

三  
菱  
F  
X  
系  
列  
P  
L  
C  
完  
整  
培  
训  
教  
材

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

# PLC概述

## 1、目的和要求：

- 1) PLC特点
- 2) PLC主要用途
- 3) PLC基本构成
- 4) PLC工作方式及过程（五个基本步骤）
- 5) PLC技术指标
- 6) PLC编程语言（梯形图、指令表编程语言）

## 2、重点与难点：

- 1) PLC构成
- 2) PLC工作过程及注意点
- 3) 编程语言
- 4) 指令表编程语言

## 3、要求：

熟练理解和掌握PLC的工作过程、基本熟悉PLC的常用编程方法

## 4、教学方法设计：讲授。

# 三菱 PLC

## A-PLC



## FR—E500



## FR—S500



## FX1N—1



## FX2N—1



## FX1S—1



# 第一节 PLC概说

## 一、可编程控制器的产生、定义和分类

### 1、可编程控制器定义

1) **PLC**——（Programmable Logic Controller）可编程逻辑控制器，也称**PC**。为区别**PC**个人计算机（personal computer）故称**PLC**。

2) **PLC基本功能**——现代工业控制三大**支柱**之首（**PLC**、**机器人**、**CAD/CAM**）。具有逻辑控制、顺序控制和模拟量输入/输出、定位控制、旋转角度检测、高速计数、数据处理、联网通讯等综合性功能。

3) **PLC定义——IEC定义**：可编程控制器是一种把**数字运算与控制操作**为一体的电子控制系统，专为在工业环境下应用设计，它**采用可编程的存储器**，用于其内部存储程序，执行逻辑控制、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作指令，并通过数字式输入/输出**控制**各种类型的机械或**生产过程**。可编程控制器及其有关的外部设备，都按易于与工业控制系统联成一个整体，并易于**扩充**功能的原则设计。

### 3、可编程控制器特点

- **适应工业现场恶劣环境**——可靠性高、模块结构、抗干扰、自检、自诊断、连锁、互锁等
- **适应强，应用灵活**——模块积木结构、可组合和扩展，满足各种规模、功能的控制系统。
- **PLC编程方便相对易学**——梯形图及语句表编程
- **PLC使用方便，对使用者要求低**——输入输出直接相连、控制要求改变时可可程序以适应、PLC输入、输出可与电压为交流220V、直流24V强电相连，有较强带负载能力。
- **具有各种接口外设，适应性广，功能完善**——系列化模块和标准接口
- **PLC体积小、重量轻、便于安装**——标准导轨

## 5、PLC发展方向 及按容量及功能分类

- 1) **PLC发展方向**——一是向**大型化**、通用化发展，以实现现代工业控制需要；二是向**小型化**、微型化、专用化发展，适应产品更新换代及家电控制要求。再就是**体积小更高速**（速度**34ns**），与其它**控制产品结合**，结合个人计算机，采用**windows**平台等。
- 2) **世界上常见型号**——数百家。美国**TI**（德州电器公司）、**GE**（通用电气公司）、**Gourd**（歌德公司）、**DEC**（数字设备公司）、日本**MITSBISHI**（三菱）、**HITACH**（日立）、**OMRON**（立石）、德国**SIEMENS**（西门子）、荷兰**PHILIP**（飞利浦）、瑞典**GC**（通用公司）等等。20世纪80年代我国可自己设计制造**PLC**。

### 3) PLC按容量其他分类方式

按结构形式分——整体式（箱体式），如FX0N、FX2N，西门子S系列S7—200，

OMRON（立石）C系列、等；

模块式（积木式），如三菱A系列，西门子S系列300等。

按PLC功能强弱分——  
低档、中档、高档

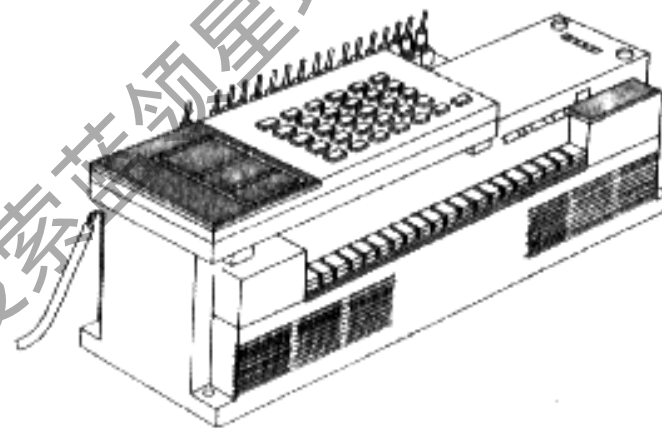


图 5-9 单元式可编程控制器

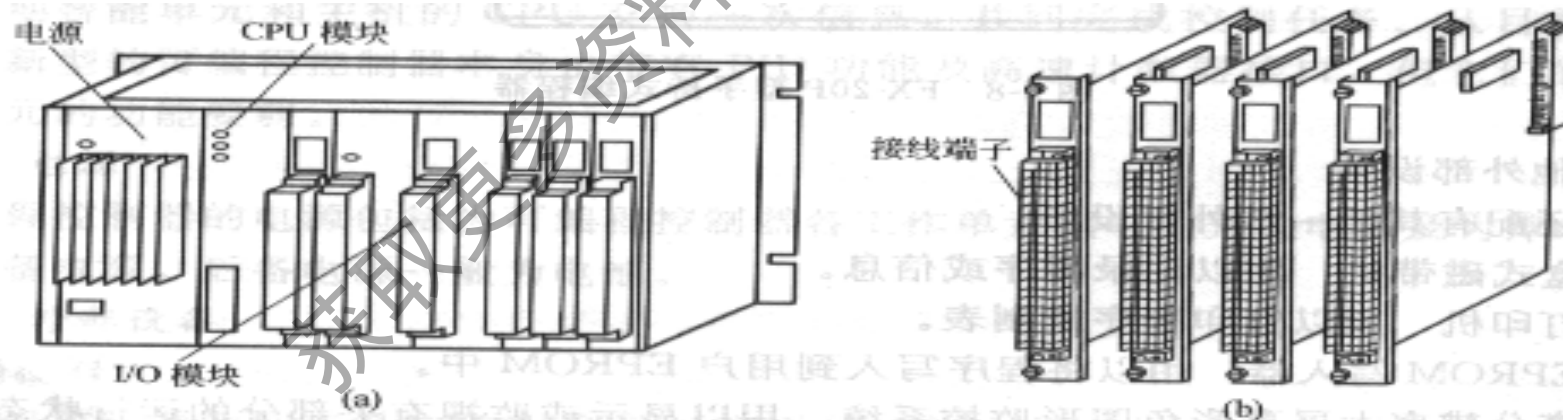


图 5-10 模块式可编程控制器



## PLC按容量及功能分类

性 能	小 型	中 型	大 型
I/O点	256点以下	256—2048点	2048点以上
存储器容量	0.5—2KB	2—64KB	64KB以上
CPU	单CPU、8位微处理器	双CPU、16位字处理器、32位字处理器	多CPU、32位字处理器位处理器和浮点处理器
扫描速度	10—60ms/千步	10—60ms/千步	1.5—5 ms/千步
辅助继电器	8—256个	256—2048个	2078—8192个
定时器	8—64个	64—256个	256—1024个
计数器	8—64个	64—256个	256—1024个
智能I/O（特殊功能模块）	少	有	有
连网能力（通信功能）	有	有	有
主要用途	逻辑运算、定时、计数、简单算术运算、比较、数制转换	逻辑运算、定时、计数、寄存器和触发器功能。算术运算、比较、数制转换、三角函数、开方、乘方、微分、积分、定时中断	逻辑运算、定时、计数、寄存器和触发器功能。算术运算、比较、数制转换、三角函数、开方、乘方、微分、积分、PID、定时中断、过程监控、文件处理
编程语言	梯形图、指令（语句）表	梯形图、流程图、指令（语句）表	梯形图、流程图、指令（语句）表、图表语言、实时BASIC

# PLC性能参数

- **输入输出点数**：外部输入输出端子数
- **内部继电器种类和点数**：含辅助继电器、特殊继电器、定时器、计数器、位移寄存器等
- **用户程序存储器**：编入用户程序，K表示
- **扫描时间**：解读用户程序时间，以1000步，即1K来估算。  
。（一个二进制数称为一位，8位二进制数称为一个字节，16位为一个**字**，在PLC中也称为**步**。用户存储器容量的大小，关系到用户程序的**步长**。目前常见扫描速度为1.5—60ms/千步，最高0.48 ms/千步。
- **编程语言和指令功能**：常用四种语言 指令有差别，含义相近。**指令条数和功能**：衡量PLC软件功能强弱的主要技术指标，多则性能高。
- **工作环境**：适应工业环境 温度适度可燃可爆时注意
- **可扩展性**：只能扩展的模拟量、高速处理、温控、通讯、伺服控制等

# FX系列PLC技术指标

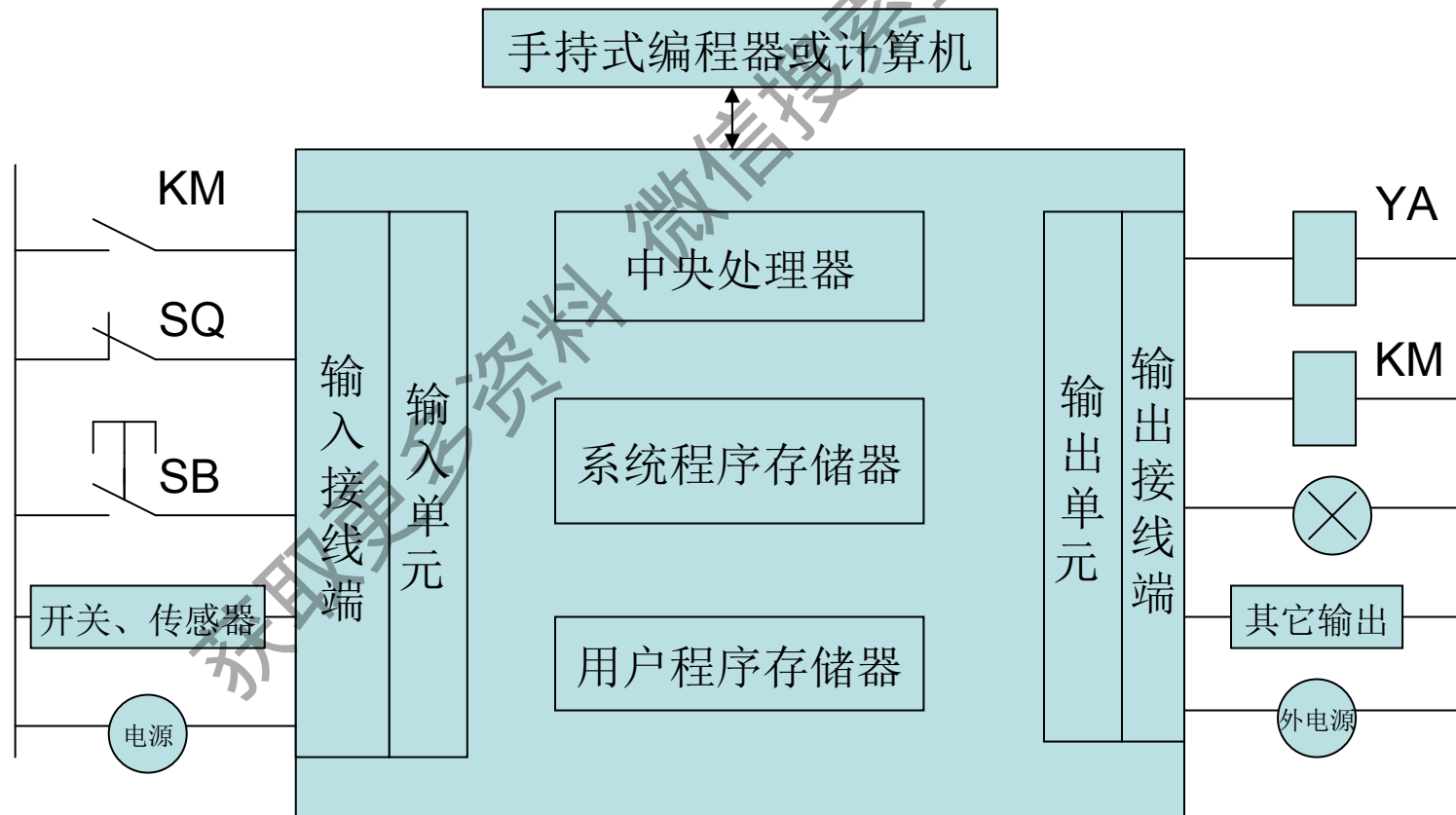
项 目 \ 系 列		FX0	FX0N	FX2	FX2C
最大 I/O		30	128	256	256
机种	主机	12	12	31	4
	扩展单元	/	1	5	
	扩展模块	/	4	22	
指令数	基本	22	22	22	
	功能	35种 50个	38种 55个	96种 228个	
处理速度 (基本指令)		1.6 ~ 3.6 $\mu$ s/步	1.6 ~ 3.6 $\mu$ s/步	0.48 $\mu$ s/步	
记忆容量	内附程序 (步)	800EEPROM	2000EEPROM	2000RAM	
	最大程序 (步)	800	2000	8000	
	最大容量 (位)	1.6K	16K	16K	
辅助继电器 (一般)		512	512	1536	
定时器	1ms/10ms/100ms	0/24/26	1/31/32	4/46/206	
	模拟 (内附)	1	2	/	
计数器	一般	16	32	235	
	高速	单相	50kHz 4点	10kHz 3点 7kHz 3点	
		二相	2kHz 1点	2 kHz 2点	
数据寄存器	一般	32	256	1000	
	文件	/	1500	4000	

# 提示及建议

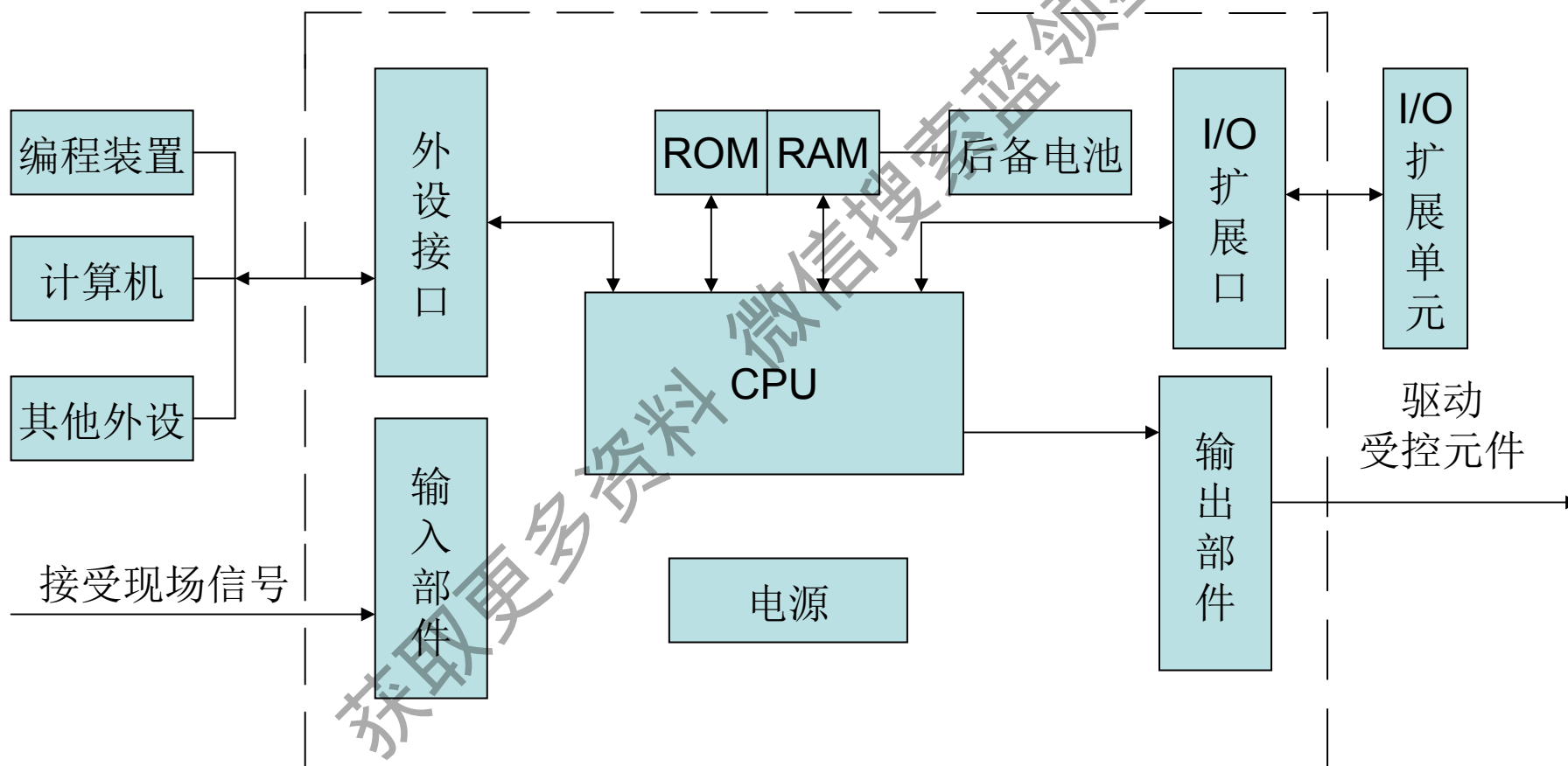
- 1、PLC功能强大，三大用途中，在机械工业中对开关量逻辑控制应用最为广泛；
- 2、PLC系列多，分类方式也有多种，各厂家的型号不同，编号也不同，以三菱、西门子在国内应用最多（占有量40%、30%）；
- 3、各种PLC原理相同，编程及应用相近，知其一，可触类旁通；
- 4、PLC技术参数是选型的基本依据，一定注意；
- 5、国产仅生产中小型PLC——上海东屋电气CF系列、杭州机床电气厂DKK及D系列；大连组合机床研究所S系列，苏州电子计算机厂YZ系列等
- 6、国内外大量PLC的型号、规格可以通过《可编程控制器选用手册》（宋家成、张春雷、机械工业出版社）查阅

## 二、可编程控制器基本结构

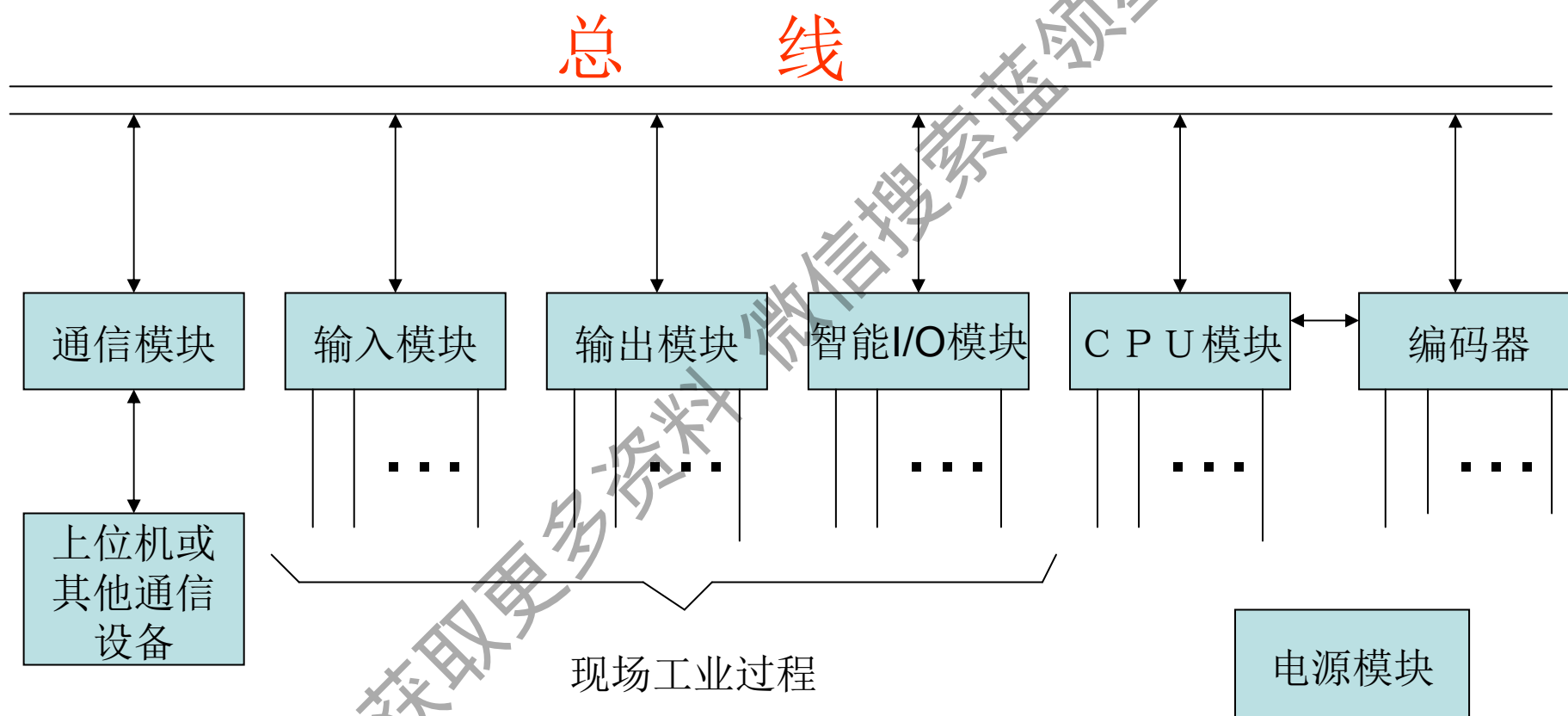
1、构成——结构和原理与微机相似。硬件由微处理器、存储器、各种输入/输出接口。



# 整体式 PLC 逻辑框图



# 模块式 P L C 逻辑框图



## 2、处理单元中央（CPU）

- 1) 作用**：是PLC的核心。是运算、控制中心，用于实现逻辑运算、算术运算，并对全机进行控制。
- 2) 构成**：微处理器可采用单CPU、双CPU、多CPU，用8位、16位、32位CPU芯片。如Z80A、8031、8085、8086、80286等芯片。其性能代表信号处理能力与速度。
- 3) CPU功能**：**接受并储存**从编程器来的用户程序和数据，或计算机的梯形图信息，并**存入指令寄存器**；用**扫描方式**接受现场输入的状态和数据，存入输入状态寄存器或数据寄存器；**显示**自诊断、电源、内部工作状态和编程的语法错误；PLC运行时，**逐条读取程序**，执行指令，**发出控制信号**，启闭控制电路，执行数据存取、传送、组合、比较、和转换，逻辑算术等运算；根据运算结果，更新状态和或数据，实现**输出控制**、制表、打印或数据通信等；CPU接受I/O送来的中断请求，进行中断处理，再返回主程序，**顺序执行**。



## 3、存储器

**1) 只读存储器 (ROM)** ——PLC厂家写入的系统程序，永久保存。

**检测程序**——PLC加电先检测各部件操作是否正常，并显示检查结果；

**翻译程序**——用户键入控制程序变换成微机指令组成的程序，然后执行；

**监控程序**——根据需要调用编程器选定的相应的内部工作程序。

**2) 随机存储器 (RAM)** ——为读写存储器，即用户**写入**的程序。写入信息覆盖原信息，读出时，RAM内容不破坏。断电时锂电池供电使RAM中信息不变。

**用户程序** (软件) ——PLC选择 (**STOP**或**PROGRAM**) **编程**工作方式时用手持编程器、计算机键盘输入的程序，经处理后放入RAM低地址区；

**功能存储器**——用于存放逻辑变量，如输入、输出继电器、内部辅助继电器、定时器、计数器、移位继电器等；

**内部程序使用单元**——不同型号PLC的存储器容量不同，如输入输出继电器的数量、保持继电器数量、定时器数量、计数器数量以及拥护程序的字长等都不同；注：二进制**16**位为一个**字**的单位，也称为**步**。用户存储器的ON/OFF状态、数值、数据等；以上存储器构成了各种内部器件，也称**软器件**。用户存储器容量的大小，关系到用户程序的**步长** (FXON为**2000**步) 和内部器件多少，是PLC性能指标之一

## 4、I/O输入/输出模块、单元

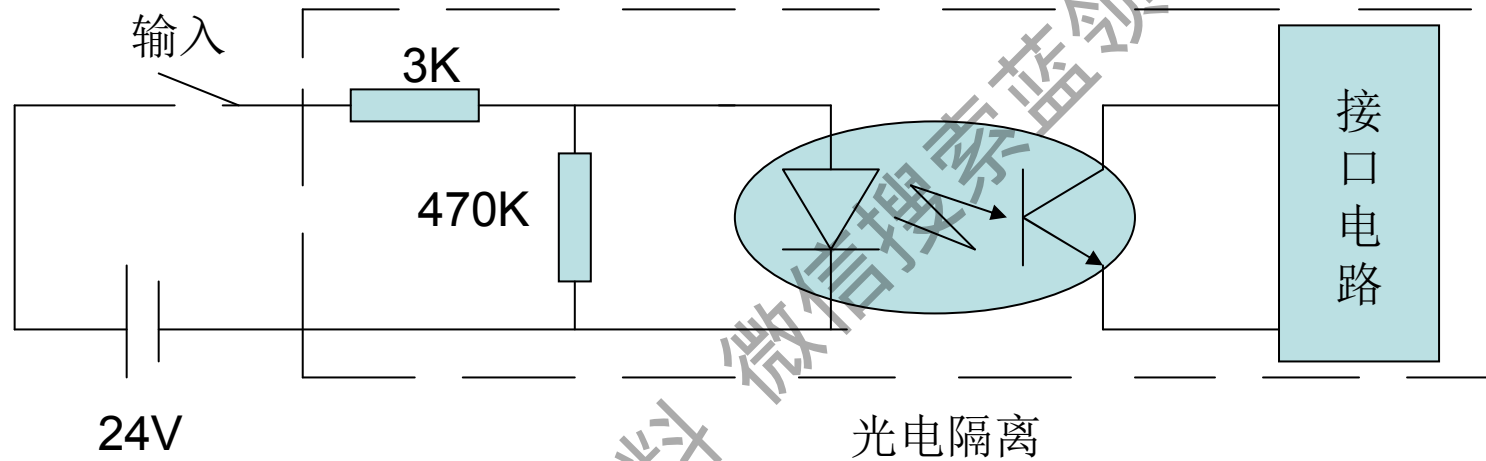
I/O模块是PLC与外界的接口。

1) **输入模块**——一类：按钮（**SB**）、选择开关（**SA**）、行程开关（**SQ**）、继电器触点（**KA**）、接近开关、光电开关、数字式拨码开关等**数字式开关量信号**（通、断）；另一类是电位器、测速发电机和各种变送器送来的连续变化的**模拟量信号**。

为防止强电干扰采用**光电耦合器**与输入信号相连。输入端发光二极管产生与输入电信号变化规律相同光信号，经过耦合，光敏元件导通程度与信号强弱线形相关。

输入接口电路（输入模块）由**数据寄存器**、选通电路、中断逻辑电路构成，信号是耦合器送到输入数据寄存器，再通过数据总线送给**CPU**。

## 输入光电耦合示意图



光电耦合隔离输入原理图

### 直流开关信号输入单元

配置直流开关信号输入电源12—24V，分8点和16点，16点一般为24V，由PLC供电。

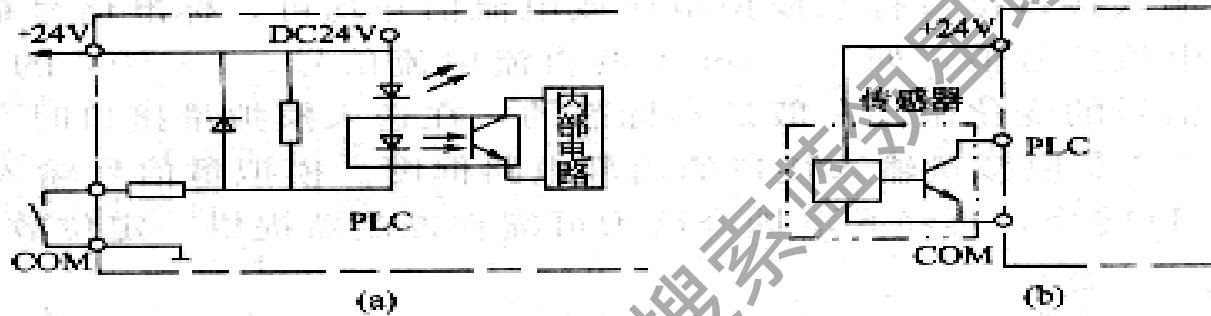


图 5-2 直流输入电路

### 交/直流开关信号输入单元

可用于直流或交流，也分8点和16点形式，前者12—24V，后者24V。

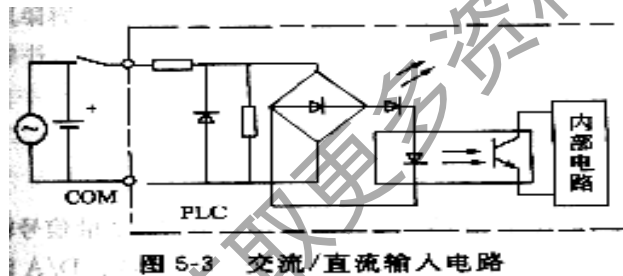


图 5-3 交流/直流输入电路

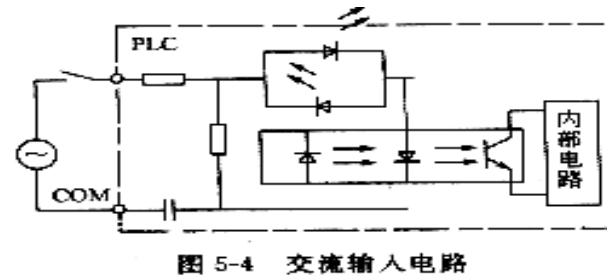


图 5-4 交流输入电路

### 交流开关信号单元

分8点16点，电压100—120V。还有8点输入达200—240V

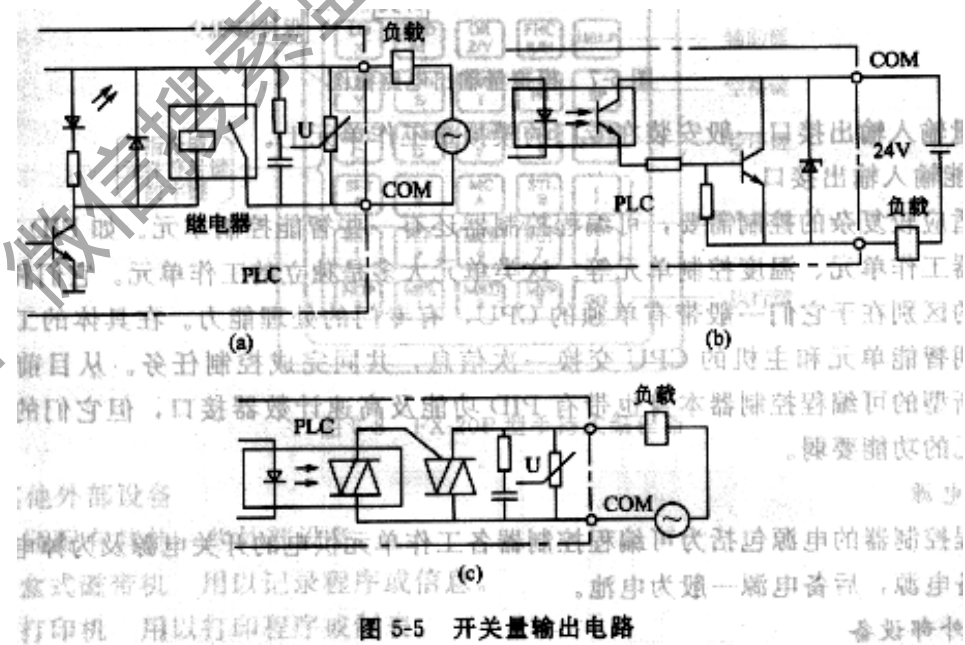
## 2) 开关量输出单元

由输出接口电路和功率放大电路组成。输出接口电路由输出寄存器、选通电路、和中断请求电路组成，CPU经数据总线把输出信号送到输出数据寄存器中，通过功率放大电路，驱动PLC继电器、可控硅和晶体管的输出。

**继电器输出：**用于交直流负载，须外加电源。8点和12点两种。继电器输出2A/1点，响应时间10ms。

**晶体管输出：**接直流负载，外电源DC12—48V，0.5A/1点，8点和12点两种，响应时间 < 1ms。

**可控硅输出：**用于交流负载，0.3A/1点，响应时间 < 1ms，8点和12点两种。



# 开关量输入输出单元接线

**汇点式接线：**输入或输出回路又一个公共端（汇集端）COM，可以把全部输入或输出为一组，公用一个公共端和**同一个**电源；

**分隔式接线：**每个输入或输出点单独用各自电源接入，没有公共端汇点，有各自的COM端，每个输入或输出是隔离的。

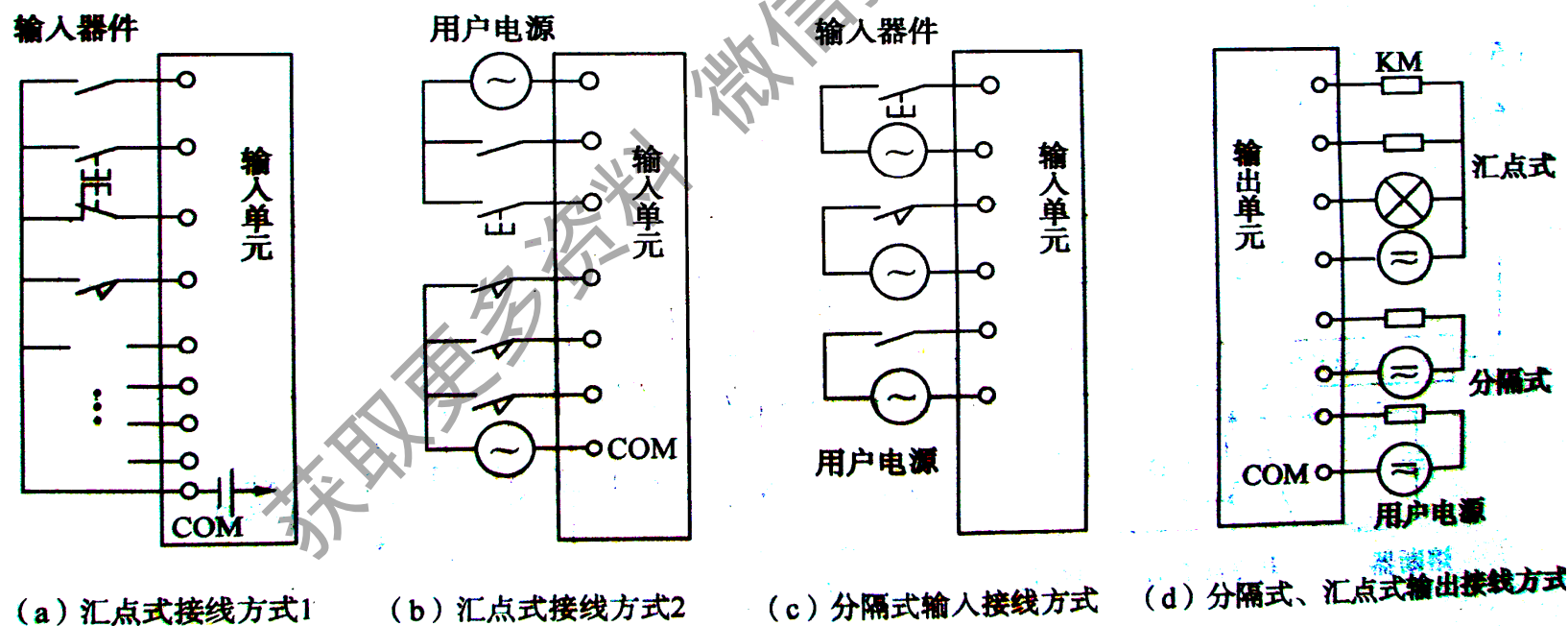


图 1.10 输入/输出接线

# 接线说明

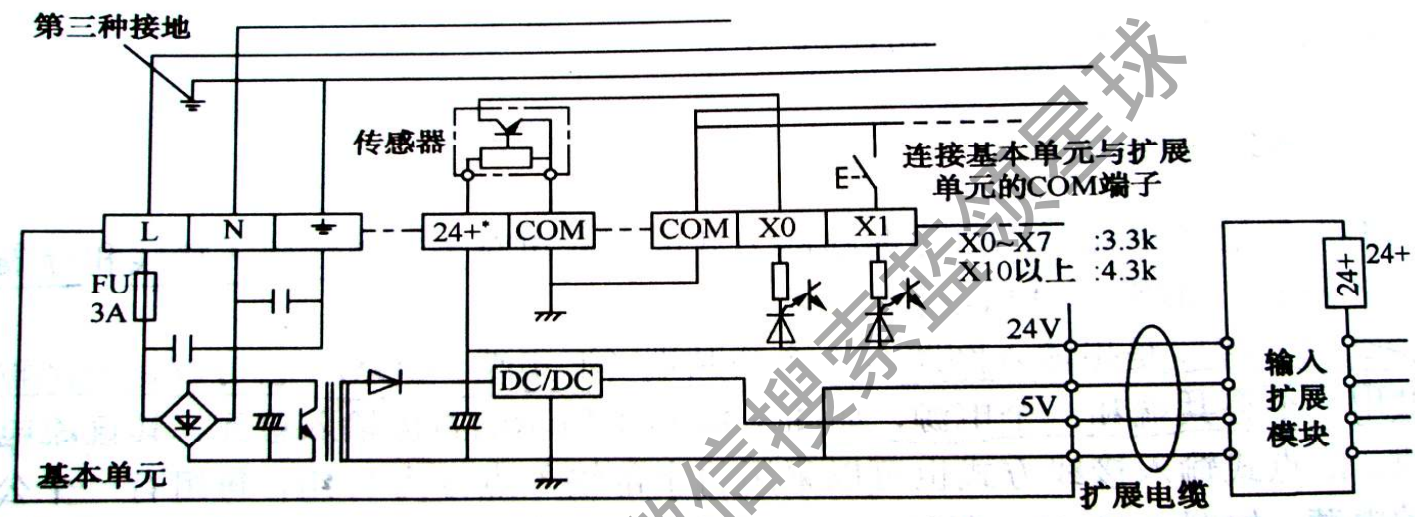
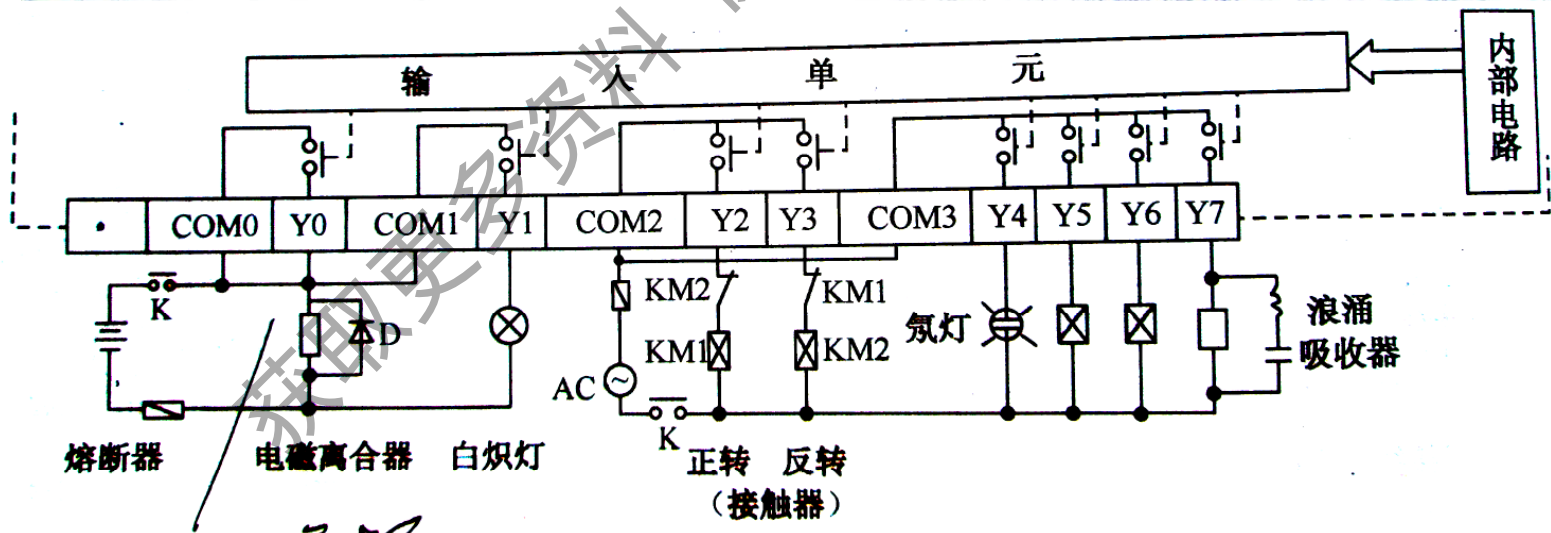


图 1.11 PLC 输入电路的连接说明



8子向下打

图 1.12 PLC 输出电路的连接说明



**3) 其它I/O模块:** 串/并行变换、数据传送、误码校验、A/D、D/A变换器、各种通信模块、中断输入模块、ASCII/BASIC模块、高速模块、远程I/O控制模块,单轴伺服电机定位模块、两轴步进电机数控模块

**4) 手持式编程器:** 由键盘和显示器组成。键入用户的应用程序写入RAM中,含写入、读出、插入、删除等操作,并对PLC进行编程、**监控**、调试、编辑、信息显示、外部存储器进行存储等。运行时不用它。

**计算机也可编程软件和调试。**

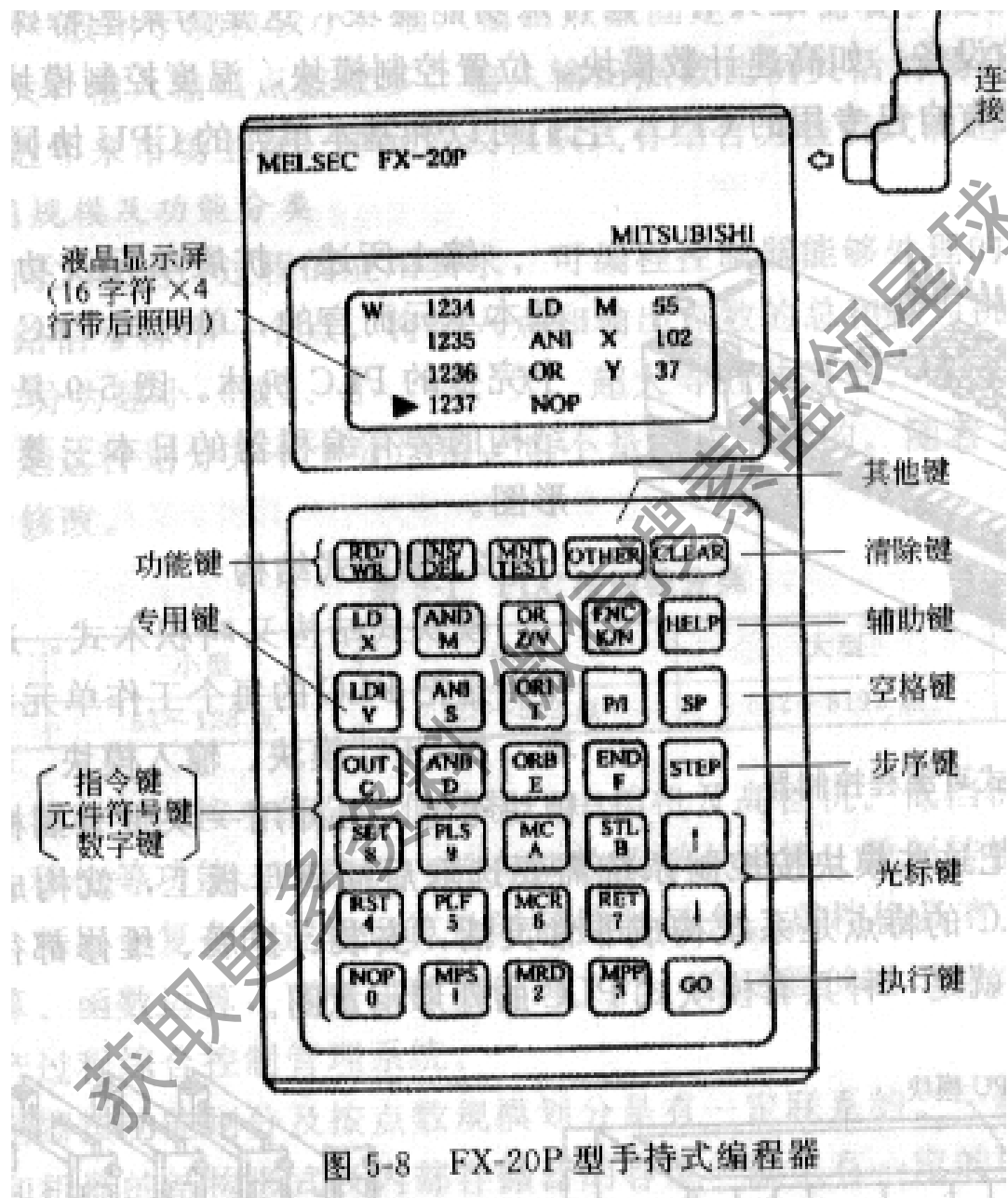


图 5-8 FX-20P 型手持式编程器

## 5、电源部件

CPU工作电压5V

接口信号电压直流24V、交流220V，采用开关式稳压电源。

锂电池作停电的程序信息保护电源。

获取更多资料

微信搜索 蓝领星球

# 提示及建议

- 1、PLC结构和计算机相似，CPU、存储器、输入/输出、编程器等；
- 2、CPU、存储器、模块多少代表PLC的水平和功能；模块选择根据实际需要决定。
- 3、关于步长（存储器容量）是个重要概念；
- 4、外电源的连接需要遵照具体产品的规格和说明；
- 5、手持编程器是个厂家通用设备，使用有要求的；
- 6、使用过程中对输入和输出内部具体电路略有了解即可。

获取更多资料

## 三、PLC的安装与接线

### 1、安装方法

- 1) **安装**——PLC各类单元底部有导轨安装杆，可将PLC的控制单元、扩展单元、A/D转换单元、D/A转换单元、I/O链接单元安装在宽35mm的**DIN**导轨上。
- 2) **安装环境**——一般工业场所都行。但温度0—55℃，相对湿度小于85%；通风散热，无腐蚀气体、粉尘、金属屑；避免水溅、阳光直射；避免强烈震动或冲击；远离干扰源等。

插图

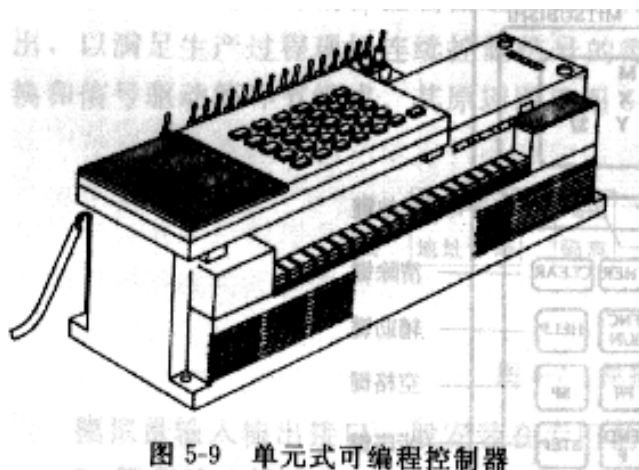


图 5-9 单元式可编程控制器

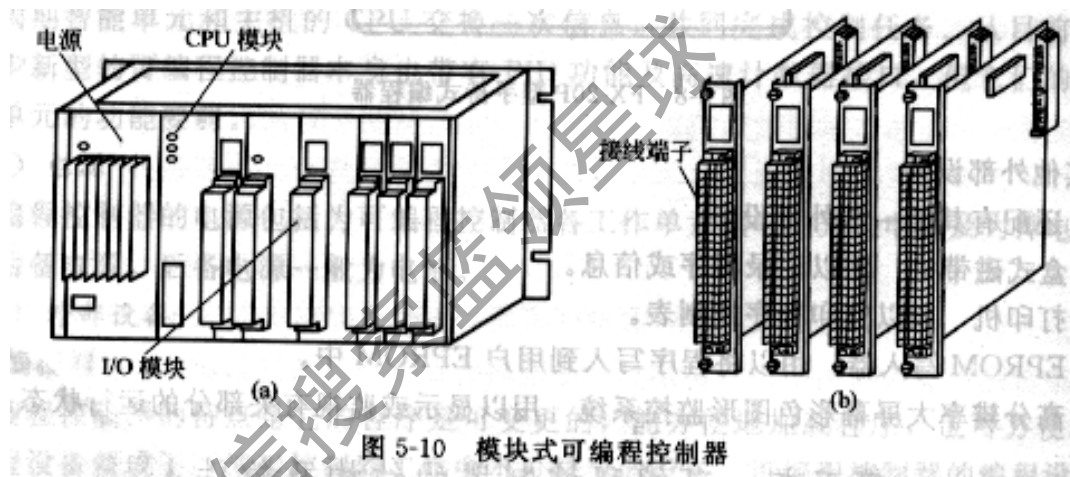


图 5-10 模块式可编程控制器

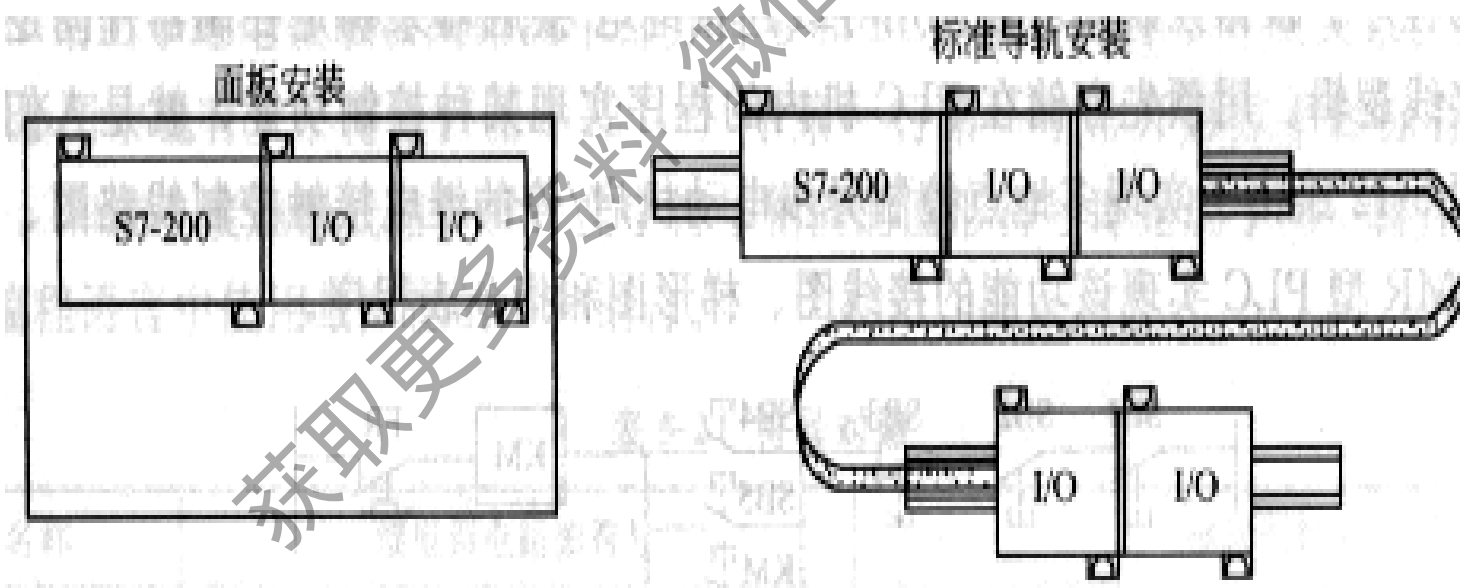
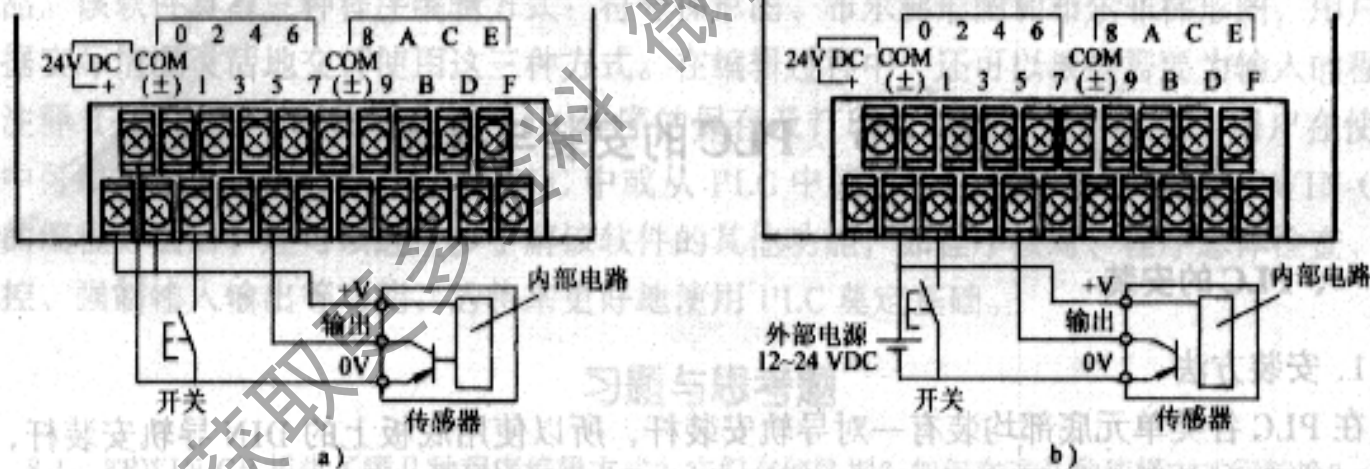


