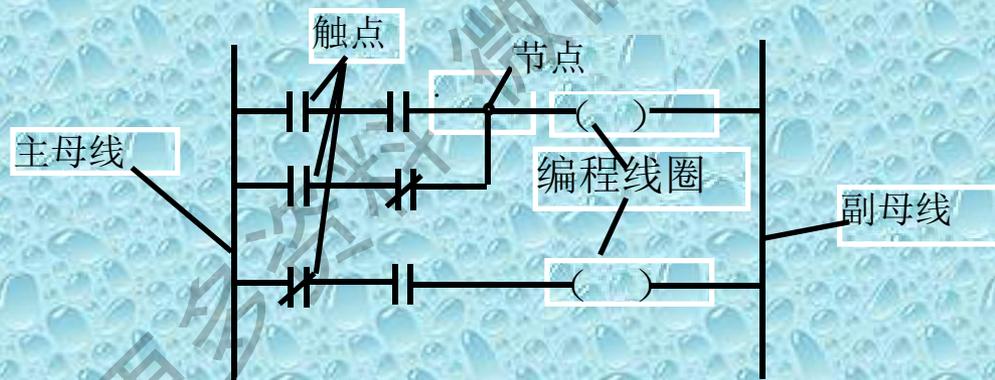
- PLC的编程语言
- 三菱F1系列PLC的编程元件
- 三菱F1系列PLC的基本指令与编程
- 程序的输入、测试及运行

PLC的编程语言

- 梯形图LAD (Ladder Diagram)
- 语句表STL(Statement List)
- 控制流程图CSF(Control System Flowchart)
- 高级语言AL (Advanced Language)

梯形图LAD

- 梯形图与继电-接触器控制系统的电路图很相似，其中的编程元件沿用了“继电器”名称。
- 梯形图的基本结构



语句表STL

- 语句表类似于计算机汇编语言的形式，用指令的助记符来进行编程。它通过编程器按照语句表的语句顺序逐条写入PLC并可直接运行。语句表的指令助记符比较直观易懂，编程也简单，便于工程人员掌握，因此得到广泛的应用。

三菱F1系列PLC的编程元件

■ 编程元件的编号规则

- ❖ 以英文字母开头 字母表示编程元件的功能
- ❖ 后跟三位八进制数字

■ 编程元件

- ❖ 输入继电器 (X)
- ❖ 输出继电器 (Y)
- ❖ 定时器 (T)
- ❖ 计数器 (C)
- ❖ 辅助继电器 (M)
- ❖ 特殊辅助继电器 (M)
- ❖ 状态器 (S)

输入继电器 (X)

■ 数量

输入继电器共有24个

■ 编号

X400~X407

X410~X413

X500~X507

X510~X513

■ 特点

在梯形图中只能有输入继电器的触点，而不能出现输入继电器的线圈。

输出继电器 (Y)

- 数量

输出继电器共有16个

- 编号

Y430~Y437

Y530~Y537

- 特点

输出继电器的线圈不能由PLC的外部信号来驱动，只能由程序的执行结果来驱动。

定时器 (T)

