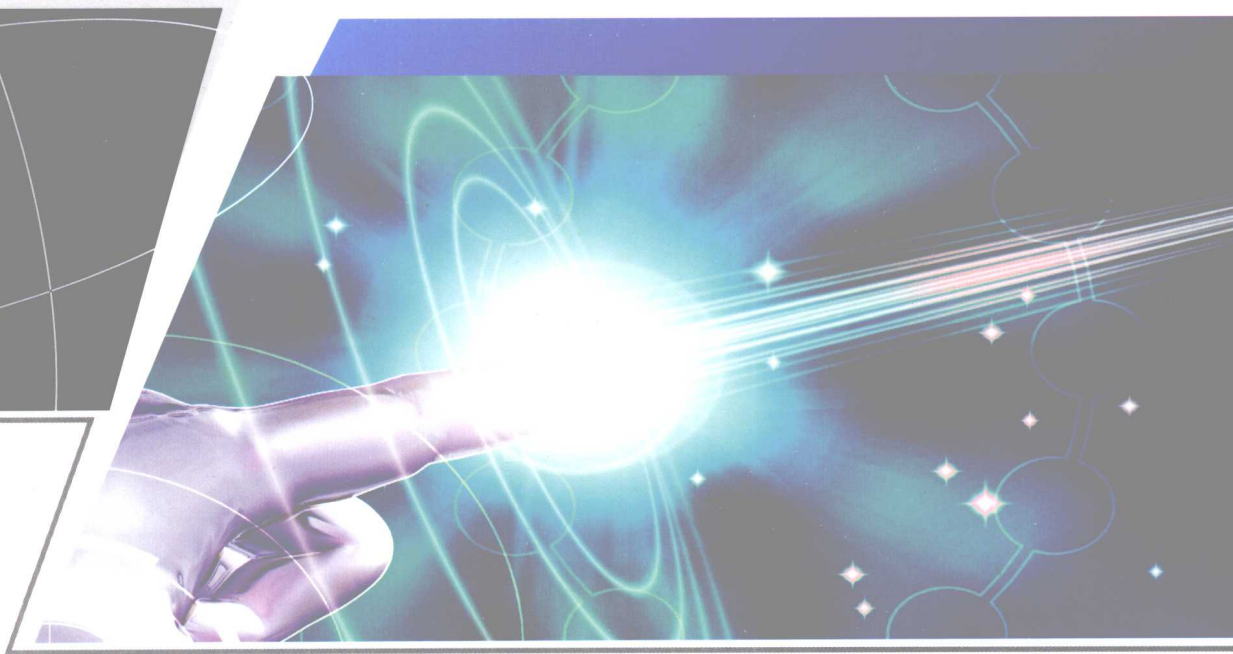




高职高专电子信息类“十一五”规划教材

可编程控制器 应用技术



主 编 张世生
主 审 魏召刚



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高职高专电子信息类“十一五”规划教材

可编程控制器应用技术

主 编 张世生

副主编 张冬梅

主 审 魏召刚

西安电子科技大学出版社

2009

内 容 简 介

本书以西门子公司的 S7-200 系列可编程控制器(PLC)为例,介绍了 PLC 的硬件结构和工作原理, PLC 的存储器数据类型、指令系统和编程软件的使用方法,以及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和顺序功能图的编程方法。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。书中提供了大量的实验内容,还介绍了 PLC 的人机界面、模拟量闭环控制、高速计数器、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等。为方便教学和自学,各章均配有习题以供练习。

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,也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 的用户亦有很大的参考价值。

★本书配有电子教案,需要者可登录出版社网站,免费下载。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器应用技术 / 张世生主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2009.5

高职高专电子信息类“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2212-5

I. 可… II. 张… III. 可编程序控制器—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 023905 号

策 划 寇向宏

责任编辑 雷鸿俊 寇向宏

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 20.375

字 数 479 千字

印 数 1~4000 册

定 价 29.00 元

ISBN 978-7-5606-2212-5/TN · 0495

XDUP 2507001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

西安电子科技大学出版社
高职高专电子信息类“十一五”规划教材
编审专家委员会名单

主任：杨 勇

副主任：张小虹

成 员：（按姓氏笔画排列）

马 琳	王 平	王宏军	丛迎九
卢庆林	李常峰	李德家	李文森
刘 勇	张玉莲	张 伟	郭亚红
战德刚	段智毅	祝瑞花	栾春光
曾照香	彭丽英	雷少刚	黎 伟

项目策划：毛红兵

策 划：曹 晔 寇向宏

电子教案：马武装

前 言

可编程控制器(简称 PLC)是以微处理器为核心,将微型计算机技术、自动化技术及通信技术融为一体的一种新型的高可靠性的工业自动化控制装置。它具有控制能力强、可靠性高、配置灵活、编程简单、使用方便、易于扩展等优点,被广泛地应用在各种控制中,迅速地改变着工厂自动化的面貌和进程,成为当今及今后工业控制的主要手段和重要的自动化控制设备。因此专家认为,可编程控制器技术、计算机辅助设计/计算机辅助制造以及机器人技术,将成为工业生产自动化的三大支柱。

