

PLC——从零基础到工程应用

主 编 戴冬冰



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

PLC——从零基础到工程应用

主 编 戴冬冰

副主编 肖宝兴 冯冬梅

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书从基础课程实验出发,以德国西门子公司的 S7-200 PLC 为样机,重点介绍了 CPU226 型机的硬件结构、工作原理、指令系统、工程应用、程序编辑和程序调试等。大量的、有针对性的工程实例可让读者了解 PLC 系统的设计思路、工作步骤和指令运用等。以具体实例详尽介绍了 PLC 与其他智能设备间的通信方式、与触摸屏或组态王软件等可视化窗口间的组态配置。

本书可作为应用型本科院校电气类专业的教材,也可作为刚刚走出校门、初涉电气工程及工业自动化领域的应用型本科院校毕业生的自学用书,对于从事自动化专业的工程技术人员也是一本拓宽知识面和实践新技术应用的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC: 从零基础到工程应用 / 戴冬冰主编. --北京:
北京理工大学出版社, 2022. 5

ISBN 978-7-5763-1336-9

I. ①P… II. ①戴… III. ①PLC 技术-高等学校-教材 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 083537 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68944723 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京广达印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 24.75

字 数 / 618 千字

版 次 / 2022 年 5 月第 1 版 2022 年 5 月第 1 次印刷

定 价 / 98.00 元

责任编辑 / 江 立

文案编辑 / 江 立

责任校对 / 刘亚男

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

在当今新工科和人工智能飞速发展的大环境下，可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）作为较早的自动化领域的智能化设备具有引领与贯穿的作用。S7-200 PLC 是德国西门子公司生产的小型 PLC，但其许多功能已经达到大、中型 PLC 的水平，而价格却与小型 PLC 一样，因此，一经推出就受到了广泛关注。特别是 S7-200 CPU22X 系列 PLC，具有多种功能模块和人机界面（Human Machine Interface, HMI），系统集成非常方便，还可以很容易地组成 PLC 网络，同时它具有功能齐全的编程和工业控制组态软件，便于完成控制系统设计。

PLC 已是当今工业控制的主要手段，其功能在不断加强，已成为衡量生产设备自动化程度的标志。学习 PLC，必须通过具体实例，才能强化工程意识，提高应用能力。

本书的编写逻辑是从零基础到工程实际应用，由易到难，循序渐进，把一些工程上的典型应用作为学习内容。在理解 PLC 的工作原理、熟悉 PLC 的结构组成及掌握 PLC 的指令系统后，读者先接触一般基础实例，再学习实际工程实例。编程水平和应用能力都会有很大的帮助。

全书包含 6 章和 1 个附录。第 1、2、3、4 章为基础篇，第 1 章主要介绍现代工业从继电器控制发展到 PLC 控制的过程，以及 PLC 硬件结构和工作原理；第 2 章以 S7-200 PLC 为背景介绍了 PLC 系统组成、性能特点、基本功能、内部资源、寻址方式、编程语言、程序结构等；第 3 章介绍了 S7-200 PLC 的基本指令与应用指令，为掌握基本指令和应用指令打下了基础；第 4 章介绍了 STEP 7-Micro/WIN 编程软件及程序的运行、监控和调试方法，这是 S7-200 PLC 专用编程软件。第 5、6 章为实例篇，第 5 章是列举了 20 个应用实例；第 6 章的系统程序设计实例相对来说难度大一些，程序更复杂，所涉及的指令功能更强，应用领域更广泛。附录是电气控制线路中常用的图形符号和文字符号。

本书由戴冬冰担任主编，肖宝兴、冯冬梅担任副主编；全书由戴冬冰统稿。书中部分内容的编写参照了有关文献，恕不一一列举，在此谨对书后所有参考文献的作者表示感谢。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请各位读者批评指正。

