

模块 1 初步认识 PLC



任务目标

1. 了解 PLC 的产生与未来的发展；
2. 掌握 PLC 的结构及特点；
3. 掌握购买 PLC 的性能指标；
4. 理解 PLC 的工作原理，能区分 PLC 与继电器控制的工作原理的差异；
5. 认识西门子 S7 家族产品。



任务描述

通过了解 PLC 的产生与发展，比较 PLC 与继电器控制的优缺点；通过学习 PLC 的组成结构，比较 PLC 与单片机的区别；通过电动机启—保—停 PLC 控制任务，理解 PLC 工作原理的核心内容；通过认识西门子 S7 家族产品，理解 PLC 未来的发展方向。



知识准备

1. PLC 的产生

传统的继电器控制系统具有结构简单、价格低廉、容易操作、技术难度较小等优点，被长期广泛地使用在工业控制的各种领域中。这种系统存在着如下缺点：

- (1) 继电器接点间、接点与线圈间存在着大量的连接导线，因而使控制功能单一，更改困难。
- (2) 大量的继电器元器件需集中安装在控制柜内，因而使设备体积庞大，不易搬运。
- (3) 继电器接点的接触不良、导线的连接不牢等会导致设备故障的大量存在，且查找、排除故障困难，使系统的可靠性降低。
- (4) 继电器动作时固有的电磁时间，使系统的动作速度较慢。

因此继电器控制系统越来越不能满足现代化生产的控制要求，特别是当产品更新换代时，生产加工线的改变，迫使人们对旧的继电器控制系统进行改造，为此所带来的经济损失是相当可观的。

20 世纪 60 年代末期，美国汽车制造业竞争十分激烈，为了适应市场从少品种大批量生产向多品种小批量生产的转变，尽可能减少转变过程中控制系统的设计制造时间，减少经济



成本, 1968 年美国通用汽车公司 (General Motors, GM) 公开招标, 要求用新的控制装置取代生产线上的继电器接触器控制系统, 其具体要求如下:

- (1) 程序编制、修改简单, 采用工程技术语言。
- (2) 系统组成简单、维护方便。
- (3) 可靠性高于继电器接触器控制系统。
- (4) 与继电器接触器控制系统相比, 体积小、能耗低。
- (5) 购买、安装成本可与继电器控制柜相竞争。
- (6) 能与中央数据收集处理系统进行数据交换, 以便监视系统运行状态及运行情况。
- (7) 采用市电输入 (美国标准系列电压值 AC 115V), 可接受现场的按钮、行程开关信号。
- (8) 采用市电输出 (美国标准系列电压值 AC 115V), 具有驱动电磁阀、交流接触器、小功率电动机的能力。
- (9) 能以最小的变动及在最短的停机时间内, 从系统的最小配置扩展到系统的最大配置。
- (10) 程序可存储, 存储器容量至少能扩展到 4000B。

1969 年美国数字设备公司根据上述要求, 首先研制出了世界上第一台可编程序控制器 PDP-14, 用于通用汽车公司的生产线, 取得了令人满意的效果。由于这种新型工业控制装置可以通过编程改变控制方案, 且专门用于逻辑控制, 所以人们称这种新的工业控制装置为可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC)。

2. PLC 的发展

PLC 的出现引起了世界各国的普遍重视, 日本日立公司从美国引进了 PLC 技术并加以消化后, 于 1971 年试制成功了日本第一台 PLC; 1973 年德国西门子公司独立研制成功了欧洲第一台 PLC; 我国从 1974 年开始研制 PLC 产品, 1977 年开始工业应用。

PLC 从产生到现在, 已发展到第四代产品。其过程基本可分为:

第一代 PLC (1969~1972 年): 大多用 1 位机开发, 用磁芯存储器存储, 只具有单一的逻辑控制功能, 机种单一, 没有形成系列化。

第二代 PLC (1973~1975 年): 采用了 8 位微处理器及半导体存储器, 增加了数字运算、传送、比较等功能, 能实现模拟量的控制, 开始具备自诊断功能, 初步形成系列化。

第三代 PLC (1976~1983 年): 随着高性能微处理器及位片式 CPU 在 PLC 中大量的使用, PLC 的处理速度大大提高, 从而促使它向多功能及联网通信方向发展, 增加了多种特殊功能, 如浮点数的运算、三角函数、表处理、脉宽调制输出等, 自诊断功能及容错技术发展迅速。

第四代 PLC (1983 年~现在): 不仅全面使用 16 位、32 位高性能微处理器, 高性能位片式微处理器, 精简指令系统 CPU (Reduced Instruction Set Computer, RISC) 等高级 CPU, 而且在一台 PLC 中配置多个微处理器, 进行多通道处理, 同时生产了大量内含微处理器的智能模块, 使得第四代 PLC 产品成为具有逻辑控制功能、过程控制功能、运动控制功能、数据处理功能、联网通信功能的真正名副其实的多功能控制器。

正是由于 PLC 具有多种功能, 并集三电 (电控装置、电仪装置、电气传动控制装置) 于一体, 使得 PLC 在工厂中备受欢迎, 用量高居首位, 成为现代工业自动化的三大支柱 (PLC、机器人、CAD/CAM) 之一。

随着 PLC 的发展, 其功能已经远远超出了逻辑控制的范围, 因而 “PLC” 已不能描述其多功能的特点。1980 年, 国际电气制造业协会 (NEMA) 给它起了一个新的名称, 叫



“Programmable Controller”，简称 PC。由于 PC 这一缩写在我国早已成为个人计算机（Personal Computer）的代名词，为避免造成名词术语混乱，因此在我国仍沿用 PLC 表示可编程序控制器。

从 20 世纪 70 年代初开始，在不到 50 年的时间里，PLC 发展成了一个巨大的产业，据不完全统计，现在世界上生产 PLC 的厂家有 200 多家，生产大约 400 多个品种的 PLC 产品。其中在美国注册的厂商超过 100 家，生产大约 200 多个品种的 PLC；日本有 70 家左右的 PLC 厂商，生产 200 多个品种；欧洲注册的厂家有十几个，生产几十个品种的 PLC。

目前生产 PLC 的厂家较多，但能配套生产，且大、中、小、微型 PLC 均能生产的不算太多。较有影响的，在中国市场占有较大份额的公司有：

（1）德国西门子公司：它有 S5 系列的产品，如 S5-95U、100U、115U、135U 及 155U。135U、155U 为大型机，控制点数可达 6000 多点，模拟量可达 300 多路，现在基本上退出了市场。后来又推出 S7 系列机，有 S7-200（小型）、S7-1200、S7-300（中型）、S7-1500 及 S7-400 机（大型）。性能比 S5 有很大提高，目前市面上应用较多。

（2）日本三菱公司：其小型机 F1 前期在国内用得很多，后又推出 FX₂ 型机，性能有很大提高。它的中、大型机为 A 系列，如 AIS、AZC、A3A 等。

（3）日本 OMRON（欧姆龙）公司：它有 CPM2A/2C、CQM1 系列，内置 RS-232C 接口和实时时钟，并具有软 PID 功能，CQM1H 是 CQM1 的升级产品。中型机有 C200H、C200HS、C200HX、C200HG、C200HE、CS1 系列。C200H 是前些年畅销的高性能中型机，配置齐全的 I/O 模块和高功能模块，具有较强的通信和网络功能。大型机有 C1000H、C2000H、CV（CV500/CV1000/CV2000/CVM1）等。C1000H、C2000H 可单机或双机热备运行，安装带电插拔模块，C2000H 可在线更换 I/O 模块；CV 系列中除 CVM1 外，均可采用结构化编程，易读、易调试，并具有更强大的通信功能。OMRON 公司 PLC 在中、小、微方面更具特长，在中国及世界市场，都占有相当的份额。

