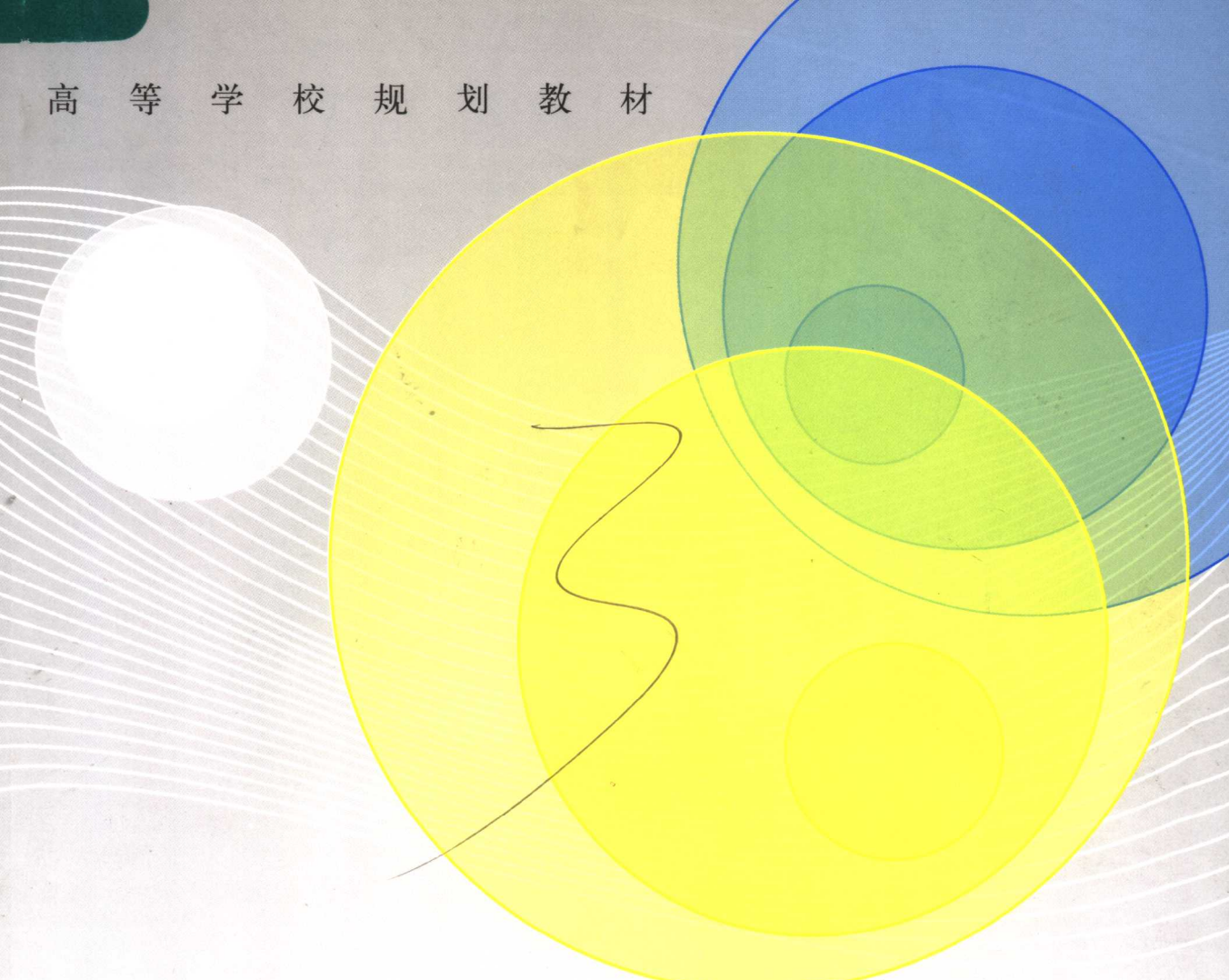


高等学校规划教材



可编程控制器应用技术

(西门子S7-200系列)

何献忠 李卫萍 刘颖慧 彭华夏 编著

清华大学出版社



TP332.3/106

2007

高等学校规划教材

可编程控制器应用技术 (西门子S7-200系列)