■ 数量

定时器共有32个

■ 编号

T050~T057

T450~T457

T550~T557

T650~T657

■ 特点

- ❖ 定时器相当于继电-接触器控制系统中的时间继电器，它能提供无数对常开、常闭延时触点供用户编程使用。
- ❖ 定时器的延时时间是由编程中的设定值K来决定的。

计数器（C）

■ 数量

计数器共有32个

■ 编号

C060~C067

C460~C467

C560~C567

C660~C667

■ 特点

- ❖ 计数器主要用于记录脉冲个数或根据脉冲个数设定某一时间。
- ❖ 计数器的计数范围是0~999

辅助继电器（M）

■ 种类

- ❖ 一是通用型，不具备掉电保护功能
- ❖ 另一种是掉电保护型，失电后不复位。

■ 数量

通用型辅助继电器共有128个

掉电保护型辅助继电器64点

■ 编号

通用型 M100~M277

掉电保护型 M300~M377

■ 特点

- ❖ 辅助继电器的功能相当于继电器-接触器控制系统电路中的中间继电器。
- ❖ 它不能由任何外部设备来驱动，也不能直接驱动外部负载。

特殊辅助继电器（M）和状态器（S）

- 特殊辅助继电器数量 15个
- 特殊辅助继电器编号
M70~M74 M76~M77 M470~M473 M570~M573
- 特殊辅助继电器用途
进行运行监视、初始化脉冲、电池电压下降指示等
- 状态器的数量 40个
- 状态器的用途
在编制步进程序中使用的基本元件
- 状态器的编号 S600~S647
- 状态器的特点
属于掉电保护继电器

三菱F1系列PLC的基本指令与编程

- LD、LDI、OUT指令
- AND、ANI指令
- OR、ORI指令
- ORB指令
- ANB指令
- S、R指令
- RST指令
- MC、MCR指令
- END指令

LD、LDI、OUT指令

■ 指令的作用

- ❖ LD (LoaD) :取指令，是常开触点与母线的连接指令。
- ❖ LDI(LoaD Inverse): 取反指令，是常闭触点与母线的连接指令。
- ❖ OUT: 驱动线圈的输出指令。

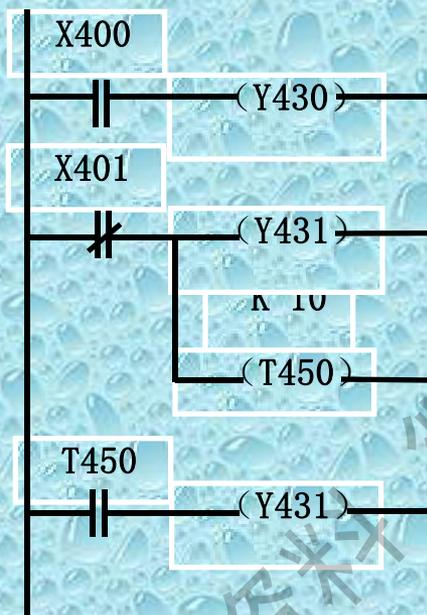
■ 指令的使用说明

- ❖ LD、LDI可与后面讲到的块操作指令ANB、ORB相配合，用于分支电路的起点
- ❖ OUT指令用于Y、M、T、C、S及F（功能指令线圈），不能用于X；并联输出OUT指令可连续使用任意次
- ❖ OUT指令用于T和C，其后须跟常数K。K为延时时间或计数次数

■ 指令举例

返回

LD、LDI、OUT指令的例子



(a) 梯形图

LD	X400
OUT	Y430
LDI	X401
OUT	Y431
OUT	T450
K	10
LD	T450
OUT	Y431

(b) 语句表

AND、ANI指令

■ 指令的作用

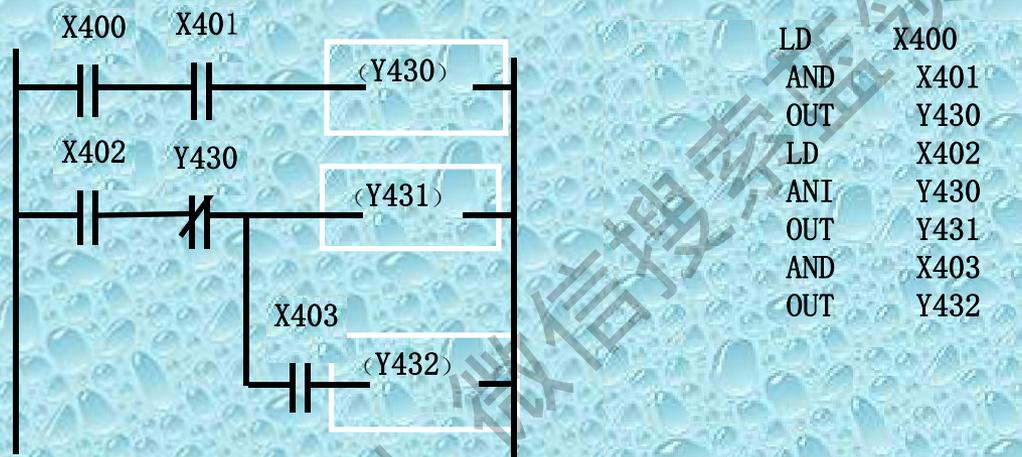
- ❖ AND: 与指令, 用于单个常开触点的串联;
- ❖ ANI(ANd Inverse): 与反指令, 用于单个常闭触点的串联。

