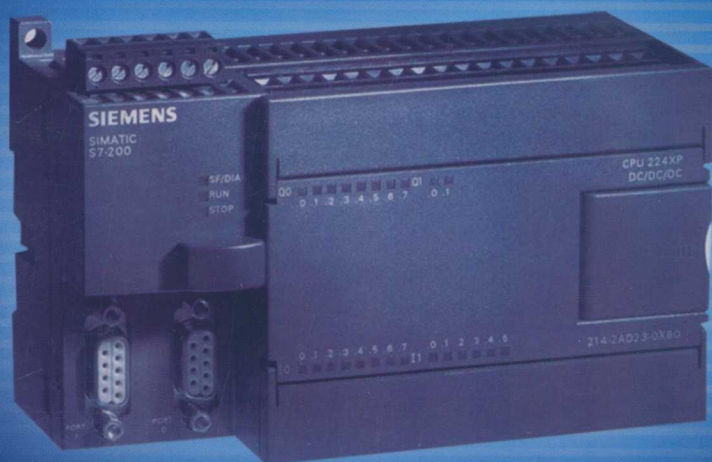


XIMENZI S7-200 PLC
BIANCHENG CONGRUMEN DAOJINGTONG

西门子S7-200 PLC 编程从入门到精通

赵江稳 编著



71.61

9806



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

XIMENZI S7-200 PLC
BIANCHENG CONGRUMEN DAOJINGTONG

西门子S7-200 PLC 编程从入门到精通

赵江稳 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书主要针对西门子小型 PLC，介绍了可编程控制器基础、S7-200 PLC 的硬件组成及选用基础、STEP7-Micro/WIN 编程软件、S7-200 PLC 的指令系统、S7-200 PLC 系统设计、S7-200 PLC 应用设计、S7-200 PLC 的通信及网络和 S7-200 PLC 与人机交互等。

本书内容实用、重点突出、注重实践、结合大量工程实例进行讲解。本书可作为高职高专院校电气自动化、机电一体化技术等专业的教材，也可供从事 PLC 应用系统设计、调试和维护的工程技术人员自学使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 S7-200 PLC 编程从入门到精通 / 赵江稳编著. 北京: 中国电力出版社, 2013.9

ISBN 978-7-5123-4702-1

I. ①西… II. ①赵… III. ①plc 技术—程序设计
IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 158278 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 9 月第一版 2013 年 9 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.125 印张 263 千字
印数 0001—3000 册 定价 28.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



目 录

前言

第 1 章 可编程控制器基础	1
1.1 可编程控制器概述	1
1.2 可编程控制器的组成	10
1.3 可编程控制器的工作原理	17
1.4 可编程控制器的软件基础	20
思考题	24
第 2 章 S7-200 PLC 的硬件组成及选用基础	25
2.1 S7-200 PLC 的基本组成	25
2.2 S7-200 PLC 的输入、输出扩展模块	30
2.3 S7-200 PLC 系统硬件的选用	32
思考题	34
第 3 章 STEP 7-Micro/WIN 编程软件	35
3.1 软件的简介	35
3.2 软件的安装	36
3.3 硬件连接	37
3.4 开发环境介绍	37
3.5 编程软件的使用	47
思考题	55
第 4 章 S7-200 PLC 的指令系统	56
4.1 S7-200 PLC 的工作方式	56
4.2 S7-200 PLC 的寻址方式及内部数据存储区	59
4.3 S7-200 PLC 的编程元件	62
4.4 S7-200 PLC 的寻址方式	70
4.5 S7-200 PLC 的基本指令	71

思考题	88
第 5 章 S7-200 PLC 系统设计	89
5.1 PLC 控制系统总体设计	89
5.2 三相异步电动机的Y- Δ 启动实例	96
思考题	99
第 6 章 S7-200 PLC 应用设计	100
6.1 三路抢答器的 PLC 设计	100
6.2 交通信号灯的 PLC 控制	101
6.3 电子密码锁控制可编程控制器系统	103
6.4 霓虹灯显示控制系统	105
6.5 液体混合装置 PLC 控制系统	108
思考题	112
第 7 章 S7-200 PLC 的通信及网络	113
7.1 S7-200PLC 通信概述	113
7.2 通信方式	124
7.3 通信实例	135
思考题	142
第 8 章 S7-200 PLC 与人机交互	143
8.1 人机交互简介	143
8.2 西门子人机交互概述	143
8.3 TD 200 基本配置	145
8.4 基于 S7-200 及西门子人机交互触摸屏的温度控制设计	162
思考题	169
附录 特殊寄存器 (SM) 标志位	170
参考文献	172