（4）美国莫迪康公司（施耐德）。小型机 M238 和西门子 S7-200 性能接近，编程平台是 SoMachine；M258，中型 PLC，和西门子 S7-300 性能接近，但结构有所差异，编程平台是 SoMachine；M340，Premium 中型 PLC，和西门子 S7-300 性能接近，编程平台是 Unity；Quantum，大型 PLC，和西门子 S7-400 性能接近，编程平台是 Unity。

（5）美国 GE 公司、日本 FANAC 合资的 GE-FANAC 机型。有 90-20 系列小型机，型号为 211；90-30 系列中型机，其型号有 344、331、323、321 多种；90-70 系列大型机，点数可达 24000 点，另外还可有 8000 路的模拟量，它可以用软设定代替硬设定，结构化编程，有多种编程语言，它有 914、781/782、771/772、731/732 等多种型号。

我国的 PLC 研制、生产和应用也发展很快，尤其在应用方面更为突出。在 20 世纪 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。此后，在传统设备改造和新设备设计中，PLC 的应用逐年增多，并取得显著的经济效益，PLC 在我国的应用越来越广泛，对提高我国工业自动化水平起到了巨大的作用。

任务 1.1 PLC 的基础知识

PLC 是以微处理器为核心的计算机控制系统，虽然各厂家产品种类繁多，功能和指令系统存在差异，但其组成和基本工作原理大同小异。



1.1.1 PLC 的组成

由于 PLC 的核心是微处理器，因此它的组成也就同计算机有些相似，由硬件系统和软件系统组成。

1. PLC 的硬件系统

PLC 的硬件系统主要由中央处理单元、输入/输出接口、I/O 扩展接口、编程器接口、编程器和电源等几个部分组成，如图 1-1-1 所示。

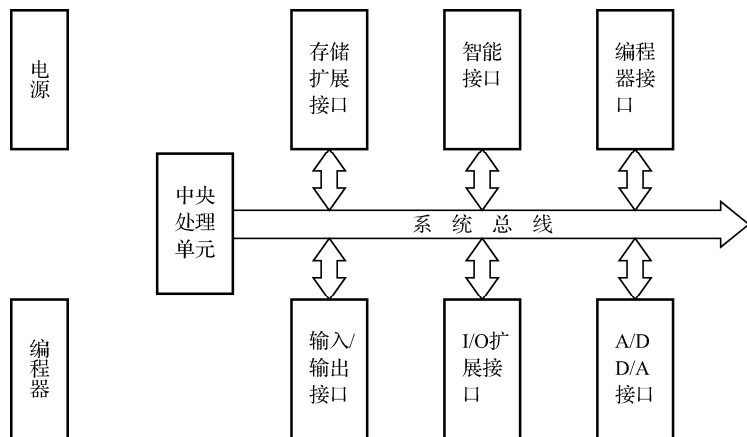


图 1-1-1 PLC 的硬件系统

1) 中央处理单元

PLC 的中央处理单元主要由微处理器 CPU、存储器 ROM/RAM 和微处理器 I/O 接口组成。

(1) 微处理器 CPU。CPU 作为整个 PLC 的核心起着总指挥的作用，是 PLC 的运算和控制中心。它的主要任务是：

- ① 诊断 PLC 电源、内部电路的工作状态及编制程序中的语法错误。
- ② 用扫描方式采集由现场输入装置送来的状态或数据，并存入输入映像寄存器或数据寄存器中。
- ③ 在运行状态时，按用户程序存储器中存放的先后顺序逐条读取指令，经编译解释后，按指令规定的任务完成各种运算和操作，根据运算结果存储相应数据，并更新有关标志位的状态和输出映像寄存器的内容。
- ④ 将存于数据寄存器中的数据处理结果和输出映像寄存器的内容送至输出电路。
- ⑤ 按照 PLC 中系统程序所赋予的功能接收并存储从编程器输入的用户程序和数据，响应各种外部设备（如编程器、打印机、上位计算机、图形监控系统和条码判读器等）的工作请求。

(2) 存储器 ROM/RAM。存储器是具有记忆功能的半导体电路，用来存放系统程序、用户程序、逻辑变量和其他一些信息。在 PLC 中使用的存储器有两种类型，它们分别是只读存储器 ROM 和随机存储器 RAM，现简述如下：

只读存储器 ROM（又称系统程序存储器），用以存放系统程序（包括系统管理程序、监控程序、模块化应用功能子程序及对用户程序做编译处理的编译解释程序等）。系统程序根据



PLC 功能的不同而不同,生产厂家在 PLC 出厂前已将其固化在只读存储器 ROM 或 PROM 中,用户不能更改只读存储器。

随机存储器 RAM (又称用户存储器),包括用户程序存储区及工作数据存储器。RAM 是可读可写存储器,读出时, RAM 中的内容不被破坏;写入时,刚写入的信息就会消除原来的信息。RAM 中一般存放以下内容:用户程序存储区主要存放用户已编制好或正在调试的应用程序;数据存储器则包括存储各输入端状态采样结果和各输出端状态运算结果的输入/输出映像寄存器区(或称输入/输出状态寄存器区)、定时器/计数器的设定值和现行值存储区、各种内部编程元件(内部辅助继电器、计数器、定时器等)状态及特殊标志位存储区、存放暂存数据和中间运算结果的数据寄存器区等。

不同型号的 PLC 存储器的容量是不同的,在技术说明书中,一般都给出与用户编程和使用有关的指标,如输入、输出继电器的数量;内辅继电器数量;定时器和计数器的数量;允许用户程序的最大长度(一般给出允许的最多指令字)等。这些指标都间接地反映了 RAM 的容量,而 ROM 的容量与 PLC 的功能强弱有关。

(3) 微处理器 I/O 接口。它一般由数据输入寄存器、选通电路和中断请求逻辑电路构成,负责微处理器及存储器与外部设备的信息交换。

2) 输入/输出接口

这是 PLC 与被控设备相连接的接口电路。用户设备需输入 PLC 的各种控制信号,如限位开关、操作按钮、选择开关、行程开关及其他一些传感器输出的开关量或模拟量(要通过模数变换进入机内)等,通过输入接口电路将这些信号转换成中央处理单元能够接收和处理的信号。输出接口电路将中央处理单元送出的弱电控制信号转换成现场需要的强电信号输出,以驱动电磁阀、接触器等被控设备的执行元件。

(1) 输入接口电路。输入接口通过 PLC 的输入端子接收现场输入设备(如限位开关、操作按钮、光电开关和温度开关等)的控制信号,并将这些信号转换成中央处理单元 CPU 所能接收和处理的数字信号。输入接口电路通常有两类,一类为直流输入型,如图 1-1-2 (a) 所示;另一类是交流输入型,如图 1-1-2 (b) 所示。从图中可以看到,不论是直流输入电路还是交流输入电路,输入信号最后都是通过光耦合器件传送给内部电路的,采用光耦合电路与现场输入信号相连是为防止现场的强电干扰进入 PLC。光耦合电路的关键器件是光耦合器,一般由发光二极管和光敏晶体管组成。光耦合器的信号传感原理:在光耦合器的输入端加上变化的电信号,发光二极管就产生与输入信号变化规律相同的光信号。光敏晶体管在光信号的照射下导通,导通程度与光信号的强弱有关。在光耦合器的线性工作区,输出信号与输入信号有线性关系。光耦合器的抗干扰性能:由于输入和输出端是靠光信号耦合的,在电气上是完全隔离的,因此输出端的信号不会反馈到输入端,也不会产生地线干扰或其他串扰。由于发光二极管的正向阻抗值较低,而外界干扰源的内阻一般较高,根据分压原理可知,干扰源能馈送到输入端的干扰噪声很小。正是由于 PLC 在现场信号的输入环节采用了光耦合,才增强了抗干扰能力。

(2) 输出接口电路。输出接口将经中央处理单元 CPU 处理过的输出数字信号(1 或 0)传送给输出端的电路元件,以控制其接通或断开,从而驱动接触器、电磁阀、指示灯等输出设备获得或失去工作所需的电压或电流。

