

可编程序控制器的 使用和维护

► 王 伟 主编 李金伴 主审



化学工业出版社
教材出版中心

可编程序控制器的 使用和维护

王 伟 主编

李金伴 主审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器的使用和维护/王伟主编. —北京:化学工业出版社, 2005.1

ISBN 7-5025-6452-7

I. 可… II. 王… III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 130912 号

可编程序控制器的使用和维护

王 伟 主编

李金伴 主审

责任编辑:高 钰 陈 丽

文字编辑:吴开亮 丁建华

责任校对:顾淑云 宋 玮

封面设计:潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 13 $\frac{3}{4}$ 字数 341 千字

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6452-7/G·1660

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

可编程序控制器 (PLC) 是集计算机技术、通信技术、自动控制技术为一体的新型工业控制装置。用户通过编写的应用程序来控制生产过程, 具有高可靠性、高稳定性和实时处理能力强的优点, 广泛地被应用于工业控制中。为了进一步推广这一先进的自动化控制技术, 让大家能快速掌握和使用可编程序控制器, 我们编写了《可编程序控制器的使用和维护》这本书。

全书共分六章, 系统地介绍了 PLC 的使用和维护方面的理论知识和实践知识。阅读本书的读者不仅能快速掌握 PLC 的基础知识和指令系统, 而且能够利用书中提供的大量基本“程序库”, 快速地完成实际控制中的任务要求。书中实例部分, 是从实际工程例子中提炼出来的, 较全面、系统地说明可编程序控制器的应用及设计, 为工程技术人员提供了有价值的参考。此外, 为有效提高 PLC 控制系统运行的可靠性, 我们对 PLC 的正确安装、必要的定期维护、选择合理的抗干扰措施逐一进行介绍。

本书既可作为高等院校高职高专自动控制和机电一体化专业的学生学习的教材或参考书, 又可作为工程技术人员的一本内容较为全面的参考书。

本书的第一章至第四章及附录由王伟编写, 第五章由李捷明编写。第六章由王东宏和王伟编写。全书由王伟主编, 李金伴教授主审。在编写过程中参阅了相关的教材、资料和文献, 在此对相关专家和作者表示衷心的感谢!

由于编者水平所限, 书中难免有错误和不妥之处, 衷心希望得到读者的批评指正。

编 者

2004 年 9 月

目 录

第一章 可编程序控制器的概述	1
第一节 可编程序控制器的产生和定义	1
一、可编程序控制器的产生	1
二、可编程序控制器的定义	1
第二节 可编程序控制器的发展、分类及应用	2
一、可编程序控制器的发展趋势	2
二、可编程序控制器的分类	3
三、可编程序控制器的应用	4
第三节 可编程序控制器的主要功能及特点	5
一、可编程序控制器的主要功能	5
二、可编程序控制器的特点	6
第二章 可编程序控制器的结构及工作原理	8
第一节 PLC 的结构	8
一、PLC 的基本组成	8
二、PLC 各部分的作用	8
第二节 PLC 的工作原理	11
一、PLC 的工作	11
二、PLC 的扫描周期及响应时间	13
三、PLC 的技术指标	14
第三节 几种 PLC 的硬件系统配置及特点	15
一、S7-200 PLC 的硬件系统配置及特点	15
二、C200H PLC 的硬件系统配置及特点	18
第四节 可编程序控制器的软件	22
一、系统软件	22
二、用户程序	22
第五节 可编程序控制器的接口与通信	23
一、PLC 接口与通信概述	23
二、S7-200 PLC 通信及网络	23
第三章 西门子 S7-200 可编程序控制器的指令系统	28
第一节 存储器数据区分配及编程规则	28
一、存储器数据区分配	28
二、寻址方式	33
三、梯形图设计规则及编程规则	36
第二节 PLC 的基本指令	40