■ 指令的使用说明

- ❖ AND和ANI指令用于单个触点与左边触点的串联, 可连续使用;
- ❖ 若是两个并联电路块(两个或两个以上触点并联连接的电路)串联, 则需用后面的ANB指令。

■ 指令举例

AND、ANI指令举例



(a) 梯形图 (b) 语句表

OR、ORI指令

■ 指令的作用

- ❖ OR: 或指令，用于单个常开触点的并联；
- ❖ ORI(OR Inverse): 或反指令，用于单个常闭触点的并联。

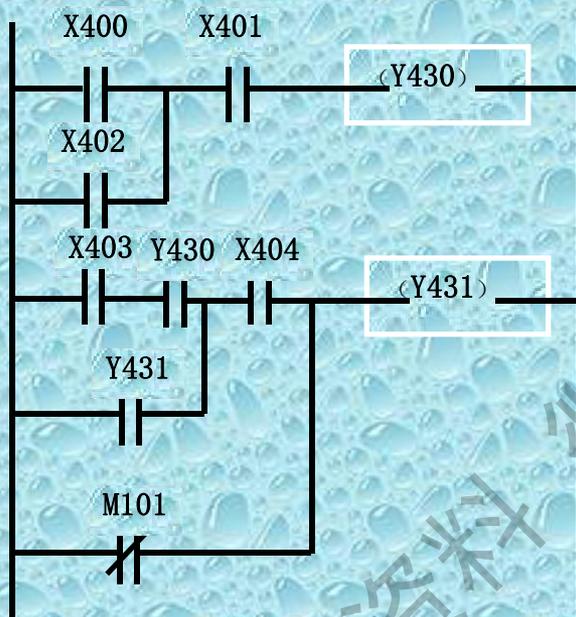
■ 指令的使用说明

- ❖ OR、ORI指令仅用于单个触点与前面触点的并联；
- ❖ 若是两个串联电路块（两个或两个以上触点串联连接的电路）相并联，则用后面将学的ORB指令。

■ 指令举例

返回

OR、ORI指令举例



(a) 梯形图

```
LD X400
OR X402
AND X401
OUT Y430
LD X403
AND Y430
OR Y431
AND X404
ORI M101
OUT Y431
```

(b) 语句表

ORB指令

■ 指令的作用

ORB(OR Block): 或块指令, 用于串联电路块的并联连接

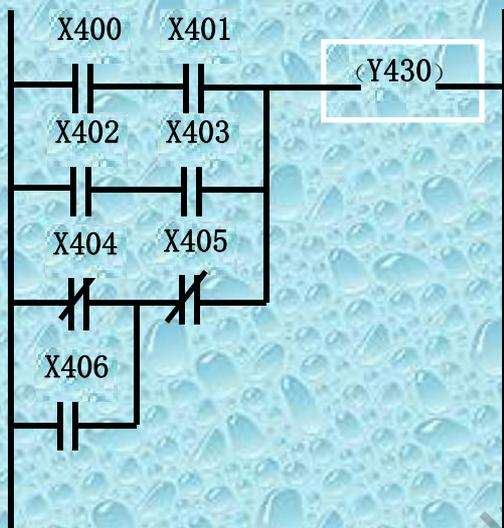
■ 指令的使用说明

- ❖ 串联电路块与前面的电路并联连接时, 分支的开始用LD、LDI指令, 分支结束用ORB指令;
- ❖ 串联支路并联的次数不受限制, 但每并联一次就要用一次ORB指令;
- ❖ ORB指令不带目标编程元件, 是一个独立指令。

