

煤炭成人高等教育“十三五”规划教材

PLC 技术与煤矿设备监控

李恒文 张培友 李 涵 秦 宏 编著



煤炭工业出版社

煤炭成人高等教育“十三五”规划教材

PLC 技术与煤矿设备监控

李恒文 张培友 李 涵 秦 宏 编著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 技术与煤矿设备监控 / 李恒文等编著. -- 北京:
煤炭工业出版社, 2015

煤炭成人高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5020 - 4806 - 8

I. ①P… II. ①李… III. ①plc 技术—应用—矿用电气
设备—电气控制系统—成人高等教育—教材 IV. ①TD6 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 046547 号

PLC 技术与煤矿设备监控(煤炭成人高等教育“十三五”规划教材)

编 著 李恒文 张培友 李 涵 秦 宏
责任编辑 尹忠昌 唐小磊
编 辑 孟 楠
责任校对 姜惠萍
封面设计 于春颖

出版发行 煤炭工业出版社 (北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
电 话 010 - 84657898 (总编室)
010 - 64018321 (发行部) 010 - 84657880 (读者服务部)

电子信箱 cciph612@126.com
网 址 www.cciph.com.cn
印 刷 煤炭工业出版社印刷厂
经 销 全国新华书店

开 本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 13¹/₂ 字数 326 千字
版 次 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷
社内编号 7661 定价 29.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换,电话:010 - 84657880

内 容 提 要

本书结合煤矿生产实际以及教育教学需要，系统地介绍了 PLC 的产品结构、分类和工作原理，详细地介绍了 PLC 的基本编程指令，重点介绍了带式输送机、水泵、空压机和矿用通风机等煤矿常用设备的监控技术。

本书可作为高等学校普通教育、成人教育、职业教育煤矿机电相关专业的课程教材，还可供相关工程技术人员、研究人员参考。

前 言

可编程序逻辑控制器 (PLC) 技术在煤矿中使用已有近 30 年的历史, 应用 PLC 对设备进行检测和控制已遍及煤炭生产领域的各个方面。为了普及和推动 PLC 技术的应用, 现编写《PLC 技术与煤矿设备监控》一书, 以顺应煤炭工业现代技术发展的潮流。

本书根据煤炭生产的行业特点, 从工程实际需要出发, 以实例作为教材, 力争达到理论与实践的有机结合, 满足煤矿生产一线工程技术人员和成人教育的需要。编写内容基于西门子公司 S7-200 系列 PLC, 以讲解 PLC 基本知识和煤矿主要设备 PLC 监控技术为目标, 具有较强的针对性。编者具有 PLC 应用研发的实践经历, 书中选用的 PLC 实例主要来自于实际的工程设计或科技产品, 实例内容对从事 PLC 技术应用、产品研发的工程师、研究生、本科生, 都有实际的应用参考价值。本书主要突出以下特点:

(1) 以西门子公司 PLC 为基本内容, 同时也考虑到有些实例采用了其他系列 PLC 的情况, 在附录中列出了与实例相关的其他系列 PLC 的主要内容, 以便于阅读。

(2) 所编写的 PLC 基础知识以满足本书实例需要为宜, 不追求面面俱到, 没有全面介绍 S7-200 PLC 的指令, 以基本指令和简单应用实例为主。

(3) 实例以设备或系统为监控对象, 按专题分节叙述, 重点内容放在硬件系统结构、软件编程思路, 包括相关煤矿设备的工作原理、PLC 监控对象检测与控制的要求、监控系统的硬件设计和软件编程的方法等。

(4) PLC 煤矿设备监控建立在原设备工作原理的基础上, 实例对相关的设备控制过程、生产工艺等内容进行了描述, 能够为学生提供实际系统设计和研发的基础资料。

(5) 附录所列程序是对应相关实例系统的完整软件。

本书由山东科技大学李恒文、张培友、李涵及青岛神宇自动化科技有限公司秦宏、高明亮等负责编写, 李恒文负责全书统稿。其中, 第一章、第二章、第六章及全部习题由李恒文编写; 第五章及附录三、附录四由张培友编写; 第三章及附录一、附录二由李涵编写; 第四章的第一节至第三节由秦宏