第 1 章

可编程控制器基础

1.1 可编程控制器概述

可编程控制器 (Programmable Controller, PC), 又称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC), 本书中在不引起误解的情况下简称为 PLC。它是以微处理器为核心、融合大规模集成电路技术、自动控制技术、计算机技术、通信技术为一体的新型工业自动化电子系统装置。近些年来, 在国内得到迅速推广、普及, 已经被广泛应用于生产机械和生产过程的自动控制领域, 已经改变并且正在继续改变着工厂自动控制的面貌, 对传统的技术改造、发展新型工业具有重大意义。

由于 PLC 一直在发展中, 因此人们对于它的认识也在不断发展中。国际电工委员会 (IEC) 曾先后于 1982 年 11 月、1985 年 1 月和 1987 年 2 月发布了可编程控制器标准草案的第一、二和第三稿。在第三稿中, 对可编程控制器作了如下定义: “可编程控制器是一种数字运算操作电子系统, 专为在工业环境下应用而设计。它采用了可编程的存储器, 用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令, 并通过数字式和模拟式的输入和输出, 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围设备, 都应按易于与工业控制系统形成一个整体、易于扩充其功能的原理来设计”。

1.1.1 可编程控制器的产生和发展

20 世纪 60 年代计算机技术已开始应用于工业控制。但由于当时计算机技术本身的复杂性, 编程难度高、难以适应恶劣的工业环境以及价格昂贵等原因, 未能在工业控制中得到广泛应用。因此当时的工业控制主要还是以继电-接触器为主。另一方面在制造业和生产过程等环节中, 除了以模拟量为被控对象的系统外还存在着大量的以开关量为主的逻辑顺序控制, 这一点在以改变几何形状和机械特性为特征的

制造加工业尤为明显。这种控制系统要求按照逻辑条件和一定的顺序、时序产生控制动作，并能够对来自现场大量的开关量、脉冲量、计时、计数以及模拟量的越限报警等数字信号进行监控。因此早期的工业中仍然大量使用这种体积大、功耗大、升级改造成本高、可靠性低、不易维护的继电器电路。

1968 年，美国最大的汽车制造商——通用汽车制造公司（GM），为适应汽车型号的不断翻新，试图寻找一种新型的工业控制器，以尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统的硬件及接线、减少时间，降低成本。因而设想把计算机的完备功能、灵活及通用等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格低廉等优点结合起来，制成一种适合于工业环境的通用控制装置，并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化，用“面向控制过程，面向对象”的“自然语言”进行编程，使不熟悉计算机的人也能方便地使用。即：硬件要减少并且尽可能少调整；软件要灵活、简单。针对上述设想，通用汽车公司提出了这种新型控制器所必须具备的十大条件，即“GM10 条”，并以此公开在社会上招标。

- 1——编程简单，可在现场修改程序。
- 2——维护方便，最好是插件式。
- 3——可靠性高于继电器控制柜。
- 4——体积小于继电器控制柜。
- 5——可将数据直接送入管理计算机。
- 6——在成本上可与继电器控制柜竞争。
- 7——输入可以是交流 115V。
- 8——输出可以是交流 115V，2A 以上，可直接驱动电磁阀、接触器等。
- 9——在扩展时，原有系统只需很小变更。
- 10——用户程序存储器容量至少能扩展到 4KB。

1969 年，美国数字设备公司（DEC）根据这 10 项条件研制成功世界上第一台 PLC PDP-14，并在通用汽车公司的自动装配线上试用成功，从而开创了工业控制的新局面。它的开创性意义在于引入了程序控制功能，为计算机技术在工业控制领域的应用开辟了新的空间。

此时的 PLC 还主要是为了取代继电器控制线路，完成存储程序指令、完成顺序控制（执行逻辑判断、计时、计数等）等功能而设计的。其基本设计思想是把计算机功能完善、灵活、通用等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格低廉等优点结合起来。其硬件是标准的、通用的。根据实际应用对象，将控制内容写

入控制器的用户程序内，控制器和被控对象连接也很方便。

接着，美国莫迪康（MODICON）公司也开发出可编程控制器 084。

1971 年，日本从美国引进了这项新技术，很快研制出了日本第一台可编程控制器 DSC-8。1973 年，西欧国家也研制出了欧洲的第一台可编程序控制器。我国从 1974 年开始研制，1977 年开始工业应用。

