

21 世纪 高等学校本科系列教材

可编程序控制器

(22)

黄明琪 冯济纓 王福平 主 编

重庆大学出版社



可编程序控制器

黄明琪 冯济纓 王福平 主编

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书从应用角度出发,对在我国广泛使用并具有一定代表意义的德国西门子公司 S7—300/400 系列中大型 PLC 及日本三菱公司 F1 系列小型 PLC 进行了全面和系统的介绍。

书中介绍了 F1 系列的基本组成、结构与技术性能、工作过程、指令系统及应用。大篇幅地介绍了西门子公司 SIMATIC S7—300/400 系列 PLC 的系统配置、模板功能、STEP 7 程序设计基础与程序结构、指令系统的使用及应用程序设计方法。通过学习使读者能较全面和系统地掌握 PLC 的工作原理、不同风格 PLC 的编程指令与编程方法。书中对 PLC 网络也进行了深入浅出且较为具体的介绍。

本书可作为高等工科院校电气工程及其自动化、自动化、检测仪表及自动化装置、机械工程及自动化、机电一体化等专业大学本科生的教材,也可供广大工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器/黄明琪,冯济纛,王福平主编. 重庆:重庆大学出版社,2003.6

电气工程及其自动化专业本科系列教材

ISBN 7-5624-2456-X

I. 可... II. ①黄... ②冯... ③王... III. 可编程序控制器—高等学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 035024 号

可编程序控制器

黄明琪 冯济纛 王福平 主编

责任编辑:周立 版式设计:周立

责任校对:何建云 责任印制:秦梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)内

邮编:400044

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

自贡新华印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:23 字数:574 千

2003年5月第1版 2003年5月第1次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-5624-2456-X/TP·324 定价:28.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

前言

可编程序控制器(简称 PLC 或 PC)以其可靠性高、通用性好等一系列优点深受广大工程技术人员欢迎,已广泛应用于机械制造、冶金、化工、轻工、电力、建筑、交通等各行各业。在单机或多机控制、生产自动线控制、生产过程控制以及对传统控制系统的技术改造等方面,PLC 都被大量采用。近年来可编程序控制器联网通信能力的不断增强,适应了信息化带动工业化,实现基础信息化,方便企业信息集成和自动化系统联网通信的要求。PLC 及其网络已成为构成 CIMS 的重要基础。

随着可编程序控制器的广泛应用,国内大专院校不少专业均开设了有关可编程序控制器的课程,不少工程技术人员也希望学习这一方面的知识。然而,面对众多的可编程序控制器产品,学习应当从何入手?根据编者从事多年、多种可编程序控制器的教学及工程开发的经验来看,从可编程序控制器产品流派、特点来看,从可编程序控制器在我国流行与使用情况来看,认为可以从学习日本小型 PLC 入手,但对于风格迥然不同的德国西门子公司的 PLC 产品也应当学习了解。为此,本书选择了日本三菱公司 F1 系列 PLC 及德国西门子公司的 S7—300 系列 PLC 作为背景机,通过对 F1 系列 PLC 的学习,读者可以较快地掌握 PLC 的基本工作原理,一般指令系统的应用及简单编程方法。取其学习容易入门的优点。通过 S7—300 系列 PLC 的学习,读者对西门子公司的 PLC 的特点、系统配置、模板功能、STEP 7 的编程基础、块式程序结构、指令系统的使用及编程方法、应用程序设计方法,有一个系统且较为完整的认识。

目前介绍可编程序控制器的书籍中,系统介绍西门子 S7—300/400 系列 PLC 的书籍很少,而其程序结构,编程基础知识,与日本或其他国家 PLC 又相差甚远。我们在参阅西门子公司 S7—300/400 系列资料的基础上,对这部分内容的编写采取逐步深入的方法,对一些名词、概念第一次接触时只要求一个初步认识,随着内容的展开再逐步深入。选编的内容较多,有的地方写得较详尽,目的是便于启发自学及提供使用参考。作为教材使用时,教师可以节选及重点讲解。

本书由黄明琪、冯济纓、王福平主编,参加编写工作的还有文方、何志琴,研究生杨靖为本书出版做了大量的工作。本书编写过程中,得到了西门子(中国)有限公司的大力支持,他们提供了系列的技术资料。编者在此表示衷心的感谢!希望本书的出版对读者掌握可编程序控制器,包括西门子公司 S7 系列的可编程序控制器有所帮助。为读者消化和掌握 PLC 技术打下良好的基础。

