

PLC 技术及应用

刘光起 周亚夫 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 技术及应用/刘光起, 周亚夫主编. —北京:
化学工业出版社, 2007. 10
ISBN 978-7-122-01220-3

I. P… II. ①刘…②周… III. 可编程序控制器
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 149830 号

责任编辑: 刘 哲 宋 辉 装帧设计: 韩 飞
责任校对: 郑 捷

出版发行: 化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京市兴顺印刷厂
850mm×1168mm 1/32 印张 8 字数 154 千字
2008 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)
售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 18.00 元

版权所有 违者必究

前 言

可编程控制器简称 PLC，是以微处理器为核心，综合微机技术、电子应用技术、自动控制技术以及通信技术而发展起来的工业自动化控制装置。可编程控制器自问世以来，经过多年的发展，在工业自动化、生产过程控制、机电一体化、机械制造业等方面得到非常广泛的应用，已成为当代工业自动化控制的三大支柱之一。鉴于可编程控制器在工业生产过程中日益广泛的应用，同时 PLC 型号众多，为了使学习者能更快更好地掌握 PLC 控制技术，特编写了本书。

本书结合可编程控制器在我国应用和发展的实际情况，选择生产现场应用比较广泛的松下、三菱和西门子三种可编程控制器进行介绍。书中对这三种可编程控制器的指令系统、编程方法和技巧作了较为详细的介绍，并选用了大量的典型控制实例进行系统分析、I/O 点分配及控制程序设计，为广大 PLC 爱好者进行 PLC 控制系统分析和设计提供了思路和方法。为了使初学者能更快更好地掌握 PLC 的应用，在编写时力求由浅入深、通俗易懂，减少了纯理论性的分析介绍，注重实用性。

本书由北京工业职业技术学院刘光起、周亚夫担任主

此为试读，需要完整PDF请访问：www.certongbo.com

编，全书共分七章。第一章由许辰雨编写；第二章、第五章由周亚夫编写；第三章、第四章和第六章由刘光起编写；第七章由姜言芳编写。

由于编者水平有限，书中不妥之处恳请各位读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 可编程控制器基本结构及工作原理	1
第一节 概述	1
一、PLC 的产生	1
二、PLC 的特点	3
三、PLC 的分类及性能指标	6
四、PLC 的发展趋势	8
第二节 PLC 的基本结构与工作原理	9
一、基本结构	9
二、工作原理与工作方式	12
三、继电器控制系统与 PLC 控制系统工作方式的差异	15
四、PLC 与继电器运行方式的不同	15
五、PLC 的存储空间分配	16
第三节 开关量输入/输出单元的接线方式	17
一、输入单元接线方式	17
二、输出单元接线方式	18
第四节 PLC 的编程语言与 PLC 系统设计	20
一、编程语言	20
二、PLC 的编程方式	21
三、PLC 系统设计	22
第二章 松下 PLC	26

第一节	FP1 系列可编程控制器的结构及性能	26
一、	硬件配置	26
二、	类型及技术性能	30
三、	FP1 的 I/O 分配与系统配置	32
第二节	指令系统与编程	34
一、	基本指令分类	34
二、	基本顺序指令	40
三、	基本功能指令	50
四、	控制指令	62
五、	比较指令	77
六、	高级指令分类	84
七、	高级指令简介	95
第三章	三菱 PLC	101
第一节	FX _{2N} 系列 PLC 的内部系统配置	101
一、	FX _{2N} 系列 PLC 的命名方式	101
二、	PLC 编程元件及使用说明	102
第二节	FX _{2N} 系列 PLC 的指令系统	109
一、	基本指令	109
二、	步进指令 STL、RET	134
三、	功能指令	136
第四章	西门子 PLC	143
第一节	系统存储器	143
一、	过程映像输入/输出 (I/O)	143
二、	内部存储器标志位 (M) 存储区	144
三、	特殊标志位 (SM) 存储区	144

