

西门子S7-200 PLC入门

严盈富 编著

S7-200PLC

西门子 S7-200 PLC 入门

严盈富 编著

S7-200 PLC

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 S7-200 PLC 入门 / 严盈富编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.6

ISBN 978-7-115-16005-8

I. 西... II. 严... III. 可程序控制器 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 043603 号

内 容 提 要

本书是希望自学 PLC 的工程技术人员入门读物, 以 S7-200 系列 PLC 为例介绍, 分为三篇。第一篇为基础篇, 主要介绍 PLC 的基础知识, 基本指令系统, 编程软件的安装、调试及运行, PLC 的基本指令及程序设计; 第二篇为实战篇, 详细介绍了 PLC 控制系统的软、硬件设计, 同时给出多个典型的工程应用实例; 第三篇为维护篇, 介绍了 S7-200 PLC 的安装、接线及故障诊断方法。

本书也可作为大中专院校自动化、机电一体化类专业的教材, 同时还可作为职业培训学校 PLC 的培训教材。

西门子 S7-200 PLC 入门

-
- ◆ 编 著 严盈富
责任编辑 张 伟
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15
字数: 366 千字
印数: 1—5 000 册
 - 2007 年 6 月第 1 版
2007 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16005-8/TN

定价: 25.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

前 言

可编程序控制器（简称 PLC）是综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术的一种新型的、实用的自动控制装置。它被广泛地用于工业控制领域，具有可靠性好、稳定性高、实时处理能力强、使用灵活方便、编程容易等特点。

本书以西门子公司的 S7-200 系列小型 PLC 为例，介绍了软件的安装、应用方法，编程指令，并以翔实的编程实例介绍了 PLC 的应用，真正达到了理论与实际的有机结合。

本书是 PLC 的入门类读物，以希望自学 PLC 的工程技术人员为主要的读者对象，读者可以在自己的电脑前对照着本书学习软件的安装，并设计和调试简单的程序，从而逐步掌握 PLC 应用技术。无论您是从事 PLC 开发应用的工程技术人员，还是大中专院校学习 PLC 软件编程的师生，相信本书对您都有裨益。

本书中所有的内容都是编者多年从事自动化控制工作与研究的实践经验与心得体会的总结，还包括了许多最新的控制方法和相关内容，力求使读者如亲临工程设计的现场，学会工程设计的一般方法。

全书共分三篇十四章。第一篇为基础篇，第一章介绍了 PLC 的基础知识；第二章介绍了 S7-200 的组成；第三章介绍了 S7-200 入门；第四章系统地介绍了可编程序控制器编程软件 STEP7-Micro/WIN32 的安装、功能、编程、调试及运行，以图示法按操作步骤进行介绍；第五章对 S7-200 的编程指令和程序语言作了详细的介绍，并结合简单的程序实例，使读者尽快掌握编程指令的应用。第二篇为实战篇，第六章到第十二章介绍了 PLC 的系统设计方法，采用多个应用实例，使读者进一步熟悉工程的设计方法、步骤和必须遵循的原则，同时介绍了 S7-200 系列的网络通信知识。第三篇为维护篇，第十三章、第十四章介绍了 S7-200 的安装、接线及故障诊断方法。

本书在编写过程中参考了有关资料（见参考文献），在此对编写这些文献的同志表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有不足之处，恳请广大读者予以批评指正。

编 者

目 录

第一篇 基础篇

第一章 PLC 的基础知识	1
第一节 概述	1
第二节 PLC 的由来	2
第三节 PLC 的定义	3
第四节 PLC 的工作原理	3
一、循环扫描	3
二、PLC 与微机 (MC) 的区别	4
三、PLC 控制与继电器控制的区别	5
第五节 PLC 的结构	5
一、硬件组成	5
二、软件基础	7
第六节 现代 PLC 的发展趋势	9
第二章 S7-200 的组成	10
第一节 S7-200 的技术指标	10
第二节 I/O 接口	12
第三节 S7-200 的配置	13
第四节 S7-200 系列 PLC 的编程软元件	14
一、类型及功用	15
二、寻址方式	17
第五节 输入输出控制	20
一、S7-200 的基本操作	20
二、输入输出控制例子	20
第三章 使用入门	22
第一节 S7-200 CPU 的连接	22
一、CPU 供电	22
二、连接 PC/PPI 电缆	22
三、打开编程软件	23
四、设置通信参数	23
五、PC 机与 S7-200 建立通信	24