图 5-11 叠装式可编程控制器

## 2、PLC接线

1) 输入端接线——输入开关可以是各种触头的机械开关，也可以是无触头的电子开关。一般主机上配有输入端使用的24V直流电源（注意：勿将外电源接到直流电源端子上，如果该电源功率不够，还可以在输入端使用外接电源）。输入线远离输出线，高压线及用电设备。



2) 输出端接线——输出端接线分为独立输出端和公共输出端两种。当负载使用不同电源时，可采用独立输出的方式，即输出端各接地（COM）端均是独立的；若输出端没有独立的接地，各负载必须使用相同电源，应将个COM端短接。

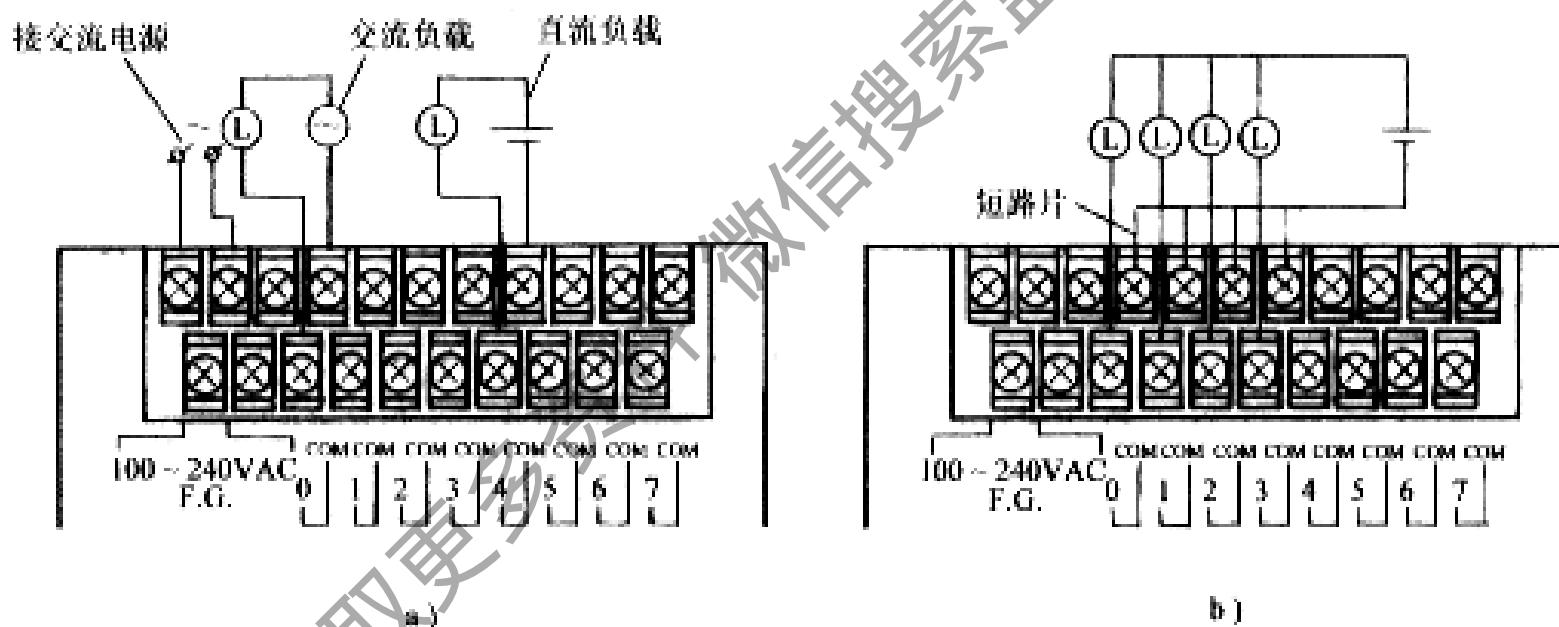


图 9-3 输出端接线图

a) 独立输出 b) 公共输出



### 3、A/D、D/A转换单元接线

A/D转换单元接线

D/A转换单元接线

### 4、I/O链接

单元接线

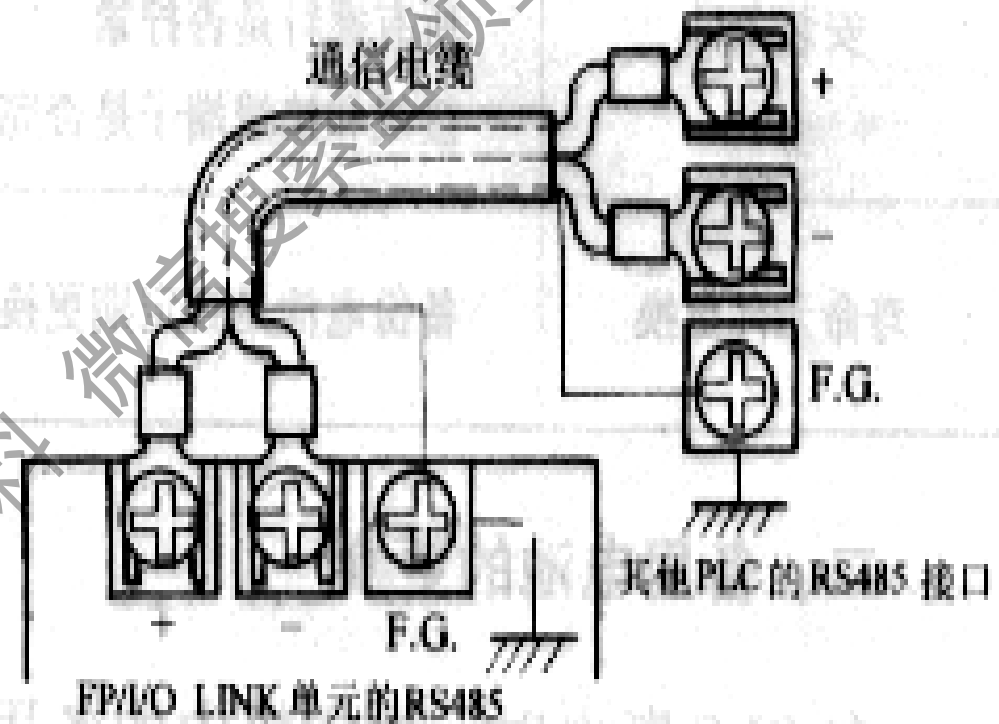


图 9-6 I/O 链接单元的接线

## 5、PLC维护

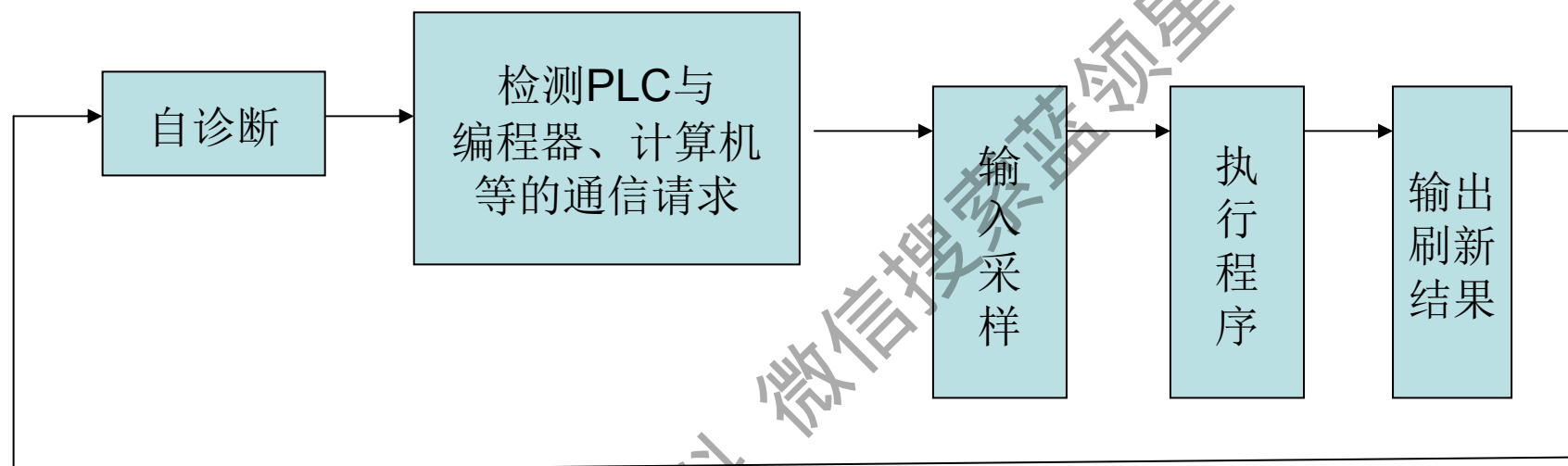
项 目	检 查 要 点	注 意 事 项
供电电源	测量PLC端子处的电压来检测电源情况	交流型PLC工作电压为85—265V 直流型PLC工作电压20.4—26.4V
环境条件	环境温度、环境湿度、有无污物粉尘	环境温度0—55℃，相对湿度35%—85%以下且不结露，无积灰尘、异物
I/O端电压	测量输入输出端子上的电压	均应在工作要求的电压范围内
安装条件	各单元是否安装牢固，所有螺钉是否拧紧，接线和接线端子是否完好	所有单元的安装螺钉必须紧固，连接线及接线端子牢固，无短路或无氧化现象
寿命元件更换	备份电池是否定期更换等	备用电池每3—5年更换一次，继电器输出型的触头寿命约300万次

## 提示与建议

1. 接线方式应查阅有关产品使用说明书；
2. PLC接线是学习和使用PLC的重要内容，必须把外电路中：传感器、按钮、开关等以及输出线圈、电磁铁、负载等回路通盘考虑，才能完成接线工作；
3. 外电路与PLC的I/O逻辑状态有联系，该逻辑关系必须理清，否则产生逻辑混乱；
4. PLC的维护主要内容含：测量PLC端子处电压检查电源、分析环境情况、测量输入输出的电压检查I/O端电压、连接及紧固件是否牢固、备份电池是否定期更换等。

## 四、可编程控制器的工作方式

PLC采用**循环扫描**方式，用户程序按**顺序存放**，CPU从第一条指令开始执行直到结束符号后返回第一条指令，如此**循环**。即在系统软件控制下，顺序扫描各输入点状态，按用户程序进行运算处理，然后顺序向输出点发出相应控制信号。而微机采用的是等待命令方式。



PLC工作五个过程框图

# PLC扫描过程

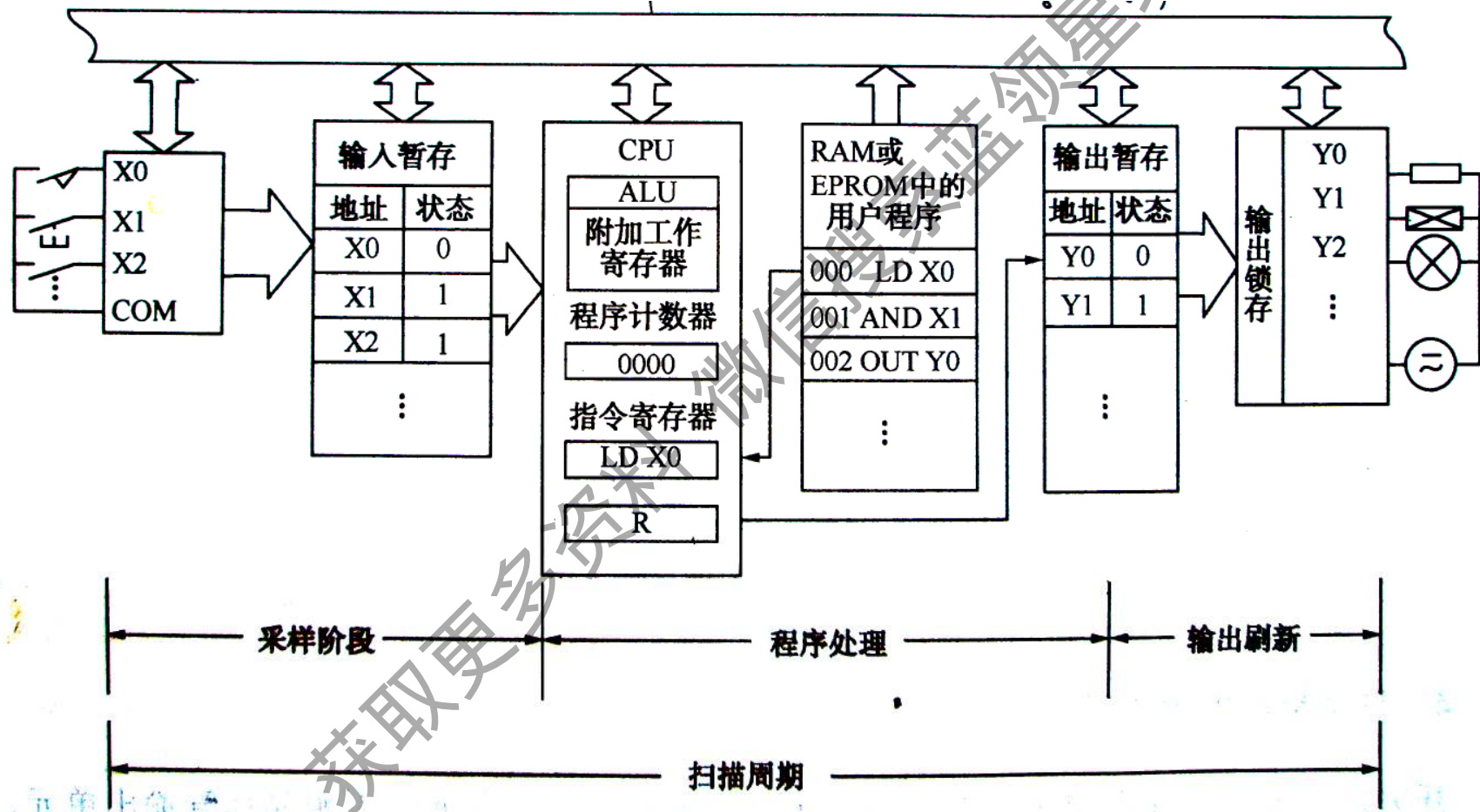
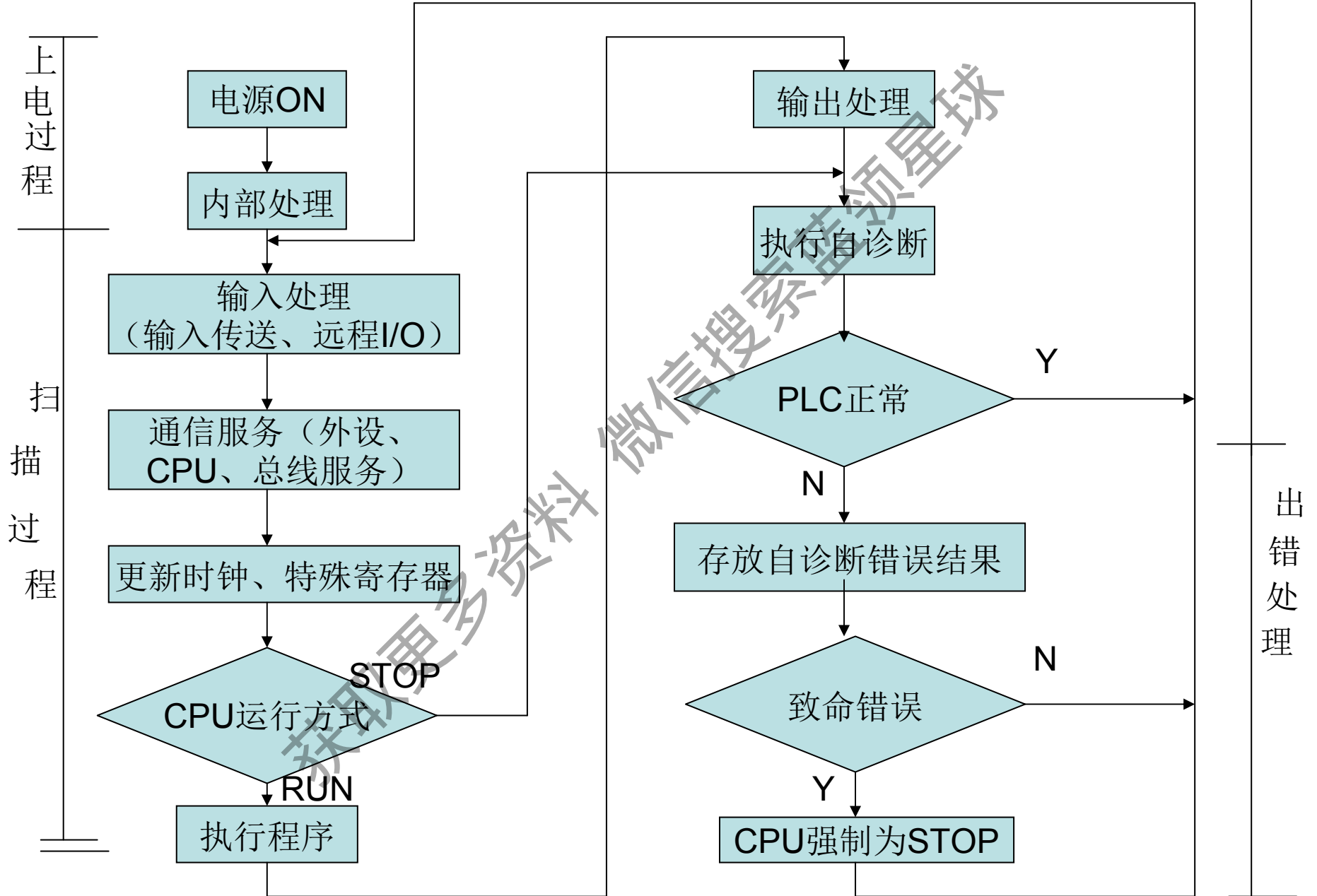


图 1.6 PLC 执行用户程序的过程

# PLC工作过程



# 1、扫描过程及周期

- 1) 每次扫描首先执行自诊断程序——检查I/O部分、存储器、CPU等，发现异常停机显示；
- 2) PLC检测是否有与编程器、计算机等的通信请求——如果有则须相应处理，如接受编程器程序、命令、数据，并把状态、数据、出错信息送给编程器或计算机显示；如有计算机通信请求，也在这段时间内完成数据接受、发送、显示；
- 3) PLC对各输入端进行扫描——将输入端的状态送到输入状态寄存器，即输入采样阶段；



4) CPU将指令逐条调出并执行——并对输入和原输出状态（或数据）进行处理，按程序对数据进行逻辑、算术运算，再将结果送到输出状态寄存器，即程序执行阶段。

5) 输出——当所有指令执行完后，集中把输出状态寄存器的状态通过输出寄存器送到输出端，即输出刷新阶段。

扫描周期——完成上述五个阶段的过程称为一个扫描周期，是PLC重要指标。 $T = (\text{读入一点时间} \times \text{输入点数}) + (\text{运算速度} \times \text{程序步数}) + (\text{输出一点时间} \times \text{输出点数}) + \text{自诊断时间}$

显然扫描时间重要取决于程序长短。一般每秒钟可扫描数十次以上，对工业设备没有影响。但对快速系统，要精确计算响应时间，合理安排指令和程序，减少扫描周期造成的延时影响。

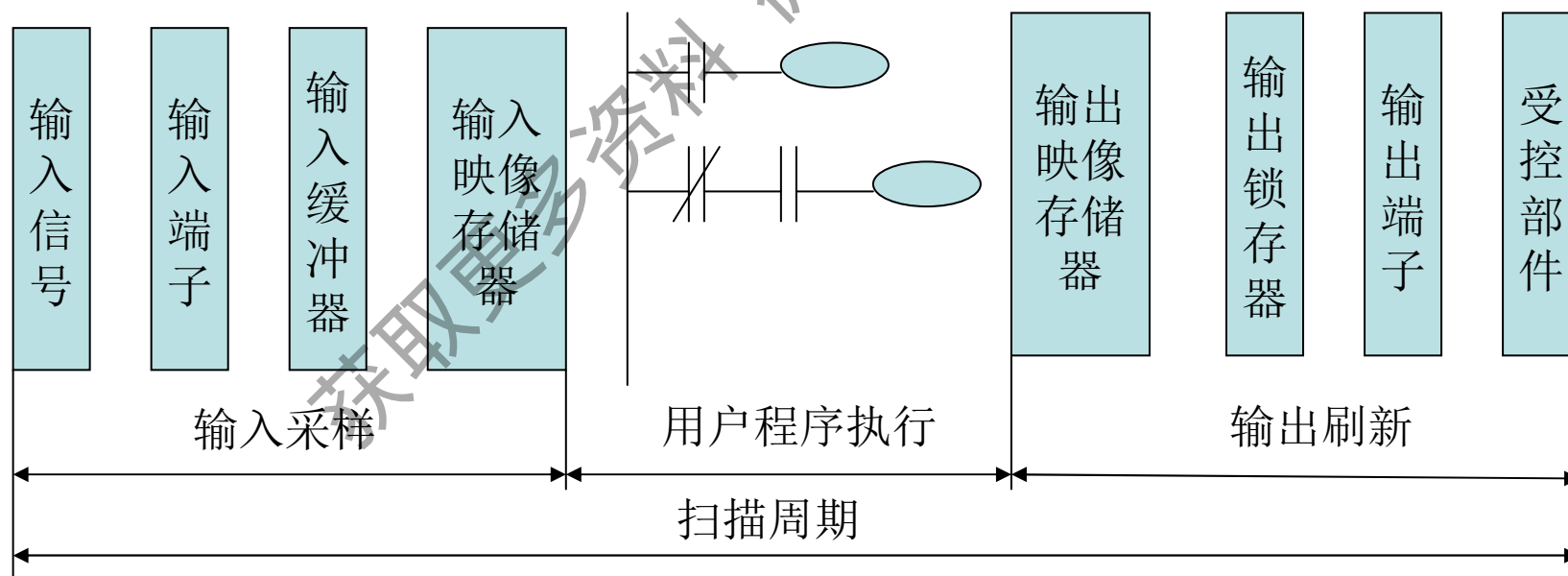
## 2、自检操作

在每次扫描程序前都要对PLC及其系统作一次自检，异常则显示灯亮（ERROR）。一般故障仅报警而不停机，严重故障则停止程序运行。

获取更多资料 微信搜索 工控星球

### 3、数据输入/输出操作

1) 数据输入/输出操作即I/O口刷新。输入刷新是对PLC的输入进行一次读取，输入端状态读入PLC内部寄存器；输出刷新是将运算结果送到PLC输出端。



2) 将输出寄存器称为软继电器——就是存储器中一位触发器，0、1对应继电器的通、断，通过用户程序来控制这种继电器，也称为内部继电器。

3) 输入操作实际上是输入采样信号，即刷新输入状态寄存器；输出操作是送出处理后的结果，即按输出状态寄存器的内容刷新输出电路。PLC每次扫描中回将保存输入和输出状态的寄存器的内容进行一次更新。

4) 信号的滞后现象——在本次I/O刷新之后，输入量才变化，则本次扫描期间PLC的输出保持不变，只有下一次扫描期间输出对输入产生响应。PLC根据用户程序对当前输入状态进行处理，其结果放在映像存储器中，在程序执行结束时，PLC才将输出状态存储器的内容通过锁存器输出到端子上，刷新后的输出状态要保持到下次刷新为止。这种循环扫描工作方式存在着信号的滞后现象。

## 4、用户程序执行操作

- 1) **执行用户程序**——每一扫描周期都按顺序从用户程序的第一条指令开始，逐条地解释和执行（遇跳转指令除外），直到执行到END指令才结束本次扫描。
- 2) **监视用户程序**——PLC有监视定时器ETD（watch-dog timer，看门狗），每次执行程序前复位WDT并计时，正常时执行一次用户程序所需时间不会超过某一值，若扫描失控或进入死循环，WDT报警并使程序重新开始执行。偶然故障系统转入正常运行，不可恢复确定性故障，则停止程序执行等待处理。

## 5、响应外设的请求命令

PLC每扫描周期内执行完用户程序，如遇外设命令的请求操作就执行。操作完结束本次扫描周期，开始下次扫描周期。

获取更多资料 微信搜索 工控星球

# 提示与建议

1. **PLC**循环扫描方式执行操作，输入/输出信号在逻辑关系上存在原理上的滞后现象，扫描周期越长，滞后约严重；
2. 对变化慢的控制过程，可认为输出信号的即时的；但对控制要求严格、响应速度要求快的系统，就必须考虑滞后现象所引起的响应延迟等不良影响。一般应按扫描周期的计算方法加以计算，对找工艺技术要求，是否可行；
3. 扫描周期中除用户程序时间外，还包括系统管理操作所占用的时间。再加上I/O硬件电路的延时、**PLC**的响应滞后，会使扫描滞后更大。一般采用分时、分批的程序设计方法减小滞后。
4. 整个程序执行的时间可根据指令多少及每条指令执行的时间查表计算出来。
5. 编程器等在程序正常执行时，和**PLC**是断开的，因此一般工作过程中不考虑通讯时间。
6. 外电路输入一次，将改变输入寄存器（继电器）的状态一次；若外电路不发生状态（通断）的改变，则寄存器状态也保持不变；
7. 输出对输入的功能滞后，极限情况为两个扫描周期。

## 提示及建议

- 1、PLC的技术指标代表PLC的能力，也是选择PLC的依据；
- 2、各类型PLC的指标都可以在相关资料中查到，如《PLC选型手册》；
- 3、那些PLC是否可以配带模块要参阅资料；
- 4、本教材有FX系列PLC全部资料数据。

获取更多资料  
德信学院蓝星球



## 五、可编程控制器的编程语言

IEC公布的可编程控制器标准（IEC1131）第三部分为PLC语言标准，可分为梯形图（LD）语言、指令（语句）表（IL）语言、功能图编程（FBD）语言和计算机高级语言四种。

获取更多资料

# 编程语言的特点

**图形式指令结构**：指令由不同图形符号组成，程序用图形方式表达，编程系统将工业控制中常见的相对独立的各种操作功能对应于相应图形，按需要将图形组合，填入操作数、参数，如输入/输出点即可。

运行中也采用图形或符号**显示被监视对象**。对复杂的算术运算、定时、计数，指令也参照梯形图或逻辑元件图表示。

**明确参数**：图形符号相当于操作码，规定操作功能，参数则是操作数，由编者填入。**PLC的变量和常数及取值范围都有明确规定**，如X1、X0、K1、Y1等，使用较直接、方便

**简化程序结构**：程序结构简单，一般为模块式结构。不同模块完成不同功能，逻辑清晰。

**简化编译过程**：只需编辑一个过程，其余由系统软件完成。

**增强调试手段**：使用编程器或计算机，利用专业软件编辑、调试、诊断、监控。

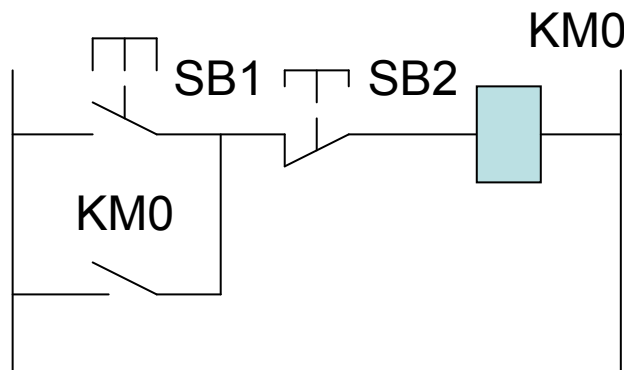
# PLC的编程方式

**在线（联机）方式：**编程器与PLC联机编程，专用接口直接把用户程序直接写入PLC中。

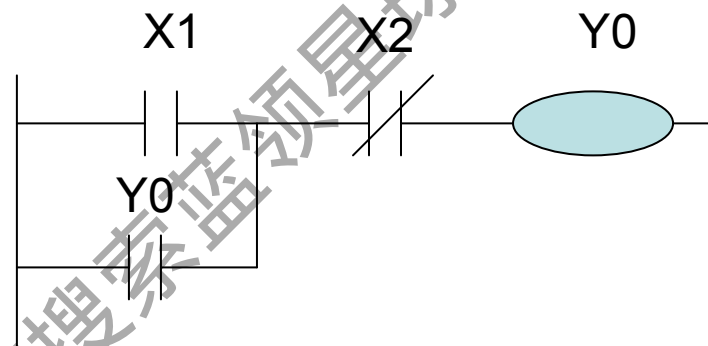
**离线（脱机）编程方式：**先将程序存放在编程器里，与PLC连接后把程序送入PLC用户程序存储器。

获取更多资料  
微信扫一扫  
信搜网  
全球

# 1、梯形图（Ladder Diagram）编程语言



电气控制线路图



PLC梯型图

梯形图基本符号

符号名称	继电器电路符号	梯型图符号
常开触点		
常闭触点		
线圈		

## 1) 特点

PLC梯形图是通过**内部器件**——就是存储器中一位触发器，**0、1对应继电器的通、断**，通过用户程序来控制这种继电器，也称为**内部继电器**。如输入、输出、辅助继电器、定时器/计数器等实现控制的

**在梯形图中的图形符号表示**，表明了PLC的输入与输出的逻辑关系，是一种图形语言和程序。

梯形图通过电气控制电路转化而来，**用软件实现**，可完成全部电气控制功能，且使用方便、修改灵活、编程容易。

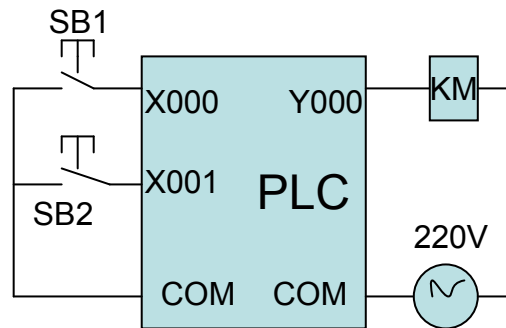
## 2) 基本方法

梯形图语言以梯形结构表示信号流向，各指令按从左至右、从上到下的顺序被扫描；一行或一组指令（逻辑行，一个输出）中，每条指令的输出信号作为其右边一条指令是否执行的条件，直到最右侧，然后扫描下一组指令；如扫描出任何一条指令不满足，则不往右扫描，原输出信号不变，立即转向下一组指令执行。

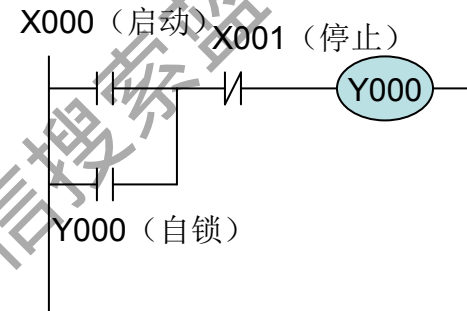
# 例：梯形图编程举例

## 异步电机单向运行启—保—停

启动按钮SB1接于X000输入点，停车按钮SB2接于X001，交流接触器KM接于输出点Y000输出点。



PLC接线图



单向控制运转梯形图

梯形图的全部要素：

**事件：**每个梯形图支路都针对一个事件。事件用线圈或功能框表示（如Y000）

**事件发生的条件：**支路中除线圈外还有触点的组合，使线圈置1的条件即是事件发生的条件（启动按钮，使X000置1）；

**事件得以延续的条件：**触点中使线圈置1得以保持的条件是与X000并联的Y000自锁触点闭合；

**事件终止的条件：**即触点组合中使线圈置1中断的条件（常闭触点X001断开）

### 3) 梯形图语言编程注意事项

- 扫描顺序从左至右、从上到下；
- 对所使用的编程元件要进行编号，PLC按编号区别操作元件；梯形图中的触点应画在水平支路上，不含触点的支路应放在垂直方向，易于识别触点组合及对输出线圈的控制路径，使逻辑关系清楚；
- 与一个线圈相连的全部支路形成一个逻辑行，每一个逻辑行其始于左母线，终止于线圈或一个特殊指令或右母线（右母线可省略）；
- 线圈不能直接接在左母线，如需要可接不动作的常闭触点连接线圈；
- 线圈右边不允许接有触点；
- 有几个电路块并联时，触点最多的支路放在最上面；几个串联支路串联时，将并联支路多的尽量靠近左母线；
- 遇到不可编程的图形，可根据信号流向对愿梯形图重新编排。



## 4) 梯形图与电器原理图异同

- 继电器接触器是以电磁开关为主体的低压电器元件，用导线按规律得到继电器接触控制系统，**接线表**表达各元件间关系；改变逻辑关系要改变线路线路；
- PLC是计算机，接口上有各种元器件，其**逻辑关系通过程序表达**，主要重新编排程序可方便改变原来的程序；
- PLC是替代继电器接触控制的，在逻辑控制场合梯形图和电气原理图相似。但在**时序有根本不同**。继电器触点动作和线圈通断电同时发生，但PLC中由于指令分时扫描，同一器件的线圈工作和它的触点和它的各个触点动作并不同时发生。即前者是**并行工作**，后者是**串行工作**。

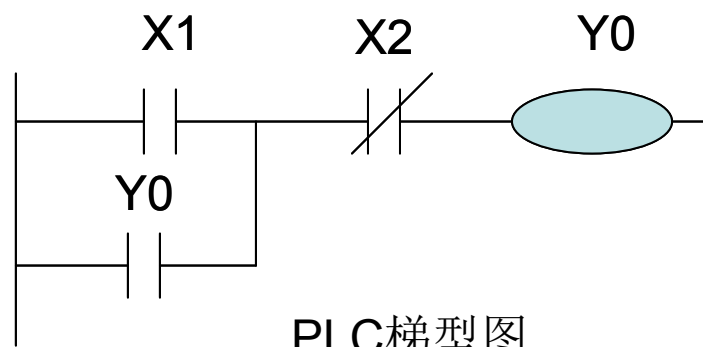
## 2、指令（语句）表（Instruction List）

1) 定义——类似计算机的汇编语言，以助记符指令为基础机构，各种操作都由相应指令来管理，能完成全部的控制、运算功能。适合于有计算机知识技术人员。

2) 基本结构——操作码+操作数或操作码+标识符+参数

操作码指要执行操作的信息，要求PLC用什么来执行操作。例 上述梯形图表示为：

```
LD    XI
OR    Y0
ANI   X2
OUT   Y0
```



PLC梯型图

### 3) 语句表程序编程规则

- 在许多场合需要把梯形图些成语句表程序，要根据图上符号意义及符号间关系准确选择指令及正确的表达顺序。
- 用基本指令对梯形图编程时，必须按**信号单方向从左到右，从上而下**的流向原则编写。
- 在处理复杂的触点结构时，如触点块的串联并联或堆栈相关指令，指令的表达顺序为：**先写出参与因素的内容，再表达参与因素的关系。**

## 3、功能图

- 1) **定义**——以**方框图形式表示操作功能**，由数字电子电路设计演变而来，以控制系统流程图一样的功能图表达一个控制过程，适合于有一定站业知识的系统设计人员。
- 2) **基本结构**——输入 功能方框 输出
- 3) **基本方法**——右侧作为操作结果输出，信号从左向右流向，各功能框之间可以串联也可插入中间信号；在每个最后输出的前面组合逻辑操作框数有限，根据操作系统不同而不同；经过扩展可表示复杂运算、控制功能。

## 4、高级语言

有的PLC已经引入BASIC、FORTRAN、C语言进行编程设计，**主要用于特殊功能模块**（如通信模块、操作站等）编程上。而这些模块本身有微处理器，有较强的计算机功能，采用高级语言比较方便，更好地发挥组态作用。

获取更多资料

# 提示及建议

- 1、PLC编程方法在各类系列产品中基本相同，只是语句形式和少部分功能与差别；
- 2、工程上常用梯形图编程、语句表编程方式，一般要两者的结合使用；
- 3、梯形图及语句表编程在多种资料中有大量的现成实例，可以注意吸收掌握、或参考；梯形图、语句表编程也需要一定的练习，方可熟练；
- 4、选择PLC编程语言时要便于使用和实现，依据解决问题的类型，依据程序的主要特征，编程时注意程序运行的时间；
- 5、计算机编程是主要的发展方向，可以将语句表或梯形图直接转换成PLC内部指令，具有优越性。

# 作 业

- 1、PLC工作特点，是代替什么设计的？
- 2、PLC的基本组成？
- 3、PLC的工作过程？
- 4、PLC的主要外部性能指标有那些？
- 5、PLC的编程语言有那些，其特点？
- 6、为减少对PLC干扰，如何接线？
- 7、PLC对现场有何要求？
- 8、PLC的基本维护内容？

# 第十七课 FX2N系列PLC

## 1、目的和要求：

- 1) FX2N系列PLC编号方法
- 2) FX2N系列PLC参数
- 3) FX2N软元件及编号设定
- 4) 输入输出模块

## 2、重点与难点：

- 1) 软元件含义
- 2) 软元件设定及对应功能

## 3、要求：

熟练掌握输入、输出、状态、辅助、定时、计数等软元件用途、功能、设定及相应附件查询。

## 4、教学方法设计：讲授。



## 第二节 FX2N系列PLC

### 一、FX2N系列PLC特点

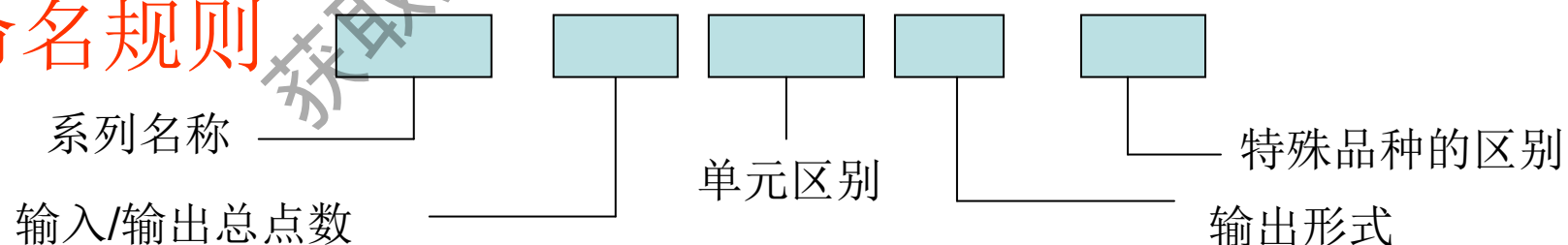
- 将很多功能凝结在超小机壳内的**微型PLC**。为箱体结构。
- 控制器内备有不同功能器件、如输入输出继电器、辅助继电器、计数器、定时器等为电子电路和存储器组成，以完成**PLC**控制功能；
- 系统配置灵活：**FX2N**系列**PLC**系统由基本单元（主机）和扩展单元、扩展模块、适配器四部分构成。
- 通过基本单元与扩展单元、扩展模块的连接，可自由地**选择16—256个输入/输出点，可自由地扩展功能模块；**
- EEPROM**作为标准配置，最多可**存储8000步**程序、注释、参数等，还可选用**EPROM、EEPROM**存储卡盒，使程序的传输和复制更方便；
- FX2N**系列**PLC**可与**FX**系列享用共同的外部设备，形成网络；在配置**FX2N**适配器后，可在各种**内置RS—233**接口设备进行通信。

## 二、FX2N系列PLC的系统配置

### 1、型号命名规则

FX2N系列PLC基本单元可独立使用，又可与扩展单元、扩展模块组合使用。基本单元内置电源、输入/输出电路、CPU、存储器等；扩展单元是为扩展基本单元的输入/输出点数的单元，内置电源；扩展模块也是扩展基本单元的输入/输出点数，但须由基本单元和扩展单元提供电源。

#### 命名规则



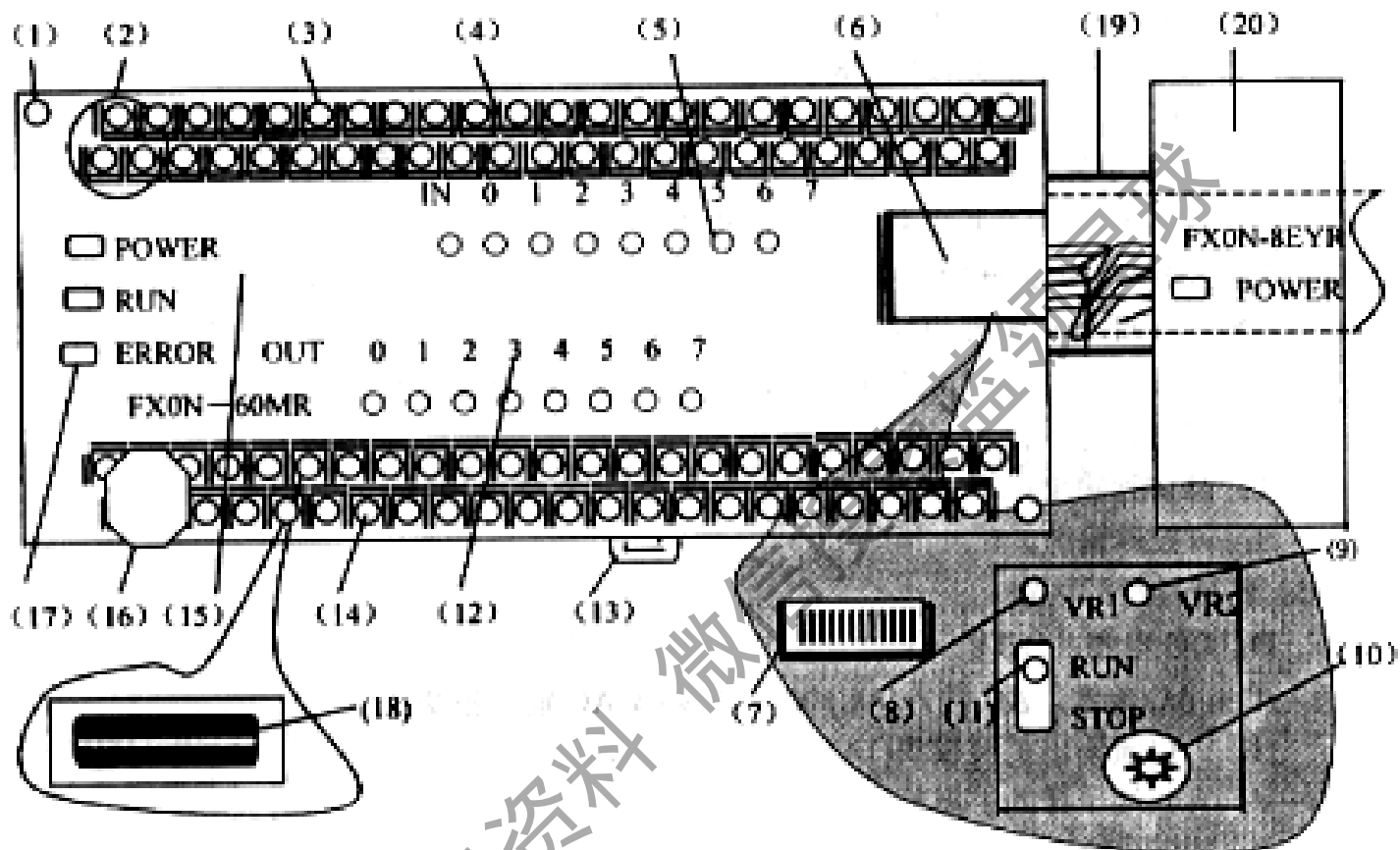
- 1) 系列名称——如OS、ON、2N等; P17——P18
- 2) 输入/输出总点数——16—256点
- 3) 单元区别
  - M: 基本单元
  - E: 输入/输出混合扩展单元及扩展模块
  - EX: 输入专用扩展模块
  - EY: 输出专用扩展模块
- 4) 输出形式（输入无专用标记）
  - R: 继电器输出（有干接点，交流主流负载两用）
  - T: 晶体管输出（直流负载用）
  - S: 可控硅（晶闸管）输出（交流负载用）
- 5) 输入/输出形式
  - R: DC输入4点，继电器输出4点
  - X: 输入专用
  - YR: 继电器输出专用
  - YS: 晶闸管输出专用
  - YT: 晶体管输出专用

5) 特殊品种区别——**D**: DC电源、DC输入  
**A**: AC电源、AC输出 (AC100—120V) 或AC输入模块;  
**H**: 大电流输出扩展模块 (1A/1点);  
**V**: 立式端子排扩展模块;  
**C**: 接插口 输入/输出方式;  
**F**: 输入滤波器1ms的扩展模块;  
**L**: TTL输入型扩展模块;  
**S**: 独立端子 (无公共端) 扩展模块。

6) 若特殊品种的区别无记号, 指: AC电源、DC输入、横式端子排; 继电器输出2A/1点; 晶体管输出0.5/1点; 可控硅输出0.3A/1点——标准输出。

## 2、FX系列PLC系统构成

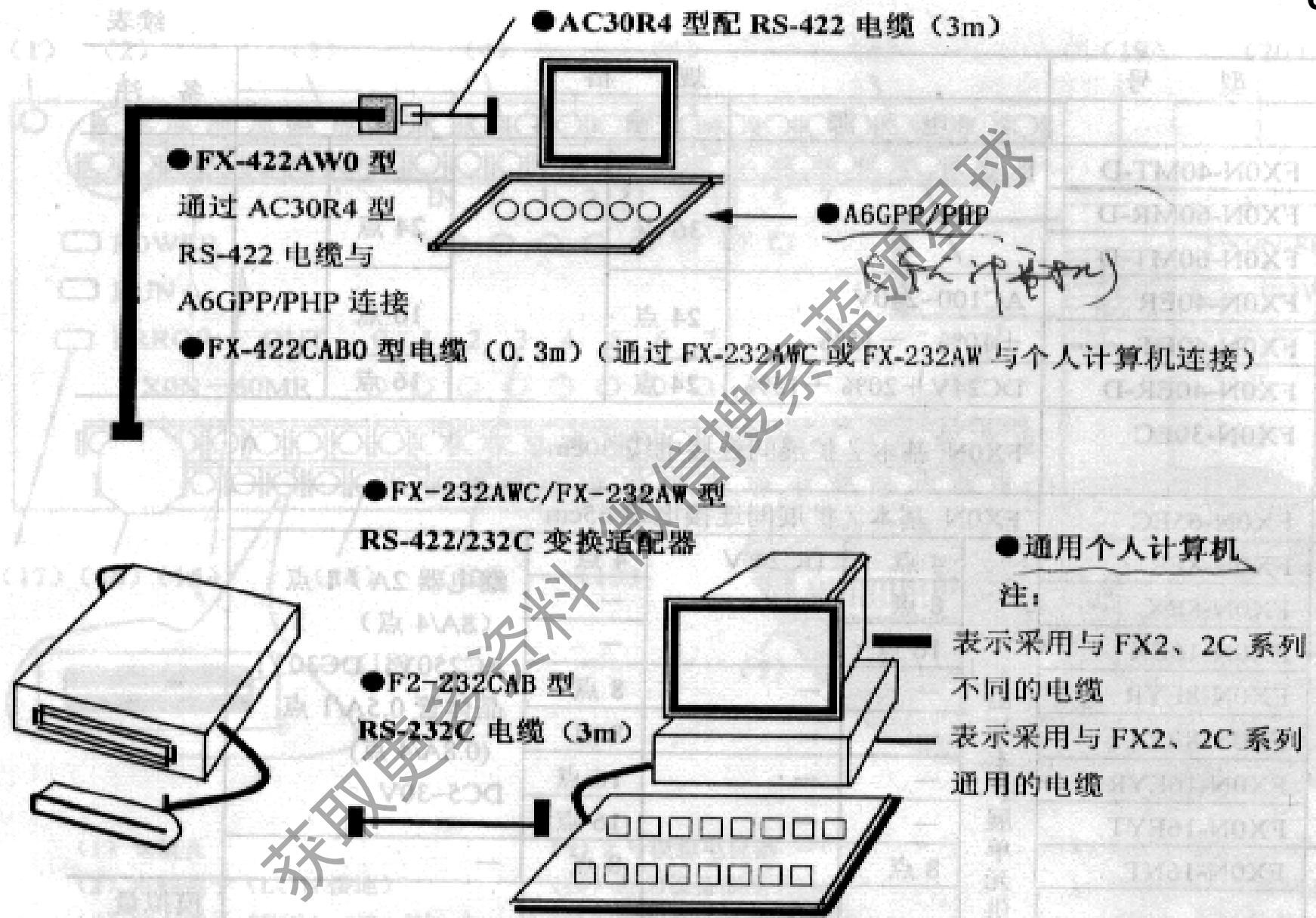
- 1) 基本单元
- 2) 编程器、计算机
- 3) I/O扩展单元（带电源）
- 4) I/O扩展模块（无电源）
- 5) 特殊模块及相连的扩展口
- 6) 输入/输出+24V辅助电源
- 7) 适配器
- 8) 存储器卡盒用插座等。



