

从入门到精通 西门子S7-200 PLC

岂兴明 吴炜 郑子都 宋振国◎编著

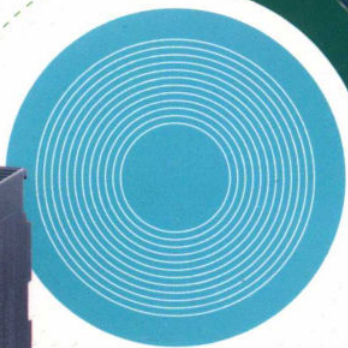
学习西门子PLC的必读开悟书

名师指引

看得懂

学得会

- S7-200系列PLC硬件结构和相关功能指令详解
- STEP7编程系统和PLC控制系统总体设计全面介绍
- 在机电控制、日常生活和工业生产中的10种应用案例



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

西门子 S7-200 PLC

从入门到精通

岂兴明 吴炜 郑子都 宋振国 编著



RFID

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

西门子S7-200PLC从入门到精通 / 岂兴明等编著. —
北京 : 人民邮电出版社, 2019. 6
ISBN 978-7-115-51103-4

I. ①西… II. ①岂… III. ①PLC技术 IV.
①TM571.61

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第067885号

内 容 提 要

本书主要介绍了西门子公司 S7-200 系列 PLC 的硬件资源、指令系统等基础知识, 并详细讲解了编程软件的安装和使用方法、PLC 控制系统的设计方法与步骤, 然后通过 10 个综合实例介绍了 S7-200 系列 PLC 在控制领域的应用与开发方法。本书采用图、表、文相结合的方法, 使书中的内容既通俗易懂又不失专业性。

本书可供工程技术人员自学使用, 还可作为相关专业培训的参考教材。

-
- ◆ 编 著 岂兴明 吴 炜 郑子都 宋振国
责任编辑 黄汉兵
责任印制 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
固安县铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 24.5 2019年6月第1版
字数: 627千字 2019年6月河北第1次印刷
-

定价: 99.00 元

读者服务热线: (010) 81055493 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

前 言

可编程控制器(PLC)以微处理器为核心,将微型计算机技术、自动控制技术及网络通信技术有机地融为一体,是应用十分广泛的工业自动化控制装置。PLC技术具有控制能力强、可靠性高、配置灵活、编程简单、使用方便、易于扩展等优点,不仅可以取代继电器控制系统,还可以进行复杂的生产过程控制及应用于工厂自动化网络,它已成为现代工业控制的四大支柱技术(PLC技术、机器人技术、CAD/CAM技术和数控技术)之一。因此,学习、掌握和应用PLC技术已成为工程技术人员的迫切需求。

西门子公司生产的PLC可靠性高,在我国的应用很广泛。西门子公司的S7系列PLC是S5系列PLC的更新换代产品,包括S7-200、S7-300和S7-400三大系列,其中S7-200属于小型PLC(如无特殊说明,书中提到的S7-200 PLC均指S7-200系列PLC)。西门子公司虽然为其产品编写了相应的硬件安装手册、程序编写手册和网络通信手册,但在介绍的时候对所有类型的PLC一视同仁,没有突出介绍现阶段重点使用的几种类型。并且,有的参考手册是英文版的,这就要求用户具有较高的英语水平,给PLC的普及和学习带来了一定的困难。

本书从PLC技术初学者自学的角度出发,由浅入深地从入门、提高、实践3个方面介绍S7-200系列PLC的基础知识和应用开发方法。书中内容包括S7-200系列PLC硬件及内部资源、基本指令系统、编程系统使用方法、PLC的网络与通信技术、控制系统设计方法,并通过10个综合实例详细介绍S7-200系列PLC在电气控制系统、机电控制系统和日常生活及工业生产中的应用开发方法。

本书在编写时力图文字精练,分析步骤详细、清晰,且图、文、表相结合,内容充实、通俗易懂。读者通过对本书的学习,可以全面、快速地掌握S7-200系列PLC的应用方法。本书适合工控技术人员自学使用,也可供技术培训及在职人员进修学习时使用。