由于编者水平有限,书中错误、不当和遗漏之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2003 年 1 月

目 录

第 1 章 可编程序控制器(PLC) 引论	1
1.1 可编程序控制器的产生、发展与展望	1
1.2 可编程序控制器的定义与分类	3
1.3 可编程序控制器的特点和应用范围	5
1.4 可编程序控制器的主要技术性能	8
1.5 当前流行的可编程序控制器	9
第 2 章 可编程序控制器的基本组成及工作原理	14
2.1 可编程序控制器的基本组成	14
2.2 可编程序控制器的编程语言	17
2.3 可编程序控制器的基本工作原理	24
2.4 可编程序控制器的开关量输入/输出接口模块	29
2.5 可编程序控制器的模拟量输入/输出接口模块	36
2.6 可编程序控制器的智能接口模块	40
2.7 编程器和编程软件	44
第 3 章 三菱公司可编程序控制器	46
3.1 三菱公司可编程序控制器概述	46
3.2 F1 系列可编程序控制器的系统构成	51
3.3 F1 系列可编程序控制器的编程元件及功能	58
3.4 F1 系列可编程序控制器的基本指令	65
3.5 F1 系列可编程序控制器的步进指令	83
3.6 F1 系列可编程序控制器的功能指令	94
3.7 F1 系列 PLC 常用控制程序设计	108
3.8 FX2 系列可编程序控制器	114

第 4 章 西门子公司可编程序控制器	123
4.1 西门子公司 S 系列可编程序控制器综述	123
4.2 S7—300 可编程序控制器的系统结构与硬件配置规则	131
4.3 S7—300 可编程序控制器的中央处理单元 (CPU 模板)	136
4.4 S7—300 可编程控制器的各种输入/输出模板	144
4.5 S7—300 可编程序控制器的其他模板	152
4.6 S7300 的存储区和寄存器	154
4.7 S7—300 系统供电与接地	160
4.8 西门子可编程序控制器的编程设备、编程软件与人机界面	165
第 5 章 西门子公司可编程序控制器的指令系统与编程基础	170
5.1 STEP 7 程序设计基础	170
5.2 STEP 7 的指令类型与指令结构	176
5.3 逻辑指令及应用	182
5.4 定时器、计数器指令及应用	197
5.5 数据处理与数学运算指令及应用	210
5.6 程序执行控制指令及应用	227
5.7 其他指令	237
第 6 章 STEP 7 程序结构与应用程序设计	241
6.1 用户程序结构与中断处理	241
6.2 数据块及其数据结构	247
6.3 功能块编程及调用	258
6.4 组织块及其应用	270
6.5 系统功能和系统功能块	278
6.6 可编程控制系统的设计	278
6.7 应用程序设计举例	284
第 7 章 可编程序控制器网络	297
7.1 通信与网络的基本知识	297
7.2 工厂自动化系统模型与 PLC 网络	307
7.3 通过 AS-I 接口的过程或现场通讯网络	314
7.4 多点接口 MPI 网络	316

7.5 现场总线 PROFIBUS	324
7.6 SIEMENS 通信处理器模板及其联网通信	336
附录	341
附录 1 F1 系列 PLC 功能指令表	341
附录 2 S7—200 主机主要技术性能指标	350
附录 3 中断的类型和优先级	353
附录 4 系统功能 SFC 和系统功能块 SFB 简表	354
参考文献	358

第 1 章

可编程序控制器(PLC)引论

1.1 可编程序控制器的产生、发展与展望

可编程序控制器(Programmable Controller),简称 PC。在它发展的初期主要应用于开关量的逻辑控制,因此也称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称 PLC。可编程序控制器随着微电子技术和计算机技术的发展而迅速发展,现代可编程序控制器实际上是以微处理器为基础的、高度集成化的新型工业控制装置,是计算机技术与自动控制技术相结合的产物,它的功能已远远超出逻辑控制、顺序控制的范围,因此可编程序控制器简称为 PC 是合适的。由于我国个人计算机(Personal Computer)也简称为 PC,为了避免混淆,本书仍按我国多数人的习惯,将可编程序控制器简称为 PLC。

1.1.1 可编程序控制器的产生

1968 年美国通用汽车公司(GM),根据市场形势的发展,对生产提出了“多品种、小批量、不断翻新汽车品牌型号”的战略。但汽车生产流水线的自动控制系统基本上是由继电器控制装置构成的,汽车的每一次改型都直接导致生产流水线中的继电器控制装置的重新设计和安装。显然,这种继电器式的控制装置已无法满足这种小批量、多品种、经常改型的生产需要。有没有一种能方便地改变控制方案的新型工业控制装置呢?这种新的工业控制装置又是什么样子?当时大家都不知道。