编写，第四章的第四节由高明亮编写。

由于编者水平有限，书中可能存在一些错误和不足，恳请各位读者提出宝贵意见和建议。

编 者

—2015 年 11 月于青岛山东科技大学

目次

第一章 PLC 概述	1
第一节 PLC 的基本概况	1
第二节 PLC 的基本结构及主要特点	4
第三节 PLC 的现状与发展趋势	7
第四节 PLC 的应用领域	8
第五节 下一代 PLC 的技术特点	9
思考与练习题	11
第二章 PLC 的产品结构、分类及工作原理	12
第一节 PLC 的产品结构形式	12
第二节 开关量输入/输出接口电路	14
第三节 PLC 分类及功能	17
第四节 PLC 的基本工作原理	18
第五节 S7-200 系列 PLC 结构特点	22
第六节 S7-200 系列 PLC 内部软元件及其编址方式	27
第七节 S7-200 CPU22X 内部资源配置	32
第八节 西门子 S7 编程工业软件	33
思考与练习题	35
第三章 S7-200 系列 PLC 基本编程指令	36
第一节 指令集及指令类型	36
第二节 基本位逻辑指令	38
第三节 定时器	46
第四节 计数器	50
第五节 程序控制指令	53
第六节 PLC 基础程序设计举例	58
第七节 数据处理指令	61
第八节 常用的库函数	69
思考与练习题	73
第四章 井下带式输送机和水泵监控	75
第一节 KTB-220 矿用隔爆型可编程操作箱	75

第二节 KTJ1 - 660 矿用可编程控制箱	79
第三节 井下带式输送机监控系统	81
第四节 井下水泵监控系统	102
思考与练习题	118
第五章 空压机及井上带式输送机 PLC 监控系统	119
第一节 空压机 PLC 监控系统	119
第二节 井上带式输送机 PLC 监控系统	132
思考与练习题	141
第六章 矿用通风机监控及提升机后备保护	142
第一节 矿用通风机 PLC 监控	142
第二节 矿井提升机 PLC 后备保护	161
思考与练习题	169
附录一 MASTER - K 系列 PLC 软元件及常用指令	170
附录二 FPI 系列 PLC 的常用指令	176
附录三 空压机监控主要程序功能	179
附录四 井上带式输送系统 PLC 梯形图程序	194
参考文献	209

第一章 PLC 概 述

【本章教学目的与要求】

- 了解 PLC 的基本概况
- 熟悉 PLC 的基本结构及主要特点
- 了解 PLC 的发展现状、趋势和应用领域
- 了解下一代 PLC 的特点

【本章概述】

主要讲述可编程序逻辑控制器的发展过程、结构及特点、发展现状和趋势等内容。

可编程序逻辑控制器的发展，建立在美国通用汽车公司（GM）提出的十大条件基础上，是专为工业环境使用微处理器而设计的计算机应用产品，正是工业生产的需要推动了 PLC 的技术进步和发展。认识 PLC 的基本结构，能够进一步理解 PLC 的功能。了解 PLC 发展的趋势和下一代 PLC 的特点，有益于在不同领域科学地应用 PLC 做出正确的选择。

【本章重点与难点】

本章的重点与难点是理解 PLC 的基本结构及主要特点。

可编程序逻辑控制器简称 PLC（Programmable Logic Controller），原定义 PC（Programmable Controller），为了与个人计算机（Personal Computer）PC 相区别，可编程序逻辑控制器简称为 PLC。PLC 是针对工业环境应用设计的微处理器应用产品，具有接口简单、编程语言易于掌握、适合工业环境的特点，深受现场技术人员的欢迎。在现代工业生产自动化中，PLC 及其网络是构成 CIMS（Computer/contemporary Integrated Manufacturing Systems 计算机/现代集成制造系统）系统的基础，是自动化三大支柱（PLC、机器人、CAD/CAM）之一。