编 者

目 录

基础篇

第 1 章 可编程逻辑控制器	(003)
1.1 基本概述	(003)
1.1.1 PLC 的产生	(003)
1.1.2 PLC 的定义	(004)
1.1.3 PLC 的分类	(005)
1.2 基本特点与性能	(008)
1.2.1 PLC 的特点	(008)
1.2.2 PLC 的主要功能	(009)
1.2.3 PLC 的性能指标	(010)
1.3 编程语言	(011)
1.4 硬件结构及工作原理	(015)
1.4.1 PLC 的硬件结构	(015)
1.4.2 PLC 的工作原理	(020)
1.5 程序设计及发展方向	(024)
1.5.1 PLC 的程序设计	(024)
1.5.2 PLC 的发展方向	(025)
第 2 章 西门子 S7-200 PLC 概述	(028)
2.1 S7-200 PLC 的系统组成	(028)
2.1.1 系统基本构成	(028)
2.1.2 主机单元	(029)
2.1.3 数字量扩展模块	(030)
2.1.4 模拟量扩展模块	(031)
2.1.5 智能模块	(031)
2.1.6 其他设备	(032)
2.2 S7-200 PLC 的性能特点及基本功能	(033)
2.2.1 主要技术性能指标	(033)
2.2.2 I/O 系统	(034)
2.2.3 存储系统	(038)

2.2.4	工作方式及扫描周期	(039)
2.3	S7-200 PLC 的内部资源及寻址方式	(041)
2.3.1	基本数据类型	(041)
2.3.2	软元件 (编程元件)	(041)
2.3.3	CPU 存储区域 (软元件) 的直接寻址	(046)
2.3.4	CPU 存储区域 (软元件) 的间接寻址	(048)
2.3.5	软元件及操作数的寻址范围	(049)
2.4	S7-200 PLC 的编程语言和程序结构	(051)
2.4.1	编程语言	(051)
2.4.2	程序结构	(053)
第3章	S7-200 PLC 基本指令与应用指令	(056)
3.1	位操作指令	(056)
3.1.1	基本逻辑指令	(056)
3.1.2	定时器指令	(060)
3.1.3	计数器指令	(063)
3.1.4	比较指令	(066)
3.2	数据处理指令	(068)
3.2.1	传送类指令	(068)
3.2.2	移位指令	(070)
3.3	运算指令	(075)
3.3.1	算术运算指令	(075)
3.3.2	增减指令	(077)
3.3.3	逻辑运算指令	(078)
3.4	转换指令	(080)
3.4.1	七段数码指令 SEG (Segment)	(080)
3.4.2	数据类型转换指令	(081)
3.5	程序控制指令	(082)
3.5.1	跳转指令	(082)
3.5.2	循环指令	(084)
3.5.3	子程序指令	(084)
3.6	特殊指令	(085)
3.6.1	中断指令	(085)
3.6.2	高速计数器指令	(088)
3.6.3	通信指令	(090)
3.6.4	PID 回路控制指令	(093)
第4章	STEP 7-Micro/WIN 编程软件	(096)
4.1	软件安装和设置	(096)
4.1.1	简介与安装条件	(096)
4.1.2	安装	(097)

4.2	STEP 7-Micro/WIN 简介	(101)
4.2.1	STEP 7-Micro/WIN 窗口元素	(101)
4.2.2	菜单栏	(102)
4.2.3	工具栏	(103)
4.2.4	项目及其组件	(104)
4.3	定制 STEP 7-Micro/WIN	(105)
4.3.1	显示和隐藏各种窗口组件	(105)
4.3.2	选择窗口显示方式	(106)
4.3.3	程序编辑器的窗口选择	(106)
4.4	PC 与 CPU 通信	(107)
4.4.1	设置通信	(107)
4.4.2	PLC 信息	(110)
4.4.3	读取远程 PLC 类型	(111)
4.4.4	设置实时时钟	(111)
4.5	程序的编写与传送	(112)
4.5.1	项目文件管理	(112)
4.5.2	项目文件编辑	(114)
4.6	程序的运行监控与调试	(123)
4.6.1	工作模式选择	(123)
4.6.2	梯形图程序的状态监视	(123)
4.6.3	语句表程序的状态监视	(125)
4.6.4	用状态图监视与调试程序	(125)
4.6.5	在运行模式下编辑用户程序	(127)
4.6.6	使用系统块设置 PLC 的参数	(127)
4.6.7	梯形图程序状态的强制功能	(128)
4.6.8	程序的打印输出	(128)
4.7	通信程序下载与向导编程	(129)
4.7.1	主从式通信程序的下载	(129)
4.7.2	PLC 与变频器通信程序的下载	(130)
4.7.3	向导	(131)