PLC 自问世以来，经过 40 多年的发展，在美、德、日等工业发达国家已成为重要的产业之一。世界总销售额不断上升，生产厂家不断涌现，品种、产值大幅度上升，而价格则不断下降。目前，世界上有 200 多个 PLC 生产厂家。美国是 PLC 生产大国，著名的有罗克韦尔自动化（AB）、通用电气（GE）、莫迪康（MODICON）、德州仪器（TI）、西屋（Westinghouse）等公司。其中 AB 公司是美国最大的 PLC 制造商，其产品约占美国 PLC 市场的一半。

德国西门子（SIEMENS）、AEG 公司，法国的 TE、施耐德（Schneider）公司是欧洲著名的 PLC 制造商。

日本三菱（Mitsubish）、欧姆龙（OMRON）、松下电工（Panasonic）、富士电机（FHC）、日立（HITACHI）、东芝（Toshiba）等公司和韩国的三星（SAMSUNG）、LG 等公司是亚洲著名的 PLC 制造商。

我国的 PLC 产品的研制和生产经历了 3 个阶段：

1973~1979 年——顺序控制器。

1979~1985 年——1 位处理器为主的工业控制器。

1985 年以后——8 位微处理器为主的可编程序控制器。

现在的 PLC 生产和相关应用都已经如火如荼。

一方面大规模和超大规模集成电路的飞速发展、微处理器性能和其他相关技术的不断提高为 PLC 的发展奠定了良好的基础。进入 20 世纪 70 年代，随着微电子技术的发展，PLC 采用了通用微处理器，这种控制器就不再局限于当初的逻辑运算了，还同时具有数据处理、调节和数据通信功能。至 20 世纪 80 年代，随着大规模和超大规模集成电路等微电子技术的发展，以 16 位和 32 位微处理器构成的 PLC 得到了惊人的发展。微处理器执行速度达到微秒级，从而极大提高了 PLC 的数据处理能力，高档的 PLC 可以进行复杂的浮点数运算，并增加了许多特殊功能。例如，高速计数、脉宽调制、位置控制、闭环控制等。PLC 的程序存储容量大大扩充，多以 MB 为单位。使 PLC 在概念、设计、性能、价格以及应用等方面都有了新的突破，不仅控制功能增强，功耗和体积减小，成本下降，可靠性提高，编程和故障检测也更为灵活

方便,从而在以模拟量为主的过程控制领域也占有了一席之地。随着远程输入/输出和通信网络、数据处理以及图像显示的发展,PLC向用于连续生产过程控制的方向发展,在一定程度上具备了组建集散控制系统(Distributed Control Systems, DCS)、现场总线控制系统(Fieldbus Control System, FCS)的能力,成为实现工业自动化的一大支柱。另一方面企业要提高生产效率、提高生产水平、节约成本,对于高性能、高可靠性的控制器有了更高的需求。

第三个原因是由于PLC生产厂家的竞争。

在组成结构上,PLC有一体化和模块化结构两种模式。一体化结构的PLC追求功能的完善、性能的提高。而模块化结构的PLC则利用单一功能的各种模块组织成一台完整的PLC,用户在设计PLC系统时拥有极大的灵活性,同时有利于系统的维护、升级改造,使系统的扩展功能大大增强。

在控制规模上,PLC朝着小型化和大型化两个方向发展。小型PLC由整体结构向小型模块化结构发展,使配置更加灵活,体积减小、成本下降、功能齐全、性能提高。小型化的主要目标是为了替换目前还在使用的小规模继电器系统以及需要采用逻辑控制的小型应用。它的特点是安装方便、可靠性高、开发和改造周期短。为了市场需要已开发了各种简易、经济的超小型微型PLC,最小配置的输入/输出点数为8~16点,以适应单机及小型自动控制的需要。

大型PLC是基于满足大规模、高性能控制系统的要求而设计的。在规模上可带的输入/输出点数达到数千乃至上万个。高性能主要体现在以下两点。

(1) 网络化。现代企业面临着网络化日新月异的发展,PLC技术的生产控制功能和网络技术的应用可以融合在一起。

(2) 发展智能模块。每个模块都以微处理器为核心,完成专一功能,大量节省了CPU的时间和资源。对于提高用户程序的扫描速度和完成特殊控制要求非常有利,如通信模块、高速计数模块、过程控制模块、伺服控制模块等。

