



PLC

快速入门与实践

黄安春 主 编
潘洪坤 张景松 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

013025686

TM571.6
164

PLC

快速入门与实践

主 编 黄安春
副主编 潘洪坤 张景松
参 编 王秋菊 陈晓娟
主 审 殷建国



TM571.6

164



北航

C1633708



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书主要介绍了三菱 FX2N 系列 PLC、西门子 S7-200 系列 PLC、欧姆龙 CQM1H 系列 PLC 的特点与应用。全书共分四篇十一章, 主要内容包括 PLC 的基本结构及工作原理, 三菱 FX2N 系列 PLC、西门子 S7-200 系列 PLC、欧姆龙 CQM1H 系列 PLC 的基本指令及它们在电气控制系统中的应用等。

本书具有较强的实践性, 突出学生实际应用能力的培养, 所选的实例具有代表性, 充分体现高等职业院校工学结合的教学特色, 适合从事单片机、PLC 嵌入式开发的人员使用, 同时也适合高等职业技术学院自动化及相关专业的学生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 快速入门与实践 / 黄安春主编. —北京: 中国电力出版社, 2012.12

ISBN 978-7-5123-3830-2

I. ①P… II. ①黄… III. ①plc 技术—高等教育—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 299969 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 4 月第一版 2013 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.5 印张 342 千字

印数 0001—3000 册 定价 29.80 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

PLC 是在继电接触器逻辑控制基础上发展而来的。它是以微处理器为核心,综合计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型工业自动控制装置。经过 30 多年的发展,在工业生产中获得了极其广泛地应用。目前,PLC 已成为工业自动化领域中最重要、应用最广泛的控制装置之一,居工业生产自动化三大支柱(PLC、机器人、计算机辅助设计与制造)之首。其应用的深度和广度成为衡量一个国家工业自动化程度高低的标志。

本书主要介绍目前常用的三种可编程序控制器,结合实际应用,设计了四篇:第一篇 PLC 基础,主要包括 PLC 的工作原理及构成,各种 PLC 的特点;后面三篇分别是三菱 FX2N 系列 PLC 的特点与应用,西门子 S7-200 系列 PLC 的特点与应用,欧姆龙 CQM1H 系列 PLC 的特点与应用,内容涉及三种 PLC 的基本结构,基本指令,并对典型电气控制系统进行分析,给出 8~10 个应用实例。

本书融合了 FX2N 系列、S7-200 系列、CQM1H 系列可编程序控制器打破传统的以某种 PLC 为主教材模式,重点突出学生实际应用能力的培养,所选项目均为典型的 PLC 应用控制系统,具有代表性,能够满足课程知识点的要求;同时以技术应用为中心,拓展理论知识,培养学习与技术应用能力,有利于提高学生的可持续发展能力。参与编写的人员既有高等院校的教师,也有相关企业具有丰富经验的工程师,充分体现了高等职业教育校企合作、工学结合的特色,也是为培养符合社会和企业需要的高技能应用性人才进行探索。

本书由大连职业技术学院的黄安春担任主编,由大连职业技术学院的潘洪坤、张景松担任副主编,由大连职业技术学院电气电子工程学院院长殷建国担任主审,并为本书的编写工作提供了宝贵的建议。第一、二篇由潘洪坤编写;第三篇由张景松、王秋菊编写;第四篇由黄安春、陈晓娟编写。

限于编者水平,书中难免存在疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2013 年 3 月

目 录

PLC 快速入门与实践



前言

第一篇 PLC 基础

第一章 PLC 概述	3
第一节 PLC 的产生	3
第二节 PLC 的定义	4
第三节 PLC 控制功能及特点	4
第四节 PLC 的分类及发展	7
第二章 PLC 的构成及工作原理	11
第一节 PLC 的基本组成	11
第二节 PLC 的工作原理	15
思考题一	18