本书由岂兴明、吴炜、郑子都、宋振国编著,由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中如有疏漏之处,欢迎广大读者提出宝贵的意见和建议。

编 者

2019年1月

目 录

入 门 篇

第 1 章 可编程控制器概述	2
1.1 PLC 的定义与发展.....	2
1.1.1 PLC 的定义.....	2
1.1.2 PLC 的产生.....	3
1.1.3 PLC 的发展历史.....	3
1.1.4 PLC 的发展趋势.....	4
1.2 PLC 的特点、功能及分类.....	5
1.2.1 PLC 的特点.....	5
1.2.2 PLC 的功能.....	7
1.2.3 PLC 的分类.....	8
1.3 PLC 的基本结构与工作原理.....	9
1.3.1 PLC 的基本结构.....	10
1.3.2 PLC 的软件系统.....	17
1.3.3 PLC 的工作原理.....	20
1.3.4 PLC 的扫描工作方式.....	20
1.3.5 PLC 的 I/O 原则.....	22
1.4 西门子 S7 系列 PLC 简介.....	22
1.4.1 西门子 S7-300/400 系列 PLC.....	22
1.4.2 西门子 S7-1500 系列 PLC.....	24
1.5 本章小结.....	25
第 2 章 S7-200 系列 PLC 的硬件及内部资源	26
2.1 S7-200 系列 PLC 简介.....	26
2.2 S7-200 系列 PLC 的基本硬件单元.....	27
2.2.1 主机.....	27
2.2.2 存储系统.....	28
2.3 S7-200 系列 PLC 的扩展硬件单元.....	29

2.3.1	扩展模块概述	29
2.3.2	I/O 点的扩展和编址	30
2.4	S7-200 系列 PLC 的寻址方式	32
2.4.1	CPU224 的有效范围和特性	32
2.4.2	存储器的直接寻址	34
2.4.3	存储器的间接寻址	41
2.5	本章小结	42
第 3 章	S7-200 系列 PLC 的基本指令系统	44
3.1	基本逻辑指令	44
3.1.1	标准触点指令	44
3.1.2	输出指令	45
3.1.3	置位和复位指令	45
3.2	立即 I/O 指令	46
3.2.1	立即触点指令	46
3.2.2	立即输出指令	47
3.2.3	立即置位和立即复位指令	47
3.3	电路块串、并联指令	48
3.4	多路输出指令	48
3.5	定时器和计数器指令	49
3.5.1	定时器指令	49
3.5.2	计数器指令	52
3.6	正（负）跳变触点指令	54
3.7	顺序控制继电器指令	54
3.8	比较触点指令	57
3.9	本章小结	58
第 4 章	S7-200 系列 PLC 的功能指令	60
4.1	程序控制指令	60
4.1.1	有条件结束（END）指令	60
4.1.2	暂停（STOP）指令	60
4.1.3	监视定时器复位（WDR）指令	61
4.1.4	跳转（JMP）与标号（LBL）指令	61
4.1.5	循环指令（FOR、NEXT）	62
4.1.6	子程序指令	63
4.2	传送指令	65
4.2.1	数据传送指令	65
4.2.2	数据块传送指令	66
4.3	逻辑操作指令	67