实例篇

第 5 章	实验室实例与简单应用	(135)
实例 1	运料小车延时正、反向控制	(135)
实例 2	电动机星形-三角形降压启动控制	(137)
实例 3	带式运输机可重复顺序启动、逆序停止控制	(139)

实例 4	水塔水位自动控制	(143)
实例 5	天塔之光	(144)
实例 6	单按钮控制彩灯循环移位	(146)
实例 7	洗衣机自动控制	(147)
实例 8	人行道交通信号灯控制	(152)
实例 9	自动车库门控制	(158)
实例 10	高速计数器应用	(161)
实例 11	步进电动机运转控制	(163)
实例 12	利用定时中断的彩灯循环移位	(166)
实例 13	外部输入信号中断	(168)
实例 14	Z3050 型摇臂钻床的 PLC 改造	(169)
实例 15	邮件分拣	(174)
实例 16	移位寄存器指令在波浪式喷泉控制中的应用	(176)
实例 17	用 TD 200 文本显示器监控密码锁开启	(180)
实例 18	变频器控制电动机实现多段速运转	(191)
实例 19	两台 PLC 主从式通信	(196)
实例 20	基于组态王的变频调速过程的远程监控	(202)
第 6 章	系统程序设计与工程应用	(221)
实例 1	车间工作台产品输送	(221)
实例 2	圆形停车库汽车存取	(228)
实例 3	罐头食品杀菌温度的 PID 控制	(232)
实例 4	主从式 PPI 通信协议指令的应用	(237)
实例 5	X62W 万能铣床的 PLC 改造	(252)
实例 6	用组态王监控食品高温杀菌过程	(256)
实例 7	基于 USS 通信协议的电梯门运行速度控制	(267)
实例 8	B2012A 型龙门刨床控制系统的改造	(278)
实例 9	高速计数器功能在电梯运行中的应用	(292)
实例 10	用 TP 177A 触摸屏监控饮料自动售货过程	(298)
实例 11	用 TD 200 文本显示器监控邮包配送	(313)
实例 12	触摸屏技术在地铁自动售票过程中的应用	(316)
实例 13	S7-200 PLC 与 S7-300 PLC 实现通信	(325)
实例 14	S7-200 PLC 与现场总线通信	(335)
实例 15	触摸屏技术在变频器模拟量调速中的应用	(348)
实例 16	基于 GPRS 的污水处理远程监控系统设计	(355)
实例 17	燃气锅炉烟气处理系统设计	(367)
附录	电气控制线路中常用的图形符号和文字符号	(380)
参考文献	(386)



基础篇

第1章

可编程逻辑控制器

可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC), 是以微处理器为核心的通用工业控制装置, 是在继电器和接触器控制基础上发展起来的。随着现代社会生产的发展和技术的进步、现代工业生产自动化水平的日益提高及微电子技术的迅猛发展, 当今的 PLC 已将通信技术、计算机技术和控制技术 (Communication、Computer、Control, 3C), 在控制系统中又能起到对“3 电”控制作用, 即电控、电仪、电信, 是当代工业生产自动化的重要支柱。

1.1 概述

1.1.1 PLC 的产生

在 PLC 产生以前, 以各种继电器为主要元件的电气控制线路承担着生产过程自动控制的艰巨任务。这些器件组成的控制系统需要大量的导线和控制柜, 占据大量的空间, 而这些继电器运行时又会产生大量的噪声, 消耗大量的电能。为保证控制系统正常运行, 需要安排大量的电气技术人员进行维护, 有时某个继电器的损坏, 甚至某个继电器的触点接触不良都会影响整个系统的正常运行。检查和排除故障又是非常困难的, 现场电气技术人员的技术水平也直接影响设备恢复运行的速度。尤其是在生产工艺发生变化时, 可能需要增加很多继电器或继电器控制柜, 重新接线或改线的工作量巨大, 甚至可能需要重新设计控制系统。面对这种局面, 人们迫切需要一种新的工业控制装置来取代传统的继电器控制系统, 使电气控制系统工作更可靠、更容易维修、更能适应经常变化的生产工艺的要求。

20 世纪 60 年代, 由于小型计算机的出现及多机群控的发展, 人们曾试图用小型计算机来实现工业控制的要求, 但由于其价格高、输入/输出电路不匹配和编程技术复杂等原因, 一直未能得到推广应用。