一、位操作类指令	40
二、逻辑堆栈操作指令	44
三、定时器和计数器指令	46
四、比较指令	52
五、程序控制指令	54
第三节 PLC 的功能指令	58
一、数据传送指令	58
二、运算指令	60
三、数据转换操作指令	66
四、移位操作指令	73
五、表操作指令	75
六、顺序控制指令	77
七、PID 指令	78
八、中断指令	84
九、高速计数输入/脉冲输出指令	88
十、通信指令	96
十一、时钟指令	100
第四章 可编程序控制器指令应用与编程	103
第一节 简单电路的设计与编程	103
一、PLC 逻辑指令应用	103
二、数据处理指令应用	116
第二节 复杂电路的设计与编程	119
一、顺序控制指令应用	119
二、模拟量控制、PID 指令的应用	127
第五章 可编程序控制器在工业控制过程中的应用实例	134
第一节 PLC 在数控机床中的应用	134
一、数控机床中 PLC 的数据处理功能	134
二、数控机床中 PLC 的控制功能	135
三、PLC 在数控机床主轴的运动控制	136
第二节 PLC 在火力发电厂气力除灰中的应用	144
一、国内外电厂气力除灰概述	144
二、低正压气力除灰设备	145
三、低正压气力除灰设备 PLC 控制系统的设计	151
四、低正压气力除灰设备监控界面的设计	172
第六章 可编程序控制器的安装、维护及故障处理	181
第一节 PLC 的安装	181
一、S7-200 PLC 设计安装的一般方法	181
二、抑制电路	184

三、PLC 系统的试运行	185
第二节 PLC 故障的检查与处理	186
一、常见故障的总体检查与处理	186
二、PLC 定期维护	189
三、S7-200 PLC 的故障处理指南	189
 附录 A S7-200 PLC 存储器范围汇总	 191
 附录 B 低正压气力除灰控制程序	 192
 附录 C S7-200 CPU 指令系统速查表	 207
 附录 D S7-200 PLC 错误代码表	 211
 参考文献	 213

第一章 可编程序控制器的概述

随着电气设备日新月异的发展,尤其是电子计算机的迅速发展,工业生产自动化控制系统中所用设备也发生了深刻的变化。可编程序控制器是一种面向生产过程控制的数字电子装置。它具有控制能力强、操作方便灵活、价格便宜、可靠性高等特点。它不仅可以取代传统的继电器控制系统,还可构成复杂的工业过程控制网络,是一种适应现代工业发展的新型控制器。

第一节 可编程序控制器的产生和定义

一、可编程序控制器的产生

20 世纪 60 年代初,顺序控制器还主要是由继电器组成,它所构成的控制系统都是按预先规定的条件或时间顺序地工作。若要改变控制顺序就必须改变控制器的硬件接线,这不仅影响了产品更新换代的周期,而且对于比较复杂的控制系统来说,不但设计制造困难,而且其可靠性不高,查找和排除故障也往往是费时和困难的。

1968 年,美国通用汽车公司(GM)根据市场形势与生产发展的需要,提出了“多品种、小批量、不断翻新汽车品牌型号”的战略。依靠原有的工业控制装置显然不行,其想寻求一种新方法,以便尽可能地减少重新设计和重新接线的工作,从而降低成本、缩短周期,这就是用新的控制装置取代继电器控制装置。GM 公司用它应当达到的十项功能指标描述了这个设想中的全新的工业控制装置,即

- ① 编程方便,现场可修改程序;
- ② 维修方便,采用模块化结构;
- 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 可直接用 115V 交流输入;
- ⑧ 输出为 115V、2A 以上,能直接驱动电磁阀、接触器等;
- ⑨ 通用性强,易于扩展;
- ⑩ 用户程序存储器容量可扩展到 4KB。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)研制成功第一台 PLC,将其应用于美国通用汽车自动装配生产线上,取得了极大的成功。人们根据这种新型工业控制装置可以通过编程改变控制方案这一特点,以及专门用于逻辑控制的情况,称这种新的工业控制装置为可编程序控制器(Programmable Logic Controller),简称为 PLC。自 1969 年第一台可编程序逻辑控制器面世以来,目前可编程序控制器已经成为一种最重要、最普及、应用场合最多的工业控制器。

二、可编程序控制器的定义

早期 PLC 是为取代继电器逻辑控制而设计,是用于开关控制,具有逻辑运算、计时、计

数等顺序控制功能。进入 20 世纪 70 年代之后,出现了微处理器。它的体积小、功能强、价格便宜,很快被用于可编程序控制器,使 PLC 的功能增强、工作速度加快、体积减小、可靠性提高、成本下降。现代可编程序控制器不仅能实现对开关量的逻辑控制,还具有数学运算、数据处理、运动控制等功能,模控制器的功能已不限于逻辑运算,还具有连续模拟量处理、高速计数、远程 I/O 和网络通信等功能,因而用“PLC”是不能描述其多功能的特点的。1980 年,美国电气制造商协会(NEMA)给它一个新的名称“Programmable Controller”,简称 PC。1982 年国际电工协会 IEC(International Electrotechnical Commission)专门为 PC 下了严格的定义。然而 PC 这一缩写在我国早已成为个人计算机的代名词,为避免造成名词术语混乱,在我国仍沿用 PLC 来表示可编程序控制器。