4.3.1	逻辑“与”指令	67
4.3.2	逻辑“或”指令	68
4.3.3	逻辑“取反”指令	68
4.3.4	逻辑“异或”指令	68
4.4	移位和循环移位指令	70
4.4.1	右移位指令	70
4.4.2	左移位指令	71
4.4.3	循环右移位指令	71
4.4.4	循环左移位指令	72
4.5	数学运算指令	73
4.5.1	加法指令	73
4.5.2	减法指令	74
4.5.3	乘法指令	75
4.5.4	除法指令	76
4.5.5	递增和递减指令	77
4.5.6	数学功能指令	78
4.6	高速运算指令	82
4.6.1	高速计数器简介	82
4.6.2	使用高速计数器	82
4.6.3	理解高速计数器的时序	82
4.6.4	访问高速计数器(HC)	85
4.6.5	高速计数器输入线的连接	86
4.6.6	对高速计数器的理解	88
4.7	中断指令	90
4.7.1	中断的种类和优先级	91
4.7.2	中断指令简介	92
4.8	PID指令	93
4.8.1	PID回路	93
4.8.2	PID算法	93
4.8.3	PID指令简介	95
4.8.4	PID指令的使用	96
4.8.5	PID的实际应用	96
4.9	数据转换指令	99
4.9.1	数据类型转换指令	99
4.9.2	编码和译码指令	100
4.9.3	段码指令	101
4.9.4	ASCII码转换指令	101
4.9.5	字符串转换指令	103
4.10	其他功能指令	104
4.10.1	时钟指令	104

4.10.2 脉冲输出指令	104
4.11 本章小结	108

提 高 篇

第 5 章 S7-200 系列 PLC 的编程系统	110
5.1 S7-200 系列 PLC 编程系统简介	110
5.2 STEP 7-Micro/WIN 编程软件的安装	110
5.2.1 编程软件的系统要求	110
5.2.2 编程软件 STEP 7-Micro/WIN 的安装方法	111
5.2.3 设置编程软件的中文界面	113
5.2.4 编程软件的参数设置	113
5.3 STEP 7-Micro/WIN 编程软件简介	114
5.3.1 STEP 7-Micro/WIN 的基本功能	114
5.3.2 STEP 7-Micro/WIN 的窗口组件	115
5.3.3 STEP 7-Micro/WIN 主菜单功能介绍	118
5.3.4 STEP 7-Micro/WIN 的工具条	121
5.3.5 STEP 7-Micro/WIN 软件中帮助功能的使用	123
5.4 编程前准备	124
5.4.1 指令集和编辑器的选择	124
5.4.2 根据 PLC 类型进行参数检查	125
5.5 程序的调试与监控	125
5.5.1 选择工作方式	125
5.5.2 状态表显示	126
5.5.3 执行有限次扫描	127
5.5.4 运行监控	127
5.6 本章小结	129
第 6 章 S7-200 系列 PLC 的网络与通信	130
6.1 通信的基本知识	130
6.1.1 基本概念和术语	130
6.1.2 差错控制	132
6.1.3 传输介质	133
6.1.4 串行通信接口标准	134
6.2 工业局域网基础	136
6.2.1 局域网的拓扑结构	136
6.2.2 网络协议	136
6.2.3 现场总线	137

6.3	S7-200 系列 PLC 的网络通信部件	138
6.3.1	通信端口	138
6.3.2	PC/PPI 电缆	138
6.3.3	网络连接器	140
6.3.4	PROFIBUS 网络电缆	140
6.3.5	网络中继器	141
6.3.6	EM 277 PROFIBUS-DP 模块	141
6.4	S7-200 系列 PLC 网络通信	143
6.4.1	概述	143
6.4.2	西门子 S7 系列 PLC 的网络层级结构	145
6.5	S7-200 系列 PLC 的通信指令	145
6.5.1	网络读/写指令	145
6.5.2	发送和接收指令	147
6.5.3	USS 通信指令	149
6.6	本章小结	151
第 7 章	PLC 控制系统的设计方法	152
7.1	PLC 控制系统的设计流程	152
7.1.1	PLC 控制系统的基本原则	152
7.1.2	PLC 控制系统的设计内容	153
7.1.3	PLC 控制系统的设计步骤	154
7.2	PLC 硬件系统设计选型方法	156
7.2.1	PLC 硬件系统设计基本流程	157
7.2.2	估算 I/O 点数	157
7.2.3	估算存储器容量	158
7.2.4	功能选择	158
7.2.5	机型选择	160
7.2.6	外部设备及专用模块	163
7.2.7	分配 PLC 的 I/O 地址, 绘制 PLC 外部 I/O 接线图	164
7.3	PLC 的控制程序设计	166
7.3	PLC 控制程序设计步骤	166
7.3.2	PLC 控制程序设计方法	167
7.4	设计经验与注意事项	179
7.4.1	干扰和抗干扰措施	179
7.4.2	节省 I/O 点数的方法	182
7.4.3	PLC 的安装与维护	183
7.5	本章小结	187

