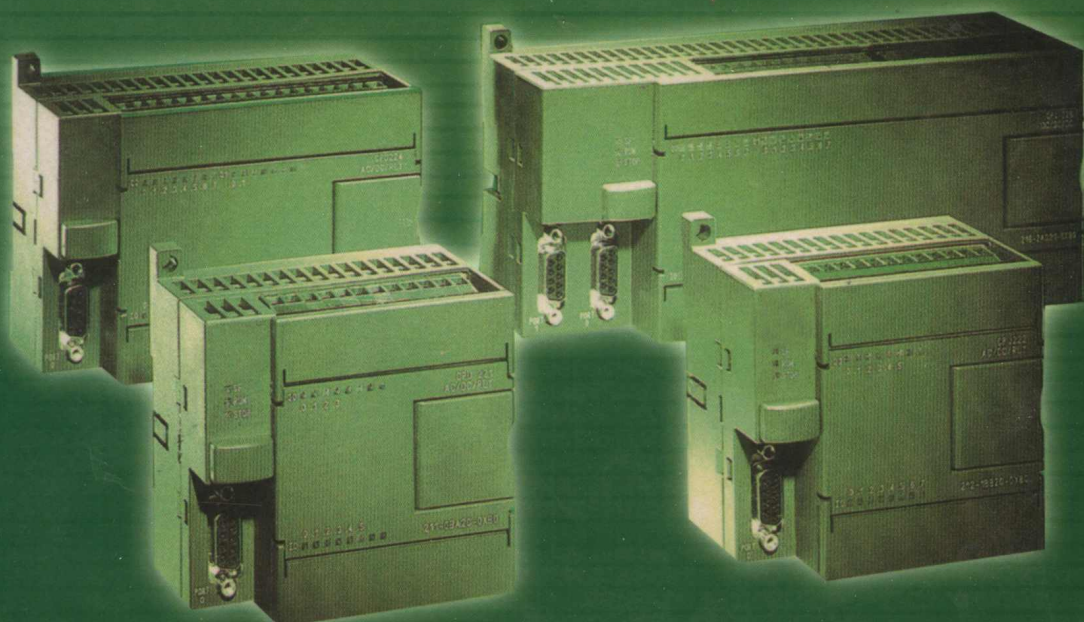


PLC 编程及应用

廖常初 主编

S7-200



2.3



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



957

711332.3
256

PLC 编程及应用

廖常初 主编

本书附盘可从本馆主页 <http://lib.szu.edu.cn/>
上由“馆藏检索”该书详细信息后下载，
也可到视听部复制



机械工业出版社

本书以西门子公司的 S7-200 系列可编程序控制器 (PLC) 为例, 介绍了 PLC 的工作原理和硬件结构; PLC 的存储器数据类型、指令系统和编程软件的使用方法; 梯形图的经验设计法、根据继电器电路图设计梯形图的方法、顺序功能图和 3 种顺序控制梯形图的编程方法。这些设计方法很容易被初学者掌握, 用它们可以迅速地设计出任意复杂的数字量控制系统的梯形图。本书还介绍了 PLC 的通信网络、PLC 通信程序的设计方法、PLC 的参数设置、节省 PLC 输入输出点数的方法、PLC 控制系统的可靠性措施和 PLC 在模拟量闭环控制中的应用等。为方便教学和自学, 各章配有习题, 并附有编程软件使用指南、实验指导书和部分习题的答案。

本书可作为大专院校工业自动化、电气工程及其自动化、应用电子、计算机应用、机电一体化及其他有关专业的教材, 可供工程技术人员自学和作为培训教材使用, 对 S7-200 系列 PLC 的用户也有很大的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 编程及应用/廖常初主编. —北京: 机械工业出版社, 2002. 9
ISBN 7-111-10877-9

I. P... II. 廖... III. 可编程序控制器—程序设计
IV. TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 065660 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 刘 青

责任印制: 付方敏

北京忠信诚胶印厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·15 印张·367 千字

0001-5000 册

定价: 26.00 元 (含 1CD)

凡购本图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话: (010) 68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

前 言

可编程序控制器(PLC)是以计算机技术为核心的通用自动控制装置,在工业生产中得到了广泛的应用。作者长期从事 PLC 的教学、研究和工程应用方面的工作,编著的两本 PLC 教材《可编程序控制器应用技术》和《可编程序控制器的编程方法与工业应用》已发行 8 万余册。

西门子公司的 S7-200 系列小型 PLC 的功能强、性能价格比高,深受国内用户的欢迎。但因其说明书涉及到较多的计算机术语和概念,且需要用计算机和编程软件编程,入门比较困难。编写一本初学者易学易用的教材,是 S7-200 进一步推广应用的关键。本书在有关资料的基础上,通过大量的编程实例,深入浅出地介绍了多种编程方法和 PLC 在工业应用中的问题。