- |                         |                          |                             |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| (1) 安装孔                 | (9) 2号模拟电位器              | (17) 程控器状态指示灯               |
| (2) 电源端子 (L、N 接线)       | (10) 外部设备插座              | POWER: 电源状态                 |
| (3) 输入端子 (COM、X0、X1...) | (11) RUN/STOP 开关         | RUN: 运行状态                   |
| (4) 透明端子盖板              | (12) 输出 LED 指示灯 (状态指示)   | ERROR: 灯亮 CPU 出错,<br>闪烁程序出错 |
| (5) 输入 LED 指示灯 (状态指示)   | (13) 卡钩 (用于安装 DIN 标准导轨)  | (18) 存储器卡盒用插座               |
| (6) 底座板                 | (14) 输出端子 (COM、Y0、Y1...) | (19) DIN 标准导轨               |
| (7) 扩展用插座               | (15) 面板                  | (20) 扩展单元                   |
| (8) 1号模拟电位器             | (16) 辅助电源 (+24V、COM)     |                             |

图 2-1 FX0N-60M 前面板图





续图 2-2

表 2-2 (a) FX0N 系列 PLC 的技术规格



## 5) 系统扩展举例

**FX2N系列基本单元可单独使用**，可选用扩展单元、扩展模块，使输入/输出点数在**16—258**点范围内变化。

**方法是：每个基本单元最多可连接2个扩展单元**，每个基本单元或扩展单元最多能连接**2个扩展模块**（包括特殊功能模块）；

**输入/输出地址号**：分别由基本单元按次序使用八进制编号，由于存在占有点数与有限点数的差别（即有空地址号），因此输入/输出总点数要小于**258**点。

## 提示及建议

- 1、PLC的命名按照各自厂家的规定；
- 2、通过型号可以找到PLC的一切参数，如输入输出点、输入输出电压、输出形式、扩展模块情况、通讯方式及连线等；
- 3、模块的选择要根据实际工艺的需要，能利用基本单元完成的任务，不一定用扩展模块；
- 4、基本单元的扩展是极其实用的技术，要适当注意掌握。

## 三、FX2N系列PLC软元件编号设定

**软元件或内部继电器**——用户使用的每一个输入/输出端子及内部的每一个存储单元都称为**软元件**，用于存放逻辑变量，如输入、输出继电器、内部辅助继电器、定时器、计数器、移位继电器等，都可以用于编程。

**软元件或内部继电器都有其固定的地址和各自的功能**。数量由监控程序规定，其多少确定了PLC系统的大小及数据处理能力。

**软元件的继电器概念**——都有线圈和触点的特点，有常开、常闭之分。当线圈接通，所有触点动作；线圈断开，所有触点回位。

# 1、输入/输出继电器（X、Y）

1) **输入继电器（X）**——输入端子接受外部开关信息，与输入端子连接的输入继电器（X）是光电隔离的电子继电器，状态与与PLC的输入输出状态相对应。其常开触点与常闭触点在可编程控制器中**无数次使用**。输入继电器**不能**用程序**驱动**。

2) **输出继电器（Y）**——输出端子向外部负载输出信息。输出继电器的**外部输出用触点**，接到PLC的输出端子上，Y受**PLC驱动**，输出继电器的常开触点与常闭触点在可编程控制器中**使用次数不限**。

**重要提示：**在PLC的I/O状态表示的都是常开触点的状态，对于常闭触点PLC是将其相应位的状态取反而获得。

**重要结论：**如果输入设备采用动断触点时，PLC编程时与继电控制原理相反，为了习惯一致，PLC尽可能采用输入设备的动合（常开）触点接输入端。

### 3) 输入/输出继电器的地址号

——地址号是基本单元的固有地址号，扩展单元按照与基本单元地址号相连的顺序分配地址号。

地址号采用8进制， I/O地址号：

如：X000—X007， X000—X017； X010 —X027，  
X030—X037等，

其中X000—X077（均可扩展）

Y000—Y007， Y010 —Y027， Y030—Y037等。

其中Y000—Y077（均可扩展）

输入输出地址号中没有8、9字样。

## 2、辅助继电器（M）

PLC有很多**辅助继电器**，由PLC内的各种软元件的**触点驱动**，其无数个常开、常闭触点可**任意使用**，但**不能直接驱动外部负载**；

**常作**状态暂存、驱动运算、中间环节转换等，数量比X、Y多得多。

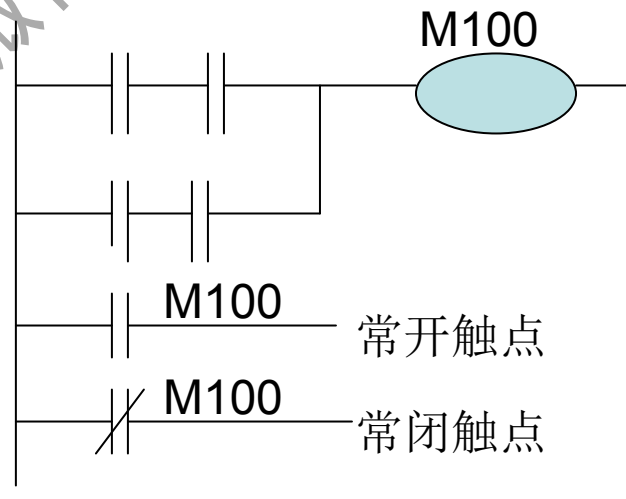
辅助继电器中还有定时时钟、进/错位标志、启动/停止、单步运行、通信状态、出错标志等功能的**特殊继电器**。

# 1) 通用辅助继电器M0—M499 (500点)

通用继电器500点，元件按十进制编号。

**提示：**除输入/输出继电器X、Y为8进制外，其余软元件都按十进制编号。

例：通用继电器



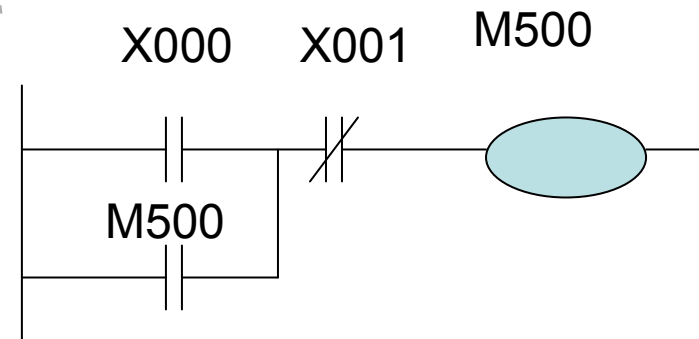
使用通用辅助继电器梯形图

## 2) 保持辅助继电器M500—M1023（524点）

运行中停电时，输出继电器和辅助继电器全部断开状态。对某些控制状态需要保持停电前状态，可用由后备电池供电的停电保持辅助继电器；

（停电）保持辅助继电器若作普通继电器用时，利用RST、ZRST指令清除内容。

例：停电保持用辅助继电器梯形图——X000ON、M500动作并自锁，停电使X000开路，但再运行时M500仍然动作，但在运行时X001开路，M500不再动作。



停电保持用梯形图



### 3) 掉电保持专用辅助继电器 M 1024—M3071 (2048点)

掉电保持专用辅助继电器具有专门功能的辅助继电器。

一般不作辅助继电器用时，做数据保持继电器用。

获取更多资料  
微信搜索蓝领星球

## 4) 特殊辅助继电器M8000—M8255 (256点)

PLC有很多特殊功能的特殊继电器，分为两类

其一：只读式利用其触点的特殊继电器，线圈经可编程序控制器自动驱动。如：

**M8000**—运行监控（常开触点在运行时接通，通过Y输出可监视运行）；

**M8001**为常闭，也可监视运行

**M8002**—初始化脉冲

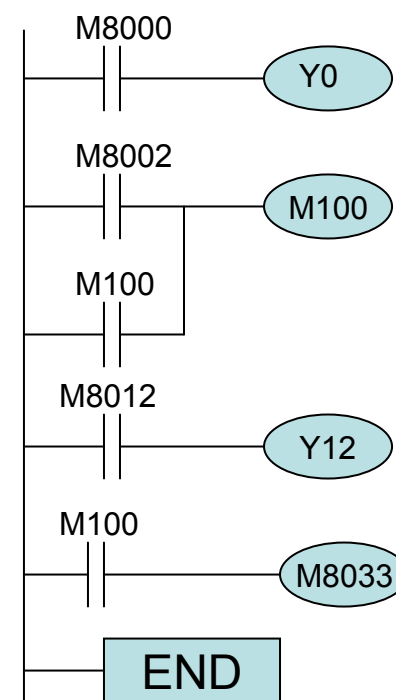
（仅在运行开始时瞬时接通一个扫描周期，常开）；

**M8003**为常闭。

**M8012**—100ms时间脉冲；

**M8011**为时间脉冲10ms；

**M8013**为时间脉冲1s。



**其二：**可驱动线圈型特殊辅助继电器，用户将线圈驱动后，可编程控制器作特定运行。如：

**M8033**—寄存器数据保持不变；

**M8034**—禁止输出，即PLC没输出，可发生故障切除输出；

**M8039**—恒定扫描方式。

**提示：**用户不可使用未定义的特殊功能辅助继电器。

附表 4 FX 系列 PLC 特殊元件

继电器	内 容	FX0	FX2	寄存器	内 容	FX0	FX2
M8000	RUN 监控 (常开触点)	•	•	D8000	警戒时钟	•	•
M8001	RUN 监控 (常闭触点)	•	•	D8001	PC 型号及系统版本	•	•
M8002	初始脉冲 (常开触点)	•	•	D8002	存储器容量	•	•
M8003	初始脉冲 (常闭触点)	•	•	D8003	存储器类型	•	•
M8004	出错	•	•	D8004	出错 M 编号	•	•
M8005	电池电压低下	•	•	D8005	电池电压	•	•
M8006	电池电压低下锁存	•	•	D8006	电池电压低下时电压	•	•
M8007	电源瞬停检出	•	•	D8007	瞬停次数	•	•
M8008	停电检出	•	•	D8008	停电检出时间	•	•
M8009	24VDC 关断	•	•	D8009	24VDC 关断的单元号	•	•

(一) 时钟

继电器	内 容	FX0	FX2	寄存器	内 容	FX0	FX2
M8010				D8010	当前扫描时间	•	•
M8011	10ms 时钟	•	•	D8011	最小扫描时间	•	•
M8012	100ms 时钟	•	•	D8012	最大扫描时间	•	•
M8013	1s 时钟	•	•	D8013	s (0~59)	•	•
M8014	1min, 时钟	•	•	D8014	min (0~59)	•	•
M8015	时间设置	•	•	D8015	h (0~23)	•	•
M8016	寄存器数据保持	•	•	D8016	日 (1~31)	•	•
继电器	内 容	FX0	FX2	寄存器	内 容	FX0	FX2
M8017	±30s 修正		•	D8017	月 (1~12)		•
M8018	时钟有效		•	D8018	年 (0~99)		•
M8019	设置错		•	D8019	星期 (0~6)		•

(二) 标志

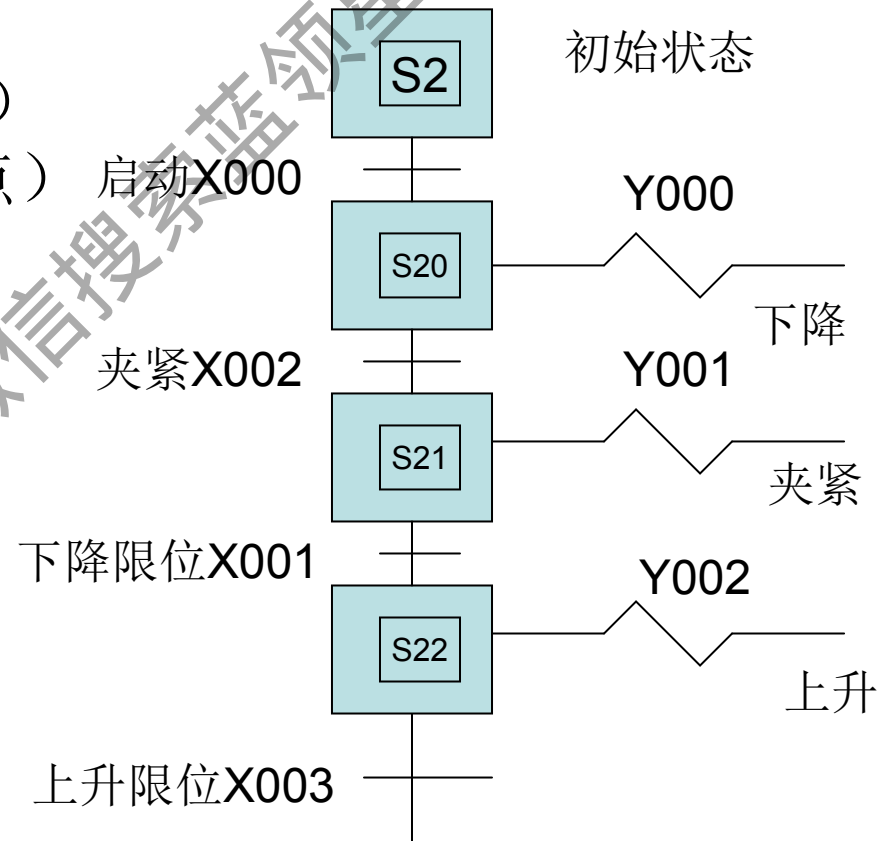
继电器	内 容	FX0	FX2	寄存器	内 容	FX0	FX2
M8020	零标志	•	•				
M8021	借位标志	•	•				
M8022	进位标志	•	•				
M8023							
M8024			•				
M8025	外部复位 HSC 方式		•				
M8026	RAMP 保持方式		•				
M8027	PR16 数据方式		•				
				D8028	Z 数据寄存器	•	•

### 3、状态软元件（S）

状态软元件S是步进顺控编程中重要软元件，与步进顺控指令STL组合使用。有四种类型：

- 1) 初始状态S0—S9（10点）
- 2) 回零状态S10—S19（10点）
- 3) 通用状态S0—S499（500点）
- 4) 停电保护状态继电器  
S500—899（400点）
- 5) 报警用状态继电器保持状态  
S900—S999（100点）

**说明：**随动作状态移动，原来状态自动恢复；状态软元件S有无数常开、常闭触点，可随便使用；在不用步进顺控指令时，可作辅助继电器在程序中使用。



顺序步进型控制

## 4、定时器（T）（字，bit）

含义：相当于时间继电器，有一个设定寄存器（字）、一个当前值寄存器（字）以及无数个触点（bit）。

### 1) 定时器的动作及软元件

定时器可以把1ms、10ms、100ms等时间脉冲相加计算，当达到用户设定值时输出触点动作，而线圈为ON（通）状态。

定时器可以把用户程序存储器内的常数K作为设定值（十六位二进制数为十进制32767），也可把数据寄存器（D）的内容作为设定值。

## 2) 普通定时器 (T0—T245)

100ms的定时器 T0—T199共200点，设定值范围0.1—3276.7s；

10ms定时器T200—T245（46点），设定值0.01—327.67s

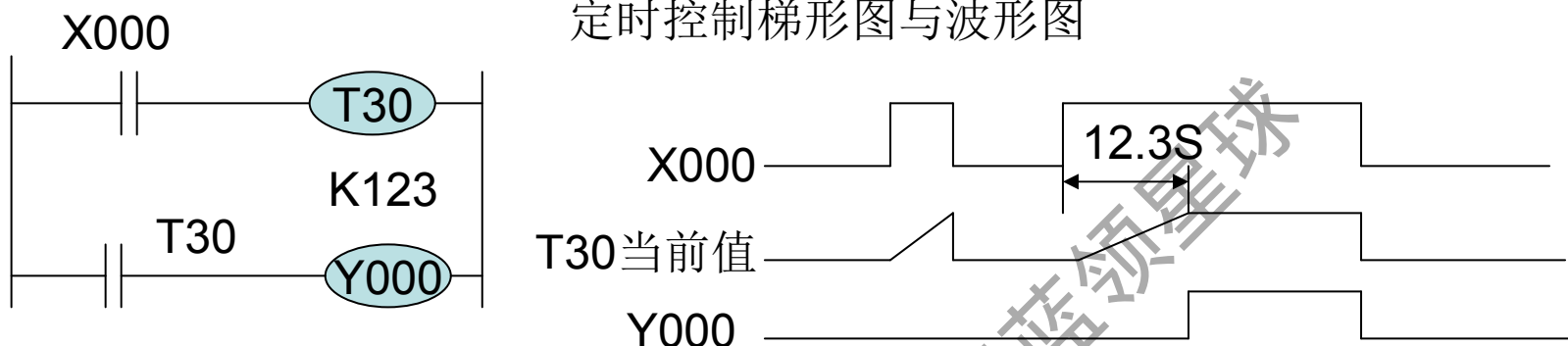
## 3) 积算（保持）定时器 (T246—T255)

1ms 积算定时器T246—T249（共4点），每点设定值范围0.001—32.767s；

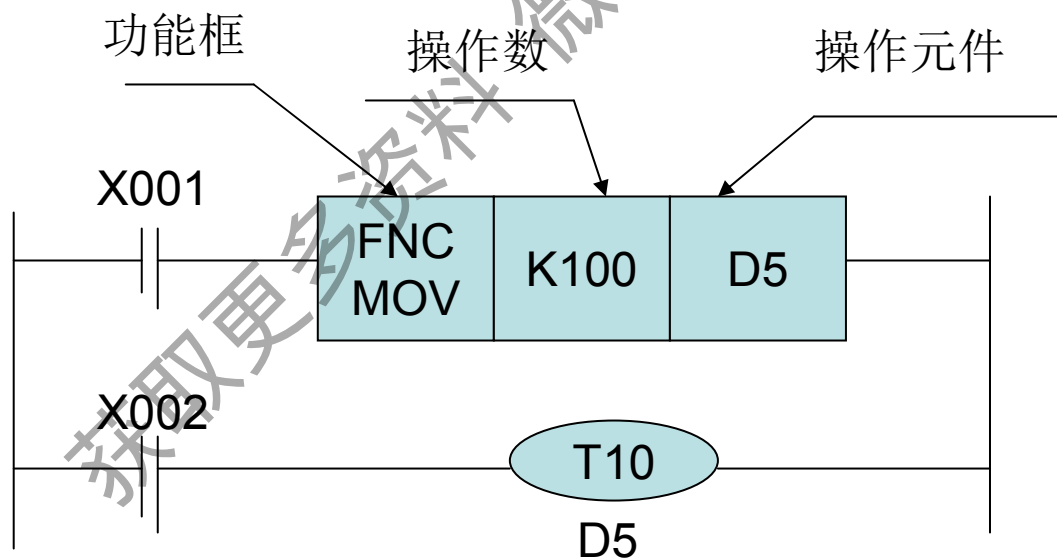
100ms积算定时器T250—T255（共6点），每个设定值范围0.1—3276.7s。

例

定时控制梯形图与波形图



间接指定数据寄存器预先写入或数字开关输入方式（功能编号见附表）





## 5、计数器（C）（字，bit）

计数器记录脉冲个数或根据个数设定某一时间，计数器通过编程设定。

**计数器** ——是在执行扫描操作时，对内部元件X、Y、M、S、C等信号进行加计数的计数器。

**计数器工作过程**——计数到，线圈为**ON**（接通）触点动作。技术不到，线圈不接通，触点不动作；计数器清零时，线圈**OFF**（断开）即回位，触点回位。

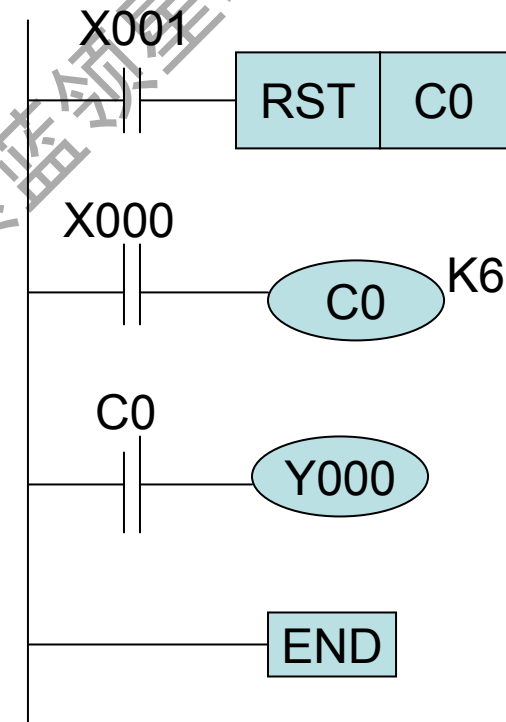
## 1) 16位加（计数器接通一次加1）计数器

（设定值：1—32767） 地址（C0—C199）

通用型：C0—C99为

断电保护型：C100—C199。

如——X000为计数器输入，  
每接通（ON）一次，  
计数器C0当前值增加1，  
第6次接通的上升沿使计数器C0的  
当前值增加为6时，计数器C0的  
输出点Y000接通。当复位输入X001  
接通时，执行RST指令，C0计数器  
当前值复位为0，输出触点也断开  
（OFF）。K值为常数，可设定。



## 2) 32位双向计数器（可加可减计数） （32位二进制数值的**设定值** -2147483648——2147483648）

**通用型** C200—C219（32位，35点）

**断电保护型** C220—C234（16位，15点）

当**M8000**为ON时，加或减的功能由内部辅助继电器**M8200—M8234**设定，置一（ON,闭合）为**减计数**，置零（OFF,断开）为**加计数**。

**两相输入计数器**输入**A**和**B**信号，决定于计数器是加计数还是减计数（以**A**与**B**间波形对应逻辑关系绝对相应计数器是加计数或减计数）。

### 3) 高速计数器

P22表

高速计数器有**21**个均为**32**位加/减计数器。

- \*1相无启动/复位端高速计数器C235—C240 **6**个
- \*1相带启动/复位端高速计数器C241—C245 **5**个
- \*1相**2**输入（双向）高速计数器C246—C250 **5**个
- \***2**相输入（A—B相型）高速计数器C251—C255 **5**个

**U/D**: 增/减计数器输入（单相单输入） **U**: 增计数器输入（单相双输入）

**D**: 减计数器输入（单相双输入） **A**: A相输入（双向输入）

**B**: B相输入（双向输入） **R**: 复位输入 **S**: 启动输入

- 高速计数器编号不能任意选择，相应输入端都有定义
- X0、X2、X3输入最高频率**10**kz，
- X1、X4、X5为**7**kz；
- X6、X7为高速计数器输入。
- 输入端被占用不能用于其他高速输入或其它用途，同时计数最多就**6**个高速输入计数。

## 6、常数计数器（K/H）

当作器件对待

十进制用K表示，如：K118

十六进制用H表示，H118

**16位**二进制最大数值

$\pm 32767 = H0000—FFFF$

**32位**二进制数值

$\pm 2147483648 = H00000000—FFFFFFFF$

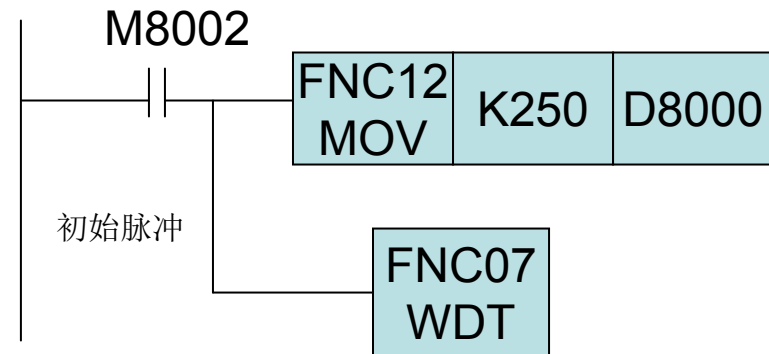
# 7、数据寄存器

**数据寄存器**——存储数值数据的软元件，用于模拟量控制、位置量控制、数据I/O存储参数及工作数据。地址号以十进制寄存器都是16位（最高位为符号位），两个数据寄存器组合可存储32位（最高位为符号位）。

- 1) **通用数据寄存器D0—D199（200点）** 只要不写入，PLC处于运行状态，已写入的数据不变化。M8031闭合时，消除保存。
- 2) **停电保持数据寄存器D200—D511（312点）** 只有改写才改变数据。停电不改变原有数据，PLC是否运行或停电，数据不变。
- 3) **特殊数据寄存器D8000—D8255（256点）** 监控PLC各种元件的运行方式，其内容在电源接通时置于初始值（例：全部先清零，然后利用系统ROM安排写入初始值）。
- 4) **文件寄存器D1000—D7999（7000点）**

用于存储大量数据，如采集数据、统计新数据、多组控制参数等。存储量由CPU监控软件确定，可用扩充卡增加数量。

如：用MOV指令将D8000中监视定时器时间设定为250ms



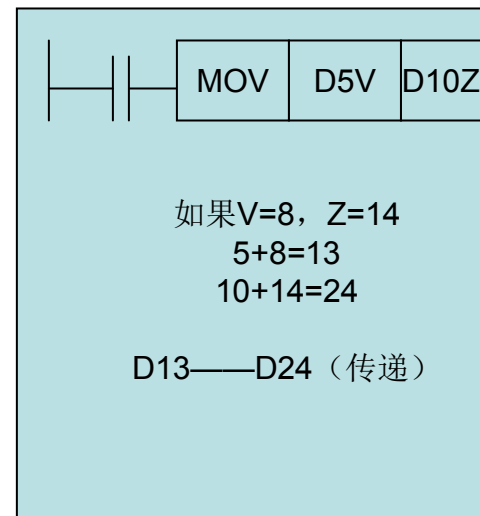
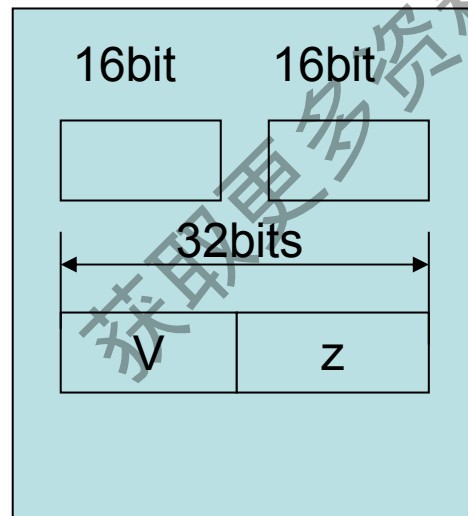
## 8、变址寄存器（V/Z）（字） 16点

V与Z是16位数据寄存器，可一样读写数据。进行32位操作时可将V、Z组合使用，Z为低位。

而用V、Z的内容改变软元件的元件号，称为软元件的变址。

如：V与Z位的设定（ $v=8, z=14$ , 则D5V就是D13（ $5+8=13$ ））

利用变址寄存器可以修改的软元件有X、Y、M、S、P、T、C、D、K、KnX等。



用途：运算操作数的修改

## 9、指针

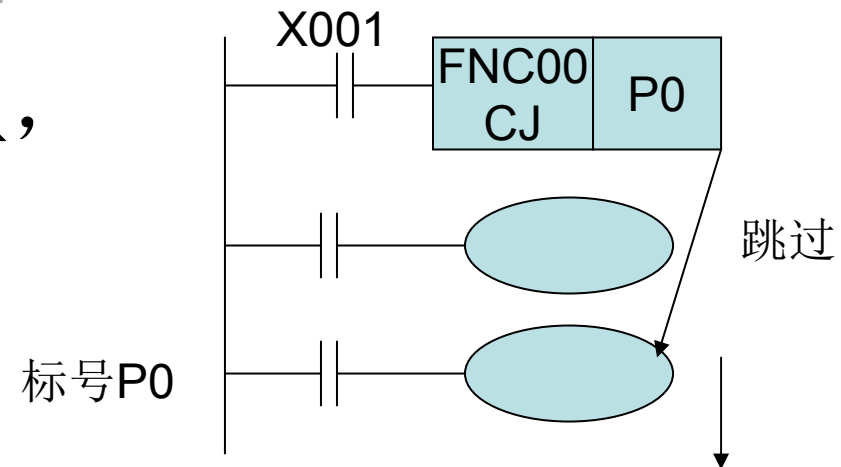
与应用指令一起使用。按用途分为**分支**和**中断**用指针。

### 1) 分支指令用指针P0—P63（64点）

FNC00（CJ）条件跳转——

以FNC00（CJ）指令

跳转到指定的标号位置，  
执行随后程序。图





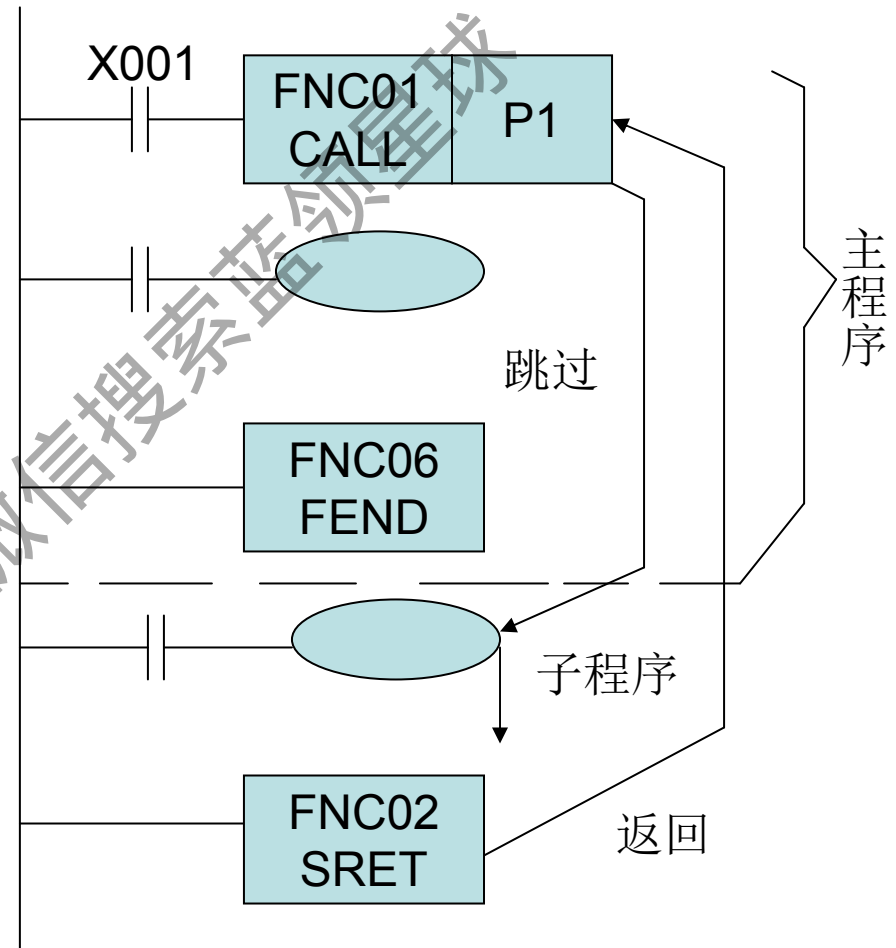
## FNC01 (CALL) 子程序调用——以FNC01 (CALL)

128点 (P0—P127)

执行指定标号位置  
的子程序，以FNC02  
(SRET) 返回原位置。

2) 中断用指针  $10 \times \times$  标号P1

$18 \times \times$  (6输入点、3  
定时器、6计数器)



子程序调用指针

# 提示及建议

- 1、每个软元件由监控程序规定的，都有自己的功能，对应编号决定其类别和功能；
- 2、软元件越多，PLC功能越强，应能熟练应用常用的软元件；
- 3、输入/输出编号与其他软元件编号进制不同；
- 4、PLC软元件的编号就是地址，选定编号的软元件，就相当于选定了该软元件的功能；软元件功能特性及性能指标在技术规格书中查到。
- 5、PLC应用的关键之一就是如何用好软元件；
- 6、各个厂家的软元件编号方法不同，功能大同小异；
- 7、对一般软元件需要掌握并记住功能，熟练应用。特殊软元件理解含义，作到会查找和应用；
- 8、关于使用软元件时序问题，应有清楚的逻辑理解。

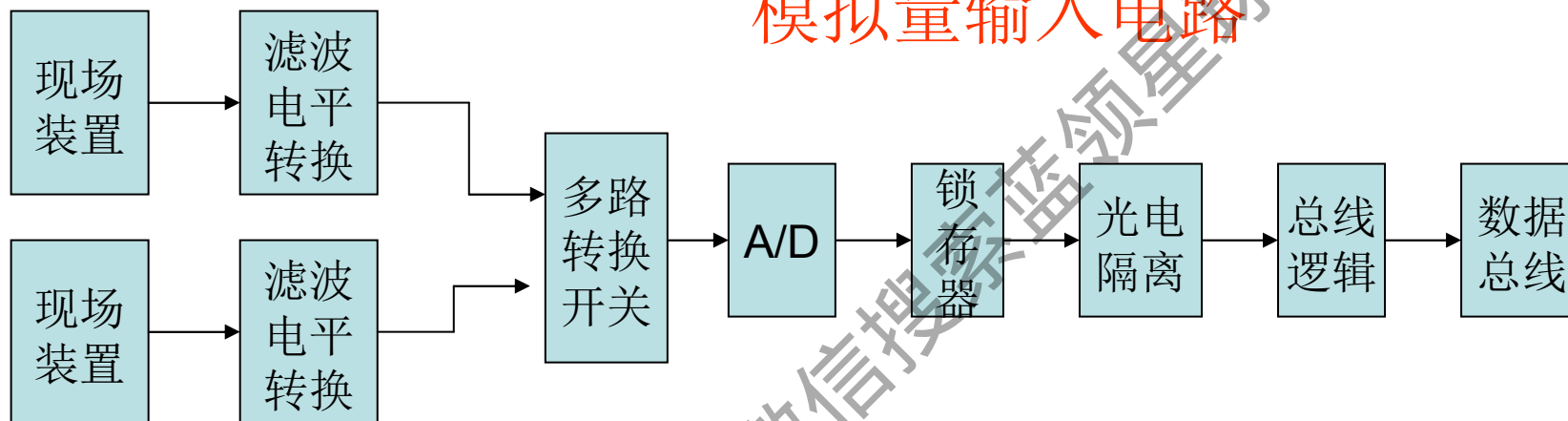
## 四、FX2N系列PLC特殊功能I/O模块

### 1、FX0N—3A模拟量输入/输出模块

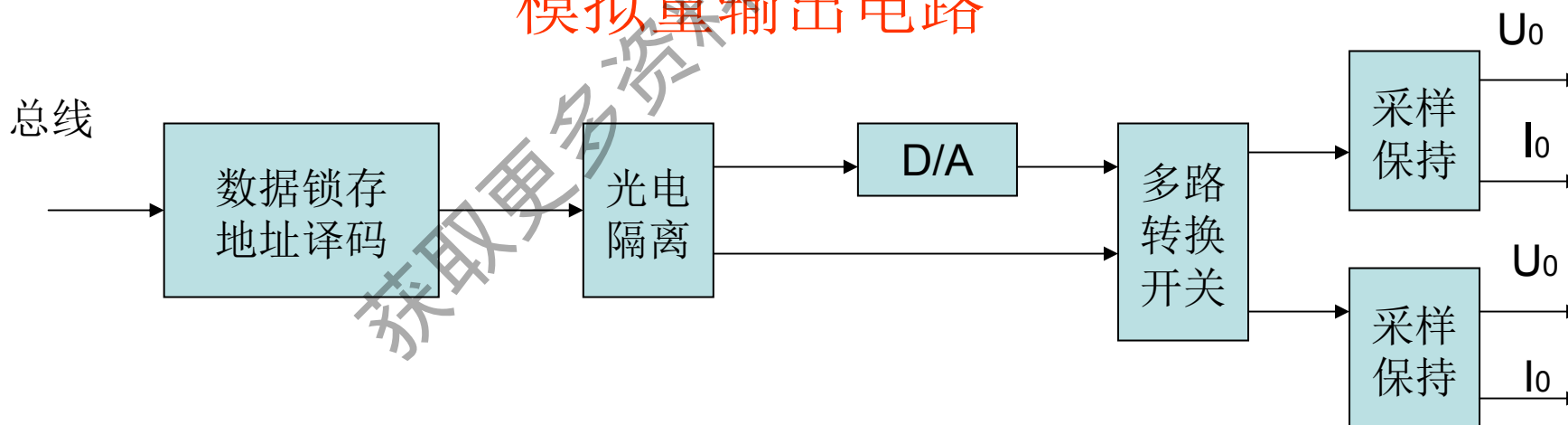
#### 1) 模拟量输入/输出模块

**A/D、D/A**含义——工业过程控制中，被测量及控制参数很大部分是模拟量，如温度、压力、位移、速度等，经传感器变送来的电压或电流信号是连续的，必须经过**A/D转换**才能送**CPU**；同时**CPU**运算输出的数字信号又要采用**D/A**转换成能够控制外部执行机构的模拟电压或电流信号。则**A/D、D/A**转换的**PC**模块是模拟/输出模块。

### 模拟量输入电路



### 模拟量输出电路



**等级规格**——模拟量的I/O模块的模拟量输入/输出信号是电压或电流。电压或电流可以是单极性的，如0—5V，0—10V、1—5V和4—20mA，；也可是双极性的，如±5V、±10V、±50mA、±20 mA等。模块一般可输出多种量程的电压或电流。

**通道及分辨率**——模拟量I/O模块可以有2、4、8、16个通道，而混合模块既有输入通道又有输出通道。分辨率代表A/D、D/A的精度，由数据位数表示。

**2) FXON—3A技术规格**——是PC的基本单元的外部扩展单元，具有2通道输入和1通道输出的混合模块。

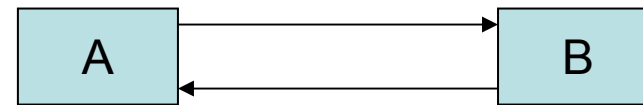
技术规格表P36

## 2、FXON—232ADP和FXON—455ADP通信模块

- 1) 通信的基本概念及接口——计算机与外部的信息交换称为通信。通信方式有串行通信（一位一位地顺序传送，只需一条传输线，适合差距传送，但速度较慢）和并行通信（数据各位同时传送，速度较快，但每位需一根传输线，距离小于10m）。PC通信模块中一般采用串行传输方式。
- 2) 串行通信——数据在A、B两站双向传输。图中，仅一条传输线，同时刻只能A—B或B—A发送为半双工；两根传输线同时发送为完全双工。



半双工



完全双工

停止位：高电平、可占一位、一位半或两位；

起始位：占一位、低电平有效；

数据位：起始位后就是5、6、7或8位

数据位。数据位为0为低电平，反之高电平；

奇偶效验位：检查传输中是否有错。可有可无，可奇可偶。

异步传输与外设间两项规定——字符数据格式：一个字符数据由10个为构成，起始位一位、数据位7位、奇偶效验1位、停止1位，也可采用8位数据，无奇偶效验格式。

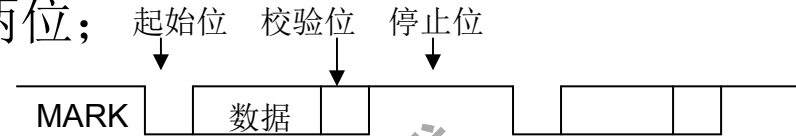
异步通信传输速度（波特率）：单位时间内传输二进制的位数。如数据传输速度240字符/s，每字10位，波特率=240×10=2400bit/s=2400bps。每位传输时间为波特率的倒数。

通信协议——为有效进行数据通信，通信双方就如何完成信息交换建立的统一规定和过程。

异步串行通信接口——PLC之间、PLC与PC间进行通信联络的硬件。常用RS—233C、RS—422、RS—485等标准通信接口。RS—233单端双极性电源接口电路，波特率600—19200等，最远距离15m；RS—422、RS—485平衡差分接受电路，最大通信距离1200m，波特率10Mbps，RS—422是全双工型，RS—485是半双工型。

RS—233C、RS—422、RS—485可以相互转换。

3) FXON—232ADP和FXON—455ADP通信模块技术规格P38、39



## 提示和建议

- 1、模块多少反映PLC的水平；
- 2、模块的选用相对复杂，
- 3、由单元式和模块式结合构成叠装式结构。见前图；
- 4、单元式PLC一般用于规模小，输入/输出点固定，不需要扩展场合；
- 5、模块式PLC一般用于规模较大，输入/输出点数比例灵活场合；
- 6、叠装式PLC具有两者优点，前两者有后者组合代替趋势。



# 作业

- 1、FX2N系列有那些部件、单元组成？输出形式有那几种？
- 2、说出FX2N—64M—001、FX2N—64MR—D含义
- 3、什么时间软元件？FX2N系列软元件与数量有那些？
- 4、设计：两台电机可分别启动、停止，并能够总停止运行。包括PLC接线图、梯形图。
- 5、设计一台电机在两地分别启动运行、点动和停止，包括PLC接线图、梯形图。

# 第十八课 PLC的基础指令

## 1、目的和要求：

- 1) FX2N系列PLC基础指令格式、指令说明
- 2) FX2N系列PLC基础指令格式应用特点、规则

## 2、重点与难点：

- 1) 基础指令
- 2) 基础指令应用

## 3、要求：

- 1) 熟练掌握PLC基本指令，能解决实际问题；
- 2) 能够应用基础指令编程。

## 4、教学方法设计：

讲授。

## 第三节 FX2N系列PLC的指令系统

**重点：** 1、 PLC基本指令

2、 PLC步进顺控指令

**难点：** 1、 PLC基本指令运用规则

2、 PLC步进顺控功能以运用

3、 PLC功能指令及运用

**要求：** 熟练掌握PLC基本指令，能解决实际问题；掌握步进顺控指令及应用；了解功能指令。

## 第三节 FX2N系列PLC的指令系统

各类PLC的梯形图、指令系统差不多，都包含

逻辑指令

功能指令

顺序（步进）指令

三类



# 一、基本指令

## 1、LD和LDI指令

指令助记符	名称	符号	功能	程序步
LD	取		常开触点与母线相连指令	1


指令助记符	名称	符号	功能	程序步
LDI	取非		常闭触点与母线相连指令	1

**指令说明：**用于触点与左母线连接；还可用于  
ANB、ORB指令配合，用于分支起点处

**操作组件：**X、Y、M、S、T、C等软元件

## 2、AND与ANI指令

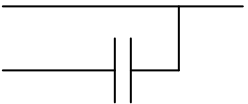
指令助记符	名称	符号	功能	程序步
<b>AND</b>	<b>与</b>		<b>串联常开触点指令</b>	<b>1</b>

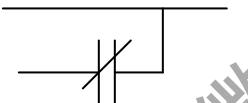
指令助记符	名称	符号	功能	程序步
<b>ANI</b>	<b>与非</b>		<b>串联常闭触点指令</b>	<b>1</b>

**指令说明：**为单个触点的串联指令，串联触点的数量不受限制

**操作组件：**X、Y、M、S、T、C等软元件

### 3、OR和ORI指令

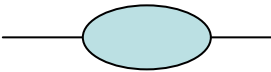
指令助记符	名称	符号	功能	程序步
OR	或		并联常开触点指令	1

指令助记符	名称	符号	功能	程序步
ORI	或非		并联常闭触点指令	1

**指令说明：**为单个触点的并联指令；与LD、LDI指令触点并联的触点要使用OR、ORI指令；并联触点个数无限制（ $\leq 24$ ）


**操作组件：**X、Y、M、S、T、C等软元件

## 4、OUT指令

指令助记符	名称	符号	功能	程序步
OUT	输出		输出一位线圈驱动指令	1

操作组件：Y、M（1-2）、S、T（3）、C（3-5）等软元件

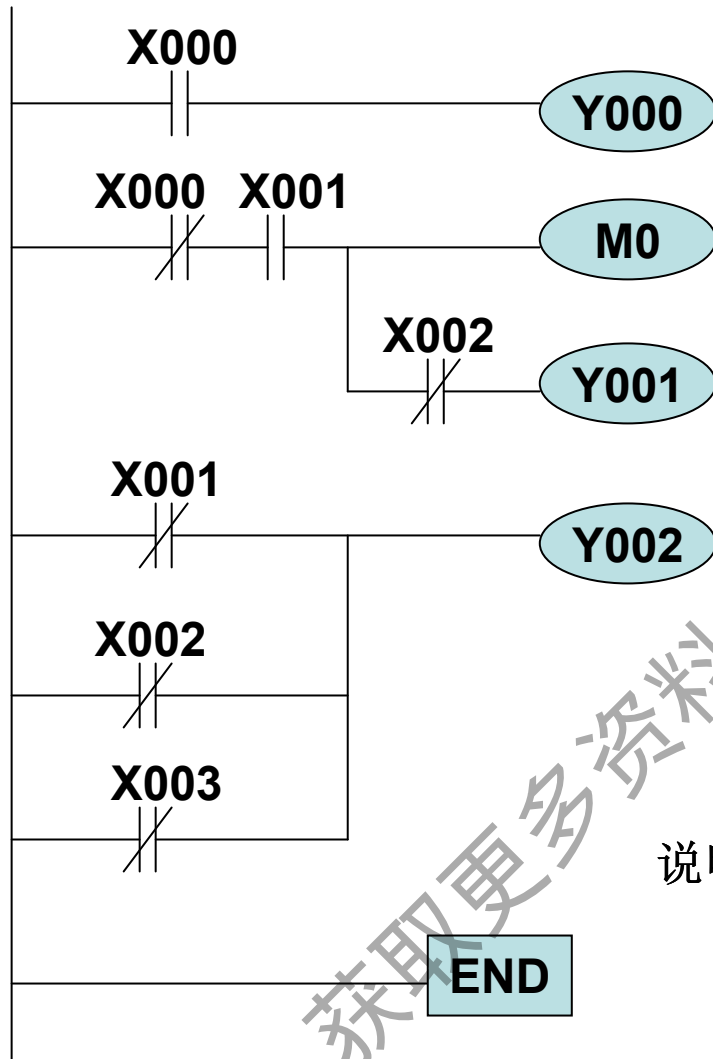
## 5、END指令

指令助记符	名称	符号	功能	程序步
END	结束		程序结束	1

指令说明：END作为任何程序最后指令；无END指令程序不执行；调试程序时按段插入，在确认前段正确后，再删除。



例：



梯形图

指令表

0	LD	X000
1	OUT	Y000
2	LDI	X000
3	AND	X001
4	OUT	M0
5	ANI	X002
6	OUT	Y001
7	LDI	X001
8	ORI	X002
9	ORI	X003
10	OUT	Y002
11	END	

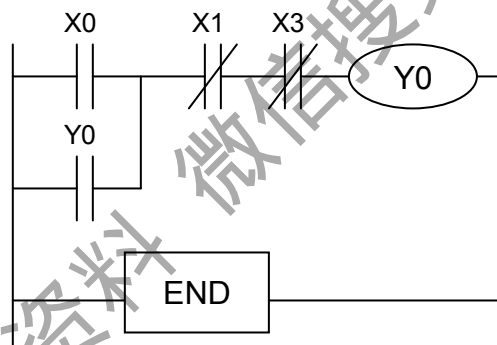
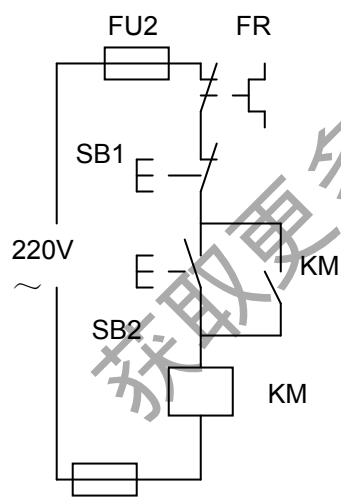
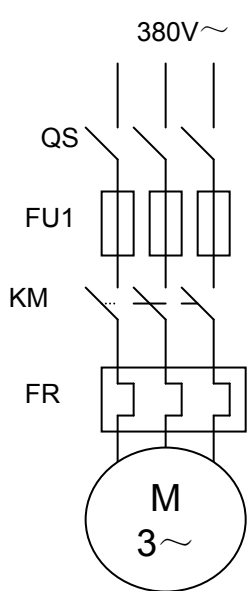
说明：**OUT**指令后，可以通过触点对其他线圈使用**OUT**指令——称为**纵接输出**或**连续输出**。只要顺序正确，可重复多次。

# 例 简单PLC设计过程及需完成的内容

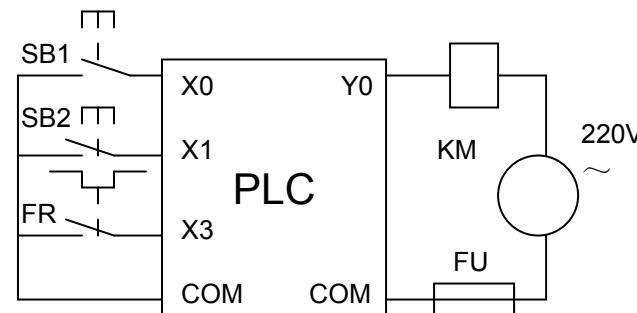
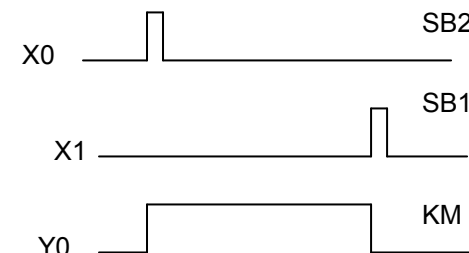
**任务：**三相异步电动机连续运行

- 1、工艺分析：过程+要求+方法+
- 2、地址分配：
- 3、梯形图设计
- 4、指令表语言编制
- 5、接线图

输入				输出			
输入继电器	输入原件	作用功能	触点状态	输出继电器	输出元件	作用	
X0	SB2	启动按钮	常开	KM	Y0	通断电机	
X1	SB1	停止按钮	常开				
X3	FR	热继电器	常开				



```
LD X0
OR Y0
ANI X1
ANI X3
OUT Y0
END
```