GM 公司用它应当达到的十项功能指标,描述了这种设想的全新工业控制装置,它们是:

- ①编程简单方便,可在现场修改程序;
- ②维修方便,最好是插件式(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可将数据直接送入管理计算机;
- ⑥成本可与继电器控制装置竞争;
- ⑦输入可以是交流 115V;

⑧输出为交流 115V、2A 以上,能直接驱动电磁阀、接触器等;

⑨扩展时,原有系统只要做很小的改动;

⑩用户程序存储器容量至少能扩展到 4KB。

GM 公司公开向社会招标。

1969 年美国数字设备公司(DEC),按 GM 的功能要求,研制出了这种新型工业控制装置——这就是世界上第一台 PLC,型号为 PDP—14。它在 GM 公司底特律的一条汽车自动生产线上首次运行,取得成功。此后,这项新技术获得了迅速发展。1971 年日本从美国引进了这项新技术。1973—1974 年联邦德国和法国(欧洲)也独立研制出自己的 PLC。我国从 1974 年开始研制,1977 年开始工业应用。

1.1.2 可编程序控制器的发展与展望

可编程序控制器从 1968 年产生以来,随着微电子技术、计算机技术、自动控制技术、通信技术的发展而迅猛发展。产品已经历了 4 次换代,其发展过程大致为:

第一代 PLC(1969—1972 年)

特点是:大多用一位机开发,用磁芯存储器存储;功能简单,主要是逻辑运算、定时、计数;机种单一,没有形成系列。

典型产品有:美国 MODICON 公司的 084;美国 DEC 公司的 PDP—14, PDP—14/L;美国 ALLEN-BRADLEY 公司的 PDQ—II;日本富士电机公司的 USC—4000;日本立石电机公司的 SCY—022;日本北辰电机公司的 HOSC—20;日本横河电机公司的 YODIC'S。

第二代 PLC(1973—1975 年)

特点是:元件上采用了 8 位微处理器和半导体存储器(EPROM);功能上增加了数字运算、传送、比较及模拟量控制等;产品初步形成系列。

典型产品有:美国 MODICON 公司的 184、284、384;美国 GE 公司的 LOGISTROT;德国 SIEMENS 公司的 SIMATIC S3 系列;日本富士电机公司的 SC 系列等。

第三代 PLC(1976—1983 年)

特点是:20 世纪 70 年代后期超大规模集成电路和高性能微处理器的出现及引入 PLC,使 PLC 的功能及处理速度大大增加,如增加了浮点数运算、平方、三角函数、相关数、查表、列表、脉宽调制变换等功能,增加了远程 I/O、一些特殊功能模块和通信、自诊断等功能。

典型产品有:美国 GOULD 公司的 M84、484、584、684、884;德国 SIEMENS 公司的 SIMATIC S5 系列;美国 TI 公司的 PM550、TI510、520、530;日本三菱公司的 MELPLAC—50、550;日本富士电机公司的 MICREEX 等。

第四代 PLC(1984—现在)

特点是:进入 20 世纪 80 年代中、后期以来,超大规模集成电路迅速发展,微处理器价格大幅度下跌,PLC 中 16 位、32 位片式高性能微处理器全面使用。而且一台 PLC 中配置多个 CPU,进行多通道处理。PLC 软、硬件功能发生了巨大变化,生产了各种内含 CPU 的智能模板,编程语言非常丰富,PLC 已发展成为一种具有逻辑控制、过程控制、运动控制、数据处理、联网通信等功能的名符其实的“多功能控制器”。值得指出的是,尽管 PLC 功能越来越强,但仍然保留了先前简单与易于使用的特点。

典型产品有:德国 SIEMENS 的 SIMATIC S7 系列;美国 ALLEN-BRADLEY 公司的 PLC—5

系列;美国 GOULD 公司的 A5900 及 MODULAR SYSTEMS RESEARCH 公司的 IAC 系列等。

从上述 PLC 的发展过程可以看出,PLC 的发展与新元件、新技术、新理念的发展与引入是不可分的,也值得今后 PLC 及其他新产品开发作为借鉴。

当前 PLC 及 PLC 网络已成为工厂首选的工业控制装置并已广泛应用于各领域,基于 PLC 的集散控制系统(DCS),以 PLC 作为基础控制设备的计算机集成制造系统(CIMS)到处可见。PLC 及其网络已被公认为实现现代工业自动化三大支柱之一(PLC、机器人、CAD/CAM)。当然,为了适应大中小型企业不同需要,进一步扩大其应用范围,PLC 正朝着以下方向发展:

①低档 PLC 向小型、简易、廉价方向发展,使之能更加广泛地取代继电器控制,SIEMENS 公司开发的 LOGO 通用逻辑控制器就是一例,它可提供 6 输入/4 输出,具有逻辑运算、计时、计数、加减运算等各种功能。日本三菱公司的 FX0、FX0S、FX0N 系列 PLC 也是这样。

②中、高档 PLC 向大型、高速、多功能方向发展,使之能取代工业控制微机的部分功能,对大规模、复杂系统进行综合自动控制。开发满足不同需要的特殊功能模块,方便用户构建不同的控制系统。

③工厂综合自动化、消灭自动化孤岛、方便自动化系统集成是现代化工业生产的需要,增强 PLC 的联网通信能力。包括 PLC 与计算机之间,不同 PLC 之间,PLC 与现场总线之间通信能力的增强是 PLC 近年来发展的一个重要方向。

④编程语言不断丰富。许多公司的 PLC 编程语言除了原有的梯形图语言、指令表语言、顺序功能图之外,还推出多种高级语言编程,以适应更广泛的需求,编程工具也在向小型化、通用化和多功能方向发展。

1.2 可编程序控制器的定义与分类

1.2.1 可编程序控制器的定义

PLC 自产生以来发展非常迅速,为了使这一新型工业控制装置的生产和发展标准化,美国电气制造商协会 NEMA(National Electrical Manufacture Association)1980 年给其正式命名为可编程序控制器(简称 PC)并给予了定义。国际电工委员会(IEC)1982 年 11 月颁布了可编程序控制器标准草案第一稿,1985 年 1 月发表了第二稿,1987 年 2 月颁布了第三稿,该草案中对可编程序控制器的定义是:

“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,它采用了可编程序的存储器,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,都按易于与工业系统联成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。”

定义明确指出了可编程序控制器是进行数字运算的电子系统,是专为工业环境应用而设计制造的计算机,具有丰富的输入/输出接口,方便与工业系统直接连接。显然,它是以微处理器为基础,结合计算机技术、自动控制技术和通信技术,用面向控制过程、面向用户的语言编程,是一种简单易懂、操作方便、可靠性高的新型通用工业控制装置。

值得指出的是,从 1978 年起国际电工委员会(IEC)在其下设 TC65 的 SC65B 中专设 WGT 工作组制定 PLC 的国际标准,到 1998 年底为止,已公布和制定的标准有 5 个,它们是:

- IEC 1131—1 一般信息
- IEC 1131—2 设备特性与测试要求
- IEC 1131—3 编程语言
- IEC 1131—4 用户导则
- IEC 1131—5 制造信息规范伴随标准

我国 1992 年成立了 PLC 标准委员会负责制定 PLC 国家标准。

1.2.2 可编程序控制器的分类

PLC 发展很快,全世界有几百家工厂正在生产几千种不同型号的 PLC,它们品种多,性能规格不一,又没有一个权威的统一的分类标准,给用户选择、使用、研究、学习带来一定困难。目前一般按以下几种方法分类:

(1) 按结构形式分类

PLC 按结构形式一般分为整体式和模块式两类。

1) 整体式 PLC 这种 PLC 的特点是将其电源、中央处理器、输入输出部件等集中配置在一起,有的甚至全部安装在一块印刷电路板上,然后装在一个机壳内,通常称为主机。整体式 PLC 结构紧凑、体积小、重量轻、价格低。但主机 I/O 的点数固定,因而使用不灵活,小型 PLC 常使用这种结构,如三菱公司的 F1、FX0、FX2 和 FX2N 系列,SIEMENS 公司的 S7—200 系列等。

2) 模块式(模板式)PLC 它的特点是将 PLC 的各部分以模块(模板)形式分开,如电源模块、CPU 模块、开关量 I/O 模块、模拟量 I/O 模块等。各模块结构上是相互独立的,可根据应用需要选择,然后安装在固定的机架或导轨上,构成一个完整的 PLC 系统。这种结构配置灵活,装配方便,便于扩展。一般中、大型 PLC 常采用这种结构。如 SIEMENS 公司的 S7—300、S7—400 系列,日本三菱公司的 A1、A2、A3 系列 PLC 等。