为适应不同类型的输出设备负载,PLC 的输出接口类型有继电器输出型、双向晶闸管输出型和晶体管输出型 3 种,分别如图 1-1-3、图 1-1-4 和图 1-1-5 所示。其中继电器输出型为



有触点输出方式，可用于接通或断开开关频率较低的**直流负载或交流负载回路**，这种方式存在继电器触点的电气寿命和机械寿命问题；双向晶闸管输出型和晶体管输出型皆为无触点输出方式，开关动作快、寿命长，可用于接通或断开开关频率较高的负载回路，其中**双向晶闸管输出型**只用于带交流电源负载，**晶体管输出型**则只用于带直流电源负载。

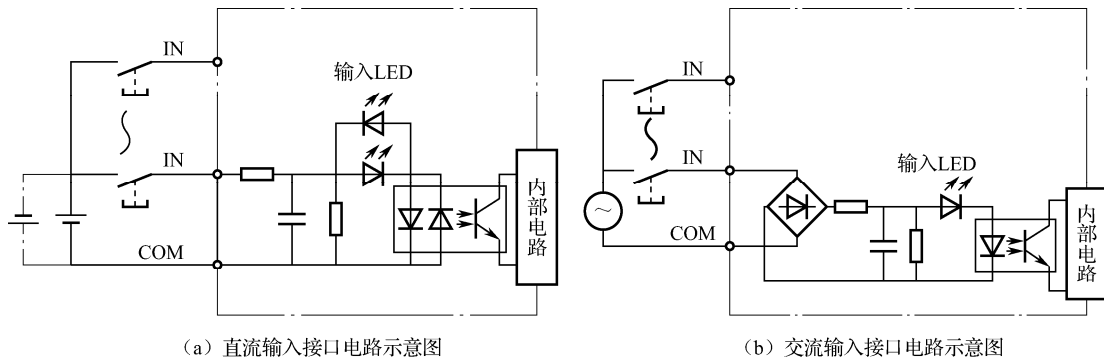


图 1-1-2 输入接口电路示意图

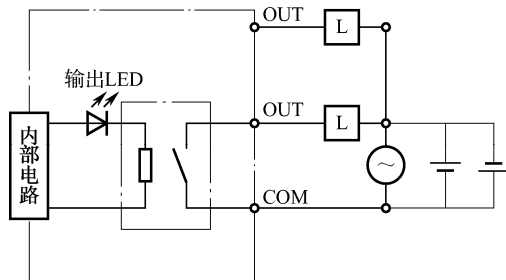


图 1-1-3 继电器输出接口电路示意图

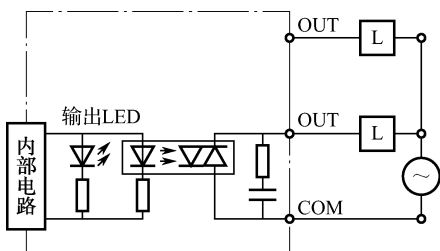


图 1-1-4 双向晶闸管输出接口电路示意图

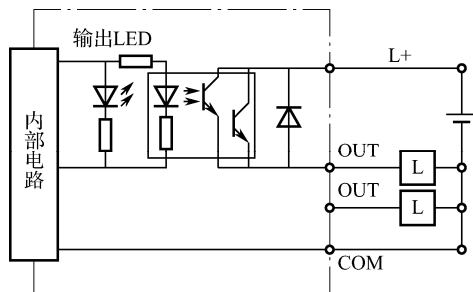


图 1-1-5 晶体管输出接口电路示意图

从 3 种类型的输出电路可以看出，继电器、双向晶闸管和晶体管作为输出端的开关元件受 PLC 的输出指令控制，完成接通或断开与相应输出端相连的负载回路的任务，它们并不向负载提供工作电源。

负载工作电源的类型、电压等级和极性应该根据负载要求及 PLC 输出接口电路的技术性能指标确定。

(3) I/O 扩展接口。小型的 PLC 输入/输出接口都是与中央处理单元 CPU 制造在一起的，为了满足被控设备输入/输出点数较多的要求，常需要扩展数字量输入/输出模块；如 A/D、



D/A 转换模块等；I/O 扩展接口就是为连接各种扩展模块而设计的。

3) 通信接口

用于 PLC 与计算机、PLC、变频器和触摸屏等智能设备之间的连接，以实现 PLC 与智能设备之间的数据传送。

4) 编程器

编辑、调试和监视，还可以通过其键盘去调用和显示 PLC 的一些内部状态和系统参数，它经过编程器接口与中央处理器单元联系，完成人机对话操作。目前一般由个人手提电脑完成人机对话操作。

目前许多 PLC 产品都有自己的个人计算机 PLC 编程软件系统，如用于西门子 S7-200 系列 PLC 的编程软件 STEP 7-Micro/WIN SP2、松下电工 FP 系列 PLC 的编程软件 FFWIN GR 和 OMRON 公司 C 系列 PLC 的编程软件 CX-Programmer 等。

5) 电源

电源部件将交流电源转换成供 PLC 的中央处理器、存储器等电子电路工作所需要的直流电源，使 PLC 能正常工作，PLC 内部电路使用的电源是整机的能源供给中心，它的好坏直接影响 PLC 的功能和可靠性，由于开关电源有输入电压范围宽、体积小、重量轻、效率高、抗干扰性能好等优点，因此目前大部分 PLC 均采用开关式稳压电源供电，同时还向各种扩展模块提供 24V 直流电源。

2. PLC 的软件系统

PLC 由硬件系统组成，由软件系统支持，硬件和软件共同构成了 PLC 系统。PLC 的软件系统可分为系统程序和用户程序两大部分。

(1) 系统程序。系统程序是用来控制和完成 PLC 各种功能的程序，这些程序是由 PLC 制造厂家用相应 CPU 的指令系统编写的，并固化到 ROM 中。它包括系统管理程序、用户指令解释程序和供系统调用的标准程序模块等。

系统管理程序的主要功能是运行时分管理、存储空间分配管理和系统自检等；用户指令解释程序将用户编制的应用程序翻译成机器指令供 CPU 执行；标准程序模块具有独立的功能，使系统只需调用输入、输出和特殊运算等程序模块即可完成相应的具体工作。

系统程序的改进可使 PLC 的性能在不改变硬件的情况下得到很大的改善，所以 PLC 制造厂商对此极为重视，不断地升级和完善产品的系统程序。

(2) 用户程序。用户程序是用户根据工程现场的生产过程和工艺要求、使用 PLC 生产厂家提供的专门编程语言而自行编制的应用程序。它包括开关量逻辑控制程序、模拟量运算控制程序、闭环控制程序和工作站初始化程序等。

开关量逻辑控制程序是 PLC 用户程序中最重要的一部分，是将 PLC 用于开关量逻辑控制的软件，一般采用 PLC 生产厂商提供的如梯形图、语句表等编程语言编制。模拟量运算控制和闭环控制程序是中大型 PLC 系统的高级应用程序，通常采用 PLC 厂商提供的相应程序模块及主机的汇编语言或高级语言编制。工作站初始化程序是用户为 PLC 系统网络进行数据交换和信息管理而编制的初始化程序，在 PLC 厂商提供的通信程序的基础上进行参数设定，一般采用高级语言实现。



1.1.2 PLC 的基本工作原理

PLC 虽具有微机的许多特点,但它的工作方式却与微机有很大不同。微机一般采用等待式,有键按下或 I/O 动作则转入相应的子程序,无键按下则继续扫描。而 PLC 的工作方式有两个显著特点:一个是周期性循环扫描,一个是信号集中批处理。