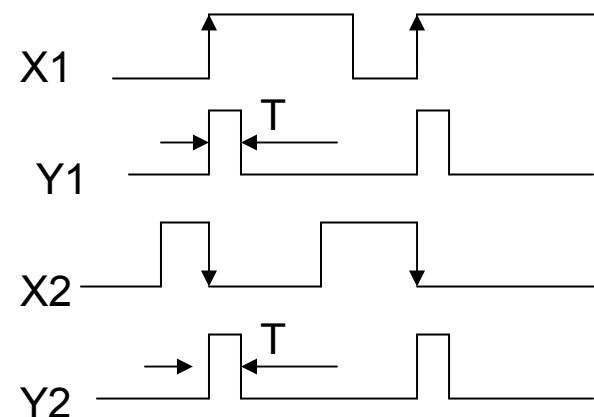
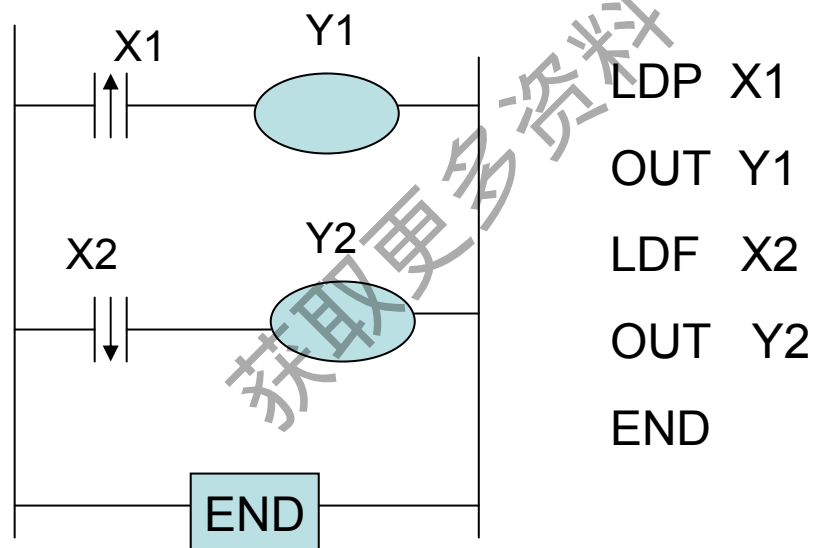


- 注意：**
- 1、输入触点为常开，则逻辑关系与继电器接触控制相同；
  - 2、热继电器触点、停止按钮接入输入，但要安全性稍差；
  - 3、FU0.5—1A

## 6、LDP、LDF指令

上升沿取指令**LDP**：在输入信号上升沿接通一个扫描周期。1步

下降沿取指令**LDF**：在输入信号下降沿接通一个扫描周期。1步

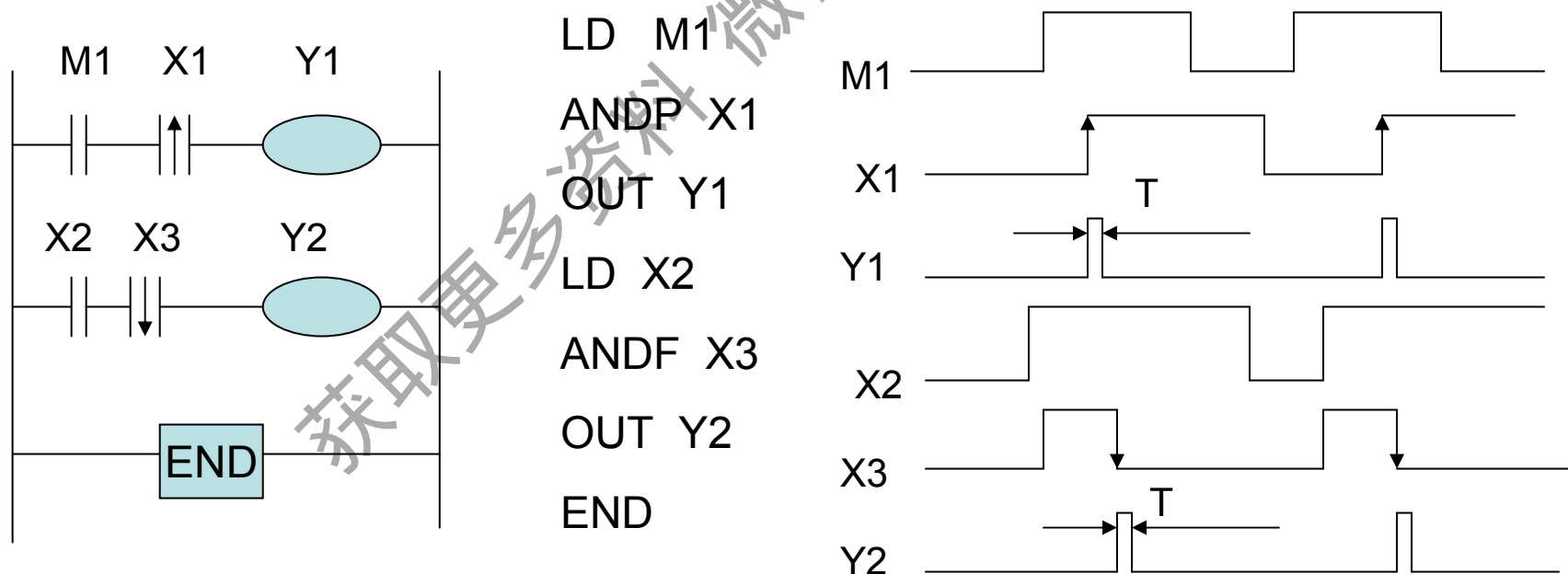


时序图

## 7、ANDP、ANDF指令

上升沿进行逻辑操作指令**ANDP**：串联在其他信号后，上升沿接通一个扫描周期。 1步

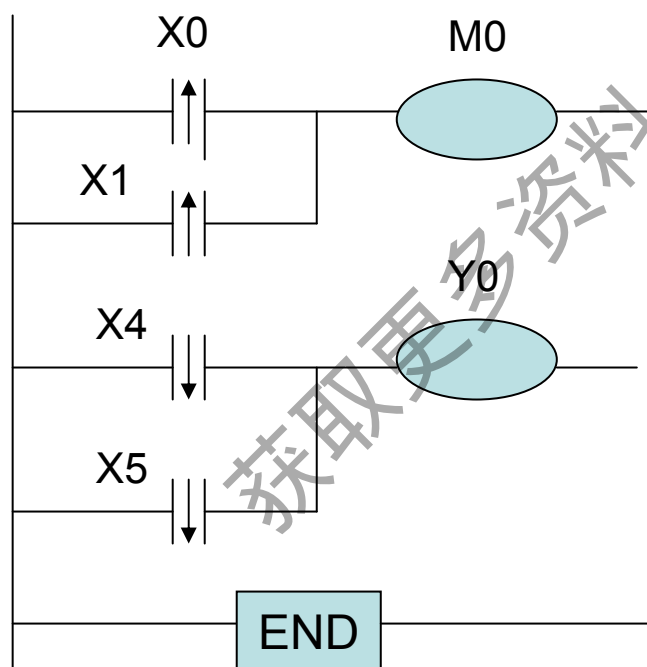
下降沿进行逻辑操作指令**ANDF**：串联在其他信号后，下降沿接通一个扫描周期。 1步



## 8、ORP、ORF指令

上升沿的或逻辑操作指令**ORP**，并联情况下上升沿接通一个扫描周期。1步

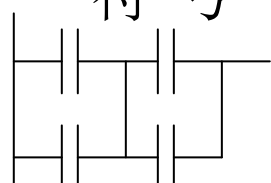
下降沿的或逻辑操作指令**ORF**，并联情况下下降沿接通一个扫描周期。1步



```
LDP X0
ORP X1
OUT M0
LDF X4
ORF X5
OUT Y0
END
```

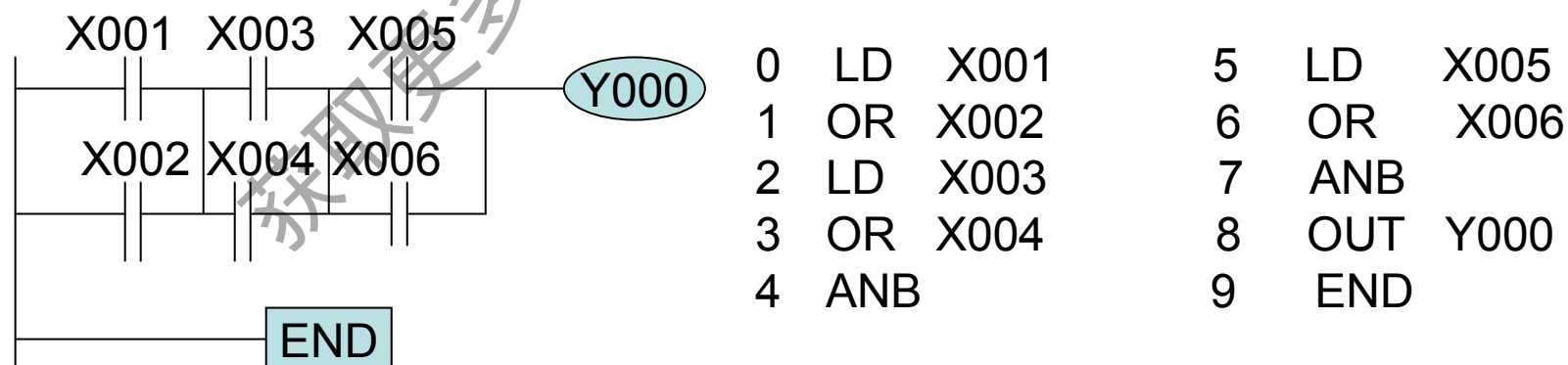
功能说明：  
M0仅在X0、X1上升沿时接通一个扫描周期；Y0仅在X4、X5下降沿时接通一个扫描周期。

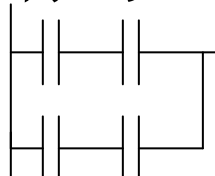
## 9、ANB和ORB指令

指令助记符	名称	符号	功能	程序步
ANB	电路块与		两个触点组的串联指令	1

**指令说明：** 并联电路块的串联，不带操作组件和地址的指令；两个以上触点并联连接称**并联电路块**，将并联电路块再串联连接时使用**ANB**指令；分支开始用**LD**、**LDI**指令表示，并联电路块结束后用**ANB**指令表示，表示与前面电路串联；若多个并联电路块串联，**ANB**指令可以集中成批使用，限制在**8**次内。

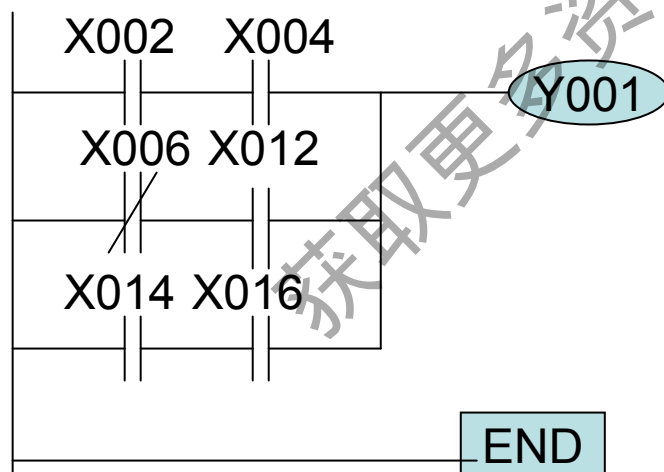
例：



指令助记符	名称	符号	功能	程序步
<b>ORB</b>	电路块或		两个触点组的并联指令	1

**指令说明：** 串联电路块的并联，不带操作组件和地址的指令；两个以上触点串联连接称**串联电路块**，将串联电路块再并联连接时使用**ORB**指令；分支开始用**LD**、**LDI**指令表示，串联电路块结束后用**ORB**指令表示，表示与前面电路并联；若多个串联电路块并联，**ORB**指令可以集中成批使用，限制在**8**次内。

例：



```

1  LD   X002
2  AND  X004
3  LDI  X006
4  AND  X012
5  ORB
6  LD   X014
7  AND  X016
8  ORB
9  OUT  Y001
10 END
    
```

## 10、定时指令

指令助记符

T

符号

Tn

SV

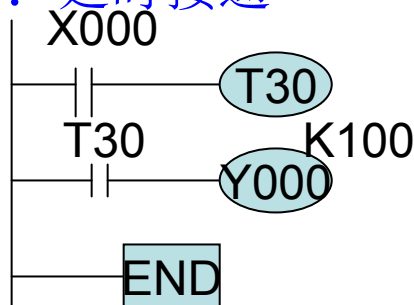
**指令说明：**n是定时期的编号，数字标号 $0 \leq n \leq 255$ ；**SV**可以是指定设定值，也可是数据寄存器间接指定设定值。**SV**设定值的定时单位表，其K1—K32767（十进制常数）范围有效。

T0—T199，以100ms为单位(200点)，0—3276.7s (100ms×32767=3276.7s)
T200—T245，以10ms为单(46点)位，0—3276.7s
T246—T249，以1ms为单位(4点。保持型)，0—32.767s
T250—T255，以100ms为单位(6点。保持型)，0—3276.7s



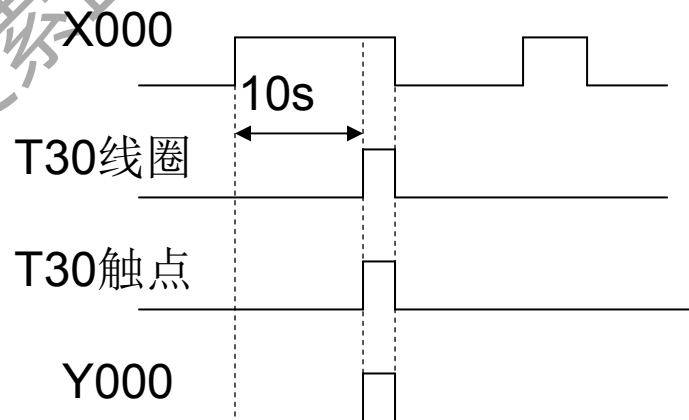
**功能说明：** 接通定时器的指令； 定时器开始定时，时间从0开始不断加1，经过设定时间后，当前值变成设定值，定时器为ON，；定时的输入为OFF或停电，定时器复位，当前值为0。

例： 延时接通

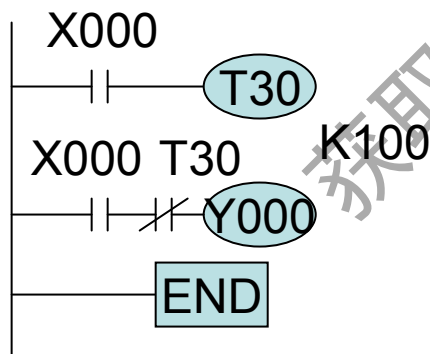


```

0 LD X000
1 OUT T30 K100
4 LD T30
5 OUT Y000
6 END
    
```

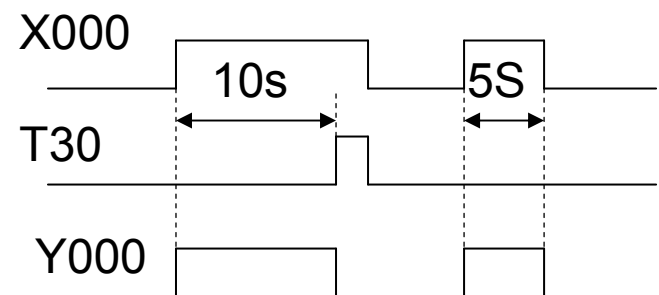


例： 延时断开



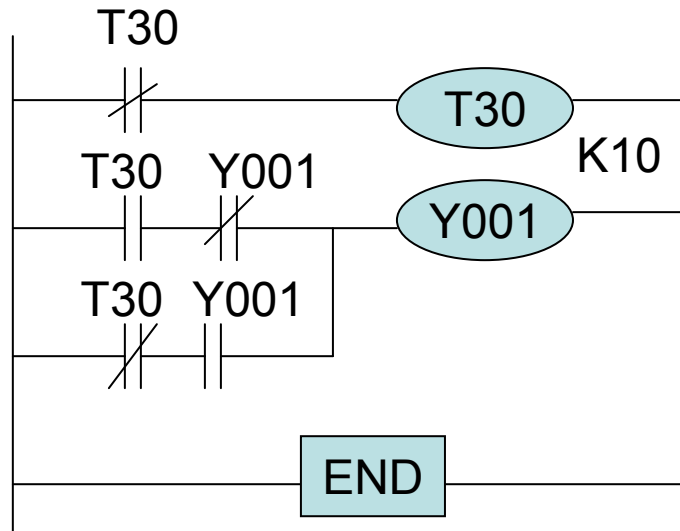
```

0 LD X000
1 OUT T30 K100
4 LD X000
5 ANI T30
6 OUT Y000
7 END
    
```



时序图

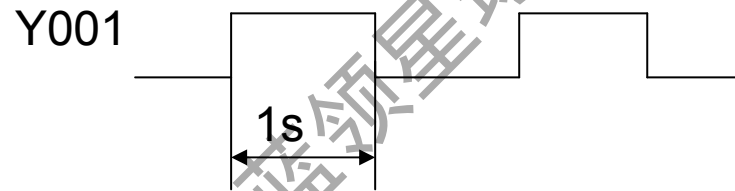
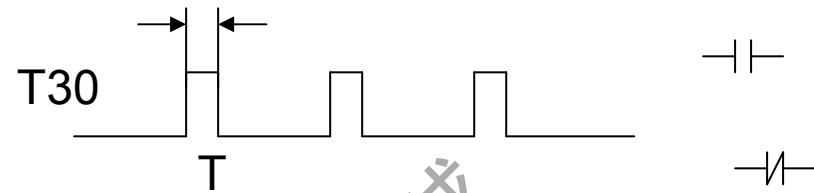
例：设计一脉冲为2s的方波电路



指令表

```

0  LDI T30
1  OUT T30 K10
4  LD T30
5  ANI Y001
6  LDI T30
7  AND Y001
8  ORB
9  OUT Y001
10 END
    
```



说明：本电路称为自复位电路。也十分常用。

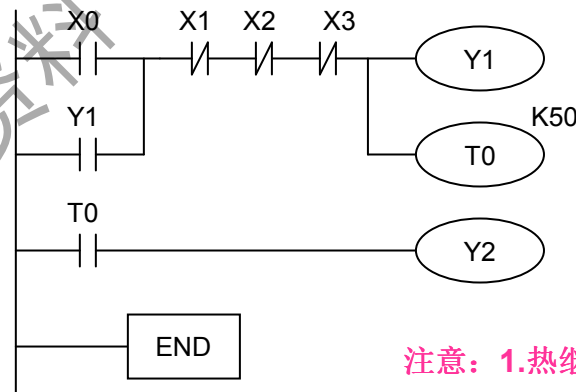
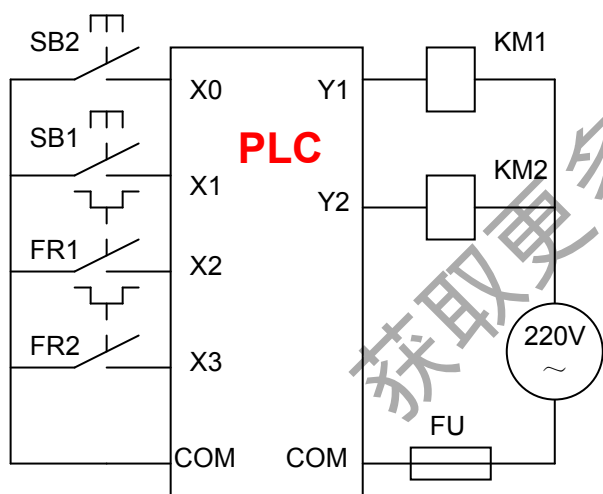
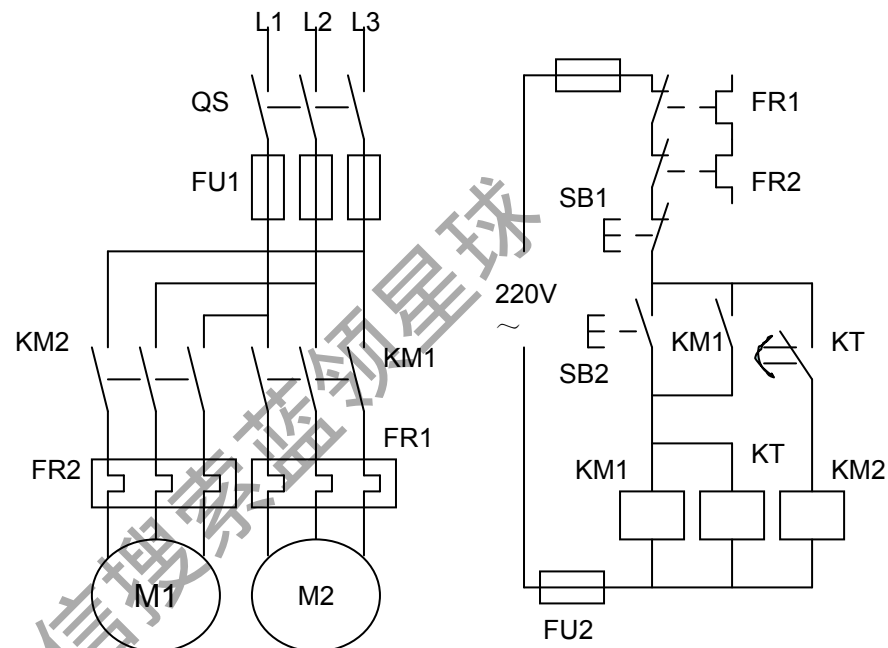
- 1、上电：T30 通,T30线圈接通，计时；  
T30 断，Y001 通; T30 通，Y001 断;  
Y001 无输出
- 2、延时1s到：T30 先扫过通，T30线圈ON，立即T30 断，  
T30 通，Y001 通; T30 断，Y001 断;  
Y001线圈接通ON; 立即Y001 断，Y001 通; END
- 3、再次扫描：T30 断，T30线圈复位; 立即T30 复位通，  
T30 断，Y001 断; T30 通Y001 通  
Y001线圈自锁继续接通
- 4、再次扫描：T30 通，计时器计时1s;Y001有输出;
- 5、计时1s时间到，重复上述过程。

获取更多资料  
 微信搜索 领星球

# 例 电机延时启动控制

- 1、控制工艺要求：按SB1则M1启动，5S后M2启动，按SB2电机同时停止。
- 2、输入输出地址分配
- 3、电路接线及程序

输入			输出		
输入继电器	输入元件	功能	输出继电器	输出元件	作用
X0	SB2	启动按钮	Y1	KM1	M1接触器
X1	SB1	停止按钮	Y2	KM2	M2接触器
X2	FR1	M1过载保护			
X3	FR2	M2过载保护			



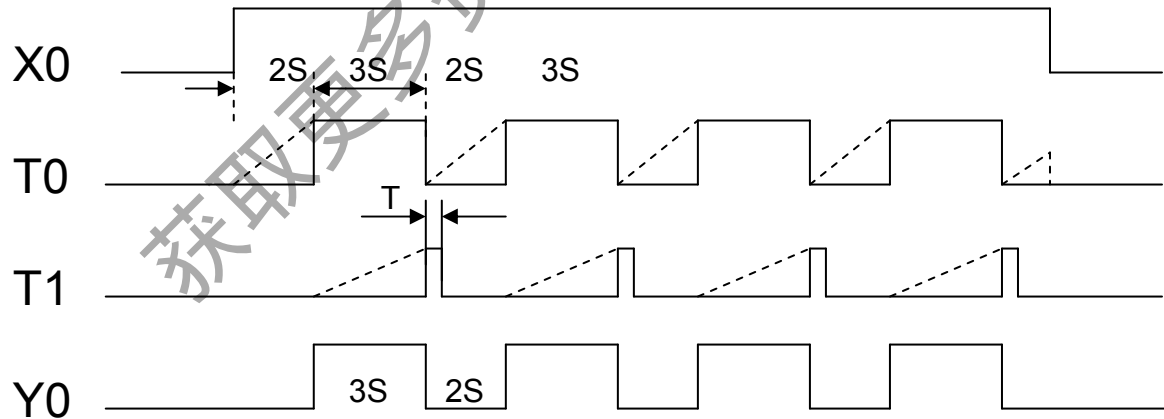
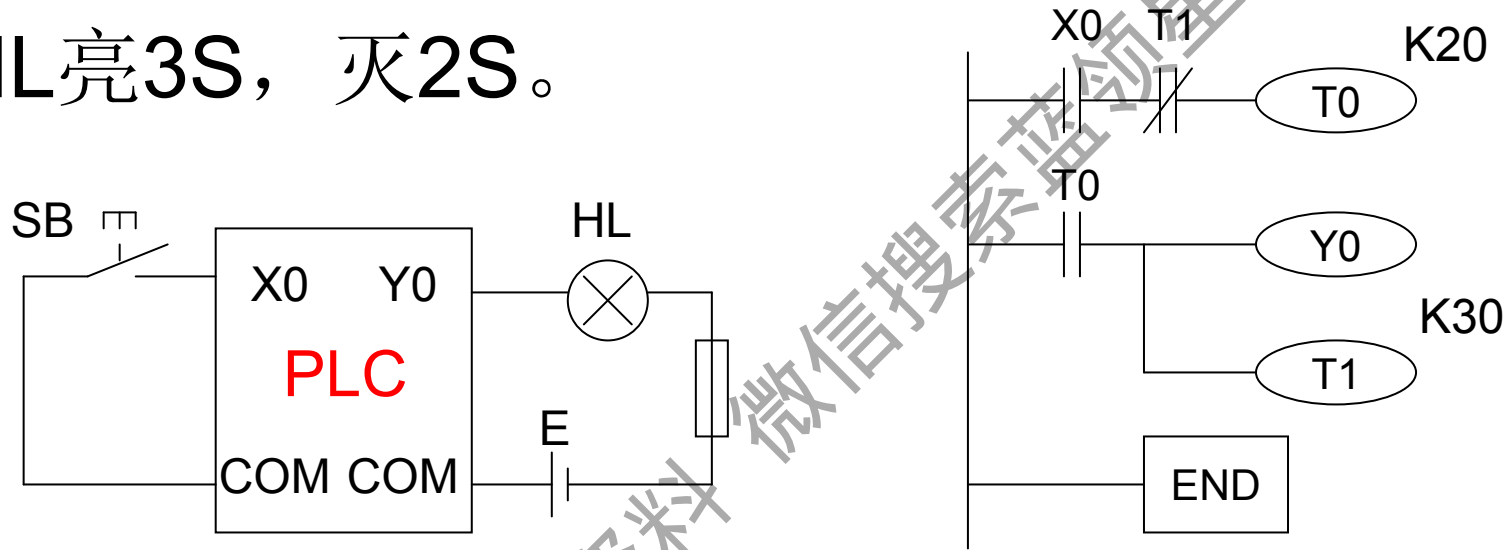
```

0 LD X0
1 OR Y1
2 ANI X1
3 ANI X2
4 ANI X3
5 OUT Y1
6 OUT T0 K50
9 LD T0
10 AND Y2
11 END
    
```

- 注意：
- 1.热继电器做输入
  - 2.220V控制电压取决于实际需要；
  - 3.对比外电路，逻辑部分由PLC完成；
  - 4.Y2不自锁，因为Y1有自锁。

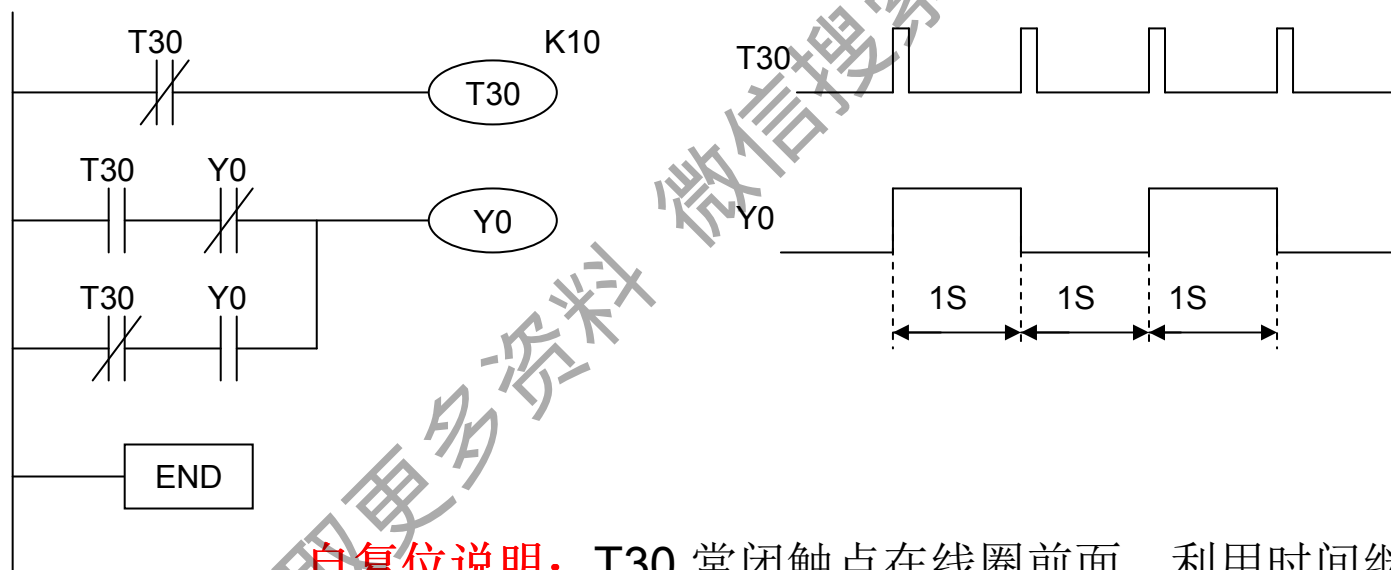
# 例 定时器做振荡电路

HL亮3S，灭2S。



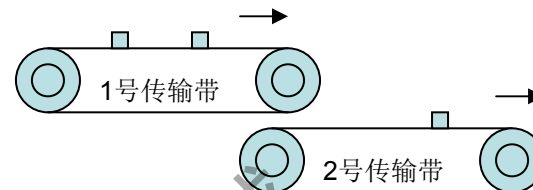
# 例 自复位方波电路

按2S周期进行方波震荡



**自复位说明：** T30 常闭触点在线圈前面，利用时间继电器线圈计时间到、线圈复位同时，常闭触点复位，再次接通线圈，重新计时间。

# 例 综合联系——生产线控制



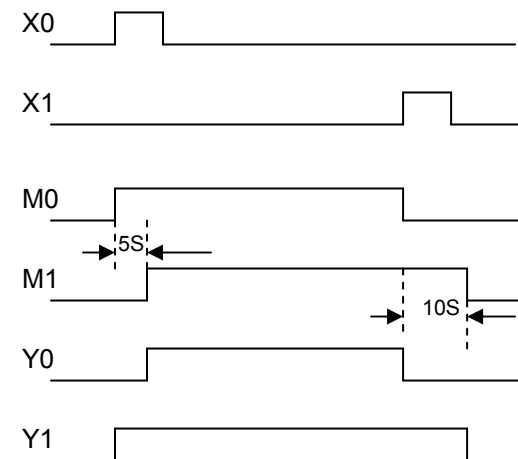
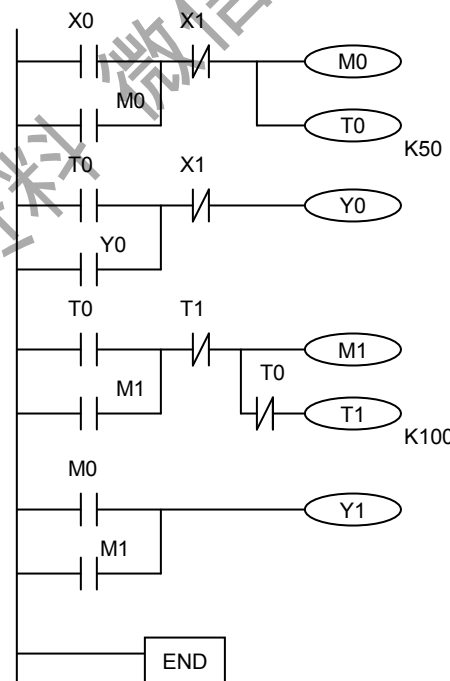
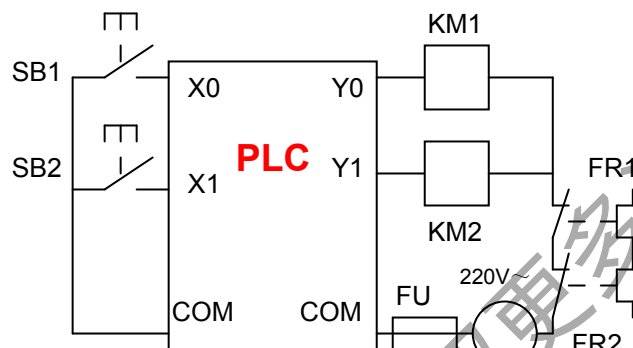
**工艺说明：** 两条传输带为防止物料堆积，启动后2号传输带先运行5S后1号传输带再运行，停机时1号传输带先停止，10S后2号传输带才停。

**地址分配：**

**接线图：**

**程序及波形图：**

输入			输出		
输入继电器	输入元件	功能	输出继电器	输出元件	功能
X0	SB1	启动按钮	Y0	KM1	1号传输带电机
X1	SB2	停止按钮	Y1	KM2	2号传输带电机



**说明:1.主要理由时间继电器触点进行控制**

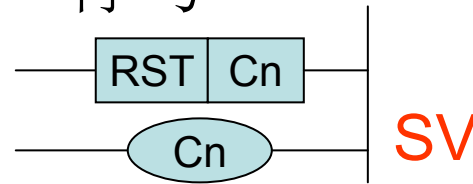
**2.M0、M1辅助继电器起中间转换的作用。**

# 11、计数指令

指令助记符

符号

C

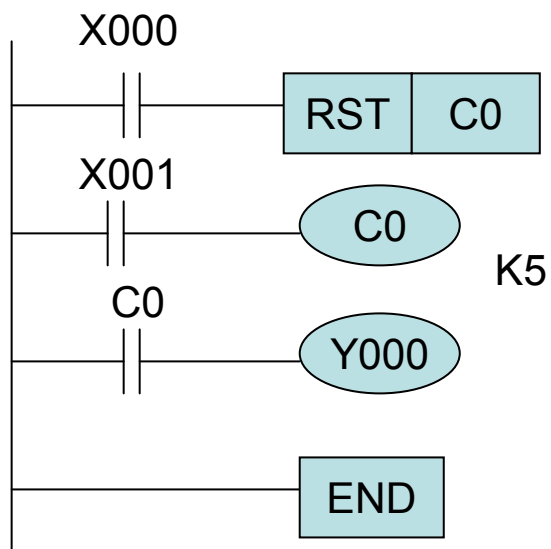


**指令说明：**n是计数编号，数值在 $0 \leq n \leq 199$ ，n=0—99是普通型、n=100—199具有失电保护功能。SV可以是指定设定值，也可是数据寄存器间接指定设定值，其设定值K1—K32767（十进制常数）范围有效。

**功能说明：**C为予置计数器，完成加数操作；当计数器输入端由OFF变成ON上升沿时，计数器当前值加1；当计数器当前值增加到设定值时，计数器为ON，此时即使输入端有上升沿，计数器当前值保持不变；当计数器复位端（RST）信号有一上升沿时，计数器为OFF，当前值为0；当电源掉电时，保持型计数器当前值保持不变。

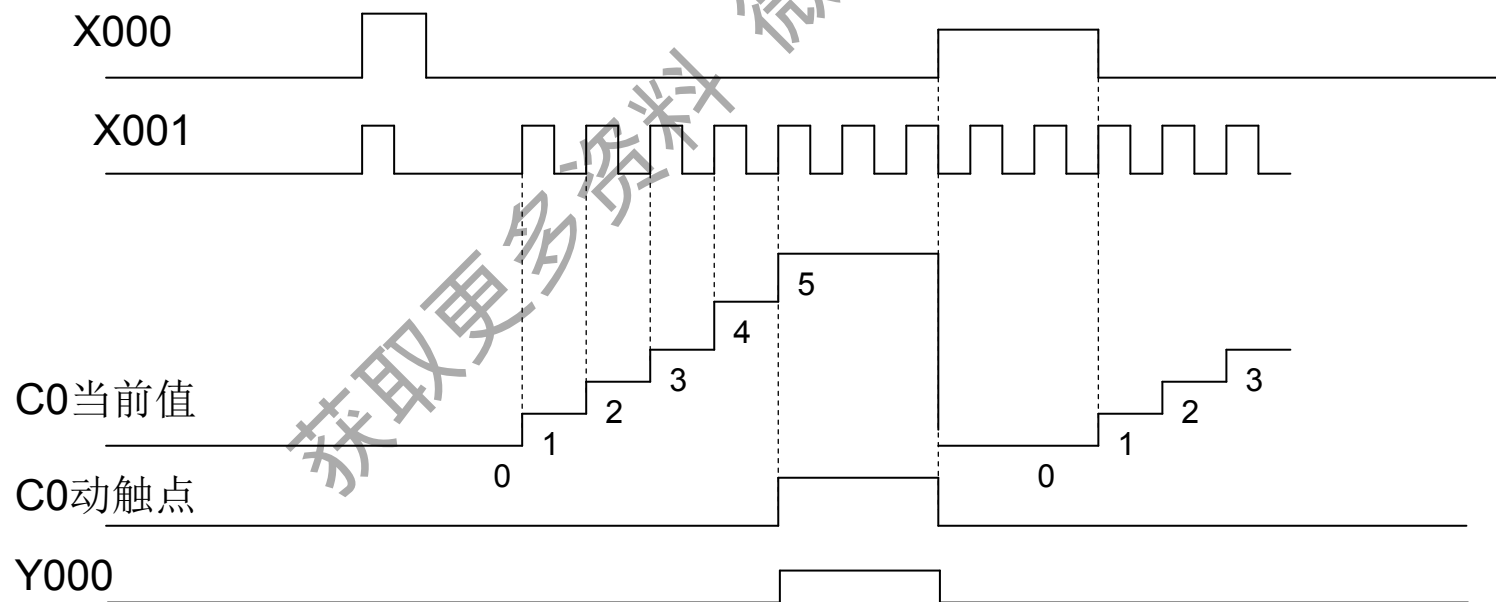
例：加法计数器

指令表



梯形图

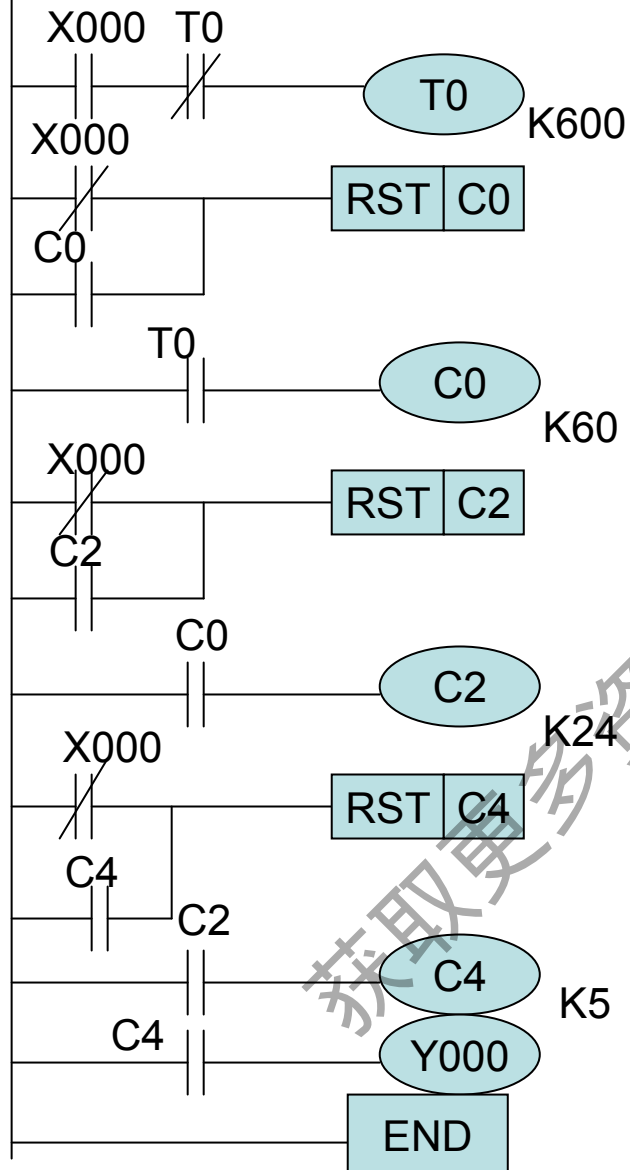
0	LD	X000	
1	RST	C0	C0计数器清0
2	LD	X001	
3	OUT	C0 K5	C0计数器计数5
6	LD	C0	
7	OUT	Y000	计数到，输出
8	END		



时序图



## 例：设计一个5昼夜计时器



0	LD	X000	
1	ANI	T0	
2	OUT	T0	K600
5	LDI	X000	
6	OR	C0	
7	RST	C0	
8	LD	T0	
9	OUT	C0	K60
12	LDI	X000	
13	OR	C2	
14	RST	C2	
15	LD	C0	
16	OUT	C2	K24
19	LDI	X000	
20	OR	C4	
21	RST	C4	
22	LD	C2	
23	OUT	C4	K5
24	LD	C4	
25	OUT	Y000	
26	END		

T+C、C+C电路计时。C2小时计数（分钟加1）、C4计昼夜（5）  
X000与X000互锁

T0计时  $100\text{ms} \times 600 = 60\text{s}$   
并自复位

C0清0，并自锁

$1\text{min} \times 60 = 60\text{min} = 1\text{h}$

C2清0，并自锁

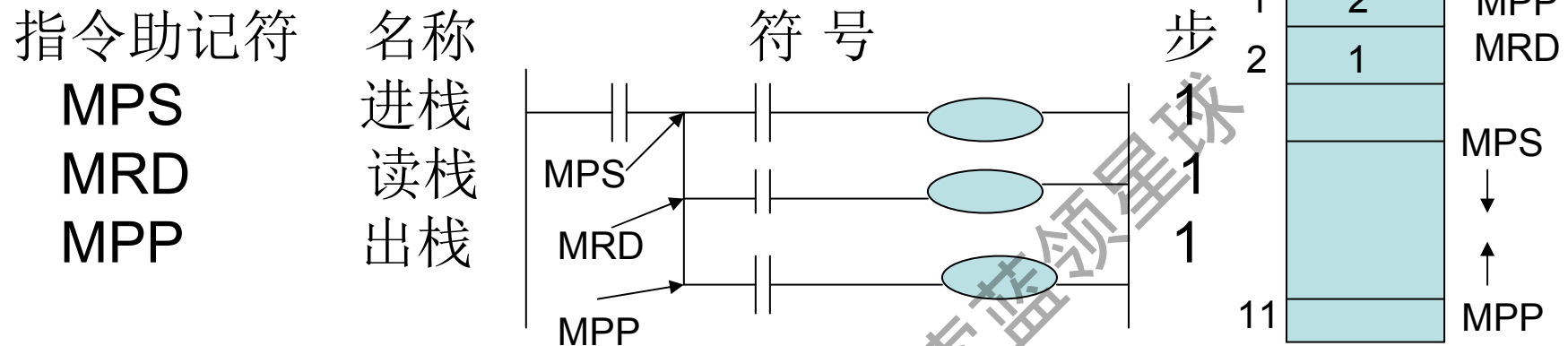
$1\text{h} \times 24 = 24\text{h} = 1\text{天}$

C4清0，并自锁

$1\text{天} \times 5 = 5\text{天}$

计时器到时输出  
X000非的作用？

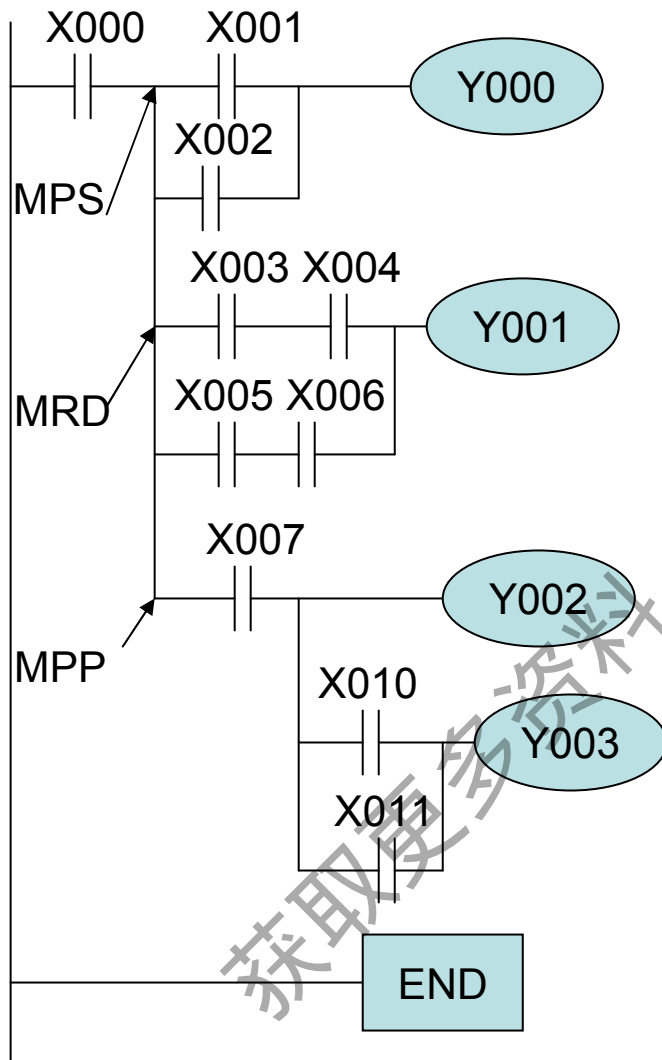
## 12、MPS、MRD、MPP指令



**指令功能：**在分支多重输出电路编程时，这组指令可将连接点先储存，然后接后面的电路。PLC有11个用来存放中间结果的存储器——堆栈存储器。每使用一次**MPS**，运算结果送入堆栈第一段，再使用再进入第一段，原数据下移；使用一次**MPP**各数据依次向上移动；**MRD**读最上段数据指令，数据不发生移动。总体是——先进后出。这些指令不带继电器编号的指令。

**指令说明：**这组进、读、出栈指令用于**分支重复输出电路**；将连接点数据先储存起来，便于连接后面电路时读出或取出数据；三条指令都不带软件组；**MPS**、**MPP**必须成对使用

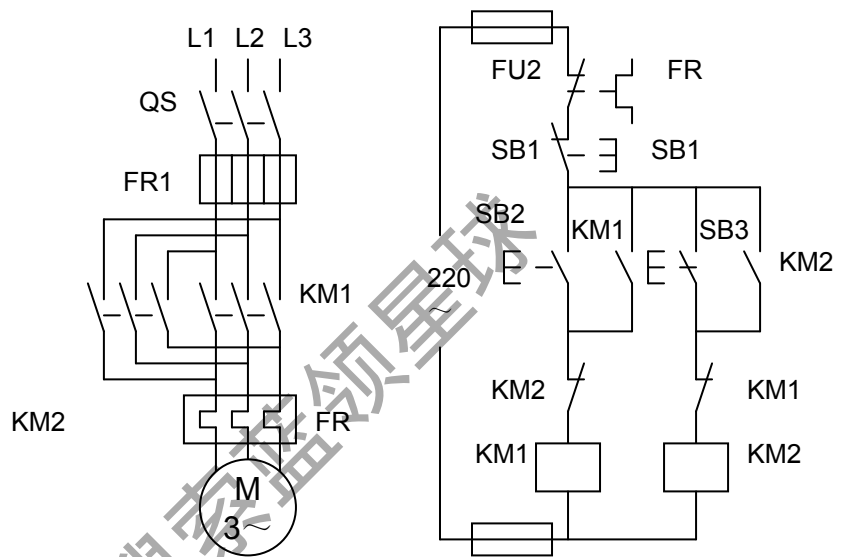
## 例：一层堆栈电路应用



0	LD	X000	
1	MPS		将X000状态入栈
2	LD	X001	
3	OR	X002	
4	ANB		并联块后串联前面 X000
5	OUT	Y000	
6	MRD		读栈 X000
7	LD	X003	
8	AND	X004	
9	LD	X005	
10	AND	X006	
11	ORB		串联块的并联
12	ANB		块操作后串联前面 X000
13	OUT	Y001	
14	MPP		出栈 X000状态
15	AND	X007	
16	OUT	Y002	
17	LD	X010	
18	OR	X011	
19	ANB		块操作后串联前面的所有
20	OUT	Y003	
21	END		

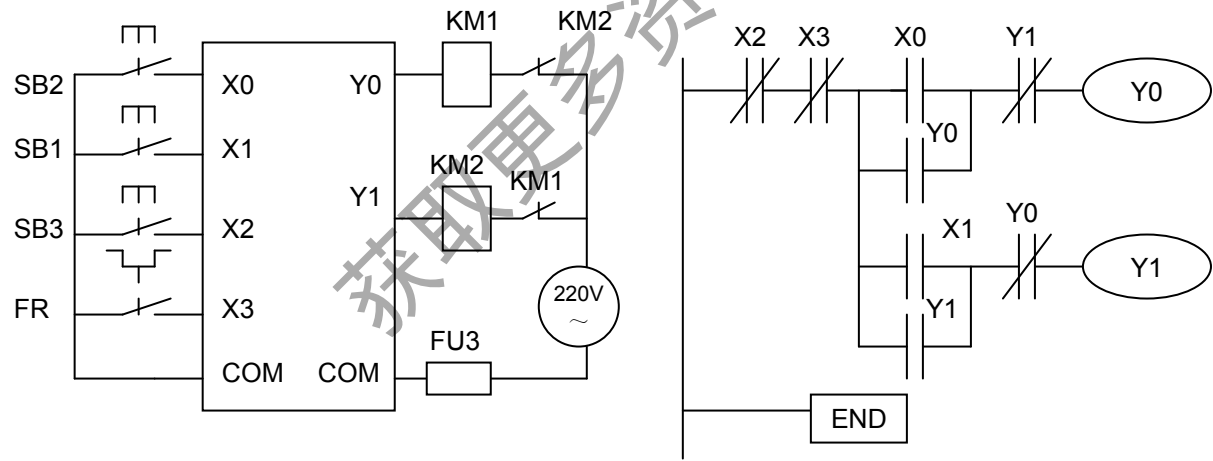
# 例 利用堆栈指令 控制电机正反转

- 一、工艺分析：两个接触器控制正反转
- 二、继电器接触控制主电路和控制电路
- 三、地址分配
- 四、接线图
- 五、梯形图
- 六、指令表



输入			输出		
输入继电器	输入元件	功能	输出继电器	输出元件	功能
X0	SB2	正转启动	Y0	KM1	正转接触器
X1	SB3	反转启动	Y1	KM2	反转接触器
X2	SB1	停止			
X3	FR	过载保护			