第一节 PLC 的基本概况

一、PLC 的产生

20 世纪 60 年代，计算机技术开始应用于工业控制领域。但由于计算机技术复杂、编程难度高、难以适应恶劣的工业环境以及其自身价格昂贵等原因，未能在工业控制中广泛应用。当时的工业控制系统，主要是以继电—接触器组成控制系统。

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，以尽可能地减少重新设计和更换继电器控制系统的硬件以及接线的时间，降低成本。因而该公司设想把计算机的优点和继电器控制系统的

优点结合起来,并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化,最终研制成一种适合于工业环境的通用控制装置。该公司用面向控制过程,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。

针对上述设想,该公司在 1969 年公开招标,要求用新的控制装置取代继电器控制装置,并提出了这种新型控制器所必须具备的十大条件:

- ① 编程简单方便,可在现场修改程序;
- ② 硬件维修方便,采用模块化结构,最好采用插件式结构;
- ③ 可靠性要高于继电器控制装置;
- ④ 体积小于继电器控制装置;
- ⑤ 数据可直接送入管理计算机;
- ⑥ 成本可与继电器控制装置竞争;
- ⑦ 输入(开关状态)为交流 115 V;
- ⑧ 输出(控制驱动)为交流 115 V/2 A 以上,能直接驱动电磁阀、接触器等;
- ⑨ 扩展时原有系统只要很小改动;
- ⑩ 用户程序存储器容量至少能扩展到 4 KB。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)根据上述要求,研制出世界上第一台新的工业控制装置 PDP-14,并在美国通用汽车自动装配线上试用成功。这种新型的工业控制装置可以通过编程改变控制方案以及专门用于逻辑控制的特点,定义它为可程序逻辑控制器(PLC),这是世界上公认的第一台 PLC。

该装置以其简单易懂,操作方便,可靠性高,通用灵活,体积小,使用寿命长等优点,迅速在美国其他工业领域推广应用。到 1971 年,已经成功地在食品、饮料、冶金、造纸等行业应用。

二、PLC 的定义

PLC 问世以后,为了使其生产和发展标准化,美国电气制造商协会(National Electrical Manufactory Association,简称 NEMA)经过四年的调查工作,于 1984 年首先将其正式命名为 PC(Programmable Controller),并给 PC 定义如下:PC 是一个数字式的电子装置,它使用了可程序的记忆体储存指令。用来执行诸如逻辑、顺序、计时、计数与演算等功能,并通过数字或类似的输入/输出模块,以控制各种机械或工作程序。一部数字电子计算机若是执行 PC 功能,亦被视为 PC,但不包括鼓式或类似的机械式顺序控制器。

国际电工委员会(IEC)又先后颁布了可程序控制器标准的草案第一稿、第二稿,并在 1987 年 2 月对它又作了如下定义:可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境应用而设计。它采用一类可编程的存储器,用于其内部存储程序,执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令,并通过数字或模拟式输入/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部设备,都按易于与工业控制系统联成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。

总之,PLC 是专为工业环境使用微处理器而设计的计算机应用产品。具有丰富的输入/输出接口和较强的驱动能力。在实际应用时,针对不同的工业应用对象,PLC 硬件可根据

实际需要进行选用配置,其软件可根据控制要求进行设计编制。

三、PLC 的发展过程

PLC 的出现,受到了世界其他国家的高度重视。美国的其他公司和西欧、日本等工业发达国家,也相继研究开发出类似的产品。

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 PLC。1973 年,西欧国家也研制出它们的第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制,于 1977 年开始在工业中应用。

从 1968 年到现在,PLC 的发展已经历了四代,主要反映在微处理器、存储器和控制功能等方面的变化。

第一代,1969—1972 年,PLC 多采用 1 位微处理器、磁芯存储器,其只有逻辑控制功能。代表产品有美国数字设备公司的 PDP-14/L,日本立石电机公司的 SCY-022,日本北辰电机公司的 HOSC-20。