20 世纪 60 年代末期, 美国的汽车制造业竞争激烈。各生产厂家的汽车型号不断更新, 它必然要求生产线随之改变, 甚至整个控制系统重新配置。因此, 要寻求一种比继电器更可靠、响应速度更快、功能更强大的通用工业控制器。通用汽车公司 (General Motors,

GM) 提出了著名的 10 条技术指标在社会上招标, 要求控制设备制造商为其生产线提供一种新型的通用工业控制器。它应具有以下特点:

- ①编程简单, 可在现场修改程序;
- ②维修方便, 采用插件式结构;
- ③可靠性高于继电器控制装置;
- ④体积小于继电器控制柜;
- ⑤数据可直接进入管理计算机;
- ⑥成本可与继电器控制柜相竞争;
- ⑦输入可以是交流 115 V (美国电压标准);
- ⑧输出为交流 115 V 且 2 A 以上;
- ⑨扩展时原系统改变最小;
- ⑩用户存储器至少能扩展到 4 KB。

1969 年, 美国数据设备公司 (Digital Equipment Corporation, DEC) 根据上述要求, 研制开发出世界上第一台 PLC, 并在 GM 汽车生产线上首次应用成功, 取得了显著的经济效益。

PLC 的出现, 受到国内外工程技术界的极大关注。第一个把 PLC 商品化的是美国的哥德公司 (GOULD), 时间也是 1969 年。1971 年, 日本从美国引进了这项新技术, 研制出日本第一台 PLC。1973—1974 年, 德国和法国也相继研制出自己的 PLC, 德国西门子公司 (SIEMENS) 于 1973 年研制出欧洲第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制 PLC, 1977 年实现工业应用。

20 世纪 70 年代后期, 随着微电子技术和计算机技术的发展, PLC 具备更多的计算机功能, 不仅用逻辑编程取代硬接线逻辑, 还增加了运算、数据传送和处理等功能, 真正成为一种电子计算机工业控制装置, 而且做到了小型化和超小型化。这种采用微电子技术的工业控制装置的功能远远超出逻辑控制、顺序控制的范围, 故称为可编程控制器 (Programmable Controller, PC)。但由于 PC 容易和个人计算机 (Personal Computer) 混淆, 故人们仍习惯地用 PLC 作为可编程控制器的缩写。

进入 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迅猛发展, 以 16 位和 32 位微处理器构成的微机化 PLC 得到了惊人的发展。PLC 在概念、设计、性价比及应用等方面都有了新的突破, 不仅控制功能增强, 功耗、体积减小, 成本下降, 可靠性提高, 编程和故障检测更为灵活方便, 而且远程 I/O、通信网络、数据处理和图像显示也有了长足的发展。PLC 已经应用于连续生产的过程控制系统, 也成为现代工业生产自动化的四大支柱之一。

1.1.2 PLC 的定义

PLC 一直在飞速发展, 其定义也在不断更新。

1980 年, 美国电气制造商协会 (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) 将 PLC 定义: “PLC 是一种带有指令存储器、数字的或模拟的 I/O 接口, 以位运算为主, 能完成逻辑、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作, 用于控制机器或生产过程的自动

控制装置。”

1982年11月国际电工委员会(International Electrotechnical Commission, IEC)曾颁布了PLC标准草案第一稿,1985年1月发表了第二稿,1987年2月颁布了第三稿。该草案中对PLC的定义:“PLC是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境中应用而设计。它采用了可程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型机械的生产过程。而有关的外围设备(简称外设),都应按易于与工业系统连成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

NEMA的定义强调了PLC应直接应用于工业环境,它必须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。

IEC颁布草案的定义强调了PLC是“数字运算操作的电子系统”,也是一种计算机。它是“专为工业环境下应用而设计”的工业计算机。这种工业计算机采用“面向用户”的指令,因此编程方便,能完成逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作,它还具有数字量和模拟量输入和输出的能力,并且非常容易与工业控制器连成一体,易于扩充。

综上所述,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。由于PLC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,故可以灵活地修改程序,即用软件方式来达到“可程序”的目的。