第二节 SIMATIC S7 系列 PLC 的指令系统	148
一、位逻辑指令	148
二、定时指令 TON、TONR、TOF	153
三、计数器指令	156
四、传送指令	159
五、比较指令	160
第五章 编程指导	162
第一节 PLC 的编程方法	162
一、编程的基本原则	162
二、编程技巧	164
三、基本电路的编程	166
四、脉冲发生器控制程序	171
五、顺序循环执行控制程序	172
六、二分频控制程序	174
七、报警控制程序	174
八、多点控制程序	175
九、振荡程序	175
第二节 编程举例	176
一、电动机正反转控制	176
二、交通信号灯控制	177
三、抢答器控制	180
第六章 PLC 控制系统设计举例	181
第一节 铣床自动控制	181
一、控制要求	181
二、动作分析	182

三、机型选择	184
四、I/O 点分配	184
五、硬件接线图	185
六、梯形图程序	185
第二节 广告牌彩灯闪烁控制	186
一、控制要求	186
二、机型选择	187
三、I/O 点分配	187
四、参考程序	187
第三节 电梯控制系统	191
一、控制要求	191
二、机型选择	191
三、I/O 点分配	191
四、电梯控制参考程序	192
第四节 自动生产线控制系统	203
一、自动生产线穿销钉单元	203
二、自动生产线检测单元	214
三、自动生产线加盖单元	224
第七章 可编程控制器的安装与维护	233
第一节 PLC 的安装和接线	233
一、安装	233
二、布线	234
三、控制单元输入端子接线	235
四、控制单元输出端子接线	235
五、A/D 转换单元的接线	237
六、D/A 转换单元的接线	238
七、接地线	238

第二节 PLC 的自诊断及故障诊断功能	238
一、故障监测	238
二、常见故障及其诊断方法	239
第三节 PLC 的维护和检修	241
一、维护和检修	241
二、备份电池更换	242
参考文献	244

第一章 可编程控制器基本结构及 工作原理

第一节 概 述

一、PLC 的产生

1. PLC 的定义

可编程控制器 (Programmable Controller) 简称为 PC, 但由于个人计算机 (Personal Computer) 也简称为 PC, 而早期的可编程控制器只具有逻辑控制功能, 因此, 为了区别, 人们仍习惯称可编程控制器为 PLC (Programmable Logical Controller)。

国际电工委员会 (IEC) 于 1987 年颁布了可编程控制器的标准及其定义: “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, 它采用可编程序的存储器, 用来在其内部存储程序, 执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的命令, 并通过数字式、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设备, 都应按易于与工业控制系统连成一个整体, 易于扩充功能的原则

而设计”。

2. PLC 的产生

20 世纪 60 年代中期，美国通用汽车公司（GM）为适应生产工艺不断更新的需要，提出了一种设想：把计算机的功能完善、通用灵活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，并由此提出了新型电气控制的 10 条招标要求，根据这一招标要求，美国数字设备公司（DEC）于 1969 年研制成功了第一台可编程控制器 PDP-14，并在汽车自动装配线上试用成功。

这项新技术的使用，在工业界产生了巨大的影响，从此可编程控制器在世界各地迅速发展起来。1971 年，日本从美国引进了这项新技术，并很快研制成功了日本第一台可编程控制器。1973~1974 年，德国、法国也相继研制成功了自己的可编程控制器。我国从 1974 年开始研制，1977 年研制成功了以 1 位微处理器 MC14500 为核心的可编程控制器，并开始应用于工业生产控制。

从第一台 PLC 诞生至今，大致经历了四次更新换代。

第一代 PLC，多数用 1 位机开发，采用磁芯存储器存储，仅具有逻辑控制、定时、计数功能。

第二代 PLC，使用了 8 位微处理器及半导体存储器，其产品逐步系列化，功能也有所增强，已能实现数字运算、传送、比较等功能。

第三代 PLC，采用了高性能微处理器及位片式 CPU，

工作速度大幅度提高，同时促使其向多功能和联网方向发展，并具有较强的自诊断能力。

第四代 PLC，不仅全面使用 16 位、32 位微处理器作为 CPU，内存容量也更大，可以直接用于一些规模较大的复杂控制系统。而且编程语言除了可使用传统的梯形图、流程图等外，还使用高级语言，外设也更加多样化。

