

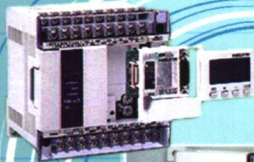


全国高等职业教育工业生产自动化技术系列规划教材

可编程控制器 原理及应用 (三菱机型)

高 勤 主 编
田培成 童克波 于小喜 副主编

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



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY



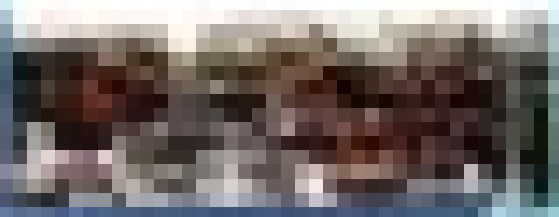
清华大学出版社

可编程控制器 原理及应用

（第2版）

王 毅 王 强 王 磊 等 编

II



全国高等职业教育工业生产自动化技术系列规划教材

可编程控制器原理 及应用（三菱机型）

高 勤 主 编

田培成 童克波 于小喜 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以三菱公司的 FX2N 系列可编程控制器为蓝本,介绍了小型可编程控制器的基本工作原理、编程元件、指令系统、程序设计方法以及应用实例,系统介绍了一些典型模拟量的控制。为了便于实践教学,本书以实际应用为主题,设置了实验和实训内容。

本书力求由浅入深,通俗易懂,并注重实用性,它可作为高等职业技术教育生产过程自动化、电气自动化及机电技术应用等电类专业的教材,也可供电气技术人员参考使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理及应用(三菱机型) / 高勤主编. —北京: 电子工业出版社, 2006.8
(全国高等职业教育工业生产自动化技术系列规划教材)

ISBN 7-121-02950-2

I. 可… II. 高… III. 可程序控制器—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 091822 号

责任编辑: 张云怡 特约编辑: 尹杰康

印 刷: 北京铁成印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16. 印张: 13.75 字数: 348.8 千字

印 次: 2006 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 19.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

《可编程控制器原理及应用（三菱机型）》读者意见反馈表

尊敬的读者：

感谢您购买本书。为了能为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间，将您的意见以下表的方式（可从 <http://www.hxedu.com.cn> 下载本调查表）及时告知我们，以改进我们的服务。对采用您的意见进行修订的教材，我们将在该书的前言中进行说明并赠送您样书。

姓名：_____ 电话：_____

职业：_____ E-mail：_____

邮编：_____ 通信地址：_____

1. 您对本书的总体看法是：

☐ 很满意 ☐ 比较满意 ☐ 尚可 ☐ 不太满意 ☐ 不满意

2. 您对本书的结构（章节）：☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见_____

3. 您对本书的例题：☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见_____

4. 您对本书的习题：☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见_____

5. 您对本书的实训：☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见_____

6. 您对本书其他的改进意见：

7. 您感兴趣或希望增加的教材选题是：

请寄：100036 北京万寿路 173 信箱高等职业教育事业部 白羽收

电话：010-88254563 E-mail: baiyu@phei.com.cn

出版说明

党的十六大提出,走我国新型工业化发展的道路,必须坚持“以信息化带动工业化、以工业化促进信息化”,而且要达到“科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势”等五个具体目标,这表明我国要基本实现工业化,不仅要采用机械化和电气化,而且要充分利用自动化和信息化。因此,以自动化技术为代表的先进生产技术,将在我国产业结构调整、推动传统产业现代化、实现经济及社会持续协调发展中,发挥极其重要的作用。

目前,作为我国高等教育一翼的高等职业教育,已经在招生规模方面取得了巨大的突破,但在教学改革方面与西方发达的职业教育相比,还相对落后。高职教育的培养目标是培养企业真正需要的具有实践动手能力的技术工人,这是当前高职教育改革的重点,也是一线教师所真正关心的话题。而工业生产自动化技术是高职教育中的一个重要领域,承担着为工业生产培养一线技术工人的重要作用,而且,无论是社会用人需求还是就业前景,这一领域目前都被广泛看好。

与此相适应,电子工业出版社在广泛调查研究的基础上,于2006年3月组织全国数十所高等职业院校的一线教师和企业技术专家,在上海召开了“全国高等职业教育工业生产自动化技术规划教材研讨会”,就相关的课程教学和高职培养目标进行了深入的探讨,确定了相关的主干教材10余种。与会代表多是所在学校的领导和业务骨干,具有丰富的教学经验、实践经验和编写教材的经验。

