

## 学习情境一 传送带控制系统的编程与实现

可编程控制器（简称 PLC）制造厂家较多，目前市场上品种、规格繁多，各厂家均独具特色，但一般来说，PLC 控制系统都包括两部分：硬件系统和软件系统。PLC 硬件系统的基本组成主要是微处理器（CPU）、存储器、I/O（输入/输出）单元、电源单元和编程器五大部分。软件系统主要是编制的各种程序。PLC 均采用“循环扫描，周而复始”的工作方式，其工作过程实质上就是 CPU 执行程序的过程，下面从认识 PLC 开始进入 PLC 控制系统的学习。

### 项目一 三相异步电动机起保停控制系统的编程与调试

#### 1.1 项目训练目标

##### 1. 能力目标

- (1) 能正确认识 PLC。
- (2) 能利用接线图正确接线。
- (3) 能使用 GX Developer 编程软件编写基本指令程序。
- (4) 能传输程序至 PLC。

##### 2. 知识目标

- (1) 掌握可编程控制器（PLC）的基本组成。
- (2) 掌握 PLC 各组成部分的功能。
- (3) 掌握软件的使用及程序的输入方法。
- (4) 熟悉传统的继电器接触器控制系统。

#### 1.2 项目训练任务

三相异步电动机直接起动的继电器接触器控制原理图如图 1-1 所示，现要改用 PLC 来控制三相异步电动机的起动和停止，如图 1-2 所示。具体设计要求为：按下起动按钮 SB1，电动机起动并连续运行；按下停止按钮 SB2 或热继电器 FR 动作时，电动机停止运行。

如何用 PLC 实现本任务？PLC 是什么？其结构如何？下面的相关知识可以帮助我们解决这些问题。

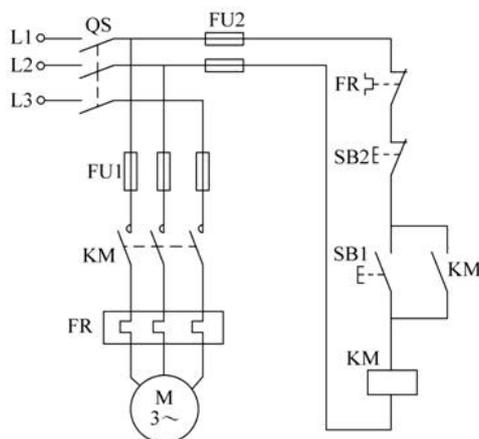


图 1-1 三相异步电动机直接起动继电器接触器控制原理图

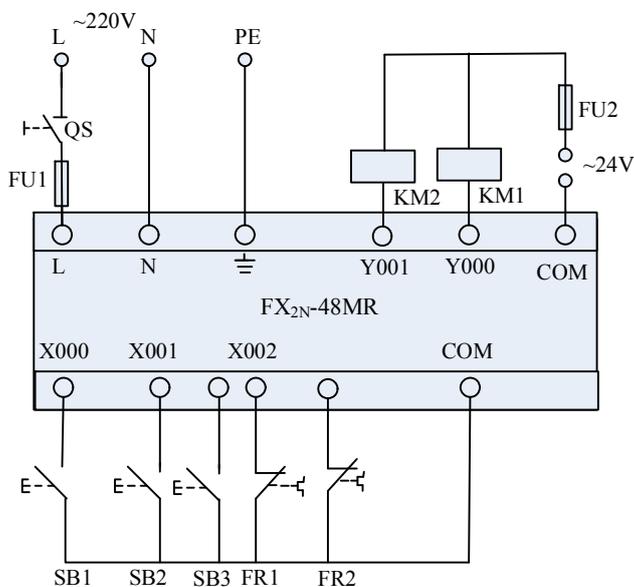


图 1-2 PLC 控制电路图

## 1.3 相关知识点

### 1.3.1 PLC 概述

#### 1. PLC 的定义

PLC 是可编程控制器（Programmable Controller）的简称。实际上可编程控制器的英文缩写为 PC，为了与个人计算机（Personal Computer）的英文缩写相区别，人们就将最初用于逻辑控制的可编程控制器（Programmable Logic Controller）叫做 PLC。

PLC 的历史只有 30 多年，但其发展极为迅速。为了确定它的性质，国际电工委员会

(International Electrotechnical Commission) 于 1982 年颁布了 PLC 标准草案第一稿, 1987 年 2 月颁布了第三稿, 对 PLC 作了如下定义: PLC 是一种数字运算操作的电子系统, 专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程存储器, 用来存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作指令, 并通过数字式或模拟式的输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其相关设备都应按易于与工业控制系统形成一个整体、易于扩展其功能的原则设计。

## 2. PLC 控制系统与继电器接触器控制系统的比较

### (1) 组成器件不同。

继电器接触器控制系统由输入设备、控制线路和输出设备三大部分组成, 如图 1-3 所示。显然这是一种由许多“硬”的元器件连接起来组成的控制系统, PLC 及其控制系统是从继电器接触控制系统和计算机控制系统发展而来的, PLC 的输入/输出部分与继电器接触控制系统大致相同, PLC 控制部分用微处理器和存储器取代了继电器控制线路, 其控制作用是通过用户软件来实现的。PLC 的基本结构如图 1-4 所示, 基本组成部分包括微处理器 (CPU)、存储器、I/O 单元、电源单元和编程器等。传统的继电器接触器控制系统由于用了大量的机械触点, 因物理性能疲劳、尘埃的隔离性及电弧的影响, 使系统可靠性大大降低。而 PLC 控制系统采用无机机械触点的微电子技术, 复杂的控制由 PLC 控制系统内部的运算器完成, 故寿命长、可靠性高。