1987 年,国际电工协会 IEC 颁布了可编程序控制器标准(第三版),对可编程序控制器作了如下定义:

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。它采用了可以编制程序的存储器,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,并能通过数字式或模拟式的输入和输出控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关外围设备都应按照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。

定义强调了可编程序控制器是“数字运算操作的电子系统”,即它也是一种计算机,是“专为在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。它能完成逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作,它还具有“数字式或模拟式的输入和输出控制”的能力,并且非常容易“与工业控制系统形成一个整体”,易于“扩展”。定义强调了可编程序控制器直接应用于工业环境,它需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。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,能灵活地修改,即用软件方式来实现“可编程”的目的。

第二节 可编程序控制器的发展、分类及应用

一、可编程序控制器的发展趋势

PLC 从诞生至今,虽然只有 30 多年的历史,但其发展势头十分迅猛。如今在工业自动化领域中 PLC 已无处不在。今后,PLC 主要在如下几个方面发展。

1. 小型化、专用化、低成本方向发展

随着微电子技术的发展,新型器件被大幅度地提高功能和降低价格。PLC 的功能不断加强,将原来大、中型 PLC 才有的功能移植到小型 PLC 上。PLC 结构更为紧凑、小巧,体积更小,而安装和操作使用十分简便。由于 PLC 中主要部件成本的不断下降,这样在大幅度提高 PLC 功能的同时,也大幅度降低了 PLC 的整体成本。价格的不断下降,使得 PLC 真正成为继电器控制系统的替代产品。

2. 系列化、标准化、模块化方向发展

每个生产 PLC 的公司几乎都有自己的系列化产品,同一系列的产品指令及使用向上兼容,以满足新机型的推广和使用。为了推动技术标准化的进程,一些国际性组织,如国际电工协会(IEC),不断为 PLC 的发展制定一些新的标准,对各种类型的产品作一定的归纳或

定义,对 PLC 未来的发展制定一种方向(或框架)。模块式结构使系统的构成更加灵活、方便;功能明确化,专用化的复杂功能由专门模块来完成。一般的 PLC 可分为主模块、扩展模块、I/O 模块以及各种高性能模块等,每种模块的体积都较小,相互联接方便,使用更简单,通用性更强。主机仅仅通过通信设备向模块发布命令和测试状态,这使得 PLC 的系统功能进一步增强,控制系统设计进一步简化。

3. 高速大容量和高性能方面发展

大型 PLC 采用多微处理器系统,如有的采用了 32 位微处理器,可同时进行多任务操作,处理速度提高,存储容量大大增加。PLC 的功能进一步加强,以适应各种控制需要,使计算、处理功能进一步完善,特别是增强了过程控制和数据处理的功能。另外,PLC 可以代替计算机进行管理、监控。智能 I/O 组件也将进一步发展,用来完成各种专门的任务(如位置控制、PID 调节、远程通信等)。

4. 网络化方面发展

计算机与 PLC 之间,以及各个 PLC 之间的联网和通信能力的不断增强,使工业网络可以有效地节省资源、降低成本、提高系统可靠性和灵活性,使网络的应用有普遍化的趋势。工业中普遍采用金字塔结构的多级工业网络。与可编程序控制器硬件技术的发展相适应,工业软件的发展非常迅速,它使系统应用更加简单易行,大大方便了 PLC 系统的开发人员和操作使用人员。

二、可编程序控制器的分类

PLC 装置的形式多种多样,功能各不相同。

1. 从容量上分类

按容量来分,大致可分为“小”、“中”、“大”三种类型。

PLC 的容量主要是指 PLC 的输入/输出(I/O)点数。一般而言,处理的 I/O 点数比较多时,控制关系也比较复杂,用户要求的程序存储器容量也比较大,要求 PLC 指令及其他功能也比较多,指令执行的过程也较快等,但功能和容量存在的关系不是绝对的。

