

第二篇 可编程控制器技术

 **MITSUBISHI**
三菱电机

超小体积

卓越功能

可编程控制器
FX系列



内容提要

- 1 可编程控制器概述
- 2 三菱**FX2N**系列可编程控制器及其基本指令的应用
- 3 **FX2N**系列可编程控制器步进指令及状态编程法
- 4 **FX2N**系列可编程控制器应用指令及编程方法
- 5 可编程控制系统设计
- 6 **FX2N**系列**PLC**的特殊功能模块及通信

第5章 可编程控制器概述

继电接触控制系统的问题？

以低压电器构成的继电接触电路，是以接线逻辑实现控制功能，一经生产，功能固定。

概括而言——设备体积大、开关动作慢、功能较少、接线逻辑复杂、触点易损坏、改接麻烦、灵活性差等

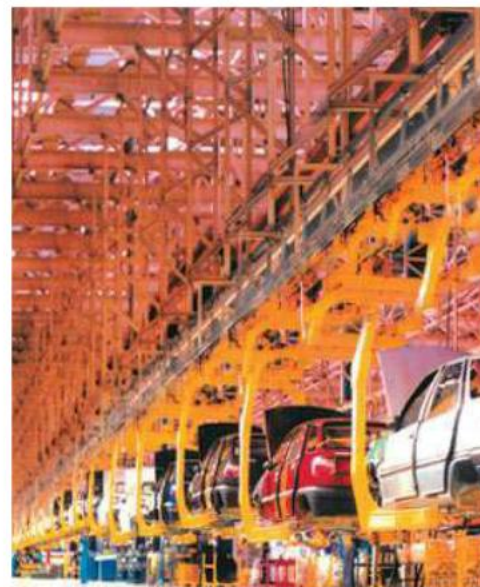
可编程控制器的产生

■ 世界上第一台PLC

1969年由美国数字设备公司（DEC）根据美国通用汽车公司（GM）的要求研制成功

■ 背景：

1968年美国通用汽车公司（GM），为了适应汽车型号的不断更新，生产工艺不断变化的需要，实现小批量、多品种生产，希望能有一种新型工业控制器，它能做到尽可能减少重新设计和更换电器控制系统及接线，以降低成本，缩短周期。



■ 设计思想:

吸取继电器和计算机两者的优点

☆ 继电器控制系统体积大、可靠性低、接线复杂、不易更改、查找和排除故障困难，对生产工艺变化的适应性差，但简单易懂、价格便宜；

☆ 计算机功能强大、灵活（可编程）、通用性好，但编程困难；

☆ 采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”进行编程，使不熟悉计算机的人也能很快掌握使用。（梯形图）

- ❖ 1969年，美国数字设备公司（DEC）研制了第1台可编程控制器PDP-14。将继电接触控制的硬连线逻辑转变为计算机的软件逻辑编程
- ❖ 70年代，将微机技术应用到可编程控制器中
- ❖ 80年代，可编程控制器都采用了CPU、ROM、RAM或单片机作为其核心
- ❖ 90年代末，PLC几乎完全计算机化

■ 近年来PLC发展迅速

PLC集三电（电控、电仪、电传）为一体、性能价格比高、高可靠性的特点，**已成为自动化工程的核心设备**。PLC成为具备计算机功能的一种通用工业控制装置，其使用量高居首位。

PLC成为现代工业自动化的三大技术支柱（PLC、机器人、CAD/CAM）之一。

5.1 可编程控制器的基本概念

PLC的定义

1987年，美国电器制造协会给出可编程控制器（Programmable Logic Controller 简称PLC）定义为：

可编程序控制器是一种带有指令存储器和数字或模拟I/O接口，以位运算为主，能完成逻辑、顺序、定时、计数和算术运算功能，用于控制机器或生产过程的自动控制装置。

PLC的主要优点

- ❖ 可靠性高，抗干扰能力强
- ❖ 配套齐全，功能完善，适用性强
- ❖ 易学易用，深受工程技术人员欢迎
- ❖ 系统设计周期短，维护方便，改造容易
- ❖ 体积小、重量轻、功耗低
- ❖ 联网方便，便于集成

——可靠性高，抗干扰能力强

可靠性高、抗干扰能力强是PLC最重要的特点之一。PLC的平均无故障时间可达几十万个小时。

- ★硬件方面：I/O接口采用采用光电隔离，有效地抑制了外部干扰源的影响；对供电电源及线路采用多种形式的滤波，从而消除或抑制了高频干扰；对CPU等重要部件采用良好的导电、导磁材料进行屏蔽，以减少空间电磁干扰；对有些模块设置了联锁保护、自诊断电路等。
- ★软件方面：采用扫描工作方式，减少了外界的干扰；设有故障检测和自诊断程序，能对系统硬件电路等故障实现检测和判断；当由干扰引起故障时，能立即将当前重要信息加以封存，禁止任何不稳定的读写操作，一旦正常后，便可恢复到故障发生前的状态，继续原来的工作。

PLC的应用范围

- ❖ 开关量的逻辑控制
- ❖ 模拟量控制
- ❖ 运动控制模块
- ❖ 过程控制
- ❖ 数据处理
- ❖ 组成大型控制网络



支持设备自动化和节能的 PLC



- 自动装配机
- 传输带
- 注入 / 填充工具
- X-Y 平台控制
- 机械手
- 自动测试装置
- 元件供给机
- 成型品取出机
- 切割机
- 旋转台

提供必要的保护和 支持的 PLC



- 医用灭菌装置
- 取放机械（药物用）
- 医用洗净装置
- 医用自动床
- 步行机
- 电池驱动轮椅
- 敬老院的沐浴设备
- 家用电梯

食品工业中的PLC



- 自动售货机
- 比萨饼烤炉
- 切肉机
- 冷藏冰淇淋用传输带
- 洗碗碟机
- 烤面包机
- 自动烤炉
- 制面机

在娱乐场合的 PLC



- 滑雪场升降机门的控制
- 人造降雪机
- 体育场坐椅调整装置
- 霓虹灯广告
- 舞台装置（窗帘的上下）
- 在娱乐场的摇摆椅
- 发光喷泉
- 录像或 CD 租赁用自动分检架
- 活动人偶的控制
- 抓玩偶游戏

在零售业中提 高效率的PLC



- 纽扣装订机
- 捆扎机
- 洗衣店的装袋机
- 贴标机
- 工业洗衣机
- 婚礼用舞台装置
- 展览会演示装置
- 餐馆里的通风设备
- 在农业和渔业中提高生产力的PLC

在农业和渔业中提高生产力的 PLC



- 自动给饵机
- 捡蛋机
- 窗户的打开 / 关闭
- 莴苣包装机
- 青椒装袋机
- 西瓜分捡机
- 苹果分捡机
- 牡蛎打开机
- 空调控制

车载或相关设备中的 PLC



- 洗车机
- 轮胎清洗机
- 垃圾车
- 列车座椅调整装置
- 立体停车库
- 车站平台显示
- 停车场大门
- 车辆称重仪
- 小汽车搬运车辆
- 柴油机控制
- 道路建设用灯

用于建筑 and 环境的 PLC



- 空气调节系统
- 房屋建造用垂直升降机
- 自动照明系统
- 自动门
- 叉式升降机
- 钢筋·焊接机
- 钢筋·切断机
- 窗户清洗机

当前流行的可编程控制器

从第一台PLC出现以后，日本、德国、法国等也相继开始研制PLC，并得到了迅速的发展。各国PLC都有自己的特色。

- ✿ **欧洲：** 西门子（Siemens）； 法国的（Telemecanique）
- ✿ **美国：** A-B（Allen-Bradly）、GE（General Electric）
- ✿ **日本：** 三菱电机（Mitsubishi Electric）、 欧姆龙（OMRON）、 FUJI （日本主要发展中小型PLC，其小型机性能先进，结构紧凑，价格便宜）

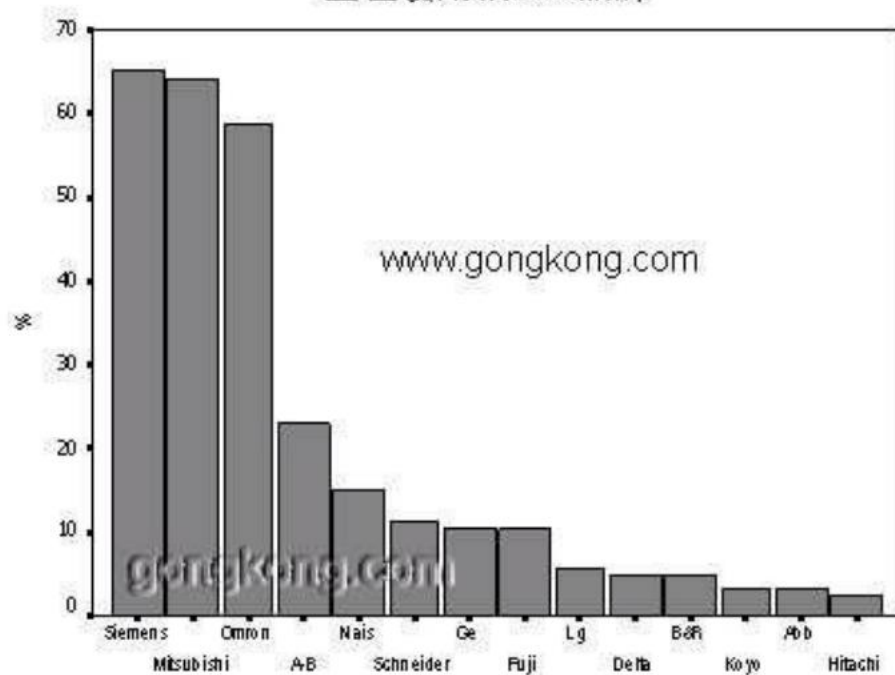
目前国内市场还有韩国、台湾等PLC产品。自1973年，我国开始研制顺序控制器，并取得不小的进展，现在市场上出现了系列化的国产PLC，其价格相对低廉，性价比较高。