何献忠 李卫萍 刘颖慧 彭华厦 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书从工程实际和教学需要出发,介绍了 PLC 的种类、特点及基础知识。以 SIEMENS S7-200 系列可编程控制器(PLC)为背景,系统介绍了 PLC 的原理、指令系统、网络通信技术、系统设计方法以及 PLC 结合最新的工业组态软件的控制应用。

本书在编写过程中,重点突出实用性和适用性。对指令系统和工业组态控制都以实例的方式进行讲解和介绍,由浅入深、层次清楚,易于理解、掌握。章后附有实验、思考与练习题。

本书适合作为高职高专电气、机电一体化、自动化等专业的教材,也可作为从事 PLC 应用开发的工程技术人员培训教材或技术参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器应用技术(西门子 S7-200 系列)/何献忠等编著. —北京:清华大学出版社, 2007. 11

高等学校规划教材

ISBN 978-7-302-15610-9

I. 可… II. 何… III. 可编程控制器—高等学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 098375 号

责任编辑:刘 青 张 景

责任校对:袁 芳

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:18.25 字 数:404 千字

版 次:2007 年 11 月第 1 版 印 次:2007 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:25.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:022510-01

可编程控制器(PLC)广泛地应用于工业控制。它通过用户存储的应用程序来控制生产过程,具有可靠性高、稳定性好和实时处理能力强的优点。PLC是把计算机技术与继电器控制技术有机地结合起来,为工业自动化提供近乎完美的现代化自动控制的装置。

目前,PLC产品大致可分为美国、欧洲国家、日本三大主流。在PLC选型时,反复比较,编者选中了目前流行的、有较高性价比的西门子S7-200系列小型PLC。该型号的PLC指令丰富、功能强大,其占有率在国内市场正处于上升趋势。而且该机型的指令及编程运作与计算机通用编程语言更加接近,对学生的知识融合更加有利。

本书全面介绍了PLC的配置、编程和控制方面的知识。在编写过程中,力求做到语言通畅、叙述清楚、讲解细致,以便于实际应用和教学为原则选择内容,并尽可能采用实例对指令知识及应用进行讲解,由浅入深,力争做到通俗、简明、易懂。

全书共分9章。第1章介绍PLC基础知识和基本原理;第2章概述了SIEMENS公司S7-200 PLC的系统结构、功能、模块和寻址方式;第3章详细介绍了S7-200 PLC的基本指令系统及程序设计实例;第4章介绍了S7-200 PLC的顺序控制指令及应用实例;第5章详细讲解了S7-200 PLC的功能指令,并以实例的方式介绍了其应用方法;第6章介绍了S7-200 PLC的网络通信技术与应用;第7章介绍了PLC控制系统的综合设计步骤、方法,并给出设计实例以供参考;第8章对编程软件的使用进行了简单介绍;第9章讲解了PLC工控组态控制及其应用。有关的各章节后附有相应的实验指导,书后附录列出了S7-200 PLC快速参考信息。

本书由何献忠主编,参加编写的还有李卫萍、刘颖慧、彭华夏三位老师。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免会有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2007年1月

第 1 章 可编程控制器概述	1
1.1 PLC 的产生	1
1.2 PLC 的发展与分类	2
1.2.1 PLC 的发展趋势	2
1.2.2 PLC 的分类	4
1.3 PLC 的特点	6
1.4 PLC 的应用	7
1.5 PLC 的系统组成	8
1.5.1 中央处理器	8
1.5.2 存储器	9
1.5.3 输入/输出接口	9
1.5.4 电源部分	13
1.5.5 扩展接口	13
1.5.6 通信接口	13
1.5.7 编程器	13
1.6 PLC 的工作原理	14
1.6.1 PLC 的工作方式和运行框图	14
1.6.2 PLC 的扫描工作过程	15
1.7 PLC 的编程语言和程序结构	16
1.7.1 PLC 的编程语言	16
1.7.2 PLC 的程序结构	18
思考与练习	18
第 2 章 S7-200 系列 PLC 系统概述	20
2.1 系统功能概述	20
2.2 S7-200 PLC 的结构及扩展模块	21
2.2.1 S7-200 PLC 的结构	21
2.2.2 扩展模块	22