本套教材体现了高等职业教育改革的方向,以培养岗位技术人员的综合能力为中心,淡化理论、强化应用,突出职业教育的教育特色,并且根据教育部制定的“高职高专教育课程教学基本要求”,将传统课程重新组合,缩短教学课时,力求突出应用性、针对性、岗位性和专业性等特点。

本套教材在内容编排上以能力为单位模块,强调实用原则;书中实例完整,注重原理和方法的应用,以提高对高职学生技能的培养。本套教材将学历课程与资格应试结合,满足目前大多数高等职业院校学生毕业时对毕业证与资格证或上岗证的要求。本套教材力求内容新颖性,紧跟国内外工业生产自动化技术的最新进展,同时兼顾国内高职院校相关专业的最新教学内容。本套教材均配套教学参考资料,为高职师生的教与学提供方便和帮助。

本套教材的出版对于高等职业教育的改革和高等职业专门人才的培养将起到积极的推动作用。对于教材中所存在的一些不尽如人意之处,将通过今后的教学实践不断修订、完善和充实,以便我们更好地服务于高等职业教育。

本套教材适用于生产过程自动化技术、计算机控制技术、工业网络技术、液压与气动技术、检测技术及应用等专业,也适用于机电类专业。

电子工业出版社
高职高专教育教材事业部
2006年7月

前 言

可编程序控制器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新一代工业自动化控制装置。可编程序控制器自问世以来,经过了近 40 年的发展,在工业自动化、生产过程控制、机电一体化、机械制造业等方面的应用非常广泛,已成为当代工业自动化控制的三大支柱之一。鉴于可编程序控制器在工业生产过程中得到了日趋广泛的应用,为满足高职、高专的教育需求,特编写了《可编程序控制器原理及应用(三菱机型)》一书。

本教材以较新型的 FX2N 型 PLC 为蓝本,从实际应用出发,对小型机的指令系统及编程方法做了较详细的介绍,根据高等职业教育的特点,在编写时力求由浅入深,通俗易懂,摒弃纯理论性的分析探讨,注重实用性,为配合每章的内容设置了适量的思考题及习题,同时设有实验和实训章节。

本教材具有以下特点:

1. 根据教学内容编写了相应的实验内容以及大量的实训项目,为提高学生的学习兴趣、拓宽其知识面,特选择了一些有关实际应用的内容,并注意设置难易程度不同的内容和选做内容,为读者掌握可编程序控制器的实际应用、教师做好各项实践教学工作提供了方便。

2. 本书较系统地介绍了模拟量输入/输出模块的使用方法以及 PID 控制指令在闭环控制系统中的应用。

本书在教学使用过程中,可根据各专业的需要适当进行内容的删减,有些内容可放在课程设计和毕业实践中进行。

本书的教学以安排 60~70 课时为宜(不含实训内容)。建议课时做下述安排:第 1 章 6 课时;第 2 章 8 课时;第 3 章 8 课时;第 4 章 10 课时;第 5 章 6 课时;第 6 章 8 课时;第 7 章 4 课时;第 8 章(实验)20 课时;第 9 章(实训周)可灵活掌握。

本书由高勤担任主编,全书分为 9 章。第 3 章由武付香编写,第 4 章由田培成编写,第 5 章由于小喜编写,第 7 章由童克波编写,第 1、2 章和第 6、8、9 章由高勤编写。

限于编者的水平和经验,书中难免存在错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。对本教材的意见和建议请发电子邮件至 LGDGAOQIN@163.com。