(1) 小型 PLC 这类 PLC 的规模较小。I/O 点数一般为 20~128 点。其中把小于 64 点的 PLC 称为超小型机,65~128 点称为小型机。这类 PLC 的主要功能有逻辑运算、计数、移位等,采用专用编程器。它通常用作代替继电器控制的工业控制机,用于机床、机械生产控制和小规模生产过程控制。小型 PLC 价格低廉,体积小,是生产和应用量较大的产品。

(2) 中型 PLC 这类 PLC 的 I/O 点数通常为 129~512 点,内存在 8K 以下,适合开关量逻辑控制和过程参数检测及调节。主要功能除了具有小型 PLC 的功能外,还有算术运算、数据处理及 A/D(D/A)转换、联网通信、远程 I/O 等功能,可用于比较复杂的控制。

(3) 大型 PLC 这类 PLC 的 I/O 点数在 513 点以上,其中 I/O 点数在 513~896 点为大型机,896 点以上为超大型机。它是具有高级功能的 PLC,除了具有中小型 PLC 的功能外,还有 PID 运算及高速计数等功能,配有 CRT 显示及常规的计算机键盘,与工业控制计算机相类似,具有计算、控制、调节的功能。其编程语言有多种方式,应用灵活、方便。

大型 PLC 和计算机系统结成一体,可实现管理和控制一体化,也可与办公自动化系统联网。目前 PLC 已成为工厂自动化的重要设备。

2. 从结构上分类

按硬件结构形式的不同,将 PLC 分为三类。

(1) 整体式结构 整体式结构又称为箱体式结构,它是将 PLC 各主要组成部分集装在一个机壳内,即 CPU 板、输入板、输出板、电源板等很紧凑地安装在一个标准机壳内,构成一个整体,组成 PLC 的一个基本单元(主机)或扩展单元。输入、输出接线端子及电源进线分别在机箱的上、下两侧,并有相应的发光二极管显示输入/输出状态。面板上留有编程器的插座、EPROM 存储器插座、扩展单元的接口插座等。编程器和主机是分离的,程序编写完毕后即可拔下。具有这种结构的可编程序控制器结构紧凑、体积小、价格低、安装方便。小型 PLC 一般采用整体式结构。三菱的 F1、F2 系列,OMRON 的 C 系列等都采用这种结构。图 1-1 所示是西门子公司的 S7-200 系列 PLC 的外形结构。

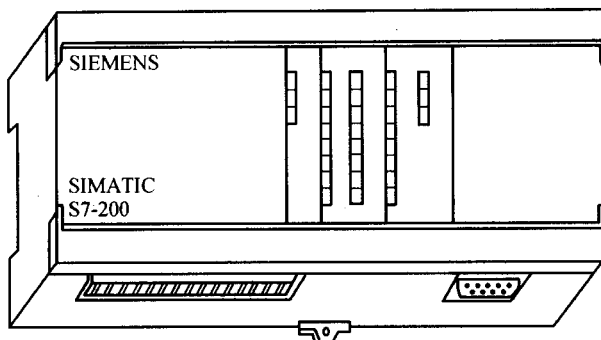


图 1-1 SIMATIC S7-200 系列 PLC 的外形结构

(2) 模块式 PLC 输入/输出点数较多的大、中型和部分小型 PLC 采用模块式结构。为了扩展方便,模块式 PLC 采用积木搭接的方式组成系统,其特点是 CPU、输入、输出、电源等都是独立的模块。它由框架和各模块组成,模块插在相应插座上,而插座焊在框架中的总线连接板上。PLC 的电源既可以是单独的模块,也可以包含在 CPU 模块中。PLC 厂家备有不同槽数的框架供用户选用。PLC 组合灵活,用户可以选用不同档次的 CPU 模块、品种繁多的 I/O 模块和其他特殊模块,硬件配置的余地较大,维修时更换模块也很方便。采用这种结构形式的有西门子的 S5 系列,美国德州公司的 TI560/565,歌德公司的 MICRO-84 及通用电气公司的 I 系列,OMRON 的 C500、C1000H 及 C2000H 等。