1.1.2 可编程控制器的特点

PLC是基于工业控制的需要而产生的,因此具有面向工业控制领域的鲜明特点。

(1) 可靠性高,抗干扰能力强。各PLC的生产厂商采取了多种措施,使PLC除了本身具有较强的自诊断能力,能及时给出出错信息,停止运行等待修复外,还使PLC具有了很强的抗干扰能力。



PLC 采用了大规模集成电路 (Large-Scale Integration, LSI) 芯片, 组成 LSI 的电子组件和半导体电路都由半导体电路组成。以这些电路充当的“软继电器”等电子开关都是无触点的, 最大限度取代传统继电器电路中的硬件线路, 大量减少机械触点和连线的数量。为了保证 PLC 能在恶劣的工业环境下可靠的工作, 在其设计和制造过程中采取了一系列硬件和软件方面的抗干扰措施。如果出现了偶发性故障, 只要不引起系统部件的损坏, 一旦环境条件恢复正常, 系统也随之恢复正常。但对 PLC 而言, 受外界影响后, 内部存储的信息可能被破坏。如果能使 PLC 在恶劣环境中不受影响或能把影响的后果限制在最小范围, 在恶劣条件消失后自动恢复正常, 这样就能提高平均无故障运行时间 (又称平均故障间隔时间, Mean Time Between Failures, MTBF)。如果能在 PLC 上增加一些诊断措施和适当的保护手段, 在永久性故障出现时, 能很快查出故障发生点, 并将故障限制在局部, 就能降低 PLC 的平均故障修复时间 (Mean Time To Repair, MTTR)。

硬件方面, 首先对元器件进行了严格的筛选。其次对电源变压器、中央处理器、编程器等主要部件, 采用导电、导磁良好的材料进行屏蔽, 以防外界干扰。再者对供电系统及输入线路采用多种形式的滤波, 如 LC 或 π 型滤波网络, 以消除或抑制高频干扰, 也削弱了各种模块之间的相互影响。此外对微处理器这个核心部件所需的 +5V 电源, 采用多级滤波, 并用集成电压调整器进行调整, 以适应交流电网的波动和过电压、欠电压的影响。同时在微处理器与输入/输出电路之间, 采用光电隔离措施, 有效地隔离输入/输出接口与中央处理器之间电的联系, 减少故障和误动作; 各输入/输出接口之间也彼此隔离。最后采用故障情况下短时修复技术的模块式结构。一旦查出某一模块出现故障, 能迅速更换, 使系统恢复正常工作, 同时也有助于加快查找故障原因。

软件方面有极强的自检及保护功能。软件定期地检测外界环境, 如掉电、欠电压、锂电池电压过低及强干扰信号等, 以便及时进行处理。当偶发性故障条件出现时, 不破坏 PLC 内部的信息。一旦故障条件消失, 就可恢复正常, 继续原来的程序工作。所以, PLC 在检测到故障条件时, 立即把现状态存入存储器, 软件配合对存储器进行封闭, 禁止对存储器的任何操作, 以防存储信息被冲掉。如果程序每循环执行时间超过了看门狗 (Watch Dog Timer, WDT) 规定的时间, 预示程序进入了死循环, 立即报警。运行中一旦程序有错, 立即报警, 并停止执行。停电后, 利用后备电池供电, 有关状态及信息就不会丢失。

PLC 的出厂试验项目中, 有一项就是抗干扰试验。它要求能承受幅值为 1000V、

上升时间 1ns、脉冲宽度为 1 μ s 的干扰脉冲。一般平均故障间隔时间可达几十万到上千万小时；整机的平均故障间隔时间可高达 3 万~5 万小时，甚至更长。

(2) 通用性强，使用方便。PLC 以及各种硬件装置可以组成能满足不同要求的控制系统，用户不必自己再设计和制作硬件装置。硬件确定以后，在生产工艺流程改变或生产设备更新时，不必大幅改变 PLC 的硬件设备，只需改变程序或者对外围电路局部调整就可以满足要求。因此，PLC 除应用于单机控制外，在工厂自动化中也被大量采用。另外 PLC 产品已经标准化、系列化和模块化，针对不同的控制要求、不同的控制信号，都有相应的输入/输出接口模块与工业现场器件和设备直接连接。