(2) 按输入输出点数分类

PLC 按 I/O 点数分类,实际上也包含了存储器容量的大小。一般来说,处理的 I/O 点数比较多时,控制关系可能较复杂,用户要求的存储器容量也就相应较大。按照 PLC 的 I/O 点数,可将 PLC 分为小型(I/O 点数在 256 点以下,有的还将 64 点及以下的称为微型)、中型(I/O 总点数在 256 点~2 048 点)和大型(I/O 总点数在 2 048 点及以上)。

应当说明,大、中、小型 PLC 输入输出总点数的划分并无严格界限,各厂家也存在不同看法,而且 I/O 点数还有扩展能力,读者选用时应针对不同厂家产品具体考虑。

(3) 按功能分类

PLC 按功能强弱可分为低档机、中档机、高档机三类:

低档 PLC 机,具有逻辑运算、定时、计数等功能,有的还有算术运算、数据传送和模拟量处理等功能,可实现逻辑、顺序、计时、计数控制等。

中档 PLC 机,除有低档机的功能外,还具有较强的模拟量输入输出、算术运算、数据传送等功能,可完成既有开关量又有模拟量控制的任务,通信联网功能较强。

高档 PLC 机,软、硬件功能很强,扫描速度很快,可选择的特殊功能模块更多。它除具有

中档 PLC 的功能外,如增设有带符号的算术运算、浮点运算、矩阵运算等,使运算能力更强。还具有模拟调节、联网通信、监视、记录、打印和极强的自诊断等功能,使 PLC 的功能更多。能进行智能控制、运算控制、大规模控制,很方便地构成工厂综合自动化网络。

在了解 PLC 的分类时,有一点值得介绍的是关于 PLC 的流派问题,追溯 PLC 的发展历史可以看出,在众多的 PLC 产品中,按地域大体可分成三个流派:

一个流派是美国产品,一个流派是欧洲产品,还有一个是日本产品。同一地域的产品相互影响比较大,相互借鉴比较多,技术渗透得比较深,面临的主要市场相同,用户要求接近,这些就使得同一地域的 PLC 产品表现出较多的相似性。不同流派的 PLC 产品表现出较大的差异性。欧洲 PLC 技术的形成与美国 PLC 技术的形成是在相互隔离的情况下独自研究开发的,因此美国的 PLC 产品与欧洲的 PLC 产品常表现出明显的差异性;日本的 PLC 技术是由美国引进的,因此日本的 PLC 技术对美国的 PLC 技术有一定的继承关系,但日本的主推产品定位在小型机上,主要市场在亚洲,因而对美国的 PLC 技术既有继承,更多的是发展。在小型机方面,它已是青出于蓝而胜于蓝。据介绍,在小型 PLC 市场上日本产品占了 70% 的份额。当然近年来其他一些 PLC 公司如 SIEMENS 公司也加强了对小型机 PLC 的开发,奋力争夺小型 PLC 市场。看到了不同 PLC 流派的区别对我们学习、分析、应用不同类型的 PLC 是有帮助的。

1.3 可编程序控制器的特点和应用范围

PLC 自产生以来发展极为迅速,PLC 产品的产量、销量及用量在所有工业控制装置中居首位。而且应用范围广泛,多年来一直保持 15% 的年增长势头,市场对其需求仍在稳步上升。之所以如此,是与它具有许多独特的优点分不开的。

1.3.1 可编程序控制器的主要特点

PLC 虽可简单视为具有特殊体系结构的工业计算机,由于有更强的与工业过程相连的特殊接口及特殊监控软件,有更适用于控制要求的编程语言,工作原理与计算机也有一定差别,因此它不同于一般的工业计算机。它的主要特点如下:

(1) 可靠性高、抗干扰能力强

PLC 是专门为工业环境而设计的,具有很高的可靠性。从硬件设计、元件的选择到工艺制作均极为严格。而且采取了一系列的抗干扰措施,如 I/O 电路中都采用了光电隔离,另外还有常规模拟器滤波,再加上软件数字滤波;内部采用了电磁屏蔽措施,防止辐射干扰;采用了较先进的电源电路,以防止由电源回路串入的干扰信号;采用了较合理的电路程序,一旦某模块出现了故障,进行在线插拔调试时,不会影响整机的正常运行。对有些模块还设置了连锁保护、自诊断电路等。