第二篇 三菱 FX2N 系列 PLC 的特点与应用

第三章 概述	23
第一节 种类、性能、规格及组成	24
第二节 内部编程元件及其功能	32
第四章 基本指令	41
第五章 基本指令的应用	57
第一节 三相交流异步电动机正/反转 PLC 控制	57
第二节 三相异步电动机减压启动、可逆运行、反接制动的 PLC 控制	60
第三节 两台或多台电动机顺序启动	61
第四节 车间两条顺序相连的传送带	63
第五节 三相交流异步电动机 Y— Δ 降压启动可逆运行的 PLC 控制	65
第六节 报警电路的 PLC 控制	67
第七节 工作台自动往返 PLC 控制	69
第八节 拉伸缠绕包装机的 PLC 控制	75
思考题二	77

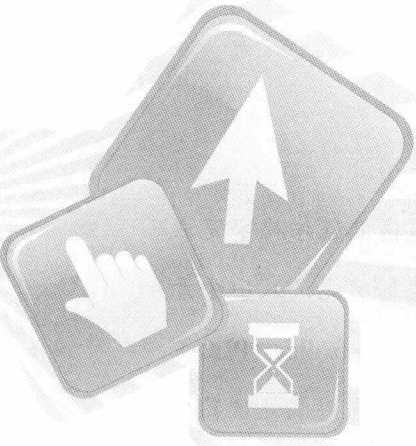
第三篇 西门子 S7-200 系列 PLC 的特点与应用

第六章 西门子 S7-200 系列 PLC 的概述	81
第一节 S7-200 PLC 系统组成	81
第二节 S7-200 PLC 的性能特点及基本功能	85
第三节 S7-200 PLC 的内部资源及寻址方式	92
第四节 S7-200 PLC 的编程语言和程序结构	102
第七章 S7-200 PLC 基本指令与应用指令	107
第一节 位操作指令	107
第二节 数据处理指令	119
第三节 运算指令	125
第四节 转换指令	130
第五节 程序控制指令	132
第六节 特殊指令	134
第八章 西门子 S7-200 系列 PLC 基本指令的应用	146
第一节 运料小车延时正/反转控制	146
第二节 电动机星形—三角形降压启动控制	149
第三节 传送带式运输机可重复顺序启动、逆序停止控制	150
第四节 顺序控制指令的应用	152
第五节 运料小车自动装料、卸料控制过程	155
第六节 四组抢答器程序设计	156
第七节 单按钮控制彩灯循环	161
第八节 洗衣机自动控制程序设计	162
第九节 高速计数器应用程序——自动打包机控制系统	167
第十节 人行交通信号灯控制	169
思考题三	173

第四篇 欧姆龙 CQM1H 系列 PLC 的特点与应用

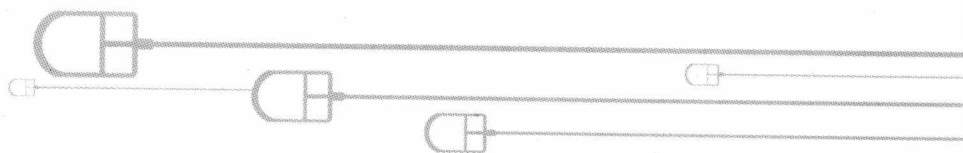
第九章 欧姆龙 CQM1H 系列 PLC 的概述	177
第一节 CQM1H 系列 PLC 的系统配置及 I/O 通道分配	177
第二节 CQM1H 系列 PLC 的内部编程元件及其功能	178
第十章 欧姆龙 CQM1H 系列 PLC 的基本指令	185
第一节 CQM1H 系列 PLC 基本指令概述	185
第二节 CQM1H 系列 PLC 的基本指令	186
第十一章 欧姆龙 CQM1H 系列 PLC 的基本指令应用	203
第一节 将 TR 指令编程的电路改用 IL/ILC 指令编程的电路	204
第二节 具有软互锁—硬互锁的三相异步电动机正/反转控制电路	205

第三节	三相异步电动机Y— Δ 减压启动控制电路	207
第四节	三相异步电动机带变压器桥式整流能耗制动控制电路	210
第五节	三相绕线转子异步电动机串电阻启动电路	211
第六节	两台电动机顺序延时启动、逆序延时停止控制电路	214
第七节	水塔供水系统的 PLC 控制	216
第八节	一处卸料的运料小车的自动往复控制	220
思考题四		222
参考文献		224