第二代,1973—1975 年,PLC 应用了 8 位微处理器及半导体存储器,并实现了 PLC 产品系列化。微处理器的引入,使 PLC 增加了运算、数据传送及处理等功能。PLC 和继电器常规控制概念相结合,真正具有了计算机特征。其更高的运算速度、超小型的体积、更可靠的工业抗干扰能力、模拟量运算、PID 功能及极高的性价比,奠定了它在现代工业中的地位。PLC 代表产品有德国西门子公司的 SIMATIC S3、S4 系列,美国通用电气公司的 LOGISTROT,日本富士电机公司的 SC 系列。

第三代,1976—1983 年,PLC 开始使用高性能微处理器及高速位片式 CPU,PLC 的处理速度大大提高,并且向多功能及联网通信方向发展。代表产品有美国 GOULD 公司的 M84、484、584、684、884,德国西门子公司的 SIMATIC S5 系列,日本三菱公司的 MEL-PLAC-50、MELPLAC-550。

第四代,1983 年至今,PLC 使用 16 位、32 位高性能微处理器,高性能位片式微处理器,精简指令系统 (Reduced instruction set computer, 简称 RISC) 等高级 CPU,并在一台 PLC 中配置多个处理器,生产了大量的智能模块,在逻辑控制功能的基础上,具备过程控制、数据处理、联网通信等多种功能。PLC 在模拟量处理、数字运算、人机接口和网络能力得到大幅度提高,逐渐进入过程控制领域,在某些应用上取代了分布式控制系统 (Distributed Control System, 简称 DCS)。代表产品有美国 GOULD 公司的 A5900,德国西门子公司的 S7 系列。

20 世纪末期,PLC 的发展特点是更加适应于现代工业的需要,发展了大型机和超小型机,诞生了各种各样的特殊功能单元,生产了各种人机界面单元、通信单元,使应用于 PLC 的工业控制设备的配套更加完善。

目前,全世界 PLC 生产厂家约 200 家,生产品种 300 多个。主要的国外生产厂家包括德国西门子公司、莫迪康公司、罗克韦尔公司、欧姆龙公司、日本三菱机电公司、美国通用电气公司、富士机电公司、日立公司、光洋精工株式会社、乐金公司等。

第二节 PLC 的基本结构及主要特点

一、PLC 的基本结构

PLC 实质是一种专用于工业控制的计算机，其硬件结构基本上与微型计算机相同，PLC 基本结构如图 1-1 所示，它包括微处理器（CPU）、存储器、输入/输出（以下简称 I/O）接口、外部设备编程器及电源模块等部分。PLC 内部各组成单元之间通过电源总线、控制总线、地址总线和数据总线连接，外部则根据实际控制对象配置相应设备与控制装置构成 PLC 控制系统。