本书的第 1~5 章是基础部分,其中第 3~5 章介绍了与代替继电器控制的数字量控制有关的指令和梯形图的设计方法,重点是顺序控制梯形图的设计方法,使读者能很容易地掌握一套系统的先进的编程方法,能得心应手地设计出复杂的数字量控制系统的梯形图,包括具有多种工作方式的系统的梯形图。自学本书的读者可以先学 5.1~5.3 节介绍的 3 种设计方法中的 1 种,有条件的读者可以在学习时做一些上机实验。第 6 章介绍了 S7-200 的功能指令、子程序和中断程序,第 7 章介绍了 PLC 的通信方式和通信程序的设计方法,第 8 章介绍了 PLC 控制系统的设计与调试步骤、提高 PLC 控制系统可靠性的措施、节省 PLC 输入/输出点数的方法、PLC 在闭环控制中的应用等。各章配有练习题,并附有编程软件使用指南、实验指导书和部分习题的答案。

西门子(中国)有限公司的陈维光、宋柏清和王东滨先生对本书的编写给予了很大的支持,陈维光先生还对本书的编写提出了很好的建议,提供了大量资料,在此表示衷心的感谢。

本书由廖常初主编并编写第 1 章、第 4 章、第 5 章和第 6~8 章的部分内容,周林、侯世英、李远树、郑连清、范占华、关朝旺、郑群英参加了编写工作,余秋霞、张学锋、申敏、罗盛波、廖亮参加了翻译资料、编程、绘制插图和校对等方面的工作。

因作者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请读者批评指正。

作者通讯地址:廖常初,重庆大学电气工程学院,邮编 400044,电话 023-65104154(H),
E-mail:liaosun@cqu.edu.cn。

2002 年 4 月

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 可编程序控制器的由来	1
1.2 可编程序控制器的特点	2
1.3 可编程序控制器的应用领域	3
1.4 可编程序控制器的发展趋势	4
1.4.1 向高性能、高速度、大容量发展	4
1.4.2 大力发展微型可编程序控制器	4
1.4.3 大力开发智能型 I/O 模块和分布式 I/O 子系统	5
1.4.4 基于个人计算机的编程软件取代手持式编程器	6
1.4.5 可编程序控制器编程语言的标准化	7
1.4.6 可编程序控制器通信的易用化和“傻瓜化”	7
1.4.7 可编程序控制器的软件化与 PC 化	8
1.4.8 组态软件引发的上位计算机编程革命	8
1.4.9 可编程序控制器与现场总线相结合	8
1.5 习题	10
第 2 章 可编程序控制器的硬件结构与工作原理	11
2.1 可编程序控制器的基本结构	11
2.1.1 基本结构	11
2.1.2 可编程序控制器的物理结构	12
2.1.3 CPU 模块	13
2.1.4 I/O 模块	14
2.1.5 可编程序控制器的外部接线	16
2.2 可编程序控制器的工作原理	16
2.2.1 用触点和线圈实现逻辑运算	16
2.2.2 可编程序控制器的工作方式	17
2.2.3 可编程序控制器的工作原理	18
2.2.4 输入/输出滞后时间	21
2.3 S7-200 系列可编程序控制器性能简介	21
2.3.1 CPU 模块	22
2.3.2 数字量扩展模块	25
2.3.3 模拟量输入输出扩展模块	26
2.3.4 热电偶、热电阻扩展模块	27
2.3.5 PROFIBUS-DP 通信模块	27
2.3.6 SIMATIC NET CP243-2 通信处理器	27

2.3.7	STEP 7-Micro/WIN 编程软件简介	27
2.4	可编程序控制器的安装	28
2.4.1	模块的安装与拆卸	28
2.4.2	本机 I/O 与扩展 I/O	29
2.4.3	控制系统的接线	29
2.4.4	对感性负载的处理	30
2.4.5	电源的选择	31
2.5	习题	31
第3章	可编程序控制器程序设计基础	32
3.1	可编程序控制器的编程语言与程序结构	32
3.1.1	可编程序控制器编程语言的国际标准	32
3.1.2	SIMATIC 指令集与 IEC1131-3 指令集	34
3.1.3	可编程序控制器的程序结构	34
3.2	存储器的数据类型与寻址方式	35
3.2.1	数据在存储器中存取的方式	35
3.2.2	不同存储区的寻址	36
3.2.3	直接寻址与间接寻址	38
3.2.4	绝对地址与符号地址	39
3.3	位逻辑指令	40
3.3.1	触点指令	40
3.3.2	输出指令	42
3.3.3	其他指令	43
3.4	定时器与计数器指令	44
3.4.1	通电延时定时器指令	44
3.4.2	断电延时定时器指令	45
3.4.3	保持型通电延时定时器	45
3.4.4	定时器当前值刷新方法	45
3.4.5	计数器指令	46
3.5	习题	47
第4章	数字量控制系统梯形图程序设计方法	50
4.1	梯形图的经验设计法	50
4.1.1	起停保持和停止电路	50
4.1.2	延时接通/断开电路	50
4.1.3	定时范围的扩展	51
4.1.4	闪烁电路	51
4.1.5	小车自动往返运动的梯形图设计	51
4.1.6	常闭触点输入信号的处理	53
4.2	根据继电器电路图设计梯形图的方法	54
4.3	顺序控制设计法与顺序功能图	56
4.3.1	顺序控制设计法	56