实 践 篇

第 8 章 S7-200 系列 PLC 在电气控制系统中的应用实例	190
8.1 交流双速电梯控制系统	190
8.1.1 系统概述	190
8.1.2 硬件系统配置	194
8.1.3 软件系统设计	199
8.1.4 经验与总结	217
8.2 三相异步电动机自动往返正、反转控制	218
8.2.1 系统概述	218
8.2.2 系统硬件设计	219
8.2.3 系统软件设计	222
8.2.4 经验与总结	224
8.3 步进电动机控制系统	225
8.3.1 系统概述	225
8.3.2 系统硬件设计	226
8.3.3 系统软件设计	228
8.3.4 经验与总结	233
8.4 城市供水系统	233
8.4.1 系统概述	233
8.4.2 硬件系统设计	236
8.4.3 系统软件设计	241
8.4.4 经验与总结	257
8.5 本章小结	258
第 9 章 S7-200 系列 PLC 在机电控制系统中的应用	259
9.1 板材切割控制系统	259
9.1.1 系统概述	259
9.1.2 硬件系统配置	264
9.1.3 软件系统设计	267
9.1.4 经验与总结	280
9.2 机械手控制系统	280
9.2.1 系统概述	281
9.2.2 系统硬件设计	282
9.2.3 系统软件设计	286
9.2.4 经验与总结	290
9.3 桥式起重机控制系统	290
9.3.1 系统概述	290

9.3.2	硬件系统配置	294
9.3.3	系统软件设计	298
9.3.4	经验与总结	313
9.4	本章小结	314
第 10 章	S7-200 系列 PLC 在日常生活和工业生产中的应用	315
10.1	十字路口交通灯控制系统	315
10.1.1	系统概述	315
10.1.2	系统硬件设计	317
10.1.3	系统软件设计	319
10.1.4	经验与总结	322
10.2	污水处理系统	322
10.2.1	系统概述	322
10.2.2	系统硬件配置	328
10.2.3	系统软件设计	333
10.2.4	经验与总结	356
10.3	全自动洗衣机控制系统	357
10.3.1	系统概述	357
10.3.2	系统硬件设计	358
10.3.3	系统软件设计	361
10.3.4	经验与总结	371
10.4	本章小结	371
附录	372
附录 1	S7-200 系列 PLC CPU 规格	372
附录 1-1	S7-200 系列 PLC CPU 规格	372
附录 1-2	S7-200 系列 PLC CPU 电源规范	373
附录 1-3	S7-200 系列 PLC CPU 数字量输入规范	374
附录 1-4	S7-200 系列 PLC CPU 数字量输出规范	375
附录 2	S7-200 系列 PLC 数字量扩展模块	376
附录 2-1	S7-200 系列 PLC 数字量扩展模块输入规范	376
附录 2-2	S7-200 系列 PLC 数字量扩展模块输出规范	376
附录 2-3	S7-200 系列 PLC 数字量扩展模块输出规范 (大电流型)	378
附录 3	S7-200 系列 PLC 模拟量扩展模块	379
附录 3-1	S7-200 系列 PLC 模拟量扩展模块输入规格	379
附录 3-2	S7-200 系列 PLC 模拟量扩展模块输出规范	380