编 者

2006 年 6 月

目 录

第 1 章 可编程控制器的基本概况	(1)
1.1 可编程控制器简介	(1)
1.1.1 可编程控制器的产生和定义	(1)
1.1.2 可编程控制器的功能及特点	(2)
1.1.3 可编程控制器的应用及发展	(3)
1.1.4 可编程控制器的分类及性能指标	(5)
1.2 可编程控制器的构成及工作原理	(7)
1.2.1 可编程控制器的基本组成	(7)
1.2.2 可编程控制器的编程语言	(8)
1.2.3 可编程控制器的工作原理	(9)
1.3 可编程控制器的开关量 I/O 单元	(11)
1.3.1 开关量的输入/输出单元	(11)
1.3.2 开关量输入/输出单元的接线方式	(13)
习题 1	(15)
第 2 章 FX 系列 PLC 的基本指令及编程方法	(16)
2.1 FX 系列 PLC 的内部系统配置	(16)
2.1.1 FX2N 系列 PLC 的命名方式	(16)
2.1.2 编程元件及使用说明	(19)
2.2 FX 系列 PLC 的基本指令及编程方法	(25)
2.2.1 逻辑取指令和线圈驱动指令 LD、LDI、OUT	(25)
2.2.2 触点串联指令 AND、ANI	(25)
2.2.3 触点并联指令 OR、ORI	(26)
2.2.4 上升沿和下降沿的取指令 LDP、LDF	(26)
2.2.5 上升沿和下降沿的与指令 ANDP、ANDF	(26)
2.2.6 上升沿和下降沿的或指令 ORP、ORF	(27)
2.2.7 电路块并联连接指令 ORB	(27)
2.2.8 电路块串联连接指令 ANB	(28)
2.2.9 栈指令 MPS、MRD、MPP	(28)
2.2.10 主控指令 MC、MCR	(30)
2.2.11 逻辑取反指令 INV	(31)
2.2.12 置位和复位指令 SET、RST	(32)
2.2.13 定时器和计数器指令	(32)
2.2.14 脉冲指令 PLS、PLF	(35)
2.2.15 空操作指令 NOP	(36)
2.2.16 程序结束指令 END	(36)

2.3	FX 系列 PLC 的编程基本原则	(36)
2.3.1	梯形图的规则	(36)
2.3.2	PLC 执行用户程序的过程分析	(38)
	习题 2	(39)
第 3 章	可编程控制器的程序设计	(41)
3.1	梯形图的经验设计方法	(41)
3.2	常用基本单元电路的编程举例	(42)
3.2.1	定时器和计数器的编程方法	(42)
3.2.2	启动、自保、停止控制作用的编程方法	(44)
3.2.3	互锁及连锁控制的编程方法	(45)
3.2.4	手动及自动控制的编程方法	(46)
3.2.5	顺序控制的编程方法	(47)
3.2.6	逻辑指令编程举例	(47)
3.3	步进指令及编程方法	(50)
3.3.1	功能图的绘制	(50)
3.3.2	步进指令的应用	(54)
3.4	控制程序的设计举例	(58)
3.4.1	顺序运动的控制程序设计	(58)
3.4.2	化工生产的液体混合控制	(63)
	习题 3	(66)
第 4 章	FX 系列可编程控制器的功能指令	(68)
4.1	功能指令概述	(68)
4.1.1	功能指令的基本格式及执行方式	(68)
4.1.2	功能指令的操作数及变址操作	(70)
4.2	程序流程控制指令	(71)
4.2.1	条件跳转指令	(71)
4.2.2	调用子程序指令	(71)
4.2.3	中断指令	(72)
4.2.4	主程序结束指令	(73)
4.2.5	监视定时器指令	(74)
4.2.6	循环指令	(74)
4.3	传送和比较指令	(75)
4.3.1	比较指令和区间比较指令	(75)
4.3.2	传送和移位传送指令	(76)
4.3.3	数据交换指令 XCH	(78)
4.3.4	BCD 和 BIN 变换指令	(78)
4.4	算术运算和逻辑运算指令	(79)
4.4.1	算术运算指令	(79)
4.4.2	加 1、减 1 指令	(80)