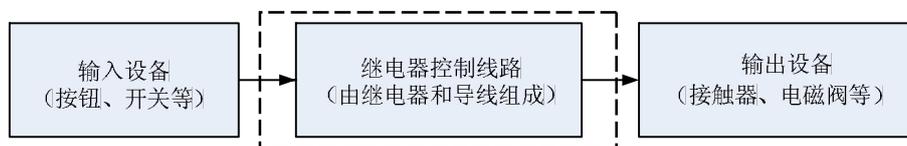


图 1-3 继电器接触控制系统

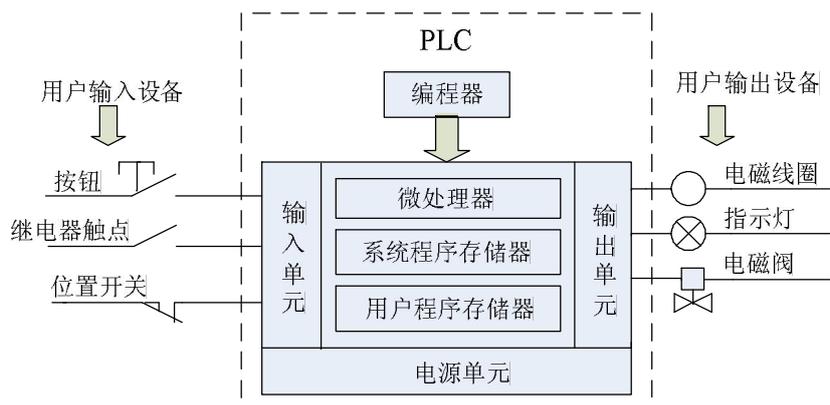


图 1-4 PLC 的基本结构

### (2) 触点数量不同。

继电器接触器的触点数较少, 一般只有 4~8 对; 而“软继电器”可供编程的触点数有无限对。

### (3) 控制方法不同。

继电器接触器控制系统是通过元件之间的硬接线来实现的, 其控制功能是固定的。PLC 控制功能是通过软件编程来实现的, 只要改变程序, 功能即可改变。

## (4) 工作方式不同。

在继电器接触器控制电路中,当电源接通时,电路中各继电器都处于受制约状态。在 PLC 控制系统中,各“软继电器”都处于周期性循环扫描接通中,每个“软继电器”受制约接通的时间是短暂的。

## 3. PLC 产品

随着 PLC 市场的不断扩大,PLC 生产已经发展成为一个庞大的产业,其主要厂商集中在一些欧美国家及日本。美国与欧洲一些国家的 PLC 是在相互隔离的情况下独立研究开发的,产品有比较大的差异;日本的 PLC 则是从美国引进的,对美国的 PLC 产品有一定的继承性。另外,日本的主推产品定位在小型 PLC 上,而欧美则以大中型 PLC 为主。图 1-5 至图 1-14 所示为一些主流 PLC 产品的外形图。

图 1-5 三菱 FX<sub>1S</sub>/FX<sub>1N</sub> 系列 PLC图 1-6 三菱 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC

图 1-7 西门子 S7-200 系列 PLC



图 1-8 西门子新一代 S7-400 系列 PLC



图 1-9 欧姆龙 C200H 系列 PLC



图 1-10 欧姆龙 CP1H 系列 PLC

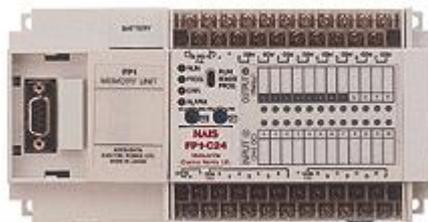


图 1-11 松下 FP1 系列 PLC



图 1-12 松下 FPΣ 系列 PLC



图 1-13 富士 PLC



图 1-14 施耐德 PLC

我国有许多厂家及科研院所从事 PLC 的研制及开发工作，台湾地区产品有：永宏、台达、盟立、FAMA（现属于盟立）、安控、士林、丰炜、智国、台安；大陆有德维深、和利时、浙大中控、浙大中控、艾默生、兰州全志、科威、科赛恩、南京冠德、智达、海杰、中山智达、江苏信捷、洛阳易达、凯迪恩（KDN）等，如图 1-15 至图 1-18 所示。

#### 4. PLC 应用领域

PLC 的应用非常广泛，如电梯控制、防盗系统控制、交通分流信号灯控制、楼宇供水自动控制、消防系统自动控制、供电系统自动控制、喷水池自动控制及各种生产流水线的自动控制等。PLC 在工业上的部分应用如图 1-19 至图 1-24 所示。