我国PLC发展情况

- ❖ 在70年代末和80年代初，我国随国外成套设备、专用设备引进了不少国外的PLC。
- ❖ 我国不少科研单位和工厂在研制和生产PLC，如辽宁无线电二厂、无锡华光电子公司、上海香岛电机制造公司、厦门A-B公司等。
- ❖ 在传统设备改造和新设备设计中，PLC的应用逐年增多，取得良好效果。PLC在我国的应用越来越广泛。
- ❖ 目前，国内PLC生产厂家有30余家，并有迹象显示，更多的来自于原PLC应用的技术人员准备加入到小型PLC开发的行列。但在目前上市的众多PLC产品中，还没有形成规模化的生产和名牌产品。
- ❖ 从技术角度来看，国内外的小型PLC差距正在缩小。如无锡信捷、兰州全志等公司生产的微型PLC已经比较成熟，有些国产PLC（如和利时、科迪纳）已经拥有符合IEC标准的编程软件、支持了现场总线技术等。
- ❖ 面对国际厂商数十年的规模化生产和市场管理经验，国内厂商更多地只停留在小批量生产和维系生存的起步阶段，离真正批量生产、市场化经营乃至创建品牌还有很长的路要走。与此同时，国产PLC的低价优势也正在受到新的挑战。

❖ 中国PLC市场（ 2004年度）

正在使用的PLC品牌



PLC品牌分布情况的原因:

- ❖ **产品覆盖范围**。排在最前的三个品牌有最丰富的产品系列，而且没有偏重，用户很容易得到恰当的产品；其他品牌如Fuji，LG则以小型和微型产品为主，GE和Schneider以中大型产品为主。虽然A-B拥有出色的技术和全面的产品系列，但是高价格使用户却步。
- ❖ **中国市场上的历史**。Siemens，Mitsubishi和Omron都是在中国市场上传统的供应商，在很多领域占了先机，相对应的是GE，Schneider和LG这些后来者虽然市场快速增长，但距先行者仍有一定的差距。

德国西门子公司的PLC

西门子公司是欧洲最大的电气、电子制造商。

❖ 1975, S3系列

❖ 1979, S5系列

❖ 90年代中期, S7系列



- S7-200: 小型PLC, 整体式结构。结构小巧、可靠性高、运行速度快, 指令丰富。
- S7-300: 中型PLC, 模板式结构
- S7-400: 大型PLC, 模板式结构

日本三菱公司的PLC

- ❖ 1981，F系列PLC，小型整体式结构
- ❖ F1、F2系列PLC，功能进一步增强
- ❖ FX2系列PLC，高性能整体式PLC
- ❖ FX2N系列PLC，最先进的系列
- ❖ A系列PLC，带有智能型接口



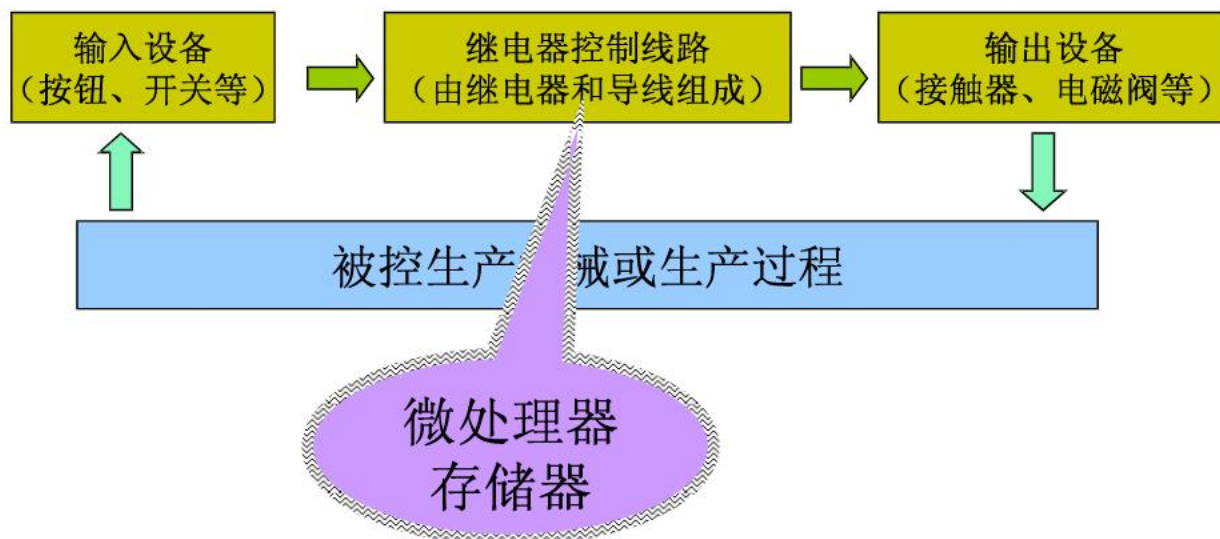
日本欧姆龙公司的PLC

- ❖ C系列PLC有微型、小型、中型和大型4大类十几种

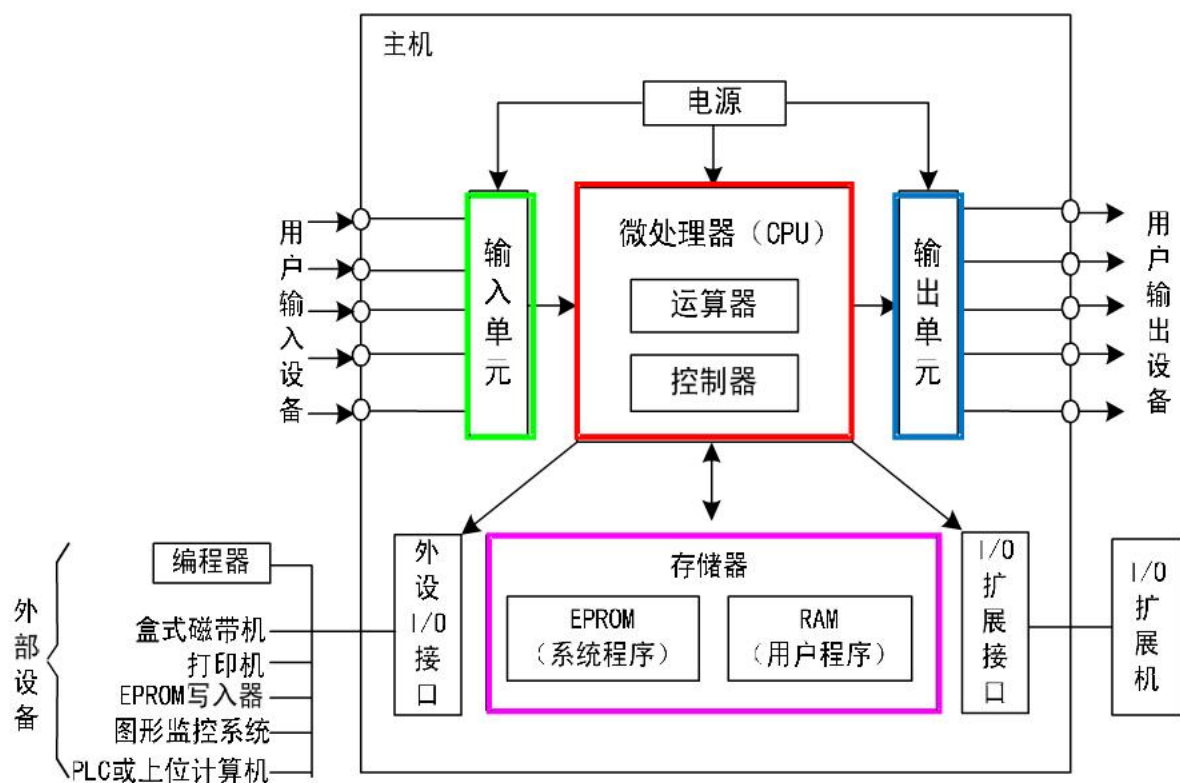


5.2 可编程控制器的组成及其各部分功能

继电接触控制系统



PLC的基本结构



① 中央处理器CPU

■ PLC中常采用的CPU有三类:

- 1) 通用微处理器 (如Z80、8086、80286等)
- 2) 单片微处理器 (如8031、8096等)
- 3) 位片式微处理器(如AMD29W等)

- 小型PLC: 大多采用8位通用微处理器和单片微处理器,
- 中型PLC: 大多采用16位通用微处理器或单片微处理器
- 大型PLC: 大多采用高速位片式微处理器 (32位)