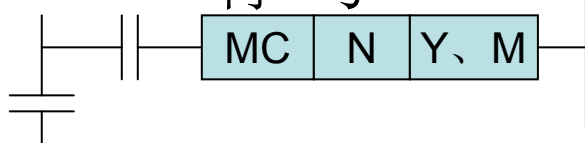
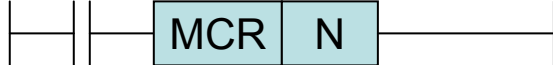
说明：1、程序设互锁  
2、外电路设互锁  
3、FR常开作输入  
4、FR常闭设外电路



```

0 LDI X2      8 MPP
1 ANI X3      9 LD X1
2 MPS        10 OR Y1
3 LD X0       11 ANB
4 OR Y0       12 ANI Y0
5 ANB        13 OUT Y1
6 ANI Y1     14 END
7 OUT Y0
    
```

### 13、MC、MCR指令

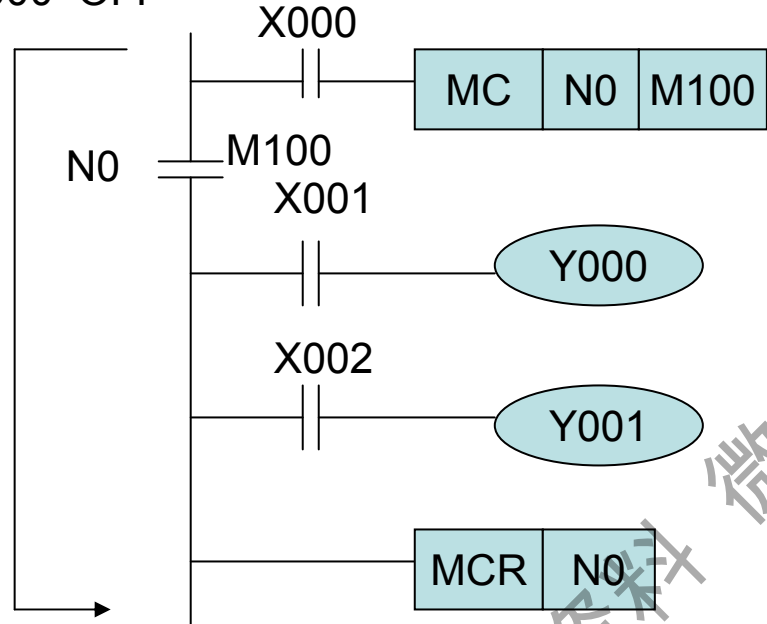
指令助记符	名称	符号	功能	步
MC	主控		公共串联触点的连接	3
MCR	主控复位		公共串联触点的清除	2

**指令功能：**执行MC指令就是执行从MC到MCR之间指令。即主控MC指令后，母线（LD、LDI）移到主控点后，MCR为返回母线的指令。

**指令说明：**MC主控指令用于公共串联点的连接，MCR为其复位指令；解决多个线圈同时受一个或一组触点控制时，每控制线路都串入同样触点而占用单元多问题；主控指令控制操作组件的常开触点要与主控指令后的母线垂直串联连接，是控制一组梯形图的总开关即常开闭合时激活所控制的梯形图组；MC指令母线后所有起始点触点均以LD/LDI指令开始，由MCR返回MC指令后母线，向下继续执行新程序；可用嵌套级号Ni编号，根据Ni由小到大的地址编号，用MCR返回，从大嵌套级逐级返回

## 例：主控指令运用

X000 OFF



```

0 LD X000
1 MC N0 M100
4 LD X001
5 OUT Y000
6 LD X002
7 OUT Y001
8 MCR N0
10 END

```

说明：操作组件M中除开特殊辅助继电器；

N0为嵌套，0为编号，即0级嵌套；

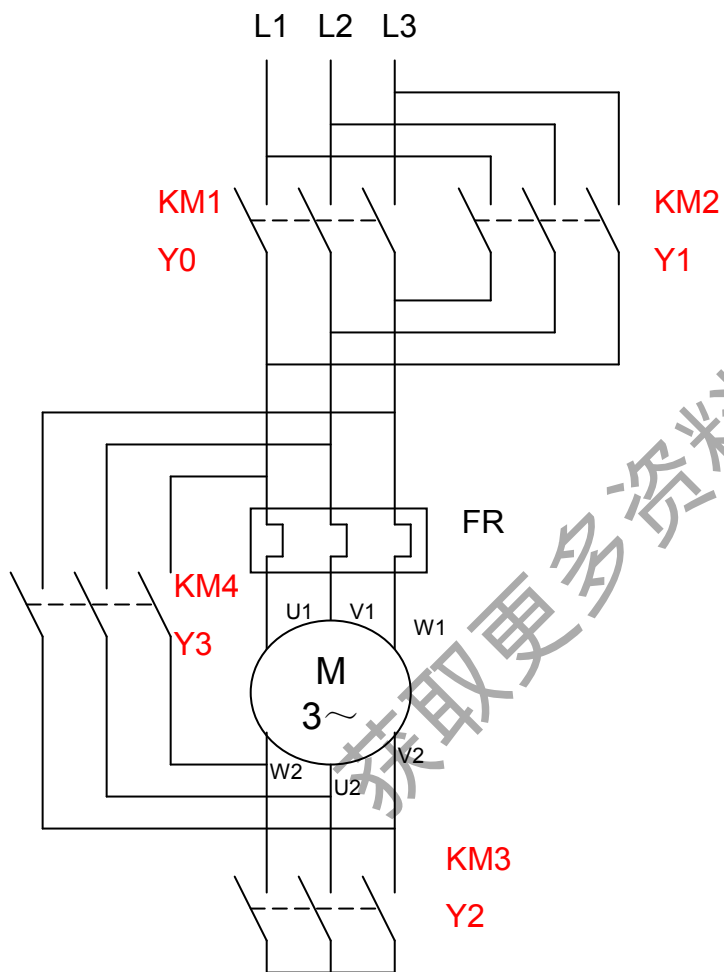
M100为辅助继电器，是MC指令后程序的总开关；

当X000为OFF时或当执行MCR返回

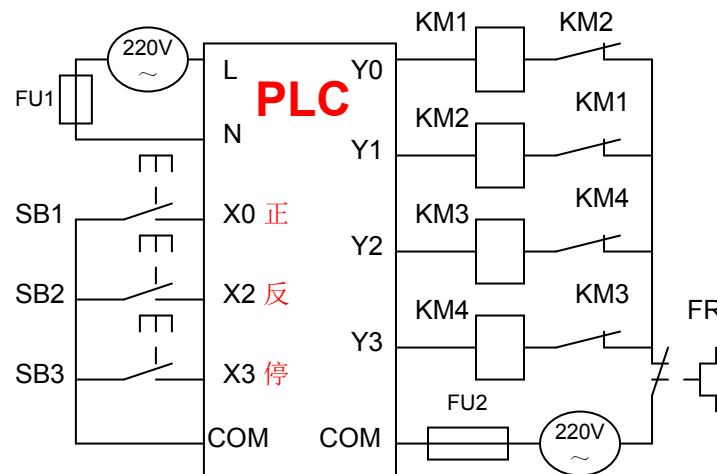
指令后，程序执行母线后指令，即MCR下面的指令。

# 例 利用主控指令对电机Y—△启动控制

- 工艺要求:**
- 1、按下正转按钮SB1，电机以Y—△方式正向启动，5S秒后转换成△运行；
  - 2、按下反转按钮SB2，电机以Y—△方式反向启动，5S秒后转换成△运行；
  - 3、SB3为停止按钮。

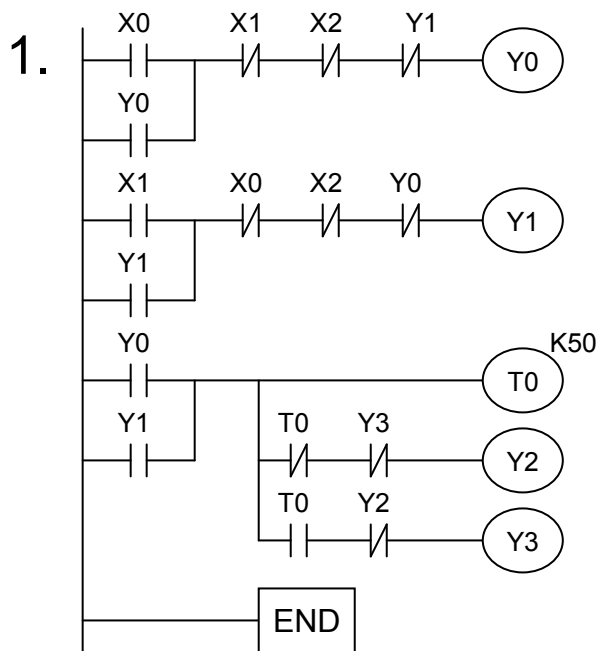


输入			输出		
输入继电器	输入元件	功能	输出继电器	输出元件	功能
X0	SB1	正向启动	Y0	KM1	正向运行
X1	SB2	反向启动	Y1	KM2	反向运行
X2	SB3	停止	Y2	KM3	Y形接触器
			Y3	KM4	△形接触器



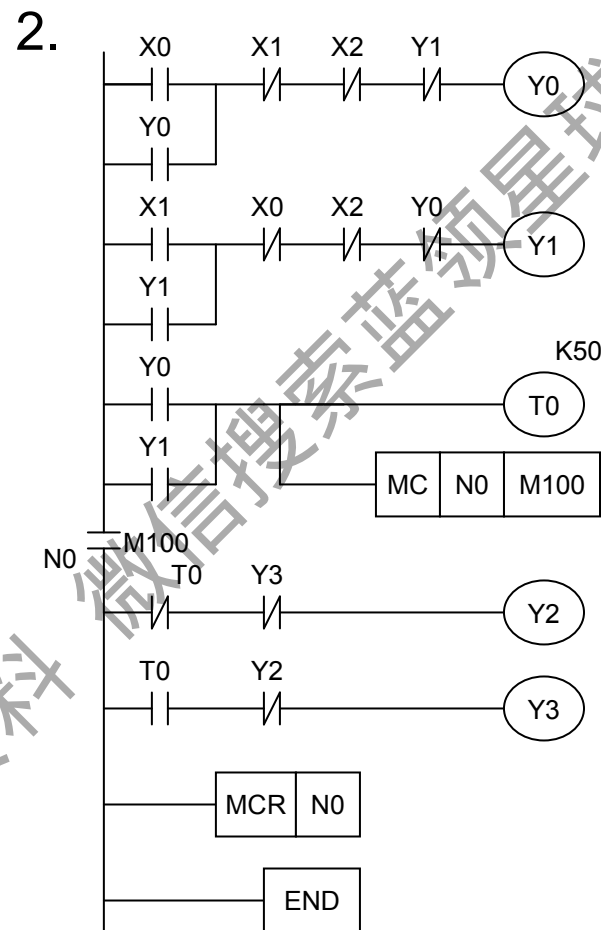
## 堆栈指令和主令指令程序

用堆栈指令



```

LD X0
OR Y0
ANI X1
ANI X2
ANI Y1
OUT Y0
LD X1
OR Y1
ANI X0
ANI X2
ANI Y0
OUT Y1
LD Y0
OR Y1
ANI T0
ANI Y3
OUT Y2
MPP
AND T0
ANI Y2
OUT Y3
END
    
```



```

LD X0
OR Y0
ANI X1
ANI X2
ANI Y1
OUT Y0
LD X1
OR Y1
ANI X0
ANI X2
ANI Y0
OUT Y1
LD Y0
OR Y1
ANI T0
ANI Y3
OUT Y2
MPP
AND T0
ANI Y2
OUT Y3
LD T0
OR Y1
ANI X0
ANI X2
ANI Y0
OUT Y0
LD Y0
OR Y1
ANI T0
ANI Y3
OUT Y2
MPP
AND T0
ANI Y2
OUT Y3
MCR N0
END
    
```

用主令指令

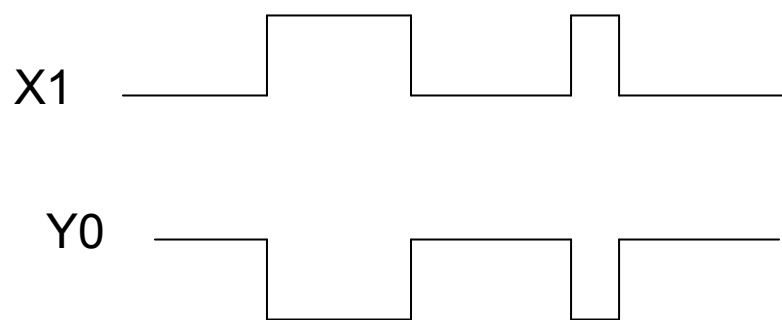
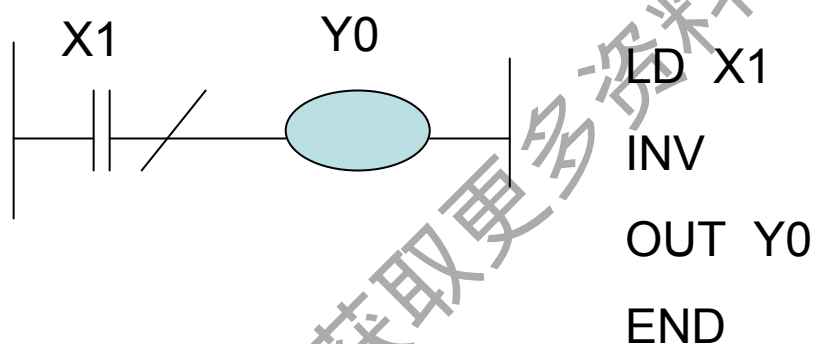


## 14、取反指令INV



INV取反指令用于将运算结果取反，执行INV指令时，之前的运算结果变为相反状态。

**指令说明：**为无操作数指令；

不能直接与主母线相连，不能单独使用。

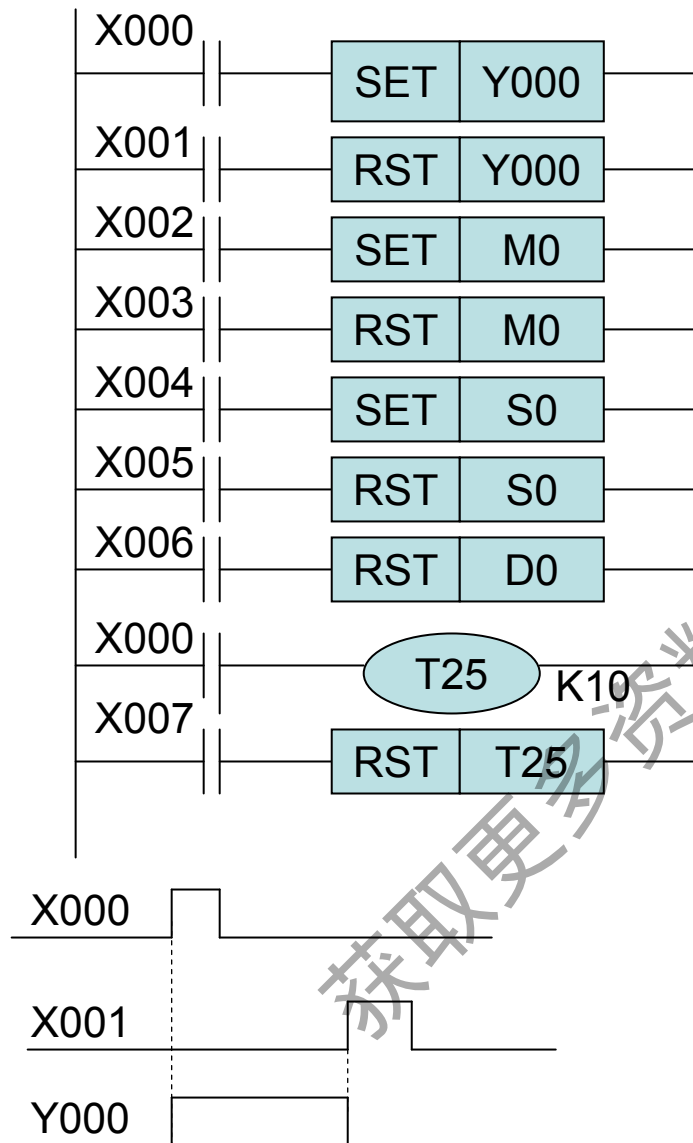


## 15、SET、RST指令

指令助记符	名称	符号	功能	步
SET	置位		动作保持Y、M	1
RST	复位		操作保持复位	S、特M 2 T、C 2 D、V、Z、特D 3

**指令说明：**SET为置位指令，使线圈**接通并保持**（置1）；RST为复位指令，使线圈**断开而复位**（置0）；同一软元件可以多次使用SET、RST指令，但**最后执行者有效**；可以用RST指令对D、V、Z的内容清零，也可用常数K0经传输指令清零。

## 例：SET/RST指令运用



```

0  LD  X000
1  SET  Y000
2  LD  X001
3  RST  Y000
4  LD  X002
5  SET  M0
6  LD  X003
7  RST  M0
8  LD  X004
9  SET  S0
11 LD  X005
12 RST  S0
14 LD  X006
15 RST  D0
16 LD  X000
17 OUT T25 K10
20 LD  X007
21 RST T25

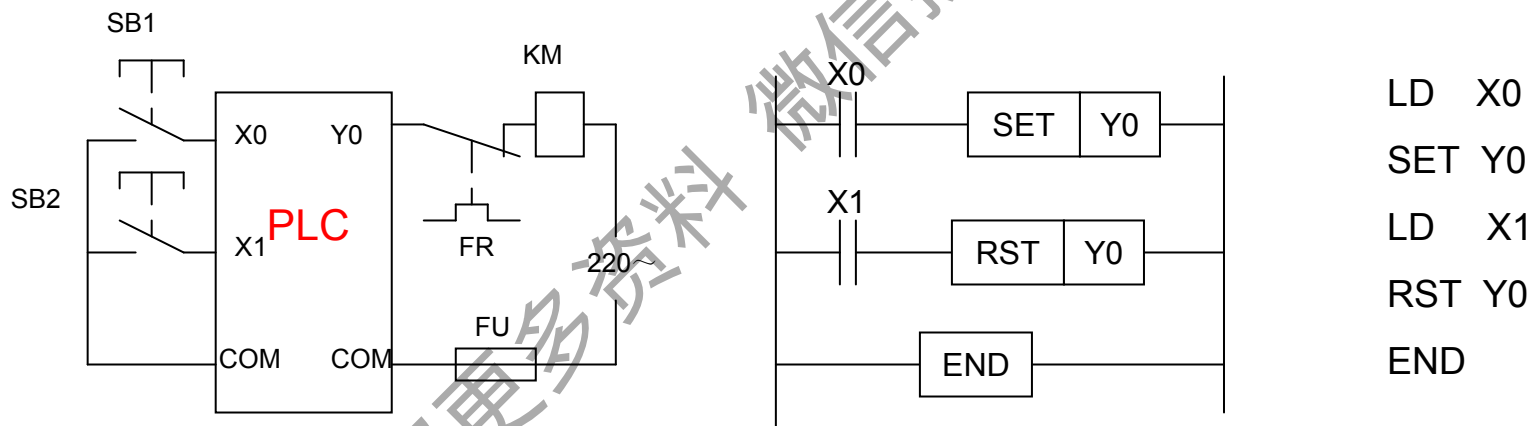
```

说明：X000接通，Y000置1，被驱动，此时X000的ON/OFF与Y000无关，即1保持；  
X001一接通，Y000不被驱动，此时X001的ON/OFF与Y000无关；  
Y与M相同。

# 例：利用SET置位、RST复位指令 对电机连续运行控制

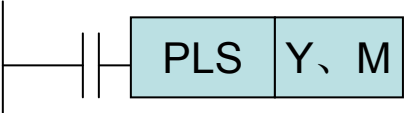

- 一、工艺分析：启保停控制
- 二、地址分配
- 三、接线图

输入			输出		
输入继电器	输入元件	功能	输出继电器	输出元件	功能
X0	SB1	启动按钮	Y0	KM	接通电机
X1	SB2	停止按钮			



- 注意：**
- 1、FR接输出回路，安全，但PLC并不知道过载的发生；
  - 2、SET指令只能用RST复位。
  - 3、SET指令代替自锁，程序步长可以减少。

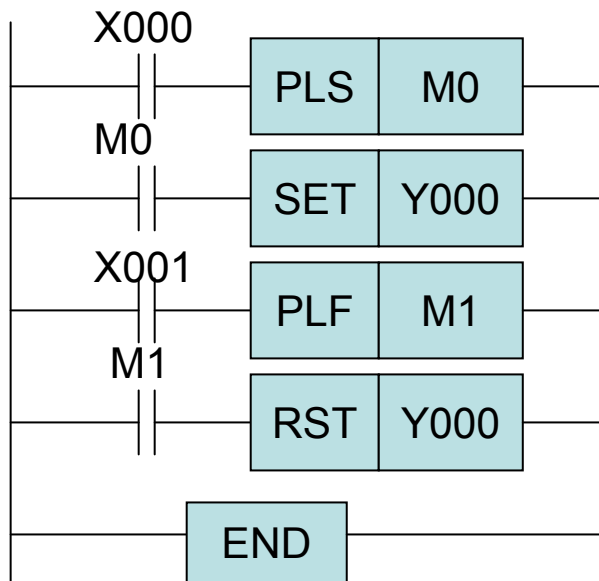
## 16、PLS、PLF指令

指令助记符	名称	符号	功能	步
PLS	上沿脉冲		上升沿微分输出	2
PLF	下沿脉冲		下降沿微分输出	2

**指令功能：**使用**PLS**指令，输入脉冲前沿使**指定继电器**接通一个扫描周期后复位；使用**PLF**指令，输入脉冲后沿使指定继电器接通一个扫描周期后复位；**操作仅元件Y、M**

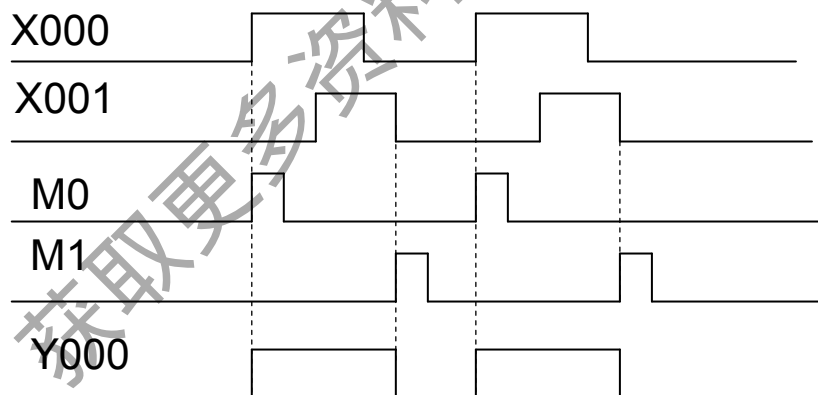
**指令说明：****PLS**指令使操作组件在输入信号上升沿时，产生一个扫描周期的脉冲输出；**PLF**为输入信号下降沿时产生一个扫描周期的脉冲输出；**PLS、PLF**可将输入组件脉宽较宽的输入信号变成脉宽等于**PLC**扫描周期的触发脉冲信号，相当于对输入信号进行微分。

例：PLS/PLF指令运用



```

0 LD X000
1 PLS M0
3 LD M0
4 SET Y000
5 LD X001
6 PLF M1
8 LD M1
9 RST Y000
10 END
    
```



说明

M0、M1的扫描宽度为扫描周期T；

即X000及X001宽脉冲可转化成M0、M1的扫描周期脉冲

LDP、LDF指令提供后面组合接通一个扫描周期。

## 17、NOP指令

指令助记符	名称	符号	功能
NOP	空指令	无	无动作

**指令说明：**在程序中先插入空操作指令，改动或追加程序时，可以减少程序号的改变；当LD、LDI、ANB、ORB等指令时，电路结构将有较大变化，执行清屏操作后，全部指令都NOP。

获取更多资料

## 提示和建议

- 1、基本指令是PLC编程和应用的基础，必须熟记。实际工作中，建议一般梯形图和指令表同时采用；
- 2、每条基本指令的指令说明是应用基本指令的关键，要注意掌握；
- 3、基本指令的步长可以查表得到；
- 4、在许多场合需要把梯形图些成语句表程序，要根据图上符号意义及符号间关系准确选择指令及正确的表达顺序。
- 5、用基本指令对梯形图编程时，必须按信号单方向从左到右，从上而下的流向原则编写。
- 6、在处理复杂的触点结构时，如触点块的串联并联或堆栈相关指令，指令的表达顺序为：先写出参与因素的内容，再表达参与因素的关系。
- 7、总之，在用指令编程时要掌握编程有关规则。



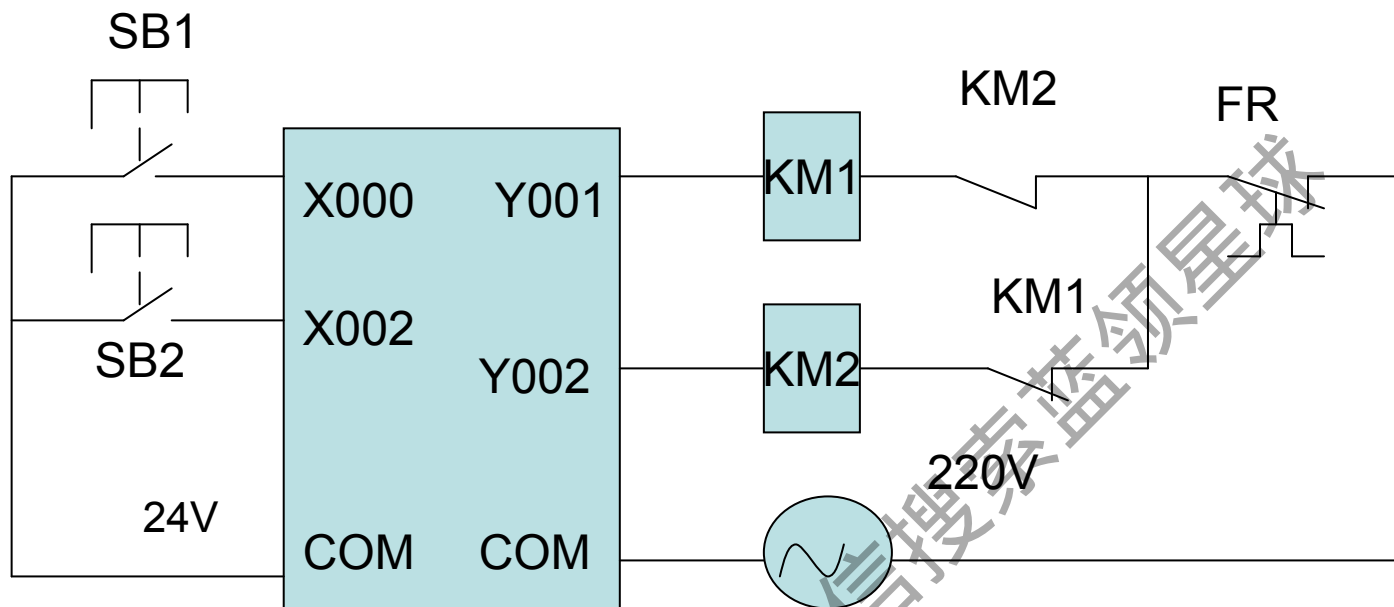
## 例：两台电机延时启动控制

一台启动**10s**后启动第二台，运行后同时停止

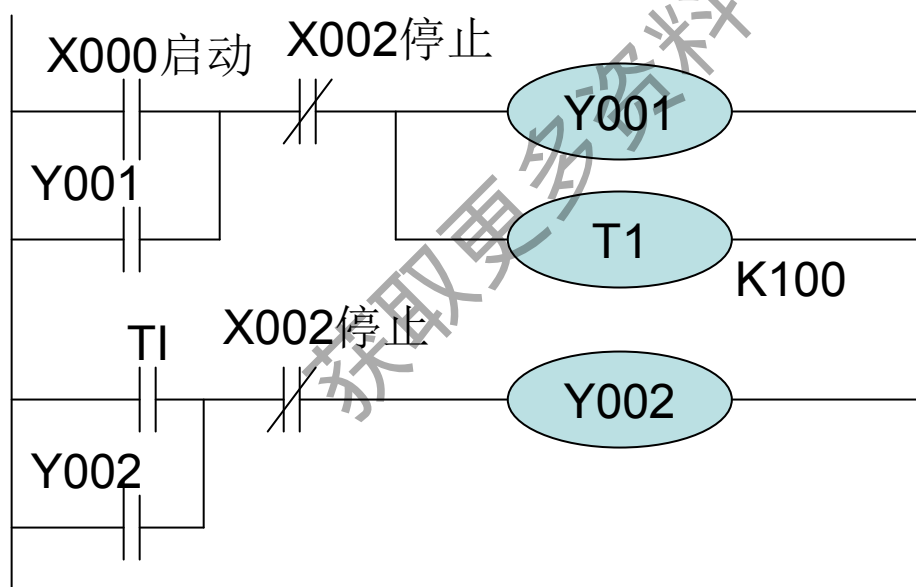
分析：两台电机供电的接触器占用两个输出口；由于是电机只是延时启动，同时停车，用一个启动按钮和一个停止按钮就够了；延时需要定时器。

设计顺序：先绘制两台电机的启保停电路；第一台使用启动按钮；第二台电机使用定时器的常开触点延时启动；两电机同时用停止按钮；对延时启动，应从第一台启动记时，因此定时线圈要并接在第一台电机的输出线圈上。

外部线路：



接线图



```

0 LD X000
1 OR Y001
2 ANI X002
3 OUT Y001
4 OUT TI K100
7 LD TI
8 OR Y002
9 ANI X002
10 OUT Y002
11 END
    
```

## 例：基本指令实例——三台风机监控

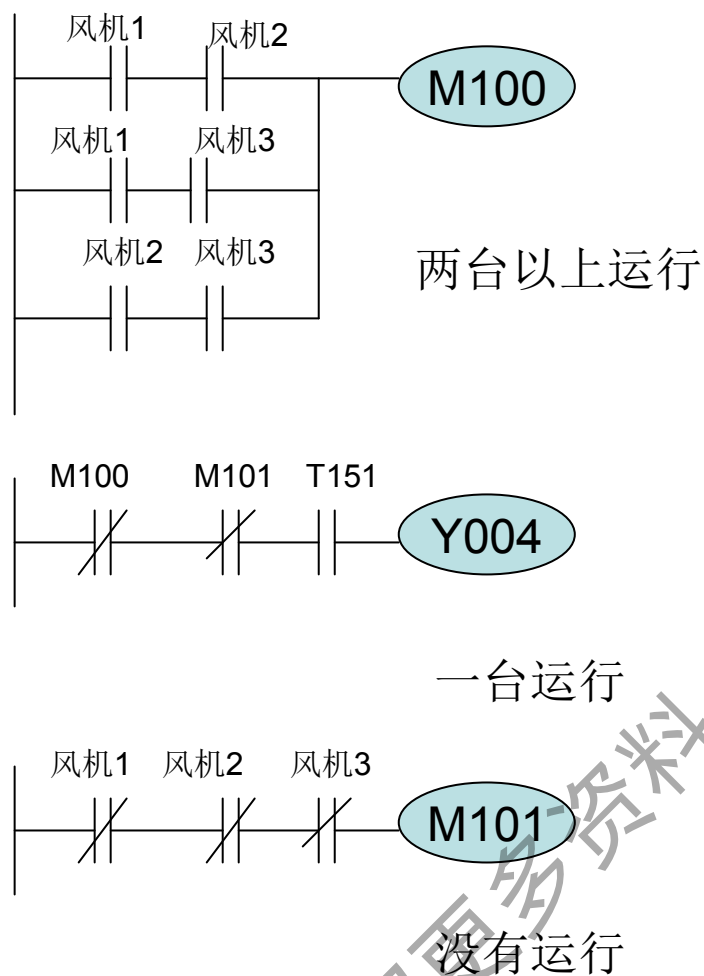
对风机选择运转装置进行监视。如果三台风机中有两台在工作，信号灯持续发亮；如只有一台风机工作，信号灯以0.5Hz的频率闪光；如三台风机都不工作，信号灯以2Hz频率闪光；如果选择运转装置不运行，信号灯熄灭。

分析：条件信号有三个：三台风机中至少有两台在运行，这时有三种逻辑组合关系；只有一台风机运行；没有风机运行。

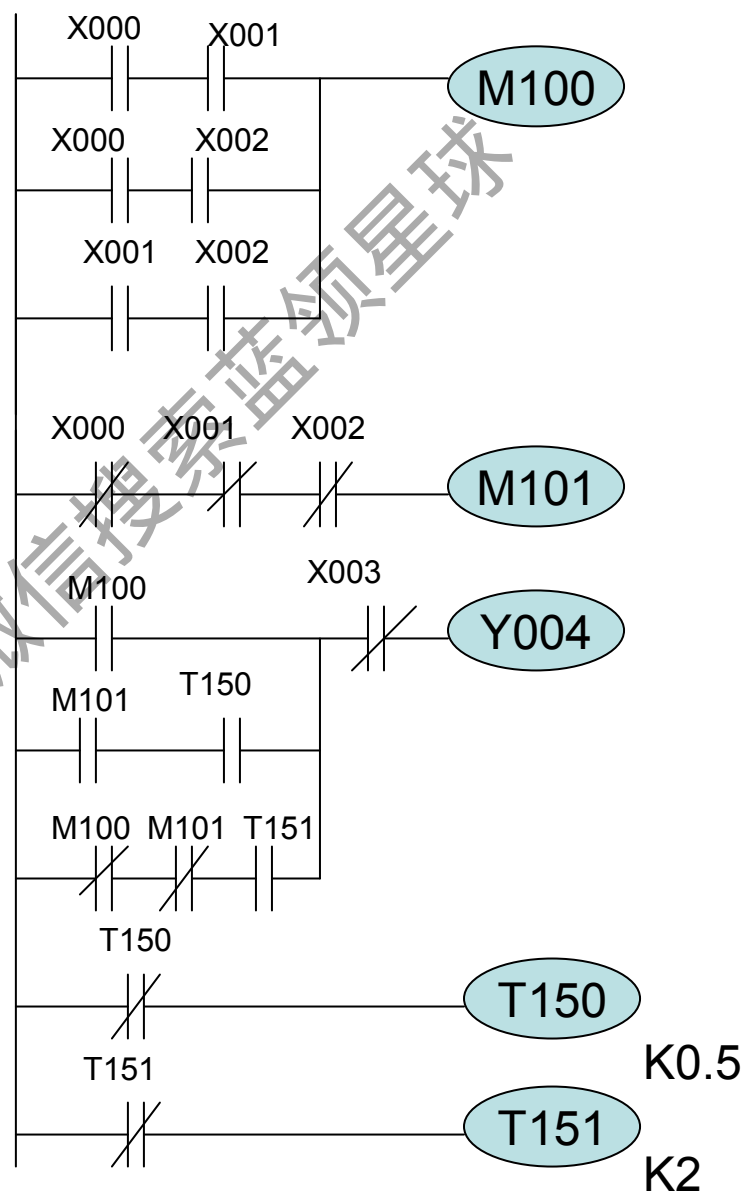
见下页逻辑图

## 地址表（I/O清单）

输入条件	输出器 件	其它机内器件
X000: 风机1（接触器辅助常开触点）	Y004: 信号灯	M100: 至少两台风机运行，信号为1
X001: 风机2（接触器辅助常开触点）		M101: 当无风机运行时，其信号为1
X002: 风机3（接触器辅助常开触点）		T150: 2Hz脉冲发生器
X003: 运转选择开关		T151: 0.5Hz脉冲发生器。



风机运行控制逻辑



风机监视梯形图

# 编程原则

## 一、梯形图原则

1、基本方法——梯形图语言以梯形结构表示信号流向，各指令按从左至右、从上到下的顺序被扫描，一行或一组指令（逻辑行，一个输出）中，每条指令的输出信号作为其右边一条指令是否执行的条件，直到最右侧，然后扫描下一组指令；如扫描出任何一条指令不满足，则不往右扫描，原输出信号不变，立即转向下一组指令执行。

# 一、梯形图原则

## 2、特别说明

- 1) 对所使用的编程元件要进行编号，PLC按编号区别操作元件；梯形图中的触点应画在水平支路上，不含触点的支路应放在垂直方向，易于识别触点组合及对输出线圈的控制路径，使逻辑关系清楚；
- 2) 与一个线圈相连的全部支路形成一个逻辑行，每一个逻辑行其始于左母线，终止于线圈或一个特殊指令或右母线（右母线可省略）；
- 3) 线圈不能直接接在左母线，如需要可接不动作的常闭触点连接线圈；
- 4) 线圈右边不允许接有触点；
- 5) 有几个电路块并联时，触点最多的支路放在最上面；几个串联支路串联时，将并联支路多的尽量靠近左母线；
- 6) 遇到不可编程的图形，可根据信号流向对愿梯形图重新编排。

## 二、用户程序的I/O分析法

根据用户程序执行过程，模拟实际系统中出现的输入信号顺序，以及I/O暂存点和梯形图中的逻辑关系，对用户程序的执行进行分析，可得到I/O暂存器中各个输出点在不同扫描周期内的状态变化情况。

P38 图2.32

获取更多资料



## 三、扫描时间和最高频率的确定

1、用户程序执行时间占主要比例：

欧姆隆例子：执行1k字时间1—10ms，内部处理时间1.26ms，等待通讯外设1—2ms，输入输出时间1ms。

2、输出对输入有滞后现象；

3、输入ON/OFF时间必须比PLC扫描周期要长，以避免PLC没有检测到。

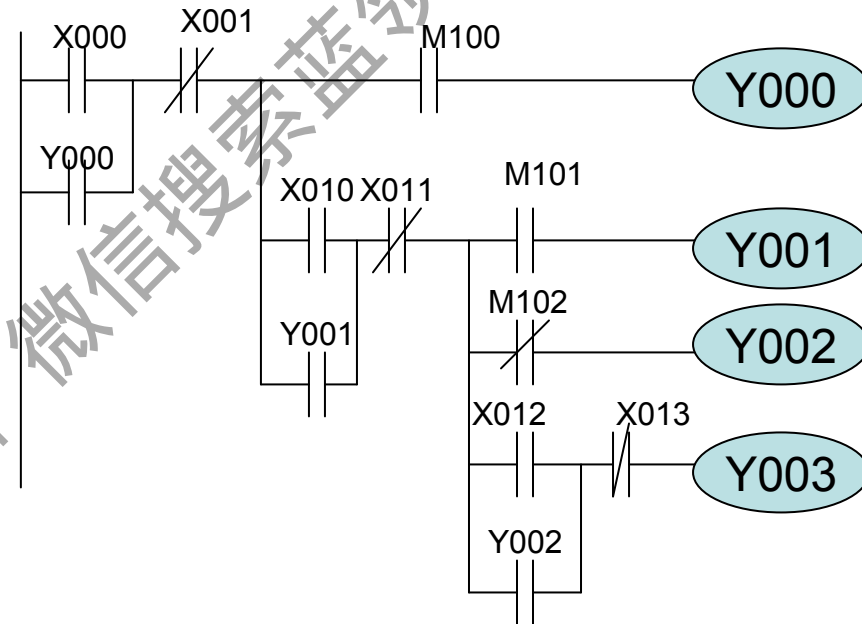
# 作业 P100

1、画出语句表对应梯形图

```

0   LD   X000
1   AND  X001
2   LD   X002
3   ANI  X003
4   ORB
5   LD   X004
6   AND  X005
7   LD   X006
8   AND  X007
9   ORB
10  ANB
11  LD   M100
12  AND  M101
13  ORB
14  AND  M102
15  OUT  Y005
16  END
  
```

2、根据梯形图写出程序。



3、一台电机按下启动按钮运行10s，  
停5s，重复8次后，电机自行停止。  
画出梯形图，写出指令表

# 第十九课 PLC的基础指令实验

## 一、实验目的

- 1、了解PLC系统构成；
- 2、熟悉实验设备；
- 3、熟悉PLC手持编程器功能使用。

## 二、实验内容

- 1、熟悉实验设备及用品，PLC连线；
- 2、熟悉手持编程器的组成、按键、功能、连线、编程前的工作等；
- 3、编程练习

## 三、实验过程要求

- 1、预习——P122—P131
- 2、手持编程器连线
- 3、演习手持编程器操作（电源、置位、方式选择、读出写入、插入、删除）
- 4、模拟运行——P124表
- 5、检测功能运用

四、按老师布置，输入一个完整的程序。

## 五、实验报告

包含上述全部内容。

## 二十三课 PLC的系统设计

### 1、目的和要求：

- 1) 了解PLC功能指令格式、指令说明
- 2) 理解常用PLC功能指令应用特点、规则

### 2、重点与难点：

功能指令应用

### 3、要求：

- 1) 了解PLC功能指令，能解决实际问题；
- 2) 能够应用常用指令编程。

### 4、教学方法设计：

讲授。

## 第四节 PLC应用系统设计

**PLC系统设计特殊性：**由于PLC综合了微电子、数控、计算机、电气、电路、电机、检测、通信等技术一体，则在设计方法、步骤、运用实用性上有特点。

**PLC基本特点：**可靠性高、控制功能强、编程容易、环境要求低、抗干扰能力强等。

**PLC系统设计：**利用PLC结合实际控制系统中，进行工艺分析、控制方案确定、软件程序设计、施工设计、总装调试等工作。

**设计工作核心：**对现场工艺的掌握。

# 一、系统设计的方法和步骤

## 1、系统设计原则

### 1) 系统设计原则：

对于被控对象和任务，要有优良的性价比（单片机控制、继电器接触控制、计算机控制、数控系统控制等）；

选用的主机、扩展模块、配置、功能必须满足被控对象的工艺要求；

尽量选用新产品、机型（西门子、三菱较大份额），考虑工艺变化后的扩展；

确保系统安全可靠。

## 2) 最适合PLC控制的系统

采用大量开关量和少量模拟量的控制系统；

小型PLC用于单机自动化，大型PLC用于自动生产线和核心控制部件；

用于技术改造，替换原有的继电器接触控制系统（原系统越复杂系统，越有利于PLC运用）；

要求系统在恶劣环境下，有高可靠性、稳定性、先进性。特别是用于多机控制的冗余系统；

控制系统适用于有扩充或工艺变化很大的可能性场合

## 2、系统设计内容

- 1) 选择开关、传感器等输入设备；继电器、接触器、信号灯等输出设备；由输出设备驱动的控制对象，如电机、电磁铁等；
- 2) 选择PLC机型、容量、I/O模块、电源模块及其他模块类型及数量；
- 3) 分配I/O口，绘制I/O连接图，建立表格；
- 4) 设计PLC控制程序，包括梯形图、指令表
- 5) 按需要设计操作台、电气柜、显示盘等；
- 6) 编制文件、设计说明书、使用说明书、电气图、元器件明细表等。



## 3、系统设计步骤和方法

1) 工艺分析及控制方案确定——被控对象工艺工程、工作特点、功能的进行分析；输入输出两分析；构成完整的功能表达图和控制流程图（方式自己确定）；确定PLC控制方案。

2) 系统硬件配置——

**机型：**按控制系统需要合理选择，功能含盖使用要求，避免大马小车，品牌、价格、服务等因素都要考虑。

**I/O点**：确定I/O点数、选用相应模块。I/O点要合理分配并留有余地，预留工艺改变后的需要。一般为60%。

**设计电气原理图**：对输出控制信号频率要求低，电压要求高——继电器输出接口的PLC；对输出控制信号频率要求高、输出电流较小时，采用晶体管和晶闸管输出接口的PLC。输出模块同时接通点数的电流之和小于公共端允许通过的电流，输出模块要考虑同时接通的点数，一般**同时接通的点数限制在总点数的60%**。

**3) 软件程序设计**——以PLC指令为基础，按工艺过程和控制要求，利用PLC软元件编号建立相应控制程序，画出梯形图（或状态转移），写出程序清单。

**经验设计法：**系统简单、设计经验丰富者，设计过程复杂，反复多。初学不宜

**翻译法：**直接翻译继电接触电路图。掌握原控制系统工作原理，确定PLC的分配，画出PLC外部接线图，梯形图中的辅助继电器和定时器等元件一一对应取代继电接触电路的中间继电器和时间继电器，再统一画出梯形图。

**顺序控制设计法**：按步进顺序控制方式进行设计，按照PLC提供的通用和专用编程指令，可提高效率，适合初学者。值得推荐。

**逻辑设计法**：根据控制技术要求，得到逻辑表达式八电路中各触点的变化按控制要求列出逻辑表达式体图仿效设计出复杂关系控制程序。难度很大。

**计算机辅助设计**：PLC都可与微机相连，有相应的编程软件，可在线和远程编程。提倡

## 4) 施工设计

画出电气安装及PLC系统接线工艺图、电气柜结构及柜内电器布置图；

PLC输入电路一般由内部提供电源，输出电路需要根据负载额定电压外接电源。在端子接线时，注意输出电路端子容量及公共端（COM）的容量，COM端加保险；

## 5) 系统总装调试

模拟调试：编程器及软件编程输入PLC存储器，模拟实验，观察指示灯等变化是否符合工艺要求；现场调试参数和整定传感器等；开机试验，固化程序。整理全部资料。

## 二、程序设计的基本方法和编程原则

### 1、基本方法和步骤

- 1) 按工艺要求画出控制流程图，表达准确、清楚，必要的作分解、简化；
- 2) 将所有输入信号（按键、行程开关、压力开关、压力、速度、时间等传感器），输出信号（接触器、电磁阀、指示灯等）分别列出，按被采纳的PLC型号内部元件编号范围，对I/O端子作分配和安排；
- 3) 分配和利用PLC内部单元，构成相应电路；
- 4) 以梯形图描述控制要求；
- 5) 按原则编写程序清单

## 2、编程基本原则

- 1) 所有软件元（地址）必须在该机型有效范围内；
- 2) 每个输入或输出继电器对外电路仅提供一个信号接点。以便信号输入或驱动外部负载。
- 3) 梯形图中同一编号的线圈只能一次输出。多次输出称多线圈输出，易出错，应避免；
- 4) 采用状态流程图时按规则使用状态元件；
- 5) 基本指令和功能指令须针对具体机型的要求；
- 6) 适当安排串、并联触点位置，减少程序步数：  
串联多的支路尽量放在上部；并联电路尽量靠近母线；重新安排不能编程的桥式电路和其他复杂电路。P—81、82

- 7) 改造继电接触电路，只须把控制电路部分翻译成梯形图，有非继电器组成的电路（如开启电机的接触器电路），可不进入PLC电路；
- 8) 注意PLC外部所接输入信号的触点状态与梯形图所采用的内部输入触点的对应关系。

获取更多资料



## 重要提示：设备输入状态在程序中的表示方法

设计用户程序时，须特别注意输入设备状态及在程序中的表示方法，避免逻辑混乱。

- 1、现场设备中操作设备、触点开关、传感器等不直接参加内部电路的逻辑运算，是通过输入继电器状态完成控制的。即PLC不能区分外设是常开（动合）或常闭（动断）触点的，只能识别输入继电器状态是1或0；
- 2、如果输入端是常开（动合）触点，对应输入回路不通，输入继电器断开，这时输入继电器动合接点为0，动断接点状态为1。
- 3、如果输入设备是动断（常闭）触点，即未动作时触点接通，使相应输入回路闭合，输入继电器对应的动合接点状态为1，动断接点状态为0。

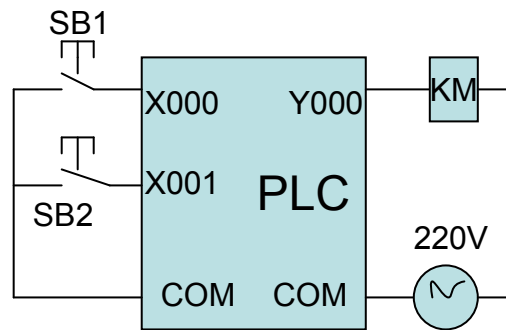
4、当输入状态动作时，其状态与上述相反，在输入为动断（常闭）触点时尤其要注意。

5、输入设备状态在程序中的表示法

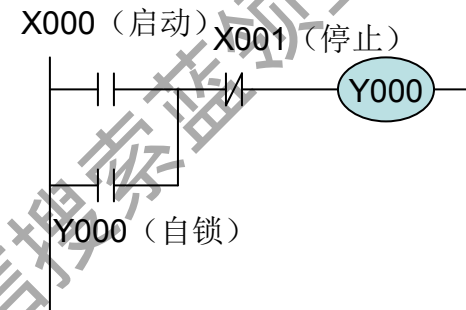
输入设备		PLC 输入继电器		
属性	状态	状态	动合（常开）触点	动断（常闭）触点
动合 （常开） 触点	动作	接通	1	0
	不动作	断开	0	1
动断 （常闭） 触点	动作	断开	0	1
	不动作	接通	1	0

## 例：电机启、保、停控制

启动按钮SB1接于X000输入点，停车按钮SB2接于X002，交流接触器KM接于输出点Y000输出点。



PLC接线图



单向控制运转体图

图中：SB1动作接通，输入继电器接通为状态为1，常开触点X000为接通1状态；SB2不动作为断开，输入继电器断开状态为1，常闭触点X001为接通1状态。

**结论：**按钮的触点状态和继电接触控制逻辑一致。

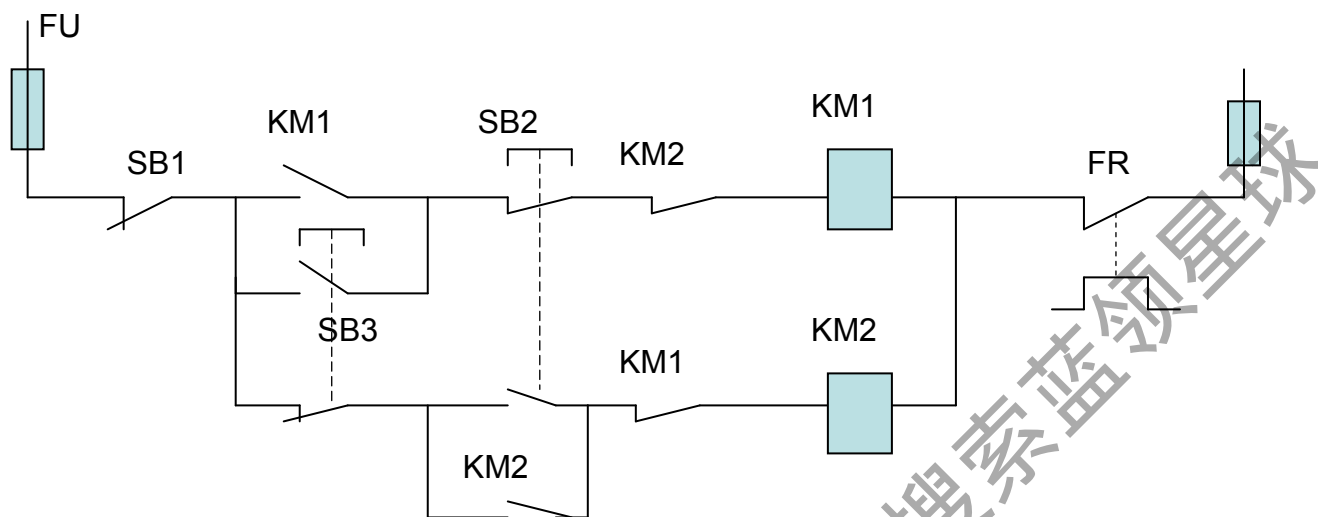
按继电接触控制传统方法：SB2一般为常闭触点，在其它不变的情况下，SB1按下而接通，但SB2本身闭合不动作，则输入继电器为接通状态，但X001为常闭触点，则不通为逻辑0，电机无法启动。否则X001要改成常开。而X001常开与继电接触控制逻辑相反。