图 1-15 无锡信捷 PLC



图 1-16 深圳艾默生 PLC



图 1-17 台湾台达 PLC



图 1-18 厦门海为 PLC



图 1-19 PLC 在双表显示中的应用



图 1-20 PLC 在电池清洗设备中的应用



图 1-21 PLC 在水汽集中取样自控系统中的应用

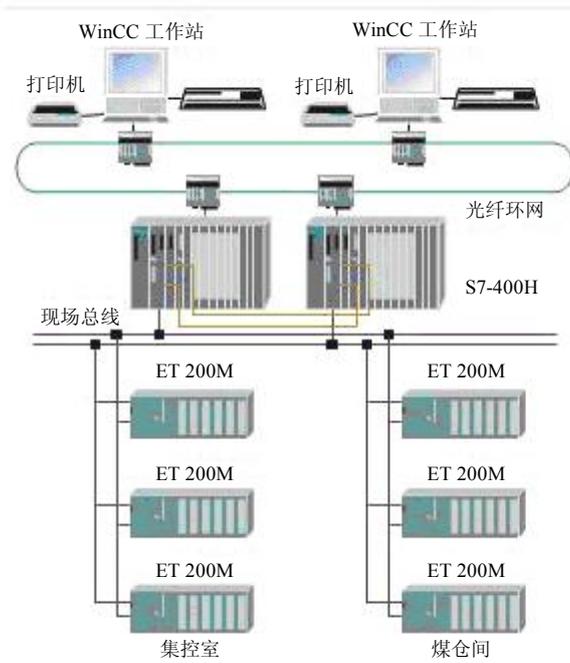


图 1-22 PLC 在电厂输煤程控系统改造中的应用

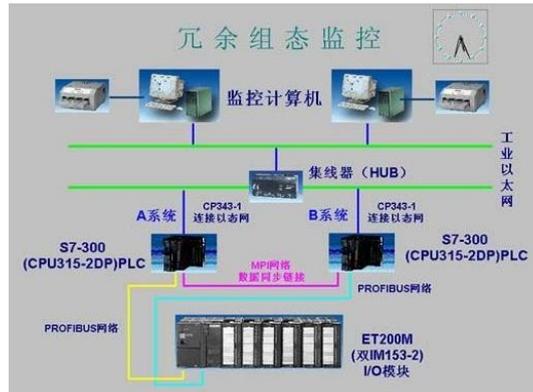


图 1-23 PLC 在冗余监控系统中的应用



图 1-24 PLC 在可编程数控底孔加工机中的应用

其应用情况大致可归纳为如下几类：

#### (1) 开关量逻辑控制。

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域，取代传统的继电器接触器电路，实现逻辑控制、顺序控制。PLC 既可用于单台设备的控制，又可用于多机群控及自动化流水线，如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

#### (2) 模拟量控制。

PLC 利用比例积分微分 (Proportional Integral Derivative, PID) 算法可实现闭环控制功能，例如温度、速度、压力及流量等过程量的控制。

#### (3) 运动控制。

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的定位控制。近年来许多 PLC 制造商在自己的产品中增加了脉冲输出功能，配合原有的高速计数器功能，使 PLC 的定位控制能力大大增强。此外，许多 PLC 品牌具有位置控制模块，如可驱动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块，使 PLC 广泛应用于各种机械、机床、机器人、电梯等设备中。

#### (4) 数据处理。

现代 PLC 具有数学运算、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能，可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据除了可以与储存器中的参考值比较，完成一定的控制操作

外，还可以利用通信功能传送到别的智能装置，或将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统，如无人控制的柔性制造系统或造纸、冶金、食品工业等过程控制系统。

#### (5) 通信及联网。

PLC 通信含 PLC 间的通信及 PLC 与其他智能设备之间的通信。随着计算机控制技术的发展，工厂自动化网络发展得很快，各 PLC 制造商都十分重视 PLC 的通信功能，纷纷推出各自的网络系统。新近生产的 PLC 无论是网络接入能力还是通信技术指标都得到了很大改善，这使 PLC 在远程及大型控制系统中的应用能力大大增强。

### 1.3.2 PLC 的组成与工作原理

#### 1. PLC 的基本结构

可编程控制器主要由 CPU 模块、I/O 模块、存储器、编程器和电源等组成，如图 1-25 所示。

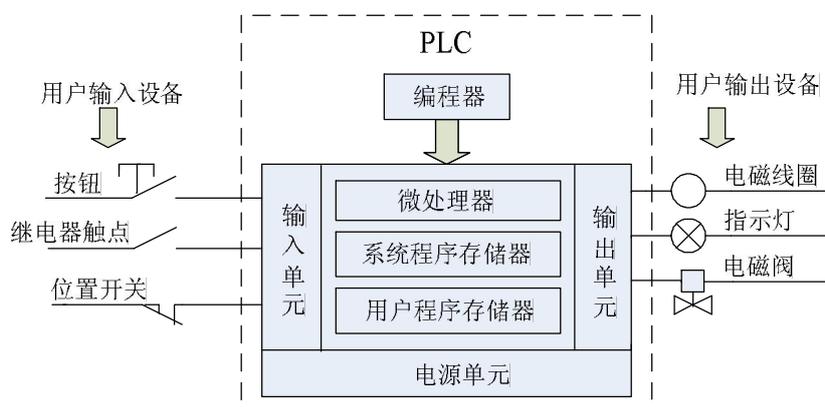


图 1-25 PLC 的组成框图

#### (1) CPU 模块。

CPU 模块又叫中央处理单元或控制器，主要由微处理器（CPU）和存储器组成，用以运行用户程序、监控输入/输出接口状态、作出逻辑判断和进行数据处理，即读取输入变量，完成用户指令规定的各种操作，将结果送到输出端，并响应外部设备（如编程器、计算机、打印机等）的请求以及进行各种内部判断等。PLC 的内部存储器有两类：一类是用户不能更改的系统程序存储器，主要存放系统管理和监控程序及对用户程序作编译处理的程序；另一类是用户可以更改的程序及工作数据存储器，主要存放用户编制的应用程序及各种暂存数据和中间结果。

#### (2) 存储器

可编程控制器的存储器可以分为系统程序存储器、用户程序存储器和工作数据存储器三种。

##### 1) 系统程序存储器。

系统程序存储器用来存放由可编程控制器生产厂家编写的系统程序，并固化在 ROM 内，用户不能直接更改。系统程序质量的好坏很大程度上决定了 PLC 的性能，其内容主要包括三部分：第一部分为系统管理程序，它主要控制可编程控制器的运行，使整个可编程控制器按部