小型PLC为单CPU系统, 中、大型PLC则大多为双CPU或多CPU系统。对于双CPU系统, 一般一个为字处理器, 一般采用8位、16位或32位处理器; 另一个为位处理器, 采用由各厂家设计制造的专用芯片。

② 存储器

◆ 存储器的作用：

在PLC中，存储器主要用于系统程序、用户程序、数据

◆ 存储器的类型：

① 可读/写操作的随机存储器RAM

② 只读存储器ROM、PROM、EPROM、E²PROM

PLC存储空间的分配

- ❖ 系统程序存储区
- ❖ 系统RAM存储区（包括I/O映象区和系统软设备等）
- ❖ 用户程序存储区

——系统程序存储区

在系统程序存储区中存放着相当于计算机操作系统的系统程序。包括监控程序、管理程序、命令解释程序、功能子程序、系统诊断子程序等。由制造厂商将其固化在 **EPROM** 中，用户不能直接存取。它和硬件一起决定了该 **PLC** 的性能。

——系统RAM存储区

(I/O映象区、系统软设备存储区)

- ❖ **I/O映象区**：由于PLC投入运行后，只是在输入采样阶段才依次读入各输入状态和数据，在输出刷新阶段才将输出的状态和数据送至相应的外设。因此，它需要一定数量的存储单元(RAM)以存放I/O的状态和数据，这些单元称作I/O映象区。
- 一个开关量I/O占用存储单元中的一个位(bit)，一个模拟量I/O占用存储单元中的一个字(16个bit)。因此整个I/O映象区可看作两个部分组成：**开关量I/O映象区**；**模拟量I/O映象区**。

❖ **系统软设备存储区**：该存储区又分为具有失电保持的存储区域和无失电保持的存储区域，前者在PLC断电时，由内部的锂电池供电，数据不会遗失；后者当PLC断电时，数据被清零。

- 逻辑线圈：每个逻辑线圈占用系统RAM存储区中的一个位，但不能直接驱动外设，只供用户在编程中使用，其作用类似于电器控制线路中的继电器。另外，不同的PLC还提供数量不等的特殊逻辑线圈，具有不同的功能。
- 数据寄存器：每个数据寄存器占用系统RAM存储区中的一个字(16 bits)。
- 计时器
- 计数器

——用户程序存储区

- ❖ 用户程序存储区存放用户编制的用户程序。不同类型的 PLC，其存储容量各不相同。
用户程序一般存放于电可改写的EEPROM中。

③ 输入输出接口

是PLC与输入控制信号和被控制设备连接的部件。

输入部件： PLC与生产过程相连接的输入通道，输入部分接受来自生产现场的各种信号，如限位开关、按钮、传感器的信号等。

输出部件： PLC与生产过程相连接的输出通道，输出部分接收CPU的处理输出，并转换成被控设备所能接受的电压、电流信号，以驱动被控设备。

❖ 开关量I/O模块的外部接线方式

- 汇点式

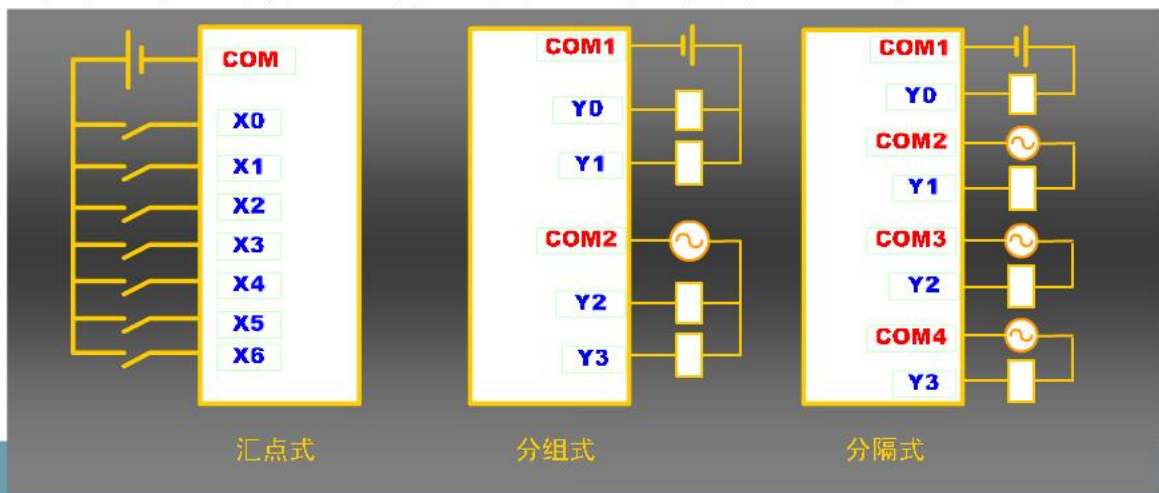
各个I/O电路有一个公共点，共用一个电源。

- 分组式

I/O分成若干组，每组I/O共用一个电源，各组电源可以不同。

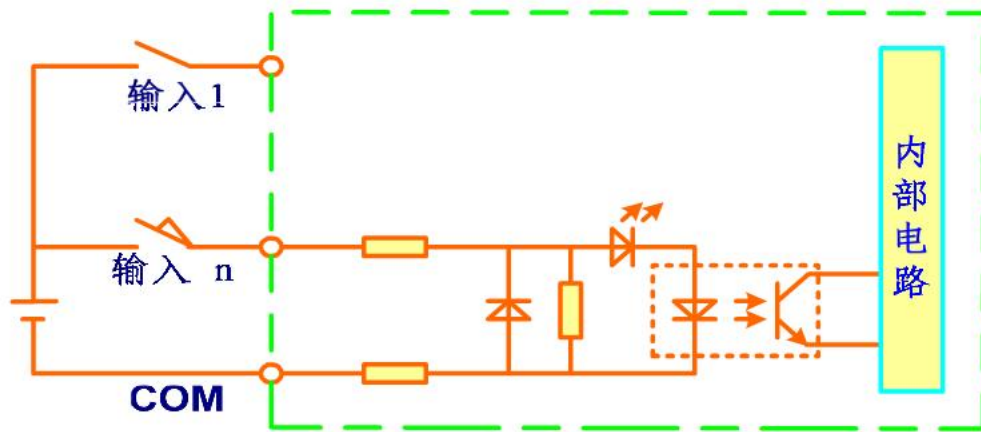
- 分隔式

各个I/O点之间相互隔离，每个I/O可以使用独立电源。

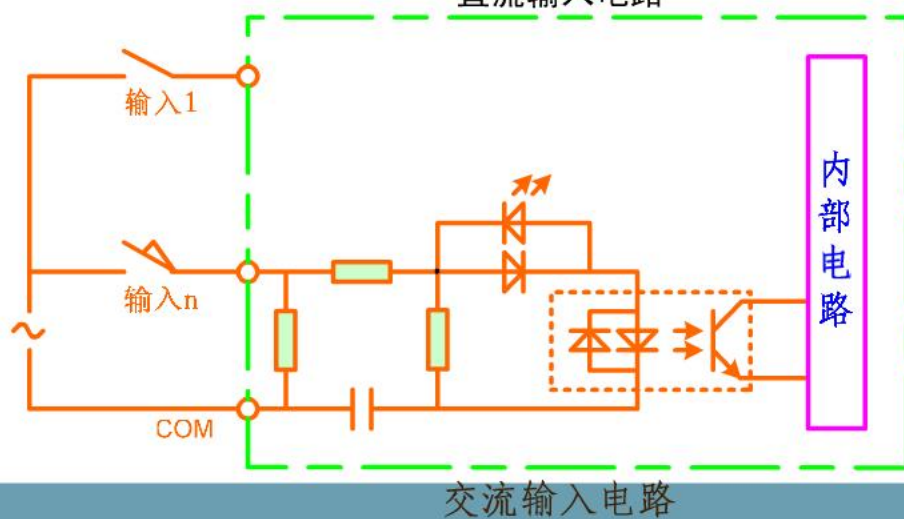
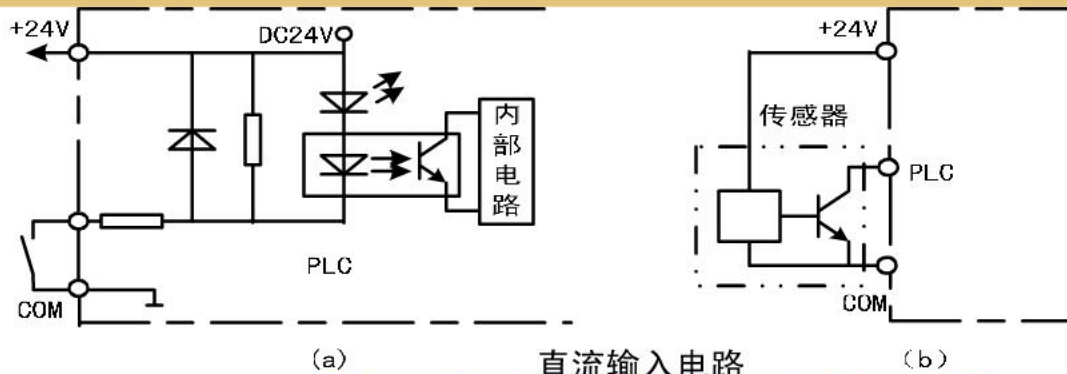