**结论：**如果输入设备采用动断触点时，PLC编程时与继电控制原理相反，为了习惯一致，PLC尽可能采用输入设备的动合（常开）触点接输入端。

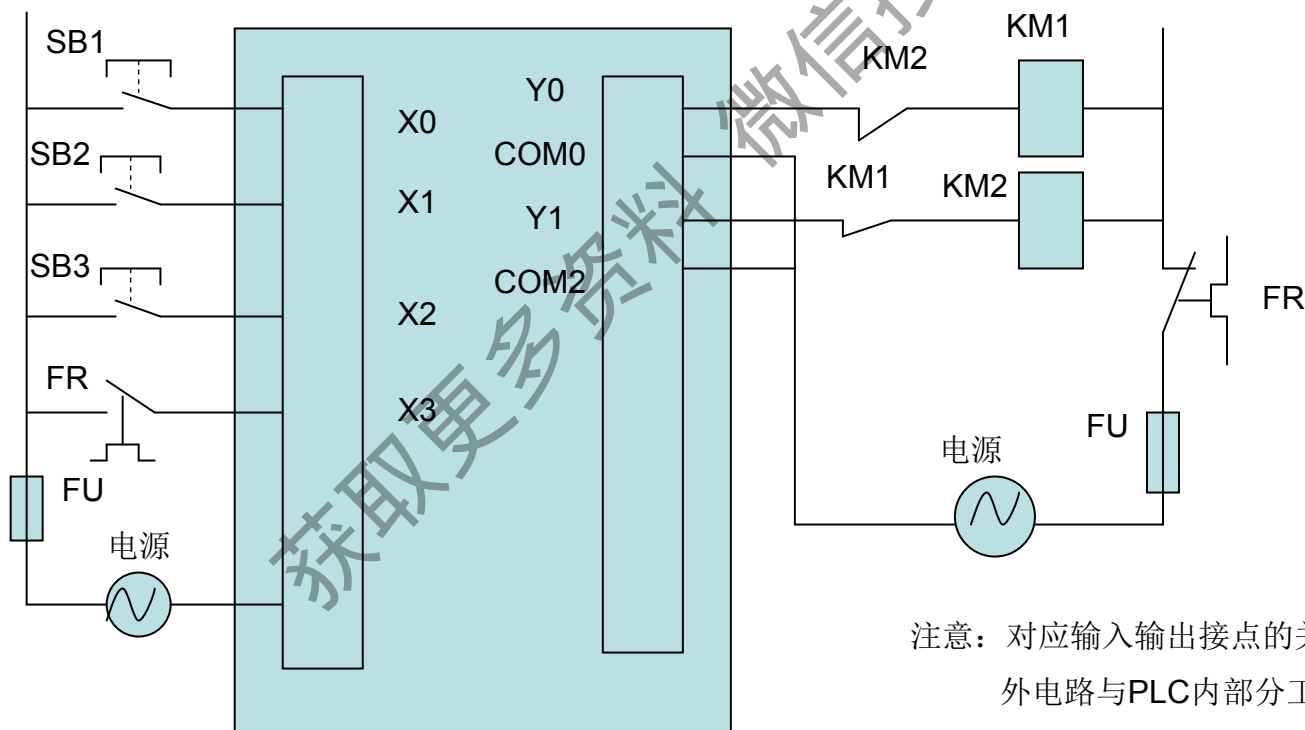
## 例：根据以上原则将电机正反转继电器接触控制用PLC控制的几个具体问题

### 1、输入输出问题——I/O点分配：

序号	名称	地址编号	信号来源	电压等级	信号性质	外电路状态表	继电器触点状态	操作对象	
1	停止	X0	人工按钮		开关量	常闭	常闭	停止电机	
2	SB2	X1	人工按钮		开关量	常开	常开	电机正转	
3	SB3	X2	人工按钮		开关量	常开	常开	电机反转	
4	FR	X3	热继电器触点		开关量	常开	常闭		
5	正转线圈	Y0	输出继电器	110V	开关量			电机正转	
6	反转线圈	Y1	输出继电器	110V	开关量			电机反转	
7	说明：KM1、KM2线圈及互锁触点为外电路内容，输入回路电压等级应注意PLC说明书，本例由于按钮串如控制回路，因此要用外电源。公共端须加保险。								



继电器控制电路图



电机正反转PLC接线图

注意：对应输入输出接点的关系  
外电路与PLC内部分工的划分

2、继电接触控制与PLC控制的输入信号相同、输出控制功能相同；

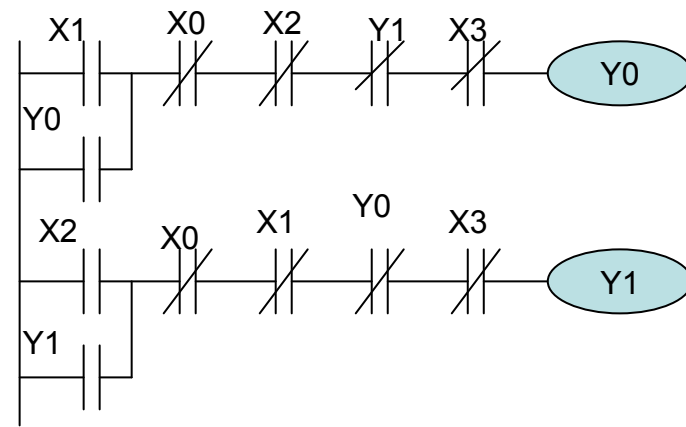
梯形图中PLC内部器件，如辅助继电器、计数器、定时器等不是电器元件，但具有相同功能（两个状态等），常开、常闭触点可使用无数次，而线圈只能使用一次；

输入 $X_i$ ， $Y_i$ 不是物理接点，而是输入、输出状态表中的输入、输出的状态；

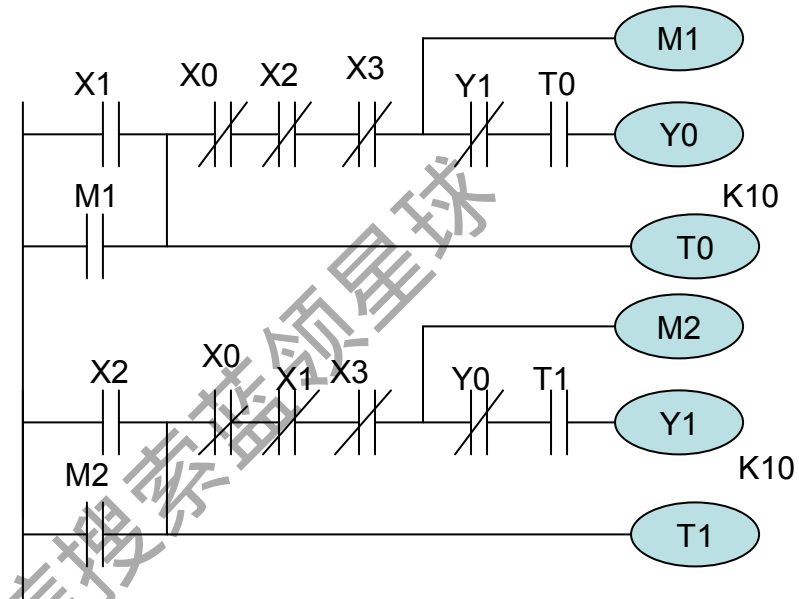
3、电气图左右母线为电源线，两端加电压；梯形图左右母线为界限，没电压；

4、电气图各支路同时加上电压并行工作；PLC是采用不断循环、顺序扫描方式工作。虽然扫描时间短，对这种串行处理与并行处理的差别要注意，如对在程序执行阶段还要随时对输入状态进行刷新操作的PLC，防止误动作；

5、设计PLC梯形图时要考虑执行触点通断的实际情况。如例中，正转运行时，按下SB3（2）？电机反转，PLC使正转输出Y0线圈断开（KM1），常开触点使反转输出继电器Y1（KM2）接通；然而PLC内Y0与Y1几乎同时完成，若无外电路KM1与KM2辅助互锁触点互锁，就会使正转接触器触点断开电弧未灭时反转接触器已经接通，造成电源短时短路。解决方法有二：一是外电路设互锁，二是延时切换。



无延时电机正反转控制梯形图



有延时电机正反转控制梯形图

说明：延时的时间需要经验；K10代表1s；  
 中间辅助继电器起自锁控制作用；  
 继电器控制中切换不产生瞬时短路现象，  
 因为反转启动按钮的常闭触点先断开（正转接触器跳开），经短延迟常开按钮才接通；  
 再加上正转接触器常闭触点的确已闭合（开至闭延迟），此时反转线圈才会接通，而反转接触线圈通电到处触点闭合还有延迟，就不会瞬间短路。

# 提示及建议

- 1、PLC系统内容和构建方式可以按教材内容步骤执行。但PLC系统构建的难点是外电路的设计，而关键是I/O地址分配；
- 2、PLC系统设计要全面考虑系统问题，尤其外电路（输入和输出）是我们的弱点，而编程往往是最简单的内容；
- 3、外电路运用好及熟练的核心是其他专业课知识的融会贯通；
- 4、PLC系统构建时，应对多种型号PLC进行选择，找出性价比合适的PLC；
- 5、对控制箱、显示、指示、安装等设计没特别规定，以满足操作需要为前提；
- 6、技术文件可参考产品开发设计文件的格式；
- 7、基本电路编程和继电器控制基本电路一样，是把最常见和基础的环节编程控制方法进行展示，其方法可以作为标准参考电路，在实际运用中直接引用；
- 8、基本电路编程出本教材介绍外，其他教材或参考书还有一些其他类型，注意借鉴；



# 第二十四课 PLC控制系统的组建、 连线，编程实验

## 一、实验目的

- 1、了解PLC系统构成；
- 2、熟悉PLC系统组建；
- 3、熟悉PLC手外接电路。

## 二、实验内容

- 1、进一步熟悉实验设备及用品，PLC连线；
- 2、熟悉手持编程器的组成、按键、功能、连线、编程前的工作等；
- 3、编程练习

## 三、实验过程要求

- 1、预习——前节讲述内容
- 2、手持编程器连线
- 3、演习手持编程器操作、
- 4、模拟运行——P124表
- 5、检测功能运用

四、按老师布置，输入一个完整的程序。

## 五、实验报告

包含上述全部内容。

## 二十五课 PLC的典型应用

### 1、目的和要求：

- 1) 了解PLC典型电路及实际电路；
- 2) 掌握PLC常用典型电路的适用特点；
- 3) 其他PLC介绍

### 2、重点与难点：

PLC典型控制应用

### 3、要求：

- 1) 了解PLC常见典型应用；
- 2) 能够应用典型电路于实际中。

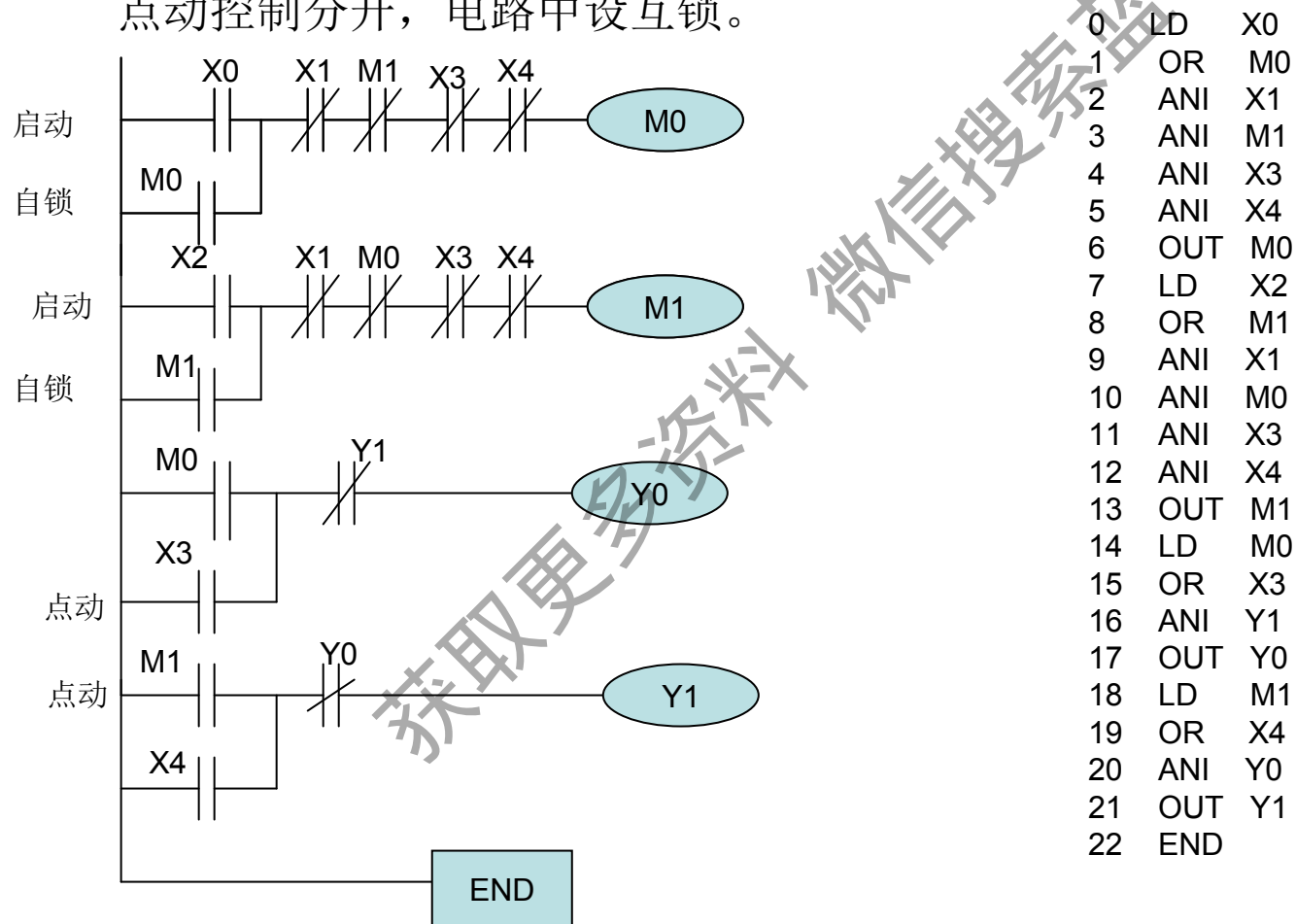
### 4、教学方法设计：

讲授。

## 三、基本电路编程

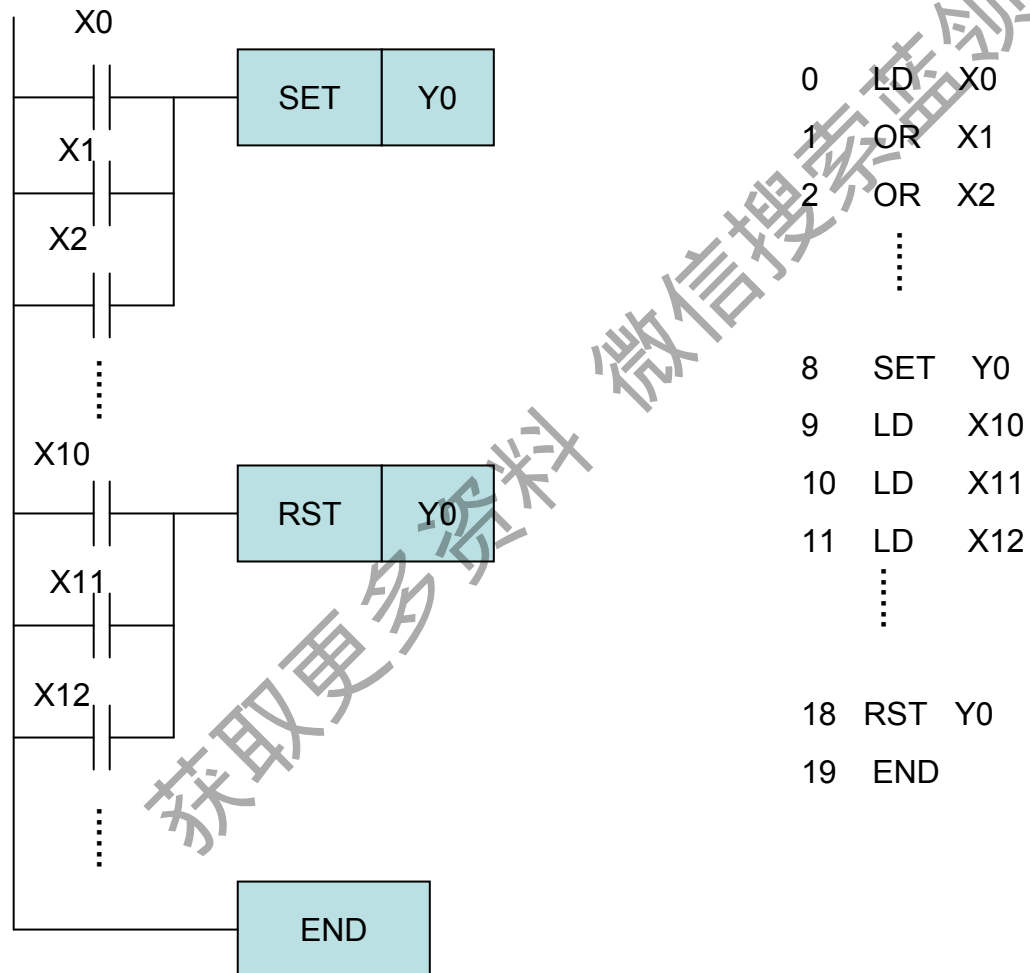
### 1、启动和停止控制电路

X0是Y0输出启动输入触点，X2是Y1输出的启动输入触点，X1是总统治按钮，X3、X4分别为Y0、Y1的点动输入触点，M0、M1辅助继电器是把自锁控制和点动控制分开，电路中设互锁。



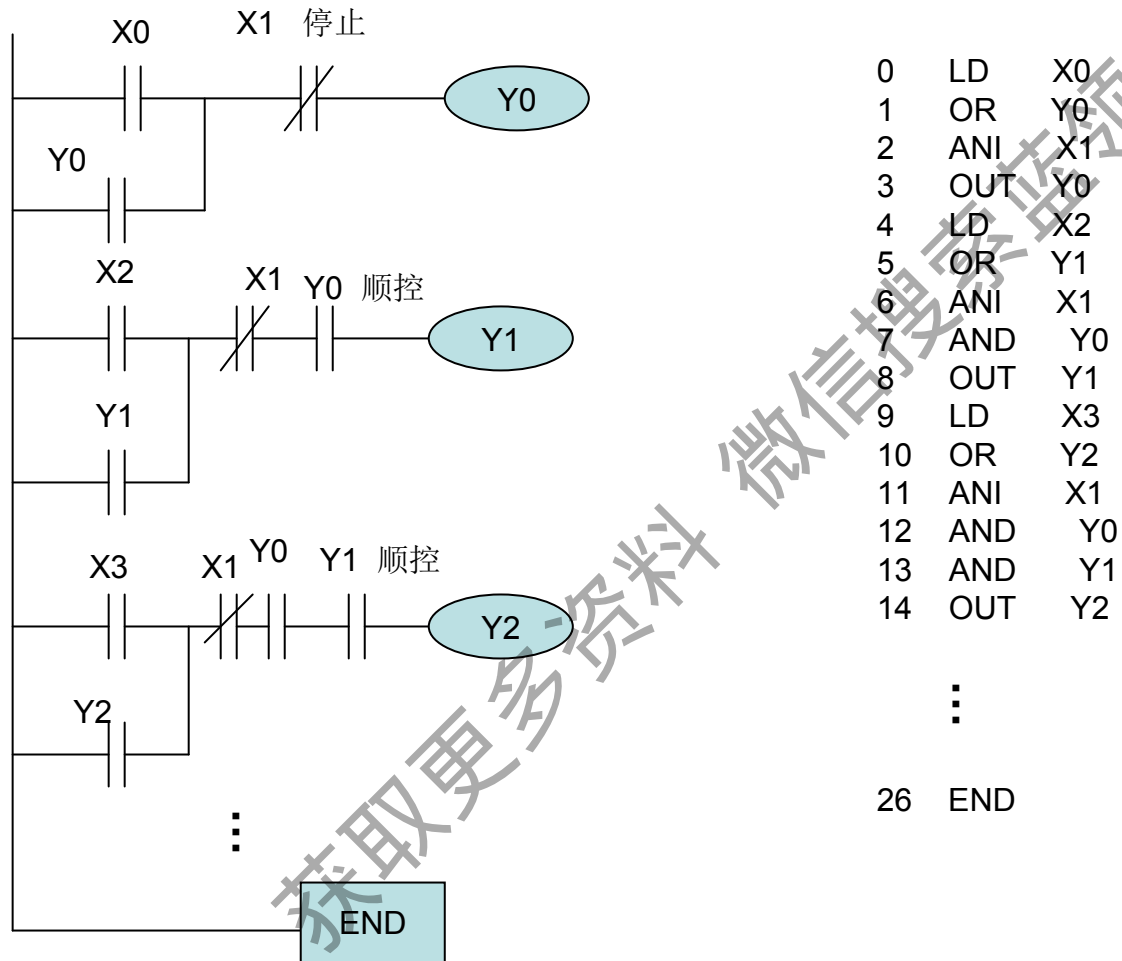
## 例：多地控制电路

X0—Xn组成多点启动输入，X10—X12等组成停止输入，用自保持**SET**指令省略自锁电路

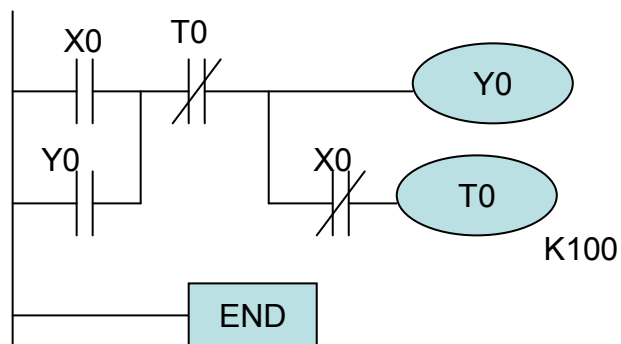


## 例：顺序控制电路

Y0启动后，Y1才启动，Y0、Y1都启动后，Y2才启动……



### 例：时间顺序控制——延时断开定时器



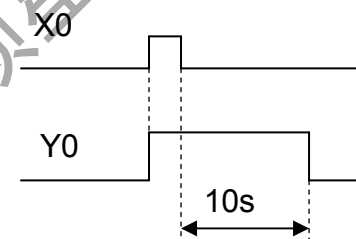
```

0 LD X0
1 OR Y0
2 ANI T0
3 OUT Y0
4 ANI X0
5 OUT T0 K100
6 END
    
```

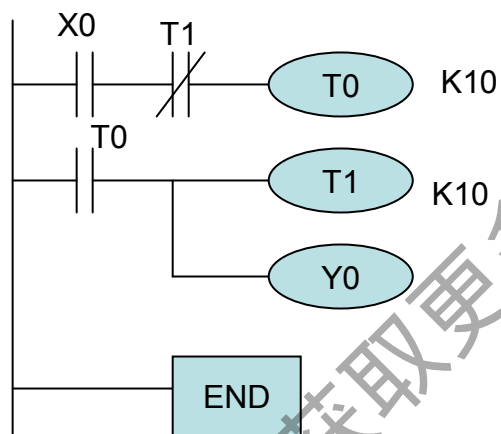
说明：X0脉宽为按键时间；

X0按下为ON，X0非为OFF；

X0断开回位后才开始延时10s。

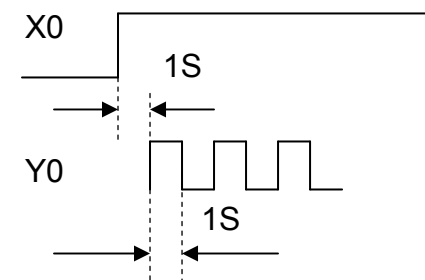


### 例：时间顺序控制——震荡电路



```

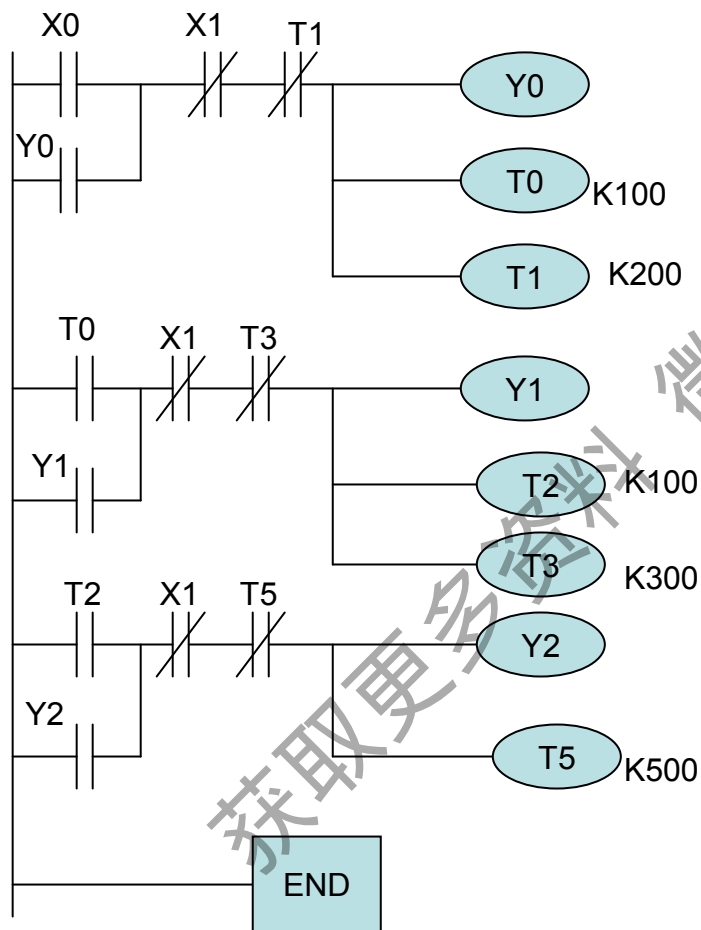
0 LD X0
1 ANI T1
2 OUT T0 K10
3 LD T0
4 OUT T1 K10
5 OUT Y0
6 END
    
```



说明：当X0为ON，Y0输出时间间隔1s的震荡脉冲。

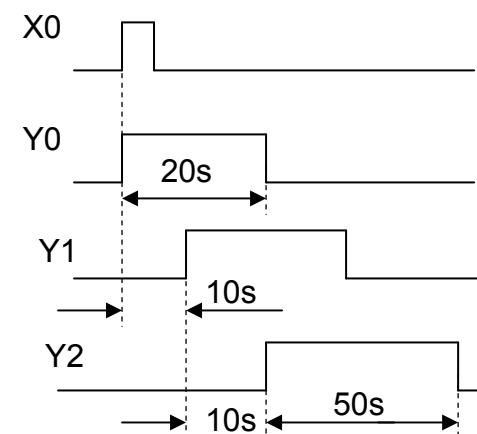
例：定时步进电路

当X0合上，Y0输出10s后Y1才有输出，Y0输出20s后停止输出；Y1输出10s后Y2才有输出，Y1输出30s后停止工作；Y2输出50s后停止工作；X1为总停触点。



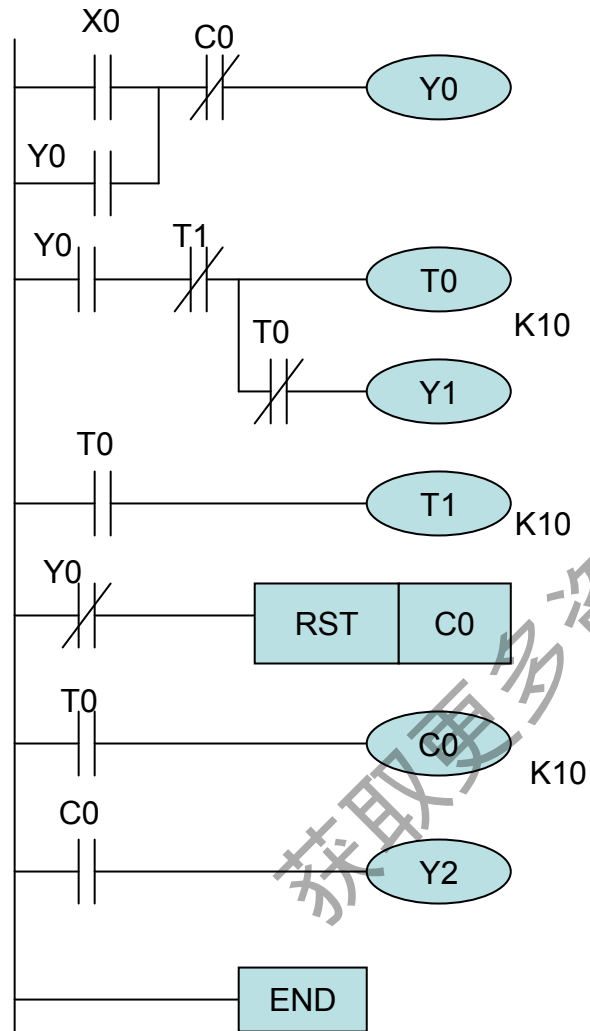
```

0  LD  X0
1  OR  Y0
2  ANI X1
3  ANI T1
4  OUT Y0
5  OUT T0    K100
6  OUT T1    K200
7  LD  T0
8  OR  Y1
9  ANI X1
10 ANI T3
11 OUT Y1
12 OUT T2    K100
13 OUT T3    K300
14 LD  T2
15 OR  Y2
16 ANI X1
17 ANI T5
18 OUT Y2
19 OUT T5    K500
20 END
    
```



例：计数电路

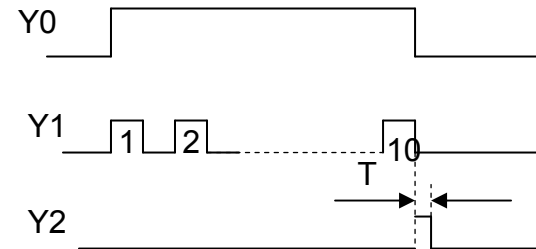
当X0合上，Y0有输出；Y1的输出状态是合上1s，关断1s，连续计数10次后，Y0、Y1停止输出；Y2在第10个脉冲时合上1s后关断。



```

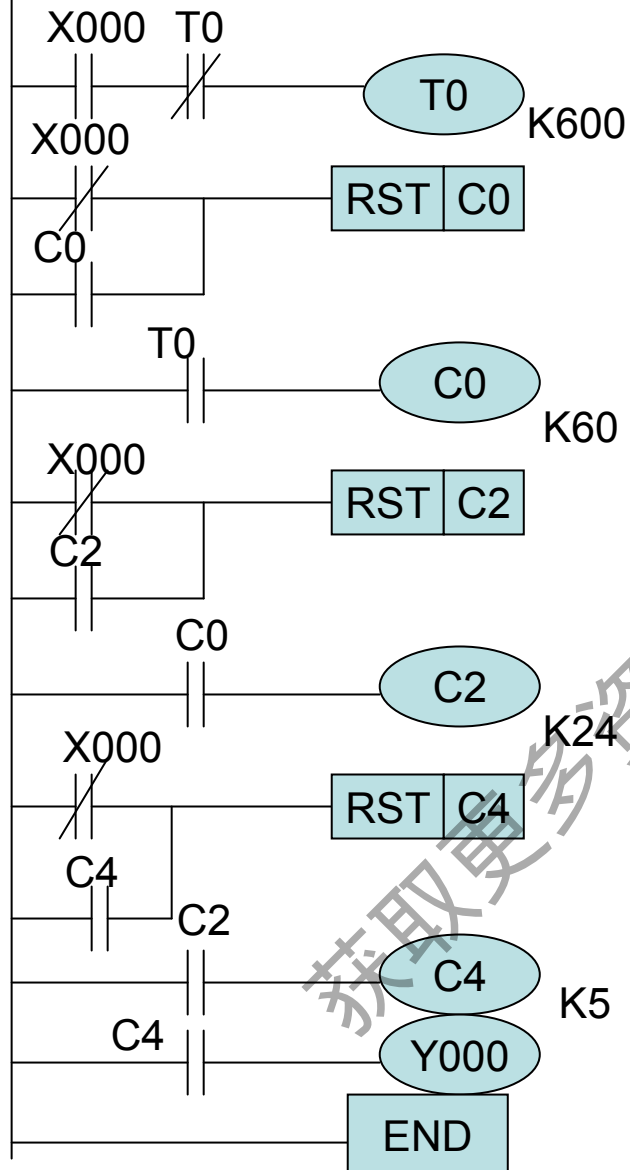
0   LD   X0
1   OR   Y0
2   ANI  C0
3   OUT  Y0
4   LD   Y0
5   ANI  T1
6   OUT  T0   K10
7   ANI  T0
8   OUT  Y1
9   LD   T0
10  OUT  T1   K10
11  LDI  Y0
12  RST  C0
13  LD   T0
14  OUT  C0   K10
15  LD   C0
16  OUT  Y2
17  END
    
```

说明：从4—10为震荡电路，输出周期为2s脉冲；计数次数通过改变计数器K值调整；Y1输出脉冲周期由T0、T1、K值确定。Y1再10个上升沿脉冲后刚好延时1秒，作为题意要求的Y2接通1秒，只是多1个扫描周期。





## 例：设计一个5昼夜计时器



0	LD	X000	
1	ANI	T0	
2	OUT	T0	K600
5	LDI	X000	
6	OR	C0	
7	RST	C0	
8	LD	T0	
9	OUT	C0	K60
12	LDI	X000	
13	OR	C2	
14	RST	C2	
15	LD	C0	
16	OUT	C2	K24
19	LDI	X000	
20	OR	C4	
21	RST	C4	
22	LD	C2	
23	OUT	C4	K5
24	LD	C4	
25	OUT	Y000	
26	END		

T+C、C+C电路计时。C2小时计数（分钟加1）、C4计昼夜（5）  
X000与X000互锁

T0计时  $100\text{ms} \times 600 = 60\text{s}$   
并自复位

C0清0，并自锁

$1\text{min} \times 60 = 60\text{min} = 1\text{h}$

C2清0，并自锁

$1\text{h} \times 24 = 24\text{h} = 1\text{天}$

C4清0，并自锁

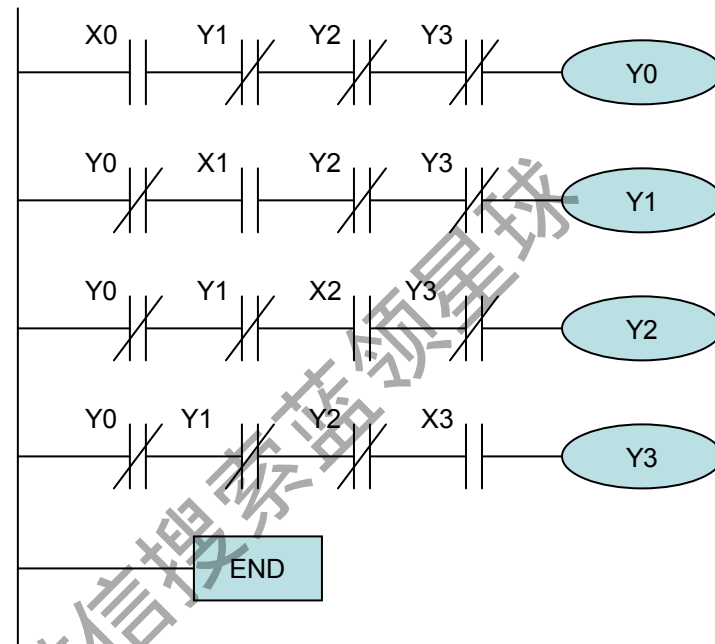
$1\text{天} \times 5 = 5\text{天}$

计时器到时输出  
X000非的作用？

例：时间优先电路——

接收到第一个信号，

哪个就优先



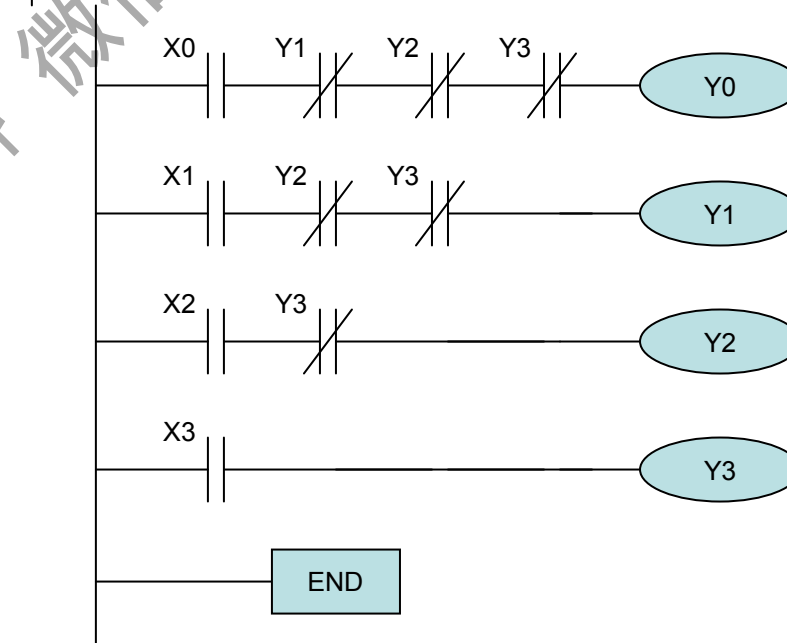
例：位置优先电路——

多个位置输入，根据位置

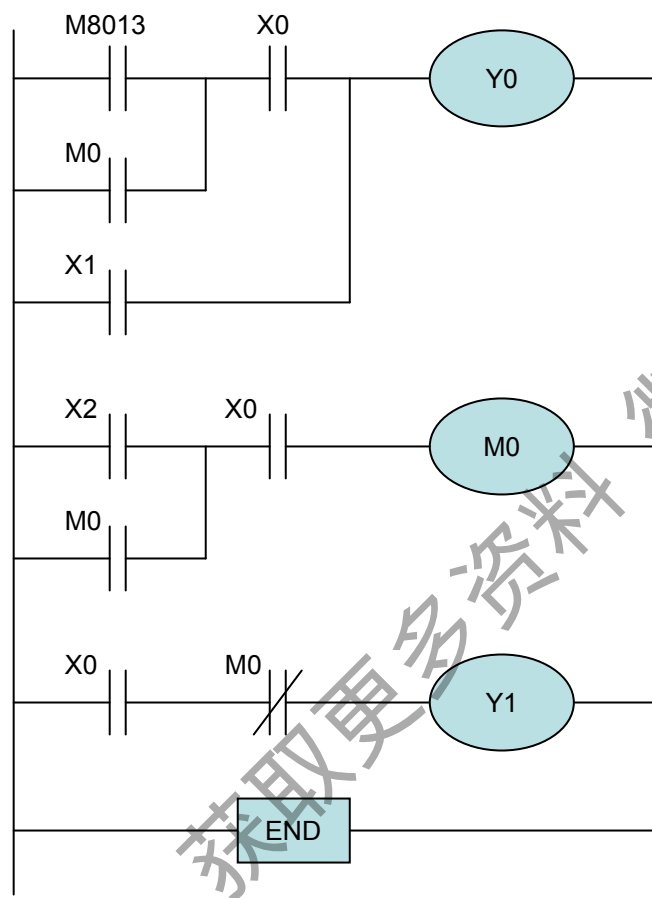
不同优先

图中优先顺序

X3、X2、X1、X0



例：声光报警电路——X0为散光或长亮加声报警，X1为灯长亮报警，X2为声报警允许控制信号；Y0为灯光输出，Y1为声报警蜂鸣器。



```

0 LD M8013      周期1秒震荡
1 OR M0
2 AND X0      报警信号输出时X0为ON
3 OR X1
4 OUT Y0      报警信号闪烁
5 LD X2      X2为ON时，蜂鸣器不输出信号
6 OR M0
7 AND X0
8 OUT M0
9 LD X0
10 ANI M0
11 OUT Y1      报警蜂鸣器输出信号
12 END
    
```

可以自主设计很多类型的报警功能

## 四、PLC应用实例

—— P91多段传输带：

- 1、工作流程可按方框流程图
- 2、输入地址分配表

序号	名称	电路代号	信号来源	信号性质	元件说明	电压等级	PL地址安排	与输入信号对应状态		工艺操作说明
								ON	OFF	
1	启动按钮	K1	人工	开关量	按钮		X000			总开关
2	1#传感器	C1	传感器	开关量	光电开关		X001			物料送出
3	2#传感器	C2	传感器	开关量	光电开关		X002			物料二段送出
4	3#传感器	C3	传感器	开关量	光电开关		X003			物料一段送出
5	停止按钮	K2	人工	开关量	按钮		X004			总停

## 3、输出地址分配表

序号	输出地址	输出状态		对应元件	电压等级	工艺操作说明
		ON	OFF			
1	Y001			电机1接触器线圈		驱动电机1 运行
2	Y002			电机2接触器线圈		驱动电机2 运行
3	Y003			电机3接触器线圈		驱动电机3 运行

## 第二十课 PLC 状态转移图及步进指令

### 1、目的和要求：

- 1) 理解状态转移图含义；
- 2) 状态转移图编程格式；
- 3) PLC 步进指令格式应用特点、规则

### 2、重点与难点：

- 1) 状态转移编程方法

### 3、要求：

- 1) 熟练步进指令，能够应用状态转移方法编程；
- 2) 能应用步进指令及状态转移方法解决实际问题。

### 4、教学方法设计：

讲授。

## 二、步进顺序指令

为读懂内部连锁、互动的复杂关系的顺序控制系统，采用IEC标准的SFC语言简化，FXON系列有两条步进顺控指令，并设有大量状态元，可以用SFC语言的顺序功能图或状态转移图方式编辑。

FX2N系列PLC共有1000个点，分5类。

初始状态继电器	回零状态继电器	普通状态继电器	保持状态继电器	报警状态继电器
S0—S9 共10点	S10—S19 共10点	S20—S499 共480点	S500—S899 共400点	S900—S999 共100点

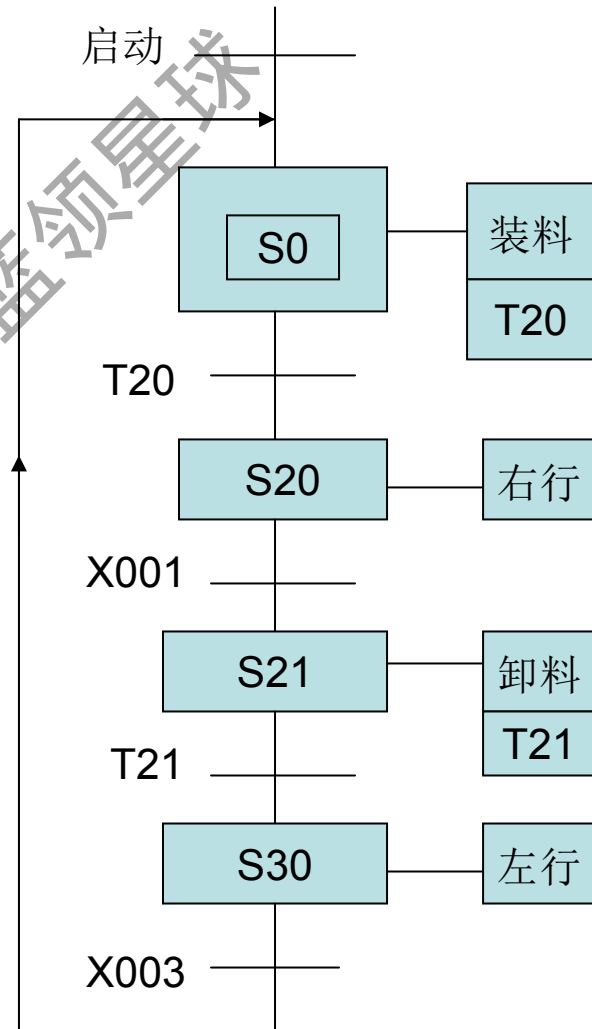
# 1、状态转移图（功能表图、状态图或流程图）

是一种描述控制系统的控制过程、功能和特征的图解方法，是一种通用技术语言。

## 1) 步的概念——GB6988.6—86

规定：状态转移图主要由步、转移、转移条件、有向连线和动作（命令）组成。

**步**——用顺序控制法设计梯形图时，随着系统输出量的变化，将系统的一个工作循环的过程分解成若干个顺序相连的稳定阶段，就是步。步用矩形框表示，框中数字是编号，编程时用编程元件代表各步。



送料小车状态转移图



**初始步**——系统初始状态的对应步，一般处于启动前的静止状态，用双线框表示，每顺序功能图至少一个初始步。

**动作**——控制系统分成被控和施控系统，把施控系统发出的命令（**command**）和被控系统要完成动作（**action**）统称“动作”。

**动作表示**——动作作用矩形框中的文字或符号表示，并与相应符号相连，某一步可并行几个动作。

**活动步**——当系统处于某些所在的工作，则该步处于“激活”状态，称活动步。

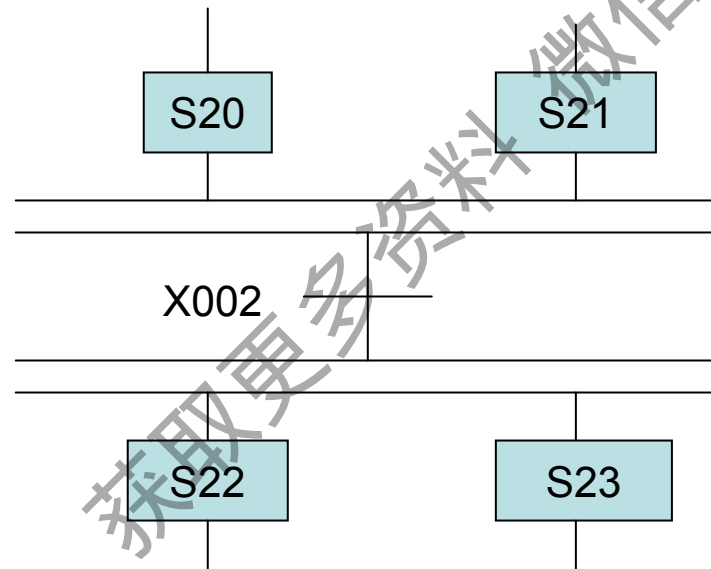
## 2) 转换与有向连接

在状态图中控制过程按有向连线方向规定的路线要发生步的活动状态的进展，进展是转换来实现的。有向连线把步方框连接起来（进展方向应从左至右或从上至下，此时箭头可省略。否则须肩头标明进展方向）。

转移用与有向连线垂直的短线表示。

转换条件是与转换相关的逻辑命题，可用文字语言、布尔代数、转换条件 $X$ 和 $\bar{X}$ 表示二进制逻辑信号，当 $X$ 为“1”状态和“0”状态时，转换实现。符号 $\uparrow X$ 和 $\downarrow X$ 表示为 $X$ 从 $0 \rightarrow 1$ 转移和从 $1 \rightarrow 0$ 转移，转换实现。

如果某级步是活动的，并满足往后级转换的条件，则转换实现。所有的与有向连线及相应转换符号相连的后续步都变为活动的，前级步就变成不活动的。如果转移的前级步或后级步不止一个，转换的实现为同步实现，为强调同步实现，有向连接的水平部分用双线表示。



转移的同步实现

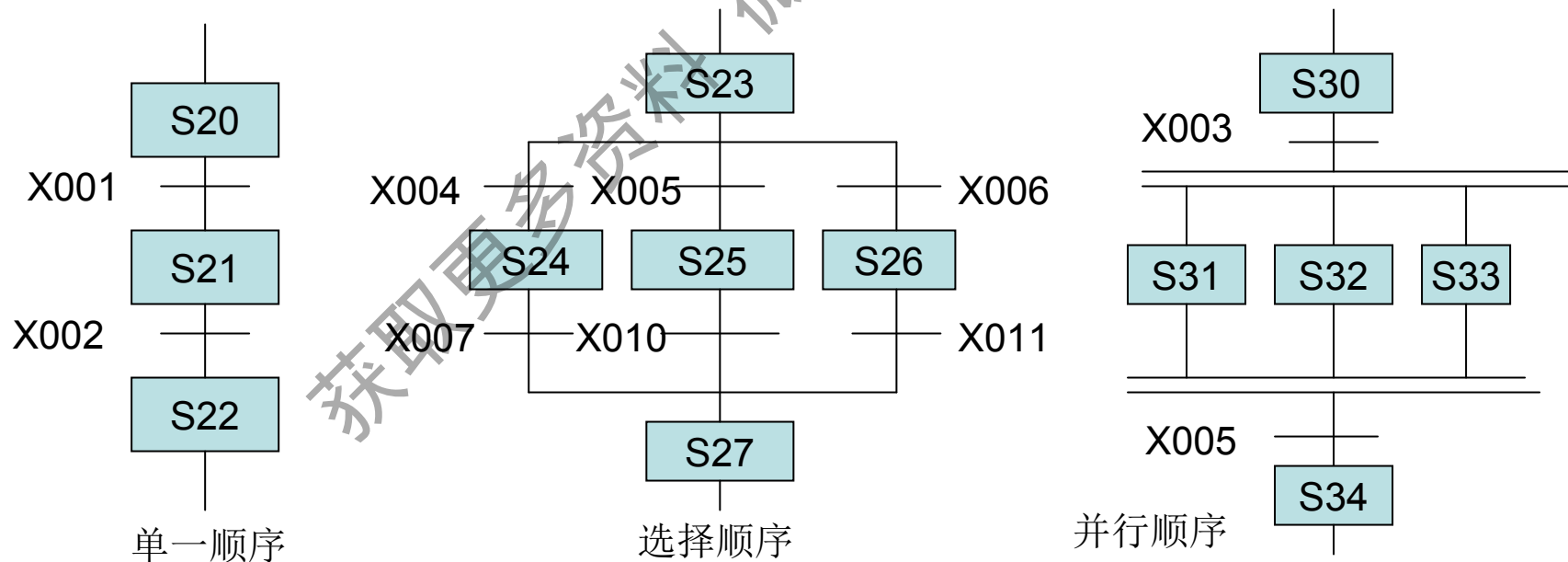
### 3) 流程转移图的基本形式

**单一顺序**——动作一个接一个相继完成，完成一步仅连接一个转移，每个转移仅连一个步。

**选择顺序**——指某一步后有若干单一顺序等待选择，称为分支。一般允许选择进入一个顺序，转换条件只能标在水平线下。选择顺序结束称为合并，其水平线下不允许再有转移直接跟作。

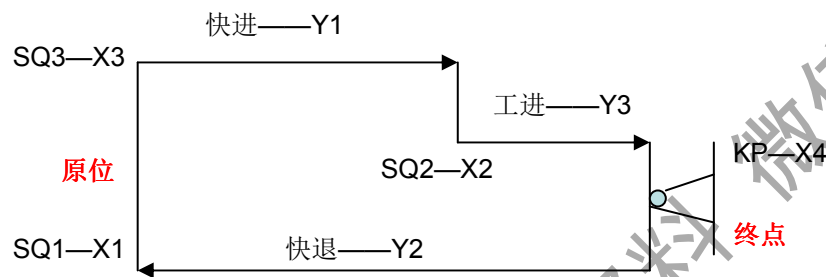
**并行顺序**——指在某一转移条件下，同时启动若干个顺序。开始和结束时用双水平线表示。