(3) 功能完善，适应面广。现代 PLC 不仅有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能，还具有数字和模拟量的输入/输出、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录显示等功能，既可控制一台生产机械、一条生产线，又可控制一个生产过程。

(4) 编程简单，容易掌握。目前，大多数 PLC 仍采用继电控制形式的“梯形图编程方式”，既继承了传统控制线路的清晰直观，又考虑到大多数工厂企业电气技术人员的读图习惯及编程水平，所以非常易于接受和掌握。梯形图语言的编程元件的符号和表达方式与继电器控制电路原理图相当接近。通过阅读 PLC 的用户手册或短期培训，电气技术人员很快就能学会用梯形图编制控制程序。同时还提供了功能图、语句表等编程语言和梯形图的转换工具。用户在购到所需 PLC 后，只需按说明书的提示，做少量的接线和简易的用户程序的编制工作，就可灵活方便地将 PLC 应用于生产实践。

PLC 在执行梯形图程序时，用解释程序将它翻译成汇编语言然后执行（PLC 内部增加了解释程序）。与直接执行汇编语言编写的用户程序相比，执行梯形图程序的时间要长一些，但对于大多数机电控制设备来说是微不足道的，完全可以满足控制要求。

(5) 减少了控制系统的设计及施工的工作量。由于 PLC 采用了软件来取代继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件，控制柜的设计安装接线工作量大为减少。同时，PLC 的用户程序可以在实验室模拟调试，更减少了现场的调试工作量。并且，由于 PLC 的低故障率及很强的监视功能、模块化等，使维修也极为方便。

(6) 体积小、重量轻、功耗低、维护方便。PLC 是将微电子技术应用于工业设备的产品，其结构紧凑、坚固、体积小、重量轻、功耗低，如 S7-200 CPU221 型 PLC 的外形尺寸仅为 90mm \times 80mm \times 62mm，易于装入设备内部，是实现机电一体化的理想控制设备。对于复杂的控制系统，采用 PLC 后，一般可将开关柜的体积缩小为

原来的 $1/10 \sim 1/2$ 。

1.1.3 可编程控制器的性能指标和分类

PLC 产品种类繁多，其规格和性能也各不相同，一般选取常用的主要性能指标进行介绍。对于 PLC 的分类，通常根据结构形式的不同、功能的差异和输入/输出点数的多少进行分类。

1. 主要性能指标

PLC 的性能指标较多，不同厂家产品的技术性能各不相同。通常可以用以下几种性能指标进行描述。

(1) 存储容量。PLC 的存储器包括程序存储器、用户程序存储器和数据存储器 3 部分。其中可供用户使用的是后面两个存储器，合称为用户存储器。通常用 K 字 (KW)，K 字节 (KB) 或 K 位 (Kb) 来表示 ($1K=1024$)，也有的 PLC 直接用所能存放的程序量表示。在一些文献中称 PLC 中存放程序的地址单位为“步”，一“步”占用一个地址单元，一个地址单元一般占用两个字节 (Byte，计量存储容量和传输容量的一种计量单位，一个字节等于 8 位二进制数)，如存储容量为 1000 步的 PLC，其存储容量为 2KB。一条基本指令一般为一步。功能复杂的指令，特别是功能指令，往往有若干步。

(2) 扫描速度。扫描速度是指 PLC 执行用户程序的速度，是衡量 PLC 性能的重要指标。一般以扫描 1K 字用户程序所需的时间来衡量扫描速度，通常以 ms/K 字为单位。有的文献中以执行 1000 条基本指令所需的时间来衡量。单位为 ms/千步，目前 PLC 采用的 CPU 的主频率，扫描速度比较慢的为 2.2ms/K 逻辑运算程序，60ms/K 数字运算程序；较快的为 1ms/K 逻辑运算程序，10ms/K 数字运算程序；更快的能达到 0.75ms/K 逻辑运算程序。也有以执行一步指令时间计的，如 $\mu\text{s}/\text{步}$ 。一般逻辑指令与运算指令的平均执行时间有较大的差别，因而大多场合扫描速度往往需要标明是执行哪类程序。PLC 用户手册一般给出执行各条指令所用的时间，可以通过比较各种 PLC 执行相同的操作所用的时间来衡量扫描速度的快慢。

(3) 输入/输出点数。输入/输出点数是 PLC 组成控制系统时所能接入的输入/输出信号的最大数量，表示 PLC 组成系统时可能的最大规模。需要注意的是在总的点数中往往是输入点数大于输出点数，且二者不能相互替代。