就班地工作；第二部分为用户指令解释程序，通过用户指令解释程序将可编程控制器的编程语言变为机器语言指令，再由 CPU 执行这些指令；第三部分为标准程序模块与系统调用程序，它包括许多不同功能的子程序及其调用管理程序，如完成输入、输出及特殊运算等的子程序，可编程控制器的具体工作都是由这部分程序来完成的，这部分程序的多少决定了可编程控制器性能的强弱。

### 2) 用户程序存储器。

根据控制要求而编制的应用程序称为用户程序。用户程序存储器用来存放用户针对具体控制任务，用规定的可编程控制器编程语言编写的各种用户程序。目前较先进的可编程控制器采用可随时读写的快闪存储器作为用户程序存储器。快闪存储器不需要后备电池，掉电时数据也不会丢失。

### 3) 工作数据存储器。

工作数据存储器用来存储工作数据，即用户程序中使用的 ON/OFF 状态、数值数据等。

在工作数据区中开辟有元件映像寄存器和数据表。其中元件映像寄存器用来存储开关量、输出状态，以及定时器、计数器、辅助继电器等内部器件的 ON/OFF 状态。数据表用来存放各种数据，它存储用户程序执行时的某些可变参数值及 A/D 转换得到的数字量和数学运算的结果等。

### (3) I/O 模块。

输入/输出（简称 I/O）接口模块是系统的眼、耳、手、脚，就是将 PLC 与现场各种输入/输出（I/O）设备连接起来的部件。图 1-26 所示为三菱 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 外部 I/O 端口示意图。输入模块用来接收和采集输入信号。输出能将微处理器送出的弱电信号放大成强电信号，以驱动各种负载。因此，PLC 采用了专门设计的输入/输出端口电路。在 PLC 系统中，外部设备信号均是通过输入/输出端口与 PLC 进行数据传送的。所以，无论是硬件电路设计还是软件电路设计，都要清楚地了解 PLC 的端口结构及使用注意事项，这样才能保证系统的正确运行。

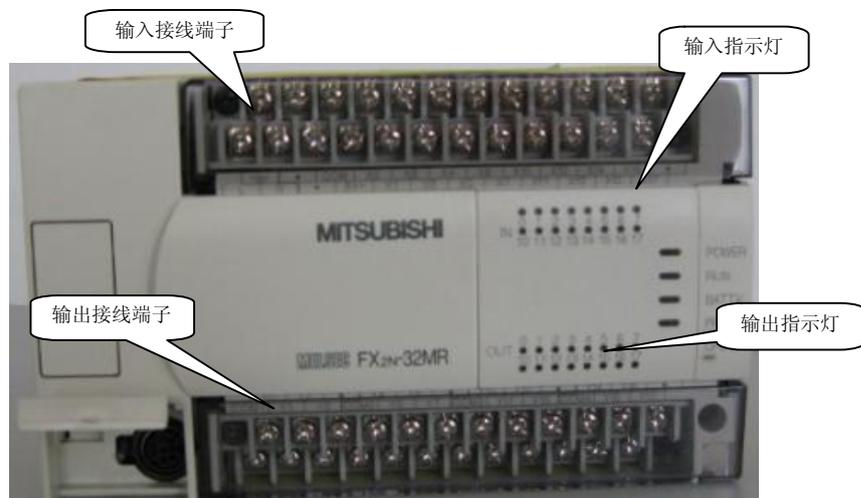


图 1-26 三菱 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 外部 I/O 端口

## 1) 输入接口电路。

输入接口电路是 PLC 与控制现场的接口界面的输入通道。输入信号可以用来接收和采集两种类型的输入信号：一种是由按钮开关、选择开关、行程开关等提供的开关量输入信号；另一种是由传感器、电位器、热电偶等提供的连续变化的模拟信号，如图 1-27 所示。