(3) 叠装式 PLC 上述两种结构各有特色,单元式结构紧凑、安装方便、体积小,易于与被控设备组成一个整体,但由于每个单元的 I/O 点数有搭配关系,有时配置的系统输入点、输出点不能被充分利用,而且各单元尺寸大小不一致,不易安装整齐。模块式点数配置灵活,又易构成点数较多的大规模系统,但是尺寸较大,很难与小型设备连成一体,为此开发了叠装式 PLC。叠装式吸收了整体式和模块式 PLC 的优点,其基本单元、扩展单元等高等宽,但是长度不同。它不用基板,仅用扁平电缆连接,紧密拼装后组成一个整齐的、体积小巧的长方体,而且输入、输出点数的配置也相当灵活。如三菱公司的 FX2 系列。

三、可编程序控制器的应用

PLC 产生初期,由于其价格高于继电器控制装置,使得其应用受到限制。但最近几年来,随着 PLC 性能价格比的不断提高,PLC 的应用面越来越广,其主要原因是:一方面由于微处理机芯片及有关元件的价格大大下降,使得 PLC 的成本下降;另一方面 PLC 的功能大大增强,使它也能解决复杂的计算和通信问题。其应用范围大致可归纳为如下几类。

1. 开关逻辑控制

这是 PLC 应用最广泛的领域,也是最适合 PLC 使用的领域。它用来取代传统的继电器等顺序控制装置。它既可用于单机控制,又可用于多机群控制以及生产自动线的控制,并广泛应用于电力、机械制造、钢铁、石油、化工、采矿、汽车、造纸、纺织等各行各业,如机床电气控制、包装机械的控制、运输带与电梯的控制、汽车装配生产线及自动生产线中各种泵和电磁阀的控制等。

2. 过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。现代的大中型 PLC 一般都有 PID 闭环控制功能,能控制大量的物理参数,例如温度、流量、压力和速度等。一个具有 PID 控制能力的 PLC 可用于过程控制,当过程控制中某个参数变量出现偏差时, PID 控制算法会计算出正确的输出,把该参数变量保持在一个设定值上。如应用在自来水厂水处理器、加热炉、热处理机等设备中。

3. 数字处理、控制

在机械加工中,出现了把顺序控制的 PLC 和计算机数字控制 CNC 设备紧密结合的趋向。现代的 PLC 具有数字运算、数据传送、转换、排序和查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。国际上著名的 PLC 生产商,均推出了实现 PLC 和 CNC 设备之间内部进行数据自由传递和数据处理的 PLC。预计今后几年 CNC 系统将变成以 PLC 为主体的控制和管理系统。

4. 运动控制

目前许多 PLC 生产商已提供了步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块,一台控制设备可对具有多轴的机器人进行控制,自动地处理它的机械运动。随着工厂自动化网络的形成,使用机器人的领域将越来越广。

5. 通信、网络化

为了适应兴起的工厂自动化系统发展的需要,著名的可编程序控制器制造厂分别建立了 PLC 多层控制系统,以增强 PLC 的通信联网功能,使得 PLC 与 PLC 之间、PLC 与其他智能控制设备之间能交换数字信息,形成一个统一的整体,实现分散控制或集中控制。近年来开发的 PLC 都增强了通信功能,即使是小型 PLC 也具备了 PLC 与主计算机通信联网的功能。

第三节 可编程序控制器的主要功能及特点

一、可编程序控制器的主要功能

随着 PLC 的不断发展,PLC 已从小规模的单机顺序控制,发展到包括过程控制、位置控制等场合的所有控制领域,能组成工厂自动化的 PLC 综合控制系统。PLC 的主要功能如下。

(1) 开关量逻辑控制功能 这是 PLC 的最基本功能之一。逻辑控制功能实际上就是位处理功能,它用 PLC 的与、或、非指令取代继电器触点串联、并联和其他逻辑连接,实现开关控制、逻辑控制和顺序控制。它既可用于单机控制或多机控制,又可用于自动化生产线的控制。PLC 可根据操作按钮、限位开关及其他现场给出的指令信号或检测信号,控制机械运动部件进行相应的动作。

(2) 定时控制功能 PLC 中有许多可供用户使用的定时器。定时器的定时时间可以在编程时设定,也可以在运行过程中根据需要进行修改,当程序执行时,PLC 将根据用户使用的定时器指令指定的定时器进行限时或延时控制,以满足生产的要求。

(3) 计数控制功能 PLC 为用户提供了许多计数器。PLC 将根据指定的计数器对某个控制信号的状态改变次数(如某个开关的闭合次数)进行计数,以完成对某个工作过程的计数控制。一般计数器的计数频率较低,如需对频率较高的信号进行计数,则需选用高速计数模块。