PLC 采用了周期循环扫描工作方式,只有一小段时间进行 I/O 处理,也只有在这一小段输入采样时间,干扰才会被引入 PLC 内部。在扫描周期的其余大部分时间,干扰都被阻挡在 PLC 之外,PLC 的这种工作方式本身就有利于屏蔽干扰。

由于采用了一系列措施,PLC 的平均无故障时间,或称平均故障间隔时间 MTBF (Mean Time Between Failures) 已经高达几十万小时,一个控制装置连续运行几十万小时不出故障,工

业界就会称它为无故障设备,所以现在 PLC 的技术指标中不再列出 MTBF 这一指标了。

PLC 本身具有很高的可靠性,PLC 控制系统在运行中出现故障 80% 以上是出现在外围。据统计,传感器及外部开关故障率占 45%;执行装置故障率占 30%;接线方面故障率占 5%;而 I/O 板故障率占 15%,CPU 故障率占 5%。

(2) 通用性好, I/O 接口丰富

PLC 是一种通用工业控制装置,绝大多数 PLC 系统特别是模块式结构均可按用户需要配置,变更、扩展均很方便。有丰富的 I/O 接口模块以满足不同工业现场信号(如交流或直流、电压或电流、脉冲或电位、强电或弱电、开关量或模拟量等)和工业现场的不同器件或设备(如按钮、行程开关、接近开关、传感器及变送器、电磁线圈、电机启动器、控制阀等)的需要并直接连接。此外,还开发了很多特殊功能模块,供用户选择。

软件(程序)完全按用户需要进行设计,它既可对开关量进行控制,也可对模拟量进行控制;既有各种逻辑运算,也有数值运算和数据处理、传送与通信等;既可以控制单台设备,也可控制生产线和生产过程。可完全满足用户的不同需要。工艺变动,修改变更控制程序也很灵活方便。

(3) 编程简单、使用方便

这也是 PLC 的一个重要特点,它有不同的编程语言以适应不同对象的需要。如梯形图编程语言就很容易为电气工程技术人員所掌握,配套的简易编程器的操作和使用也很简单。这也是 PLC 近年来获得迅速普及和推广的原因之一。

另外,一些 PLC 还针对具体问题,开发了诸如步进梯形指令、功能图及功能指令,以进一步简化编程和完成一些新的控制功能。

(4) 设计、安装容易,维修工作量小

由于 PLC 已实现了产品的系列化、标准化和通用化,用 PLC 组成控制系统,在设计、安装、调试和维修等方面,表现出了明显的优越性。设计部门能在规格繁多、品种齐全的系列 PLC 产品中,选出高性能价格比的产品。PLC 用软件功能取代了继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件,控制柜的设计、安装接线工作量大为减少。PLC 的用户程序大部分可以在实验室进行模拟调试,用模拟试验开关代替输入信号、其输出状态可通过 PLC 上的发光二极管指示得知。模拟调试后再将 PLC 控制系统安装到生产现场,进行联机调试,既安全,又快速方便,这就大大缩短了应用设计和调试周期,特别是在老厂控制系统的技术改造中更能发挥优点。在用户维修方面,由于 PLC 本身的故障率极低,维修工作量很小,并且 PLC 有完善的诊断和显示功能,即当 PLC 或外部的输入装置和执行机构发生故障时,可以根据 PLC 上的发光二极管或者从在线编程器上提供的信息,迅速地查明原因。如果是 PLC 本身的故障,可以用更换模块的方法迅速排除,因此维修极为方便。

(5) 体积小、能耗低

以西门子中型 PLC S7—300 为例,CPU 314 模块可以扩展为 512 点开关量、64 路模拟量,其外形尺寸为 80mm × 125mm × 1300mm,重量仅为 0.53kg,消耗功率 8W。由于体积小,PLC 很容易装入机械设备内部,是实现机电一体化的理想设备。

(6) 联网方便、便于系统集成

生产过程控制和生产管理结合起来实现管-控一体化或构建计算机集成制造系统 CIMS,控制设备是否具备联网通信能力便十分重要了。经过多年的努力,PLC 的联网通信能力已有

了很大的增强,不少 PLC 均配置有各种通信接口模块。这是原有的继电器控制柜无法比拟的。PLC 网络与其他工业局域网比较,虽没有什么特别之处,但它具有较高的性价比,却不能不说是一个优势。