4.4.3 字逻辑运算指令	(80)
4.5 循环移位与移位指令	(81)
4.5.1 循环移位指令	(82)
4.5.2 位元件移位指令	(84)
4.5.3 字元件移位指令	(85)
4.6 数据处理指令	(86)
4.6.1 区间复位指令 ZRST	(86)
4.6.2 解码和编码指令	(87)
4.6.3 平均值指令 MEAN	(88)
4.6.4 平方根指令 SQR	(88)
4.6.5 浮点数转换指令 FLT	(88)
4.6.6 报警器置位、复位指令	(88)
4.7 高速处理指令	(89)
4.7.1 高速计数器指令	(89)
4.7.2 脉冲输出指令 PLSY	(90)
4.7.3 脉宽调制指令 PWM	(91)
4.8 方便指令	(91)
4.8.1 置初始状态指令 IST	(91)
4.8.2 交替输出指令 ALT	(92)
4.8.3 斜坡信号输出指令 RAMP	(92)
4.9 外部设备指令	(93)
4.9.1 串行通信指令 RS	(93)
4.9.2 并行数据传送指令	(93)
4.9.3 比例积分微分指令	(93)
4.10 功能指令汇总表	(95)
习题 4	(97)
第 5 章 FX2N 系列 PLC 的特殊扩展模块	(99)
5.1 模拟量输入/输出模块	(99)
5.1.1 FX2N-8AV-BD 模拟量调节器	(100)
5.1.2 FX2N-2AD-BD 模拟量输入模块	(102)
5.1.3 FX2N-4DA-BD 模拟量输出模块	(105)
5.1.4 FX2N-2LC 温度调节模块	(106)
5.2 其他特殊功能模块	(108)
5.2.1 高速计数模块 FX2N-1HC	(108)
5.2.2 FX2N-1PG 脉冲输出模块	(109)
习题 5	(111)
第 6 章 可编程序控制器的实际应用	(112)
6.1 PLC 控制系统的设计	(112)
6.1.1 PLC 控制系统设计的步骤和内容	(112)

6.1.2	PLC 硬件的选择	(114)
6.1.3	控制程序的设计方法	(114)
6.1.4	减少所需 I/O 点数的方法	(115)
6.1.5	程序的调试与运行	(117)
6.2	PLC 在顺序控制中的应用	(117)
6.2.1	PLC 在机械加工中的应用	(117)
6.2.2	PLC 在自动生产线中的应用——皮带运输机的 PLC 控制	(123)
6.3	PLC 在生产过程中的应用	(125)
6.3.1	模拟量输入模块的选择与使用	(125)
6.3.2	闭环控制的基本概念	(129)
6.3.3	PID 指令的应用方法	(130)
6.3.4	模拟量控制的典型应用——传感器特性的线性化处理程序设计	(131)
6.3.5	PLC 在温度控制系统中的应用	(132)
6.4	可编程控制器的通信功能	(134)
6.4.1	通信方法和通信协议的概念	(134)
6.4.2	FX _{2N} 的 N : N 通信网络	(138)
6.4.3	双机并行通信	(141)
6.4.4	计算机链接	(143)
6.4.5	无协议通信	(143)
6.4.6	可选编程端口通信	(143)
习题 6		(143)
第 7 章	编程器与编程软件的功能及使用	(145)
7.1	编程器的使用	(145)
7.1.1	FX-10P-E 手持式编程器的使用	(145)
7.1.2	FX-20P-E 手持式编程器的使用	(147)
7.2	Fxgpwin 编程软件的使用	(152)
7.2.1	Fxgpwin 编程软件使用说明	(152)
7.2.2	编程软件的程序编辑操作	(154)
第 8 章	实验指导	(158)
8.1	可编程控制器认识实验	(158)
8.2	基本逻辑指令实验	(160)
8.3	栈指令、主控指令和脉冲指令实验	(163)
8.4	定时器和计数器实验	(165)
8.5	跳转和比较指令实验	(168)
8.6	步进顺序控制指令实验	(170)
8.7	传送、移位指令和解码、编码指令实验	(172)
8.8	加 1、减 1 和交替输出指令实验	(176)
8.9	功能指令应用实验	(178)
8.10	简单控制程序应用实验	(180)

第9章 实训指导	(183)
9.1 PLC实训教学的要求	(183)
9.1.1 PLC实训的任务和要求	(183)
9.1.2 课题的设计方法与步骤	(183)
9.1.3 实训课题的确定	(184)
9.2 电子产品自动控制课题	(185)
9.2.1 自动洗衣机控制	(185)
9.2.2 自动售货机控制	(186)
9.2.3 抢答器控制	(186)
9.3 生产线自动控制课题	(187)
9.3.1 机床动力头自动控制	(187)
9.3.2 大、小球分检控制	(188)
9.3.3 皮带运输机控制	(190)
9.3.4 双料斗皮带运输机控制	(191)
9.3.5 药片自动装瓶机控制	(192)
9.3.6 水箱液位控制	(193)
9.4 交通自动控制课题	(194)
9.4.1 自动门控制	(194)
9.4.2 双门通道的自动控制	(195)
9.4.3 交通灯自动控制	(197)
9.4.4 隧道内汽车双向行驶控制	(198)
9.5 模拟量数据处理课题	(199)
9.5.1 模拟输入信号的软件滤波	(199)
9.5.2 仪表量程转换控制	(200)
9.6 生产过程自动控制实训课题	(202)
9.6.1 植物灌溉系统的控制	(202)
9.6.2 化工加热炉温度控制	(203)
9.6.3 干燥箱温度控制	(204)
9.6.4 LM35 温度传感器控温及报警	(205)
9.6.5 炉窑温度模糊控制	(206)
参考文献	(208)