4.3.2	顺序功能图的由来	57
4.3.3	步	57
4.3.4	有向连线与转换条件	59
4.3.5	顺序功能图的基本结构	59
4.3.6	顺序功能图中转换实现的基本规则	61
4.3.7	绘制顺序功能图时的注意事项	62
4.3.8	顺序控制设计法的本质	62
4.4	习题	63
第5章	顺序控制梯形图的设计方法	65
5.1	使用起保停电路设计顺序控制梯形图的方法	65
5.1.1	单序列的编程方法	65
5.1.2	选择序列的编程方法	67
5.1.3	并列序列的编程方法	68
5.1.4	仅有两步的闭环的处理	69
5.1.5	选择序列应用举例	69
5.1.6	并行序列应用举例	69
5.2	以转换为顺序控制梯形图设计方法	72
5.2.1	以转换为单序列的编程方法	72
5.2.2	选择序列的编程方法	73
5.2.3	并行序列的编程方法	74
5.2.4	应用举例	74
5.3	使用 SCR 指令的顺序控制梯形图设计方法	75
5.3.1	顺序控制继电器指令	75
5.3.2	单序列顺序功能图的编程方法	75
5.3.3	选择序列的编程方法	76
5.3.4	并行序列的编程方法	77
5.3.5	应用举例	78
5.4	具有多种工作方式的系统的顺序控制梯形图设计方法	79
5.4.1	使用起保停电路的编程方法	80
5.4.2	以转换为编程方法	83
5.5	习题	84
第6章	可编程序控制器的功能指令	86
6.1	S7-200 的指令规约与数据类型检查	86
6.1.1	STEP 7-Micro/WIN 32 编程的概念和规约	86
6.1.2	SIMATIC 与 IEC1131-3 变量的数据类型检查	89
6.2	程序控制指令	93
6.2.1	循环指令	93
6.2.2	跳转与标号指令	93
6.2.3	停止指令	94
6.2.4	监控定时器复位指令	94

6.3	局部变量表与子程序	95
6.3.1	局部变量表	95
6.3.2	子程序的编写与调用	96
6.4	数据处理指令	99
6.4.1	SIMATIC 比较指令	99
6.4.2	SIMATIC 数据传送指令	100
6.4.3	移位与循环移位指令	101
6.4.4	数据转换指令	103
6.4.5	表功能指令	108
6.4.6	读写实时时钟指令	110
6.5	数学运算指令	111
6.5.1	SIMATIC 整数数学运算指令	111
6.5.2	SIMATIC 浮点数数学运算指令	113
6.5.3	SIMATIC 逻辑运算指令	115
6.6	中断程序与中断指令	117
6.6.1	中断程序	117
6.6.2	中断指令	118
6.6.3	中断优先级与中断队列溢出	119
6.7	高速计数器与高速脉冲输出指令	121
6.7.1	高速计数器的工作模式	121
6.7.2	高速计数器的外部输入信号	122
6.7.3	高速计数器指令	123
6.7.4	与高速计数器有关的特殊存储器	124
6.7.5	高速计数器编程举例	125
6.7.6	高速脉冲输出	126
6.7.7	PWM 操作	126
6.7.8	PTO 操作	127
6.7.9	PTO/PWM 的编程	129
6.8	习题	132
第 7 章	可编程序控制器的通信与自动化通信网络	133
7.1	计算机通信简介	133
7.1.1	概述	133
7.1.2	串行通信接口标准	134
7.1.3	工厂自动化通信网络	135
7.2	计算机通信的国际标准	137
7.2.1	开放系统互连模型	137
7.2.2	IEEE802 通信标准	138
7.2.3	现场总线的国际标准	139
7.3	S7-200 的通信方式与通信参数的设置	140
7.3.1	S7-200 的通信方式	140