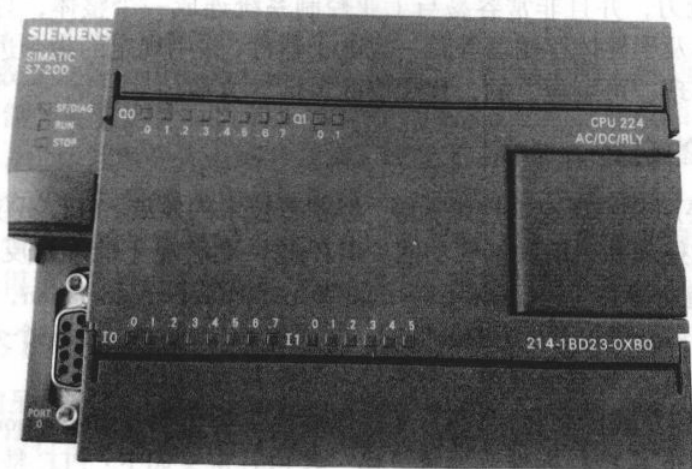
入门篇

第 1 章 可编程控制器概述

第 2 章 S7-200 系列 PLC 的硬件及内部资源

第 3 章 S7-200 系列 PLC 的基本指令系统

第 4 章 S7-200 系列 PLC 的功能指令





第 1 章

可编程控制器概述

可编程控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 是在电气控制技术和计算机技术的基础上开发出来的, 并逐渐发展成为以微处理器为核心, 把自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体的一种新型工业自动化控制装置。PLC 将传统的继电器控制技术和现代计算机信息处理技术的优点有机地结合起来, 具有结构简单、性能优越、可靠性高等优点, 在工业自动化控制领域得到了广泛的应用。本章将主要介绍 PLC 的发展历史及相关技术的发展趋势, 进而概述 PLC 的特点、功能和分类, 并详细讨论 PLC 的基本结构、软件系统、扫描工作方式、输入/输出 (I/O) 原则等, 最后对部分西门子 S7 系列 PLC 的性能特点进行了简单介绍。

1.1 PLC 的定义与发展

PLC 是一种数字运算操作的电子系统, 即计算机。不过, PLC 是专为在工业环境下应用而设计的工业计算机。它具有很强的抗干扰能力, 广泛的适应能力和应用范围, 这也是其区别于其他计算机控制系统的一个重要特征。这种工业计算机采用“面向用户的指令”, 因此编程更方便。PLC 能完成逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作, 具有数字量和模拟量输入、输出能力, 并且非常容易与工业控制系统连成一个整体, 易于“扩充”。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, 因此 PLC 是通过软件方式来实现“可编程”的, 程序修改灵活、方便。

1.1.1 PLC 的定义

早期的 PLC 主要用来实现逻辑控制功能。但随着技术的发展, PLC 不仅有逻辑运算功能, 还有算术运算、模拟处理和通信联网等功能。PLC 这一名称已不能准确反映其功能。因此, 1980 年美国电气制造商协会 (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) 将它命名为可编程序控制器 (Programmable Controller), 并简称 PC。但是, 由于个人计算机 (Personal Computer) 也简称为 PC, 为避免混淆, 后来仍习惯称其为 PLC。

为使 PLC 生产和发展标准化, 1987 年, 国际电工委员会 (International Electrotechnical Commission, IEC) 颁布了 PLC 标准草案第三稿, 对 PLC 定义如下: 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, 并通过数字式和模拟式的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关外部设备, 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。

该定义强调了 PLC 应用于工业环境, 必须具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和广

阔的应用范围,这是 PLC 区别于一般微机控制系统的重要特征。

综上所述,PLC 是专为工业环境应用而设计制造的计算机。PLC 具有丰富的 I/O 接口,并具有较强的驱动能力。但 PLC 产品并不针对某一具体工业应用,在实际应用时,其硬件需要根据实际需求进行选用配置,其软件需要根据控制需求进行设计编制。