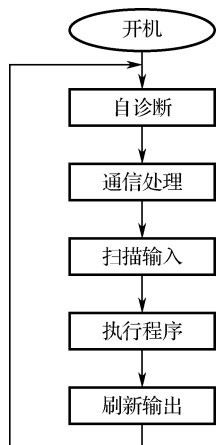


图 1-1-6 PLC 的工作过程示意图

PLC 采用循环扫描工作方式,在 PLC 中,用户程序按先后顺序存放,如:CPU 从第一条指令开始执行程序,遇到结束符后又返回第一条。如此周而复始不断循环。这种工作方式是在系统软件控制下,顺次扫描各输入点的状态,按用户程序进行运算处理,然后顺序向输出点发出相应的控制信号。整个工作过程可分为 5 个阶段:自诊断,通信处理,扫描输入,执行程序,刷新输出,其工作过程示意图如图 1-1-6 所示。

(1) 每次扫描用户程序之前,都先执行故障自诊断程序。自诊断内容包括 I/O 部分、存储器、CPU 等,若发现异常停机,则显示出错;若自诊断正常,则继续向下扫描。

(2) PLC 检查是否有与编程器、计算机等的通信请求,若有则进行相应处理,如接收由编程器送来的程序、命令和各种数据,并把要显示的状态、数据、出错信息等发送给编程器进行显示。如果有与计算机等的通信请求,也在这段时间完成数据的接收和发送任务。

(3) PLC 的中央处理器对各个输入端进行扫描,将所有输入端的状态送到输入映像寄存器。

(4) 中央处理器(CPU)将逐条执行用户指令程序,即按程序要求对数据进行逻辑、算术运算,再将正确的结果送到输出状态寄存器中。

(5) 当所有的指令执行完毕时,集中把输出映像寄存器的状态通过输出部件转换成被控设备所能接受的电压或电流信号,以驱动被控设备。

PLC 这 5 个阶段的工作过程,称为一个扫描周期,完成一个扫描周期后,又重新执行上述过程,扫描周而复始地进行。在不考虑第二个因素(通信处理)时,扫描周期 T 的大小为

$$T = (\text{读入一点时间} \times \text{输入点数}) + (\text{运算速度} \times \text{程序步数}) + (\text{输出一点时间} \times \text{输出点数}) + \text{故障诊断时间}$$

显然扫描周期主要取决于程序的长短(通常以 1000 条指令为单位计算),一般小型机每秒钟可扫描数十次以上,大型机就更快,这对于工业设备通常没有什么影响。但对控制时间要求较严格、响应速度要求快的系统,就应该精确地计算响应时间,细心编排程序,合理安排指令的顺序,以尽可能减少扫描周期造成的响应延时等不良影响。

PLC 与继电器接触器控制的重要区别之一就是工作方式不同。继电器接触器是按“并行”方式工作的,也就是说按同时执行的方式工作的,只要形成电流通路,就可能有几个电器同时动作。而 PLC 是以反复扫描的方式工作的,循环地连续逐条执行程序,任一时刻它只能执行一条指令,这就是说 PLC 是以“串行”方式工作的。这种串行工作方式可以避免继电器接触器控制的触点竞争和时序失配问题。

总之,采用循环扫描的工作方式也是 PLC 区别于微机的最大特点,使用者应特别注意。

下面我们用电机的启一保一停电路的实例来说明 PLC 的工作原理。



图 1-1-7 是异步电动机的启—保—停接触器主电路、控制电路及工作波形图，工作原理就不详细叙述了。其中，SB1 为启动按钮，SB2 为停止按钮，FR 为热继电器的动合触点。KM 为控制电动机转动的线圈。

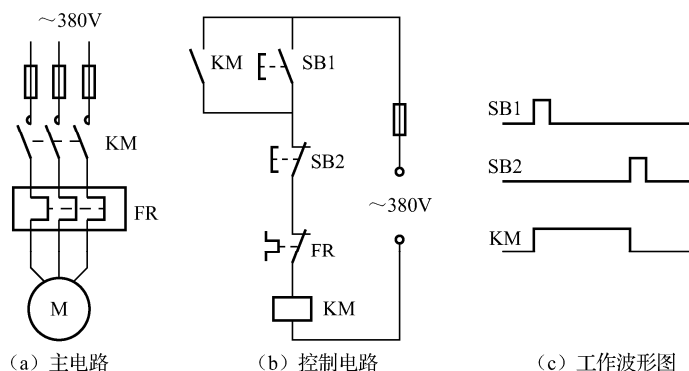


图 1-1-7 异步电动机启—保—停接触器控制电路

图 1-1-8 是异步电动机启—保—停 PLC 控制电路。其中主电路保持接线不变，控制电路用 PLC 的控制电路取代。

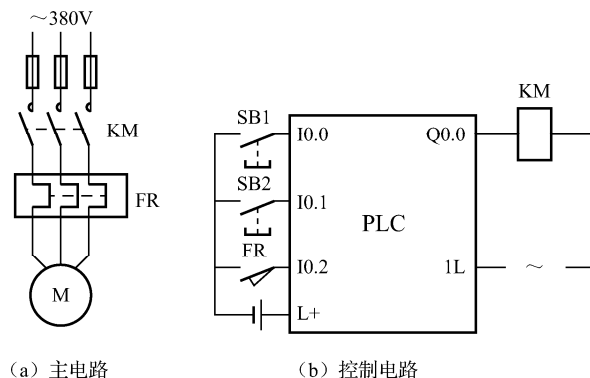


图 1-1-8 异步电动机启—保—停 PLC 控制电路

图 1-1-9 是异步电动机启—保—停 PLC 控制等效电路图。

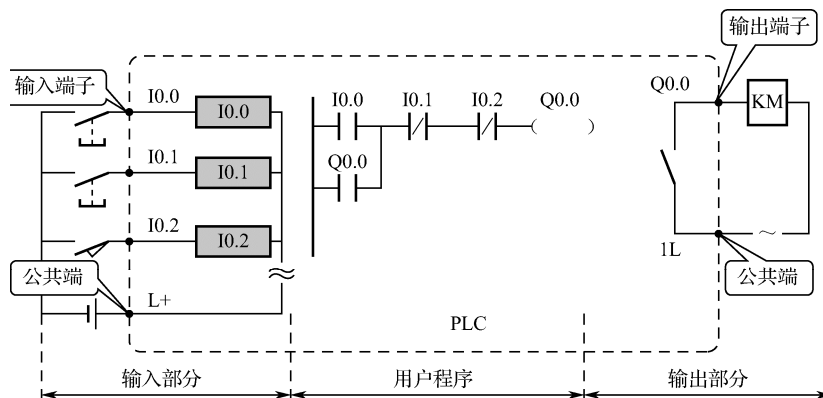


图 1-1-9 异步电动机启—保—停 PLC 控制等效电路图



PLC 的工作流程即扫描过程主要有“输入采样”、“执行用户程序”和“输出刷新”三个阶段。这三个阶段是 PLC 工作过程的中心内容，理解透 PLC 工作过程的这三个阶段是学习好 PLC 的基础。下面就详细分析这三个阶段：

1. 输入采样扫描阶段（输入部分）

在 PLC 的存储器中，设置了一片区域来存放输入信号和输出信号的状态，分别称为输入过程映像寄存器和输出过程映像寄存器。CPU 以字节（8 位）为单位来读写输入/输出过程映像寄存器。

这是第一个集中批处理过程，在这个阶段，PLC 首先按顺序扫描所有输入端子，并将各输入状态存入对应的输入映像寄存器中。此时，输入映像存储器被刷新，在当前的扫描周期内，用户程序依据的输入信号的状态（ON 或 OFF），均从输入映像寄存器中去读取，而不管此时外部输入信号的状态是否变化。在此程序执行阶段和接下来的输出刷新阶段，输入映像寄存器与外界隔离，即使此时外部输入信号的状态发生变化，也只能在下一个扫描周期的输入采样阶段去读取。一般来说，输入信号的宽度要大于一个扫描周期，否则很可能造成信号的丢失。如当 SB1 按钮按下后，外部输入信号 I0.0 为 ON 状态（1 状态），输入映像寄存器中的位寄存器 I0.0 中的结果为 1。