7.3.2	S7-200 通信的硬件选择	141
7.3.3	网络部件	142
7.3.4	使用自由端口通信功能和 PC/PPI 电缆的通信	143
7.3.5	在编程软件中安装与删除通信接口	145
7.3.6	计算机使用的通信接口参数的设置	146
7.3.7	网络性能与优化	147
7.4	可编程序控制器的通信指令	149
7.4.1	S7-200 的网络通信协议	149
7.4.2	网络读写指令	150
7.4.3	发送指令与接收指令	153
7.5	计算机与可编程序控制器的通信	156
7.5.1	用 MicroComputing 软件实现可编程序控制器与计算机的通信	156
7.5.2	自由端口模式下 PLC 的串行通信程序设计	157
7.5.3	Windows 环境下的计算机通信编程	162
7.6	习题	164
第 8 章	可编程序控制器在工业应用中的一些问题	166
8.1	可编程序控制器控制系统的设计与调试步骤	166
8.1.1	深入了解被控制系统	166
8.1.2	与硬件有关的设计	166
8.1.3	设计梯形图程序	167
8.1.4	梯形图程序的模拟调试	167
8.1.5	现场调试	167
8.1.6	编写技术文件	167
8.2	CPU 与输入输出的参数设置	168
8.2.1	设置可编程序控制器断电后的数据保存方式	168
8.2.2	创建 CPU 密码	170
8.2.3	输出表的设置	171
8.2.4	输入滤波器的设置	171
8.2.5	模拟量输入滤波器的设置	171
8.2.6	脉冲捕捉功能的设置	172
8.2.7	后台通信时间的设置	172
8.3	节省可编程序控制器输入输出点数的方法	172
8.3.1	减少所需输入点数的方法	173
8.3.2	减少所需输出点数的方法	174
8.4	可编程序控制器控制系统的可靠性措施	174
8.4.1	外部干扰的来源	175
8.4.2	对电源的处理	175
8.4.3	安装与布线的注意事项	176
8.4.4	可编程序控制器的接地	176
8.4.5	强烈干扰环境中的隔离措施	177

8.4.6	可编程序控制器输出的可靠性措施	177
8.4.7	故障的检测与诊断	178
8.5	可编程序控制器在模拟量闭环控制中的应用	178
8.5.1	PID控制器的数字化	179
8.5.2	回路输入输出变量的转换与标准化	181
8.5.3	变量的范围	182
8.5.4	控制方式与出错处理	183
8.5.5	PID指令编程举例	183
8.5.6	PID参数的整定方法	184
8.6	习题	186
附录		187
附录 A	STEP 7-Micro/WIN 32 编程软件使用指南	187
A.1	概述	187
A.2	程序的编写与传送	191
A.3	用编程软件监视与调试程序	194
附录 B	实验指导书	197
B.1	位逻辑指令与定时器计数器指令的编程实验	197
B.2	自动往返的小车控制系统的编程实验	199
B.3	彩灯控制程序的编程实验	200
B.4	顺序控制程序的编程实验	201
B.5	复杂的顺序控制程序的编程实验	201
B.6	具有多种工作方式的系统的编程实验	202
B.7	中断程序的编程实验	203
B.8	可编程序控制器与计算机的通信实验	204
B.9	两台可编程序控制器的通信实验	205
B.10	高速输入与高速输出的编程实验	206
附录 C	部分习题参考答案	208
C.1	第3章习题答案	208
C.2	第4章习题答案	209
C.3	第5章习题答案	211
C.4	第6章习题答案	212
附录 D	S7-200 的错误代码	214
附录 E	S7-200 的特殊存储器(SM)标志位	217
附录 F	S7-200 的 SIMATIC 指令集简表	222
参考文献		228

第 1 章 概 述

1.1 可编程序控制器的由来

随着微处理器、计算机和数字通信技术的飞速发展,计算机控制已扩展到了几乎所有的工业领域。当前用于工业控制的计算机可分为几类,如可编程序控制器、基于 PC 总线的工业控制计算机、基于单片机的测控装置、用于模拟量闭环控制的可编程调节器、集散控制系统(DCS)和现场总线控制系统(FCS)等。可编程序控制器是应用面最广、功能强大、使用方便的通用工业控制装置,它已经成为当代工业自动化的主要支柱之一。

可编程序控制器(Programmable Controller)本来应简称为 PC,为了与个人计算机(Personal Computer)的简称 PC 相区别,一般将它简称为 PLC(Programmable Logic Controller)。

国际电工委员会(IEC)在 1985 年的可编程序控制器标准草案第 3 稿中,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。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的指令,并通过数字式、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设备,都应按易于使工业控制系统形成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。”从上述定义可以看出,可编程序控制器是一种用程序来改变控制功能的工业控制计算机,除了能完成各种各样的控制功能外,还有与其他计算机通信联网的功能。

可编程序控制器的产生和发展与继电器控制系统有很大的关系。继电器控制系统已有上百年的应用历史,它是一种用弱电信号控制强电的电力控制系统。在复杂的继电器控制系统中,故障的查找和排除是非常困难的,可能会花费大量时间,严重地影响生产。如果工艺要求发生变化,控制柜内的元件和接线需要作相应的变动,这种改造的工期长、费用高,以至于有的用户宁愿扔掉旧的控制柜,另外制作一台新的控制柜。