第一篇

PLC 基础





早期的可编程序控制器是为取代继电器控制线路，采用存储程序指令完成顺序控制而设计的，它仅有逻辑运算、计时、计数等顺序控制功能，只用于开关量控制，也称为可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）。

进入 20 世纪 70 年代，随着微电子技术的发展，PLC 采用通用微处理器之后，就不限于当初的逻辑运算了。因此，目前称为可编程序控制器（Programmable Controller, PC），但是为了与个人电脑（Personal Computer）区分，仍然沿用以前的简称，即 PLC。



第一章

PLC 概述

PLC 是在继电器接触器逻辑控制基础上发展而来的。它是以微处理器为核心,综合计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型工业自动控制装置。经过 30 多年的发展,在工业生产中获得了极其广泛地应用。目前,PLC 已成为工业自动化领域中最重要、应用最广泛的控制装置之一,居工业自动化三大支柱(PLC、机器人、计算机辅助设计与制造)之首。其应用的深度和广度成为衡量一个国家工业自动化程度高低的标志。

由于其特殊的性能,有逐步取代继电器接触器逻辑控制的趋势,在电气控制领域已得到广泛应用。本章主要介绍 PLC 的历史、发展趋势、结构和功能特点,简要阐述 PLC 的编程语言、工作方式及分类,并与继电器接触器控制系统进行比较。

第一节 PLC 的产生

20 世纪 60 年代末,美国最大的汽车制造商通用汽车公司(GM),为了适应汽车型号不断更新的需求,想寻找一种方法,以尽可能减少重新设计继电器接触器控制系统和接线的工作量,降低生产成本,缩短周期,于是设想将计算机的功能完备、灵活性、通用性强等优点和继电器接触器控制系统简单易懂、操作方便、价格低廉等优点结合起来,制造一种新型的工业控制装置。为此,1968 年美国通用汽车公司公开招标,要求制造商为其装配生产线提供一种新型的通用控制器,并提出了 10 项招标指标,分别如下。

- (1) 编程简单,可在现场修改和调试程序。
- (2) 维护方便,各部件最好采用插件方式。
- (3) 可靠性高于继电器接触器控制系统。
- (4) 设备体积要小于继电器控制柜。
- (5) 数据可以直接送给管理计算机。
- (6) 成本可与继电器接触器控制系统相竞争。
- (7) 输入量是 115V 交流电压。
- (8) 输出量为 115V 交流电压,输出电流在 2A 以上,能直接驱动电磁阀。
- (9) 系统扩展时,原系统只需作很小的变动。

(10) 用户程序存储器容量能扩展到 4KB。

美国数字设备公司 (DEC) 中标, 于 1969 年研制成功了一台符合要求的控制器, 在通用汽车公司的汽车装配生产线上试验并获得成功。由于这种控制器适合于工业环境, 便于安装, 可以重复使用, 通过编程来改变控制规律, 完全可以取代继电器接触器控制系统, 因此在短时间内该控制器的应用很快就扩展到其他工业领域。这就是历史上的第一台 PLC。

第二节 PLC 的定义

美国电气制造商协会 (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) 于 1980 年把这种控制器正式命名为可编程序控制器。为使这一新型的工业控制装置的生产和发展规范化, 国际电工委员会 (IEC) 制定了 PLC 的标准, 给出 PLC 的定义: “可编程序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的。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设备或生产过程。可编程序控制器及其有关设备都应按易于与工业控制系统形成一个整体, 易于扩展其功能的原则设计。”

定义强调了 PLC 应直接应用于工业环境, 因此它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 PLC 区别于一般微机控制系统的一个重要特征。

总之, 可编程序控制器是一台计算机, 是专为工业环境应用而设计制造的计算机。它具有丰富的输入/输出接口, 并且具有较强的驱动能力。可编程序控制器产品并不是针对某一具体工业应用, 其灵活、标准的配置能够适应工业上的各种控制。在实际应用时, 其硬件可根据需要选用配置, 其软件则需要根据控制要求进行设计。