1.1.2 PLC 的产生

20 世纪 20 年代,继电器控制系统开始盛行。继电器控制系统就是将继电器、定时器、接触器等元器件按照一定的逻辑关系连接起来而组成的控制系统。继电器控制系统结构简单、操作方便、价格低廉,在工业控制领域一直占据着主导地位。但是,继电器控制系统具有明显的缺点:体积大,噪声大,能耗大,动作响应慢,可靠性差,维护性差,功能单一,采用硬连线逻辑控制,设计安装调试周期长,通用性和灵活性差等。

1968 年,美国通用汽车公司(GM)为了提高竞争力,更新汽车生产线,以便将生产方式从少品种大批量转变为多品种小批量,公开招标一种新型工业控制器。为尽可能减少更换继电器控制系统的硬件及连线,缩短重新设计、安装、调试周期,降低成本,美国通用汽车公司提出了以下 10 条技术指标。

- ① 编程方便,可现场编辑及修改程序。
- ② 维护方便,最好是插件式结构。
- ③ 可靠性高于继电器控制装置。
- ④ 数据可直接输入管理计算机。
- ⑤ 输入电压可为市电 115V(国内 PLC 产品电压多为 220V)。
- ⑥ 输出电压可以为市电 115V,电流大于 2A,可直接驱动接触器、电磁阀等。
- ⑦ 用户程序存储器容量大于 4KB。
- ⑧ 体积小于继电器控制装置。
- ⑨ 扩展时系统变更最少。
- ⑩ 成本与继电器控制装置相比,有一定的竞争力。

1969 年,美国数字设备公司根据上述要求,研制出了世界上第一台 PLC,即型号为 PDP-14 的一种新型工业控制器。它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,制成了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。它在美国通用汽车公司的汽车生产线上试用成功,取得了显著的经济效益,开创了工业控制的新局面。

1.1.3 PLC 的发展历史

PLC 问世时间虽然不长,但是随着微处理器的出现,大规模、超大规模集成电路技术的迅速发展和数据通信技术、自动控制技术、网络技术的不断进步,PLC 也在迅速发展。其发展过程大致可分为以下 5 个阶段。

(1) 从 1969 年到 20 世纪 70 年代初期

CPU 由中、小规模数字集成电路组成,存储器为磁芯式存储器;控制功能比较简单,主要用于定时、计数及逻辑控制。这一阶段 PLC 产品没有形成系列,应用范围不是很广泛,与继电器控制装置比较,可靠性有一定的提高,但仅仅是其替代产品。

(2) 从 20 世纪 70 年代初期到 20 世纪 70 年代末期

这个阶段 PLC 采用微处理器、半导体存储器，使整机的体积减小，而且数据处理能力获得很大提高，增加了数据运算、传送、比较、模拟量运算等功能。这一阶段 PLC 产品已初步实现了系列化，并具备软件自诊断功能。

(3) 从 20 世纪 70 年代末期到 20 世纪 80 年代中期

由于大规模集成电路的发展，PLC 开始采用 8 位和 16 位微处理器，数据处理能力和速度大大提高；PLC 开始具有了一定的通信能力，为实现 PLC “集中管理，分散控制”奠定了重要基础；软件上开发出了面向过程的梯形图语言及助记符语言，为 PLC 的普及提供了必要条件。在这一阶段，发达的工业化国家在多种工业控制领域开始应用 PLC 控制。

(4) 从 20 世纪 80 年代中期到 90 年代中期

超大规模集成电路促使 PLC 完全计算机化，CPU 已经开始采用 32 位微处理器；PLC 的数学运算、数据处理能力大大提高，增加了运动控制、模拟量比例-积分-微分 (proportion-integral-differential, PID) 控制等功能，联网通信能力进一步加强；PLC 在功能不断增加的同时，体积在减小，可靠性更高。在此阶段，国际电工委员会颁布了 PLC 标准，使 PLC 向标准化、系列化发展。