❖ 开关量输入接口

把现场的开关量信号变成可编程控制器内部处理的标准信号。



直流输入电路图



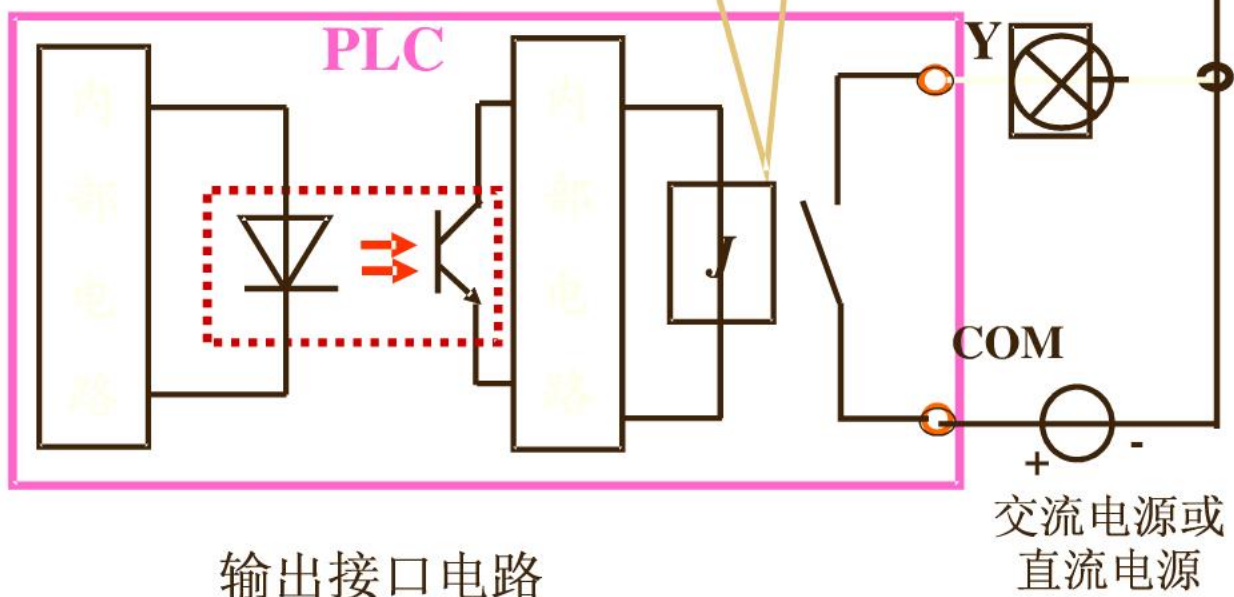
❖ 开关量输出接口

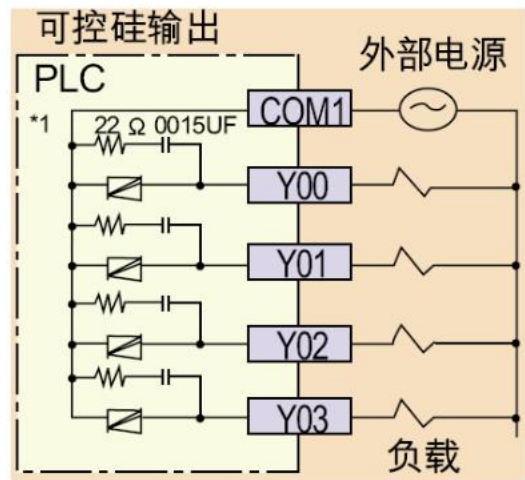
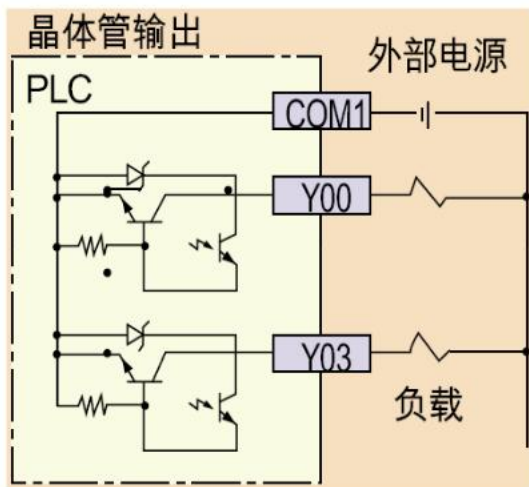
把PLC内部的标准信号转换成现场执行机构所需要的开关量信号。

- 继电器输出：低速大功率
直流、交流负载
- 晶体管集电极输出：高速小功率
直流负载
- 双向可控硅输出：高速大功率
交流负载

以继电器形式为例

继电器输出



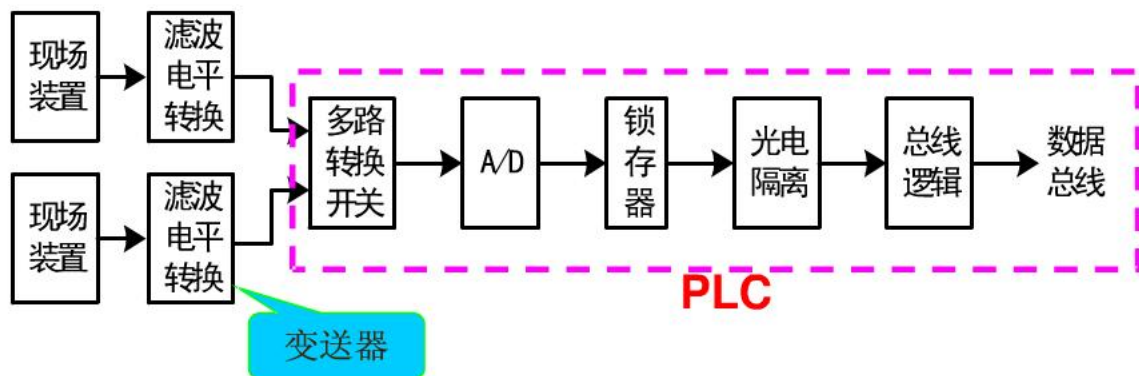


- 继电器的通断时间为10- 15ms
- 可在不同的共同端上接不同的控制电压来控制不同电压等级的设备
- 输出所能连接的设备
接触器（控制电机）、指示灯（显示工作状态）、电磁阀（液压气压控制）、电笛电铃（报警用）等

❖ 模拟量输入接口

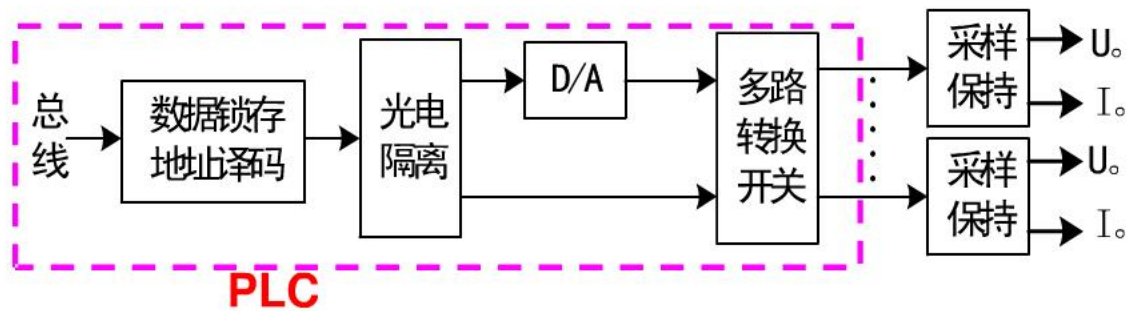
把现场连续变化的模拟量标准电压或电流信号转换成适合可编程控制器内部处理的二进制数字信号。

标准信号：4 ~ 20mA，1 ~ 10V



❖ 模拟量输出接口

将可编程控制器运算处理后的若干位数字量信号转换为相应的模拟量信号输出。



❖ 智能输入输出接口

为了适应较复杂的控制需要，PLC还有一些智能控制单元。如PID工作单元、高速计数器工作单元、温度控制单元等。这类单元大多是**独立的工作单元**。它们和普通输入输出接口的区别在于它们一般带有**单独的CPU**，有专门的处理能力。

④ 电源

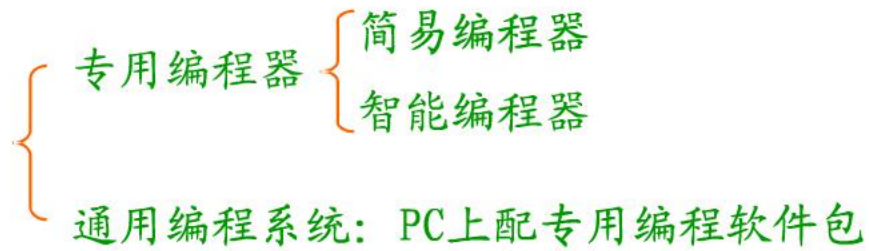
可编程控制器的电源包括为可编程控制器各工作单元供电的开关电源以及为掉电保护电路供电的后备电源，后备电源一般为电池。