2. 执行用户程序的扫描阶段（用户程序）

PLC 的用户程序由若干条指令组成，指令在存储器中按照顺序排列。在 RUN 工作模式的程序执行阶段，在没有跳转指令时，CPU 从第一条指令开始，逐条顺序地执行用户程序。在执行指令时，从 I/O 映像寄存器或别的位元件的映像寄存器读取其 ON/OFF 状态，并根据指令的要求执行相应的逻辑运算，运算的结果写入到相应的映像寄存器中。因此，除了输入过程映像寄存器属于只读的之外，各映像寄存器的内容随着程序的执行而变化。

这是第二个集中批处理过程，在此阶段 PLC 的工作过程是这样的：CPU 对用户程序按顺序进行扫描，如果程序用梯形图表示，则**按先上再下，从左至右的顺序进行扫描，每扫描到一条指令，所需要的输入信息的状态就要从输入映像寄存器中去读取，而不是直接使用现场的即时输入信息。**因为第一个批处理过程（取输入信号状态）已经结束，“大门”已经关闭，现场即时信号此刻是进不来的。对于其他信息，则是从 PLC 的元件映像寄存器中读取，在这个过程顺序扫描中，每次运算的中间结果都立即写入元件映像寄存器中，这样该元素的状态马上就可以被后面将要扫描到的指令所利用，所以在编程时指令的先后位置将决定最后的输出结果。**对输出继电器的扫描结果，也不是马上用来驱动外部负载，而是将其结果写入元件映像寄存器中的输出映像寄存器中，同样该元素的状态也马上就可以被后面将要扫描到的指令所利用，待整个用户程序扫描阶段结束后，进入输出刷新扫描阶段时，成批将输出信号状态送出去。**本例 SB1 闭合时，程序运行结果使输出映像寄存器 Q0.0 写为 1。

3. 输出刷新扫描阶段（输出部分）

CPU 执行完用户程序后，将输出过程映像寄存器的 ON/OFF（如 Q0.0 的 1 状态）传送到输出模块并锁存起来，梯形图中某一输出位的线圈“得电”时，对应的输出映像寄存器为 1 状态。信号经输出模块隔离和功率放大后，继电器型输出模块中对应的硬件继电器（确实存在的物理器件）的线圈如 KM 得电，它对应的主电路中的常开触点闭合，使外部负载如工作



台通电工作。到此，一个周期扫描过程中的三个主要过程就结束了，CPU 又进入了下一个扫描周期。

这是第三个集中批处理过程，用时极短。在本周期内，用户程序全部扫描后，就已经定好了某一输出位的状态，进入这段的第一步时，信号状态已送到输出映像寄存器中，也就是说输出映像寄存器的数据取决于输出指令的执行结果。然后再把此数据推到锁存器中锁存，最后一步就是锁存器的数据再送到输出端子上去。在一个周期中锁存器中的数据是不会变的。

1.1.3 PLC 的性能指标、特点及分类

1. PLC 的性能指标

1) I/O 总点数

I/O 总点数是衡量 PLC 接入信号和可输出信号的数量。PLC 的输入/输出有开关量和模拟量两种。其中开关量用最大 I/O 点数表示，模拟量用最大 I/O 通道数表示。

2) 存储器容量

存储器容量是衡量可存储用户应用程序多少的指标，通常以字或千字为单位。约定 **16 位二进制数为一个字（即两个 8 位的字节），1024 个字为 1 千字**。PLC 中通常以字为单位来存储指令和数据，一般的逻辑操作指令每条占 1 个字，定时器、计数器、移位操作等指令占 2 个字，而数据操作指令占 2~4 个字。有些 PLC 的用户程序存储器容量用编程的步数来表示，每条语句占一步长。

3) 编程语言

编程语言是 PLC 厂家为用户设计的用于实现各种控制功能的编程工具，它有多种形式，常见的是梯形图编程语言及语句表编程语言，还有逻辑图编程语言、布尔代数编程语言等，它的功能强否主要取决于该机型指令系统的功能。一般来讲，指令的种类和数量越多，功能越强。

4) 扫描时间

扫描时间是指执行 1000 条指令所需要的时间。**一般为 10ms 左右，小型机可能大于 40ms。**

5) 内部寄存器的种类和数量

内部寄存器的种类和数量是衡量 PLC 硬件功能的一个指标。它主要用于存放变量的状态、中间结果和数据等，还提供大量的辅助寄存器如定时器/计数器、移位寄存器和状态寄存器等，以方便用户编程使用。

6) 通信能力

通信能力是指 PLC 与 PLC、PLC 与计算机之间的数据传送及交换能力，它是工厂自动化的必备基础。目前生产的可编程序控制器不论是小型机还是中大型机，都配有一至两个，甚至多个通信端口。

7) 智能模块

智能模块是指具有自己的 CPU 和系统的模块。它作为 PLC 中央处理单元的下位机，不参与 PLC 的循环处理过程，但接受 PLC 的指挥，可独立完成某些特殊的操作。如常见的位置控制模块、温度控制模块、PID 控制模块和模糊控制模块等。

2. PLC 的特点

PLC 是一种工业控制系统，在结构、性能、功能及编程手段等方面有独到的特点。



在构成上,具有模块结构特点。其基本的控制输入、输出和特殊功能处理模块等均可按积木式组合,有利于维护,并且使功能扩充很方便。其体积小,重量轻,结构紧凑,便于安装。

在性能上,可靠性高。PLC 的平均无故障时间一般可达 3~5 万小时,通过良好的整机结构设计、元器件选择、抗干扰技术的使用、先进电源技术的采用,以及监控、故障诊断、冗余等技术的采用,同时配以严格的制造工艺,使 PLC 在工业环境中能够可靠地工作。

在功能上,可进行开关逻辑控制、闭环过程控制、位置控制、数据采集及监控、多 PLC 分布式控制等功能,适用于机械、冶金、化工、轻工、服务和汽车等行业的工程领域,通用性强。

在编程手段上,直观、简单、方便,易于各行业工程技术人员掌握。编程语言可有多种形式,可针对不同的应用场合,供不同的开发和应用人员选择使用。其中最常用的是从继电器原理图引申出来的梯形图语言。另一种是顺序功能图语言,特别适合于描述顺序控制问题。第三种是模仿过程流程的功能块语言。每种语言都适合一定的应用领域。语言编辑及编译处理由 PLC 专用编程器或基于通用个人计算机的 PC 编程系统完成。编程语言的多样化使 PLC 的使用更方便。

3. PLC 的分类

1) 根据其外形和安装结构分类

(1) 单元式结构(整体式)。单元式结构的特点是结构非常紧凑。它把 PLC 的 3 大组成部分都装在一个金属或塑料外壳之中,即将所有的电路都装入一个模块内,构成一个整体。这样,体积小,成本低,安装方便。为了达到输入/输出点数灵活配置及易于扩展的目的,某一系列的产品通常都由不同点数的基本单元和扩展单元构成。其中的某些单元为全输入或全输出型。单元的品种越丰富,其配置就越灵活。西门子的 S7-200 系列 PLC、三菱的 F1、F2 系列 PLC、欧姆龙的 CPM1A、CPM2A 系列 PLC 就属于这种形式。它们都属于小型可编程序控制器。必须指出,小型可编程序控制器结构的最新发展也开始吸收模块式结构的特点。各种不同点数的可编程序控制器都做成同宽、同高、不同长度的模块,几个模块装起来后就成了一个整齐的长方体结构。

单元式的可编程序控制器可以直接装入机床或电控柜中。现在,可编程序控制器还有许多专用的特殊功能单元。在小型可编程序控制器中,也可以根据需要配置各种特殊功能单元。例如,西门子 S7-200 系列产品就可配置热电阻、热电偶、模拟量输入/输出模块等。三菱 F1、F2 系列产品就可配置模拟量 I/O 单元、高速计数单元、位置控制单元、凸轮控制单元、数据输入/输出单元等。大多数单元都是通过主单元的扩展口与可编程序控制器主机相连的。有部分特殊功能单元通过可编程序控制器的编程器接口相连接。还有的通过主机上并联的适配器接入,不影响原系统的扩展。