1.1.3 PLC 的分类

PLC发展到今天,已经有多种形式,且功能也不尽相同,分类时,一般按以下原则来考虑。

1. 根据控制规模分类

PLC的控制规模是以所配置的I/O点数来衡量的。PLC的I/O点数表明了PLC可从外部接收多少个输入信号和向外部发出多少个输出信号,实际上也就是PLC的输入、输出端子数。根据I/O点数的多少可将PLC分为小型PLC、中型PLC和大型PLC。一般来说,I/O点数多的PLC,功能也相应较强。

1) 小型 PLC

小型PLC的功能一般以开关量控制为主,小型PLC的I/O总点数一般在256点以下,用户程序存储器容量在4KB左右。现在的高性能小型PLC还具有一定的通信能力和少量的模拟量处理能力,这类PLC的特点是价格低、体积小,适用于控制单台设备和开发机电一体化产品。

典型的小型PLC有欧姆龙公司的C系列,三菱公司的F1系列,西门子公司S5-100U、S7-200系列等。

2) 中型 PLC

I/O总点数在256~1024的称为中型PLC。它除了具备逻辑运算功能,还增加了模拟量I/O、算术运算、数据传送、数据通信等功能,可完成既有开关量又有模拟量的复杂控制。用户程序存储器容量达到8KB。中型PLC的软件比小型PLC丰富,在已固化的程序

内,一般还有比例-积分-微分调节(Proportion Integration Differentiation regulation, PID regulation)、整数/浮点运算等功能模板。

中型 PLC 的特点是功能强,配置灵活,适用于具有如温度、压力、流量、速度、角度、位置等模拟量控制和大量开关量控制的复杂机械,以及连续生产过程控制场合。

3) 大型 PLC

I/O 总点数在 1 024 点以上的称为大型 PLC,用户程序存储器容量达到 16KB,大型 PLC 的功能更加完善,具有数据运算、模拟调节、联网通信、监视记录、打印等功能。大型 PLC 的内存容量超过 640 KB,监控系统采用阴极射线显像管显示,能够表示生产过程的工艺流程,记录各种曲线、PID 调节参数选择图等,能进行中断控制、智能控制、远程控制等。

大型 PLC 的特点是 I/O 点数特别多,控制规模宏大,组网能力强,适用于大规模的过程控制,构成分布式控制系统,或者整个工厂的集散控制系统。

典型的大型 PLC 有西门子公司 S7-400 系列,欧姆龙公司的 CVM1 和 CS1 系列,AB (Allen-Bradley) 公司的 SLC5/05 系列产品。以上划分没有十分严格的界限,随着 PLC 技术的飞速发展,某些小型 PLC 也具有中型或大型 PLC 的功能,这也是 PLC 的发展趋势。

2. 根据结构形式分类

PLC 根据结构形式的不同,可分为整体式、模板式及分散式 3 种形式。

1) 整体式

整体式的特点是将 PLC 的基本部件,如 CPU 板、输入板、输出板、电源板等都集中配置在一个箱体中,安装在一个标准机壳内,构成一个整体,有的甚至全部装在一块印制电路板上,组成 PLC 的一个基本单元(主机)或扩展单元。基本单元上设有扩展端口,通过扩展电缆与扩展单元相连,配有许多专用的特殊功能模块,如模拟量 I/O 模块、热电偶模块、热电阻模块、通信模块等,以构成 PLC 不同的配置。

整体式 PLC 结构紧凑、体积小、质量轻、价格低、容易装配在工业控制设备的内部,比较适用于生产机械的单机控制。

整体式的缺点是主机的 I/O 点数固定,使用不够灵活,维修也较麻烦。

小型 PLC 一般为整体式结构,如西门子的 S7-200 系列。

2) 模板式

模板式的 PLC 各部分以单独的模板分开设置,如电源模板、CPU 模板、I/O 模板、各种功能模板及通信模板等。这种 PLC 一般设有机架底板(也有的 PLC 为串行连接,没有底板),在底板上有若干插座,使用时,各种模板直接插入机架底板即可。各模块功能是独立的,外形尺寸是统一的,可根据需要灵活配置,装备方便、维修简单、易于扩展,一般中型 PLC、大型 PLC 多采用这种结构形式,如西门子的 S7-300 和 S7-400 系列。