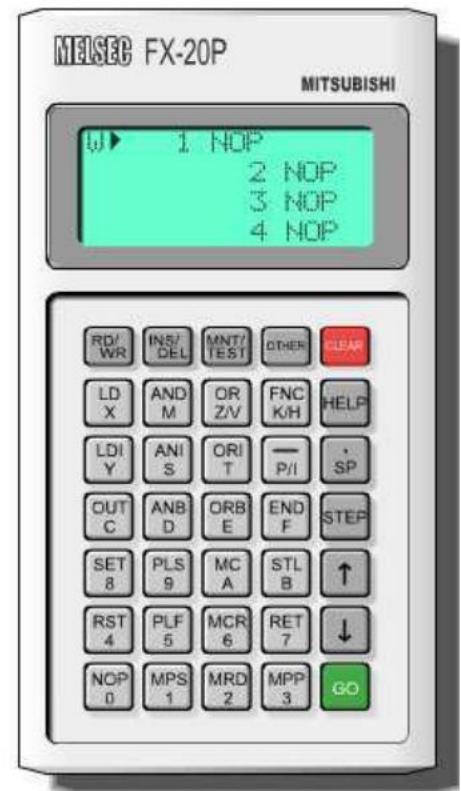
把交流电转换成直流电源的装置，向PLC提供所需要的直流电源。

⑤ 外部设备

❖ 编程器

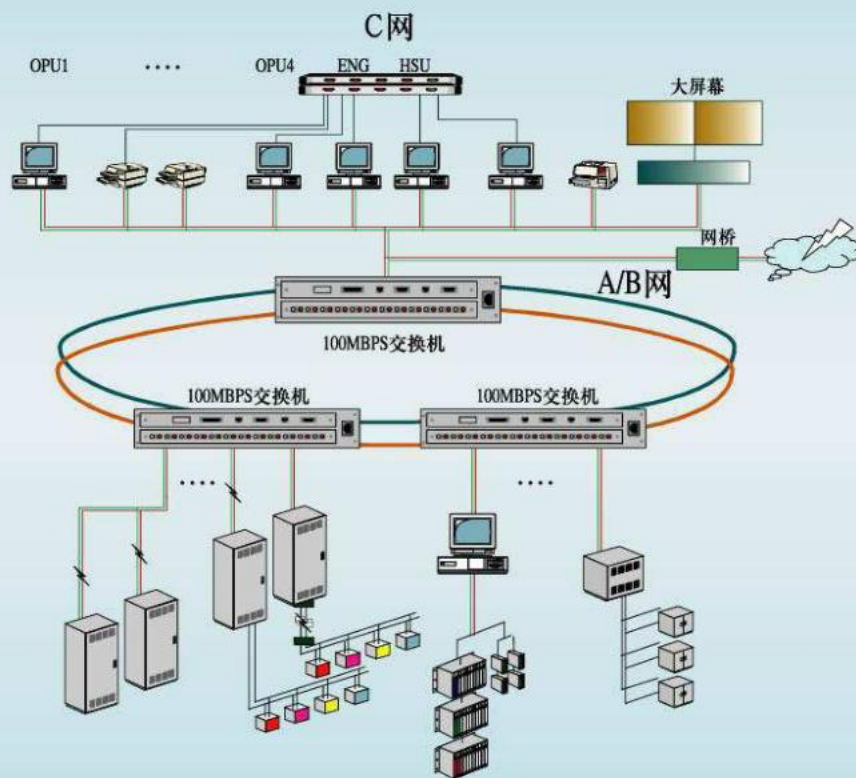
用于对用户程序进行输入、检查、调试和修改，并用来监视PLC的工作状态。





❖ 其他外部设备

- 与**打印机**连接，可将过程信息、系统参数等输出打印。
- 与**监视器**连接，可将控制过程图像显示出来。
- 与**PLC**连接，组成多机系统或连成网络，实现更大规模控制。
- 与**计算机**连接，组成多级分布式控制系统，控制与管理相结合。
- 与**人机界面**（触摸屏）连接。
- 与**智能接口模块**连接。智能接口模块是一独立的计算机系统，它有自己的CPU、系统程序、存储器以及与PLC系统总线相连的接口，PLC的智能接口模块种类很多，如：高速计数模块、闭环控制模块、运动控制模块、中断控制模块等。



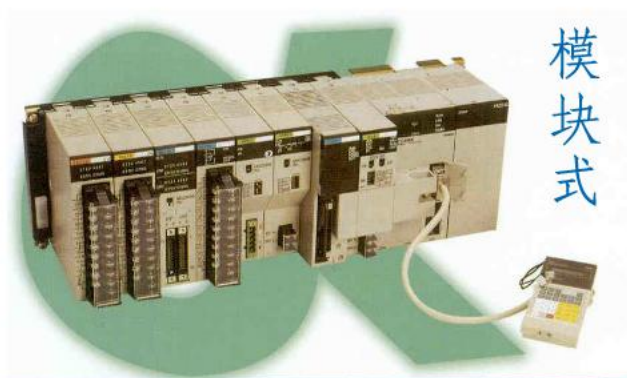
5.3 可编程控制器的结构及软件

一、可编程控制器物理结构

- 整体式
- 模块式
- 叠装式



整体式



模块式



叠装式

❖ 整体式（单元式）

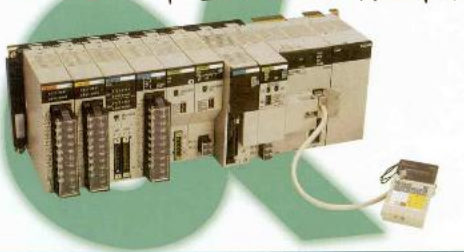
- 把CPU、RAM、ROM、I / O接口及与编程器或EPROM写入器相连的接口、输入输出端子、电源、指示灯等都装配在一起的整体装置。称为**基本单元**。
- 有时PLC基本单元的输入和输出端不能满足需要，希望一种能扩展一些I/O接口而不含CPU和电源的装置，这种装置叫做**扩展单元**。
- 基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。
- 小型PLC一般采用这种整体式结构。



❖ 模块式结构

将PLC各组成部分分别作成若干个单独的模块，如CPU模块、I/O模块、电源模块（有的含在CPU模块中）以及各种功能模块。

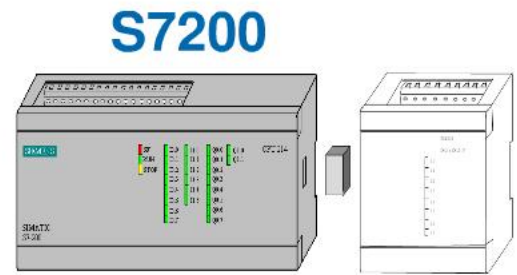
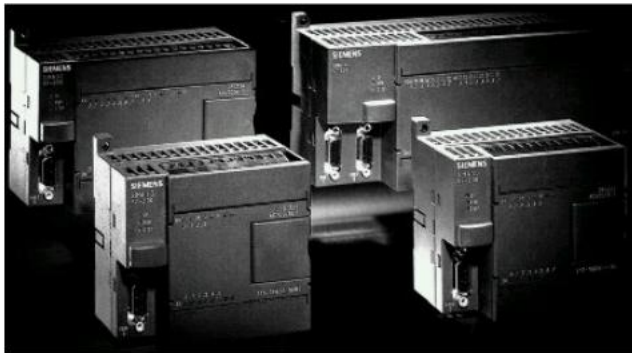
- 模块式由框架或基板和各种模块组成。模块装在框架或基板的插座上。这种模块式PLC的特点是配置灵活，可根据需要选配不同模块组成一个系统，而且装配方便，便于扩展和维修。
- 大、中型PLC一般采用模块式结构。



❖ 叠装式结构

将整体式和模块式的特点结合起来。

叠装式PLC其CPU、电源、I/O接口等也是各自独立的模块，但它们之间是靠电缆进行联接，并且各模块可以一层层地叠装。



二、可编程控制器分类 （按I/O点数分类）

- 1) **小型PLC** I/O点数为256点以下的为小型PLC
（其中I/O点数小于64点的为超小型或微型PLC）
- 2) **中型PLC** I/O点数为256点以上、2048点以下的为中型PLC
- 3) **大型PLC** I/O点数为2048以上的为大型PLC
（其中I/O点数超过8192点的为超大型PLC）

这个分类界限不是固定不变的，它随PLC的发展而变化。

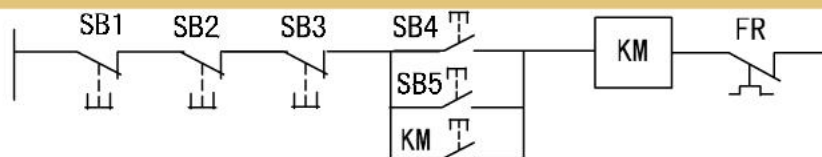
三、可编程控制器软件

系统软件

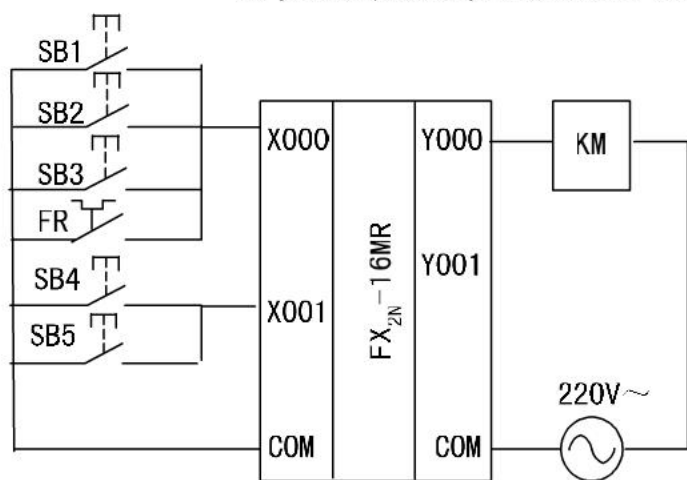
系统软件包含系统的管理程序，用户指令的解释程序，另外还包括一些供系统调用的专用标准程序块等。系统软件在用户使用PLC之前就已装入机内，并永久保存。