第三节 PLC 控制功能及特点

一、基本功能

PLC 在工业中的广泛应用是由其功能决定的, 其功能主要有以下几个方面。

(1) 开关量的逻辑控制。逻辑控制功能实际上就是位处理功能, 是 PLC 的基本功能之一, 用来取代继电器接触器控制系统, 实现逻辑控制和顺序控制。PLC 根据外部现场 (开关、按钮或其他传感器) 的状态, 按照指定的逻辑进行运算处理后, 控制机械运动部件进行相应的操作。另外, 在 PLC 中一个逻辑位的状态可以无限制地使用, 逻辑关系的修改和变更也十分简便。

(2) 定时控制。PLC 中有许多用户使用的定时器, 并设置了定时指令, 定时器的设置值可以在编程时设定, 也可以在运行过程中根据需要进行修改, 使用方便、灵活。同时 PLC 还提供了高精度的时钟脉冲, 用于准确的实时控制。

(3) 计数控制。PLC 为用户提供了许多计数器, 计数器计数到某一数值时, 产生一个状态信号 (计数值到), 利用该状态信号实现对某个操作的计数控制。计数器的设定值可以在编程时设定, 也可以在运行过程中根据需要进行修改。

(4) 步进控制。PLC 为用户提供了若干个移位寄存器, 可以实现由时间、计数或其他指

定逻辑信号为转步条件的步进控制。即在一道工序完成以后,在转步条件控制下,自动进行下一道工序。有些 PLC 还专门设置了用于步进控制的步进指令,编程和使用都很方便。

(5) 数据处理。PLC 的数据处理功能,可以实现算术运算、逻辑运算、数据比较、数据传送、数据移位、数制转换、译码编码等操作。中、大型 PLC 数据处理功能更加齐全,可完成开方、PID 运算、浮点运算等操作,还可以和 CRT、打印机相连,实现程序、数据的显示和打印。

(6) 回路控制。有些 PLC 具有 A/D、D/A 转换功能,可以方便地完成对模拟量的控制和调节。一般情况下,模拟量为 $4\sim 20\text{mA}$ 的电流,或 $1\sim 5\text{V}$ 、 $0\sim 10\text{V}$ 的电压;数字量为 8 位或 12 位的二进制数。

(7) 通信联网。有些 PLC 采用通信技术,实现远程 I/O 控制、多台 PLC 之间的同位链接、PLC 与计算机之间的通信等。利用 PLC 同位链接,可以把数十台 PLC 采用同级或分级的方式连成网络,使各台 PLC 的 I/O 状态相互透明。采用 PLC 与计算机之间的通信连接,可以用计算机作为上位机,下面连接数十台 PLC 作为现场控制机,构成“集中管理,分散控制”的分布式控制系统,以完成较大规模的复杂控制。

(8) 监控。PLC 设置较强的监控功能。利用编程器或监视器,操作人员可以对 PLC 有关部分的运行状态进行监视。

(9) 停电记忆。PLC 内部的部分存储器所使用的 RAM 设置了停电保持器件(如备用电池等),以保证断电后这部分存储器中的信息能够长期保存。利用某些记忆指令可以对工作状态进行记忆,以使 PLC 断电后的数据内容保持不变。PLC 的电源恢复后,可以在原工作进程的基础上继续工作。

(10) 故障诊断。PLC 可以对系统构成、某些硬件状态、指令的合法性等进行自诊断,发现异常情况,发出报警并显示错误类型,如属严重错误则自动中止运动。PLC 的故障自诊断功能极大地提高了 PLC 控制系统的安全性和可维护性。

二、特点

(1) 编程、操作简易方便、程序修改灵活。目前 PLC 的编程可采用与继电器电路极为相似的梯形图语言,直观易懂,只要熟悉继电器接触器线路都能极快地进行编程、操作和程序修改,深受现场电气工作人员的欢迎。近几年发展起来的其他编程语言(如功能图语言、汇编语言和 BASIC 等计算机通用语言)也都使编程更加方便,并且适宜于不同的人员。

(2) 体积小、功耗低。由于 PLC 是将微电子技术应用于工业控制设备的新型产品,因而 PLC 的结构紧凑、坚固、体积小、质量轻、功耗低。

(3) 抗干扰能力强、可靠稳定。由于 PLC 采用大规模集成电路,器件的数量大大减少、故障率低、可靠性高,而且 PLC 本身配有完善的自诊断功能,可迅速判断故障,从而进一步提高可靠性。PLC 通过设置光耦合电路、滤波电路和故障检测与诊断程序等一系列硬件和软件的抗干扰措施,有效地屏蔽了一些干扰信号对系统的影响,极大地提高了系统的可靠性。