**注意：**单一、选择、并行顺序基本形式往往混合在一起使用

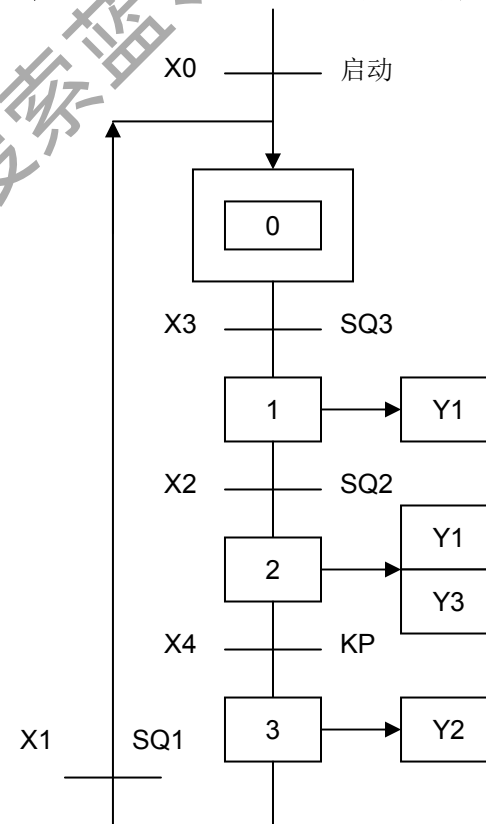


# 例 如何画状态图

工艺过程：组合机床液压动力滑台有原位、快进、工进、快退四步，设行程限位开关SQ1、SQ2、SQ3和电磁阀Y1、Y2、Y3控制液压缸动作，KP为压力继电器，在滑台到终点时动作。

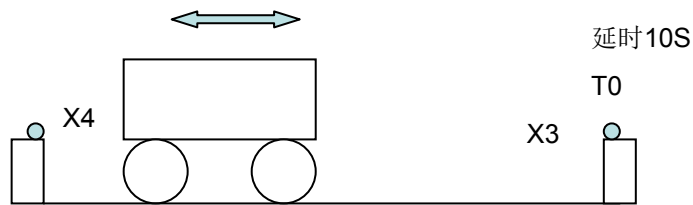


- 说明：1、X0为启动按钮，启动后转入0步运行；  
 2、启动方式可以多种；  
 3、X1为ON，返回到了初始步，并激活S0；

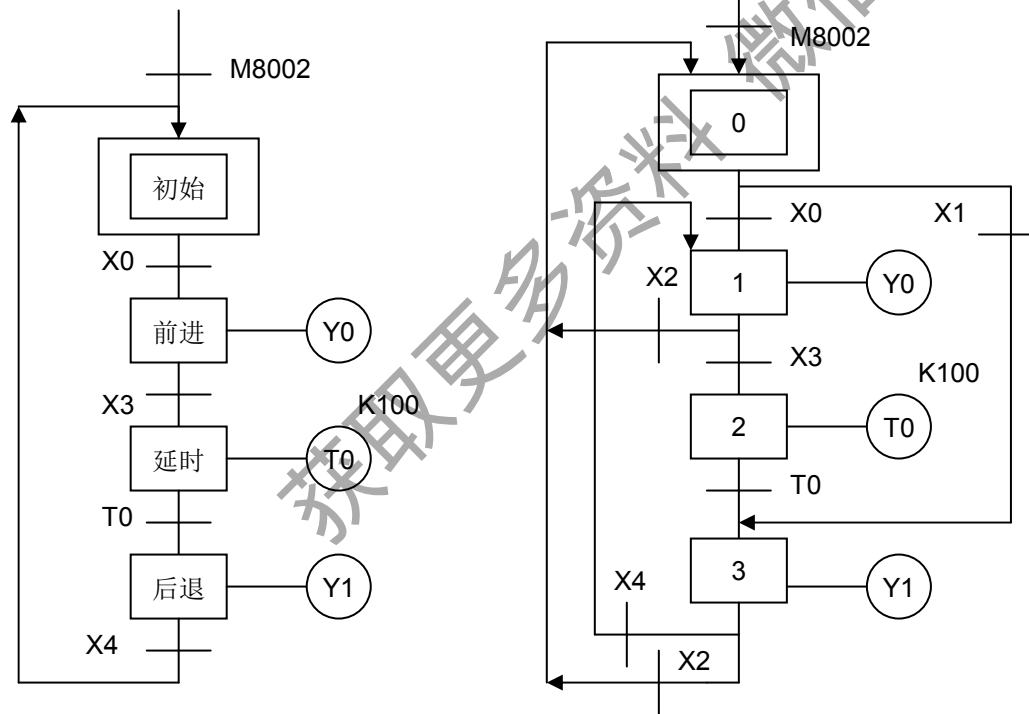


# 例 如何画状态转移图

小车在A、B两地间送料，可正向或反向启动，两处均装有行程开关，B出停车10S装料。正向启动，循环工作。




输入信号		输出信号	
前进启动按钮	X0	前进	Y0
后退启动按钮	X1	后退	Y1
停止按钮	X2		
前限位行程开关	X3		
后限位行程开关	X4		



**说明:** 1.左图为单一顺序, 右图  
为选择顺序;  
2.右图功能更加完善。  
3.功能图——状态转移程  
序——梯形图——  
指令表。

## 2、使用步进顺序指令的编程方式

FX2N系列的两条顺序指令分别是**步进开始指令STL**和**步进结束指令RET**。

使用**STL**指令且与母线连接的状态寄存器的常开触点为**STL**触点，**STL**常用符号表示，**STL**触点的驱动有驱动负载、指定转移方向以及指定转移条件三个功能。

**STL**触点可以驱动Y、M、T等继电器。同一状态寄存器的**STL**触点只能使用一次。

一系列**STL**指令的后面必须写入**RET**指令。

**指令说明：**步进触点在状态梯形图中，与左母线相连，且有主控功能，**STL**右侧产生的新母线上的接点要用**LD**、**LDI**指令开始；**RET**指令可在一系列**STL**指令最后安排返回，也可在一系列**STL**指令中需要中断返回主控程序逻辑使用；当步进接点接通时，其后面的电路才能按逻辑动作，如果步进逻辑断开，后面的电路全部断开，相当于该段程序跳过，如要保持输出结果，可用**SET**和**RST**指令；可以在步进接点内处理的的主要顺控指令有**LD/LDI**、**AND/ANI**、**OR/ORI**、**OUT**、**SET/RST**、**PLS/PLF**、而**ANB/ORB**、**MPS/MRD/MPP**除转移处理外一般可用，**MC/MCR**不可用；允许同一元件的线圈在不同的**STL**接点后面多次使用



## 例：步进指令表示方法

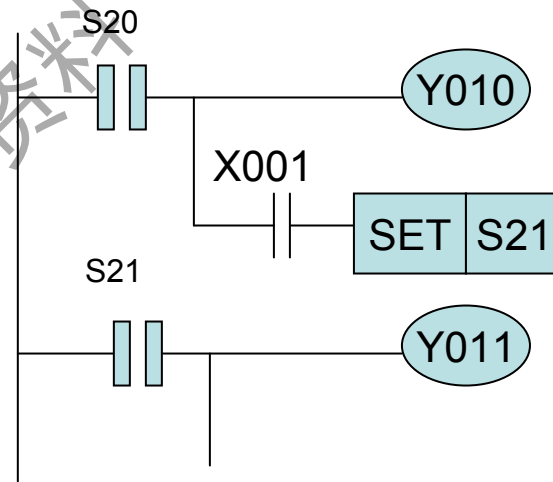
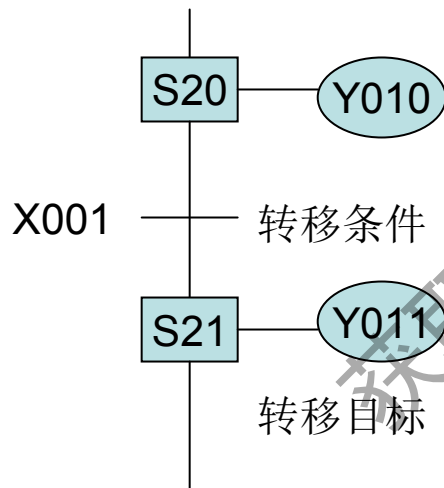
图中每个状态的内母线提供驱动负载（OUT、Yi）、指定转移条件（LD/LDI Xi）、指定转移目标（SET Si），为状态三要素，后两者必有；

**执行过程：**当进入某一状态（S20），S20的STL接点接通，Y010接通，执行操作处理；

如果转移条件满足（如X001接通），下一步的状态继电器S21被置位，下步的步进接点（S21）接通，转移到下一状态，同时将自动复位原状态S20（即自动断开）。

**步进设计方法：**应先设计状态转移图，再转换成状态梯形图。转移图中每个状态表示顺控中每步工作操作常用于时间或位移等顺序控制。

**特点：**简单直观表示顺控流程，易设计多流程控制，减少程序条数，易于理解程序。



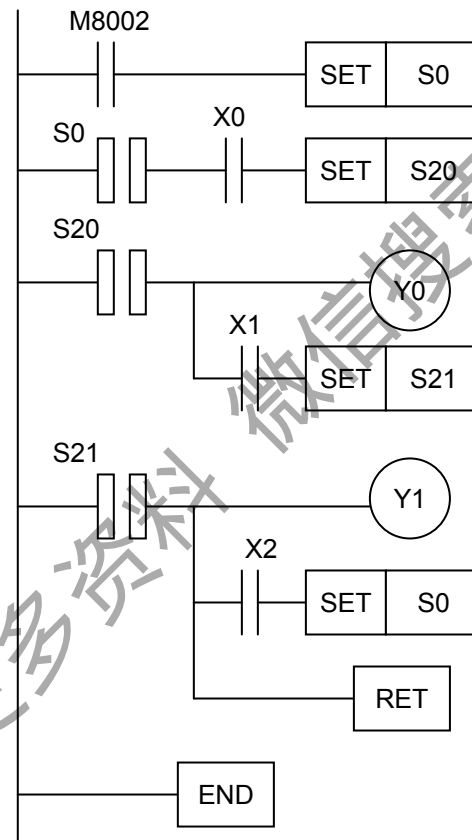
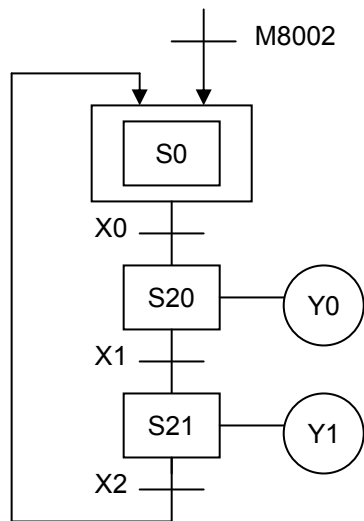
0	STL S20
1	OUT Y010
2	LD X001
3	SET S21
4	STL S21
5	OUT Y011
.....	
9	RET
10	END

指令表

# 步进顺序指令的编程方式

## 功能图——梯形图——指令表

### 单一顺序



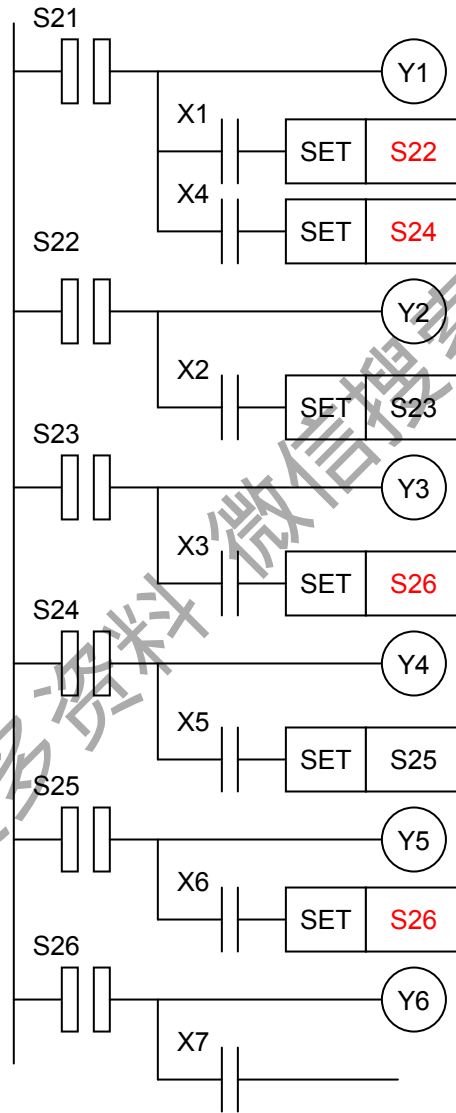
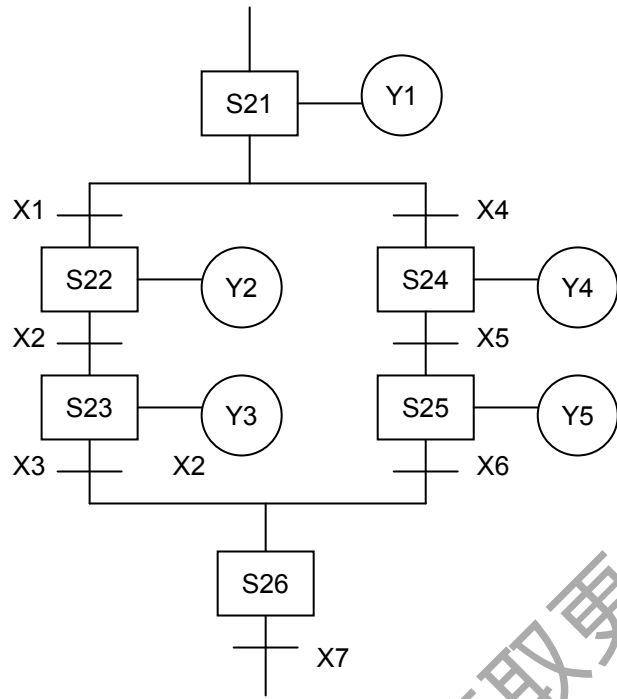
0	LD M8002
1	SET S0
2	STL S0
3	LD X0
4	SET S20
5	STL S20
6	OUT Y0
7	LD X1
8	SET S21
9	STL S21
10	OUT Y1
11	LD X2
12	SET S0
13	RET
14	END

获取更多资料 微信扫码 蓝领星球

# 步进顺序指令的编程方法 功能图——梯形图——

## 指令表

### 选择顺序

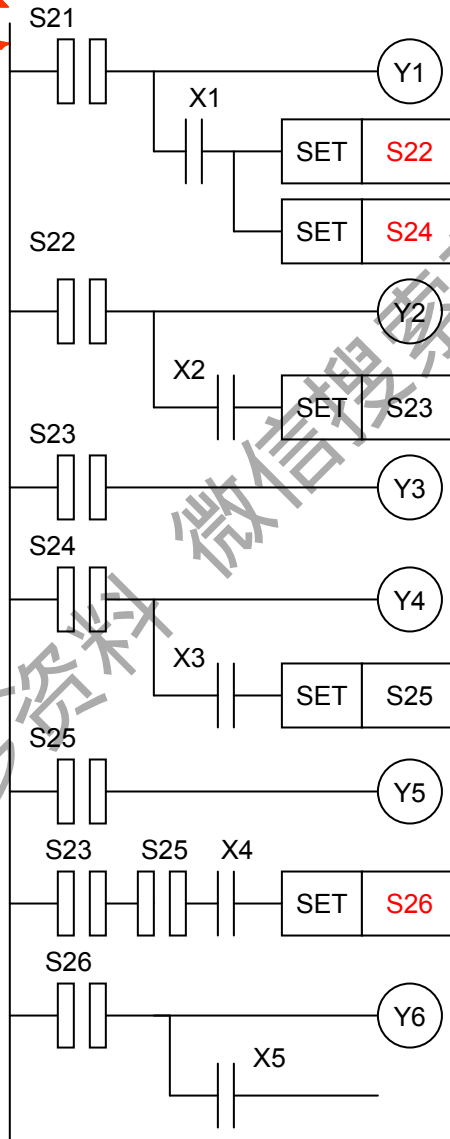
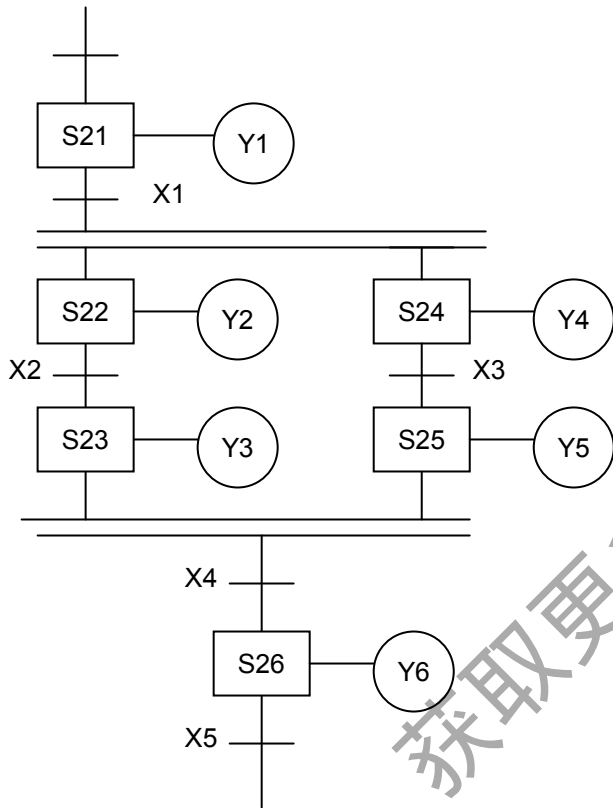


0	STL	S21	18	STL	S25
1	OUT	Y1	19	OUT	Y5
2	LD	X1	20	LD	X6
3	SET	S22	21	SET	S26
4	LD	X4	22	STL	S26
5	SET	S24	23	OUT	Y6
6	STL	S22	24	LD	X7
7	OUT	Y2			
8	LD	X2			
9	SET	S23			
10	STL	S23			
11	OUT	Y3			
12	LD	X3			
13	SET	S26			
14	STL	S24			
15	OUT	Y4			
16	LD	X5			
17	SET	S25			

获取更多资料 微信: 蓝领星球

# 步进顺序指令的编程方法 功能图——梯形图——指令表

## 并行顺序



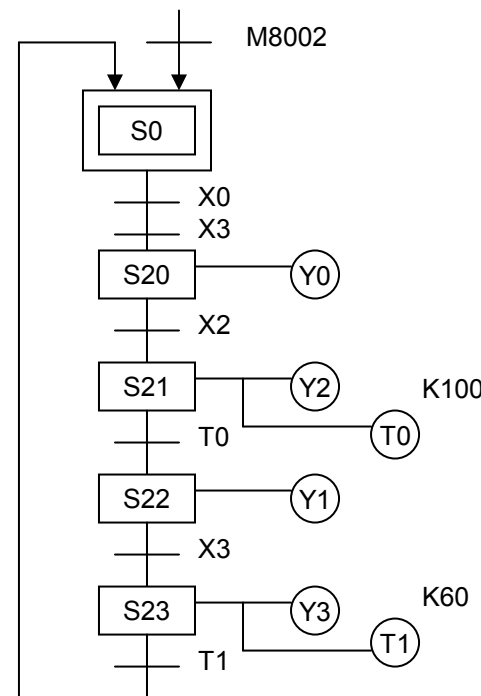
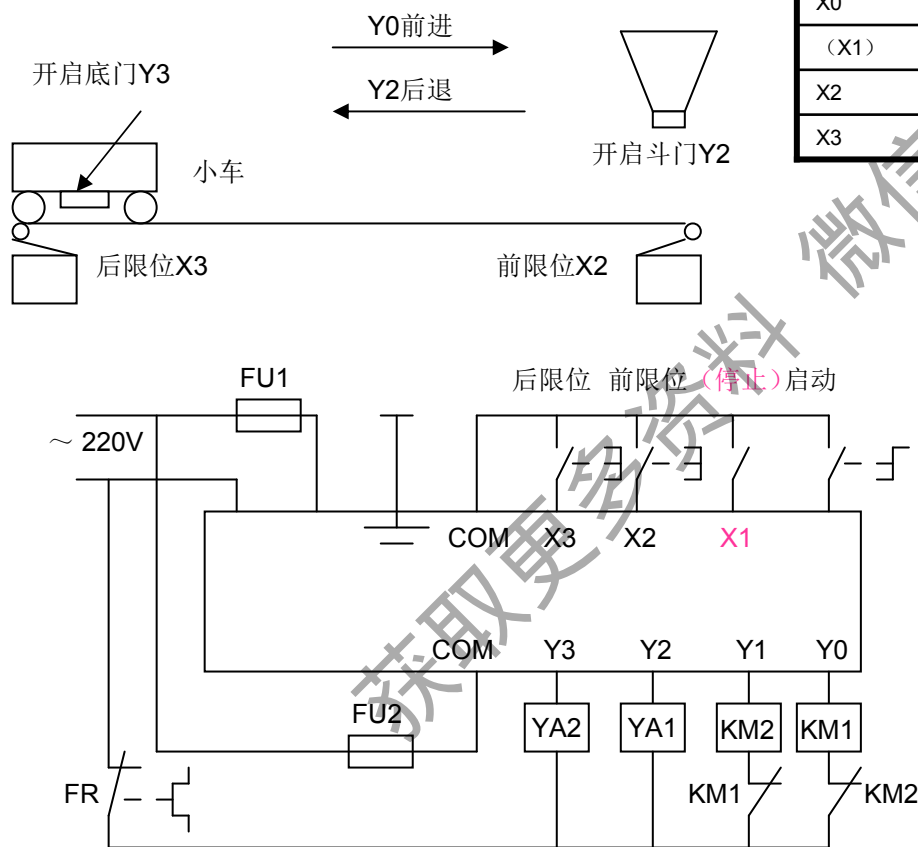
0	STL	S21	15	STL	S25
1	OUT	Y1	16	OUT	Y5
2	LD	X1	17	STL	S23
3	SET	S22	•	STL	S25
4	SET	S24	•	LD	X4
5	STL	S22	•	SET	S26
6	OUT	Y2	•	STL	S26
7	LD	X2	•	OUT	Y6
8	SET	S23	•	LD	X5
9	STL	S23			
10	OUT	Y3			
11	STL	S24			
12	OUT	Y4			
13	LD	X3			
14	SET	S25			

获取更多资料 微信搜索 益盟星球

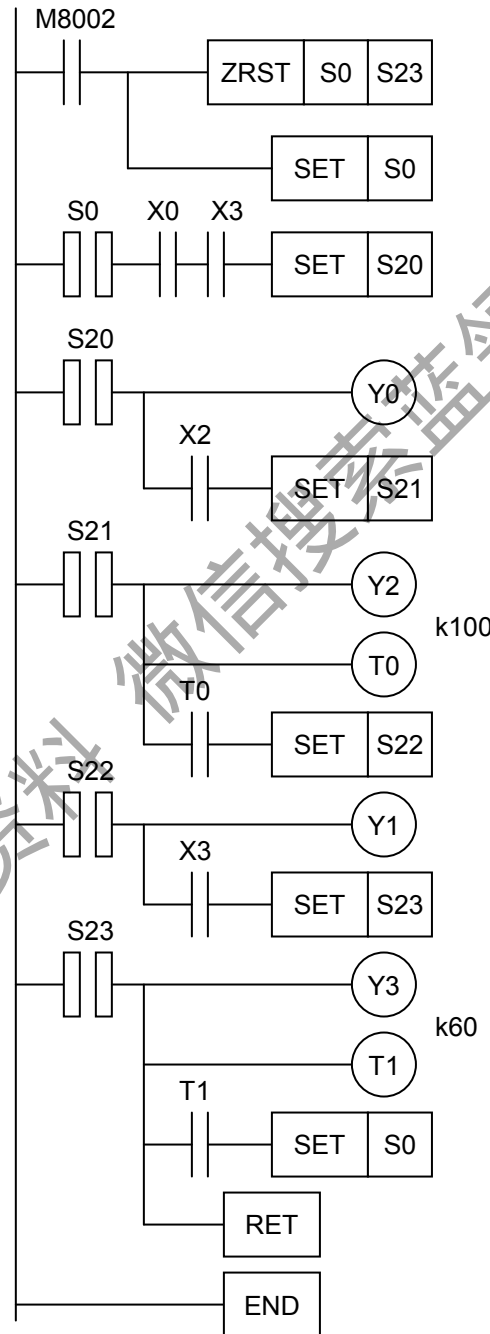
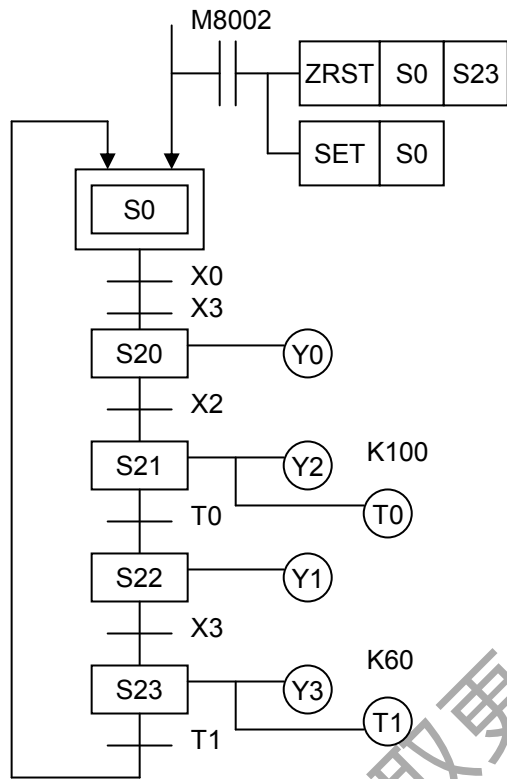
# 工程实例——单向顺序

**工艺过程分析：** 1.小车原处后端，后限位行程开关X0压下为ON； 2.若启动X3（按钮开关）则小车前行； 3.碰前限位行程开关X1为ON，电磁阀Y1打开，延时10S装料； 4.小车自动后行，至后限位压下X0，电磁阀Y3打开延时6S卸料。如此循环运行，直到停止。

输入信号			输出信号		
输入继电器	输入元件	功能	输出继电器	输出元件	控制
X0	启动开关	前行	Y0	前进接触器	KM1
(X1)	(停止开关)	(停止)	Y1	后退接触器	KM2
X2	前行程开关	前限位	Y2	进料电磁阀	YA1
X3	后行程开关	后限位	Y3	放料电磁阀	YA2



ZRST——区间复位指令



```

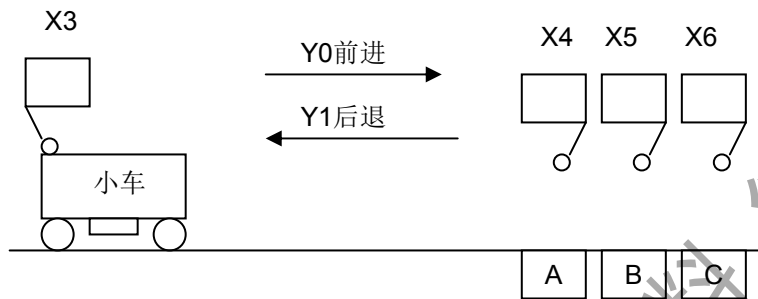
0 LD 8002
1 ZRST S0
2 SET S0
3 STL S0
4 LD X0
5 AND X3
6 SET S20
7 STL S20
8 OUT Y0
9 LD X2
10 SET S21
11 STL S21
12 OUT Y2
13 OUT T0 K100
16 LD T0
17 SET S22
18 STL S22
19 OUT Y1
20 LD X3
21 SET S23
22 STL S23
23 OUT T1 K60
26 LD T1
27 SET S0
28 RET
29 END
    
```

获取更多资料 微信搜索 领星球

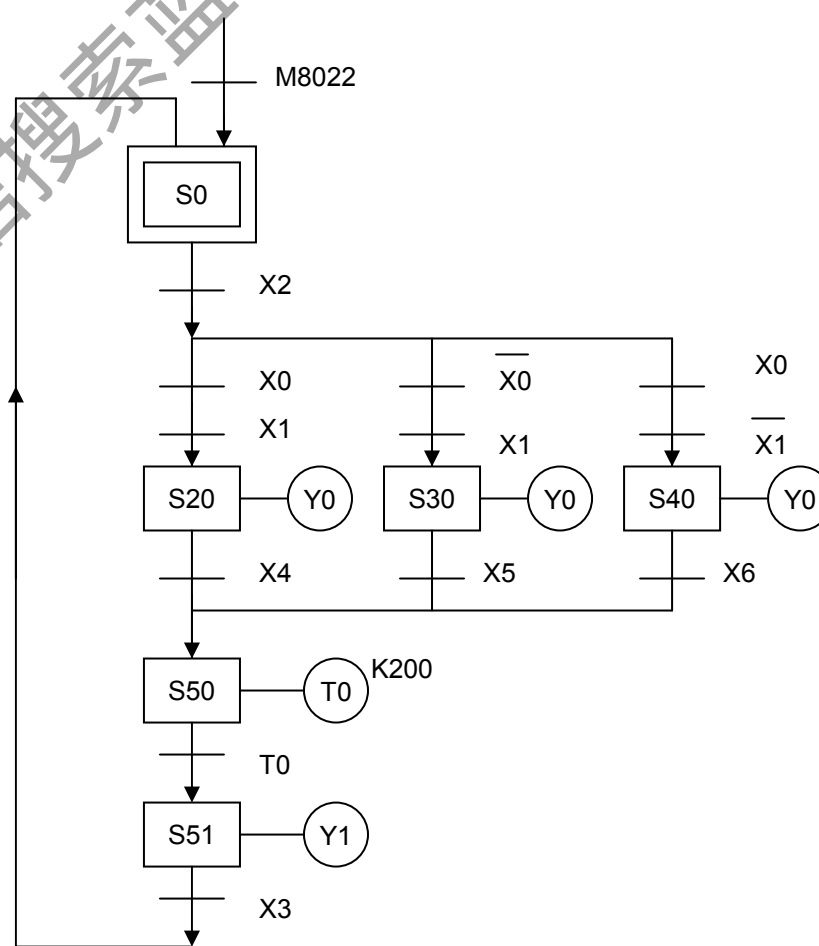
# 工程实例——选择顺序

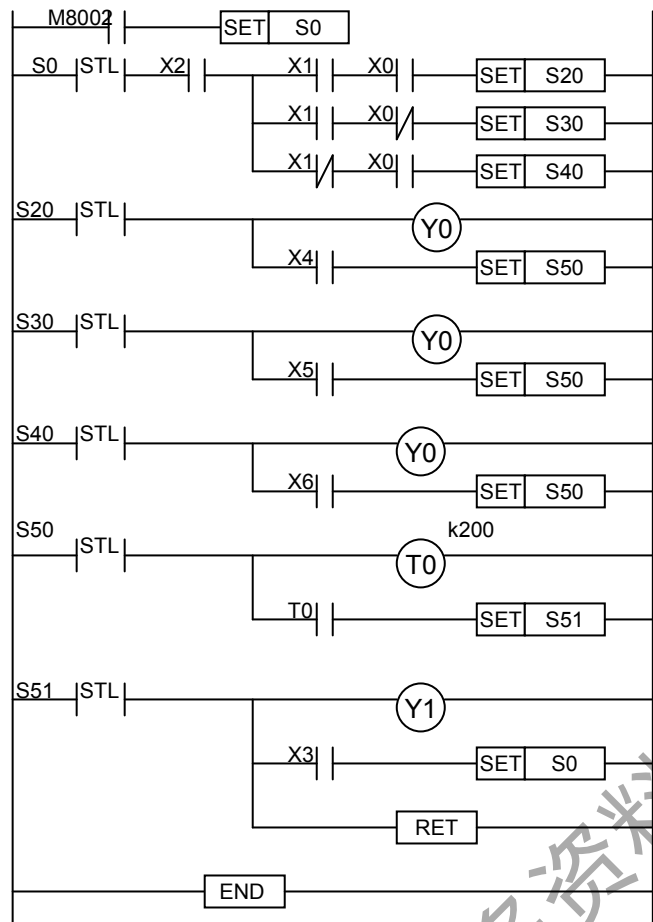
小车在左边可装运三种物料中一种，右行自动选择对应A、B、C处卸料。  
X1、X2检测信号组合可决定何处卸料。

其中：X0、X1=11，A处； X0、X1=01，B处； X0、X1=10，C处。  
卸料时间20S后，小车返回原位待命（左限位开关X3为ON）。



输入信号			输出信号		
输入继电器	输入元件	作用功能	输出继电器	输出元件	控制
X0	SB1	选择开关	Y0	接触器KM1	右行
x1	SB2	选择开关	Y1	接触器KM2	左行
X2	SB3	启动按钮			
X3	SQ1	左限位			
X4	SQ2	A处位置			
X5	SQ3	B处位置			
x6	SQ4	C处位置			





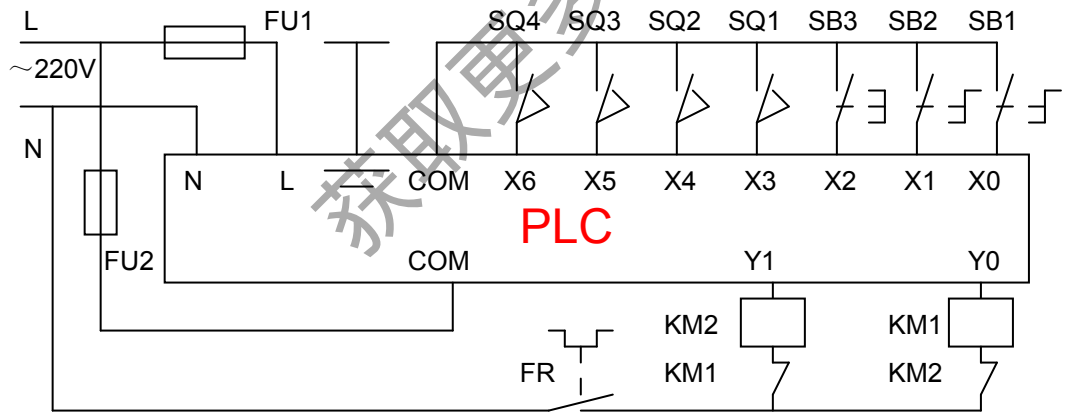
初始状态  
 X0、X1状态ON选择S20  
 X1、状态ON选择S30  
 X0、状态ON选择S30  
 右行  
 X4为ON，进入S50  
 右行  
 X5为ON，进入S50  
 右行  
 X6为ON，进入S50  
 延时20S  
 延时时间到，进入S51  
 左行  
 X3为ON，初始状态  
 步进返回  
 结束

```

LD M8002
SET S0
STL S0
LD X2
MPS
LD X1
AND X0
ANB
SET S20
MRD
LD X1
ANI X0
ANB
MPP
LDI X1
AND X0
ANB
SET S40

STL S20
OUT Y0
LD X4
SET S50
STL S30
OUT Y0
LD X5
SET S50
STL S40
OUT Y0
LD X6
SET S50
STL S50
OUT TO K200
LD T0
SET S51
STL S51
OUT Y1
LD X3
SET S0
RET
END
    
```

共48步

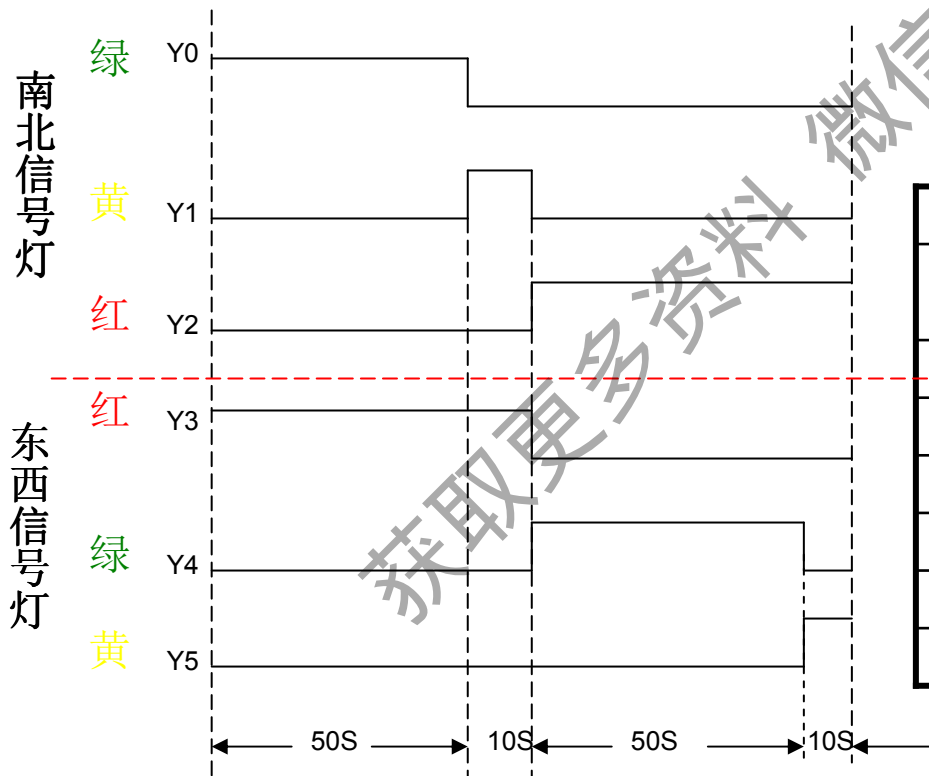
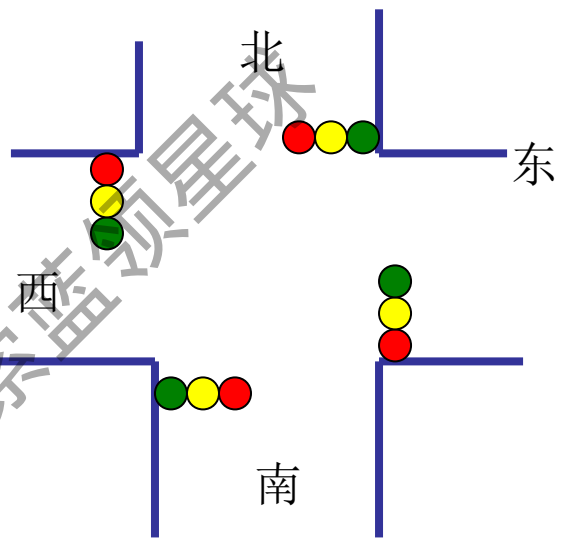




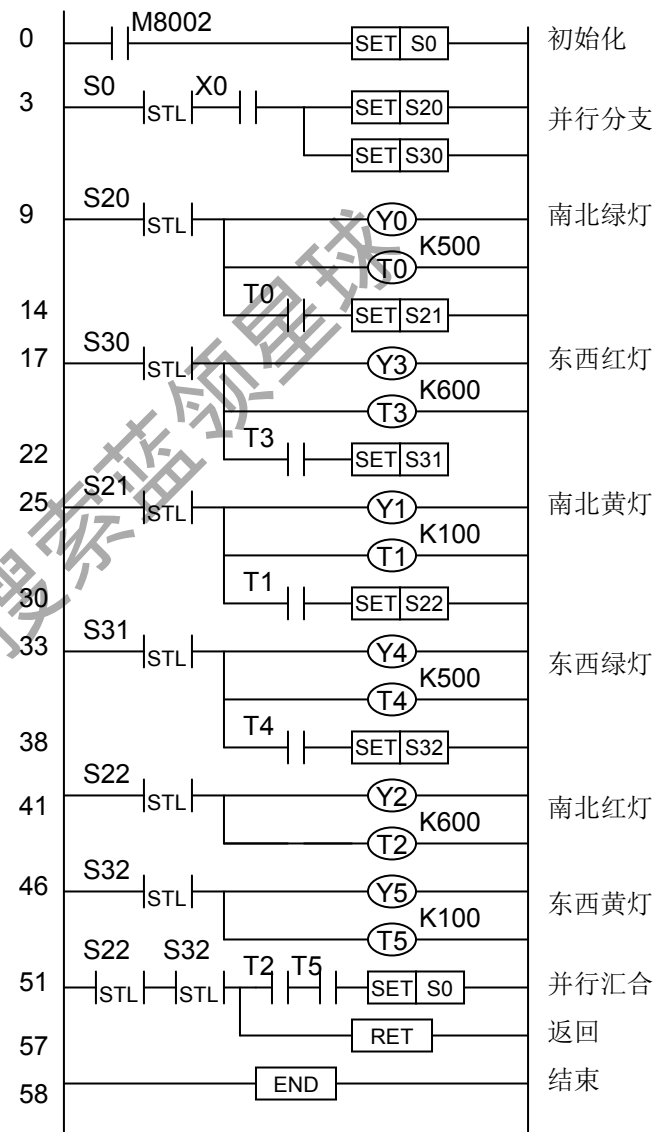
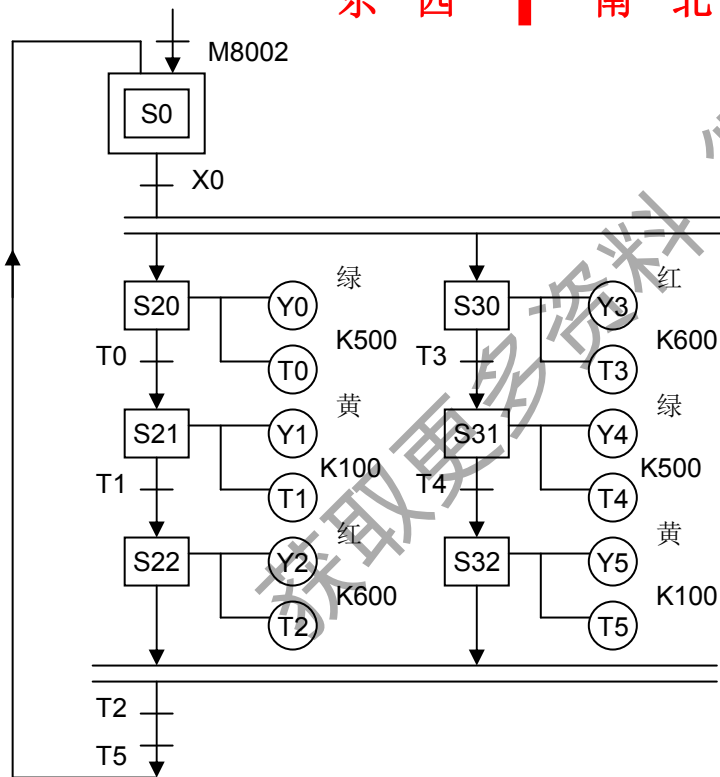
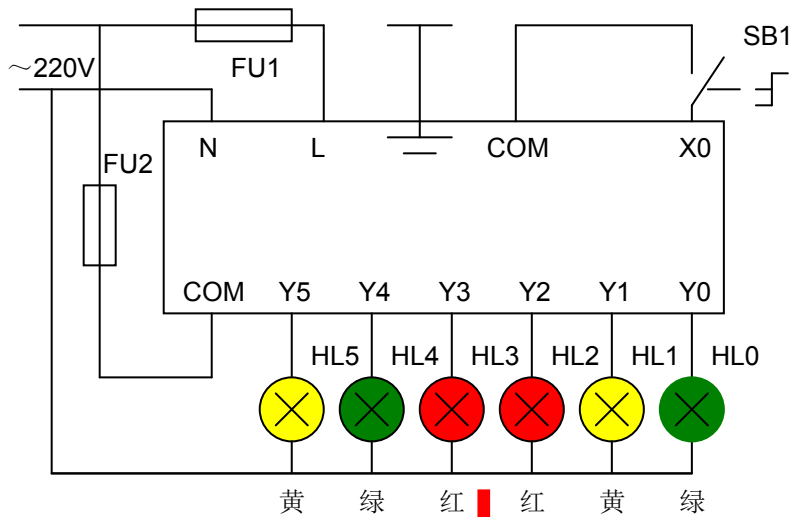
# 工程实例——并行顺序

交通灯一个周期120S，南北和东西同时工作。

- 0——50S， 南北绿、东西红；
- 50——60S， 南北黄、东西红；
- 60——110S， 南北红、东西绿；
- 110——120S， 南北红、东西黄。



输入			输出		
输入继电器	输入元件	功能作用	输出继电器	输出元件	控制对象
X0	SB1	运行开关	Y0	HL0	南北绿
			Y1	HL1	南北黄
			Y2	HL2	南北红
			Y3	HL3	东西红
			Y4	HL4	东西绿
			Y5	HL5	东西黄



- 1、顺序状态转移用置位指令SET，不连续转移时，可用OUT指令进行状态转移；
- 2、用SET Y指令，则Y的结果就要保持。因此Y用OUT指令。

例：三工位钻床状态转移图P54

说明：

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

# 编制SFC注意事项

- 1、状态编程时必须用**STL**指令，程序最后用步进返回指令**RET**，返回主母线；
- 2、初始状态软元件用**S0—S9**，用双框表示；中间状态软元件用单框；
- 3、状态编程顺序为：先进行驱动，再进行转移，不能颠倒；
- 4、当同一负载需要来连续多个状态驱动时，可使用多重输出；
- 5、负载驱动和状态转移条件可能为多个元件的逻辑组合，按具体串、并联关系处理；
- 6、顺序状态转移用置位指令**SET**，不连续转移时，可用**OUT**指令进行状态转移；
- 7、**STL**与**RET**之间不得用**MC**、**MCR**指令；
- 8、初始状态可用其它状态驱动，但运行开始必须用其他方法预先做好驱动，否则状态流程不向下进行。

## 提示及建议

- 1、状态转移图是一种标准编程方法；
- 2、状态转移图编程为解决复杂的自锁、互锁、连锁关系，有重要实用价值；
- 3、三种结构方式可以混合使用，解决大多数实际问题；
- 4、状态转移图要经过梯形图的转换，才好写出指令表来；
- 5、步进指令的应用，要熟练掌握。

# 作业

第六章 11、12

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

## 第二十一、二十二课 PLC的功能指令

### 1、目的和要求：

- 1) 了解PLC功能指令格式、指令说明
- 2) 理解常用PLC功能指令应用特点、规则

### 2、重点与难点：

#### 1功能指令应用

### 3、要求：

- 1) 了解PLC功能指令，能解决实际问题；
- 2) 能够应用常用指令编程。

### 4、教学方法设计：

讲授。

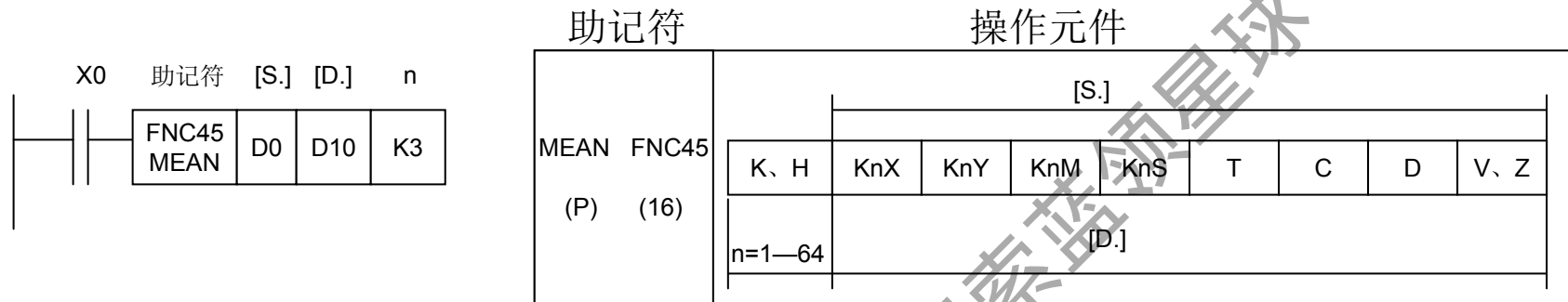
# 功能指令

PLC具有很多特殊功能，称为**功能指令**（**Functionnal Instruction**）或**应用指令**（**Applied Instruction**），实质是**功能不同的子程序**。

**分类**——程序流指令；传输与比较；算术与逻辑运算；移位与循环移位；数据处理；高速处理；方便命令外部输入输出处理；外部设备通信等。



# 1、功能指令的基本格式



## 格式——助记符后跟1—4个操作数

[S]表示源（Source）操作数

[D]表示目标（Destination）操作数，操作数多，可加数字予区别，[S1]和[D1]等。如若使用变址功能，则表示[S·]和[D·]。

n和m表示其它操作数，表示常数或补充说明。

助记符后面的P为脉冲操作指令，条件满足时仅执行一个扫描周期，即执行一次。助记符前面有“D”字样，表示32位指令，一般为16位指令。

## 2、功能指令的操作数

**位软元件**——只具有接通（ON或1）或断开（OFF或0）两种状态的软元件，如X、Y、M和S，它是只处理ON/OFF状态。

位元件只能逐个操作，如取X0—X7状态，需要用8次LD指令，相对比较繁琐。

常数K、H或指针P；

**字软元件**——T、C、D、V、Z，可以处理数字数据（T、C表示定时器、计数器的当前值寄存器）

**字软元件**由位软元件有序的集合。最少4位，最32位组成。

符号	表示内容
KnX	输入继电器位元件组合的字元件，即输入位组件
KnY	输出继电器位元件组合的字元件，即输出位组件
KnM	辅助继电器位元件组合的字元件，即辅助位组件
KnS	状态继电器位元件组合的字元件，即状态位组件
T	定时器T的当前寄存值
C	计数器C的当前寄存值
D	数据寄存器
V、Z	变址寄存器