现代社会要求制造业对市场需求作出迅速的反应,生产出小批量、多品种、多规格、低成本和高质量的产品。为了满足这一要求,生产设备和自动生产线的控制系统必须具有极高的可靠性和灵活性,这就需要寻求一种新的控制装置来取代老式的继电器控制系统,使电气控制系统的工作更加可靠、更容易维修、更能适应经常变动的工艺条件。可编程序控制器正是顺应这一要求出现的。

1968 年,美国最大的汽车制造厂家——通用汽车公司(GM)提出了研制可编程序控制器的基本设想,即

- (1) 能用于工业现场。
- (2) 能改变其控制“逻辑”,而不需要变动组成它的元件和修改内部接线。
- (3) 出现故障时易于诊断和维修。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)研制出了世界上第一台可编程序控制器。现代可编程序控制器不仅能实现对数字量的逻辑控制,还具有数学运算、数据处理、运动控制、模拟量 PID

控制、通信联网等功能。在发达的工业化国家,可编程序控制器已经广泛地应用在所有的工业部门,其应用已扩展到楼宇自动化、家庭自动化、商业、公用事业、测试设备和农业等领域。

可编程序控制器的推广应用在我国得到了迅猛的发展,它已经大量地应用在各种新设备中,各行各业也涌现出大批应用可编程序控制器改造设备的成果。了解可编程序控制器的工作原理,具备设计、调试和维护可编程序控制器控制系统的能力,已经成为现代工业对电气技术人员和工科学生的基本要求。

1.2 可编程序控制器的特点

1. 编程方法简单易学

梯形图是使用得最多的可编程序控制器的编程语言,其电路符号和表达方式与继电器电路原理图相似。梯形图语言形象直观,易学易懂,熟悉继电器电路图的电气技术人员只要花几天时间就可以熟悉梯形图语言,并用来编制用户程序。

梯形图语言实际上是一种面向用户的高级语言,可编程序控制器在执行梯形图程序时,用解释程序将它“翻译”成汇编语言后再去执行。

2. 功能强,性能价格比高

一台小型可编程序控制器内有成百上千个可供用户使用的编程元件,有很强的功能,可以实现非常复杂的控制功能。与相同功能的继电器系统相比,具有很高的性能价格比。可编程序控制器可以通过通信联网,实现分散控制,集中管理。

3. 硬件配套齐全,用户使用方便,适应性强

可编程序控制器产品已经标准化、系列化、模块化,配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用,用户能灵活方便地进行系统配置,组成不同功能、不同规模的系统。可编程序控制器的安装接线也很方便,一般用接线端子连接外部接线。可编程序控制器有较强的带负载能力,可以直接驱动一般的电磁阀和交流接触器。

硬件配置确定后,可以通过修改用户程序,方便快速地适应工艺条件的变化。

4. 可靠性高,抗干扰能力强

传统的继电器控制系统中使用了大量的中间继电器、时间继电器。由于触点接触不良,容易出现故障。可编程序控制器用软件代替大量的中间继电器和时间继电器,仅剩下与输入和输出有关的少量硬件,接线可减少到继电器控制系统的 $1/10 \sim 1/100$,因触点接触不良造成的故障大为减少。

可编程序控制器采取了一系列硬件和软件抗干扰措施,具有很强的抗干扰能力,平均无故障时间达到数万小时以上,可以直接用于有强烈干扰的工业生产现场,可编程序控制器已被广大用户公认为最可靠的工业控制设备之一。

5. 系统的设计、安装、调试工作量少

可编程序控制器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,使控制柜的设计、安装、接线工作量大大减少。

可编程序控制器的梯形图程序一般采用顺序控制设计法。这种编程方法很有规律,很容易掌握。对于复杂的控制系统,梯形图的设计时间比设计继电器系统电路图的时间要少得多。

可编程序控制器的用户程序可以在实验室模拟调试,输入信号用小开关来模拟,通过可编程序控制器上的发光二极管可观察输出信号的状态。完成了系统的安装和接线后,在现场的系统调过程中发现的问题一般通过修改程序就可以解决,系统的调试时间比继电器系统少得多。

6. 维修工作量小,维修方便

可编程序控制器的故障率很低,且有完善的自诊断和显示功能。可编程序控制器或外部的输入装置和执行机构发生故障时,可以根据可编程序控制器上的发光二极管或编程器提供的信息迅速地查明故障的原因,用更换模块的方法可以迅速地排除故障。

7. 体积小,能耗低

对于复杂的控制系统,使用可编程序控制器后,可以减少大量的中间继电器和时间继电器,小型可编程序控制器的体积仅相当于几个继电器的大小,因此可将开关柜的体积缩小到原来的 $1/2 \sim 1/10$ 。