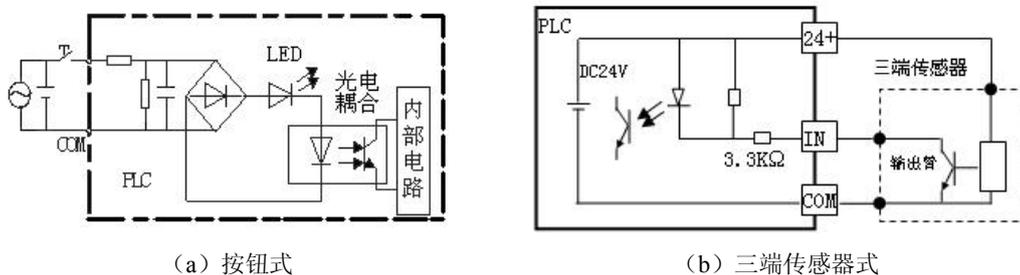


图 1-27 输入接口结构原理图

输入接口常见有 3 种接口形式，如图 1-28 所示。

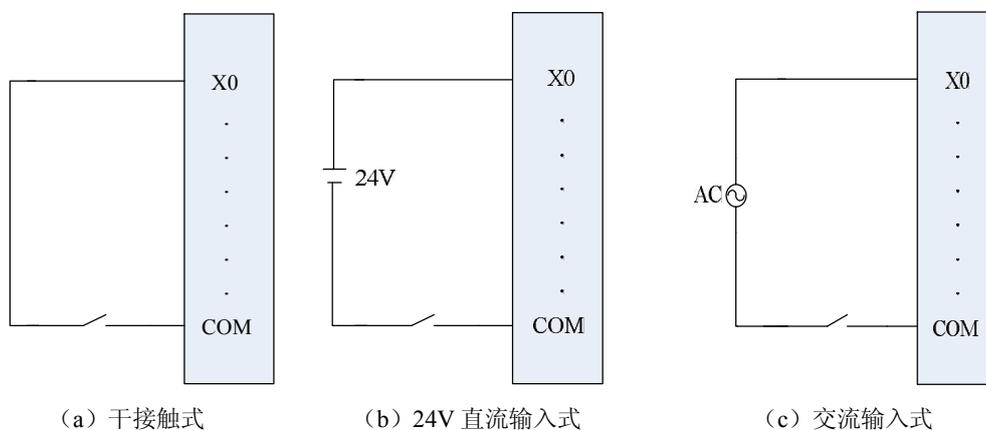


图 1-28 输入接口形式

**注意：**采用光电耦合电路与现场输入信号相连接的目的是防止现场的强电干扰进入可编程控制器。

## 2) 输出接口电路。

输出接口用来连接被控对象中的各种执行元件，如接触器、电磁阀、指示灯、调节阀（模拟量）、调速装置（模拟量）等。

输出接口有多种输出方式，如图 1-29 所示。

- 继电器输出：接触电阻小，抗冲击能力强，但响应速度慢，一般为毫秒级，可驱动交/直流负载，常用于低速大功率负载。
- 晶体管输出：响应速度快，一般为纳秒级，无机械触点，可频繁操作，寿命长，可以驱动直流负载。
- 晶闸管输出：响应速度比较快，一般为微秒级，无机械触点，可频繁操作，寿命长，可以驱动交/直流负载。

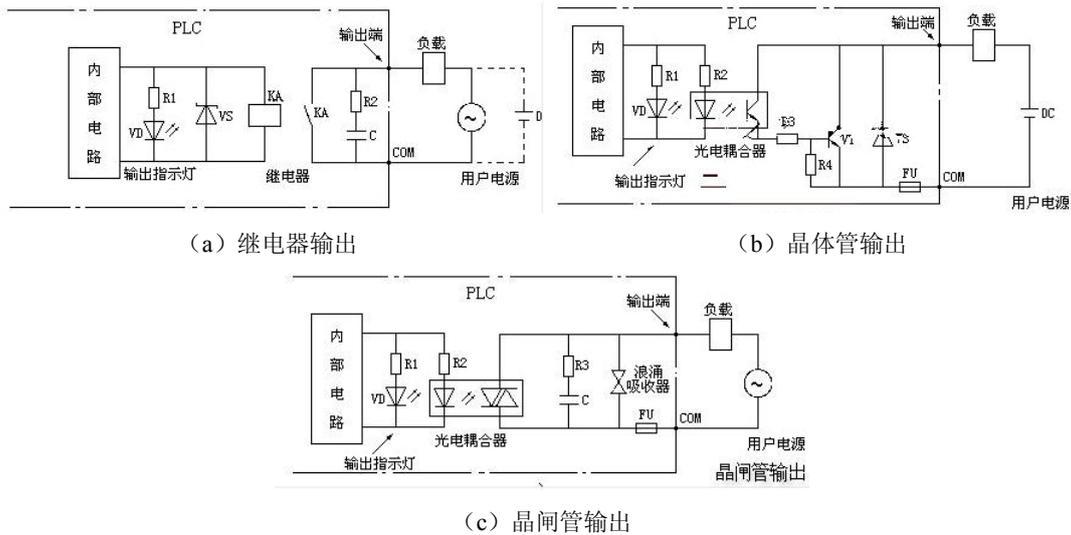


图 1-29 输出接口的输出方式

**注意:** 由于可编程控制器在工业生产现场工作,对输入/输出接口有两个主要的要求,一是接口有良好的抗干扰能力,二是接口能满足工业现场各类信号的匹配要求。

#### (4) 电源。

可编程控制器一般使用 220V 交流电源。可编程控制器内部的直流稳压电源为各模块内的元件提供直流电压。

#### (5) 编程器。

编程器是 PLC 的外部编程设备,用户可通过编程器输入、检查、修改、调试程序或监视 PLC 的工作情况,也可以通过专用的编程电缆线将 PLC 与计算机连接起来,并利用编程软件进行电脑编程和监控。

#### (6) 输入/输出扩展单元。

I/O 扩展接口用于将扩充外部输入/输出端子数的扩展单元与基本单元(即主机)连接在一起。

#### (7) 外部设备接口。

此接口可将编程器、打印机、条码扫描仪、变频器等外部设备与主机相连,以完成相应的操作。

### 2. PLC 的工作原理

可编程控制器有两种基本的工作状态,即运行(RUN)状态与停止(STOP)状态。

PLC 运行时,CPU 不能同时去执行多个操作,只能按分时操作原理运行,即每一时刻执行一个操作,完成一个动作,随着时间的自然延伸,一个动作接着一个动作地按顺序执行下去。这种分时操作的过程称为 CPU 的扫描工作方式。在 PLC 中,用户程序按先后顺序存放在存储器中。

CPU 从第一条指令开始执行程序,直到遇到结束符号后又返回第一条,如此周而复始不断循环。整个扫描过程 PLC 除了执行用户程序外,还要完成其他工作。图 1-30 所示为 PLC 工作过程框图。