六、修改 PLC 通信参数.....	25
第二节 创建例子程序.....	26
一、打开程序编辑器.....	28
二、输入程序.....	28
三、存储程序.....	30
第三节 下载例子程序.....	31
第四节 进入运行模式.....	31
第四章 PLC 的编程软件.....	33
第一节 编程软件的安装.....	33
一、系统要求.....	33
二、软件安装.....	33
第二节 编程软件的功能.....	36
一、基本功能.....	36
二、界面.....	37
三、各部分功能.....	38
四、系统组态.....	40
第三节 软件的编程.....	41
一、程序文件操作.....	41
二、编辑程序.....	43
第四节 调试及运行.....	51
一、选择扫描次数.....	52
二、状态图表监控.....	52
三、运行模式下编辑.....	55
四、程序监视.....	56
第五章 PLC 的基本指令及程序设计.....	59
第一节 概述.....	59
第二节 逻辑指令.....	60
一、逻辑取和线圈驱动指令.....	60
二、触点串联指令.....	63
三、触点并联指令.....	64
四、串联电路块的并联连接指令.....	64
五、并联电路块的串联连接指令.....	64
六、置位、复位指令.....	65
七、RS 触发器指令.....	66
八、立即指令.....	66
九、边沿脉冲指令.....	68
十、逻辑堆栈操作指令.....	68
十一、定时器.....	70

十二、计数器	74
十三、比较指令	76
第三节 程序控制指令	77
一、结束及暂停指令	78
二、看门狗指令	78
三、跳转及标号指令	79
四、循环指令	79
五、子程序	80

第二篇 实战篇

第六章 PLC 控制系统设计	95
第一节 PLC 控制系统软件设计	95
一、系统设计的基本步骤	95
二、PLC 软件系统设计的方法	96
第二节 PLC 硬件系统设计	99
一、PLC 的基本性能指标	99
二、PLC 的分类	99
三、PLC 的选型	100
第七章 电动机控制中的应用	103
第一节 多键控制电动机系统	103
第二节 单键控制电动机的开停	109
第八章 灯光控制中的应用	112
第一节 交通灯控制系统	112
第二节 闪光报警系统	115
第三节 装饰灯光控制系统	118
第九章 物料控制中的应用	123
第一节 混料罐控制系统	123
第二节 水位 PID 控制系统	127
第十章 机械控制中的应用	133
第一节 加工中心控制系统	133
第二节 装配流水线控制系统	141
第十一章 制药业中的应用	152
第一节 造粒机摇振控制系统	152

第二节 包衣机控制系统	157
第十二章 S7-200 系列 PLC 网络通信	186
第一节 基本概念	186
一、网络通信的基本概念	186
二、PLC 的通信协议	187
三、通信模式的配置	194
第二节 网络通信实例	198
一、自由通信口模式的应用	198
二、基于 PPI 通信模式的打包机控制系统	202