第1章

可编程控制器的基本概况

本章要点

1. 可编程控制器的功能及应用范围。
2. 可编程控制器的基本组成及工作方式。
3. 可编程控制器 I/O 单元的作用及连接方式。

1.1 可编程控制器简介

1.1.1 可编程控制器的产生和定义

可编程控制器 (Programmable Controller) 简称 PC, 为了避免和通用计算机的简称 PC 混淆, 在很多书中对可编程控制器仍沿用 PLC 的简称。

1968 年美国的汽车工业 (通用汽车公司) 首先提出了可编程控制器的概念, 1969 年美国数字设备公司 (DEC) 研制出了世界上第一台 PLC, 这时的可编程控制器只能用于执行逻辑判断、计时、计数等顺序控制功能, 所以称为可编程序逻辑控制器 (Programmable Logical Controller, PLC)。PLC 最早用以取代汽车生产线上的继电器控制系统, 随即扩展到食品加工、制造、冶金等工业部门。1971 年日本引进了这项生产技术, 并开始生产自己的 PLC。1973 年欧洲的一些国家也研制生产了自己的 PLC。

进入 20 世纪 70 年代后, 随着半导体技术及微机技术的发展, PLC 采用了微处理器作为中央处理器, 输入/输出单元和外围电路也都采用了中、大规模甚至超大规模的集成电路, 使 PLC 具有多项优点, 形成了各种规格的系列产品, 成为一种新型的工业自动控制标准设备。这时的 PLC 已经有逻辑判断功能, 还具有数据处理、PID 控制和数据通信功能, 因此被改称为可编程控制器, 简称 PC。

1987 年 2 月, 国际电工委员会 (IEC) 在可编程控制器的标准草案中做了如下定义: “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, 它采用了可编程序的存储器, 用来在其内部存储逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令, 并通过数字式和模拟式的输入/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围设备, 易于与工业控制系统连成一个整体, 并易于扩充其功能。”

可编程控制器在其内部结构和功能上都类似于通用计算机, 所不同的是可编程控制器还具有很多通用计算机所不具备的功能和结构。如 PLC 有很多适应于各种工业控制系统的模块, 它的内部有一套功能完善且简单的管理程序, 能够完成故障检查、用户程序输入、修改、执行与监视等。PLC 采用以传统电气图为基础的梯形图语言编程, 方法简单且易于学习和掌握。在控制系统应用方面 PLC 优于计算机, 它易于和自动控制系统相连接, 可以方便灵活地

构成不同要求、不同规模的控制系统，其环境适应性和抗干扰能力极强，所以可将可编程控制器称为工业控制计算机。由于这些特点，目前可编程控制器已成为工业自动控制系统的重要支柱。

1.1.2 可编程控制器的功能及特点

1. 可靠性高、抗干扰能力强

因为可编程控制器是专为工业控制而设计的，所以除了对元器件进行筛选外，在软件和硬件上都采用了许多抗干扰的措施，如屏蔽、滤波、隔离、故障诊断和自动恢复等，这些措施大大地提高了 PLC 的抗干扰能力和可靠性。另外由于 PLC 采用循环扫描的工作方式，所以能在很大程度上减少软故障的发生。在一些高档的 PLC 中，还采用了双 CPU 模块并行工作的方式。如 OMRON 2000H 大型机，即使它的 CPU 出现一个故障，系统也能正常工作，同时还可以修复或更换有故障的 CPU 模块；又如西门子的 S5-115H 型 PLC，它不仅 CPU 是冗余的，内部系统中所有的模块也都是冗余的，这样就极大地增加了控制系统整体的可靠性。可编程控制器的平均无故障时间达到 30 万小时以上。

2. 适应性强，应用灵活

由于 PLC 是系列化产品，其品种齐全，多数采用模块式的硬件结构，所以组合和扩展方便，用户可以根据自己的需要灵活选用，以满足各种大小规模、功能繁简的-control 系统的需要。