2.3 S7-200 PLC 的寻址	23
2.3.1 数据长度	23
2.3.2 寻址方式	24
2.3.3 各数据存储区寻址	26
思考与练习	28
第 3 章 S7-200 PLC 的基本指令及程序设计	29
3.1 基本指令	29
3.1.1 输入/输出指令	29
3.1.2 触点串联指令	30
3.1.3 触点并联指令	31
3.1.4 电路块的连接指令	31
3.1.5 取反指令	32
3.1.6 置位与复位指令	33
3.1.7 边沿脉冲指令	33
3.1.8 立即指令	34
3.1.9 逻辑堆栈操作指令	36
3.1.10 定时器	39
3.1.11 计数器	43
3.1.12 比较指令	47
3.2 程序控制类指令	48
3.2.1 结束指令	48
3.2.2 暂停指令	49
3.2.3 看门狗指令	49
3.2.4 跳转及标号指令	50
3.2.5 循环指令	51
3.2.6 子程序	52
3.3 PLC 的编程与应用	56
3.3.1 梯形图的编程规则	56
3.3.2 基本指令的简单应用	58
实验	69
实验一 S7-200 编程软件的使用实验	69
实验二 三相电机控制实验	70
实验三 八段数码管显示实验	71
思考与练习	72
第 4 章 S7-200 PLC 顺序控制指令及应用	74
4.1 功能图的基本概念及构成规则	74

4.1.1 功能图的基本概念	74
4.1.2 功能图的构成规则	75
4.2 顺序控制指令	76
4.2.1 顺序控制指令介绍	76
4.2.2 顺序控制指令的编程	76
4.2.3 使用说明	78
4.3 功能图多分支的分类处理	78
4.3.1 可选择的分支与汇合	78
4.3.2 并行的分支与汇合	81
4.4 顺序控制指令的应用	84
4.4.1 顺序控制程序设计的基本步骤	84
4.4.2 顺序控制程序应用举例	84
实验	100
实验一 自动送料车系统实验	100
实验二 多种液体自动混合实验	102
思考与练习	104

第 5 章 S7-200 PLC 的功能指令

5.1 传送指令	106
5.1.1 单一数据传送指令	106
5.1.2 数据块传送指令	106
5.1.3 字节立即传送指令	107
5.1.4 字节交换指令	108
5.1.5 填充指令	108
5.2 移位与循环移位指令	108
5.2.1 移位指令	108
5.2.2 循环移位指令	109
5.3 运算指令	110
5.3.1 算术运算指令	111
5.3.2 加 1 和减 1 指令	114
5.3.3 数学函数指令	115
5.3.4 逻辑运算指令	116
5.4 表功能指令	119
5.4.1 填表指令	119
5.4.2 表取数指令	120
5.4.3 表查找指令	121
5.5 转换指令	122
5.5.1 数据类型转换指令	122

5.5.2	编码和译码指令	125
5.5.3	段码指令	126
5.5.4	ASCII 码转换指令	127
5.6	中断指令	130
5.6.1	中断事件	130
5.6.2	中断指令类型与说明	132
5.6.3	中断程序示例	132
5.7	高速计数器指令	134
5.7.1	高速计数器指令类型与说明	134
5.7.2	高速计数器的工作模式	134
5.7.3	高速计数器的控制	135
5.7.4	高速计数器的使用	137
5.8	高速脉冲输出指令	141
5.8.1	脉冲输出指令及输出方式	141
5.8.2	高速脉冲的控制	142
5.8.3	PTO 的使用	143
5.8.4	PWM 的使用	150
5.9	PID 回路指令	153
5.9.1	PID 回路指令及转换	153
5.9.2	PID 指令的操作	156
5.10	时钟指令	159
5.10.1	时钟指令类型与说明	159
5.10.2	时钟指令应用	160
实验		160
实验一	五星彩灯	160
实验二	模拟量控制	161
思考与练习		163
第 6 章	S7-200 PLC 的网络通信技术及应用	164
6.1	S7-200 的通信与网络	164
6.1.1	S7-200 系列网络层次结构	164
6.1.2	S7-200 PLC 网络通信协议	165
6.1.3	网络部件	169
6.1.4	网络配置实例	172
6.2	S7-200 通信指令	173
6.2.1	网络读/写指令	174
6.2.2	配置 PPI 网络通信举例	176
6.2.3	发送与接收指令	179