(4) 指令的功能与数量。指令功能的强弱、数量的多少也是衡量 PLC 性能的重要指标。衡量指令功能强弱可看两个方面：一是指令条数多少，二是指令中有多少

综合性指令。一条综合性指令一般就能完成一项专门操作。例如，查表、排序及 PID 功能等，相当于一个子程序。编程指令的功能越强、数量越多，PLC 的处理能力和控制能力也越强，用户编程也越简单和方便，越容易完成复杂的控制任务。

(5) 内部元件的种类与数量。在编制 PLC 程序时，需要用到大量的内部元件、寄存器来存放变量、中间结果、保持数据、定时计数、模块设置和各种标志位等信息。这些元件的种类与数量越多，表示 PLC 的存储和处理各种信息的能力越强。

(6) 编程语言。不同厂家的 PLC 编程语言不同，相互不兼容。一台机器能同时使用的编程方法多，则容易为更多的人使用。目前常见的编程语言有梯形图 (LAD)、布尔助记符 (STL)、功能模块图 (SFC)，除此之外还有菜单图、语言描述等编程语言。IEC 曾于 1994 年 5 月公布了 PLC 标准 (IEC 1131)，其中第三部分 (IEC 1131-3) 是 PLC 的编程语言标准。目前越来越多的 PLC 生产厂家提供符合 IEC 1131-3 标准的产品。

(7) 特殊功能单元。特殊功能单元种类的多少与功能的强弱是衡量 PLC 产品的一个重要指标。近年来各 PLC 厂商非常重视特殊功能单元的开发，特殊功能单元种类日益增多，如位置控制模块、通信模块等。其功能也越来越强，使 PLC 的控制功能日益扩大。

(8) 可扩展能力。PLC 的可扩展能力包括输入/输出点数的扩展、存储容量的扩展、联网功能的扩展、各种功能模块的扩展等。在选择 PLC 时，经常需要考虑 PLC 的可扩展能力。

另外，PLC 的可靠性、易操作性及经济性等性能指标也是用户在选用时需要注意的指标。

2. PLC 的分类

PLC 类型很多，可从不同的角度进行分类。

(1) 按照控制规模分。控制规模主要指控制开关量的入、出点数及控制模拟量的模入、模出，或两者兼而有之（闭路系统）的路数，但主要以开关量计。模拟量的路数可折算成开关量的点，大致一路相当于 8~16 点。PLC 大致可分为微型机、小型机、中型机、大型机及超大型机。

微型机控制点仅几十点，典型的是西门子公司 LOGO!，仅 10 点。

小型机控制点一般在 256 点以下，功能以开关量控制为主，单 CPU、8 位或 16 位处理器，用户程序存储容量在 4K 字以下，如美国通用电气公司的 GE-I 型，德国



西门子公司的 S7-200, 美国德州仪器公司的 TI100。

中型机控制点数在 256~2048 点之间, 双 CPU, 用户存储器容量 2K~8K 字, 如德国西门子公司的 S7-300、SU-5、SU-6, GE 公司的 GE-III。

大型机的控制点数一般大于 2048 点, 多 CPU, 16 位、32 位处理器, 用户存储器容量 8K~16K 字, 如西门子公司的 S7-400, 通用电气公司的 GE-IV。

超大型机: 控制点数可达万点, 以至于几万点, 如通用电气公司的 90-70 机, 其点数可达 24000 点, 另外还可有 8000 路的模拟量。再如美国莫迪康公司的 PC-E984-785 机, 其开关量具总数为 32K (32768), 模拟量有 2048 路。西门子公司的 SS-115U-CPU945, 其开关量总点数可达 8K, 另外还可有 512 路模拟量, 等等。

在实际应用中, 一般 PLC 的控制规模和其功能的强弱是相互关联的, 即 PLC 的功能越强, 其可配置的输入/输出点数越多。

(2) 按结构划分。PLC 可分为整体式及模块式两大类。整体式 PLC 把电源、CPU、内存、输入/输出系统都集成在一个小箱体内, 具有结构紧凑、体积小、价格低廉的特点。微型机、小型机多为整体式的。整体式 PLC 由基本单元和扩展单元组成, 基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。整体式 PLC 一般还配备特殊功能单元, 如模拟量单元、位置控制单元等, 使其功能得以扩展。