第三篇 维 护 篇

第十三章 S7-200 的安装	207
第一节 S7-200 设备的安装	207
一、远离干扰	207
二、为接线和散热留出适当的空间	207
第二节 S7-200 模块的安装和拆卸	207
一、CPU 和扩展模块的安装	208
二、拆卸 CPU 或扩展模块	209
三、拆卸和安装端子排	209
第三节 接地和接线	209
一、S7-200 的接地	210
二、S7-200 的接线	210
第四节 抑制电路的设计	210
一、晶体管输出和控制直流负载的继电器输出	210
二、交流输出和控制交流负载的继电器输出	211
第十四章 硬件故障诊断及修改 S7-200 中的数据	212
第一节 修改 S7-200 中的数据	212
第二节 强制指定值	212
第三节 指定程序执行的扫描周期数	214
第四节 硬件故障诊断	214
一、S7-200 输出不工作	214
二、S7-200 CPU 的 SF (系统故障) 灯亮	215
三、S7-200 的 LED 灯全部不亮	215
四、电气干扰问题	216
五、连接一个外部设备时通信网络损坏	216
第五节 S7-200 故障信息诊断	216

一、致命错误.....	216
二、运行时刻程序错误.....	218
三、编译规则错误.....	218
附录 A S7-200 的特殊存储器 (SM)	220
参考文献.....	228

第一篇 基础篇

本篇讲解 PLC 的基本概念和基础知识，是读者进一步学习下面各章节的基础。基础篇包括 5 章。

第一章“PLC 的基础知识”，初步讲解 PLC 的基本概念、原理、结构。

第二章“S7-200 的组成”，讲解 S7-200 的技术指标、配置。

第三章“使用入门”，通过一个例子，讲解 S7-200 的连接、编程、下载、运行。

第四章“PLC 的编程软件”，介绍 STEP7-Micro/WIN 32 编程软件的安装、功能、编程、调试、运行。

第五章“PLC 的基本指令及程序设计”，讲解逻辑指令、控制指令等。

第一章 PLC 的基础知识

第一节 概 述

从可编程控制器发展历史可知，可编程控制器功能不断变化。其早期产品名称为“Programmable Logic Controller”（可编程逻辑控制器），简称 PLC，主要替代传统的继电接触控制系统。随着微处理器技术的发展，可编程控制器的功能也不断增加，因而可编程逻辑控制器（PLC）已不能描述其多功能的特点。1980 年，美国电气制造商协会 NEMA（National Electrical Manufacturers Association）给它一个新的名称“Programmable Controller”（可编程控制器），简称 PC。然而 PC 这一简写名称在国内早已成为个人计算机（Personal Computer）的代名词，为了避免造成名词术语混乱，因此国内仍沿用早期的简写名称 PLC 表示可编程控制器，但此 PLC 并不意味只具有逻辑功能。

PLC 是在传统的顺序控制器的基础上引入了微电子技术、计算机技术、自动控制技术和通信技术而形成的一代新型工业控制装置，其用途是取代继电器，执行逻辑、计时、计数等顺序控制功能，建立柔性的程控系统。

PLC 具有通用性强、使用方便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等特点。可以预料，在工业控制领域中，PLC 控制技术的应用必将形成世界潮流。

第二节 PLC 的由来

在 PLC 出现以前,继电器控制在工业控制领域占主导地位,由此构成的控制系统都是按预先设定好的时间或条件顺序地工作,若要改变控制的顺序就必须改变控制系统的硬件接线,因此,其通用性和灵活性较差。

20 世纪 60 年代,计算机技术开始应用于工业控制领域,由于其价格高、输入输出电路不匹配、编程难度大以及难于适应恶劣工业环境等原因,未能在工业控制领域获得推广。

1968 年,美国最大的汽车制造商——通用汽车公司(GM)为了适应生产工艺不断更新的需要,要求寻找一种比继电器更可靠、功能更齐全、响应速度更快的新型工业控制器,并从用户角度提出了新一代控制器应具备的十大条件,立即引起了开发热潮。这十大条件主要是:

- ① 编程方便,可现场修改程序;
- ② 维修方便,采用插件式;
- ③ 可靠性高于继电器控制柜;
- ④ 体积小于继电器控制柜;
- ⑤ 数据可直接送入管理计算机;
- ⑥ 成本与继电器控制柜相当;
- ⑦ 输入可为交流 115 V;
- ⑧ 输出可为交流 115 V、2 A 以上,可直接驱动接触器、电磁阀等;
- ⑨ 扩展时原系统改变最少;
- ⑩ 用户存储器大于 4 KB。