小型可编程序控制器主要是指输入/输出点数较少的系统,而小型系统都是采用这种单元式结构的形式。S7-200 系列 PLC 的最大输入/输出点数为 64/64 点。为了构成点数较多的系统,还可采用点对点通信方式,将两台机器连接起来,构成总点数多一倍的系统。

S7-200 系列 PLC 属于典型的单元式结构,它由基本单元、扩展单元(扩展模块)及特殊适配器等构成,仅用基本单元或将上述各种产品组合起来使用均可。不管用何种基本单元与扩展单元或扩展模块组合,均可使所控制的输入/输出点数达 128 个。

(2) 模块式结构。模块式可编程序控制器采用搭积木的方式组成系统,在一个机架上插



上 CPU、电源、I/O 模块及特殊功能模块，构成一个总 I/O 点数很多的大规模综合控制系统。这种结构形式的特点是 CPU 为独立的模块，输入、输出也是独立的模块，因此配置很灵活，可以根据不同的系统规模选用不同档次的 CPU 及各种 I/O 模块、功能模块。其模块尺寸统一、安装整齐，对于 I/O 点数很多的系统选型、安装调试、扩展、维修等都非常方便。目前大型系统多采用这种形式，如 S7-300、S7-400 系列 PLC 等。这种结构形式的可编程序控制器除了各种模块以外，还需要用机架（主机架、扩展机架）将各模块连成整体；有多块机架时，则还要用电缆将各机架连在一起。

（3）叠装式。以上两种结构各有特色。前者结构紧凑，安装方便，体积小巧，易于与机床、电控柜连成一体，但由于其点数有搭配关系，加之各单元尺寸大小不一致，因此不易安装整齐。后者点数配置灵活，又易于构成较多点数的大系统，但尺寸较大，难以与小型设备相连。为此，有些公司开发出叠装式结构的 PLC，它的结构也是各种单元、CPU 自成独立的模块，但安装不用机架，仅用电缆进行单元间连接，且各单元可以一层层地叠装。这样，既达到了配置灵活的目的，又可以做得体积小巧。

2) 按点数、功能分类

按照 I/O 点数的多少，可将 PLC 分为超小（微）、小、中、大、超大五种类型，如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 按 I/O 点数分类

分 类	超小型	小型	中型	大型	超大型
I/O 点数	64 点以下	64~128 点	128~512 点	512~8192 点	8192 点以上

按功能分类可分为低档机、中档机、高档机，如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 按功能分类

分 类	主 要 功 能	应 用 场 合
低档机	具有逻辑运算、定时、计数、移位、自诊断、监控等基本功能，有的还具备 AI/AO、数据传送、运算、通信等功能	开关量控制、顺序控制、定时/计数控制、少量模拟量控制等
中档机	除上述低档机的功能外，还有数制转换、子程序调用、通信联网功能，有的还具备中断控制、PID 回路控制等功能	过程控制、位置控制等
高档机	除上述中档机的功能外，还有较强的数据处理功能、模拟量调节、函数运算、监控、智能控制、通信联网功能等	大规模过程控制系统，构成分布式控制系统，实现全局自动化网络

1.1.4 PLC 的应用领域

PLC 的应用范围极其广阔，经过近 40 年的发展，目前 PLC 已经广泛应用于冶金、石油、化工、建材、电力、矿山、机械制造、汽车、交通运输、轻纺和环保等各行各业。几乎可以说，凡是有控制系统存在的地方就有 PLC。

1. 逻辑量控制

这是 PLC 最基本的应用领域，可用 PLC 取代传统的继电器控制系统，实现逻辑控制和顺序控制。在单机控制、多机群控和自动生产线控制方面都有很多成功的应用实例，如机床



电气控制、起重机、带运输机和包装机械的控制、注塑机的控制、电梯的控制、饮料灌装生产线、家用电器（电视机、冰箱、洗衣机等）自动装配线的控制及汽车、化工、造纸、轧钢自动生产线的控制等。

2. 模拟量控制

目前，很多 PLC 都具有模拟量处理功能，通过模拟量 I/O 模块可对温度、压力、速度、流量等连续变化的模拟量进行控制，而且编程和使用都很方便。大、中型的 PLC 还具有 PID 闭环控制功能，运用 PID 子程序或使用专用的智能 PID 模块，可以实现对模拟量的闭环过程控制。随着 PLC 规模的扩大，控制的回路已从几个增加到几十个甚至上百个，可以组成较复杂的闭环控制系统。PLC 的模拟量控制功能已广泛应用于工业生产各个行业，如自动焊机控制、锅炉运行控制、连轧机的速度和位置控制等都是典型的闭环过程控制的应用场合。

3. 运动控制

运动控制是指 PLC 对直线运动或圆周运动的控制，也称为位置控制，早期 PLC 通过开关量 I/O 模块与位置传感器和执行机构的连接来实现这一功能，现在一般都使用专用的运动控制模块来完成。目前，PLC 的运动控制功能广泛应用在金属切削机床、电梯、机器人等各种机械设备上，典型的如 PLC 和计算机数控装置（CNC）组合成一体，构成先进的数控机床。

4. 数据处理

现代 PLC 都具有不同程度的数据处理功能，能够完成数学运算（函数运算、矩阵运算和逻辑运算）、数据的移位、比较、传递及数值的转换和查表等操作，对数据进行采集、分析和处理。数据处理通常用在大、中型控制系统中，如柔性制造系统、机器人的控制系统等。

5. 通信联网

通信联网是指 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机或其他智能设备间的通信，利用 PLC 和计算机的 RS-232 或 RS-422 接口、PLC 的专用通信模块，用双绞线和同轴电缆或光缆将它们连成网络，可实现相互间的信息交换，构成“集中管理、分散控制”的多级分布式控制系统，建立工厂的自动化网络。

巩固练习

1. 填空题。

- (1) 可编程控制器主要由_____、_____、_____和_____组成。
- (2) 继电器线圈断电时，其常开触点_____，常闭触点_____。
- (3) 外部输入电路接通时，对应的输入映像寄存器为_____状态，梯形图中对应的常开触点_____，常闭触点_____。
- (4) 若梯形图中输出 Q 的线圈断电，对应的输出映像寄存器为_____状态，在修改输出阶段后，继电器型输出模块中对应的硬件的线圈_____，其常开触点_____，常闭触点_____，外部负载_____。

2. 什么是可编程序控制器？它有哪些主要特点？



3. 简述 PLC 的发展过程。
4. 简述 PLC 的组成。
5. 简述 PLC 的工作原理。
6. 在一个扫描周期中，如果在程序执行期间输入状态发生变化，则输入映像寄存器的状态是否也随之改变？为什么？
7. PLC 的控制功能可从哪几方面进行描述？
8. PLC 如何分类？
9. PLC 主要有哪些性能指标及特点？

任务 1.2 认识西门子 S7 家族产品

德国的西门子公司是欧洲最大的电子和电气设备制造商，生产的 SIMATIC 可程序控制器在欧洲处于领先地位。最新的 SIMATIC 产品为 SIMATIC S7、M7 和 C7 等几大系列。SIMATIC S7 系列产品分为通用逻辑模块(LOGO!)、微型 PLC(S7-200 系列)、中等性能系列 PLC(S7-300 系列) 和 高性能系列 PLC(S7-400 系列) 4 个产品系列，近几年，西门子公司推出了 S7-1200/1500，从产品性能上看，S7-1200 相当于高端 S7-200 和低端 S7-300，S7-1500 相当于中高端的 S7-300、S7-400。西门子 S7 家族产品价格与 CPU 性能趋势（PLC 的 I/O 点数、运算速度、存储容量及网络功能）如图 1-2-1 所示。