模块式的 PLC 是按功能分成若干模块, 如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块等等。各个模块功能独立、外形尺寸统一, 可以根据需要灵活配置所需的模块。其最大的特点就是配置灵活、装配方便, 便于扩展、维修。中、大型以上 PLC 一般使用这种结构。

1.1.4 可编程控制器的应用

目前, PLC 在国内外已广泛应用于冶金钢铁、采矿、水泥、石油、化工、电力、机械制造、汽车、装卸、数控机床、机械制造、交通运输、造纸、轻工纺织、环保等各行各业。其应用范围大致可归纳为以下几种。

(1) 开关量的逻辑控制。这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域。它取代传统的继电器控制系统, 实现逻辑控制、顺序控制, 如机床电气控制、电动机控制、电梯控制等。开关量的逻辑控制可用于单机控制, 也可用于多机群控, 还可用于自动生产线的控制等。

(2) 运动控制。PLC 可用于直线运动或圆周运动的控制。早期直接用开关量

输入/输出模块连接位置传感器和执行机械，现在一般使用专用的运动模块。目前，制造商已提供了拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。即把描述目标位置的数据送给模块，模块移动一轴或多轴到目标位置。有的情况需要考虑速度和加速度的控制，如电梯的控制。当每个轴运动时，位置控制模块保持适当的速度和加速度，确保运动平滑。运动的程序可用 PLC 的语言完成，通过编程器输入。

(3) 模拟量过程控制。PLC 通过模拟量的输入/输出模块实现模拟量与数字量的 A/D、D/A 转换，可实现对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的 PID 控制。若使用专用的 PID 模块，还可以实现对模拟量的闭环过程控制。

(4) 现场数据采集与处理。目前 PLC 都具有数学运算（包括矩阵运算、函数运算、逻辑运算）、数据传递、排序和查表、位操作等功能，因此由 PLC 组成的监控系统可以方便地对生产现场的数据进行采集、分析和加工。数据处理通常应用于柔性制造系统、机器人和机械手的控制等大、中型控制系统中，具有数控机床（Computer Numerical Control, CNC）功能：把支持顺序控制的 PLC 与数字控制设备紧密结合。

(5) 通信联网、多级控制。PLC 的通信包括 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机之间和它的智能设备之间的通信。PLC 和计算机之间具有 RS-232 接口，用双绞线、同轴电缆或光缆将它们连成网络，以实现信息的交换，还可以构成“集中管理，分散控制”的分布控制系统。输入/输出模块按功能各自放置在生产现场分散控制，然后利用网络联结构成集中管理信息的分布式网络系统。

当然并不是所有的 PLC 都具有上述的全部功能，有的小型 PLC 只具备上述部分功能。

1.2 可编程控制器的组成

1.2.1 可编程控制器的结构及各部分的作用

PLC 的类型繁多，功能和指令也不尽相同，但都是一种以微处理器为核心的用于控制的特殊计算机，因此其结构与工作原理与一般的计算机系统相似，通常都由中央处理器（CPU）、存储器、输入/输出接口、电源、通信接口、编程器扩展器接口和外部设备接口等部分组成。PLC 的硬件系统结构如图 1-1 所示。