3. 编程方便，易于使用

可编程控制器是面向现场应用的电子设备，它一直采用大多数电气技术人员熟悉的梯形图语言，梯形图语言延续使用继电器控制系统的许多符号和规定，其形象直观、易学易懂，电气工程师和具有一定基础的技术操作人员都可以在短时间内学会。这是和学习掌握计算机控制技术的一个较大区别。

4. 具有各种接口，与外部设备连接方便，适应范围广

目前可编程控制器的产品已经系列化、模块化，具有各种数字、模拟量的 I/O 接口，能将生产现场的多种规格的直流、交流信号直接接入可编程控制器，其输出接口在多数情况下也可以直接与各种执行器（继电器、接触器、电磁阀、调节阀等）相连接。因此能方便地进行系统配置，组成规模、功能不同的控制系统。其适应能力非常强，利用它可以控制一台单机自动化系统，也可以控制一条生产线，还可以使用在复杂的集散控制系统中。

5. 功能完善

可编程控制器具有模拟和数字量输入/输出、逻辑运算、定时、计数、数据处理、通信、人机对话、自检、记录和显示等功能，可以实现顺序控制、逻辑控制、位置控制和生产过程控制，通过编程器在线和离线修改程序，就能更改系统的控制功能及要求。

1.1.3 可编程控制器的应用及发展

1. 可编程控制器的应用

可编程控制器近年来不断地发展和完善,目前它已广泛应用于机械制造、石化、冶炼、电力、轻纺、汽车、交通及各种机电产品的生产中,典型的实例如下:

(1) 顺序控制。这是可编程控制器最早的一种应用方式,也是应用最广的领域,目前已经取代了继电器在顺序控制系统中的主导地位,例如各种生产、装配、包装流水线的控制,化工工艺过程的控制,印刷机械,组合机床的控制,交通运输的控制等。

(2) 过程控制。在工业生产过程中用可编程控制器可以实现对温度、压力、流量、物位、成分等各种模拟量的控制。具有 PID 控制能力的 PLC,通过其模拟量的输入/输出单元,可以实现闭环的过程控制,还可以和计算机组成集散控制系统。

(3) 数据处理。可编程控制器具有四则运算、数据传送、数据变换、数据比较等功能,可以方便地对生产过程中的数据进行处理,可以实现软件滤波、线性化处理、标度变换的功能,构成多路巡回监测系统、闭环控制系统及模糊控制系统。

(4) 联网和显示打印。一台可编程控制器可以和计算机或和其他可编程控制器用在集散控制系统中。可编程控制器的通信模块可以满足这些通信联网要求,同时可编程控制器还可以连接显示终端和打印机等外围设备,实现显示和打印功能。

2. 可编程控制器的生产现况

自 20 世纪 60 年代末,美国的通用汽车公司首先研制和使用了可编程控制器以后,世界各国都相继开发了自己的 PLC 产品,在一些发达国家,新的 PLC 生产厂家不断涌现,新的品种层出不穷。下面简单介绍国外较著名的生产厂家及其产品。

(1) 美国生产 PLC 的厂商。

① 美国艾伦-布拉德里 (Allen-Bradley) 公司,简称 AB 公司。该公司创建于 1903 年,在世界各地有 20 多个附属机构,10 个生产基地,PLC 是它的重要产品。它的产品有适应单机和小型控制系统的 SLC 100 型 PLC,以及适应大型控制系统的 PLC-3 型,其指令丰富,除了具有一般的逻辑指令外,还具有 $\log 10$ 、 10^x 、 $\sin x$ 、 $\cos x$ 、 $\log e$ 以及倒数、平均值与标准偏差等高级算术运算功能,还有顺序功能图 (SFC) 和 PID 指令等。

② 美国通用电气 (GENERAL ELECTRIC) 公司,简称 GE 公司。通用电气公司是世界上生产 PLC 最早的厂商之一,其主要的产品是 GE 系列 PLC。其中 IJ 型为箱体结构,I、IP 型为模块式结构。

③ 美国德州仪器 (TEXAS INSTRUMENTS) 公司,简称 TI 公司。该公司的主要产品有 TI 系列,小型机有 TI 510、520 和 TI 315、325、330 等;中型机有 TI 425、435、530 和 5TI 等;大型机有 TI 560、565 等。TI 565 的 I/O 点数可达 8 192 点,PID 控制回路可达 64 路,能完成相当复杂的生产控制和数据采集。