这些条件实际上提出将继电器控制的简单易懂、使用方便、价格低的优点与计算机的功能完善、灵活性、通用性好的优点结合起来,是将继电器控制的硬接线逻辑转变为计算机的软件逻辑编程的设想。1969 年,美国数字设备公司(DEC 公司)研制出了第一台 PLC(PDP-14),在美国通用汽车公司的生产线上试用成功,并取得了满意的效果。PLC 自此诞生。

PLC 自问世以来,发展极为迅速。1971 年,日本开始生产 PLC。1973 年,欧洲开始生产 PLC。我国从 1974 年也开始研制 PLC,1977 年开始工业应用。到现在,世界各国的一些著名的电气工厂几乎都在生产 PLC 装置。PLC 已作为一个独立的工业设备,成为当代电控装置的主导。

PLC 从诞生到现在,经历了 3 次换代,如表 1-1 所示。

表 1-1 PLC 的 3 次换代

代 次	器 件	功 能	应 用 范 围
第一代 1969~1972	1 位微处理器	逻辑运算、定时、计数	替代传统的继电器控制
第二代 1973~1975	8 位微处理器及存储器	数据的传送和比较、模拟量的运算,产品系列化	能同时完成逻辑控制、模拟量控制
第三代 1976~1983	高性能 8 位微处理器及位片式微处理器	处理速度提高,向多功能及联网通信发展	复杂控制系统及联网通信
第四代 1983~至今	16 位、32 位微处理器及高性能位片式微处理器	有逻辑、运动、数据处理、联网功能,名副其实的多功能	分级网络控制系统

第三节 PLC 的定义

美国电气制造商协会 NEMA 在 1980 年给 PLC 作了如下的定义：“可编程控制器是一种数字式的电子装置，它使用了可编程序的记忆以存储指令，用来执行诸如逻辑、顺序、计时、计数和演算等功能，并通过数字或模拟的输入和输出，控制各种机械或生产过程。一部数字电子计算机若是用来执行 PLC 的功能，也被视同为 PLC，但不包括鼓式或机械式顺序控制器。”

国际电工委员会（IEC）曾于 1982 年 11 月颁发了 PLC 标准草案第一稿，1985 年 1 月颁发了第二稿，1987 年 2 月又颁发了第三稿。草案中对 PLC 的定义是：“可编程控制器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，它采用了可编程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作等面向用户的指令，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。可编程控制器及其有关外围设备，都按易于与工业系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

此定义强调了 PLC 是“数字运算操作的电子系统”，即它也是一种计算机。它是“专为工业环境下应用而设计”的计算机。这种工业计算机采用“面向用户的指令”，因此编程方便。它能完成逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作，它还具有“数字量或模拟量的输入/输出控制”的能力，并且非常容易“与工业控制系统联成一体”，易于“扩充”。

定义还强调了 PLC 直接应用于工业环境，它需具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和应用范围。这也是区别于一般微机控制系统的一个重要特征。应该强调的是，PLC 与以往所讲的鼓式、机械式的顺序控制器在“可编程”方面有质的区别。PLC 由于引入了微处理器及半导体存储器等新一代电子器件，并用规定的指令进行编程，能灵活地修改，即用软件方式实现“可编程”的目的。

第四节 PLC 的工作原理

一、循环扫描

PLC 采用循环扫描工作方式，工作过程如图 1-1 所示，一般包括 5 个阶段：内部处理、与编程器等的通信处理、输入扫描、执行用户程序和输出处理。图 1-1 中，当 PLC 方式开关置于 RUN（运行）时，执行所有阶段；当方式开关置于 STOP（停止）时，不执行后 3 个阶段，此时可进行通信处理，如对 PLC 联机或离线编程。