应用软件

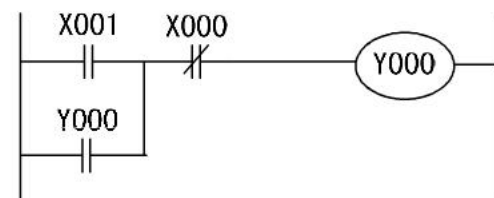
应用软件也叫用户软件。是用户为达到某种控制目的，采用PLC厂家提供的编程语言自主编制的程序。



(a) 多地点控制异步电机启动、停止的继电接触控制线路



(b) PLC实现多地点控制异步电机启/停的接线图



(c) 实现多地点控制异步电机启/停的梯形图

```

LD    X001
OR    Y000
ANI   X000
OUT   Y000

```

(d) 实现多地点控制异步电机启/停的程序

实现多地址控制异步电动机启/停的PLC控制方案及程序

四、应用软件编程语言的表达方式

■ PLC的编程语言（IEC61131-3中的5种PLC基本语言）

- 梯形图（**LD**）：以图形方式表达触点和线圈以及特殊指令块的梯级。
- 指令表（**IL**）：类似汇编程序的基于文本的语言与其相对应的是**LD**。
- 顺序功能图（**SFC**）：不仅仅是一种语言，更是一种组织控制程序的图形化方式。
- 结构文本（**ST**）：类似**Pascal**的基于文本的语言
- 功能块图（**FBD**）：一种对应于线路图的图形语言。**FBD**广泛地用于过程工业。

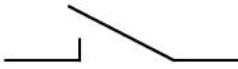
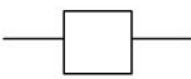
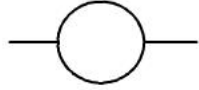
1、梯形图 (Ladder diagram)

梯形图语言是一种以图形符号及其在图中的相互关系表示控制关系的编程语言，是从继电器电路图演变过来的。

可编程控制器中参与逻辑组合的元件可看成和继电器一样的器件，具有常开、常闭触点及线圈；且线圈的得电及失电将导致触点的相应动作。再用母线代替电源线；用能量流概念来代替继电器线路中的电流概念，采用绘制继电器线路图类似的思路绘出梯形图。

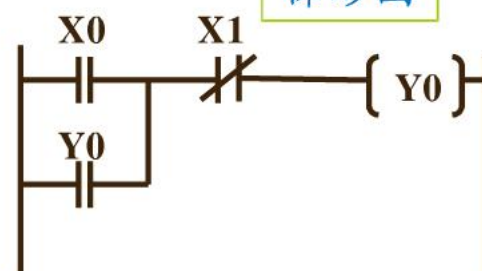
PLC中的继电器等编程元件并不是实际物理元件，而是机内存储器中的存储单元，它的所谓接通不过是相应存储单元置1而已。

符号对照表

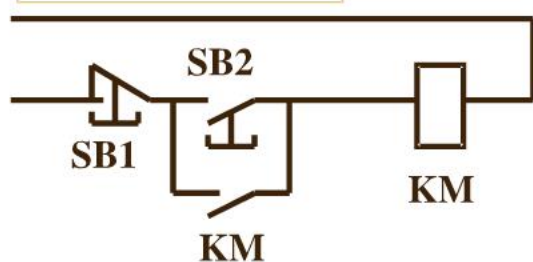
符号名称	继电器电路图符号	梯形图符号
常开触点		
常闭触点		
线图		

- ◆ 梯形图与继电器控制电路相似
- ◆ 直观、易懂

梯形图

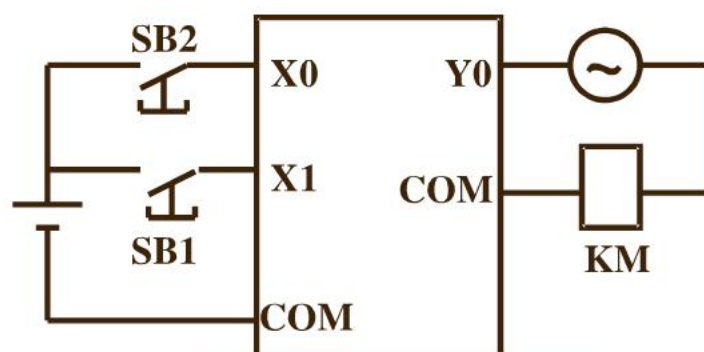


控制电路图



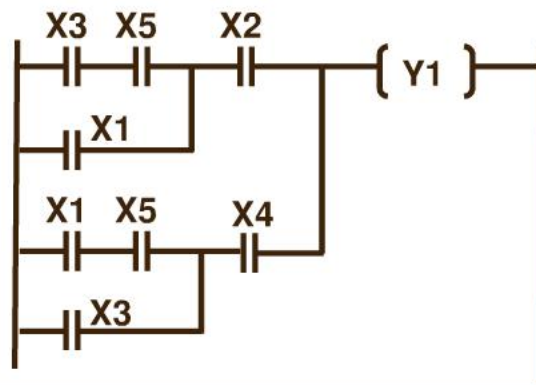
I/O分配:

X0: 启动 X1: 停车 Y0: KM



PLC外部接线图

- 某些编程元件沿用继电器名称
- 逻辑求解顺序：从上到下，从左到右
- 梯形图两侧的垂直公共线为公共母线（Bus bar）
- 最左边的竖线称为起始母线也叫左母线，然后按一定的控制要求和规则连接各个触点，最后以继电器线圈结束，称为一逻辑行或一梯级。
- 编程元件的常开触点和常闭触点可以无限次使用



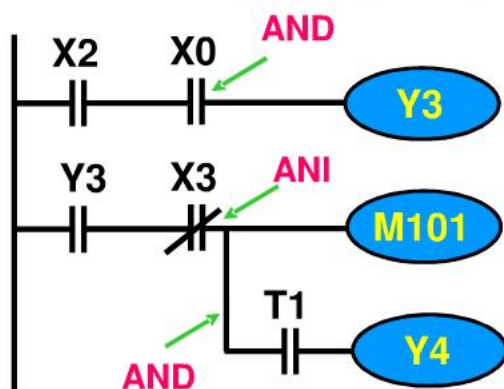
➤梯形图按从左到右、从上到下的顺序书写。最左边的竖线称为起始母线也叫**左母线**，然后**按一定的控制要求和规则连接各个触点**，**最后以继电器线圈结束**，称为一逻辑行或一梯级。当PLC处于运行状态时，PLC对梯形图是按扫描方式顺序执行程序。

➤梯形图中的某些编程元件沿用了继电器这一名称，如输入继电器、输出继电器、内部辅助继电器等，但他们不是物理继电器（即硬件继电器），而是软件中使用的编程元件，每个继电器和PLC存储器中元件映象寄存器的一个存储单元相对应，因此称为“**软继电器**”。相应位的状态为“1”，表示该继电器线圈通电，其常开触点闭合，常闭触点断开；相应位的状态为“0”，表示该继电器线圈失电，其常开触点断开，常闭触点闭合。

2、指令表 (Instruction list)

指令表也叫做**语句表**。一条指令一般由助记符和操作数二部分组成，有的指令只有助记符没有操作数，称为无操作数指令。

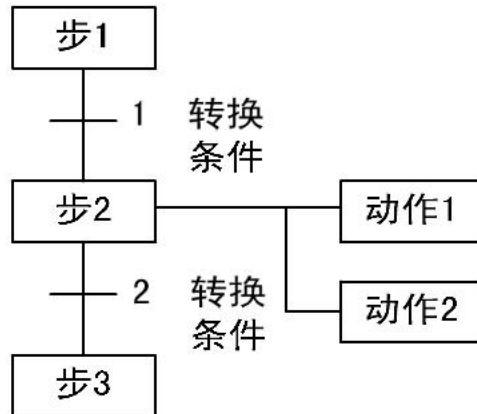
指令表程序和梯形图程序有严格的对应关系。



步序	指令	地址
0	LD	X2
1	AND	X0
2	OUT	Y3
3	LD	Y3
4	ANI	X3
5	OUT	M101
6	AND	T1
7	OUT	Y4

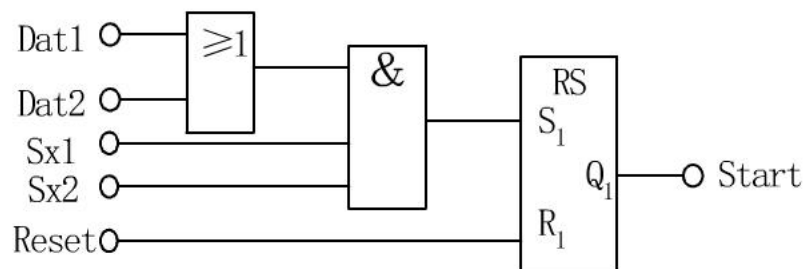
3、顺序功能图（Sequential function chart）

顺序功能图常用来编制顺序控制类程序。它包含步、动作、转换三个要素。顺序功能编程法可将一个复杂的控制过程分解为一些小的工作状态，对这些小的工作状态的功能分别处理后再依一定的顺序控制要求连接组合成整体的控制程序。