■ 指令举例

返回

ORB指令举例



```
LD    X400
AND   X401
LD    X402
AND   X403
ORB
LDI   X404
OR    X406
ANI   X405
ORB
OUT   Y430
```

(a) 梯形图

(b) 语句表

ANB指令

■ 指令的作用

ANB(And Block): 与块指令, 用于并联电路块的串联连接

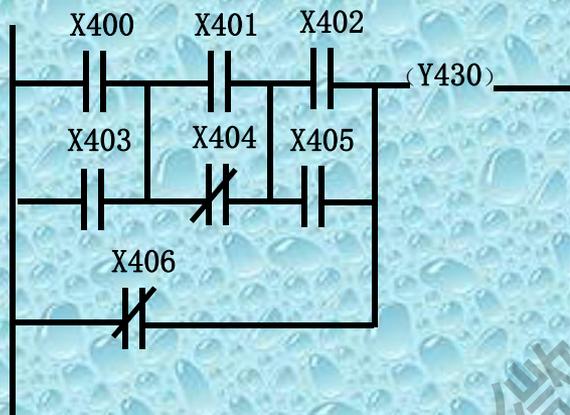
■ 指令的使用说明

- ❖ 并联电路块与前面的电路串联连接时, 分支的开始用LD、LDI指令, 分支结束用ANB指令;
- ❖ 多个并联电路块连续串联连接, 按顺序用ANB指令进行连接, ANB使用次数不受限制;
- ❖ ANB指令不带目标编程元件, 是一个独立指令。

■ 指令举例

返回

ANB指令举例



(a) 梯形图

```
LD X400
OR X403
LD X401
ORI X404
ANB
LD X402
OR X405
ANB
ORI X406
OUT Y430
```

(b) 语句表

S、R指令

■ 指令的作用

- ❖ S (Set)：置位指令,使操作保持的指令。
- ❖ R(Reset)：复位指令，使操作保持复位的指令。

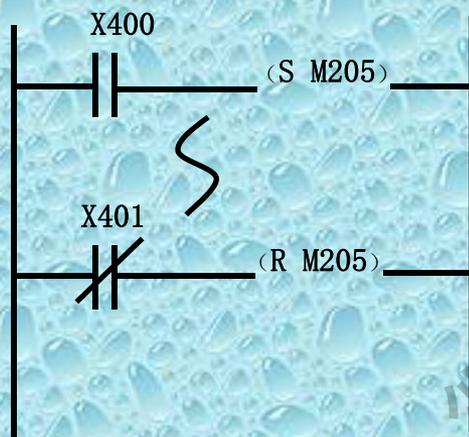
■ 指令的使用说明

- ❖ S指令用于将Y、S、M200～M377等元素置1并具有保持功能；
- ❖ R指令用于取消Y、S、M200～M377等元素的自保持功能并置0。

■ 指令举例

返回

S、R指令举例



(a) 梯形图



(b) 语句表

RST指令

■ 指令的作用

RST (ReSeT)：复位指令，用于计数器或移位寄存器的复位。

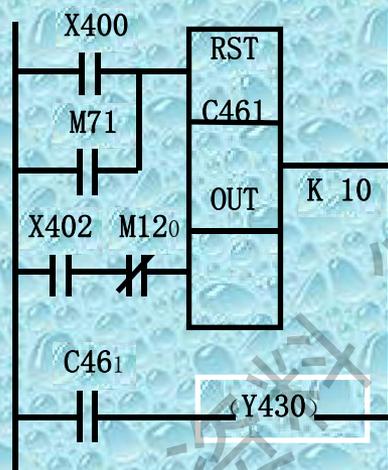
■ 指令的使用说明

- ❖ 程序执行时优先执行RST指令,在复位状态时,计数器或移位寄存器不再接受其它输入数据;
- ❖ 复位电路、计数器的计数电路及移位寄存器的移位电路是相互独立的,编写时可任意安排它们的先后次序。