PLC 的输入处理、执行用户程序和输出处理过程的原理如图 1-2 所示。PLC 执行的 5 个阶段称为一个扫描周期；PLC 完成一个周期后，又重新执行上述过程，扫描周而复始地进行。

简而言之，PLC 采用了周期循环扫描、集中输入与输出的工作方式。这种工作方式的显著特点是可靠性高、抗干扰能力强，但响应滞后、速度较慢。也就是说 PLC 以降低速度求得高可靠性。

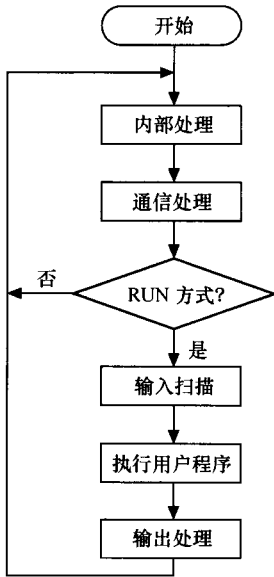


图 1-1 PLC 工作原理图

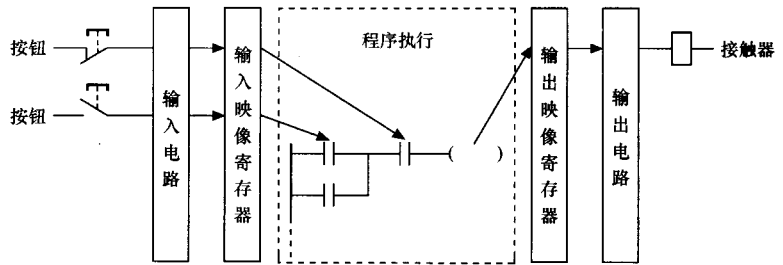


图 1-2 程序执行原理图

二、PLC 与微机 (MC) 的区别

简而言之，MC 是通用的专用机，而 PLC 则是专用的通用机。

微型计算机是在以往计算机与大规模集成电路的基础上发展起来的，其最大特征是运算速度快、功能强、应用范围广。近代科学计算、科学管理和工业控制等都离不开它，所以说 MC 是通用计算机。而 PLC 是一种为适应工业控制环境而设计的专用计算机。但从工业控制角度来看，PLC 则又是一种通用机，选对应应的模块便可适用于各种工业控制系统，用户只需改变用户程序即可满足工业控制系统的具体控制要求。如果采用 MC 作为某一设备的控制器，就必须根据实际需要考考虑抗干扰问题和硬件软件设计，以适应设备控制的专门需要。这样，势必把通用的 MC 转化成具有特殊功能的控制器，而成为一台专用机。

PLC 与 MC 的主要差异及各自的特点如下：

- ① PLC 抗干扰性能比 MC 强；
- ② PLC 编程比 MC 简单；
- ③ PLC 设计调试周期短；
- ④ PLC 的输入/输出响应速度慢，有较大的滞后现象（一般为 ms 级），而 MC 的响应速度快（为 μs 级）；
- ⑤ PLC 易于操作，操作人员培训时间短，而 MC 则较难，操作人员培训时间长；
- ⑥ PLC 易于维修，MC 则较困难。

随着 PLC 越来越多地采用微机技术，其功能不断增强；同时 MC 也为了适应用户需要，向提高可靠性、耐用性与便于维修方向发展。两者相互渗透，使 PLC 与 MC 的差异越来越小，两者之间的界线也越来越模糊。

今后 PLC 与 MC 将继续共存。在一个控制系统中，PLC 集中在功能控制上，MC 集中在信息处理上，两者相辅相成，共同发展。

三、PLC 控制与继电器控制的区别

在 PLC 的编程语言中, 梯形图是最为广泛使用的语言。PLC 的梯形图与继电器控制线路图十分相似, 主要原因是 PLC 梯形图的编写大致上沿用了继电器控制电路元件符号, 仅个别处有些不同。同时, 信号的输入/输出形式及控制功能也是相同的, 但 PLC 的控制与继电器的控制也有不同之处, 主要表现在以下几方面。