## 位组件字元件

多个元件按一定规律组合称位组件字元件。如KnY0,K表示十进制，n表示组数，取值为1—8，每组有4个位元件。

如：

指令适用范围		KnY0	包含位元件最高—最低位（Y为8进制）	位元件个数
N取值1—8 适用32位指令	N取值1—4 适用32位指令	K1Y0	Y3—Y0	4
		K2Y0	Y7—Y0	8
		K3Y0	Y13—Y0	12
		K4Y0	Y17—Y0	16
N取值1—8 只能使用32位指令		K5Y0	Y23—Y0	20
		K6Y0	Y27—Y0	24
		K7Y0	Y33—Y0	28
		K8Y0	Y37—Y0	32

例：K1X000：表示X003—X000的四位数据，X000为最低位；

K4M10：表示M25—M10的16位数据，M10为最低位；

K8M100：表示M131—M100组成的32数据，M100为最低位

位指定：K1—K4为16位运算有效，K1—K8为32位运算有效

[S]表示源（Source）操作数、[D]表示目标（Destination）操作数。若使用变址功能，则表示[S·]和[D·]。P55

# 功能指令的格式

指令与操作数——功能指令编号为FNC00—  
FNC246（有对应的助记符），用**指令语言与助记符表示**。电脑编程可用助记符，手持编程器用FNC× × ×。

多数功能指令在助记符**后跟1—4个操作数**：[S]表示**源（Source）操作数**

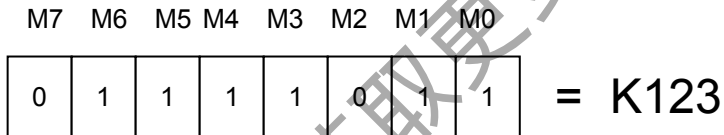
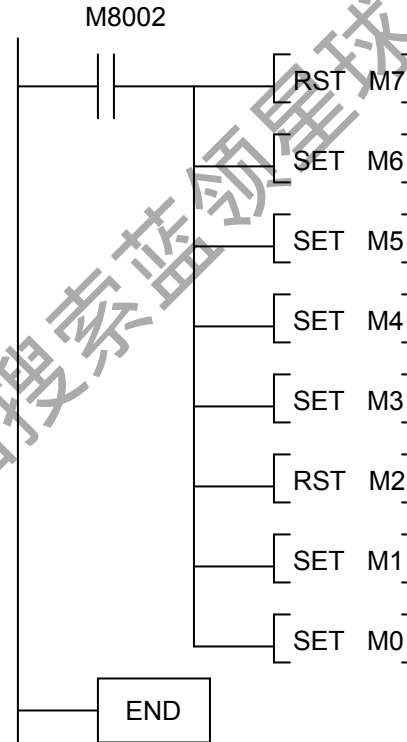
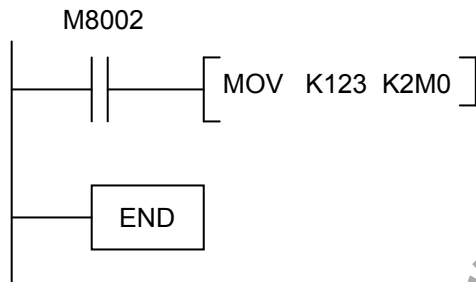
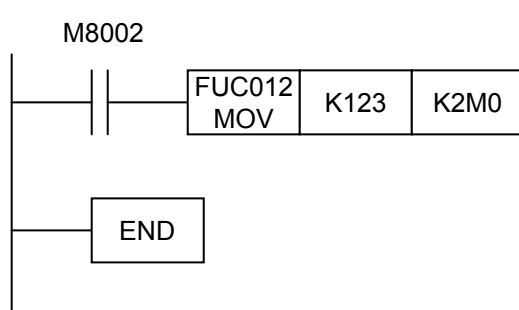
[D]表示**目标（Destination）操作数**，操作数多，可加数字予区别，[S1]和[D1]等。如若使用变址功能，则表示[S·]和[D·]。

n和m表示**其它操作数**，表示常数或补充说明。

- 2) **数据长度与指令执行方式**——按数据位长分为16位和32位。不标符号是16位，[D]符号表示32位（指定其地址号的软元件及下一个地址软元件组合使用；高速计数器C235—C255本身32位，不能使用16位指令的操作数）。
- 3) **不同数据长度之间的传送**——字软件元件与位指令元件之间的数据传送，因数据长度不同，规定：长→短传送，目的位元件数据的高位保持不变；短→长，数据的高位全部为零。
- 4) **变址寄存器V与Z的处理**——为16位数据寄存器，可组合进行32位运算，V为高位。操作方法与普通寄存器一样。

# 功能指令格式说明

例：



位组件字元件

说明：**MOV**为16位操作指令，如是32位负责前面加【D】

左图表示不同，含义一致

**FUC12**，即**MOV**指令

**M0—M7**等8位位元件组合成位组件字元件，如左图用功能指令 大大简化于右图基本逻辑指令。

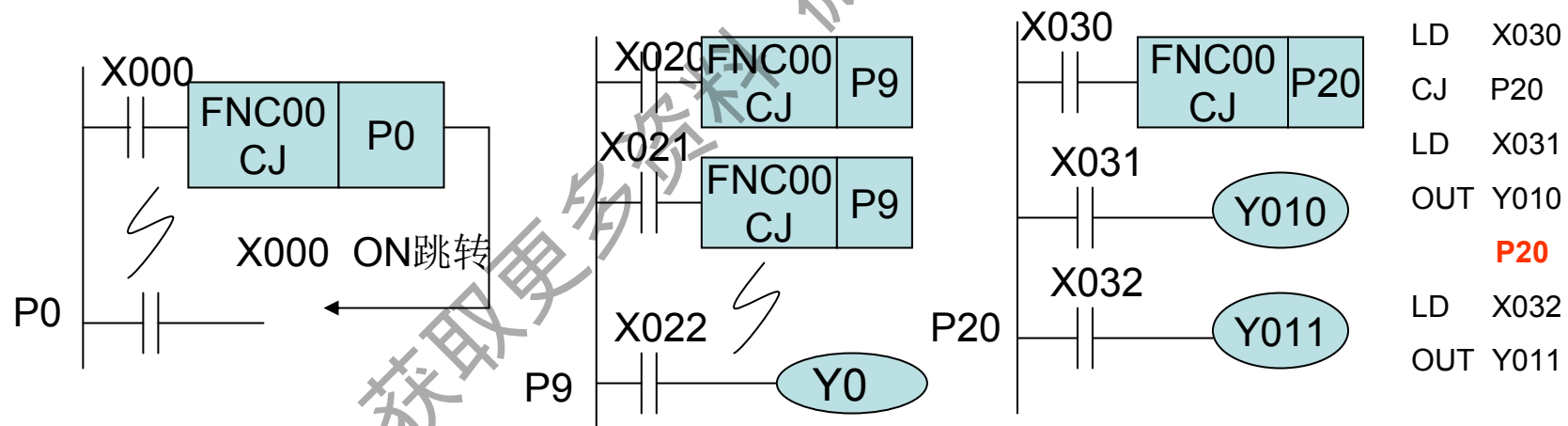
# 第一类：程序流向控制指令

## 1) 条件跳转指令

**CJ (P) FNC00**  
条件跳转

操作元件：指针P0—P63（允许  
变址修改）P63相当于END  
程序参数：CJ和CJ (P)……3步  
标号P××……2步

**功能与操作：**当CJ指令的驱动输入X000为ON时，程序跳转到CJ指令指定的标号处，之间的程序被跳过，不执行；若驱动输入为OFF，则执行紧接到CJ指令的程序。



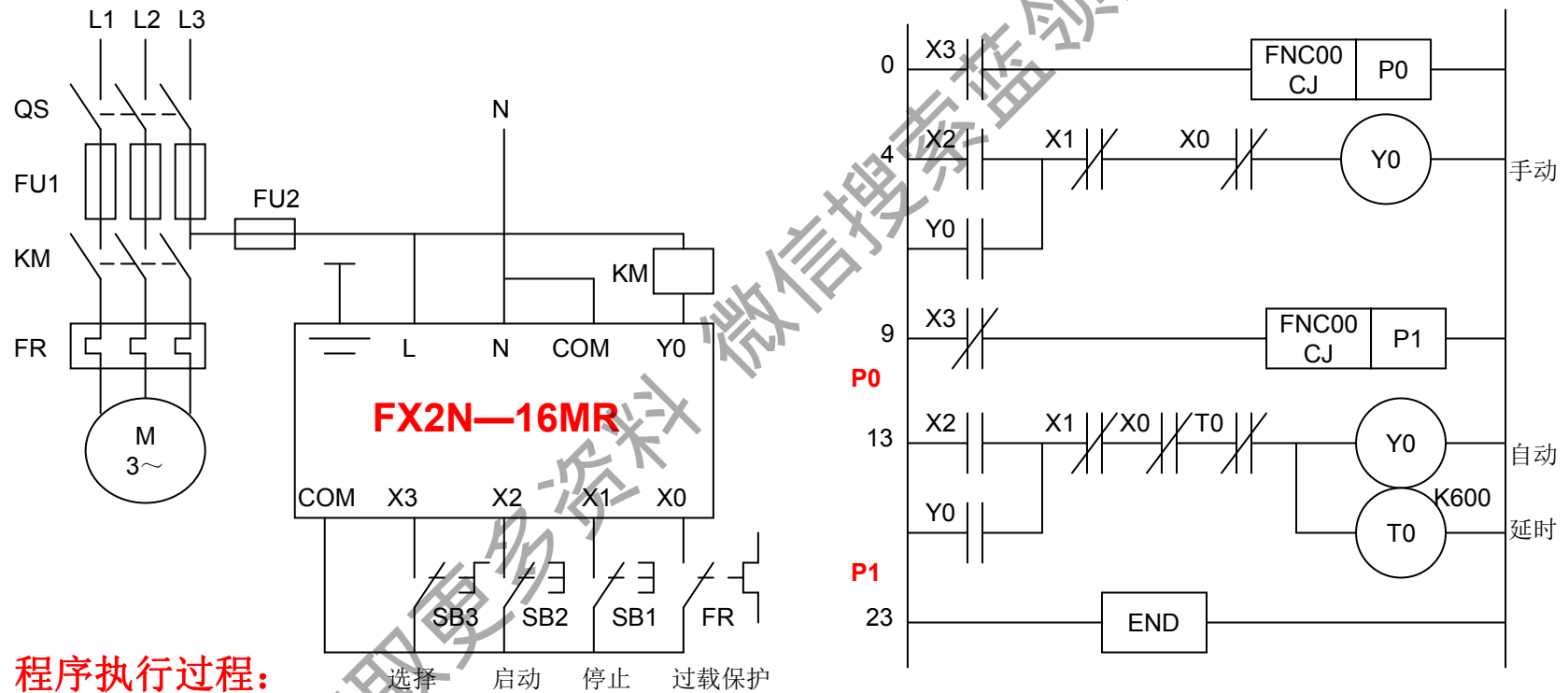
说明：同一程序指针标号只能使用一次；

**P63**表示程序转移到END；

条件若是**M8000**，则无条件跳转。

# 条件跳转指令实例

设备有手动和电动两种操作，由SB3选择开关控制，断开时为手动操作，接通时为电动。手动操作时按SB2电机运行，SB1为停止；自动操作按SB2启动电机，1min后自动停止，按SB1电机停止。



## 程序执行过程:

**手动方式**——SB3断开，X3常开断开，不执行“CJ P0”，顺序需执行4—8步；因X3常闭闭合，执行“CP P1”，跳过自动操作到结束指令；

**自动方式**——SB3接通，X3常开闭合，执行“CJ P0”，跳过4—12步，执行13—22步自动程序，然后顺序执行到结束指令语句。



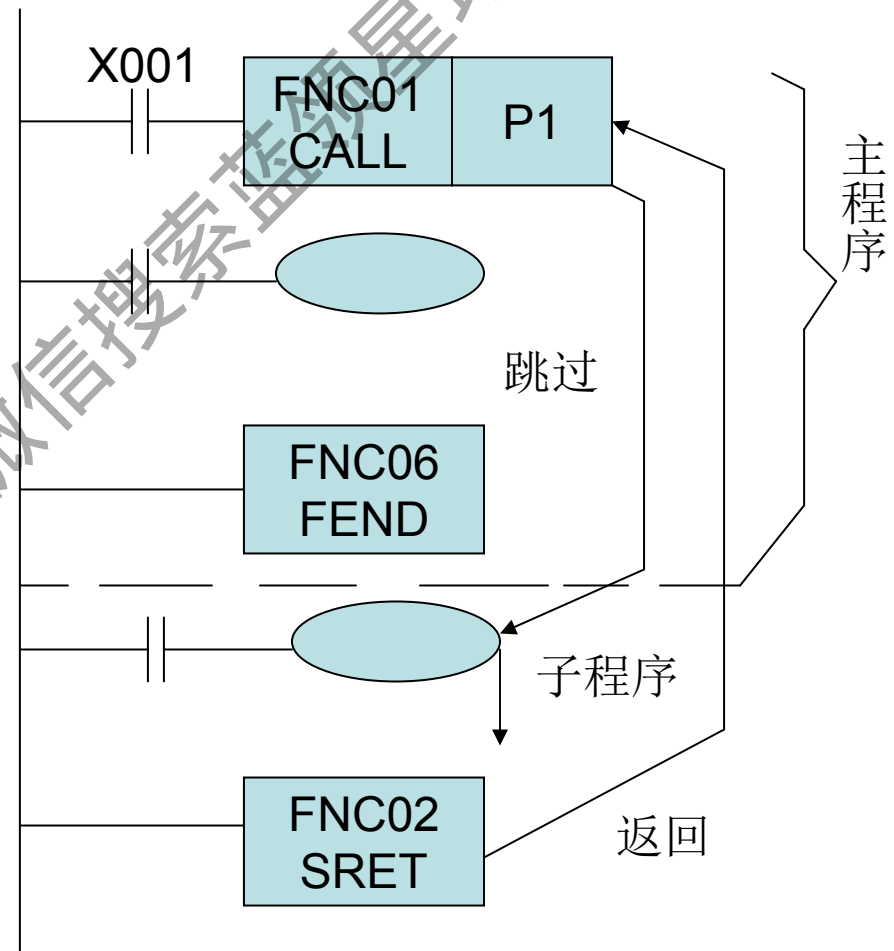
## 2) 调用子程序指令FNC01 (CALL)

128点 (P0—P127)

**FNC01**执行指定标号位置的子程序，以**FNC02 (SRET)**返回原CALL下一条指令位置。

子程序写在主程序后面，即**FEND**之后。

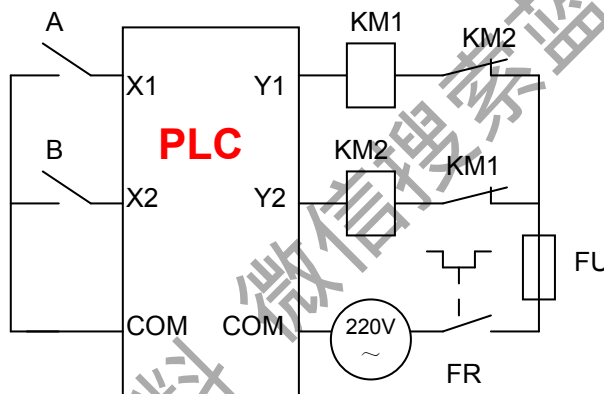
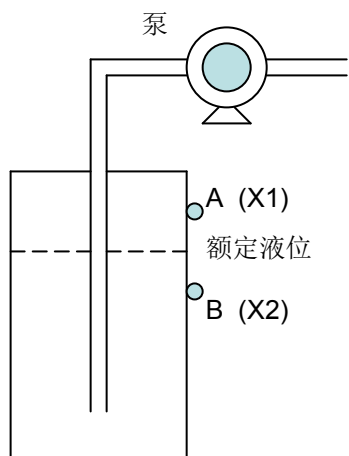
子程序可以嵌套，最多5层。



子程序调用指针

# 子程序调用举例

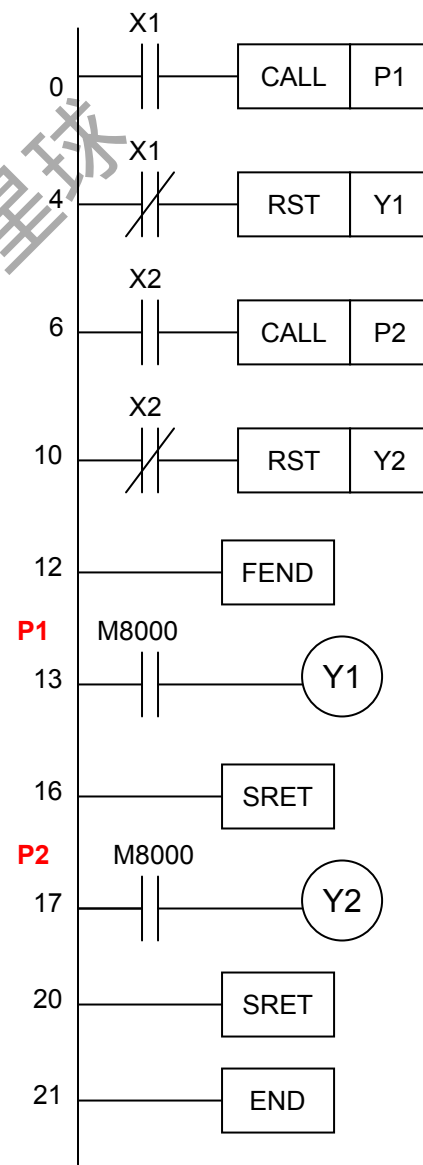
液体储罐要求液位介于A、B点之间。  
 低于B点泵电机正转加液，  
 高于A点电机反转出液。



## 程序说明

1、程序的关键在于，不管液位如何变化，必将使液位保持在A、B两点之间。

2、右边程序表明A、B两点高度差应该很接近。



输入			输出		
输入继电器	输入元件	作用功能	输出继电器	输出元件	作用功能
X1	液位传感器	A点定位	Y1	KM1	正转接触器
X2	液位传感器	B点定位	Y2	KM2	反转接触器

### 3) 中断返回 IRET、允许中断EI、禁止中断DI

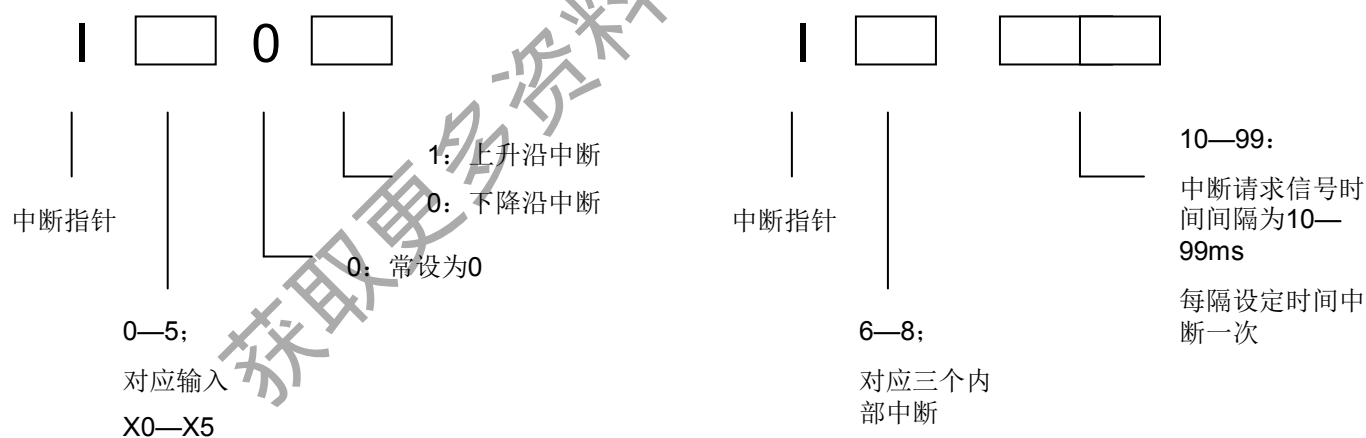
中断指针 I (9个中断源, 6外部输入点、3个内部中断)

**中断**——是CPU和外设之间进行数据传递的方式。响应中断请求后, CPU保护现场、执行中断程序, 再返回主程序。

**外部中断**——信号从输入端子输入, 用于机外突发随即事件引起的中断;

**内部中断**——由定时器时间到引起。

中断指针设定方法



## 2) 中断返回、允许中断、禁止中断指令

指令符	名称	符号
FNC03	中断返回	FNC03 IRET
IRET		
FNC04	允许中断	FNC04 EI
EI		
FNC05	禁止中断	FNC05 DI
DI		

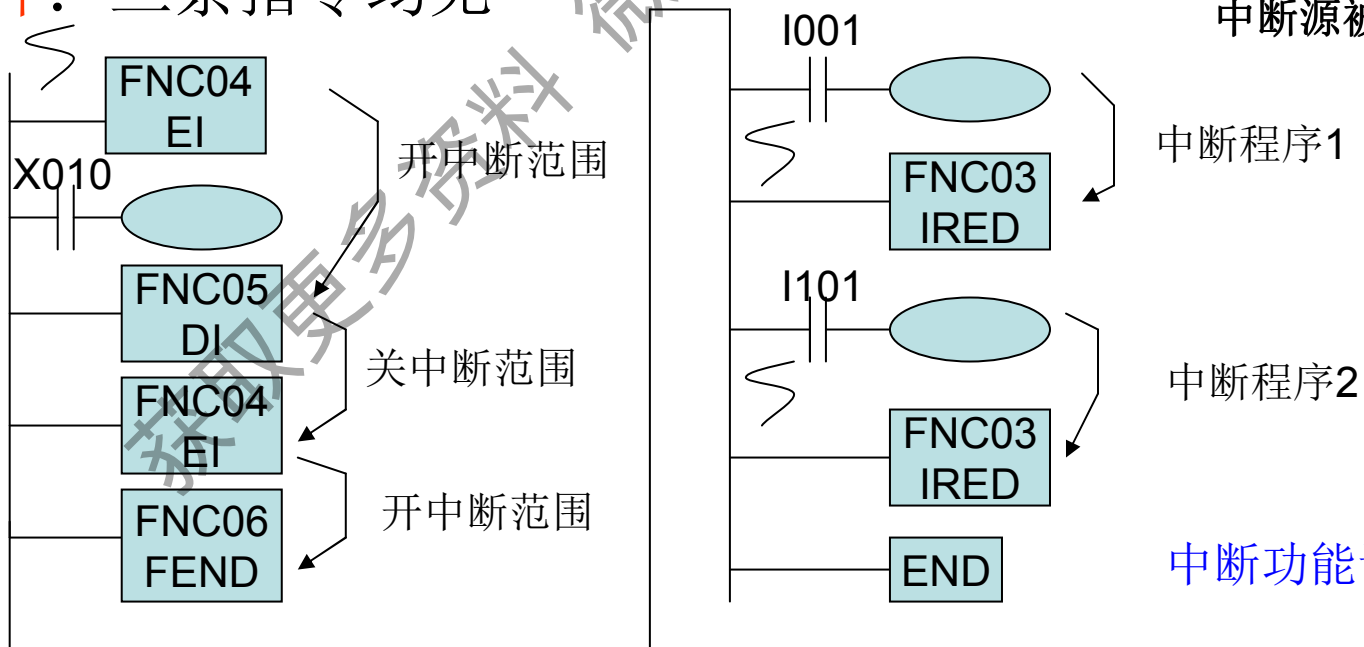
**说明:** 在开中断范围，程序将响应这段请求而中断；

中断信号须大于 **200 μs**；

**M8005**—  
**M8058**为中断屏蔽，为**ON**对应中断源被屏蔽

目标元件：三条指令均无

功能与操作



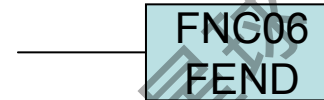
中断功能说明

### 3) 主程序结束指令

格式： 指令符      名称                      符号

FNC06      主程序结束

FEND



目标元件：无

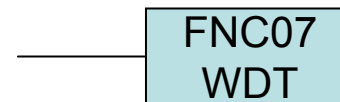
功能与操作：**FEND**表示一个主程序结束子程序开始。与**END**一样程序结束后返回**0**条指令；使用多条**FEND**指令时，中断程序写在最后**FEND**和**END**指令之间。

### 4) 监视定时器指令

格式： 指令符      名称                      符号

FNC07      监视定时器

WDT

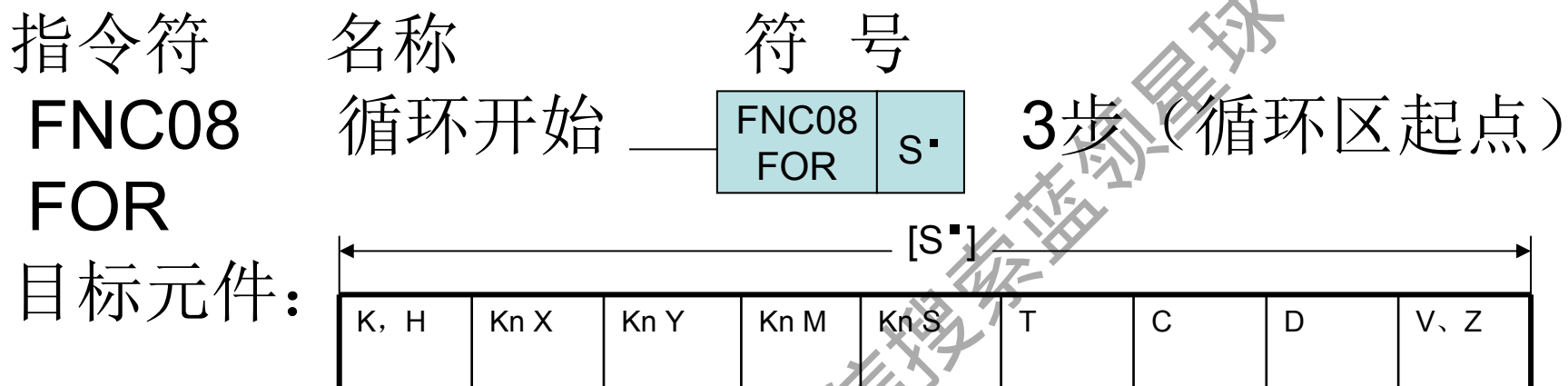


目标元件：无

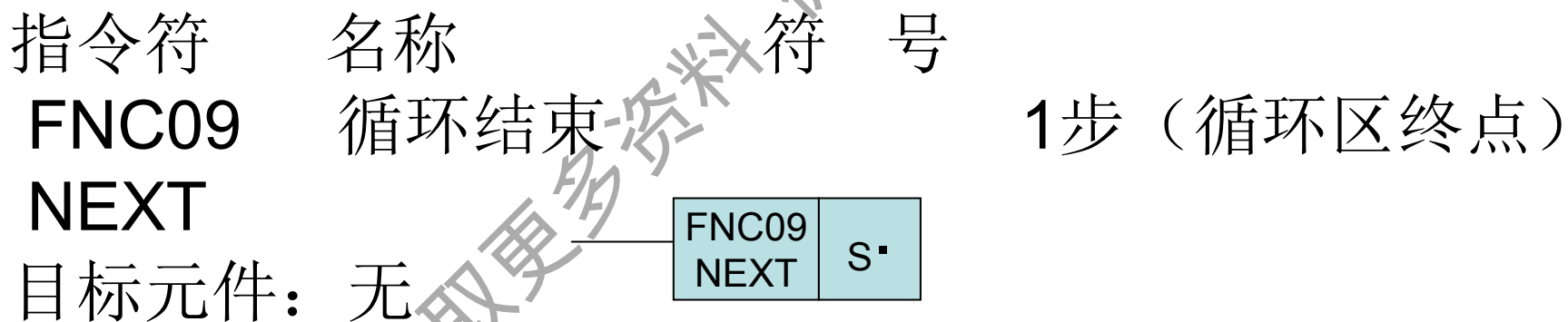
功能与操作：按**PLC**设定循环执行的扫描周期，时间到未能循环完成则报出错。

## 5) 循环指令

### 循环开始指令格式:



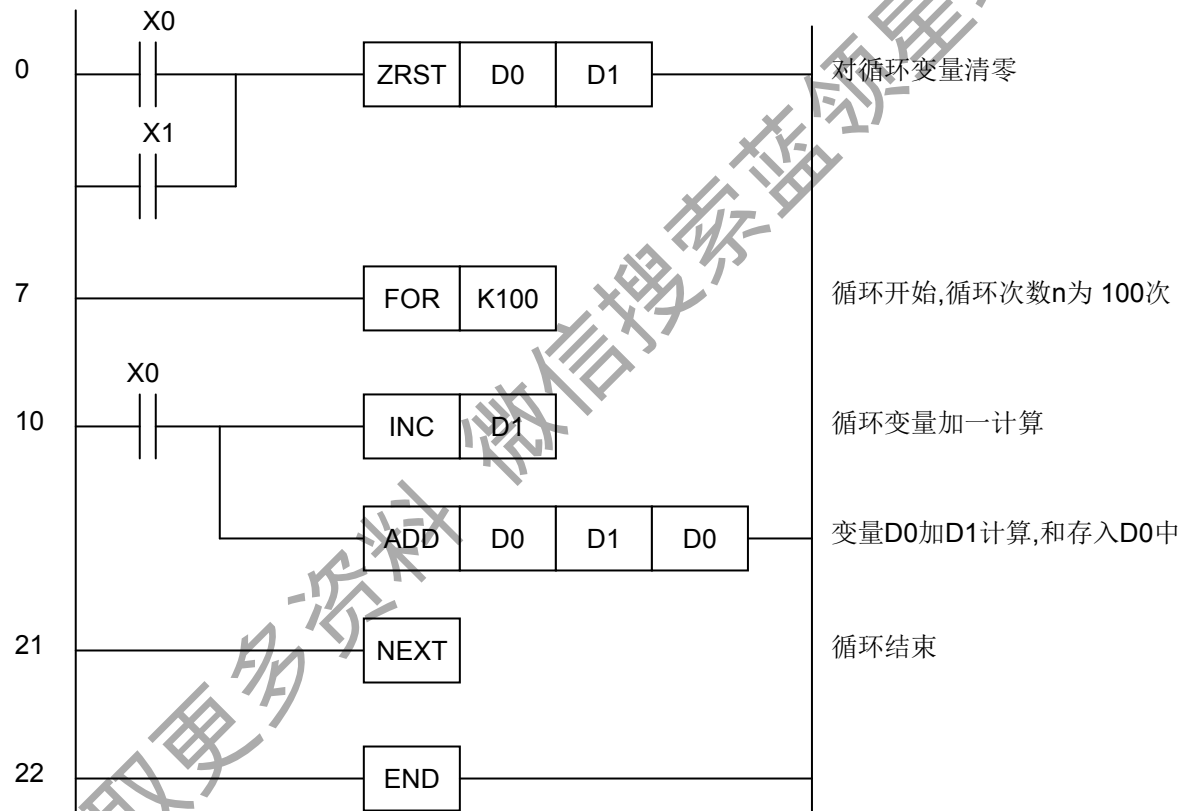
### 循环结束指令格式



功能与操作: 某种操作的反复进行 编程方便, 提高程序功能。FOR、NEXT两条指令总是成对出现。最高可以5级嵌套。

# 循环指令运用实例

求 $1+2+3+4+\dots+100$ 的和，结果存入D0。



**说明:** 1、X0为计算控制端，X1为清零端；

2、7步到21步为100次循环；

3、循环指令前需要对相应继承权清零

4、本程序为局部程序事例，X0启动后即停，否则就成了死循环。

## 第二类：传送和比较指令

### 1) 传送指令MOV指令

格式： 指令符      符号      名称

         FNC12      

MOV	S.	D.
-----	----	----

      数据传送

源地址元件：**S.**      可以为所有数据

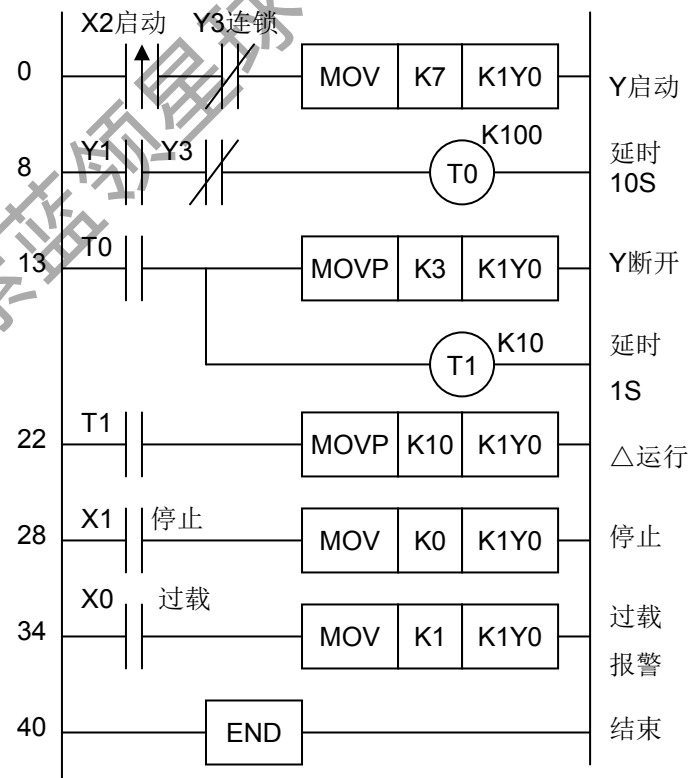
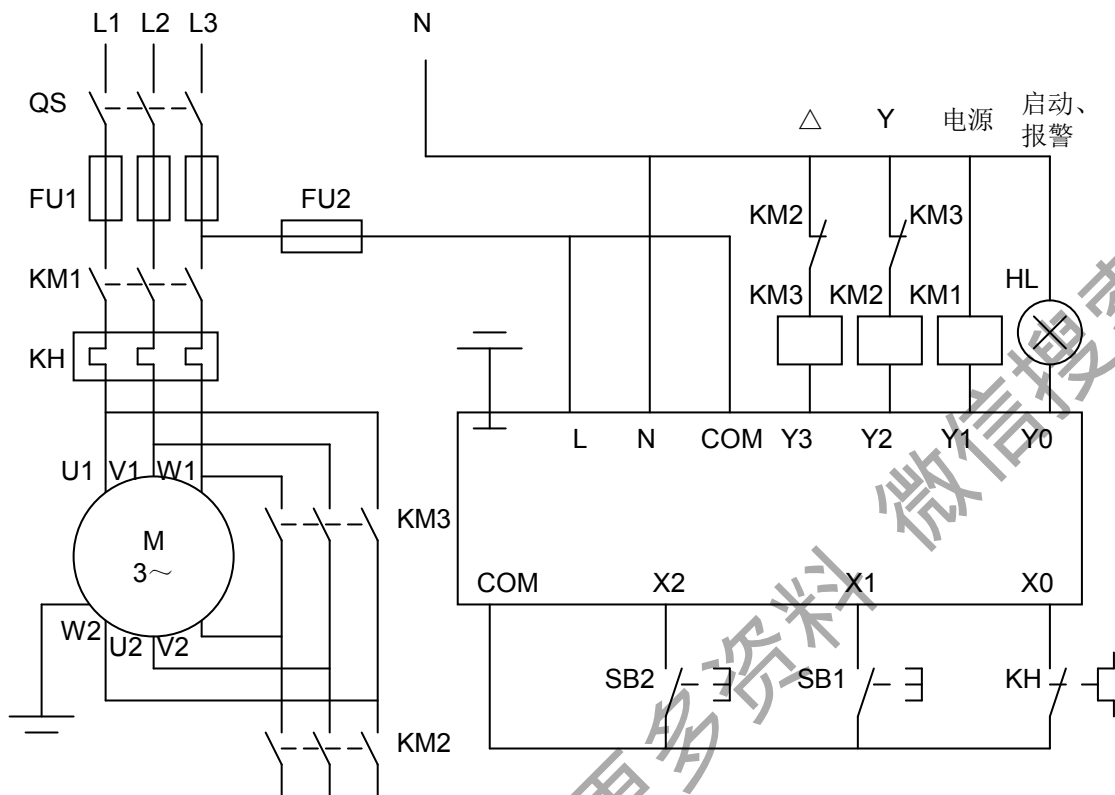
目标元件：**D.**      可以为KnY、KnM、  
KnS、T、C、D、V、Z

功能与操作：将源地址中的数据送到目的地址中。



# 传输指令实例

星—三角降压启动过程10S，考虑主触点同时接通而产生电弧，KM2与KM3动作延时时间1S。



操作元件	状态	输入端口	输出端口/负载				传输数据	
			Y3/KM3	Y2/KM2	Y1/KM1	Y0/HL	数据	四位二进制表示为
SB2	Y启动、T0延时10S	X2	0	1	1	1	K7	四位二进制表示为 <b>0111</b>
	T0延时到，T1延时1S		0	0	1	1	K3	四位二进制表示为 <b>0011</b>
	T1延时到，△运行		1	0	1	0	K10	四位二进制表示为 <b>1010</b>
SB1	停止	X1	0	0	0	0	K0	四位二进制表示为 <b>0000</b>
KH	过载保护	X0	0	0	0	1	K1	四位二进制表示为 <b>0001</b>

MOV P的P为脉冲操作指令，条件满足时仅执行一个扫描周期，即执行一次。

## 2) 移位传输指令 SMOV

FNC13 [S.] m1 m2 [D.] n

功能：进行十进制的传输，将[S.]第m1位开始的m2个数移位到[D.]的第n位开始的m2个位置。m1、m2、n的取值为1—4

## 3) 取反传送指令 CML

## 4) 块传送指令 BMOV

## 5) 多点传送指令 FMOV

## 6) 数据交换指令 XCH

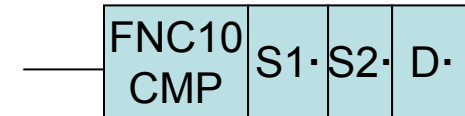
## 7) 比较指令CMP

## 8) 区间比较指令ZCP

格式：指令符      名称      目标元件      符号

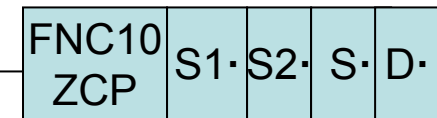
FNC10      比较      S1·S2·D·

CMP

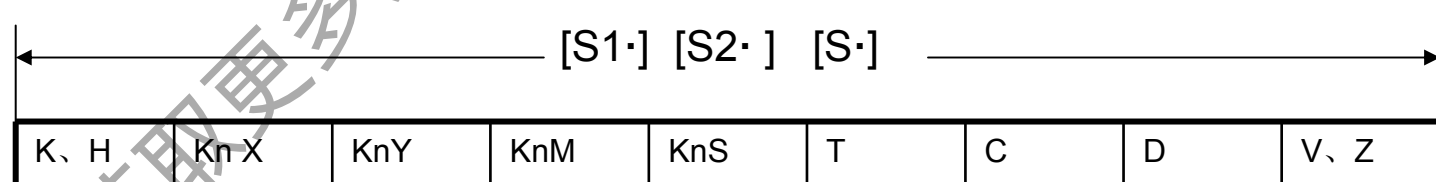


FNC11      区间比较      S1·S2·S·D·

ZCP



目标元件：



其中：[D·] 对Y、M、S，除开X

功能：比较两个源操作数代数值大小（带符号比较），比较结果送目标操作数。

## 第三类 算术运算与逻辑运算指令

- 1) 加法指令 **ADD**
- 2) 减法指令 **SUB**
- 3) 乘法指令 **MUL**
- 4) 除法指令 **DIV**
- 5) 加一指令 **INC**    **FNC24**    **INC [D.]**
- 6) 减一指令 **DEC**    **FNC25**    **DEC [D.]**
- 7) 字逻辑与指令 **WAND**
- 8) 字逻辑或指令 **WOR**
- 9) 字逻辑异或指令 **WXOR**

## 第四类 循环移位与移位指令

- 1) 循环右移位指令ROR
- 2) 循环左移位指令ROL
- 3) 带进位右移位指令RCR
- 4) 带进位左移位指令RCL
- 5) 位右移位指令SFTR
- 6) 位左移位指令SFTL
- 7) 字右移位指令WSFR
- 8) 字左移位指令WSFL

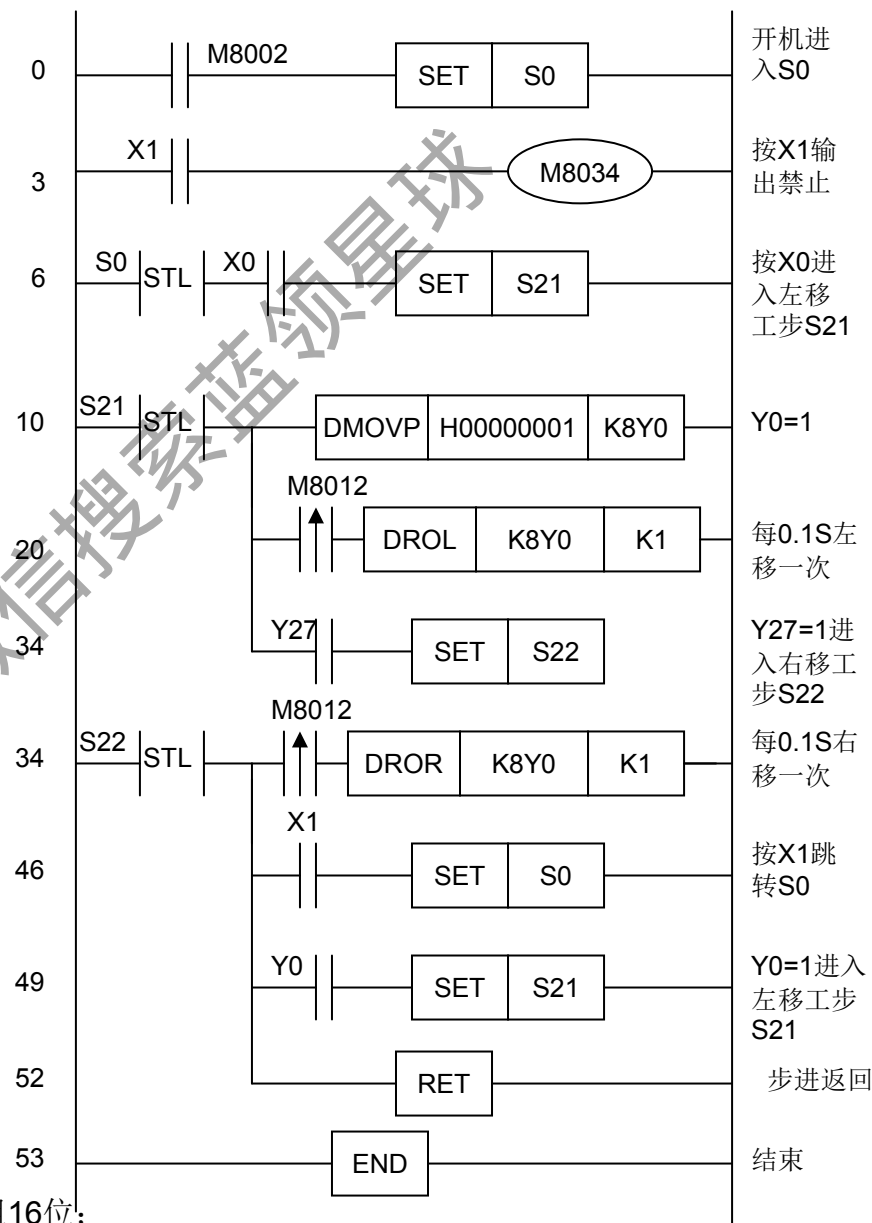
# 移位指令实例

广告牌22灯，按下启动按钮X0，灯以正序、反序每0.1S间隔轮流点亮；按下X1则停止。

输出速度快，采用晶闸管型PLC，流水灯两个输入，22输出端。

输入			输出	
输入继电器	元件	功能	输出继电器	控制对象
X0	SB1	启动	Y7—Y1	HL7—HL1
X1	SB2	停止	Y17—Y10	HL15—HL8
			Y26—Y20	HL22—HL16

**说明：**32位字位组建只用22个输出，不用的输出可以跳过；  
 按下X1返回初始工步S0，则M8034禁止输出；  
 H00000001为16进制数，对应Y的字组件从Y0——Y27共4组16位；  
 20步—34步须使Y27为1后，才可激活S22工步。其后Y0为1后激活S21步。



# 第五类 数据处理指令

## 1) 区间复位指令 ZRST

FNC40 ZRST [D1.] [D2.]

将[D1.] 到 [D2.]范围内T、C、D全部复位

## 2) 平均值指令 MEAN

FNC45 [S.] [D.] n

计算n个源操作数[S.]平均值结果送[D.]

## 3) 解码指令 DECO

## 4) 编码指令 ENCO

## 第六类 报警器置位复位指令

- 1) 报警器置位指令ANS
- 2) 报警器复位指令ANR

## 第七类 高速处理指令

- 1) 高速计数器置位指令HSCS
- 2) 高速计数器复位指令HSCR
- 3) 高速计数器区间比较指令HSZ
- 4) 脉冲输出指令PLSY
- 5) 脉宽调制指令PWM



## 第八类 方便指令

- 1) 置位初始状态指令**IST**
- 2) 交替输出指令**ALT**
- 3) 斜坡信号输出指令**RAMP**

## 第九类 外部设备指令

- 1) 串行通讯指令**RS**
- 2) 并行数据传送指令**PRUN**
- 3) 比例积分微分指令**PID**

## 提示及建议

- 1、功能指令用于解决复杂程序的处理；
- 2、对于输入信号、及输出信号之间有严格逻辑关系的情况，多采用功能指令；
- 3、功能指令的技术数据、分类及汇总等可以查表；
- 4、功能指令不含表达体型图符号件间相互关系的成分，而直接表达本指令要做什么。

# 作业

第六章 13、14、15、16

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

# 特殊功能模块及其应用

常用模块有通讯模块、模拟量模块和点位控制模块。

获取更多资料 微信搜索 蓝星地球

# 第五节 其他常用PLC介绍

## 西门子公司——S7—200系列

- 1、以大中型PLC为主，近年是S7系列为主。其中：S7—200系列（小型）、S7—300（中型），S7—400（大型）。
- 2、覆盖所有与自动检测、自动化控制有关的工业和民用领域，包括：机床、机械、电力、民用、建筑、环保等。
- 3、**S7—200系列有多种型号CPU**，如常见的是CPU221、CPU222、CPU224、CPU226。其性能见相关资料（李向东P114、115）。
- 4、**S7—200系列内部存储器配置**：容量6K—13K。所对应的内部寄存器同样意义对应寻址。如**输入I**（I0.0—I15.7）可以：按位（Ix、y）、字节（IBx）、字（IWx）、双字（IDx）寻址；（见李P146）**输出Q**（Q0.0—Q15.7）；**模拟量A**（AIW x、AIWy），**通用辅助寄存器M**（M0.0—M32.7），**定时器T**（T0—T255），**计数器C**（C0—C255）等等；
- 5、**内部寄存器的编址和寻址方法**：——**A T x · y**  
**A**:区域表示符（如用I、Q分别表示数字量输入输出寄存器）  
**T**:寻址类型（分别用B、W、D表示字节、字、双字寻址，位寻址没该项）  
**x**:字节地址    **y**:位地址    · 字节与位地址之间的分隔符。
- 6、**内部寄存器配置**：数字量输入I（128点）、数字量输出Q（128点）、模拟输入输出按型号从0—28/7；通用寄存器数量众多（M0.0—32.7），定时器有接通延时TON、有记忆的接通延时TONR和断开延时TOF256个定时器；计数器9增、减、增减计数器256个），还有顺序控制器、累加器AC等等。

表 10-7 技术性能表

项目	CPU221	CPU222	CPU224	CPU226
程序和数据存储空间	6K		13K	
用户存储器类型	EEPROM			
主机 I/O	6/4	8/6	14/10	24/16
扩展模块数量	无	2	7	7
最大数字量 I/O	6/4	40/38	94/74	128/120

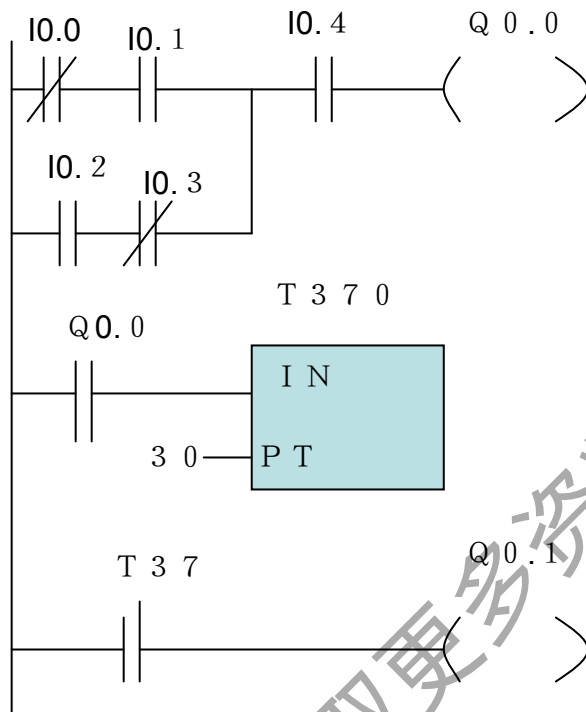
获取更多资料

微信搜索 蓝领星球

项目	CPU221	CPU222	CPU224	CPU226
最大模拟量 I/O	无	8/2 (或 4/0)	28/7	
指令执行速度	布尔量 0.37 $\mu$ s/每条指令, 传送字 34 $\mu$ s/每条指令, 定时器/计数器 50 $\mu$ s~64 $\mu$ s/每条指令			
内部通用继电器	256			
计数器/定时器	256/256			
顺序控制继电器	256			
高速计数器	4 个 (20kHz)		6 个 (20kHz)	
模拟量调节电位器	1 个		2 个	
脉冲输出	2 (20kHz, DC)			
通信中断	1 发送器/2 接收器		2 发送器/4 接收器	
硬输入中断	4, 输入滤波器			
定时中断	2 (1~255ms)			
通信口数量 (RS-485)	1 个		2 个	
支持协议	PPI, DP/T 自由口			PPI, DP/T 自由口
0 号口:	N/A			PPI, DP/T 自由口
1 号口:				
PROFIBUS 点到点	NETR/NETW			

**指令系统：**基本逻辑指令（逻辑控制、置位复位、堆栈操作、定时器、计数比较等）、程序控制指令（结束、暂停、跳转、子程序、循环、顺控指令等）、功能指令（传输、位移、填充、算术运算、逻辑运算、数据转换、通信、PID指令等）。

例：



```

LDN  I0.0
A    I0.1
LD   I0.2
AN  I0.3
OLD
A    I0.4
=   Q0.0
LD   Q0.0
TON  T37, 30
LD   T37
=   Q0.1

```



## 二十六课 PLC系统实例及编程实验

### 1、目的和要求：

- 1) 了解PLC系统及实际电路；
- 2) 掌握PLC系统编程。

### 2、重点与难点：

PLC系统集成及设计

### 3、要求：

- 1) 能够PLC系统集成及设计；

### 4、教学方法设计：

讲解配合实验。

获取更多资料 微信搜索蓝领星球