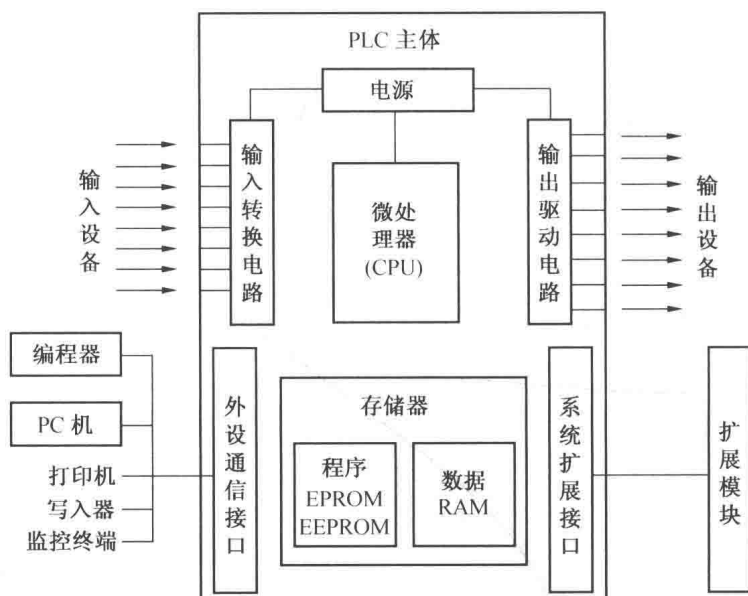


图 1-1 PLC 的基本结构

1. 微处理器

微处理器（Micro Processor，以下简称 MP），在一片硅片上集成了早期计算机中央处理单元（Central Processing Unit，简称 CPU）的功能电路，包括运算器（ALU）、控制单元（CU）、寄存器阵列（R）等。MP 是 PLC 的核心，主要功能是对数据的处理和对系统的控制。MP 通过数据总线、地址总线、控制总线，与存储器、I/O 接口、编程器和电源等相连。

小型 PLC 的 MP 采用 8 位或 16 位微处理器或单片机，如 8031、M68000 等，这类芯片价格很低；中型 PLC 的 MP 采用 16 位或 32 位微处理器或单片机，如 8086、96 系列单片机等，其集成度高、运算速度快、可靠性高；大型 PLC 中采用高速位片式微处理器，常用的有 AMD2900、AMD2903 等。位片式微处理器的特点是速度快、灵活性强、效率高。位片式微处理器可以进行“级联”，易于“流水线”操作。

CPU 按照 PLC 内用户程序赋予的功能, 指挥 PLC 完成各项控制任务:

- ① 接收并存储从编程器输入的用户程序和数据;
- ② 用扫描方式接收现场输入装置的状态、数据, 并存入映像寄存器或数据寄存器;
- ③ 诊断电源、PLC 内部电路的工作状态和编程过程中的语法错误;

④ 在 PLC 进入运行状态后, 从存储器中逐条读取用户程序, 经过命令解释后按指令规定的任务, 读入输入装置的状态, 对数据进行存取、传送、运算、比较等操作, 根据运算结果更新有关标志的状态和输出映像寄存器的内容, 再由输出映像寄存器的内容, 实现输出控制、数据通信、制表、打印等任务。

2. 存储器

PLC 内的存储器主要用于存放系统程序、用户程序和数据等。

1) 系统程序存储器

系统程序决定了 PLC 的基本功能, 程序由 PLC 制造厂家编写并固化在系统程序存储器中, 主要有系统监控程序、命令解释功能子程序和模块化应用功能子程序的调用管理程序, 以及对应定义参数 (输入/输出接口、内部继电器、计时器、计数器、移位寄存器等) 等功能。系统监控程序主要控制 PLC 的运行, 使 PLC 按正确的次序工作; 命令解释功能子程序将 PLC 的用户指令转换为机器语言指令, 再送给 CPU 执行; 模块化应用功能子程序则负责调用不同的功能子程序及其管理程序。

系统程序存放在长期保存不丢失数据的只读存储器 (Read Only Memory, 以下简称 ROM) 中, PLC 中应用的 ROM 类型主要有 EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) 和 FLASH (Flash Memory)。这类存储器在程序写入后只能读出, 不能写入随机数据, 其具有断电不丢失数据的特点。EPROM 为电写入紫外线擦除的 ROM, 要在专用装置上用紫外线照射芯片上的透镜窗口才能擦除写入内容, 操作很不方便; EEPROM 是电写入电擦除的 ROM, 写入/擦除芯片可直接在电路板上进行; FLASH 则是一种闪速存取的 EEPROM, 目前写入/擦除的存取速度已经突破了 30 ns。

2) 用户程序存储器

用户程序存储器主要用于存放用户载入的 PLC 应用程序, 载入初期的用户调试程序, 存放在可以读写的随机存取存储器 (RAM) 内, 以方便用户修改与调试。通过修改调试后确定的用户执行程序, 被固化到 ROM 中, 如 EPROM、EEPROM 等。