1. 组成器件不同

继电器控制线路由许多真正的硬件继电器组成, 而梯形图则由许多所谓“软继电器”组成。这些“软继电器”实质上是存储器中的每一位触发器, 可以置“0”或置“1”。硬件继电器易磨损, 而“软继电器”则无磨损现象。

2. 触点数量不同

硬继电器的触点数量有限, 用于控制的继电器的触点数一般只有 4~8 对; 而梯形图中每只“软继电器”供编程使用的触点有无限对。因为在存储器中的触发器状态(电平)可取用任意次数。

3. 实施控制的方法不同

在继电器控制线路中, 某种控制是通过各种继电器之间的硬接线实现的。由于其控制功能已包含在固定线路之间, 因此它的功能专一, 不灵活。而 PLC 控制是通过梯形图即软件编程解决的, 所以灵活多变。

另外, 在继电器控制线路中, 为了达到某种控制目的, 而又要安全可靠, 同时还要节约使用继电器触点, 因此设置了许多制约关系的连锁电路; 而在梯形图中采用扫描工作方式, 不存在几个支路并列同时动作的因素, 同时在软件编程中也可将连锁条件编制进去, 因而 PLC 的电路控制设计比继电器控制设计大大简化了。

4. 工作方式不同

在继电器控制线路中, 当电源接通时, 线路中各继电器都处于受制约状态, 即应吸合的继电器都同时吸合, 不应吸合的继电器都因受某种条件限制不能吸合。这种工作方式有时称为并行工作方式。而在梯形图的控制线路中, 各软继电器都处于周期性循环扫描接通中, 受同一条件制约的各个继电器的动作次序决定于程序扫描顺序, 这种工作方式有时称为串行工作方式。

第五节 PLC 的结构

一、硬件组成

一般讲, PLC 分为箱体式和模块式两种, 但它们的组成是相同的。箱体式 PLC 中有 CPU 板、I/O 板、显示面板、内存块、电源等, 所有的电路都装入一个模块内, 构成一个整体。可以按 CPU 性能分成若干型号, 并按 I/O 点数又有若干规格。模块式 PLC 中有 CPU 模块、

I/O 模块、内存、电源模块、底板或机架，模块拼装起来后就成了一个整齐的长方体结构。无论哪种结构类型的 PLC，都属于总线式开放式结构，其 I/O 能力可按用户需要进行扩展与组合。PLC 的基本结构框图如图 1-3 所示。

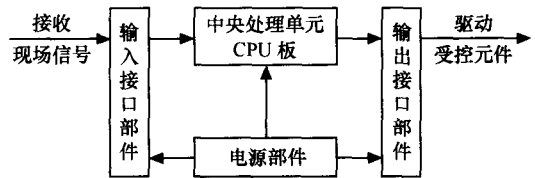


图 1-3 PLC 的基本结构框图

1. CPU 的构成

CPU 是 PLC 的核心，起神经中枢的作用，每台 PLC 至少有一个 CPU，它按 PLC 的系统程序赋予的功能接收并存储用户程序和数据，用扫描的方式采集由现场输入装置送来的状态或数据，并存入规定的寄存器中，同时诊断电源和 PLC 内部电路的工作状态以及编程过程中的语法错误等。进入运行状态后，从用户程序存储器中逐条读取指令，经分析后再按指令规定的任务产生相应的控制信号，去指挥有关的控制电路。

与通用计算机一样，PLC 中的 CPU 主要由运算器、控制器、寄存器及实现它们之间联系的数据、控制及状态总线构成，还有外围芯片、总线接口及有关电路。

CPU 的控制器控制 CPU 工作，由它读取指令、解释指令及执行指令，但工作节奏由振荡信号控制。

CPU 的运算器用于进行数字或逻辑运算，在控制器指挥下工作。

CPU 的寄存器参与运算，并存储运算的中间结果，它也在控制器指挥下工作。

CPU 虽然划分为以上几个部分，但 PLC 中的 CPU 芯片实际上就是微处理器。由于电路的高度集成，对 CPU 内部的详细分析已无必要，我们只要弄清它在 PLC 中的功能与性能，能正确地使用它就够了。