4、功能块图 (Function block diagram)

功能块图是一种类似于数字逻辑电路的编程语言，熟悉数字电路的人比较容易掌握。该编程语言用类似与门、或门的方框来表示逻辑运算关系，方框的左侧为逻辑运算的输入变量，右侧为输出变量，信号自左向右流动。就像电路图一样，它们被“导线”连接在一起。



助记符	参 数	注 释
LD	Dat1	(•Dat1 OR•)
OR	Dat2	(•Dat2 •)
AND	Sx1	(•AND Sx1•)
AND	Sx2	(•AND input3•)
ST	StartRS. S1	(•Set input3 of StartRS •)
LD	Reset	(•Load value of Reset•)
ST	StartRS. R1	(•Store in reset input •)
CAL	StartRS	(•Call function blockStartRS •)
LD	StartRS. Q1	(•Load output Q1•)
ST	Start	(•and store in Start •)

图5-14 功能块图与指令表

5、结构文体 (Structured text)

为了增强PLC的数学运算、数据处理、图表显示、报表打印等功能，许多大中型PLC都配备了PASCAL、BASIC、C语言等高级编程语言。这种编程方式叫作**结构文本**。与梯形图相比，结构文本有两个很大的优点，其一是能实现复杂的数学运算，其二是非常简洁和紧凑，用结构文本编制极其复杂的数学运算程序可能只占一页纸。

用指令表表示为：

**LD START
OR LAMP
ANI STOP
OUT LAMP**

用**ST**（结构化文本）表示就是：

LAMP:=(START OR LAMP) AND NOT(LAMP);

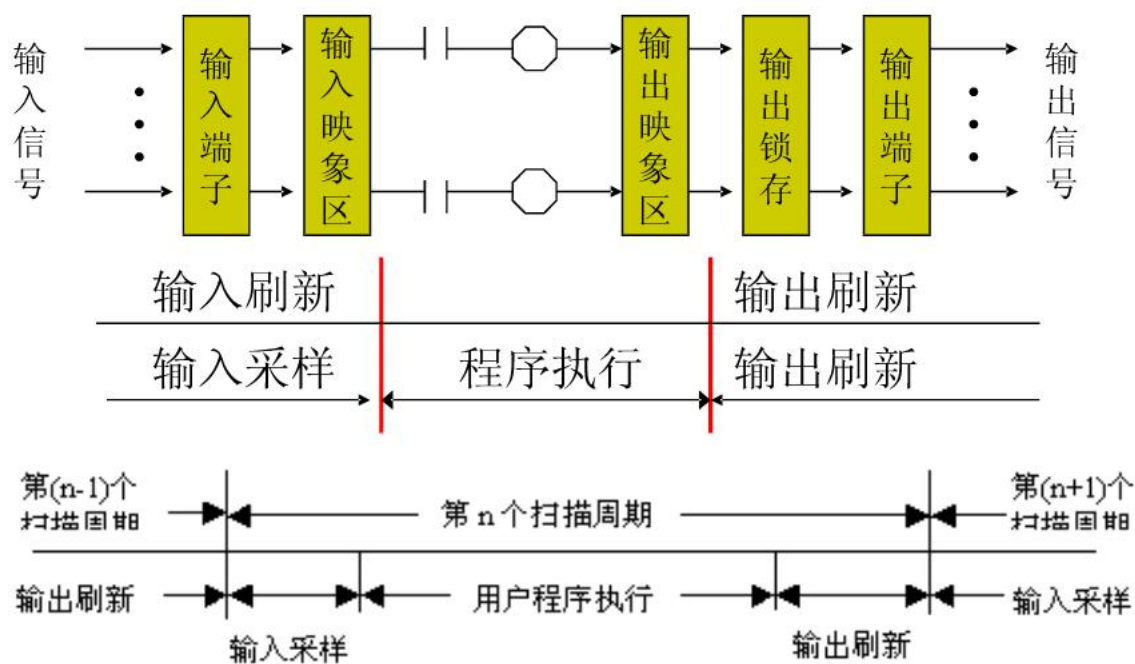
5.4 可编程控制器的工作原理

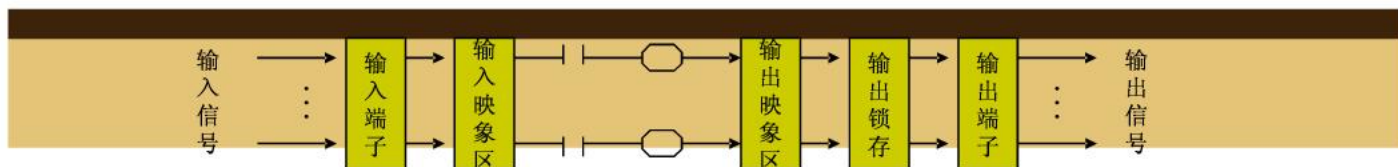
- ★ 当PLC运行时，需要进行众多的操作
 - ★ 而 PLC的CPU不可能同时去执行多个操作，每一刻只能执行一个操作。
-
- ➡ 解决的办法：采用分时操作原理
 - ➡ 由于**CPU**的运算处理速度很快，所以从宏观上来看，**PLC**外部出现的结果似乎是同时完成的。

这种分时操作的方法称为**扫描工作方式**

一、分时处理及扫描工作方式

“顺序扫描、不断循环”





❖ 输入采样阶段

在输入采样阶段，PLC以**扫描方式**依次地读入所有输入状态和数据，并将它们存入I/O映象区中的相应的单元内。

输入采样结束后，转入用户程序执行和输出刷新阶段。在这两个阶段中，即使输入状态和数据发生变化，I/O映象区中的相应单元的状态和数据也不会改变。

❖ 程序执行阶段

在用户程序执行阶段，PLC总是按由上而下的顺序依次地**扫描用户程序(梯形图)**。在扫描每一条梯形图时，又总是先扫描梯形图左边的由各触点构成的控制线路，并按**先左后右、先上后下**的顺序对由触点构成的控制线路进行逻辑运算，然后根据逻辑运算的结果，**刷新该逻辑线圈在系统RAM存储区中对应位的状态；或者刷新该输出线圈在I/O映象区中对应位的状态；或者确定是否要执行该梯形图所规定的特殊功能指令。**

即，在用户程序执行过程中，只有输入点在I/O映象区内的状态和数据不会发生变化，而其他输出点和软设备在I/O映象区或系统RAM存储区内的状态和数据都有可能发生变化，而且排在上面的梯形图，其程序执行结果会对排在下面的凡是用到这些线圈或数据的梯形图起作用；相反，排在下面的梯形图，其被刷新的逻辑线圈的状态或数据只能到下一个扫描周期才能对排在其上面的程序起作用。

❖ 输出刷新阶段

当扫描用户程序结束后，PLC就进入输出刷新阶段。在此期间，CPU按照I/O映象区内对应的状态和数据刷新所有的输出锁存电路，再经输出电路驱动相应的外设。这时，才是PLC的真正输出。

I/O定时成批采集、成批传送

二、两种工作状态及扫描工作过程

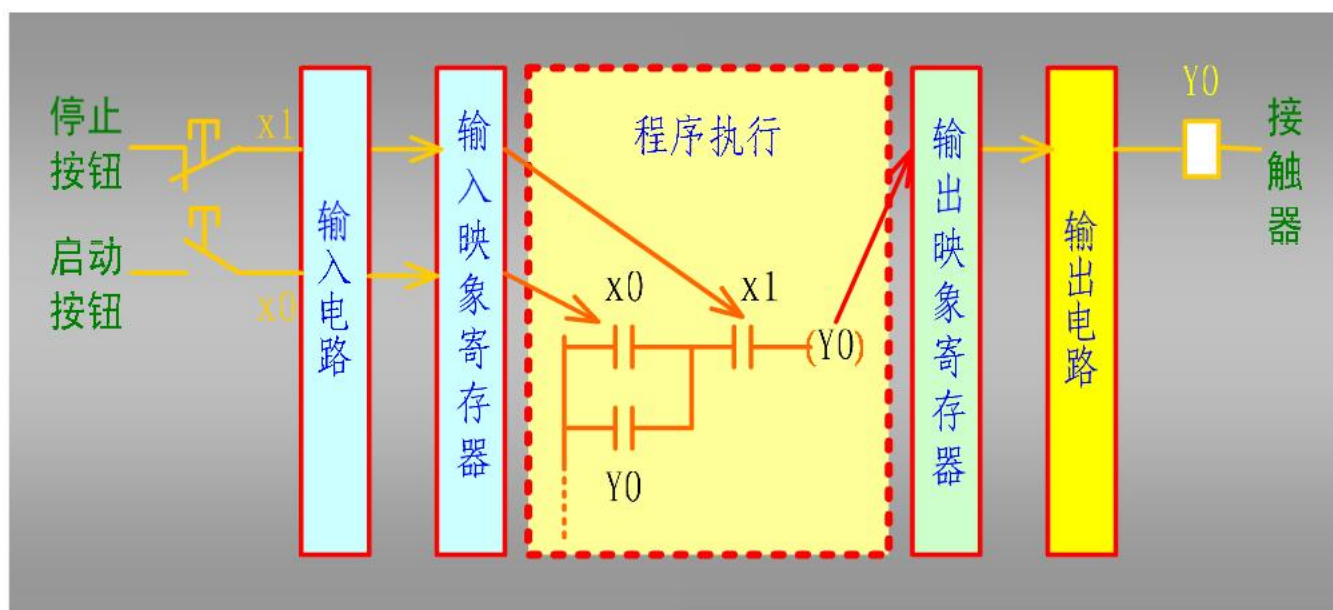
两种工作状态

运行 (RUN) / 停止 (STOP)