必须注意:各公司 PLC 的网络不尽相同,当前不同 PLC 网络的互联是用户应当重点关心的一个问题。

1.3.2 可编程序控制器的应用范围

目前,在国内外 PLC 几乎用于所有工业领域,如钢铁、冶金、石油、化工、机械制造、汽车、电力、建材、轻工、煤炭以及环保、供水、文化娱乐等各行各业,随着 PLC 性能价格比的不断提高,其应用范围还将扩大,难以一一列举。下面按它在不同类型中的应用情况分类介绍如下:

(1) 开关量的逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域。传统的开关量逻辑控制多是依靠继电器-接触器控制系统或半导体逻辑电路来实现,它们都是针对一定的生产机械、固定的生产工艺来设计,采用硬接线方式来实现,只能完成既定的逻辑控制、定时、计数等功能,一旦生产工艺改变则控制柜必须重新设计,重新安装配线。PLC 有大量的内部元件、控制接线是通过程序实现,从适应性、灵活性、可靠性、方便性及设计、调试、安装、维护等各方面比较,PLC 都有显著的优势。用 PLC 控制取代多数传统的继电器控制,实现逻辑控制、顺序控制已是大家的共识。在单机控制、多机群控、自动化生产线的控制等方面,PLC 均得到了广泛的应用。

(2) 位置控制

大多数的 PLC 制造商,目前都提供拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。这一功能可广泛用于各种机械,如金属切削机床、装配机械、机器人和电梯等。

(3) 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。PLC 通过模拟量 I/O 模块,实现模拟量与数字量之间的 A/D、D/A 转换,并对模拟量进行闭环 PID(Proportional-Integral-Derivative)控制。现代的大、中型 PLC 一般都有 PID 闭环控制模块。这一功能可用 PID 子程序来实现,也可用专用的智能 PID 模块实现。

(4) 数据处理

现代的 PLC 具有数学运算(包括矩阵运算、函数运算、其他高级数字运算)、数据传递、转换、排序和查表、位操作等功能,能完成数据的采集、分析和处理。这些数据还可通过通信接口传送到其他智能装置,如计算机数字控制(CNC)设备进行处理。

(5) 组成大型控制网络

近几年来,随着计算机控制技术、通信技术的发展,为了取得更大的经济效益,工厂自动化(FA)网络系统得到了很大的发展。

PLC 联网、通信能力很强,不断有新的联网的结构推出。

PLC 可与个人计算机相连接进行通信,可用计算机参与编程及对 PLC 进行控制和管理,使 PLC 用起来更方便。为了充分发挥计算机的作用,可实行一台计算机控制和管理多台 PLC、甚至多达几十台。

PLC 与 PLC 也可通信。可一对一通信,也可在多个 PLC 之间通信,甚至多到几十、几百台。

可连接远程控制系统,系统范围可达 10km。

可组成局部环网,不仅 PLC,而且高档计算机、各种外设也都可进网。环网还可套非环网。环网与环网还可桥接。可把相当多的 PLC、计算机、外部设备组织在一个网中。网间的节点可直接或间接地通信、交换信息。

联网、通信,正适应了当今计算机集成制造系统(CIMS)及智能化工厂发展的需要。它可使工业控制从点(Point)到线(Line)再到面(Aero),使设备级的控制、生产线的控制、工厂管理层的控制连成一个整体,进而可创造更高的效益。

1.4 可编程序控制器的主要技术性能

用户在选用 PLC 时,首先要了解 PLC 的结构和功能。各厂家的 PLC 产品技术性能各不相同,PLC 厂家为反映其产品详细的技术指标,一般都会列出其 PLC 产品的技术规范。通常分为硬件指标和软件指标两大类。硬件指标包括周围一般环境、电气机械环境、输入和输出特性(有关输入、输出电路的说明)等。软件指标包括 PLC 工作方式、扫描速度、程序存储器容量、编程语言、指令种类、元件种类和数量等。但如果只是了解它的主要性能特点,可参考以下内容:

(1) 结构形式与外形尺寸

PLC 是整体式结构还是模块式结构,产品的实际长、宽、高尺寸。

(2) 输入输出点数

PLC 的 I/O 点数是指 PLC 外部的输入、输出端子数。这是一项重要技术指标,通常都是指的开关量最大 I/O 点数。对于模拟量 I/O 点数则用最大 I/O 通道数表示。

对于不可扩展的整体式 PLC,实际点数就是可用的最大点数;对于模块式或可扩展的整体式 PLC,它的最大 I/O 点数受主机最大扩展点数能力的限制;另外有的 PLC 还有远程 I/O。