(4) 采用模块化结构,扩充、安装方便,组合灵活。由于 PLC 已经实现了产品系列化、标准化和通用化,用 PLC 组成控制的系统在设计、安装、调试和维修等方面表现了明显的优越性。由于 PLC 按模块化结构和标准单元结构进行设计,用户可以灵活地扩充、缩小或更换模块数量、规格及连接方式。根据需要可在极短时间内设计和实现一个工业控制系统,极大

地缩短了设计调试周期。

(5) 通用性好、使用方便。由于 PLC 中的继电器是“软元件”，其接线也是用程序实现的“软接线”，可以根据需要灵活组合。一旦控制系统的硬件配置确定以后，用户可以通过修改应用程序来适应生产工艺的变化，实现不同的控制。

(6) 修复时间短、维护方便、输入/输出时接口功率大。由于 PLC 采用插件结构，当 PLC 的某一部分发生故障时，只要把该模块更换下来，就可继续工作。平均修复时间为 10min 左右。一般 PLC 平均无故障率为 3~5 年，使用寿命在 10 年以上。输入/输出模块可直接与 AC 220、110V 和 DC 24、48V 输入/输出信号相连接，输出可直接驱动 2A 以下的负载。而且 PLC 也有 TTL 和 CMOS 电平输入/输出模块，驱动 TTL 和 CMOS 设备。

三、与继电器控制系统的比较

在 PLC 出现之前，逻辑控制和顺序控制都是由传统的继电器控制系统来实现的。由于采用了微控制器和计算机技术，PLC 与传统的继电器系统相比，具有以下优点。

(1) 传统的继电器控制系统是针对一定的生产机械、固定的生产工艺而设计，采用硬接线方式安装而成，只能进行开关量的控制；而 PLC 采用软件编程来实现各种控制功能，只要改变程序，就可适应生产工艺的改变，并且可以实现开关量和模拟量的控制，因此适应性强。

(2) 传统的继电器控制系统中，随着控制对象的增多，必然要增加继电器数目，提高系统的运营成本；而对于 PLC 来说，只需要改变程序就可以实现较复杂的控制功能。

(3) 继电器控制系统在长期使用的过程中，受接触不良和触点寿命的影响，可靠性低；PLC 由于采用了微电子和计算机技术，可靠性比较高，抗干扰能力强。

(4) 继电器控制系统要扩充、改装都必须重新设计，重新配置；而 PLC 在 I/O 点数及内存允许范围内，可自由扩充。

(5) 与传统继电器控制系统相比，PLC 体积小、质量轻、结构紧凑、开发周期短，安装和维护工作量小，PLC 还有完善的监控和自诊断功能，可以及时发现和排除障碍。

因此，PLC 在性能上优于继电器逻辑控制，在用微电子技术改造传统产业的过程中，传统的继电器控制系统大多数将被 PLC 控制系统所取代。

四、可编程序控制器与集散控制系统的比较

PLC 与集散控制系统在发展过程中，始终是互相渗透、互为补充。它们分别由两个不同的古典控制设备发展而来。

(1) PLC 是由继电器控制逻辑发展而来的，所以它在数字处理、顺序控制方面具有一定的优势，初期主要侧重于开关量顺序控制方面。而集散系统 DCS 是由回路仪表控制发展而来的，所以在模拟量处理、回路调节方面具有一定的优势，初期主要侧重于回路调节功能。但两者的发展都随着微电子技术、大规模集成电路技术、计算机技术、通信技术等的不断发展，同时向对方扩展自己的技术功能。

(2) PLC 自 20 世纪 60 年代问世之后，于 70 年代进入实用化阶段，8 位、16 位、32 位微处理器和各种位片式处理器的应用使其在技术和功能上都发生了飞跃，在初期的逻辑运算功能的基础上，增加了数值计算、闭环控制等功能，其运算速度得到提高，输入/输出范围与规模扩大。PLC 与上位计算机之间相互联成网络，构成以可编程序控制器为主要部件的初级控制系统。集散控制系统自 20 世纪 70 年代问世之后，发展迅速，特别是单片微处理器广泛