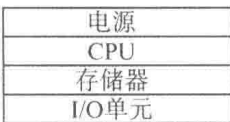
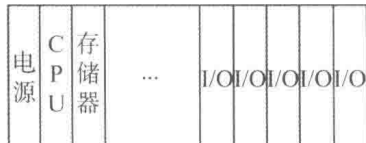
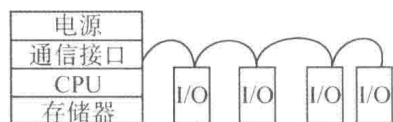
模板式的缺点是结构较复杂,各种插件多,价格高。

3) 分散式

分散式的特点就是将 PLC 的电源、CPU、存储器集中放置在控制室,而将各 I/O 模板分散放置在各个工作站,由通信接口进行通信连接,由 CPU 集中指挥。

以上3种形式的PLC的结构如表1-1所示。

表1-1 PLC的结构

类别	结构
整体式	
模板式	
分散式	

3. 根据用途分类

根据PLC的用途的不同，可分为用于顺序逻辑控制、用于闭环过程控制、用于多级分布式和集散控制系统。

1) 用于顺序逻辑控制

顺序逻辑控制是可编程序控制器的最基本的控制功能，也是PLC应用最多的场合，比较典型的应用如自动电梯的控制、自动仓库的自动存取、各种管道上的电磁阀的自动开启和关闭、带式运输机的顺序启动，或者自动化生产线的多机控制等，这些都是顺序逻辑控制。要完成这类控制，不要求PLC有太多的功能，只要有足够数量的I/O点数即可，因此可选低档的PLC。

2) 用于闭环过程控制

对于闭环控制系统，除了要用开关量I/O实现顺序逻辑控制外，还要有模拟量的I/O点数，以供采样输入和调节输出，实现过程控制中的PID调节，形成闭环过程控制系统，而中期的PLC由于具有数值运算和处理模拟量信号的功能，故可以设计出各种PID控制器。随着PLC控制规模的增大，可控制的回路数已从几条增加到几十条甚至几百条，因此可实现比较复杂的闭环控制系统，实现对温度、压力、速度等物理量的连续调节。比较典型的应用如加热炉的温度、锅炉的自动给水控制等，这些都是闭环控制。要完成这类控制，不仅要求PLC有足够的I/O点数，还要有对模拟量的处理能力，因此对PLC的功能要求高，至少应选用中档的PLC。

3) 用于多级分布式和集散控制系统

对于这种档次的控制要求，除了要求所选用的PLC具有上述功能外，还要求具有较强的通信功能，以实现各工作站之间的通信、上位机与下位机的通信，最终实现全厂的自动化，形成通信网络。由于近期推出的PLC都具有很强的通信和联网功能，故建立一个自动

化工厂已成为可能。显然，应选用高档的 PLC。

4. 根据生产厂家分类

PLC 的生产厂家众多，各厂家 PLC 的 I/O 点数、容量、功能各有差异，但都自成系列，指令及外设向上兼容。因此在选择 PLC 时，若选择同一系列的产品，则更容易构成系统，操作人员使用更加方便，备品配件的通用性及兼容性好。比较有代表性的有欧姆龙公司的 C 系列，三菱公司的 F 系列，AB 公司的 PLC-5 系列，西门子公司的 S5 系列、S7 系列等。

1.2 基本特点与性能

1.2.1 PLC 的特点

现代工业生产过程多种多样，不同的生产过程对控制的要求也各不相同，为了能够在各种工业环境中使用 PLC，市面上的 PLC 都有许多共同点，具体如下。

1. 抗干扰能力强，可靠性极高

工业生产对电气控制设备的可靠性的要求非常高，电气控制设备应具有很强的抗干扰能力，能在很恶劣的环境下（如温度高、湿度大、金属粉尘多、距离高压设备近、有较强的高频电磁干扰等）长期连续可靠地工作，平均无故障时间长，故障修复时间短。而 PLC 是专为工业环境设计的，它在电子线路、机械结构及软件结构上都吸取了生产厂家长期积累的生产控制经验，主要模块均采用大规模与超大规模集成电路，I/O 系统设计有完善的通道保护与信号调理电路，在结构上对耐热、防潮、防尘、抗震等都有周到的考虑；在硬件上采用隔离、屏蔽、滤波、接地等抗干扰措施；在软件上采用数字滤波等抗干扰和故障诊断措施。这些措施使 PLC 具有较强的抗干扰能力。PLC 的平均无故障时间通常在几万小时甚至几十万小时以上，这是其他电气控制设备根本做不到的。