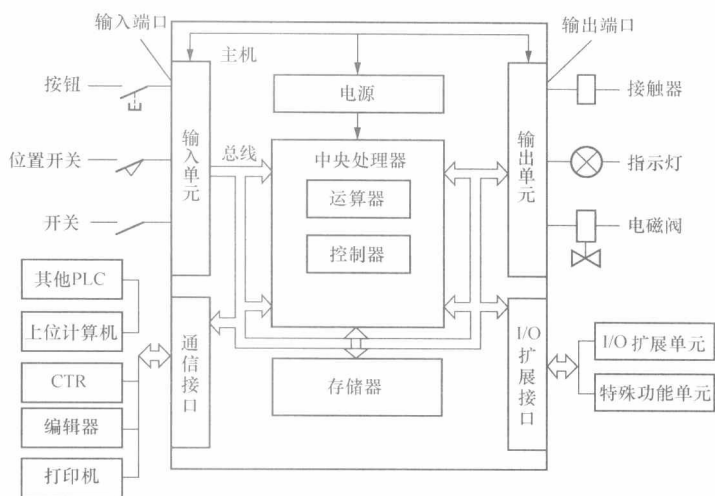


图 1-1 PLC 的硬件结构

1. 中央处理器

中央处理器（CPU）是 PLC 的核心，一般由控制器、运算器和寄存器组成。它用来执行用户程序、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逻辑判断等。这些都集成在一个芯片之中，通过控制总线、数据总线和地址总线与存储单元、输入/输出等电路连接。当 PLC 运行时，CPU 按循环扫描方式执行用户程序：控制用户程序和数据的接收与存储；用扫描的方式通过输入/输出部件接收现场的状态或数据并存入输入映像寄存器或数据存储器中；诊断电源、PLC 内部电路的工作故障和编程中的语法错误；从存储器逐条读取用户指令，经过编译、解释后按指令规定的任务进行数据传送、逻辑或者算术运算；根据运算的结果，更新有关标志位的状态和输出寄存器的内容，再经过输出单元实现输出控制、制表打印或数据通信等功能。

不同型号的 PLC 所采用的 CPU 芯片是不同的。小型 PLC 大多采用 8 位通用 CPU（如 Z80、8086、80286 等）或单片 CPU（如 8031、8096 等）；中型 PLC 大多采用 16 位 CPU 或单片 CPU；大型 PLC 大多采用高速片式 CPU（如 AMD29W 等）。也有的 PLC 采用的是厂家自行设计的专用 CPU。CPU 芯片的性能关系到 PLC 处理控制信号的能力和速度，CPU 位数越多，系统处理的信息量越大，运算速度也越快。为了提高 PLC 的性能，一台 PLC 可以采用多个 CPU 来完成用户要求的控制功能。小型 PLC 为单 CPU 系统，而中、大型 PLC 大多为双 CPU 系统，有些 PLC 的 CPU

甚至多达 8 个。

2. 存储器

PLC 的内部存储器有两类。一类是系统程序存储器，主要存放 PLC 生产厂家编写的系统程序，并固化在 ROM、PROM、EPROM 中，用户不能直接修改。它使 PLC 具有基本的功能，能够完成 PLC 设计者规定的各种工作。系统程序效率的高低在很大程度上决定了 PLC 的性能，其主要包含 3 部分：系统管理程序，主要用来控制 PLC 的运行，使整个 PLC 能够按部就班的工作；用户指令解释程序，主要用来将 PLC 的编程语言变为机器指令语言，再由 CPU 执行这些指令；标准程序模块与系统调用，它包含许多不同功能的子程序及其调用管理程序，如完成输入/输出以及特殊模块等的子程序，PLC 的具体工作都是由这部分来完成的，它也决定了 PLC 性能的高低。

另一类是用户程序及数据存储器，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。用户程序一般存于 CMOS 静态 RAM 中，用锂电池为后备电源，以使掉电时不会丢失信息。为了防止干扰对 RAM 中程序的破坏，当用户程序经过调试、运行正常且不需要改变时，可将其固化在 EPROM 中。现在有许多 PLC 直接采用 EEPROM 作为用户存储器。用户数据用来存放用户程序中使用器件的状态、数值等信息，一般存放在 RAM 中，以适应随机存储的要求。在数据区，各类数据存放的位置都有严格的划分，每个存储单元都有不同的地址编号。

PLC 的产品手册中所列存储器的形式以及容量是指用户程序存储器。当 PLC 自带的用户存储容量不够时，有的 PLC 还提供存储器的扩展功能。

3. 输入/输出接口

输入/输出 (I/O) 接口是 PLC 与输入/输出设备连接的部件。输入接口接受输入设备（如按钮、传感器、触点、行程开关等）的控制信号。输出接口是将主机经处理后的结果通过功放电路去驱动输出设备（如接触器、电磁阀、指示灯等）。I/O 接口一般采用光电耦合电路，以减少电磁干扰，提高可靠性。I/O 点数即输入/输出端子数是 PLC 的一项主要技术指标。另外 I/O 接口上还有状态指示。PLC 一般将输入、输出分成若干组，每组共用一个输入、输出端口。I/O 接口的主要类型有数字量输入 (DI)、数字量输出 (DO)、模拟量输入 (AI)、模拟量输出 (AO) 等。

(1) 数字量输入接口：把现场的开关量信号变成 PLC 内部处理的标准信号。为防止各种干扰信号和高电压信号进入 PLC，影响其正常工作或造成设备损坏，现场输入接口电路一般都有滤波电路及耦合隔离电路。滤波有抗干扰作用，耦合隔离有