3) 数据存储器

PLC 运行过程中需要生成或调用中间结果 (如输入/输出元件的状态数据、定时器、计数器的预置值和当前值等), 组态数据 (如输入/输出组态、设置输入滤波、脉冲捕捉、输出表配置、定义存储区保持范围、模拟电位器设置、高速计数器配置、高速脉冲输出配置、通信组态等), 这类数据存放在工作数据存储器中, 由于工作数据与组态数据不断变化, 且不需要长期保存, 所以采用随机存取存储器 (RAM), 如 CMOSRAM 存储器。

CMOSRAM 存储器是一种中高密度、低功能、价格便宜的半导体存储器, 可用锂电池作为备用电源。一旦交流电源停电由锂电池来维持供电, 可保存随机存取存储器 (RAM) 内停电前的数据。锂电池寿命一般为 1~5 年左右。

3. 输入/输出接口

输入/输出接口是现场检测单元或控制设备与 PLC 连接的电路。PLC 提供了各种 I/O 模块,具有 I/O 电平转换、电气隔离、串/并行转换数据、误码校验、A/D 或 D/A 转换等功能。

输入接口是输入设备与微处理器进行联络的电路。现场检测单元输入给 PLC 各种状态/控制信号,如限位开关、操作按钮、选择开关以及其他一些传感器输出的开关量或模拟量等,通过输入接口电路将这些信号转换成 CPU 能够接收和处理的信号。

开关量输入接口分别为直流输入、交流输入、交直流输入。直流输入接口能够直接接入几十伏的电压,交流输入接口可直接输入 220 V 的电压,一般微处理器和 PLC 内部电路的工作电压只有 5 V,所以开关量输入接口电路是将输入的交流、直流转为 PLC 内部能接收的电平。

输出接口电路将 CPU 送出的弱电控制信号,转换成被控设备所需的电平输出信号,以驱动电磁阀、接触器等设备的动作执行。PLC 开关量输出有 3 种方式:继电器输出方式、晶体管输出方式和晶闸管输出方式。晶体管和晶闸管输出方式是无触点型电路,晶体管输出方式用于高频小功率负载,晶闸管输出方式用于高频大功率负载;继电器输出方式为有触点型电路,用于低频负载。

4. 编程器

编程器作用是将用户编写的程序下载至 PLC 的用户程序存储器,并利用编程器检查、修改和调试用户程序,监视用户程序的执行过程,显示 PLC 状态、内部器件及系统的参数等。

编程器有简易编程器和图形编程器两种。简易编程器体积小,携带方便,但只能用语句形式进行联机编程,适合小型 PLC 的编程及现场调试。图形编程器既可用语句形式编程,又可用梯形图编程,同时还能进行脱机编程。

目前,PLC 制造厂商大都开发了计算机辅助 PLC 编程支持软件,在 PC 机安装了 PLC 编程支持软件后,不仅可用作图形编程器,进行用户程序的编辑、修改,而且可以通过个人计算机和 PLC 之间的通信接口实现用户程序的双向传送、监控 PLC 运行状态等。

5. 电源

PLC 的电源将外部供给的交流电转换成 CPU、存储器等所需的直流电源,是整个 PLC 的能源供给中心。PLC 大都采用高质量的、稳定性好的、抗干扰能力强的开关稳压电源,许多 PLC 电源还可向外部提供直流 24 V 稳压电源,用于向输入接口上的接入电气元件供电,从而简化外围配置。