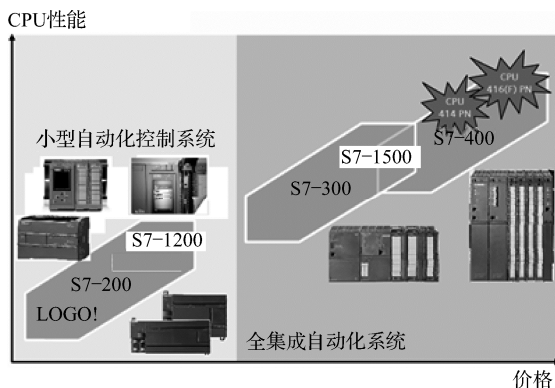


图 1-2-1 西门子 S7 家族产品价格与 CPU 性能趋势

1.2.1 LOGO!简介

LOGO!是西门子公司研制的通用逻辑模块，如图 1-2-2 所示。

LOGO!集成有：控制功能；带背景光的操作和显示面板；电源；用于扩展模块的接口；用于程序模块（插卡）的接口和 PC 电缆；预组态的标准功能，例如接通/断开延时继电器、脉冲继电器和软键；定时器；数字量和模拟量标志；数字量/模拟量输入和输出，取决于设备的类型。还提供无操作面板和显示单元的特殊型号，可用于小型机械设备、电气装置、控制柜及安装工程等一系列应用。

LOGO!能做什么？一般来说可在家庭和安装工程中使用（例如用于楼梯照明、室外照明、遮阳篷、百叶窗、商店橱窗照明等），亦可在开关柜和机电设备中使用（例如门控制系统、空



调系统或雨水泵等)。LOGO!还能用于暖房或温室等专用控制系统,用于控制操作信号,以及通过连接一个通信模块(如 AS-i)用于机器或过程的分布式就地控制。



图 1-2-2 LOGO!外形图

目前的 LOGO!基本型有 2 个电压等级:

- (1) 等级 1 ($\leq 24V$): 例如 12V DC, 24V DC, 24V AC;
- (2) 等级 2 ($> 24V$): 例如 115~240V AC/DC。

类型也只有两种:

- (1) 带显示: 8 个输入和 4 个输出;
- (2) 无显示 (“LOGO! Pure”): 8 个输入和 4 个输出。

LOGO!使用的是“Soft Comfort 轻松软件”,可以用来完成所有的工作,生成并且测试控制程序,模拟所有的功能,一般配有文献手册。LOGO!操作简单易懂,只需要在 PC 之中进行拖和拽。

1.2.2 S7-200 简介

从 CPU 模块的功能来看, SIMATIC S7-200 系列微型 PLC 发展至今大致经历了两代。第一代产品(21 版),其 CPU 模块为 CPU 21X,主机都可进行扩展;第二代产品(22 版),其 CPU 模块为 CPU 22X,是在 21 世纪初投放市场的,速度快,具有较强的通信能力。如图 1-2-3 所示为 SIMATIC S7-200 系列 PLC 外部实物图。

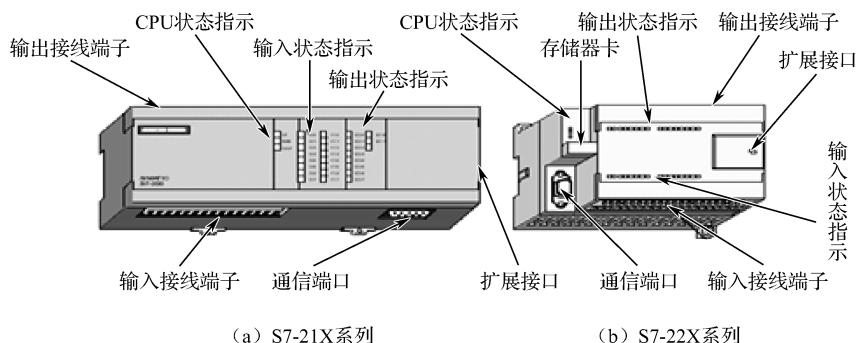


图 1-2-3 SIMATIC S7-200 系列 PLC 外部实物图

SIMATIC S7-200(以下简称 S7-200)系列 PLC 适用于各行各业,各种场合中的检测、监测及控制的自动化。在集散自动化系统中充分发挥其强大功能。使用范围可覆盖从替代继电器的简单控制到更复杂的自动化控制。应用领域极为广泛,覆盖所有与自动检测、自动化控



制有关的工业及民用领域，包括各种机床、机械、电力设施、民用设施、环境保护设备等。如冲压机床、磨床、印刷机械、橡胶化工机械、中央空调、电梯控制、运动系统。

S7-200 系列一体化小型机的优点如下：极高的可靠性，丰富的指令集，易于掌握便捷的操作，丰富的内置集成功能，实时特性，比较强的通信能力，丰富的扩展模块等。

S7-200 系列 PLC 可提供 5 个不同的基本型号的 8 种 CPU 可供使用。S7-200 CPU 的技术指标如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 S7-200 CPU 的技术指标

特 性	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
本机 I/O:					
● 数字量	6 入/4 出	8 入/6 出	14 入/10 出	14 入/10 出	24 入/16 出
● 模拟量	—	—	—	2 入/1 出	—
最大扩展模块数量	0 个模块	2 个模块	7 个模块	7 个模块	7 个模块
数据存储区	2048 字节	2048 字节	8192 字节	10240 字节	10240 字节
掉电保持时间	50 小时	50 小时	100 小时	100 小时	100 小时
程序存储器:					
● 可在运行模式下编辑	4096 字节	4096 字节	8192 字节	12288 字节	16384 字节
● 不可在运行模式下编辑	4096 字节	4096 字节	12288 字节	16384 字节	24576 字节
高速计数器:					
● 单相	4 路 30kHz	4 路 30kHz	6 路 30kHz	4 路 30kHz 2 路 200kHz	6 路 30kHz
● 双相	2 路 20kHz	2 路 20kHz	4 路 20kHz	3 路 20kHz 1 路 100kHz	4 路 20kHz
脉冲输出 (DC)	2 路 20kHz	2 路 20kHz	2 路 20kHz	2 路 100kHz	2 路 20kHz
模拟电位器	1	1	2	2	2
实时时钟	配时钟卡	配时钟卡	内置	内置	内置
通信口	1×RS-485	1×RS-485	1×RS-485	2×RS-485	2×RS-485
浮点数运算	有	有	有	有	有
I/O 映像区	256 128 入/128 出	256 128 入/128 出	256 128 入/128 出	256 128 入/128 出	256 128 入/128 出
布尔指令执行速度	0.22μs/指令	0.22μs/指令	0.22μs/指令	0.22μs/指令	0.22μs/指令
外形尺寸 (mm)	90×80×62	90×80×62	120.5×80×62	140×80×62	190×80×62

S7-200 系列 PLC 的数据存储区划分比较细，按存储器存储数据的长短可划分为字节存储器、字存储器和双字存储器 3 类。字节存储器有 7 个，分别是输入映像寄存器 I、输出映像寄存器 Q、变量存储器 V、内部位存储器 M、特殊存储器 SM、顺序控制状态寄存器 S 和局部变量存储器 L；字存储器有 4 个，分别是定时器 T、计数器 C、模拟量输入寄存器 AI 和模拟量输出寄存器 AQ；双字存储器有 2 个，分别是累加器 AC 和高速计数器 HC。其寻址范围如表 1-2-2 所示。