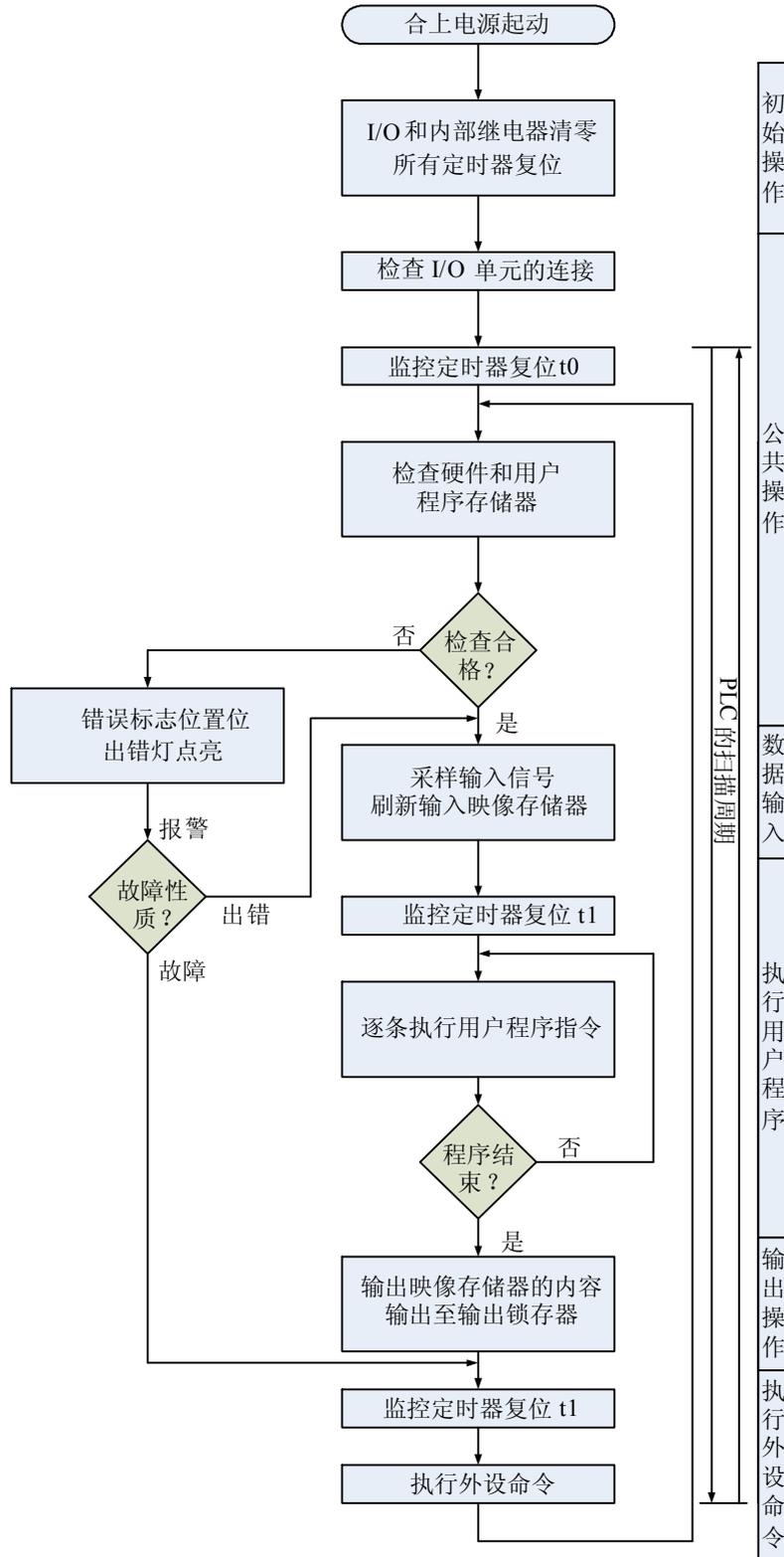


图 1-30 PLC 工作过程框图

由工作过程框图可以看出，PLC 的工作过程可以分为以下几个阶段：

(1) 初始化。

可编程控制器每次在电源接通时将进行初始化工作，主要包括 I/O 寄存器和内部继电器清零、定时器复位等，初始化完成后则进入周期扫描工作方式。

(2) 公共操作。

公共操作主要包括以下 3 个方面：

1) 输入/输出部分检查。

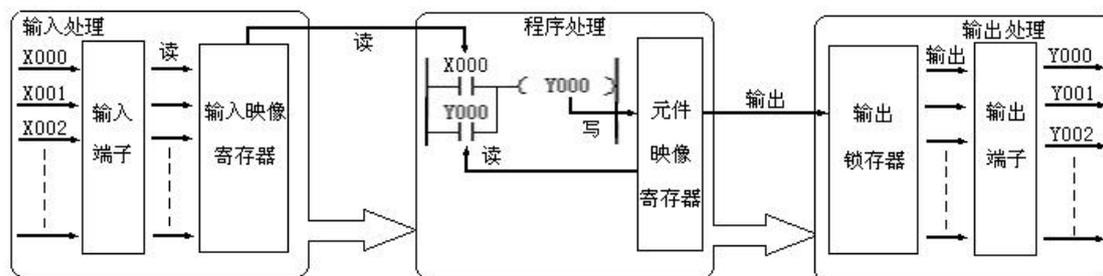
2) 监视器清零。主机的监视器实质上是一个定时器，PLC 在每次扫描结束后使其复位。

当 PLC 在 RUN 或 MONITOR 方式下工作时，此定时器检查 CPU 的执行时间，当执行时间超过监视器设定时间时，表示 CPU 有故障。若发现故障，除通过指示灯显示出故障外，还自动判断故障性质。一般性故障，只报警不停机，等待处理；对于严重故障，则停止用户程序的运行，关闭 PLC 的一切输出信号且切断相关的输出联系。

3) 检查硬件和用户程序存储器。

(3) 执行程序的过程。

PLC 执行程序的过程分三个阶段，即输入采样（输入处理）阶段、程序执行阶段、输出刷新（输出处理）阶段，如图 1-31 所示。



1) 输入处理阶段。在这一阶段，PLC 以扫描工作方式按顺序将所有输入端的输入状态采样并存入输入映像寄存器中。在本工作周期内，这个采样结果的内容不会改变，而且这个采样结果将在 PLC 执行程序时被使用。