现在，PLC 已广泛应用于工业控制的各个领域，PLC 技术、机器人技术、CAD/CAM 技术共同构成了工业自动化的三大支柱。

二、PLC 的特点

1. 可靠性高，抗干扰能力强

为保证 PLC 能在工业环境下可靠工作，在设计和生产过程中采取了一系列硬件和软件的抗干扰措施，主要有以下几个方面。

① 隔离，这是抗干扰的主要措施之一。PLC 的输入、输出接口电路一般采用光电耦合器来传递信号，这种光电隔离措施，使外部电路与内部电路之间避免了电的联系，可有效地抑制外部干扰源对 PLC 的影响，同时防止外部高电压窜入，减少故障和误动作。

② 滤波，这是抗干扰的另一个主要措施。在 PLC 的电源电路和输入、输出电路中设置了多种滤波电路，用以对高频干扰信号进行有效抑制。

③ 对 PLC 的内部电源还采取了屏蔽、稳压、保护等措施，以减少外界干扰，保证供电质量。另外使输

入/输出接口电路的电源彼此独立，以免电源之间的干扰。

④ 内部设置联锁、环境检测与诊断、Watchdog（看门狗）等电路，一旦发现故障或程序循环执行时间超过了警戒时钟 WDT 的规定时间（预示程序进入了死循环），立即报警，以保证 CPU 可靠工作。

⑤ 利用系统软件定期进行系统状态、用户程序、工作环境和故障的检测，并采取信息保护和恢复措施。

⑥ 对用户程序及动态工作数据进行电池后备，以保障停电后有关状态或信息不丢失。

⑦ 采用密封、防尘、抗震的外壳封装结构，以适应工作现场的恶劣环境。

另外，PLC 是以集成电路为基本元件的电子设备，内部处理过程不依赖于机械触点，也是可靠性高的主要原因；而采用循环扫描的工作方式，提高了抗干扰能力。通过以上措施，保证了 PLC 能在恶劣的环境中可靠地工作，使平均故障间隔时间长，故障修复时间短。

2. 功能完善，扩充方便，组合灵活，实用性强

现代 PLC 所具有的功能及其各种扩展单元、智能单元和特殊功能模块，可以方便、灵活地组成不同规模 and 要求的控制系统，以适应各种工业控制的需要。

3. 编程简单，使用方便，控制程序可变，具有很好的柔性

PLC 继承了传统继电器控制电路的读图习惯，采用面向控制过程和操作者的“自然语言”——梯形图为编程

语言。PLC 控制系统采用软件编程来实现控制功能，其外围只需将信号输入设备（按钮、开关等）和接收输出信号执行控制任务的输出设备（如接触器、电磁阀等执行元件）与 PLC 的输入、输出端子相连接，安装简单、工作量少。当生产工艺流程改变或生产线设备更新时，不必改变 PLC 硬件设备，只需改编程序即可，灵活方便，具有很强的“柔性”。

4. 体积小，重量轻，功耗低

由于 PLC 是专为工业控制而设计的，其结构紧密、坚固、体积小，是实现机电一体化的理想控制设备。

5. 安装简单，维修方便

PLC 不需要专门的机房，可以在各种工业环境下直接运行。使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接，写入 PLC 的应用程序即可投入运行。各种模块上均有运行和故障指示装置，便于用户了解运行情况和查找故障。PLC 还有强大的自检功能，可进行自诊断。其结果可自动记录，这为它的维修增加了透明度，提供了方便。

6. 环境要求低，适用于恶劣的工业环境

PLC 的技术条件能在一般高温、振动、冲击和粉尘等恶劣的环境下工作，能在强电磁干扰环境下可靠工作。这是 PLC 产品的市场生存价值。

7. 易学易用

PLC 是面向工矿企业的工控设备，接口容易，编程语言易于为工程技术人员接受。PLC 编程大多采用类似

继电器控制线路的梯形图形式，对使用者来说，不需要具备计算机的专门知识，因此，很容易被一般工程技术人员所理解和掌握。

三、PLC 的分类及性能指标

1. PLC 的分类

PLC 的种类很多，其功能、内存容量、控制规模、外形等方面差异较大，因此 PLC 的分类标准不统一，但仍可按其 I/O 点数、结构形式、实现功能等进行大致的分类。