(3) 指令种类

这是衡量 PLC 软件功能强弱的指标。PLC 具有的指令种类越多,其软件功能就越强。高档 PLC 还具有一些高级运算与控制功能指令,诸如浮点运算、矩阵运算等。

(4) 存储器容量

一般以 PLC 所能存放用户程序的多少来衡量。在 PLC 中程序指令一般是按“步”存放的,一“步”占用一个地址单元,一个地址单元一般占两个字节(也有占 3 个字节的)。一条指令可以是 1 步或 2~3 步。如一个存储器容量为 1 000 步的 PLC 可推知其内存为 2kB 字节。存储器包括用户可利用的随机存储器和只读存储器。存储器容量也是一项重要指标。

(5) 内部寄存器

PLC 内部有许多寄存器用以存放变量状态、中间结果、数据等。PLC 有许多内部元件、许多辅助寄存器可供用户使用,这些辅助寄存器还可以给用户许多特殊功能,以简化整个系统设计。因此 PLC 内部元件的种类、数量,寄存器的配置情况,也是衡量 PLC 功能的一项指标。

(6) 扫描速度

一般是以执行 1 000 步指令所需时间来衡量,故单位为 ms/k 字,有时也以具体执行一条指令的时间计。

(7) 编程语言

编程语言丰富可方便用户选用。目前 PLC 常用的编程语言有梯形图语言、指令表(语句表)语言,此外还有功能块图、布尔代数及某些高级语言等。

(8) 通信和联网

现代各类 PLC 都具有通信功能,这里主要指的是构成 PLC 和 PLC 之间、PLC 和计算机之间的通信网络。一般 PLC 都提供有 RS—232C 串行通信接口,以便连接打印机或其他类型的设备如管理计算机等。不少 PLC 提供有各种通信模块以实现 PLC 的联网通信,有的还能将 PLC 与现场总线(Field Bus)相连。这样 PLC 便可很方便地构成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。对 PLC 的通信、联网能力必须给予充分的重视。

(9) 特殊功能

PLC 除基本模块外,有的 PLC 还开发有特殊模块,以实现某一特殊的专门功能。特殊模块的多少,功能的强弱常是衡量 PLC 产品水平高低的一个重要标志。近年来特殊模块的发展很快,种类日益增多,功能越来越强,目前开发的常用特殊模块如高速计数模块、各种定位模块、速度控制模块、各种闭环控制模块等。

1.5 当前流行的可程序控制器

当前世界上 PLC 生产厂家有数百家,生产几千种不同型号、规格的 PLC,要很详细列举各种型号的 PLC 几乎是不可能的。据不完全统计的资料介绍,我国每年引进的 PLC 产品价值约 5 500 万美元左右,其中美国产品约 2 000 万美元,欧洲产品约 2 500 万美元,日本产品约 1 000 万美元。欧美产品以大中型 PLC 为主,基本上是德国西门子公司与美国 A-B 公司的产品平分秋色。小型 PLC 主要是日本产品,其中较有影响的有欧姆龙(OMRON)公司、三菱公司等,而松下电工属后起之秀。下面所介绍的是在我国影响较大、应用较广泛的几个厂家及其 PLC 产品。

1.5.1 德国西门子公司的 PLC

德国的西门子(SIEMENS)公司是欧洲最大的电气、电子制造商,一直以品质精良的电气、电子产品闻名于世,也是国际上较早研制和生产 PLC 产品的主要厂家之一。西门子最早的 PLC 产品为 S3 系列,1975 年投放市场。1979 年西门子推出了 SIMATIC S5 系列取代 S3,此后一直主推 S5 系列并获得巨大成功。20 世纪 90 年代初,西门子公司开始组织力量,研制出了新一代 PLC 产品 S7 系列 SIMATIC,它比 S5 系列 PLC 在功能与性能上有许多发展与改进。

西门子公司的 PLC 产品在自动化各个领域都得到广泛应用,是因为它的 PLC 产品系列能满足自动化多方面的需求。它具有的各种功能、各种尺寸、各种结构适用于许多应用场合,有适合于起重机械或各种气候条件的坚固型,有适用于狭小空间具有高处理性能的密集型,有运行速度极快且有优异的扩展能力的机型,可配置种类繁多的输入/输出模块、智能模块、编程器、软件、过程通信和显示部件等,所以在逻辑控制、运动控制、过程控制以及工厂全集成自动化系统中均得到广泛的应用。

SIMATIC S5 系列 PLC 简要情况如下:

①S5—90U 与 S5—95U 是两种微型 PLC,整体式结构。价格便宜、易于操作、结构紧凑。