■ 指令举例

返回

RST指令举例



(a) 梯形图

LD	X400
OR	M71
RST	C461
LD	X402
ANI	M120
OUT	C461
K	10
LD	C461
OUT	Y430

(b) 语句表

MC、MCR指令

■ 指令的作用

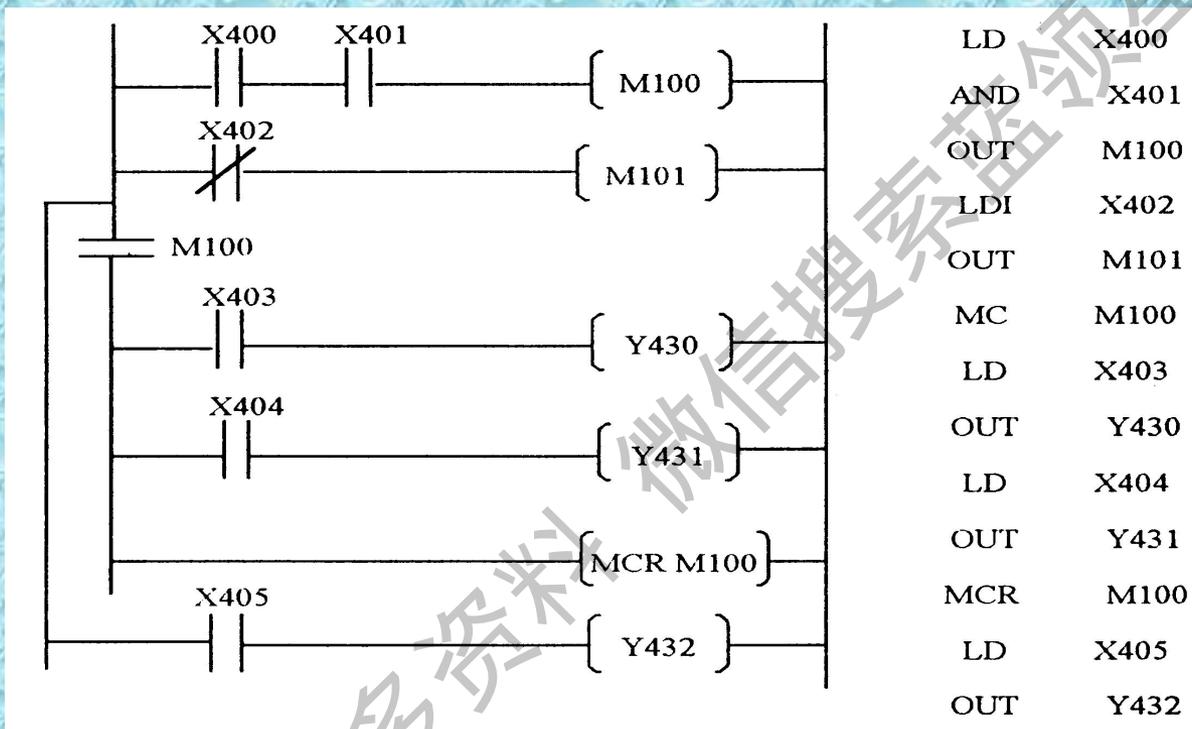
- ❖ MC(Master Control): 主控指令，用于公共逻辑条件控制多个线圈，使主母线移到主控触点之后。
- ❖ MCR(Master Control Reset): 主控复位指令，用于将母线复位。