另外，PLC 特有的循环扫描的工作方式，有效地屏蔽了绝大多数的干扰信号。这些有效的措施保证了 PLC 的高可靠性。

2. 编程方便

PLC 是面向工业企业中一般电气工程技术人员设计的，设计者充分考虑到现场工作人员的技能 and 习惯，采用易于理解和掌握的梯形图语言，以及面向工业控制的简单指令。这种梯形图语言既继承了传统继电器控制电路的表达形式（如线圈、触点、动合、动断），又考虑到工业、企业中的电气工程技术人员看图习惯和微机应用水平。因此，梯形图语言对于企业中熟悉继电器控制电路的电气工程技术人员来说是非常亲切的。它形象、直观、简单、易学，尤其是对于小型 PLC 而言，几乎不需要专门的计算机知识，只要进行简短的培训，就能基本掌握编程方法。也正是这样简单、易学，它真正受到了广大电气工程技术人员欢迎。

3. 使用方便

PLC 及其扩展模块品种繁多，所构成的产品已经系列化和模块化，并且配有品种齐全

的各种软件，用户可灵活组合成各种大小和不同要求的控制系统。在由 PLC 组成的控制系统中，我们只需要在 PLC 的 I/O 端子上接入相应的导线即可。而导线的另一端可以接按钮、限位开关、继电器线圈、接触器线圈等，大量而又繁杂的中间环节的硬接线不见了。在生产工艺流程改变或生产线设备更新或系统控制要求改变，需要变更控制系统的功能时，除了 I/O 通道上的外部接线需做很小的调整外，只要把用户程序做相应的修改就可以了。同一个 PLC 装置用于不同的控制对象，只是输入/输出的组件和应用软件不同。PLC 的输入/输出可直接与交流 220 V 或直流 24 V 等强电相连，并具有较强的带负载能力。

4. 维护方便

用户所编写的控制程序可通过编程器输入 PLC 的存储器中。当 PLC 工作时编程器还可随时监控，使 PLC 的操作及维护都很方便。PLC 还具有很强的自诊断能力，能随时检查自身故障，并显示给操作人员，如 I/O 通道的状态、RAM 的后备电池的状态、数据通信的异常、PLC 内部电路的异常等信息。正是通过 PLC 的这种完善的诊断和显示能力，当 PLC 主机或外部的输入装置及执行机构发生故障时，操作人员能迅速检查、判断故障原因，确定故障位置，以便迅速采取有效措施。如果是 PLC 本身故障，则在维修时只需要更换插入式模板或其他易损件即可，能将影响降到最低。

5. 设计、施工、调试的周期短

在用继电器完成一项控制工程时，必须首先按工艺要求画出电气原理图，然后画出继电器屏（柜）的布置和安装接线图等，最后进行安装调试，这样会使以后修改起来非常不便。而采用 PLC 控制，由于其硬件、软件齐全，故设计和施工可同时进行。用软件编程取代了继电器硬接线，使控制柜的设计及安装接线工作量大为减少，具体的程序编制工作也可在 PLC 到货之前进行，因而缩短了设计周期。因为 PLC 是通过程序完成控制任务的，采用了方便用户的工业编程语言，用户程序大都可以在实验室模拟调试，模拟调试后再进行生产现场联机统调，使调试方便、快速、安全，因此大大缩短了设计和投运周期。

1.2.2 PLC 的主要功能

PLC 是采用微电子技术来完成各种控制功能的自动化设备，可以在现场输入信号的作用下，按照预先输入的程序，控制现场的执行机构按照一定规律进行动作。其主要功能如下。

1. 顺序逻辑控制

顺序逻辑控制是 PLC 最基本、最广泛的应用领域，用来取代继电器控制系统，实现逻辑控制和顺序控制。它既可用于单机或多机控制，又可用于自动化生产线的控制。PLC 根据控制要求准确无误地处理输入信号、输出信号的各种逻辑关系。

2. 运动控制

在机械加工行业，PLC 与计算机数控（Computerized Numerical Control, CNC）集成在一起，用以完成机床的运动控制。PLC 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的位置控制模板，在多数情况下，PLC 把描述目标位置的数据传送给模板，模板移动一轴或数轴到目标位置。当每个轴移动时，位置控制模板保持适当的速度和加速度，确保运动平滑。