(4) 模拟量控制功能 PLC 具有模拟量处理功能,通过模拟量 I/O 模块可对温度、压力、速度、流量等连续变化的模拟量进行控制,而且编程和使用都很方便。大、中型的 PLC 还具有 PID 闭环控制功能,运用 PID 子程序或使用专用的智能 PID 模块,可以实现对模拟量的闭环过程控制。

(5) 数据处理功能 PLC 具有数据处理功能,可以实现算术运算、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) 步进控制功能 PLC 为用户提供了多个移位寄存器,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。PLC 能通过移位寄存器方便地完成步进控制功能。有些 PLC 专门设有步进控制指令,使得编程更为方便。此功能在进行顺序控制时非常有效。

(7) 通信和联网功能 新一代的 PLC 具有通信功能。PLC 的通信包括 PLC 相互之间、PLC 与上位计算机间的通信,PLC 与其他智能设备间的通信。PLC 系统与计算机可以直接或通过通信处理单元、通信转接器相连构成网络,从而实现信息的交换,也可构成“集中管理,分散控制”的分布式控制系统,满足工厂自动化系统的发展要求。

(8) 监控、故障诊断功能 PLC 设置了较强的监控、故障诊断功能。利用编程器或监视器,操作人员可对 PLC 有关部分的运行状态进行监视。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,如遇严重错误则自动中止运行。PLC 的故障自诊断功能,大大提高了 PLC 控制系统的安全性和可维护性。

二、可编程序控制器的特点

现代工业生产是复杂多样的,它们对控制的要求也各不相同,可编程序控制器作为新型的控制装置,适应在工业环境中使用的要求,它具有如下主要特点。

(1) 抗干扰能力强、可靠性高 可编程序控制器专门为工业环境而设计,具有很高的可靠性。它的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、抗震等都有精确考虑;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。所有这些,使 PLC 具有较高的抗干扰能力,PLC 的平均无故障时间通常在几万小时以上,因此运行稳定、可靠、抗干扰能力强。与继电器接触控制装置和通用计算机相比,PLC 更能适应工业现场较为恶劣的生产环境。

(2) 功能强大 现代 PLC 不仅有逻辑运算、计时、计数、步进控制功能,还能完成 A/D、D/A 转换、模拟量处理、高速计数、联网通信等功能,可以通过上位计算机进行显

示、报警、记录、进行人-机对话，使控制水平大大提高。因此，PLC 具有极强的适应性，能够很好地满足各种类型控制的需要，是目前工厂中应用最广的自动化设备。

(3) 设计、使用和维护方便 PLC 及外围模块品种多，可由各种组件灵活组合成各种大小和不同要求的控制系统，在 PLC 构成的控制系统中，只需在 PLC 的端子上接入相应的输入输出信号线即可，用户可以根据工程控制的要求，选择 PLC 主控模块和高功能模块进行灵活的配置。PLC 程序的编制，采用梯形图或面向工业控制的简单指令形式，梯形图编程语言形象直观，容易掌握，不需要专门的计算机知识和语言，只要具有一定的电工和工艺知识的人员都可在短时间学会。PLC 的输入输出系统能够直观地反映现场信号的变化状态，还能通过各种方式直观地反映控制系统的运行状态，如内部工作状态、通信状态、I/O 点状态、异常状态和电源状态等，非常有利于运行和维护人员对系统进行监视。

(4) 网络化 近年来，PLC 得以迅速发展的一个关键因素是将网络技术和大容量、高速度信息交换技术转变为工业化产品，实现了远程控制和集散系统控制。它将网络上层大型计算机极强的数据处理能力和管理功能与现场级网络中 PLC 的高可靠性结合起来，形成一种新型的全分布式的计算机控制系统。

由于可编程序控制器具备以上特点，它把微型计算机技术与开关量控制技术很好地融合在一起，还把连续量直接数字控制技术加进去，并且具有与监控计算机联网、通信等功能，因此其应用十分广泛，几乎覆盖工业各领域，成为新一代机电一体化产品。

第二章 可编程序控制器的结构及工作原理

可编程序控制器是以中央处理器为核心的数字式电子、电气自动控制装置，其实质是一种工业控制专用计算机。目前可编程序控制器的品种很多，各种不同型号的产品结构也各不相同。但其基本组成原理却基本相同，即均以中央处理器为核心，并辅以外围电路和 I/O 单元等硬件所组成。