6.2.4 USS 通信指令	183
6.3 TD-200 组态	184
实验 S7-200 通信配置	187
思考与练习	189
第 7 章 PLC 控制系统设计	190
7.1 PLC 控制系统设计步骤	190
7.2 PLC 控制系统设计实例	193
7.2.1 台车呼车控制	193
7.2.2 窑温模糊控制设计	197
7.2.3 步进电机的定位控制	202
7.2.4 读取条形码阅读器信息的控制	210
思考与练习	213
第 8 章 STEP7—Micro/WIN32 编程软件的使用	214
8.1 硬件连接及软件的安装	214
8.1.1 硬件连接	214
8.1.2 软件安装	214
8.1.3 参数设置	215
8.2 编程软件的主要功能	215
8.2.1 基本功能	215
8.2.2 主界面	216
8.2.3 系统组态	218
8.3 编程软件的使用	219
8.3.1 程序文件操作	219
8.3.2 程序的编辑	220
8.4 调试及运行监控	223
8.4.1 选择扫描次数	224
8.4.2 状态图表监控	224
8.4.3 运行模式下的编辑	225
8.4.4 程序监视	225
第 9 章 PLC 工控组态控制及其应用	227
9.1 S7-200 PLC 控制机械手运行的组态过程	227
9.1.1 制作工程画面	227
9.1.2 根据控制要求编写 PLC 程序	232
9.1.3 组态画面	234
9.1.4 与 PLC 设备进行连接	238

9.1.5 进行 PLC 设备的设备通信调试	243
9.1.6 利用脚本程序实现机械手的控制	244
9.2 S7-200 PLC 控制的立体车库模型 MCGS 组态监控	254
9.2.1 立体车库模型监控系统的主要组成部分	254
9.2.2 策略与脚本程序的解析	258
实验	261
实验一 利用 MCGS 组态软件监控 PLC 实现对交通信号灯控制	261
实验二 利用 MCGS 组态软件监控 PLC 实现自动打包控制	262
附录 S7-200 PLC 快速参考信息	265
参考文献	279

可编程控制器概述

随着计算机技术的发展,可编程控制器作为通用的工业控制计算机,其功能日益强大,已经成为工业控制领域的主流控制设备。本章叙述了 PLC 的发展过程和应用领域,介绍了系统的组成、工作原理及编程语言与结构。

可编程控制器(Programmable Controller)是以微处理器为基础,综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术等现代科技而发展起来的一种新型工业自动控制装置,是将计算机技术应用于工业控制领域的新产品。早期的可编程控制器主要用于代替继电器实现逻辑控制,因此称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称 PLC。随着科学技术的发展,现代可编程控制器的功能已经超过了逻辑控制的范围。

PLC 从诞生至今,仅有 30 年的历史,但是得到了异常迅猛的发展,并与 CAD/CAM、机器人技术一起被誉为当代工业自动化的三大支柱。

1.1 PLC 的产生

在 PLC 问世之前,工业控制领域中继电器控制占主导地位。但继电器控制系统有着十分明显的缺点:体积大、耗电多、可靠性差、寿命短、运行速度慢、适应性差,尤其当生产工艺发生变化时,就必须重新设计、重新安装,造成时间和资金的严重浪费。为了改变这一现状,1968 年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,并能在竞争激烈的汽车工业中占有优势,提出要研制一种新型的工业控制装置来取代继电器控制装置,为此,特拟定了 10 项公开招标的技术要求,即:

- (1) 编程简单方便,可在现场修改程序。
- (2) 硬件维护方便,最好是插件式结构。
- (3) 可靠性要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) 成本上可与继电器控制装置竞争。
- (7) 输入可以为市电。
- (8) 输出为市电,输出电流在 2A 以上,能直接驱动电磁阀、接触器等。
- (9) 扩展时,原有系统只需做很小的改动。
- (10) 用户程序存储器容量至少可以扩展到 4KB。

根据招标要求,1969 年美国数字设备公司(DEC)研制出世界上第一台 PLC,并在通用汽车公司自动装配线上试用成功,从而开创了工业控制新时期。从此,PLC 这一新的控制技术迅速发展起来,特别是在工业发达国家发展得很快。

PLC 诞生不久即显示了其在工业控制中的重要地位,日本、德国、法国等国家相继研制出各自的 PLC。PLC 技术随着计算机和微电子技术的发展而迅速发展,由最初的一位机发展为 8 位机,并随着微处理器 CPU 和微型计算机技术在 PLC 中的应用,形成了现代意义上的 PLC。目前,PLC 产品已使用 16 位、32 位高性能微处理器,而且实现了多处理器的多通道处理,通信技术使 PLC 产品的应用得到进一步发展。如今,PLC 技术已非常成熟。