表 1-2-2 S7-200 系列 PLC 存储器寻址范围

技术 规 范	CPU 222 CN	CPU 224 CN	CPU 224XP CN	CPU 226 CN
用户程序大小:				
●带运行模式下	4KB	8KB	12KB	16KB
●不带运行模式下	4KB	12KB	16KB	24KB
用户数据大小	2KB	8KB	10KB	10KB
输入过程映像寄存器	I0.0~I15.7	I0.0~I15.7	I0.0~I15.7	I0.0~I15.7
输出过程映像寄存器	Q0.0~Q15.7	Q0.0~Q15.7	Q0.0~Q15.7	Q0.0~Q15.7
模拟量输入（只读）	AIW0~AIW30	AIW0~AIW62	AIW0~AIW62	AIW0~AIW62
模拟量输出（只写）	AQW0~AQW30	AQW0~AQW62	AQW0~AQW62	AQW0~AQW62
变量存储器（V）	VB0~VB2047	VB0~VB8191	VB0~VB10239	VB0~VB10239
局部存储器（L）	LB0~LB63	LB0~LB63	LB0~LB63	LB0~LB63
位存储器（M）	M0.0~M31.7	M0.0~M31.7	M0.0~M31.7	M0.0~M31.7
特殊存储器（SM）	SM0.0~SM299.7	SM0.0~SM549.7	SM0.0~SM549.7	SM0.0~SM549.7
只读	SM0.0~SM29.7	SM0.0~SM29.7	SM0.0~SM29.7	SM0.0~SM29.7
定时器	T0~T255	T0~T255	T0~T255	T0~T255
计数器	C0~C255	C0~C255	C0~C255	C0~C255
高速计数器	HC0~HC5	HC0~HC5	HC0~HC5	HC0~HC5
累加寄存器	AC0~AC3	AC0~AC3	AC0~AC3	AC0~AC3
顺序控制继电器（S）	S0.0~S31.7	S0.0~S31.7	S0.0~S31.7	S0.0~S31.7

STEP 7-Micro/WIN 编程软件为 S7-200 PLC 用户开发、编辑和监控自己的应用程序提供了良好的编程环境，其使用两个系列号的编程软件，如表 1-2-3 所示。

表 1-2-3 S7-200 PLC 选型型号对应的编程软件

系列号	类 别	产 品 图 片	描 述	选 型 型 号
810	S7-200 系列 PLC 编程软件 STEP 7-Micro/WIN V3.2	 软件桌面标识	用于 S7-200 PLC 程序的编程组态 版本: V3.2 操作系统环境: Windows NT/2000/XP	6ES7 810-2BC02-0YX0
810	S7-200 系列 PLC 编程软件 STEP 7-Micro/WIN V4.0	 软件桌面标识	用于 S7-200 PLC 程序的编程组态 版本: V4.0 操作系统环境: Windows NT/2000/XP	6ES7 810-2CC03-0YX0

1.2.3 S7-1200 简介

SIMATIC S7-1200 是西门子公司在 2009 年 5 月正式推出的一款新产品，经过近几年的推广，市场使用情况良好，目前是西门子女公司的主推产品之一。其外形如图 1-2-4 所示。



(a) 1212C



(b) 1215C

图 1-2-4 SIMATIC S7-1200 外形图

SIMATIC S7-1200 控制器具有模块化、结构紧凑、功能全面等特点, 适用于多种应用, 能够保障现有投资的长期安全。由于该控制器具有可扩展的灵活设计, 符合工业通信最高标准的通信接口, 以及全面的集成工艺功能, 因此它可以作为一个组件集成在完整的综合自动化解决方案中。

其优点如下:

1) 可扩展性强、灵活度高的设计

信号模块: 最大的 CPU 最多可连接八个信号模块, 以便支持其他数字量和模拟量 I/O。

信号板: 可将一个信号板连接至所有的 CPU, 通过在控制器上添加数字量或模拟量 I/O 来自定义 CPU, 同时不影响其实际大小。

内存: 为用户程序和用户数据之间的浮动边界提供多达 50KB 的集成工作内存。同时提供多达 2MB 的集成加载内存和 2KB 的集成记忆内存。可选的 SIMATIC 存储卡可轻松转移程序供多个 CPU 使用。该存储卡也可用于存储其他文件或更新控制器系统固件。

2) 集成 PROFINET 接口

集成的 PROFINET 接口用于进行编程以及 HMI 和 PLC-to-PLC 通信。另外, 该接口支持使用开放以太网协议的第三方设备。该接口具有自动纠错功能的 RJ-45 连接器, 并提供 10/100Mb/s 的数据传输速率。它支持多达 16 个以太网连接以及以下协议: TCP/IP native、ISO on TCP 和 S7 通信。

3) SIMATIC S7-1200 集成技术

SIMATIC S7-1200 具有进行计算和测量、闭环回路控制和运动控制的集成技术, 是一个功能非常强大的系统, 可以实现多种类型的自动化任务。

用于速度、位置或占空比控制的高速输出: 控制器集成了两个高速输出, 可用作脉冲序列输出或调谐脉冲宽度的输出。

PLC open 运动功能块: 支持控制步进马达和伺服驱动器的开环回路速度和位置。

驱动调试控制面板: 工程组态 SIMATIC STEP 7 Basic 中随附的驱动调试控制面板, 简化了步进马达和伺服驱动器的启动和调试操作。它提供了单个运动轴的自动控制和手动控制, 以及在线诊断信息。

用于闭环回路控制的 PID 功能: 最多可支持 16 个 PID 控制回路, 用于简单的过程控制应用。

SIMATIC S7-1200 (以下简称 S7-1200) 使用的编程软件博途 TIA V13 SP1 开始提供对硬



件版本 4.0 以上的 S7-1200 系列的支持，但是支持的仿真器需要另外安装 PLCSIM V13 SP1 才可以进行仿真。

1.2.4 S7-300/400 简介

SIMATIC S7-300/400 PLC（以下简称 **S7-300/400**）是西门子公司的大中型机，产品性能稳定，网络通信功能强大，程序简单，性价比高。目前广泛应用于工业自动化控制领域。

S7-300 是 SIMATIC 控制器中销售量最多的产品，其模块化结构、易于实现分布式的配置以及性价比高、电磁兼容性强、抗振动冲击性能好，已成功地应用于范围广泛的自动化领域。用于稍大系统，可实现复杂的工艺控制，如 PID、脉宽调制等。

S7-400 是用于中、高档性能范围的可程序控制器。S7-400 PLC 的主要特色为：极高的处理速度、强大的通信性能和卓越的 CPU 资源裕量。它是功能强大的 PLC，适用于中高性能控制领域，优点如下：解决方案满足最复杂的任务要求；功能分级的 CPU 以及种类齐全的模板；总能为其自动化任务找到最佳的解决方案；实现分布式系统和扩展通信能力都很简便，组成系统灵活自如；用户友好性强，操作简单，免风扇设计；随着应用的扩大，系统扩展无任何问题。

S7-300/400 可使用 STEP 7 V5.5 SP2 来编程，用 PLCSIM V5.4 SP5 来实现仿真。同时也可用博途 V13 SP1 及以上版本来实现编程与仿真。

1.2.5 S7-1500 简介

SIMATIC S7-1500 是 2013 年 3 月正式在中国推出的新一代 PLC，该系列专为中高端设备和工厂自动化设计。新一代控制器以高性能、高效率的优势脱颖而出，除了卓越的系统性能外，该控制器还能集成一系列功能，包括运动控制、工业信息安全，以及可实现便捷安全应用的故障安全功能。其高效尤其体现在创新的设计使调试和安全操作简单便捷，而集成于博途 TIA 的诊断功能通过简单配置即可实现对设备运行状态的诊断，简化工程组态，并降低项目成本。SIMATIC S7-1500 外形如图 1-2-5 所示。



图 1-2-5 SIMATIC S7-1500 外形图

新一代 SIMATIC S7-1500（以下简称 S7-1500）控制器目前包括三种型号的 CPU，分别是 1511、1513 和 1516，这三种型号适用于中端性能的应用。每种型号也都将推出 F 型产品（故障安全型），以提供安全应用，并根据端口数量、位处理速度、显示屏规格和数据内存等性能特点分成不同等级。根据不同自动化任务的需要，每个 CPU 最多可添加 32 个扩展模块，例如，通信和工艺模块或输入/输出模块，与 SIMATIC ET 200MP 架构相同。它的主要优势如下：