(1) 按 I/O 点数分类

PLC 按 I/O 的总点数可分为：小于 256 点的为小型机，257~2048 点的为中型机，超过 2048 点的为大型机。

(2) 按结构形式分类

PLC 按硬件的结构形式可分为整体式 PLC 和组合式 PLC。整体式 PLC 的 CPU、存储器、I/O 接口安装在同一机体内，其结构紧凑、体积小、价格低，但灵活性较差。组合式 PLC 在硬件上具有较高的灵活性，其模块可以像拼积木一样进行组合，构成不同控制规模和功能的 PLC，因此又被称为积木式 PLC。

(3) 按实现的功能分类

按照 PLC 所能实现的功能的不同，可将 PLC 分为低档、中档和高档三类。低档机具有逻辑运算、定时、计数、移位、自诊断、监控等基本功能和一定的算术运算、数据传送、比较、通信和模拟量处理功能。中档机除具有低档机的功能外，还具有较强的算术运算、数据传送、比

较、通信、子程序、中断处理和回路控制功能。高档机则在中档机的基础上加强了带符号数的运算、矩阵运算以及函数、CRT 显示、打印等功能。

一般来说，低档机多为小型 PLC，采用整体结构；中档机可为大、中、小型 PLC，且中、小型 PLC 多为整体结构，大、中型 PLC 为组合式结构。高档机多为大型 PLC，采用组合式结构。目前，得到广泛应用的多是中、低档机。

2. PLC 的主要性能指标

(1) 输入/输出点数

I/O 点数是指 PLC 的外部输入、输出端子数。PLC 的输入、输出信号有开关量和模拟量两种。开关量用 I/O 点数表示，模拟量用 I/O 通道数表示。

(2) PLC 内部继电器的种类和点数

包括辅助继电器、特殊功能继电器、计数器、定时器和移位寄存器等。

(3) 用户程序存储器容量

PLC 的用户程序存储器用来存储通过编程器编入的用户程序。常用 K 字 (KW)、K 字节 (KB) 表示。

(4) 扫描时间

扫描时间是指 PLC 执行一次用户程序所需的时间。一般用每执行 1000 步指令所需的时间来计算，可用 ms/千步为单位来表示，通常为 20ms 左右。

(5) 编程语言及指令功能

目前 PLC 常用的编程语言是梯形图语言和助记符语

言，不同的 PLC 使用的编程语言不同。PLC 的指令可分为基本指令和扩展指令，基本指令各种 PLC 都有，而不同的 PLC，扩展指令深度不同。

(6) 工作环境

一般的 PLC 工作温度为 $0 \sim 55^{\circ}\text{C}$ ，最高温度为 60°C ，存储温度为 $-20 \sim 85^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $5\% \sim 95\%$ 。空气条件是周围不能混有可燃性、易爆性和腐蚀性气体。

(7) 可扩展性

各种 PLC 在基本单元的基础上，发展了智能扩展模块，而智能扩展模块的多少可作为反映 PLC 功能的指标。

四、PLC 的发展趋势

1. 向小型、简易、价格低廉方向发展

单片机技术的发展，促进了 PLC 向紧凑型发展，体积减小，价格降低，可靠性不断提高。这种小型的 PLC 可以广泛取代继电器控制系统，应用于单机控制和小型生产线的控制。

2. 向大型、高速、多功能方向发展

大型的 PLC 一般为多微处理器系统，有较大的存储能力和功能强劲的输入/输出接口。通过丰富的智能外设接口，可以实现流量、温度、压力、位置等闭环控制；通过网络接口，可以连接不同类型的 PLC 和计算机，从而组成控制范围很大的局域网络，适用于大型的自动化控制系统。