④ 美国西屋 (WESTING HOUSE) 公司。该公司生产的主要产品是 Numa-Logic 系列 PLC。目前已由我国上海调节器厂引进其生产技术,并已生产出与其产品完全兼容的 PLC 产品。

⑤ 美国生产 PLC 的厂商还有歌德 (Gould Modicon) 公司,简称 GM 公司,生产 MICRO 系列 PLC 产品。

(2) 德国生产 PLC 的主要厂商。

① 西门子 (SIEMENS) 公司。西门子公司生产 S 系列的 PLC, 其中小型机有 S5-95U、S5-100U; 中型机有 S5-115U; 大型机有 S5-135U、S5-155U。其最大的开关量 I/O 点数为 6 144 点, 模拟量 I/O 通道数为 384 路。1995 年年底西门子公司推出了性价比很高的 S7-200、S7-300 系列 PLC, 1996 年又推出了 S7-400 系列新产品、自带人机界面的 C7 系列 PLC、与 AT 计算机兼容的 M7 系列 PLC 等多种新产品。

② 德国生产 PLC 的厂商还有施耐德自动化公司。德国奔驰集团下的 AEG 公司在 20 世纪 90 年代初全资收购了莫狄康 (Modicon) 公司, 现在称为 AEG 施耐德自动化公司。该公司拥有三家著名的 PLC 生产厂家, 即美国的 Modicon 公司、Square D 公司以及法国的 TE (Telemecanique) 公司。AEG 施耐德自动化公司在北美市场所占份额居第二位, 也是最早进入中国市场的国外商家之一。它的产品主要有 Modicon TSX 系列 Nano、Neza 和 Micro; 84 系列, 包括 0085、0185、M84、184、484、884 等。

(3) 法国生产 PLC 的厂商主要有 TE (Telemecanique) 公司。

(4) 日本生产 PLC 的主要厂商。

① 三菱 (MITSUBISHI) 公司。该公司于 1981 年推出 F 系列 PLC。近年来三菱公司又推出了 FX 系列, 如 FX2、FX1、FX2C、FX0、FX0N、FX0S、FX2N、FX2NC 等, FX2N 型 PLC 是三菱公司的近期产品。另外三菱公司还生产有 A 系列 (MELSEC-A) PLC, 主要的型号有 A1N、A2N、A3N 以及近年的 A2A、A2AS 等产品。A 系列 PLC 的点数都比较多, 最多可达 4 096 点, 最大用户程序存储容量可达 120k 步, 具有控制多模拟量系统的 PID 回路控制功能, 可以方便地完成位置控制及几十个回路模拟量的 PID 控制, 同时还具有很强的通信能力。它既有同轴电缆通信接口, 又有光纤通信接口同时具备 26 种智能式专用的功能模块, 并配有丰富的系统软件, 能方便地与上位计算机及各种外设进行通信, 满足工厂自动化控制的各种要求。

② 立石 (OMRON, 欧姆龙) 公司。该公司主要生产 SYSMAC C 系列大、中、小型 PLC。其高档机 C2000H 可控制 2 048 个 I/O 点, 存储容量 32KB, 基本指令执行时间 $0.4 \sim 2.4 \mu\text{s}$, 可组成双机系统 (一个处于运行状态, 另一个处在“热备”状态), 具有运算、显示、通信等功能, 还能实现中断控制、过程控制、远程控制, 以及与上位机或下位机进行数据通信和控制等。

③ 日立 (HITACHI) 公司。该公司生产的 EM 系列 PLC 均采用模块式结构, 由电源、CPU、若干 I/O 模块及与安装这些模块相适应的框架组合而成。其中 I/O 点数为 24~320 点, 配置灵活, 且可以节省安装面积。

④ 日本生产 PLC 的厂商还有东芝公司 (EX 系列 PLC)、富士电机公司 (NB、NJ、NS 系列 PLC) 和松下公司 (EP 系列 PC) 等。

以上是美、德、法、日等国部分 PLC 生产厂商及产品的简单介绍, 仅供参考。

3. 可编程控制器的发展

PLC 自问世以来, 经过近 40 年的发展, 已成为很多发达国家的重要产业, PLC 在国际市场已成为最受欢迎的工业控制产品。随着科学技术的发展及市场需求量的增加, PLC 的结构和功能在不断地改进, 生产厂家不停地将功能更强的 PLC 推入市场, 平均 3~5 年就更新一次。PLC 的发展方向主要有以下几个方面。