(5) 从 20 世纪 90 年代中期至今

这一阶段 PLC 产品实现了特殊算术运算的指令化，通信能力进一步加强。

1.1.4 PLC 的发展趋势

PLC 诞生不久就在工业控制领域占据了主导地位，日本、法国、德国等国家相继研制出各自的 PLC。PLC 技术随着计算机和微电子技术的发展而迅速发展，由最初的 1 位机发展到现在的 16 位、32 位机，实现了多处理器的多通道处理。另外，通信技术使 PLC 的应用得到了进一步发展。PLC 正在向高集成化、小体积、大容量、高速度、使用方便、高性能和智能化等方向发展。具体表现在以下几个方面。

1. 小型化、低成本

微电子技术的发展，大幅度提高了新型器件的功能并降低了其成本，使 PLC 结构更为紧凑，PLC 的体积越来越小，使用起来越来越方便灵活。同时，PLC 的功能不断提升，人们将原来大、中型 PLC 才具有的功能移植到小型 PLC 上，如模拟量处理、数据通信和其他更复杂的功能指令，而其价格却在不断下降。

2. 大容量、模块化

大型 PLC 采用多处理器系统，有的采用了 32 位微处理器，可同时进行多任务操作，处理速度大幅提高，特别是增强了过程控制和数据处理功能。而且存储容量也大大增加。PLC 的另一个发展方向是大型 PLC，具有上万个输入/输出量，广泛用于石化、冶金、汽车制造等领域。

PLC 的扩展模块发展迅速，大量特定的复杂功能由专用模块来完成，主机仅仅通过通信设备箱模块发布命令和测试状态。PLC 的系统功能进一步增强，控制系统设计进一步简化，如计数模块、位置控制和位置检测模块、闭环控制模块、称重模块等。尤其是，PLC 与个人计算机技术相结合后，使 PLC 的数据存储、处理功能大大增强；计算机的硬件技术也越来越多地应用于 PLC 上，并可以使用多种语言编程，直接与个人计算机相连进行信息传递。

3. 多样化和标准化

各个 PLC 生产厂家均在加大力度开发新产品, 以求更大的市场占有率。因此, PLC 产品正在向多样化方向发展, 出现了欧、美、日等多个流派。与此同时, 为了避免各种产品间的竞争而导致技术不兼容, 国际电工委员会不断为 PLC 的发展制定一些新的标准, 对各种类型的产品进行归纳或定义, 为 PLC 的发展制定方向。目前, 越来越多的 PLC 生产厂家能提供符合 IEC 1131-3 标准的产品, 甚至还推出了按照 IEC 1131-3 标准设计的“软件 PLC”在个人计算机上运行。

4. 网络通信增强

目前, PLC 可以支持多种工业标准总线, 使联网更加简单。计算机与 PLC 之间, 以及各个 PLC 之间的联网和通信能力不断增强, 使工业网络可以有效地节省资源、降低成本, 提高系统的可靠性和灵活性。

5. 人机交互

PLC 可以配置操作面板、触摸屏等人机对话装置, 不仅为系统设计开发人员提供了便捷的调试手段, 还为用户提供了一个掌控 PLC 运行状态的窗口。在设计阶段, 设计开发人员可以通过计算机上的组态软件, 方便快捷地创建各种组件, 设计效率大大提高; 在调试阶段, 调试人员可以通过操作面板、状态指示灯、触摸屏等反馈的报警、故障代码, 迅速定位故障源, 分析并排除各类故障; 在运行阶段, 用户可以方便地根据反馈的数据和各类状态信息掌控 PLC 的运行情况。