应用的通信技术的成熟,把顺序控制装置、数据采集装置、过程控制的模拟量仪表过程监控装置有机地结合在一起,产生了满足不同要求的集散型控制系统。

(3) 现代 PLC 的模拟量控制功能很强,多数都配备了各种智能模板,以适应生产现场的多种特殊要求,具有了 PID 调节功能和构成网络系统组成分级控制的功能以及集散控制系统所完成的功能。集散控制系统既有单回路控制系统,也有多回路控制系统,同时也具有顺序控制功能。到目前为止,PLC 与集散控制系统的发展越来越接近,很多工业生产过程既可以用 PLC,也可以用集散控制系统实现其控制功能。综合两者的优势,把二者有机地结合起来可形成一种新型的全分布式计算机控制系统。

第四节 PLC 的分类及发展

一、分类

PLC 发展至今已经有多种形式,其功能也不尽相同,一般按以下标准进行分类。

1. 按 I/O 点数分类

按输入/输出(I/O)点数可将 PLC 分为以下三类。

(1) 小型机。I/O 点数在 256 点以下的为小型机,其功能以开关量控制为主,用户程序存储器容量在 4KB 以下。小型 PLC 的特点是体积小、价格低,适合控制单台设备、开发机电一体化产品。

典型的小型机有西门子(SIEMENS)公司的 S7-200 系列,欧姆龙(OMRON)公司的 CPM1A 系列和三菱(MITSUBISHI)公司的 FX1N 系列等整体式 PLC 产品。

(2) 中型机。中型 PLC 的 I/O 点数在 256~2048,用户程序存储容量达 8KB。中型 PLC 不仅具有开关量和模拟量的控制功能,还具有更强的数字计算能力,它的通信功能和模拟量处理能力更强大,适用于复杂的逻辑控制系统以及连续生产过程控制场合。

典型的中型机有西门子公司 S7-300 系列,欧姆龙公司的 C200H 系列和三菱公司的 FX2N 系列等模块式 PLC 产品。

(3) 大型机。大型 PLC 的 I/O 点数在 2048 点以上,用户程序存储容量达 8~16KB。大型 PLC 具有计算、控制和调节功能,还具有强大的网络结构和通信联网能力。它的监视系统采用 CRT 显示,能够表示过程的动态流程。适用于设备自动化控制、连续生产过程自动化控制和过程监控系统。

典型的大型机有西门子公司 S7-400 系列,欧姆龙公司的 CVM1 和 CS1 系列,以及 AB 公司的 SLC5/05 系列产品。

2. 按结构分类

根据结构,PLC 主要分为整体式和模块式两种类型。

(1) 整体式结构。整体式 PLC 又称为单元式或箱体式 PLC,其体积小、价格低。一般小型 PLC 多采用整体式结构。

整体式 PLC 的结构特点是将 PLC 的基本部件,如 CPU 模块、I/O 模块和电源等硬件紧凑地安装在一个标准机壳内,组成 PLC 的一个基本单元或扩展单元。基本单元上没有扩展端口,通过扩展电缆与扩展单元联接,以构成 PLC 的不同配置。

整体式 PLC 还配备有许多专用的特殊功能块, 可使 PLC 的功能得以扩展。

(2) 模块式结构。模块式 PLC 是由一些模块单元构成的, 将这些模块插在框架或基板上即可。各模块功能是独立的, 外形尺寸统一, 可根据需要灵活配置插入的模块。目前, 中型、大型 PLC 多采用这种形式。

二、发展

从 1969 年出现的第一台 PLC, 经过几十年的发展, 已经到了第四代。其发展过程大致如下。

(1) 第一代在 1969~1972 年。这是 PLC 发展的初期, 该时期的 CPU 由小规模集成电路组成, 存储器为磁芯存储器。功能也比较单一, 仅能实现逻辑运算、定时、计数和顺序控制等功能, 可靠性比以前的顺序控制器有较大幅度地提高, 灵活性也有所增强。