(1) 向体积更小、速度更快的方向发展。虽然现在小型 PLC 的体积已经很小, 但是微电子技术及电子电路装配工艺的不断改进, 都会使 PLC 的体积变得更小, 以便于嵌入到任何小

型的机器和设备之中,同时 PLC 的执行速度也越来越快,目前大型 PLC 的程序执行速度可高达 34ns,从而保证了控制作用的实时性,可使系统的控制作用及时、准确。

(2) 向大型化、高可靠性、好的兼容性、多功能方向发展。现在的大型 PLC 向着容量大、智能高和通信功能强的方向发展。对于大规模、复杂系统进行综合自动控制的 PLC,大多已采用多 CPU 的结构,如三菱公司的 AnA 系列可编程控制器使用了世界上第一个在一块芯片上实现 PLC 全部功能的 32 位微处理器,即顺序控制专用芯片,其扫描一条基本指令的时间为 0.15 μ s。松下公司的 FP10SH 系列 PLC 采用 32 位 5 级流水线 RISC 结构的 CPU,可以同时处理 5 条指令,顺序指令的执行速度高达 0.04 μ s,高级功能指令的执行速度也有很大的提高。在有两个通信接口、256 个 I/O 点的情况下,FP10SH 中的扫描时间为 0.27~0.42ms,大大提高了处理程序的速度。

在模拟量的控制方面,除了专门用于模拟量闭环控制的 PID 模块外,随着模糊控制技术的发展,已出现具有模拟量的模糊控制、自适应、参数自整定功能的可编程控制器,应用方便,调试时间缩短,控制精度进一步得到提高。

(3) 与其他工业控制产品的结合。在大型自动控制系统中计算机和 PLC 在应用功能方面互相融合、互补、渗透,使控制系统的性价比不断提高。目前工业控制系统的趋势是采用开放式的应用平台,即网络、操作系统、监视及显示均采用国际标准或工业标准,如操作系统采用 UNIX、MS-DOS、Windows、OS2 等,这样可实现不同厂家的 PLC 产品可以在同一个网络中运行。

目前个人计算机主要用于 PLC 的编程器、操作站或人机接口终端。1988 年美国 AB 公司与 DEC 公司联合开发的金字塔集成器,使 PLC 和工业控制计算机有机的结合在一起,研制出一种新型的 IPLC 型可编程控制器(集成 PLC)。IPLC 是能运行 DOS 或 Windows 操作系统的可编程控制器,它实际上是一个能用梯形图语言以实时方式控制的 I/O 计算机。近年来推出以计算机和 PLC 结合应用的方式有:在 PLC 的 CPU 模块旁边加插 Windows CPU 或在计算机总线上插入 PLC 的 CPU 模块,采用这种方式后生产和管理更加便利,将数据处理、通信、控制程序统一起来,保留了 PLC 的简单、易用和高可靠性的特点,同时又具有计算机强大的数据处理能力,使现场的生产数据、生产计划调度、管理可以直接上机操作获取。

1.1.4 可编程控制器的分类及性能指标

1. 可编程控制器的分类

(1) 根据生产厂家的产品类型、系列分类。目前可编程控制器的生产厂家很多,但主要分为欧、美、日三大块。在中国市场上,欧洲最具代表性的是西门子的产品,美国的代表产品是 AB 与 GE 公司的产品,日本的代表产品是三菱、欧姆龙公司的产品。各公司产品型号、规格的命名方式都不统一,这些内容在前面“可编程控制器的生产现况”中已介绍,这里不再赘述。

(2) 根据 PLC 的 I/O 点数和存储器容量分类。按照 PLC 的 I/O 点数、存储器容量的不同,PLC 大体上可以分为大、中、小三个等级。小型 PLC 的 I/O 点数在 256 点以下,用户程序存储器容量为 2k 字以下(1k=1 024,存储一个 1 或 0 的二进制码称为一位,一个字为 16 位)。有的 PLC 用“步”来衡量,一步占用一个地址单元,它表示 PLC 能存放多少用户程序。中型 PLC 的 I/O 点数在 256~2 048 之间,用户程序存储器容量一般为 2~8k 字。大型 PLC 的