■ 指令的使用说明

- ❖ MC和MCR指令只对M100～M177起作用；
- ❖ MC主控触点（可同时控制许多电路的触点）后的电路由LD或LDI开始。

■ 指令举例

MC、MCR指令举例



(a) 梯形图

(b) 语句表

程序的输入、测试及运行

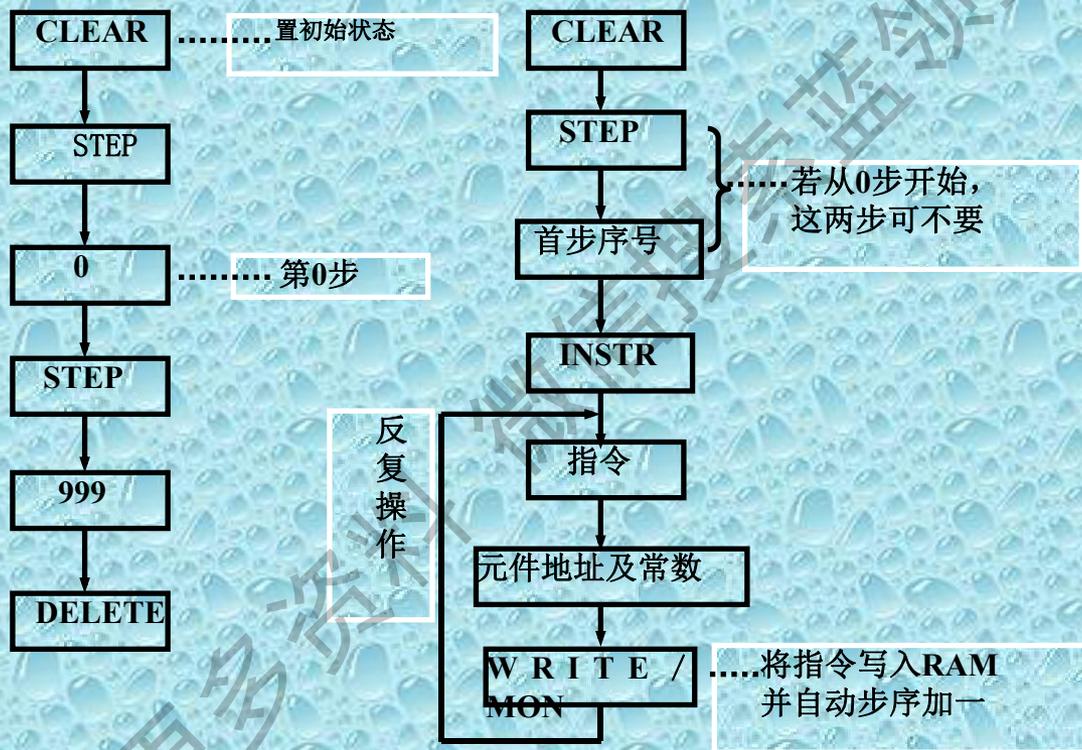
■ PLC的工作状态

- ❖ 编程状态 PROGRAM
- ❖ 运行状态 RUN

■ 程序的输入及修改

- ❖ 程序的输入流程图
- ❖ 程序的修改
 - 在输入过程中，如在按“WRITE / MONITOR”键之前需修改指令,可先按“INSTR”键，然后写入正确的指令；若在按“WRITE / MONITOR”键之后修改指令，需先按“STEP（一）”返回原指令，然后写入正确的指令。
 - 修改的方法为：查出错误的指令后先按“DELETE”键，同时输入正确的指令，然后再按“INSERT”键即可。

程序的输入流程图



(a) 清零步骤

(b) 程序输入流程图

PLC的程序设计

梯形图的绘制规则

- 先画出两条垂直方向的母线，再按从左到右、从上到下的顺序画好每一个逻辑行。
- 梯形图上所画触点状态，就是输入信号未作用时的初始状态。
- 触点应画在水平线上，不能画在垂直线上（主控触点例外）。
- 不含节点的分支应画在垂直方向，不可放在水平方向，以便于识别节点的组合和对输出线圈的控制路径。
- 几个串联支路相并联时，应将触点最多的那个支路放在最上面；几个并联回路相串联时，应将触点最多的支路放在最左面。
- 触点可以串联或并联；线圈可以并联，但不可以串联。
- 触点和线圈连接时，触点在左，线圈在右；线圈的右边不能有触点，触点的左边不能有线圈。
- 梯形图中元素的编号、图形符号应与所用的PLC机型及指令系统相一致。