二、PLC 的主要特点及功能

1. PLC 的主要特点

1) 可靠性高

(1) 开关量输入/输出接口均采用光电隔离,光电隔离使工业现场的强电信号或控制电路与 PLC 内部电路之间隔离。

(2) 各输入端均采用 R - C 滤波器,其滤波时间常数一般为 10 ~ 20 ms。

(3) 各模块均采用屏蔽措施,以防止辐射干扰。

(4) 采用性能优良的开关电源。

(5) 严格地筛选器件。

(6) 具有良好的自诊断功能,一旦电源或其他软、硬件发生异常情况,CPU 立即采用有效措施,以防止故障扩大。

(7) 大型 PLC 采用双 CPU 构成冗余系统或由三个 CPU 构成表决系统,使可靠性进一步提高。

2) 模块化结构和丰富的 I/O 模块

为了适应各种工业控制需要,除了单元式的小型 PLC 以外,绝大多数 PLC 均采用模块化结构。PLC 的各个部件(包括 CPU、电源、I/O 模块等)均采用模块化设计,由机架及电缆将各模块连接起来,其系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。PLC 针对不同的工业现场提供不同的装置,如提供输入信号装置(按钮、行程开关、接近开关、传感器及变送器)能够提供交流或直流开关量、模拟量、电流、脉冲、电子信号等相应的 I/O 模块;输出控制装置(继电器线圈、控制阀等)能够提供直接连接。为了提高操作性能,还有多种人机接口模块,为工业局部网络提供多样的通信联网接口模块。

3) 编程简单易学

大多数 PLC 厂家,均提供了类似于继电器控制线路的图形式(梯形图)编程软件平台,不要求编程者具备计算机的专业知识,其编程语言容易被一般工人或技术人员理解和掌握。即使应用简易编程器,所用的编程语句也容易被掌握。

4) 安装、维修方便

PLC 不需要专门的机房,其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 端连接即可投入运行。各种模块均安装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,模块化结构可在故障发生时迅速地找到位置和更换模块,使系统恢复运行。

2. PLC 的功能

大多数 PLC 所具备的功能有:逻辑控制、定时/计数、步进(顺序)控制、PID 控制、数据处理、通信和联网;还有许多特殊功能模块,适用于各种特殊控制的要求,如定位控制模块,CRT 模块等。一些小型 PLC 只具备其中的部分功能。

第三节 PLC 的现状与发展趋势

一、PLC 的现状

随着大规模和超大规模集成电路等微电子技术的发展,PLC 由最初 1 位机发展到现在的以 16 位和 32 位微处理器构成的微机化 PC,实现了多处理器的多通道处理。如今,PLC 技术已非常成熟,不仅控制功能增强,功耗和体积减小,成本下降,可靠性提高,编程和故障检测更为灵活方便,而且随着远程 I/O 和通信网络、数据处理以及图像显示技术的发展,PLC 成为实现工业自动化的一大支柱。

现在世界上的 PLC 产品,按地域可分成美国、欧洲和日本 3 个流派,各流派 PLC 产品都各具特色。其中,美国是 PLC 生产大国,有 100 多家 PLC 厂商,著名的有罗克韦尔

公司、美国通用电气公司、莫迪康公司。欧洲 PLC 产品主要制造商有德国的西门子公司、AEG 公司, 法国的 TE 公司。日本有许多 PLC 制造商, 如三菱、欧姆龙、松下、富士等。韩国的 PLC 制造商有三星、LG 等。这些生产厂家的产品占有 80% 以上的 PLC 市场份额。

经过多年的发展, 国内 PLC 生产厂家约有 30 家, 国内 PLC 市场仍然以国外产品为主。但国内公司在开展 PLC 业务时也在逐渐形成自己的竞争优势, 如需求、产品定制、成本、服务、响应速度等优势。

二、PLC 的发展趋势

随着 PLC 应用领域日益扩大, PLC 技术及其产品结构都在不断改进, 功能日益强大, 性价比越来越高。

1. 向两极发展

为了提高 PLC 的处理能力, 要求 PLC 具有更好的响应速度和更大的存储容量。一方面大力发展速度快、性价比高的小型 and 超小型 PLC (最小配置的 I/O 点数为 8~16 点), 以适应单机及小型自动控制的需要, 如三菱公司 A 系列 PLC。另一方面向高速度、大容量、技术完善的大型 PLC 方向发展, 现已有 I/O 点数达 14336 点的超大型 PLC, 其使用 32 位微处理器, 多 CPU 并行工作和大容量存储器。目前, 有的 PLC 的扫描速度可达 0.1 ms/k 左右, PLC 存储容量最高已达几十兆字节, 并且已使用了磁泡存储器或硬盘。