目前,世界上有 200 多个厂家生产可编程控制器产品,比较著名的厂家有美国的 AB、通用(GE)、莫迪康(MODICON);日本的三菱(MITSUBISHI)、欧姆龙(OMRON)、富士电机(FUJI)、松下电工;德国的西门子(SIEMENS);法国的 TE、施耐德(SCHNEIDER);韩国的三星(SAMSUNG)、LG 等(其中 MODICON 和 TE 已归到 SCHNEIDER 旗下)。

1.2 PLC 的发展与分类

1.2.1 PLC 的发展趋势

PLC 总的发展趋势是向高集成度、小体积、大容量、高速度、易使用、高性能方向发展,具体表现在以下几个方面。

1. 向小型化、专用化、低成本方向发展

20 世纪 80 年代初,小型 PLC 在价格上还高于小系统用的继电器控制装置。随着微电子技术的发展,新型器件大幅度提高功能和降低价格,使 PLC 结构更为紧凑,大小仅相当于一本精装书,操作使用也十分简便。同时,PLC 的功能不断增加,原来大、中型 PLC 才有的功能也已部分地移植到小型 PLC 上,如模拟量处理、数据通信和复杂的功能指令等,且其价格不断下降,从而使 PLC 真正成为了现代电气控制系统中不可替代的控制装置。

2. 向大容量、高速度方面发展

大型 PLC 采用多微处理器系统,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,特别是增强了过程控制和数据处理的功能。另外,存储容量大大增加。

3. 智能型 I/O 模块的发展

智能型 I/O 模块是以微处理器和存储器为基础的功能部件,其 CPU 与 PLC 的主 CPU 并行工作,占用主 CPU 的时间很少,有利于提高 PLC 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 PLC 的主 CPU 难以兼顾的功能,简化了某些控制系统的系统设计和编程,提高了 PLC 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、机械运动输入、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 回路控制和各种通信等模块。

4. 基于 PC 的编程软件取代编程器

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。编程软件可以对 PLC 控制系统进行硬件组态,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、语句表、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。程序可被编译、下载到 PLC,也可以将用户程序上传到计算机。程序可以存盘或打印,通过网络或 Modem 卡,还可以实现远程操作。

编程软件的调试和监控功能远远超过大型手持式编程器,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,有的具有跟踪功能,用户可以周期性地选择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 PLC 通信,可以在梯形图中显示触点的通断和线圈的状态,使得查找复杂电路的故障非常方便。

5. PLC 编程语言的标准化

与个人计算机相比,PLC 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 模块互不相通。PLC 的编程语言和指令系统的功能与表达方式也不一致,因此各厂家的可编程控制器互不兼容。为了解决这一问题,IEC (国际电工委员会)制定了可编程控制器标准(IEC1131),其中的第 3 部分(IEC1131—3)是 PLC 的编程语言标准。标准中共有 5 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——语句表和结构文体。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 PLC 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 STEP7—Micro/WIN32 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。

6. PLC 通信的易用化

PLC 的通信联网功能使其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、同轴电缆或光纤联网,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。

为了尽量减少用户在通信编程方面的负担,PLC 厂商做了大量的工作,使设备之间的通信自动地周期性进行,不需要用户为通信编程,用户的工作只是在组成系统时做一些硬件或软件上的初始化设置。

7. 组态软件与 PLC 的软件化

个人计算机(PC)的价格便宜,有很强的数学运算、数据处理、通信和人机交互的功能。过去个人计算机主要用作 PLC、操作站或人机接口终端,工业控制现场一般使用工业控制计算机(IPC),这样相应地出现了应用于工业控制系统的组态软件。利用这些软件可以方便地进行工业控制流程的实时和动态监控,完成警报、历史趋势和各种复杂的控制功能,同时节约控制系统的控制时间,提高系统的可靠性。既然使用了 PC,为何不把 PLC 的功能也用软件在 PC 上得以实现呢?这也就是软 PLC 产生的动机,再加上现在智能 I/O 终端的发展,更使得软 PLC 的开发出现了上升的势头。目前已有很多家厂商推出了在 PC 上运行的可实现 PLC 功能的软件包。