可编程序控制器的配线比继电器控制系统的配线少得多,故可以省下大量的配线和附件,减少大量的安装接线工时,加上开关柜体积的缩小,可以节省大量的费用。

1.3 可编程序控制器的应用领域

在发达的工业国家,可编程序控制器已经广泛地应用在所有的工业部门。随着其性能价格比的不断提高,应用范围也不断扩大,主要有以下几个方面:

1. 数字量逻辑控制

可编程序控制器具有“与”、“或”、“非”等逻辑指令,可以实现触点和电路的串、并联,代替继电器进行组合逻辑控制、定时控制与顺序逻辑控制。数字量逻辑控制可以用于单台设备,也可以用于自动生产线,其应用领域已遍及各行各业,甚至深入到家庭。

2. 运动控制

可编程序控制器使用专用的运动控制模块,对直线运动或圆周运动的位置、速度和加速度进行控制,可实现单轴、双轴、3轴和多轴位置控制,使运动控制与顺序控制功能有机地结合在一起。可编程序控制器的运动控制功能广泛地用于各种机械,如金属切削机床、金属成形机械、装配机械、机器人、电梯等场合。

3. 闭环过程控制

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。可编程序控制器通过模拟量 I/O 模块,实现模拟量(Analog)和数字量(Digital)之间的 A/D 转换和 D/A 转换,并对模拟量实行闭环 PID(比例-积分-微分)控制。现代的大中型可编程序控制器一般都有 PID 闭环控制功能,这一功能可以用 PID 子程序或专用的 PID 模块来实现。其 PID 闭环控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成形机、加热炉、热处理炉、锅炉等设备,以及轻工、化工、机械、冶金、电力、建材等行业。

4. 数据处理

现代的可编程序控制器具有数学运算(包括四则运算、矩阵运算、函数运算、字逻辑运算以及求反、循环、移位、浮点数运算等)、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。这些数据可以与储存在存储器中的参考值比较,也可以用通信功能传送到别的智能装置,或者将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统,如无人柔性制造系统,也可以用于过程控制系统,如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

5. 通信联网

可编程序控制器的通信包括主机与远程 I/O 之间的通信、多台可编程序控制器之间的通信、可编程序控制器和其他智能控制设备(如计算机、变频器、数控装置)之间的通信。可编程序控制器与其他智能控制设备一起,可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。

必须指出,并不是所有的可编程序控制器都具有上述全部功能,有些小型可编程序控制器只具有上述的部分功能,但是价格较低。

1.4 可编程序控制器的发展趋势

1.4.1 向高性能、高速度、大容量发展

大型可编程序控制器大多采用多 CPU 结构,不断地向高性能、高速度和大容量方向发展。

三菱的 AnA 系列可编程序控制器使用了世界上第一个在一块芯片上实现可编程序控制器全部功能的 32 位微处理器,即顺序控制专用芯片,其扫描时间为 $0.15\mu\text{s}$ 每条基本指令。

松下公司的 FP10SH 系列可编程序控制器采用 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 $0.04\mu\text{s}/\text{步}$,高级功能指令的执行速度也有很大的提高。在有 2 个通信接口、256 个 I/O 点的情况下,FP10SH 总的扫描时间为 $0.27\sim 0.42\text{ms}$ 。

在模拟量控制方面,除了专门用于模拟量闭环控制的 PID 指令和智能 PID 模块,某些可编程序控制器还具有模糊控制、自适应、参数自整定功能,使调试时间减少,控制精度提高。

1.4.2 大力发展微型可编程序控制器

微型可编程序控制器的价格便宜,性能价格比不断提高,很适合于单机自动化或组成分布

式控制系统。

西门子公司的 LOGO1 通用逻辑模块是主要面向民用的超小型、一体化的可编程序控制器,它采用整体式结构,价格便宜,体积小巧,集成了控制功能、实时时钟和操作显示单元,可用装置面板上的小型液晶显示屏和 6 个键来编程。也有一些没有操作显示单元模块。

LOGO1 使用功能块图(FBD)编程语言,有在个人计算机上运行的 Windows 95/NT 编程软件。

LOGO1 可供家用、民用和工业控制,也可以直接安装在现场。它可用于:

(1) 楼宇自动化。如楼梯照明、室外照明或商店橱窗的照明,自动门、空调、窗帘、百叶窗、窗户控制系统,闸门和保安系统。

(2) 家庭自动化。如家用电器的开关控制。

(3) 商业领域。停车场、仓库、加油站、酒店的设备控制。

(4) 公共场合。机场、火车站、医院、道路交通灯的控制。

(5) 农业。农场、暖房或温室、动物饲养的温度控制、定时浇水。

(6) 工业自动化。可用于小型机械设备和开关柜,如通风系统或雨水泵等。

集成有 AS-i(执行器传感器总线)通信接口的模块可接入 AS-i 总线网络,以实现现场设备和过程的集中控制。

可选用电源电压分别为 DC 12V/24V 和 AC 230V 的 LOGO1 模块。标准型为 6 输入/4 输出(72mm × 90mm × 55mm),加长型和 AS-i 总线型为 12 输入/8 输出(126mm × 90mm × 55mm)。通过总线,系统能进一步连接 4 输入和 4 输出。继电器输出型的最大输出电流为 10A,晶体管输出型的最大输出电流为 0.3A。

1.4.3 大力开发智能型 I/O 模块和分布式 I/O 子系统

智能 I/O 模块是以微处理器和存储器为基础的功能部件,它们的 CPU 与可编程序控制器的主 CPU 并行工作,占用主 CPU 的时间很少,有利于提高可编程序控制器的扫描速度。它们本身就是一个小的微型计算机系统,有很强的信息处理能力和控制功能,有的模块甚至可以自成系统,单独工作。它们可以完成可编程序控制器的主 CPU 难以兼顾的功能,简化了某些控制领域的系统设计和编程,提高了可编程序控制器的适应性和可靠性。智能 I/O 模块主要有模拟量 I/O、高速计数输入、中断输入、机械运动控制、热电偶输入、热电阻输入、条形码阅读器、多路 BCD 码输入/输出、模糊控制器、PID 回路控制、通信等模块。

西门子公司的 ET 200 是基于 PROFIBUS 现场总线的分布式 I/O 控制系统。它分为以下几个子系列:

(1) ET 200S。分布式 I/O 系统,特别适用于需要电动机起动器和安全装置的开关柜。一个站最多可接 64 个子模块,模块种类丰富,有带通信功能的电动机起动器和集成的安全防护系统(适用于机床及重型机械行业),集成有光纤接口。

(2) ET 200X。高防护等级的模块化系统,功能相当于 S7-300 可编程序控制器的 CPU314,可以连接电动机起动器、气动控制元件以及变频器,有气动模块和气动接口,实现了机、电、气动一体化。可直接安装在机器上,节省开关柜的投资。

集成的电动机起动器可实现异步电动机的单向或可逆起动,可直接连接 5.5kW 以下的电动机,节省动力电缆,馈电电缆最大电流可达 40A,一个站可带 6 个电动机起动器。

(3) ET 200L。小巧经济的分布式 I/O,分为 3 种:

ET 200L:整体式单元,不可扩展,只有开关量 I/O 模块。

ET 200L-SC:整体式单元,可以通过 Smart Connect(灵活连接系统)扩展开关量、模拟量模块,最多可以扩展 8 块。

ET 200L-SC IM-SC:完全模块化的灵活连接系统,最多可以扩展 16 块模块。

(4) ET 200M。模块化的分布式 I/O,采用 S7-300 全系列模块,最多可扩展 8 个模块,可以连接 256 个 I/O 通道,适用于大点数、高性能的应用。它有支持 HART 协议的模块,可将 HART 仪表接入现场总线。它具有集成的模块诊断功能,可实现热插拔功能,提供与 S7-400 H 系统相连的冗余接口模块和 IM153-2 集成光纤接口。

(5) ET 200B。整体式的一体化分布式 I/O,有交流或直流的开关量 I/O 模块和模拟量 I/O 模块,具有模块诊断功能,总线传输速率可达 12Mbps。

1.4.4 基于个人计算机的编程软件取代手持式编程器

在可编程序控制器发展的初期,使用专用编程器来编程。小型可编程序控制器使用价格较便宜、携带方便的手持式编程器,大中型可编程序控制器则使用以小 CRT 作为显示器的便携式编程器。专用编程器只能对某一厂家的某些产品编程,使用范围有限。由于可编程序控制器的更新换代很快,致使专用编程器的使用寿命短、价格高、使用范围窄。

随着计算机的日益普及,越来越多的用户使用基于个人计算机的编程软件。目前有的可编程序控制器厂商或经销商向用户提供免费的或限时试用的编程软件,有的编程软件可通过修改计算机实时时钟的日期来解决限时的问题。几乎不需要什么费用,用户就可以得到高性能的可编程序控制器程序开发系统。对于不同厂家和不同型号的可编程序控制器,只需要更换编程软件就可以了。当前笔记本电脑和移动式电脑的价格已降到数千元,为在现场调试时使用编程软件提供了物质条件。