(2) 第二代在 1973~1975 年。这是 PLC 的发展中期, 随着微处理器的出现, 该时期的产品已开始使用微处理器作为 CPU, 采用半导体存储器, 其功能得到进一步发展和完善, 能够实现数字运算、传送、比较、PID 调节、通信等功能, 并初步具备自诊断功能, 可靠性有了一定地提高, 但扫描速度不太理想。

(3) 第三代在 1976~1983 年。此时, PLC 进入大发展时期, 这个时期的产品已采用 8 位和 16 位微处理器作为 CPU, 部分产品还采用了多微处理器结构。其功能得到显著增强, 速度得到较大地提高, 并能进行多种复杂的数学运算, 具备完善的通信功能和较强的远程输入/输出能力, 具有较强的自诊断功能并采用了容错技术。在规模上向两级发展, 即向小型、超小型和大型发展。

(4) 第四代为 1983 年到现在。这个时期的产品除采用 16 位以上的微处理器作为 CPU 外, 内存容量更大, 有的已达数兆字节; 可以将多台 PLC 连接起来, 实现资源共享; 可以直接用于一些规模较大的复杂控制系统; 编程语言除了可使用传统的梯形图、流程图等外, 还可以使用高级语言; 外设多样化, 可以配置 CRT 和打印机等。

随着微处理器技术的发展, 可编程序控制器也得到了迅速地发展, 其技术和产品日趋完善。它不仅以其良好的性能特点满足了工业生产控制的广泛需要, 而且将通信技术和信息处理技术融为一体, 其存储器功能日趋完善。目前, PLC 技术和产品的发展非常活跃, 各厂家不同类型的 PLC 品种繁多, 各具特色。综合来看, PLC 的发展趋势如下。

(1) 系统功能完善。现在的 PLC 在功能上已有很大发展, 它不再是仅仅能够取代继电器控制的简单逻辑控制器, 而是采用了功能强大的高档微处理器加上完善的输入/输出系统, 使得系统的处理功能和控制功能得到大幅度增强。同时它还采用了现代数据通信和网络技术, 配以交互式图形显示及信息存储、输出设备, 使得 PLC 系统的功能日趋完善, 足以能够满足绝大多数的生产控制需要。

(2) 体系结构开放化及通信功能标准化。大多数 PLC 系统都采用了开放性体系结构, 通过制定系统总线接口标准、扩展和通信接口标准, 使得 PLC 系统能够根据应用需求的大小任意扩展。绝大多数公司推出的硬件产品均采用模块化、单元化结构, 根据应用需求确定模块的数量, 这样既减少了系统投资, 又保证了今后系统升级、扩展的需求。

目前各公司的总线、扩展接口及通信功能均是各自独立制定的, 还没有一个适合所有公司产品的统一标准, 在通信接口上虽然大多数产品采用了标准化接口, 但是通信功能上大多



数是非标准化的。为适应应用环境的要求,制定统一的、规范化的 PLC 产品标准是今后发展的必然趋势。

(3) 输入/输出模块智能化及安装现场化。为了提高系统的处理能力和可靠性,大多数 PLC 产品均采用了智能化输入/输出模块,以减轻主 CPU 的负担,同时也为输入/输出系统的冗余带来了方便。另一方面,为了减少系统配线,减少输入/输出信号在长线传输时引入的干扰,很多 PLC 系统将其输入/输出模块通过通信电缆或光纤与主 CPU 进行数据通信,完成信息的交换。

(4) 功能模块专用化。为满足控制系统的特殊要求,提高系统的响应速度,很多 PLC 公司推出了专用化模块,以满足系统如快速响应、闭环控制、复杂控制模式等特殊要求,从而解决了 PLC 扫描周期过长的矛盾。

(5) 编程组态软件图形化。为了给用户提供一个友好、方便、高效编程组态界面,大多数 PLC 公司均开发了图形化编程组态软件。该软件提供了简捷、直观的图形符号以及注释信息,使得用户控制逻辑的表达更加直观、明了,操作和使用也更加方便。