8. PLC 与现场总线相结合

IEC 对现场总线(Field Bus)的定义是:“安装在制造和过程区域的现场装置与控制室内的自动控制装置之间的数字式、串行、多点通信的数据总线称为现场总线。”它是当前工业自动化的热点之一。现场总线以开放的、独立的、全数字化的双向多变量通信代替 0~10mA 或 4~20mA 的现场电动仪表信号。现场总线 I/O 集检测、数据处理、通信为一体,可以代替变送器、调节器、记录仪等模拟仪表。它不需要框架、机柜,可以直接安装在现场导轨槽上。现场总线 I/O 的接线极为简单,只需一根电缆,从主机开始,沿数据链从一个现场总线 I/O 连接到下一个现场总线 I/O。使用现场总线后,自控系统的配线、安装、调试和维护等方面的费用可以节约 2/3 左右,现场总线 I/O 与 PLC 可以组成功能强大的、廉价的 DCS 系统。

现场总线控制系统将 DCS 的控制站功能分散给现场控制设备,仅靠现场总线设备就可以实现自动控制的基本功能。例如,将电动调节阀及其驱动电路、输出特性补偿、PID 控制和运算、阀门自校验和自诊断功能集成在一起,再配上温度变送器就可以组成一个闭环温度控制系统,有的传感器中也植入了 PID 控制功能。现在功能强大的 PLC 也配有和现场总线联网的模块,使之可以就近挂接到现场总线上。

使用现场总线后,操作员可以在中央控制室实现远程监控,对现场设备进行参数调整,还可以通过现场设备的自诊断功能预测故障和寻找故障点。

1.2.2 PLC 的分类

PLC 发展到今天,已经有多种形式,而且功能也不尽相同。其分类时,一般按以下原则来考虑。

1. 按 I/O 点数容量分类

一般而言,处理的 I/O 点数比较多,则控制关系比较复杂,用户要求的程序存储器容量比较大,要求 PLC 指令及其他功能比较多,指令执行的过程也比较快等。按 PLC 输入、输出点数的多少可将 PLC 分为以下三类。

(1) 小型机

小型 PLC 的功能一般以开关量控制为主,小型 PLC 输入、输出总点数一般在 256 点

以下,用户程序存储器容量在 4K 字左右。现在的高性能小型 PLC 还具有一定的通信能力和少量的模拟量处理能力。这类 PLC 的特点是价格低廉、体积小,适合于控制单台设备和开发机电一体化产品。

典型的小型机有 SIEMENS 公司的 S7-200 系列、OMRON 公司的 CPM2A 系列、MITSUBISHI 公司的 FX 系列和 AB 公司的 SLC500 系列等整体式 PLC 产品。

(2) 中型机

中型 PLC 的输入、输出总点数在 256~2048 点之间,用户程序存储器容量达到 8K 字左右。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。中型机的指令比小型机更丰富,中型机适用于复杂的逻辑控制系统以及连续生产线的过程控制场合。

典型的中型机有 SIEMENS 公司的 S7-300 系列、OMRON 公司的 C200H 系列、AB 公司的 SLC500 系列等模块式 PLC 产品。

(3) 大型机

大型 PLC 的输入、输出总点数在 2048 点以上,用户程序存储器容量达到 16K 字以上。大型 PLC 的性能已经与工业控制计算机相当,它具有计算、控制和调节的功能,还具有强大的网络结构和通信联网能力,有些 PLC 还具有冗余能力。它的监视系统采用 CRT 显示,能够表示过程的动态流程,记录各种曲线、PID 调节参数等;它配备多种智能板,构成一台多功能系统。这种系统还可以和其他型号的控制器的控制单元互联,和上位机相连,组成一个集中分散的生产过程和产品质量控制系统。大型机适用于设备自动化控制、过程自动化控制和过程监控系统。