- ① 内部处理：内部诊断、监控定时器复位；
- ② 通信服务：与其它装置通信、响应编程器命令（输入、显示）。
- ③ 输入处理：外部端口状态读入输入映像寄存器。
- ④ 程序执行：完成用户程序的逻辑运算。
- ⑤ 输出处理：将输出映像寄存器状态送到输出端口（锁存器）

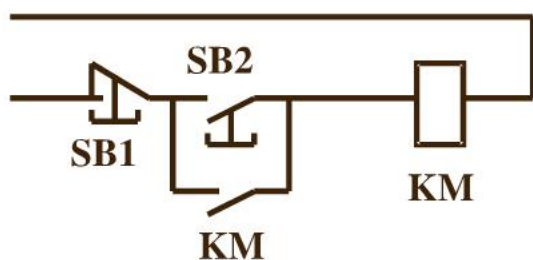


PLC扫描程序执行过程



直接启动停车控制

程序:



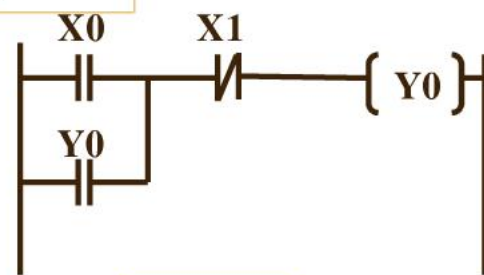
控制电路图

I/O分配:

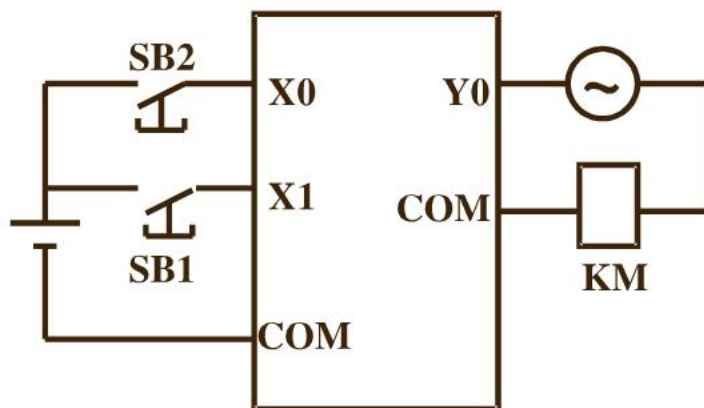
X0: 启动

X1: 停车

Y0: KM



梯形图



PLC外部接线图

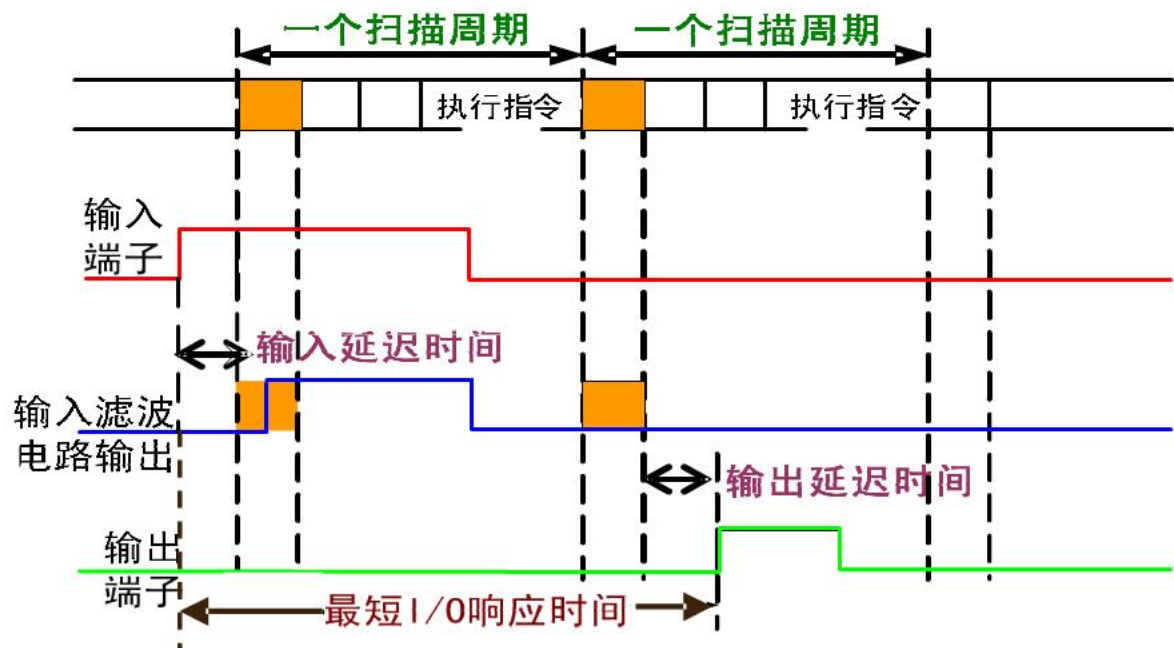
三、输入输出滞后时间

❖ 输入输出滞后时间又称为系统响应时间，是指PLC外部输入信号发生变化的时刻起至它控制的有关外部输出信号发生变化的时刻止之间的时间间隔。

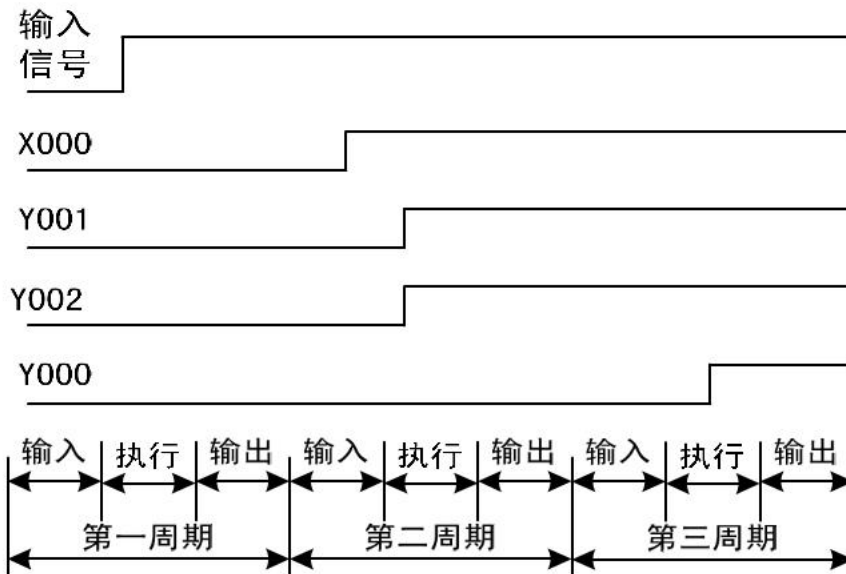
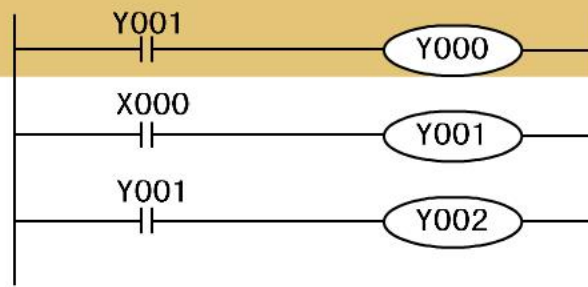
- 输入电路滤波时间
- 输出电路滞后时间
- 扫描工作时间（延迟可达2个多扫描周期）

PLC总的响应延迟时间一般只有数十毫秒

输入输出延迟时间——最短响应时间



$$\text{最短响应时间} = \text{输入延迟时间} + \text{一个扫描周期} + \text{输出延迟时间}$$



PLC的输入/输出延迟

5.5 PLC系统与继电器接触器系统的差别

PLC与继电器接触控制系统的比较

继电器接触控制系统	PLC控制系统
硬件控制	软件控制
体积大	体积小
机械式触点，动作慢	软接点，动作快
功能改变比较麻烦	功能改变极其容易
设计、施工、调试周期长	设计、施工、调试周期短
	自检和监控功能强
	适用范围广泛
	可靠性高

PLC与微型计算机的比较

PLC控制系统	微型计算机系统
输入输出接口多	
编程简单	编程复杂
可靠性高	
技术较容易掌握	
体积小，调试周期短	
响应速度较慢	

小 结

- ❖ PLC基本概念、特点及应用
- ❖ PLC的内部组成及各部分功能
- ❖ PLC的外部结构及使用软件
- ❖ PLC的工作原理

Thank You !