(6) 硬件结构集成化、冗余化。随着专用集成电路(ASIC)和表面安装技术(SMT)在 PLC 硬件设计上的应用,PLC 产品硬件元器件数量将更少、集成度更高、体积更小,其可靠性更高。同时,为了进一步提高系统的可靠性,PLC 系统还采用了硬件冗余和容错技术。用户可以选择 CPU 单元、通信单元、电源单元或输入/输出单元甚至整个系统的冗余配置,使得整个 PLC 系统的可靠性得以进一步加强。

(7) 控制与管理功能一体化。为了更进一步满足控制需要,提高工厂自动化水平,PLC 产品广泛采用了计算机信息处理技术、网络通信技术和图形显示技术,使得 PLC 系统的生产控制功能和信息管理功能融为一体,进一步提高了 PLC 产品的功能,更好地满足了现代化大生产的控制与管理需要。

(8) 向控制的开放性、SoftPLC 的方向发展。SoftPLC 是把标准工业控制计算机转变成为一个全功能类似 PLC 过程控制器的软件技术。SoftPLC 是把 PID 算法、离散和模拟输入/输出控制以及计算机的数据处理、计算和联网功能结合起来。作为一个多任务控制内核,它提供一个强大的系统,快速、准确地扫描时间,一个可与许多 I/O 系统、其他装置和网络相连的开放式结构。它不仅有“硬”PLC 所具有的特征和功能,而且具有它不具备的开放式系统特征。SoftPLC 通常作为内置式系统在硬件上运行,允许用户为特殊需要而去扩展指令表,采取梯形逻辑执行功能,由于维护人员已经熟悉基于控制系统提醒逻辑的故障诊断和编程,这使得从“硬”PLC 到 SoftPLC 的转变很容易。另外,它允许用户用 C、C++或 Java 语言进行编程,Java 虚拟机和内置式网络服务器为 SoftPLC 提供了如数据共享、操作、远程检测和维修等功能。另外,软 PLC 提供了可用于编程和监测的工具——TOPDOC,该软件提供了离线和在线编程、监控、文档和试验软件包。SoftPLC 作为一种 PLC,不同于其他由软件控制的系统,具有实时逻辑控制功能,可与其他类型的 PLC 接口,与 I/O 系统、PLC 及其他装置进行联网通信,具有良好的人机界面,是将来 PLC 发展的方向。

PLC 从生产到现在,由于其编程简单、可靠性高、使用方便、易于维护、价格适中等优点,得到了迅猛发展。按应用类型来划分,大致可分为如下几个领域。

(1) 开关量逻辑控制。PLC 最基本的功能是逻辑运算、定时、计数等,用来进行逻辑控

制,可以取代传统的继电器控制。这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域,既可用于单台设备的控制,又可用于多机群控制及自动化流水线。如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、包装生产线、电镀流水线等。

(2) 模拟量控制。模拟量,如电流、电压、温度、压力等,其大小是连续变化的。工业生产,特别是连续型生产过程,常要对这些物理量进行控制。

为了使可编程控制器处理模拟量,必须实现模拟量和数字量之间的 A/D 转换及 D/A 转换。大中型 PLC 都有多路的模拟量输入/输出和 PID 控制,甚至有的小型 PLC 也带有模拟量输入/输出。因此,PLC 可以作为模拟量控制,用于过程控制。有的 PLC 还可以实现模糊控制。

(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,早期直接用开关量输入/输出模块连接位置传感器和执行机构,现在一般用专用的运动控制模块。如可驱动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。世界上各 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能,广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

(4) 监控系统。用 PLC 可以构成监控系统,进行数据采集和处理,监控生产过程。

(5) 分布控制系统。随着计算机控制技术的发展,国外正兴起工厂自动化 (FA) 网络系统。较高档次的 PLC 都有联网功能,通过联网可以将 PLC 与 PLC、PLC 与上位机 (Host Computer) 连接起来,构成多级分布式控制系统。

借助 PLC 控制系统进行生产的工业是非常多的,由于 PLC 可满足绝大多数应用的需要,所以受到普遍欢迎。为了适应广泛的应用领域,PLC 在其设计上具有很好的灵活性及多样性,是一种“万能钥匙”式的控制设备。但是对 PLC 的实际选择、完善及使用,可能给不熟悉 PLC 的人带来困惑。