典型的大型 PLC 有 SIEMENS 公司的 S7-400、OMRON 公司的 CVM1 和 CS1 系列、AB 公司的 SLC5/05 等系列产品。

以上划分没有一个十分严格的界限,随着 PLC 技术的飞速发展,某些小型 PLC 也具有中型或大型 PLC 的功能,这也是 PLC 的发展趋势。

2. 按结构形式分类

根据 PLC 结构形式的不同,PLC 主要可分为整体式和模块式两类。

(1) 整体式结构

整体式结构的特点是将 PLC 的基本部件,如 CPU 板、输入板、输出板、电源板等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。基本单元上设有扩展端口,通过扩展电缆与扩展单元相连,配有许多专用的特殊功能模块,如模拟量输入/输出模块、热电偶模块、热电阻模块、通信模块等,以构成 PLC 不同的配置。整体式结构的 PLC 体积小,成本低,安装方便。

微型和小型 PLC 一般为整体式结构,如西门子的 S7-200 系列。

(2) 模块式结构

模块式结构的 PLC 由一些模块单元构成,这些标准模块包括 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块和各种功能模块等,将这些模块插在框架上或基板上即可。各模块功能是独立的,外形尺寸是统一的,可根据需要灵活配置。

目前,中、大型 PLC 多采用这种结构形式,如西门子的 S7-300 和 S7-400 系列。

整体式 PLC 每一个 I/O 点的平均价格比模块式的便宜,在小型控制系统中一般采用整体式结构。但是模块式 PLC 的硬件组态方便灵活,I/O 点数的多少、输入点数与输出点数的比例、I/O 模块的使用等方面的选择余地都比整体式 PLC 大得多,维修时更换模块、判断故障范围也很方便,因此较复杂的、要求较高的系统一般选用模块式 PLC。

1.3 PLC 的特点

现代工业生产过程是复杂多样的,它们对控制的要求也各不相同。PLC 一出现就受到了广大工程技术人员的欢迎,它具有以下特点。

1. 抗干扰能力强,可靠性高

PLC 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,因此运行稳定、可靠,抗干扰能力强。与继电器接触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. 控制系统结构简单,通用性强

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,不需要诸如继电器之类的物理电子器件和大量且繁杂的硬接线线路。当控制要求改变,需要变更控制系统的功能时,可以用编程器在线或离线修改程序,同一个 PLC 装置用于不同的控制对象,只是输入/输出组件和应用软件的不同。PLC 的输入/输出可直接与交流 220V、直流 24V 等强电相连,并有较强的带负载能力。

3. 编程方便,易于使用

PLC 是面向用户的设备,PLC 的设计者充分考虑到现场工程技术人员的技能和习惯,因此 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。梯形图与继电器原理图相类似,这种编程语言形象直观,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就可在短时间内学会。

4. 功能完善

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 转换、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,进行人一机对话,使控制水平大为提高。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。

5. 体积小、维护操作方便

PLC 体积小,质量轻,便于安装。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,对此均有醒目的指示,非常有利于运行和维护人员对系统进行监控。

1.4 PLC 的应用

PLC 初期由于其价格高于继电器控制装置,使其应用受到限制。但最近十多年来,PLC 的应用面越来越广,其主要原因是:一方面,微处理器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,它已能解决复杂的计算和通信问题。目前,PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、采矿、水泥、石油、化工、电力、机械制造、汽车、装卸、造纸、纺织、环保和娱乐等行业。PLC 的应用范围通常可分成以下 5 种类型。

1. 顺序控制

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顺序控制。PLC 应用于单机控制、多机群控、生产自动线控制等。例如,注塑机械、印刷机械、订书机械、包装机械、切纸机械、组合机床、磨床、装配生产线、电镀流水线及电梯控制等。

2. 运动控制

PLC 制造商目前已提供了拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块,在多数情况下,PLC 把描述目标位置的数据送给模块,其输出移动一轴或数轴到目标位置。每个轴移动时,位置控制模块保持适当的速度和加速度,确保运动平滑。

相对来说,位置控制模块比 CNC 装置体积更小,价格更低,速度更快,操作更方便。

3. 过程控制

PLC 还能控制大量的过程参数,例如,温度、流量、压力、液位和速度。PID 模块使 PLC 具有闭环控制的功能,即一个具有 PID 控制能力的 PLC 可用于过程控制。当过程控制中某个变量出现偏差时,PID 控制算法会计算出正确的输出,把变量保持在设定值上。

4. 数据处理

在机械加工中,PLC 作为主要的控制和管理系统用于 CNC 和 NC 系统中,可以完成大量的数据处理工作。

5. 通信网络

PLC 的通信包括主机与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 和其他智