编程软件可以对可编程序控制器控制系统的硬件组态,即设置硬件的结构和参数,例如设置各框架各个插槽上模块的型号、模块的参数、各串行通信接口的参数等。在屏幕上可以直接生成和编辑梯形图、指令表、功能块图和顺序功能图程序,并可以实现不同编程语言的相互转换。程序被编译后下载到可编程序控制器,也可以将可编程序控制器内的程序上传到计算机。程序可以存盘或打印,通过网络或 Modem 卡,还可以实现远程编程和传送。

编程软件的调试和监控功能远远超过手持式编程器,例如在调试时可以设置执行用户程序的扫描次数,有的编程软件可以在调试程序时设置断点,有的有采样跟踪功能,用户可以周期性地有选择地保存若干编程元件的历史数据,并可以将数据上传后存为文件。

通过与可编程序控制器通信,可以在梯形图中显示触点的通断和线圈的通电情况,查找复杂电路的故障非常方便。

现在有的厂商已将基于 PC 的编程软件作为可编程序控制器首选的编程方法,如西门子公司通过赠送光盘或中文网站下载的方法,向用户提供用于 S7-200 系列 PLC 的编程软件相应的汉化软件,可试用 60 天,相应的汉化软件可将编程软件的界面和 HELP 文件汉化。S7-200 系列的用户手册中只介绍了编程软件,没有介绍手持式编程器。

1.4.5 可编程序控制器编程语言的标准化

与个人计算机相比,可编程序控制器的硬件、软件的体系结构都是封闭的而不是开放的。在硬件方面,各厂家的 CPU 模块和 I/O 模块互不通用,通信网络和通信协议往往也是专用的。各厂家的可编程序控制器的编程语言和指令系统的功能和表达方式也不一致,有的甚至有相当大的差异,因此各厂家的可编程序控制器互不兼容。为了解决这一问题,IEC(国际电工委员会)制定了可编程序控制器标准(IEC1131),其中的第 3 部分(IEC1131-3)是可编程序控制器的编程语言标准。标准中共有五种编程语言,其中的顺序功能图(SFC)是一种结构块控制程序流程图,梯形图和功能块图是两种图形语言,还有两种文字语言——指令表和结构文本。除了提供几种编程语言供用户选择外,标准还允许编程者在同一程序中使用多种编程语言,这使编程者能够选择不同的语言来适应特殊的工作。

目前已有越来越多的工控产品厂商推出了符合 IEC1131-3 标准的可编程序控制器指令系统或在 PC(个人计算机)上运行的软件包(软件 PLC)。如西门子公司的 STEP 7-Micro/WIN 32 编程软件给用户提供了两套指令集,一套符合 IEC1131-3 标准,另一套指令集(SIMATIC 指令集)中的大多数指令也符合 IEC1131-3 标准。Schneider 公司的 PL7Micro 软件提供了符合 IEC1131-3 标准的指令表、梯形图和 Grafcet(顺序功能图)编程语言。该公司已作出规划,准备以个人计算机为基础,在 Windows 平台上开发符合 IEC1131-3 标准的全新一代开放体系结构的可编程序控制器。

1.4.6 可编程序控制器通信的易用化和“傻瓜化”

可编程序控制器的通信联网功能使它能与个人计算机和其他智能控制设备交换数字信息,使系统形成一个统一的整体,实现分散控制和集中管理。通过双绞线、同轴电缆或光纤网,信息可以传送到几十公里远的地方,通过 Modem 和互联网可以与世界上其他地方的计算机装置通信。

目前有的厂商的可编程序控制器使用专用的通信协议来通信,或使用有较多厂商支持的通信协议和通信标准,如使用现场总线。

为了尽量减少用户在通信编程方面的负担,可编程序控制器厂商做了大量的工作,使设备之间的通信自动地周期性地地进行,不需要用户为通信编程,用户的工作只是在组成系统时作一些硬件或软件上的初始化设置。以欧姆龙公司的两台 CPM1A 型可编程序控制器之间的 1 对 1 链接通信为例,只需用 3 根线将它们的 RS-232C 通信接口连在一起,将与通信有关的参数写入 5 个指定的数据存储寄存器中。运行时主站的 8 个链接继电器通道 LRO ~ 7CH 内的数据自动传送给从站的 LR0 ~ 7CH,从站的 LR8 ~ 15CH 中的数据自动传送给主站的 LR8 ~ 15CH,传送周期为 21ms。通过上述链接继电器之间信息的传送和各可编程序控制器内部的数据传送,就可以方便地实现两台可编程序控制器之间的通信。

可编程序控制器与计算机通信时,如采用可编程序控制器厂家提供的通信协议,可编程序控制器的编程工作量很小。例如采用 GE-Fanuc 公司的 RTU 协议时,可编程序控制器作从站,计算机作主站,计算机发出命令帧,可直接对可编程序控制器的存储区进行读写操作,可编程序控制器收到后自动生成并返回响应帧,响应帧中的 CRC 校验字也是自动生成的,计算机发出的命令帧则需要用户编程。