2. 向通信网络化发展

PLC 网络通信的能力是当前 PLC 技术发展的趋势, PLC 与 PLC 之间的联网通信、PLC 与上位计算机的联网通信已得到广泛应用。目前, PLC 制造商都在发展自己专用的通信模块和通信软件以加强 PLC 的联网能力。各 PLC 制造商之间也在协商制定通用的通信标准, 以构成更大的网络系统。PLC 已成为集散控制系统 (DCS) 不可缺少的组成部分。

3. 向模块化、智能化发展

为满足工业自动化各种控制系统的需要, PLC 厂家不断开发各种模块, 如智能 I/O 模块、温度控制模块、高速计数模块、远程 I/O 模块、通信和人机接口模块, 以及专门用于检测 PLC 外部故障的专用智能模块等。这些模块的开发和应用不仅增强了功能, 扩展了 PLC 的应用范围, 还提高了系统的可靠性。

4. 编程语言和编程工具向多样化和标准化发展

在 PLC 系统结构不断发展的同时, PLC 的编程语言也越来越丰富, 功能也不断提高。为了适应各种控制要求, 除了大多数 PLC 使用的梯形图语言外, 还出现了面向顺序控制的步进编程语言、面向过程控制的流程图语言、与计算机兼容的高级语言 (BASIC、C 语言) 等。多种编程语言并存、互补与发展是 PLC 软件进步的一种趋势。

第四节 PLC 的应用领域

PLC 是以自动控制技术、微计算机技术和通信技术为基础发展起来的新一代工业控制装置, 其应用的领域越来越广。在国内外, PLC 已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业, 其应用范围归纳为以下几类:

1. 开关量的逻辑控制

开关量的逻辑控制是 PLC 应用最基本、最广泛的领域,它可以取代继电器,实现逻辑控制、顺序控制。其主要用于单台设备、多机群控及自动化流水线的控制,如注塑机、印刷机、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

2. 模拟量控制

在工业生产过程中,有许多连续变化的物理量,如温度、压力、流量、液位和速度等都是模拟量。为了使 PLC 能够处理这些连续变化的模拟量,就必须实现模拟量 (Analog) 和数字量 (Digital) 之间的 A/D 转换及 D/A 转换。目前,PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块,使 PLC 可用于模拟量控制。

3. 运动控制

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。从控制机构配置来说,早期直接用于开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构,现在一般使用专用的运动控制模块,如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能,其广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等领域。

4. 过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机,PLC 能编制各种各样的控制算法程序,完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法。大中型 PLC 都有 PID 调节模块;许多小型 PLC 也具有此功能模块,运行专用的 PID 子程序。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等领域都有非常广泛的应用。

5. 数据处理

现代 PLC 具有数学运算 (矩阵运算、函数运算、逻辑运算)、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较,完成一定的控制操作;也可以利用通信功能传送到别的智能装置,将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统,如无人控制的柔性制造系统;也可用于过程控制系统,如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

6. 通信及联网

PLC 通信包括 PLC 之间的通信及 PLC 与其他智能设备间的通信。随着计算机控制的发展,工厂自动化网络发展得很快,各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通信功能,纷纷推出各自的网络系统。目前生产的 PLC 都具有通信接口,通信非常方便。

第五节 下一代 PLC 的技术特点

2013 年,中国工控网、中华工控网、控制工程网的论坛同时开展了题为“下一代 PLC 发展趋势”的用户讨论,旨在发动全国 PLC 应用工程师和爱好者从需求和应用角度探讨未来 PLC 的发展。论坛汇集近千篇用户主题帖,汇总出外形/体积、性能/功能、通信性能、编程软件、生命周期 5 个主题。用户期望中的下一代 PLC 的主要特点是:

1. 外形实现小型化、模块化、集成化

(1) 体积缩小,占用控制柜空间少,便于安装维护。