**注意：**输入状态表（输入映像寄存器）——采样时刷新。

2) 程序执行阶段。在这一阶段，PLC 按顺序进行扫描，即从上到下、从左到右地扫描每条指令，并分别从输入映像寄存器和输出映像寄存器中获得所需的数据进行运算、处理，再将程序执行的结果写入寄存执行结果的输出映像寄存器中保存，但这个结果在全部程序未执行完毕之前不会送到输出端口上。

**注意：**输出状态表（输出映像寄存器）——随时刷新（中间值和最终结果）。

3) 输出处理阶段。在所有用户程序执行完后，PLC 将输出映像寄存器中的内容送入输出锁存器中，通过一定方式输出，驱动外部负载。

**注意：**执行用户程序的结果送到输出寄存器，并不立即向 PLC 的外部输出。输出端子的接通或断开由输出锁存器决定。

### 1.3.3 PLC 的编程语言与编程方法

#### 1. 可编程控制器的编程语言概述

现代的可编程控制器一般备有多种编程语言，供用户使用。IEC1131-3—可编程控制器编程语言的国际标准详细地说明了如图 1-32 所示的可编程控制器编程语言。

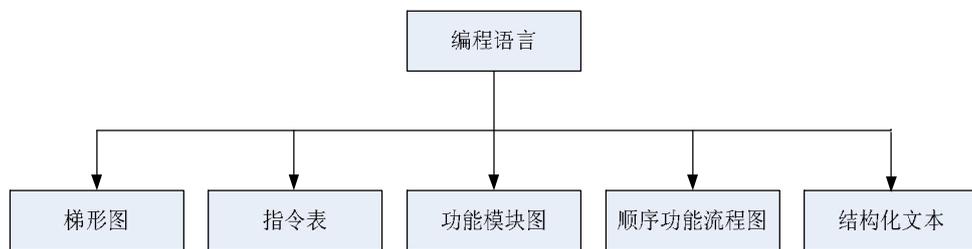


图 1-32 PLC 编程语言

#### (1) 梯形图语言。

梯形图是使用得最多的可编程控制器图形编程语言。梯形图与继电器控制系统的电路图很相似，具有直观易懂的优点，很容易被工厂熟悉继电器控制的电气人员掌握，特别适用于开关量逻辑控制，主要特点如下：

1) 可编程控制器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，但是它们不是真实的物理继电器（即硬件继电器），而是在软件中使用的编程元件。每一编程元件与可编程控制器存储器中元件映像寄存器的一个存储单元相对应。图 1-33 所示是采用接触器控制的电动机起停控制线路，图 1-34 所示是采用 PLC 控制时的梯形图，从中可以看出两者之间的对应关系。

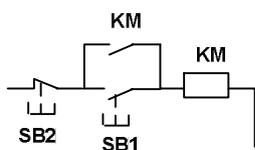


图 1-33 电动机起停控制线路

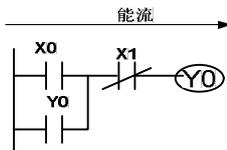


图 1-34 梯形图语言

**注意：**图 1-33 所示的电动机起停控制线路中，各个元件和触点都是真实存在的，每一个线圈一般只能带几对触点。而图 1-34 中，所有的触点线圈等都是软元件，没有实物与之对应，PLC 运行时只是执行相应的程序。因此，理论上梯形图中的线圈可以带无数多个常开触点和常闭触点。

2) 梯形图两侧的垂直公共线称为公共母线（Bus Bar）。在分析梯形图的逻辑关系时，为了借用继电器电路的分析方法，可以想象左右两侧母线之间有一个左正右负的直流电源电压，当图中的触点接通时，有一个假想的概念电流或能流（Power Flow）从左到右流动，这一方向与执行用户程序时逻辑运算的顺序是一致的。

3) 根据梯形图中各触点的状态和逻辑关系求出与图中各线圈对应的编程元件的状态，称为梯形图的逻辑解算。逻辑解算是按梯形图中从上到下、从左到右的顺序进行的。图 1-34 的

逻辑解算结果  $Y000=(X0000+Y000) \cdot \sim X001$ 。

4) 梯形图中的线圈和其他输出指令应放在最右边。

(2) 指令表语言。

指令表语言就是助记符语言，它常用一些助记符来表示 PLC 的某种操作，有的厂家将指令称为语句，两条或两条以上的指令的集合叫做指令表，也称语句表。不同型号 PLC 助记符的形式不同，图 1-35 所示为图 1-34 所示梯形图对应的指令表语言。

步序	助记符	器件编号
0	LD	X000
1	OR	Y000
2	ANI	X001
3	OUT	Y000

图 1-35 指令表

通常情况下，用户利用梯形图进行编程，然后再将所编程序通过编程软件或人工的方法转换成语句表输入到 PLC。

**注意：**不同厂家生产的 PLC 所使用的助记符各不相同，因此同一梯形图写成的指令表就不相同，在将梯形图转换为助记符时，必须先弄清 PLC 的型号及内部各器件编号、使用范围和每一条助记符的使用方法。

(3) 功能模块图语言。

功能模块图编程语言实际上是用逻辑功能符号组成的功能块来表达命令的图形语言，与数字电路中的逻辑图一样，它极易表现条件与结果之间的逻辑功能。图 1-36 所示为某一控制系统的功能模块图语言。