CPU 模块的外部表现就是它的工作状态的显示、各种接口及设定开关。一般讲，CPU 模块总要有相应的状态指示灯，如电源显示、运行显示、故障显示等。箱体式 PLC 的主箱体也有这些显示。它的总线接口用于接 I/O 模板或底板，内存接口用于安装内存，外设口用于接外部设备；有的还有通信口，用于进行通信。CPU 模块上还有许多设定开关，用于对 PLC 进行设定，如设定起始工作方式、内存区等。

2. I/O 模块

PLC 主要是通过各种 I/O 接口模块与外界联系的，按 I/O 点数确定模块规格及数量，I/O 模块可多可少，但其最大数受 CPU 所能管理的基本配置的能力，即受最大的底板或机架槽数限制。I/O 模块集成了 PLC 的 I/O 电路，其输入暂存器反映输入信号状态，输出点反映输出锁存器状态。

根据现场执行部件的不同需要，输出接口分为继电器型、晶闸管型和晶体管型 3 种类型。继电器型输出接口为有触点输出，外加负载电源既可以是交流的也可以是直流的，响应时间为 ms 量级；晶闸管型接口只能带交流负载，响应时间为 μs 量级；晶体管型接口只能带直流负载，响应时间最短，为 ns 量级。

3. 电源模块

有些 PLC 中的电源是与 CPU 模块合二为一的，有些是分开的，其主要用途是为 PLC 各模块的集成电路提供工作电源。同时，有的还为输入电路提供 24 V 的工作电源。电源以其输

入类型分为交流电源（常用的为 220 V 或 110 V）和直流电源（常用的为 24 V）。

4. 底板或机架

大多数模块式 PLC 使用底板或机架，其作用是：电气上，实现各模块间的联系，使 CPU 能访问底板上的所有模块；机械上，实现各模块间的连接，使各模块构成一个整体。

5. PLC 的外部设备

外部设备是 PLC 系统不可分割的一部分，它有如下 4 大类。

① 编程设备：有简易编程器和智能图形编程器，用于编程、对系统作一些设定、监控 PLC 及 PLC 所控制的系统的工作状况。编程器是 PLC 开发应用、监测运行、检查维护不可缺少的器件，但它不直接参与现场控制运行。

② 监控设备：有数据监视器和图形监视器，用于直接监视数据或通过画面监视数据。

③ 存储设备：有存储卡、存储磁带、软磁盘或只读存储器，用于存储用户数据，使用户程序不丢失。

④ 输入输出设备：有条码读入器、输入模拟量的电位器、打印机等，用于接收信号或输出信号。

6. PLC 的通信联网

PLC 具有通信联网的功能，它使 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机以及其他智能设备之间能够交换信息，形成一个统一的整体，实现分散设备的集中控制。现在几乎所有的 PLC 新产品都有通信联网功能，它和计算机一样具有 RS-232 接口，通过双绞线、同轴电缆或光缆，可以在几公里甚至几十公里的范围内交换信息。

当然，PLC 之间的通信网络是各厂家专用的，一些生产厂家在 PLC 与计算机之间的通信上采用工业标准总线，并向标准通信协议靠拢，这将使不同机型的 PLC 之间、PLC 与计算机之间可以方便地通信与联网。

二、软件基础

1. 编程语言特点

PLC 的编程语言与一般计算机语言相比具有明显的特点，它既不同于一般高级语言，也不同于一般汇编语言，它既要易于编写又要易于调试。目前，还没有一种对各厂家产品都能兼容的编程语言。如三菱公司的产品有它自己的编程语言，OMRON 公司的产品也有它自己的语言。但不管什么型号的 PLC，其编程语言都具有以下特点。