第一节 PLC 的结构

一、PLC 的基本组成

PLC 实质上是一种工业控制计算机，PLC 与计算机的组成十分相似。只不过它比一般的计算机具有更强的与工业过程相连接的接口，以及更直接的适应于控制要求的编程语言。从硬件结构看，它也有中央处理器（CPU）、存储器、输入/输出（I/O）接口、电源等组成，可编程序控制器的基本组成如图 2-1 所示。

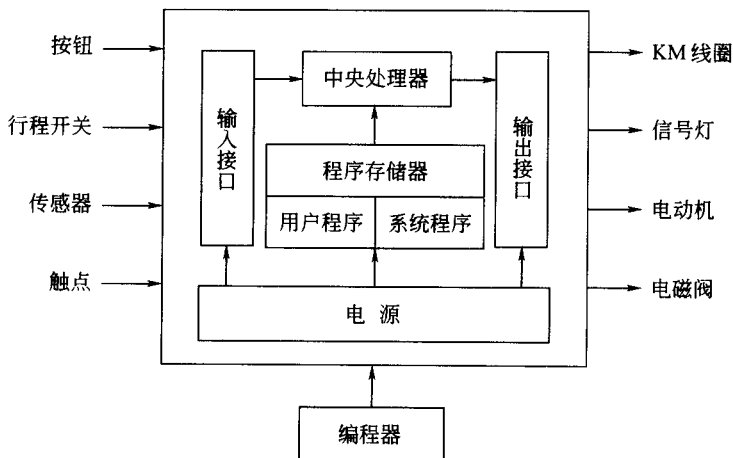


图 2-1 可编程序控制器的基本组成

二、PLC 各部分的作用

（一）中央处理器（CPU）

与一般计算机一样，CPU 是 PLC 的核心部件，整个 PLC 的工作过程都是在 CPU 的统一指挥和协调下进行的。它解释并执行用户及系统程序，通过运行用户及系统程序完成所有控制、处理、通信以及所赋予的其他功能。

具体地说，CPU 主要完成下列工作。

- ① 接收、存储用户通过编程器等输入设备输入的程序和数据。

② 用扫描的方式通过 I/O 部件接收现场的状态或数据，并存入输入映像存储器或数据存储器中。

③ 诊断 PLC 内部电路的工作故障和编程中的语法错误。

④ PLC 进入运行状态后，执行用户程序，完成各种数据的处理、传输和存储相应的内部控制信号，以完成用户指令规定的各种操作。

⑤ 响应各种外围设备（如编程器、打印机等）的请求。

不同型号 PLC 的 CPU 芯片是不同的，现代 PLC 使用的 CPU 主要有：通用中央处理器（如 8080、6800、Z80A、8086 等），它价格便宜，通用性强，还可以借用计算机成熟的实时操作系统、丰富的软硬件资源；单片机（如 8031 等），单片机由于集成度高、体积小、价格低和可扩充性好，很适合在小型 PLC 上使用，也广泛地用于 PLC 的智能 I/O 模块；位片式中央处理（如 AMD2900 系列等），它主要追求运算速度快，它以 4 位为一片，用几个位片级联，可以组成任意字长的中央处理器，改变程序存储器的内容，可以改变计算机的指令系统，位片式结构可以使用多个位中央处理器，将控制任务划分为若干个可以并行处理的部分，几个中央处理器同时进行处理。目前，小型 PLC 为单 CPU 系统，而中型及大型 PLC 则为双 CPU 或多 CPU 系统。

（二）存储器

PLC 的存储器包括系统存储器和用户存储器两部分。

1. 系统存储区

系统存储区包括系统程序存储区和内部工作状态区两部分。

系统程序存储器用来存放由 PLC 生产厂家编写的系统程序，并固化在 ROM 内，用户不能直接更改（常用 EPROM）。它使 PLC 具有基本的智能，能够完成 PLC 设计者规定的各项工作。系统程序质量的好坏，很大程度上决定了 PLC 的性能，其内容主要包括三部分：第一部分为系统管理程序，它主管控制 PLC 的运行，使整个 PLC 按部就班地工作；第二部分为用户指令解释程序，通过用户指令解释程序，将 PLC 的编程语言变为机器语言指令，再由 CPU 执行这些指令；第三部分为标准程序模块与系统调用，它包括许多不同功能的子程序及其调用管理程序，如完成输入、输出及特殊运算等子程序。PLC 的具体工作都是由这部分程序来完成的，这部分程序的多少决定了 PLC 性能的强弱。