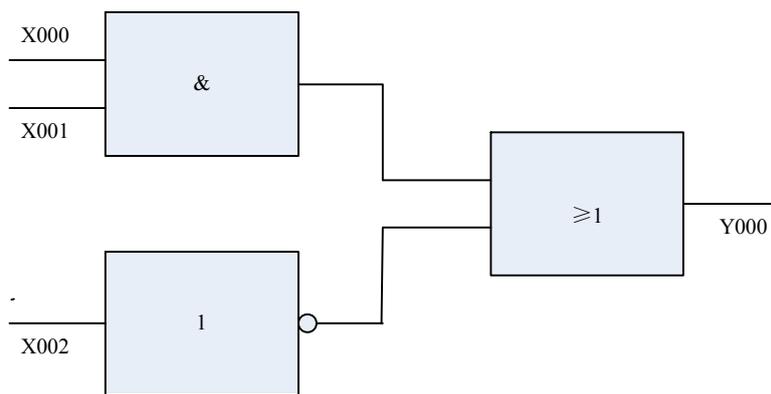


图 1-36 功能模块图语言

由图可见，这种编程方法是根据信息流将各种功能块加以组合，是一种逐步发展起来的新式的编程语言，正在受到各种可编程控制器厂家的重视。

(4) 顺序功能流程图语言。

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顺序控制要求而连接组合成整体的控制程序。顺

序功能图法体现了一种编程思想，在程序的编制中具有很重要的意义。图 1-37 所示为某一控制系统的顺序功能流程图语言。

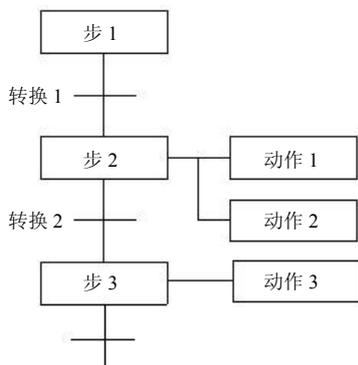


图 1-37 顺序功能流程图语言

顺序功能流程图语言的特点：以功能为主线，按照功能流程的顺序分配，条理清楚，便于对用户程序的理解；避免梯形图或其他语言不能顺序动作的缺陷，同时也避免了用梯形图语言对顺序动作编程时，由于机械互锁造成用户程序结构复杂、难以理解的缺陷；用户程序扫描时间大大缩短。

#### （5）结构化文本语言。

随着可编程控制器的飞速发展，如果许多高级功能还是用梯形图来表示，会很不方便。为了增强可编程控制器的数字运算、数据处理、图表显示、报表打印等功能，方便用户的使用，许多大中型可编程控制器都配备了 Pascal、BASIC、C 等高级编程语言。这种编程方式叫做结构化文本。

结构化文本编程语言的特点：采用高级语言进行编程，可以完成较复杂的控制运算；需要有一定的计算机高级语言的知识 and 编程技巧，对工程设计人员要求较高；直观性和操作性较差。

### 2. 可编程控制器的编程步骤

（1）确定被控系统必须完成的动作及完成这些动作的顺序。

（2）分配输入/输出设备，即确定哪些外围设备是送信号到 PLC，哪些外围设备是接收来自 PLC 信号的。并将 PLC 的输入、输出与之对应进行分配。

（3）设计 PLC 程序，画出梯形图。梯形图体现了实现所要求的全部功能及表达其相互关系的正确顺序。

（4）在计算机上编写 PLC 的梯形图程序。

（5）对程序进行调试（模拟和现场）。

（6）保存已完成的程序。

显然，在建立一个 PLC 控制系统时，必须首先把系统需要的输入、输出数量确定下来，然后按需要确定各种控制动作的顺序和各个控制装置彼此之间的相互关系。确定控制上的相互关系之后，即可进行编程的第二步——分配输入/输出设备，在分配了 PLC 的输入/输出点、内部辅助继电器、定时器、计数器之后，就可以设计 PLC 程序，画出梯形图。在画梯形图时要注意每个从左边母线开始的逻辑行必须终止于一个输出元素。梯形图画好后，使用编程软件直

接把梯形图输入计算机→下载到 PLC 进行调试→修改→下载，直至符合控制要求。这便是程序设计的整个过程。

### 1.3.4 FX<sub>2N</sub>系列 PLC 的型号、安装与接线

#### 1. FX 系列 PLC 的型号

FX 系列 PLC 的各组成部分的含义说明如图 1-38 所示。

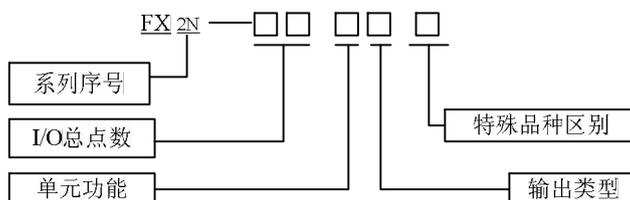


图 1-38 FX 系列 PLC 型号

系列序号：0、0S、ON、1、2、2C、IS、2N、2NC。

I/O 总点数：14~256。

单元类型：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。

输出形式：R——继电器输出；

T——晶体管输出；晶闸管输出。

特殊品种区别：D—DC 电源，DC 输入；

A1—AC 电源，AC 输入；

H——大电流输出扩展模块（1A/1 点）；

V——立式端子排的扩展模块；

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。

若特殊品种一项无符号，说明通指 AC 电源、DC 输入、横式端子排。

例如 FX<sub>2N</sub>-32MRD 的含义：FX<sub>2N</sub> 系列，输入/输出总点数为 32 点，继电器输出，DC 电源，DC 输入的基本单元。

FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 的基本单元、扩展单元、扩展模块的型号规格如表 1-1 至表 1-3 所示。

#### 2. 三菱 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 简介

(1) FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 硬件认识与使用。FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 有单元式、模块式和叠装式三种结构形式，常用结构形式为前两种。FX<sub>2N</sub> 系列为小型 PLC，采用单元式结构形式，其外形如图 1-39 所示。