1.2 PLC 的特点、功能及分类

1.2.1 PLC 的特点

PLC 是专为工业环境下应用而设计的, 以用户需求为主, 采用了先进的微型计算机技术, 具有以下几个显著特点。

1. 可靠性高、抗干扰能力强

PLC 选用了大规模集成电路和微处理器, 使系统器件数大大减少, 而且在硬件和软件的设计制造过程中采取了一系列隔离和抗干扰措施, 使它能适应恶劣的工作环境, 所以具有很高的可靠性。PLC 控制系统平均无故障工作时间可达到 2 万小时以上, 高可靠性是 PLC 成为通用自动控制设备的首选条件之一。PLC 的使用寿命一般在 4 万~5 万小时, 西门子、ABB 等品牌的微小型 PLC 寿命可达 10 万小时以上。在机械结构设计与制造工艺上, 为使 PLC 更安全、可靠地工作, 采取了很多措施以确保 PLC 耐振动、耐冲击、耐高温(有些产品的工作环境温度达 80~90℃)。另外, PLC 的软件与硬件采取了一系列提高可靠性和抗干扰的措施, 如系统硬件模块冗余, 采用光电隔离、失电保护, 对干扰的屏蔽和滤波, 在运行过程中运行模块热插拔, 设置故障检测与自诊断程序及其他措施。

(1) 硬件措施

PLC 的主要模块均采用大规模或超大规模集成电路, 大量开关动作由无触点的电子存储器完成, I/O 系统设计有完善的通道保护和信号调理电路。

① 对电源变压器、CPU、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。

② 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，削弱了各种模块之间的相互影响。

③ 对微处理器这个核心部件所需的+5V 电源，采用多级滤波，并用集成电压调节器进行调整，以适应交流电网的波动，削弱过电压、欠电压的影响。

④ 在微处理器与 I/O 电路之间，采用光电隔离措施，有效地隔离 I/O 接口与 CPU 之间的联系，减少故障和误动作，各 I/O 口之间也彼此隔离。

⑤ 采用模块式结构有助于在故障情况下短时修复，一旦查出某一模块出现故障，能迅速替换，使系统恢复正常工作；同时也有助于更迅速地查找故障原因。

(2) 软件措施

PLC 编程软件具有极强的自检和保护功能。

① 采用故障检测技术，软件定期检测外界环境，如失电、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。

② 采用信息保护与恢复技术，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，就可以恢复正常，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，以防止存储信息被冲掉。

③ 设置警戒时钟 WDT，如果程序循环执行时间超过了 WDT 的规定时间，预示程序进入死循环，立即报警。

④ 加强对程序的检查和校验，一旦程序有错，立即报警，并停止执行。

⑤ 对程序集动态数据进行电池后备，停电后，利用后备电池供电，有关状态和信息不会丢失。

2. 通用性强、控制程序可变、使用方便

PLC 品种齐全的各种硬件装置，可以组成满足各种要求的控制系统，用户不必再自己设计和制造硬件装置。用户在硬件确定以后，在生产工艺流程改变或生产设备更新的情况下，不必改变 PLC 的硬件设备，只需更改程序就可以满足要求。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。

利用 PLC 实现对系统的各种控制是非常方便的。首先，PLC 控制逻辑的建立是通过程序来实现的，而不是通过硬件连线实现的，更改程序比更改接线方便得多；其次，PLC 的硬件高度集成化，已集成为各种小型化、系列化、规格化、配套的模块。各种控制系统所需的模块，均可在市场上选购到各 PLC 生产厂家提供的丰富产品。因此，硬件系统配置与建造同样方便。

用户可以根据工程控制的实际需要，选择 PLC 主机单元和各种扩展单元进行灵活配置，提高系统的性价比。若生产过程对控制功能的要求提高，则 PLC 可以方便地对系统进行扩充，如通过 I/O 扩展单元来增加 I/O 点数，通过多台 PLC 之间或 PLC 与上位计算机的通信来扩展系统的功能；利用阴极射线管（CRT）屏幕显示进行编程和监控，便于修改和调试程序，易于故障诊断，缩短维护周期。设计开发在计算机上完成，采用梯形图（LAD）、语句表（STL）和功能块图（FBD）等编程语言，可以利用编程软件在各语言之间进行转换，满足不同层次工程技术人员的需求。

目前，大多数 PLC 仍采用继电器控制形式的梯形图编程方式。这种方式既继承了传统控制线路的清晰直观的优点，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，所以非常容易被读者接受和掌握。梯形图语言的编程元件符号和表达方式与继电器控制电路原