内部工作状态区是为 CPU 提供的临时存储区，用于存放相对少量的供内部计算用的数据。一般将快速访问的数据不放在主存中，而放在这一区域里，以节省访问时间。

2. 用户存储区

用户存储区包括用户程序存储区（程序区）和用户功能存储器（数据区）两部分。

用户程序存储区用来存放用户用规定的 PLC 编程语言编写输入的指令、控制程序，其内容可以由用户任意修改或增删。用户程序存储器根据所选用的存储器单元类型的不同，可以是 RAM（有掉电保护）、EPROM 或 E²PROM 存储器。

用户数据存储器存储区用来存放与控制用户程序中使用的的数据，它构成 PLC 的各种内部器件，也称“软元件”。

在 PLC 中使用的两种类型存储器：一种是只读类型的存储器，如 ROM、PROM、EPROM 和 E²PROM 等；另一种是可读写的随机存储器 RAM。现说明如下。

（1）只读存储器 可以用来存放系统程序，PLC 去电后再加电，系统程序内容不变且

重新执行。只读存储器也可用来固化用户程序和一些重要参数,以免因偶然操作失误而造成程序和数据的破坏或丢失。

(2) 随机存储器 RAM RAM 中一般存放用户程序和系统参数。当 PLC 处于编程工作方式时,用编程器或编程软件下载程序到 PLC 的 RAM 中,在切换到运行方式后,CPU 从 RAM 中取指令并执行。用户程序执行过程中产生的中间结果也在 RAM 中暂时存放。

(三) 输入/输出接口

输入/输出接口是 PLC 与外界连接的接口。

输入接口是可编程序控制器与工业生产现场被控对象之间的连接部件,是现场信号进入 PLC 的桥梁。输入接口用来接收和采集两种类型的输入信号:一类是由按钮、选择开关、行程开关、继电器触点、接近开关、光电开关、数字拨码开关等开关量输入信号;另一类是由电位器、测速发电机和各种变送器模拟量输入信号。对于后者要经过模拟/数字变换部件才能进入可编程序控制器。

输入接口均带有光电耦合电路,其目的是把可编程序控制器与外部电路隔离开来,以提高可编程序控制器的抗干扰能力。为了方便与现场信号连接,输入接口上设有输入接线端子排。为了滤除信号的噪声和便于 PLC 内部对信号的处理,输入接口还有滤波、电平转换、信号锁存电路。

输出接口用来连接被控对象中各种执行元件,如接触器、电磁阀、指示灯、调节阀(模拟量)、调速装置(模拟量)等。对于 PLC 来说,希望它能直接驱动执行器件,因此,输出接口通常有一些大功率器件,如机械触点式的继电器、无触点的交流开关(如双向可控硅)及直流开关(如晶体三极管)等。输出接口上也有输出锁存器、显示、电平转换和输出接线端子排。

(四) 电源模块

PLC 电源的输入电压有直流 12V、24V、48V 和交流 110V、220V,使用时可根据需要进行选择。由于 PLC 中的电源都是开关式电源,所以在输入电压大幅度波动时,PLC 仍能稳定地工作。

电源模块的输出一般为直流 5V 和 24V,它们向 PLC 的 CPU、存储器等提供工作电源。电源部件的位置形式有多种,对于整体式结构的 PLC,电源封装到机箱内部,有的用单独的电源部件供电;对于模块式 PLC,有的采用单独电源模块,有的将电源与 CPU 封装到一个模块中。

(五) 通信接口

一般 PLC 的 CPU 模块上至少有一个 RS-232 通信口或者是 RS-485 通信口。PLC 通过这些通信接口可以与监视器、打印机、其他的 PLC 或计算机相连。

PLC 可以通过 RS-232 通信口直接和上位计算机通信。若是采用 RS-485 通信口,则和上位计算机通信时需要一个连接器。无论是 RS-232 或是 RS-485 通信口都可以和 PLC 配套的编程器通信。

PLC 上还有通信模块,通过这些模块,PLC 可以组成网络或下位、上位的分散控制