(1) 形式指令结构

程序由图形方式表达，指令由不同的图形符号组成，易于理解和记忆。系统的软件开发者已把工业控制中所需的独立运算功能编制成象征性图形，用户根据自己的需要把这些图形进行组合，并填入适当的参数。在逻辑运算部分，几乎所有的厂家都采用类似于继电器控制电路的梯形图，很容易被接受。西门子公司还采用控制系统流程图，它沿用二进制逻辑元件图形符号来表达控制关系，很直观易懂。较复杂的算术运算、定时计数等，一般也参照梯形图或逻辑元件图来表示，虽然象征性不如逻辑运算部分，也受到用户欢迎。

(2) 明确的变量常数

图形符号相当于操作码,规定了运算功能,操作数由用户填入,如 K400、T120 等。PLC 中的变量和常数以及其取值范围有明确规定,由产品型号决定,可查阅产品目录手册。

(3) 简化的程序结构

PLC 的程序结构通常很简单,典型的为块式结构,不同块完成不同的功能,使程序的调试者对整个程序的控制功能和控制顺序有清晰的概念。

(4) 简化应用软件生成过程

使用编程语言简化了应用软件生成过程。使用汇编语言和高级语言编写程序,要完成编辑、编译和连接 3 个过程;而使用编程语言,只需要编辑一个过程,其余由系统软件自动完成,整个编辑过程都是人机对话下进行的,不要求用户有高深的软件设计能力。

(5) 强化调试手段

无论是汇编程序还是高级语言程序调试,都是令编程人员头疼的事,而 PLC 的程序调试为人们提供了完备的条件,使用编程器,利用编程器上的按键、显示和内部编辑、调试、监控等功能,并在软件支持下,诊断和调试操作都很简单。

总之,PLC 的编程语言是面向用户的,不要求使用者具备高深的知识、不需要长时间的专门训练。

2. 编程语言的形式

本书采用最常用的两种编程语言:梯形图语言和助记符语言。采用梯形图编程,直观易懂;采用助记符形式便于实验,因为它的编程输入只需要一台简易编程器,而不必用昂贵的图形编程器或计算机来编程。虽然一些高档的 PLC 还采用与计算机兼容的 C 语言、BASIC 语言、专用的高级语言(如西门子公司的 GRAPH5、三菱公司的 MELSAP),还有用布尔逻辑语言、通用计算机兼容的汇编语言等。不管怎么样,各厂家的编程语言都只能适用于本厂的产品。

梯形图是通过连线把 PLC 指令的梯形图符号连接在一起的连通图,用以表达所使用的 PLC 指令及其前后顺序,它与电气原理图很相似。它的连线有两种,一种为母线,另一种为内部横竖线。内部横竖线把一个个梯形图符号指令连成一个指令组,这个指令组一般总是从装载(LD)指令开始,必要时再继以若干个输入指令,以建立逻辑条件,最后为输出类指令,实现输出控制或为数据控制、流程控制、通信处理、监控工作等指令,以进行相应的工作。母线是用来连接指令组的。

助记符指令与梯形图指令有严格的对应关系,而梯形图的连线又可体现指令的顺序。一般讲,其顺序为:先输入,后输出(含其他处理);先上,后下;先左,后右。有了梯形图就可将其翻译成助记符程序。反之,根据助记符,也可画出与其对应的梯形图。

如果仅考虑逻辑控制,梯形图与电气原理图也可建立起一定的对应关系。如梯形图的输出指令,对应于继电器的线圈,而输入指令对应于触点。这样,原有的继电器控制逻辑,经转换即可变成梯形图,再进一步转换,即可变成助记符程序。有了这个对应关系,用 PLC 程序代表继电器逻辑是很容易的。这也是 PLC 技术对传统继电器控制技术的继承。

3. 编程元件

PLC 内部的编程元件,也就是支持该机型编程语言的软元件,按通俗叫法分别称为继电