为大力普及可编程控制器的应用,本书从工学结合的角度出发,以我国目前广泛应用的西门子公司的 S7-200 产品和 V4.0 编程软件为例,突出应用性和实践性,讲述了小型可编程控制器的基础知识;以技术技能应用型人才培养目标为依据,吸收了德国高职教材的优点,注重技能培养,打破了此类书籍的纯技术手册或纯理论的模式;结合了一些深入浅出的工程实例,让读者更好地开阔眼界,了解 PLC 技术的综合应用。

PLC 的应用大体可分为三个层次:数字量控制、模拟量控制和网络控制。本书第 1~7 章介绍了 PLC 基础知识及与数字量控制有关的指令和梯形图的设计方法,特别是顺序控制梯形图的设计方法、大有发展前途的人机界面及高速计数器指令;第 8 章通过电梯控制介绍了高速计数器和中断的应用;第 9 章通过恒压供水系统介绍了模拟量闭环控制与变频器;第 10 章介绍了 PLC 的通信方式和通信程序的设计方法;第 11 章通过一个工程实例详细说明了 PLC 系统设计的内容;第 12 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。全书配有 11 个不同层次不同方面的实训,各章均配有练习题。

本书的编写得到了山东铝业职业学院的大力帮助,中国铝业山东分公司提供了大量资料和相关技术支持,魏召刚主审并提出了许多宝贵意见,谨在此表示衷心的感谢。

本书由张世生主编,张冬梅任副主编,曾照香、宋涛、林涛、马飞、张旭芬、李立峰、王琨参与了编写。

因作者水平有限,加之时间仓促,书中难免有疏漏与不妥之处,恳请读者批评指正。
作者 E-mail: zsszdm@163.com。

张世生

2009 年 1 月

于淄博职业学院电子电气工程系

目 录

第 1 章 可编程控制器概述1	第 3 章 定时器与计数器指令 33
1.1 可编程控制器的产生和定义.....1	3.1 实训 3: 交通信号灯控制..... 33
1.2 PLC 的特点与应用领域2	3.1.1 控制要求..... 33
1.2.1 PLC 的特点2	3.1.2 资源分配..... 34
1.2.2 PLC 的应用领域3	3.1.3 控制程序..... 34
1.3 PLC 的分类4	3.2 定时器与计数器指令 35
1.4 PLC 与其他控制系统的比较6	3.2.1 定时器指令 35
1.5 PLC 的发展趋势8	3.2.2 计数器指令 38
习题.....9	3.3 相关知识: 西门子 PLC 的硬件资源 40
第 2 章 位操作指令10	3.3.1 西门子 PLC 的发展 40
2.1 实训 1: 电动机的正反转控制.....10	3.3.2 PLC 的安装 41
2.1.1 控制要求.....10	3.3.3 PLC 的工作模式 43
2.1.2 资源分配.....10	3.3.4 CPU 模块技术指标..... 44
2.1.3 硬件接线.....10	3.3.5 扩展模块..... 48
2.1.4 控制程序.....11	3.4 实训 4: 全自动洗衣机的控制..... 50
2.2 位操作指令.....12	3.4.1 基本原理..... 50
2.2.1 触点指令.....12	3.4.2 控制要求..... 51
2.2.2 线圈指令.....13	3.4.3 资源分配..... 52
2.2.3 触点块及堆栈操作指令.....15	3.4.4 控制程序..... 52
2.2.4 其他指令.....15	习题..... 55
2.3 相关知识: PLC 的工作原理16	第 4 章 数据处理指令 57
2.3.1 PLC 的硬件构成16	4.1 实训 5: 天塔之光..... 57
2.3.2 PLC 的编程元件18	4.1.1 控制要求..... 57
2.3.3 PLC 寻址方式23	4.1.2 资源分配..... 57
2.3.4 PLC 循环扫描原理25	4.1.3 控制程序..... 57
2.3.5 PLC 的性能指标28	4.2 数据处理类指令 60
2.4 实训 2: 多地点控制.....29	4.2.1 数据传送指令..... 60
2.4.1 控制要求.....29	4.2.2 字节交换/填充指令..... 60
2.4.2 资源分配.....29	4.2.3 移位指令..... 61
2.4.3 硬件接线.....29	4.2.4 比较指令..... 62
2.4.4 控制程序.....30	4.3 相关知识: PLC 的指令系统 63
习题.....32	4.3.1 S7-200 指令集 63

4.3.2 逻辑分析法编程.....	64	6.3.3 文本显示器的操作.....	129
4.3.3 经验法编程.....	65	6.4 触摸屏与组态软件.....	133
4.3.4 顺序控制设计法.....	67	6.5 相关知识: 字符串指令.....	137
4.4 实训 6: 台车的呼叫控制.....	67	6.6 实训 10: 天塔之光塔层显示.....	138
4.4.1 工艺过程与控制要求.....	67	习题.....	141
4.4.2 PLC 硬件安排及资源分配.....	67	第 7 章 PLC 在机械加工中的应用	142
4.4.3 程序编制.....	68	7.1 PLC 在 Z3040 摇臂钻床控制中的	
习题.....	70	应用.....	142
第 5 章 步进指令	71	7.1.1 Z3040 摇臂钻床电器设备的	
5.1 实训 7: 机械手的控制.....	71	分布及分工.....	142
5.1.1 控制要求.....	71	7.1.2 Z3040 摇臂钻床继电器	
5.1.2 资源分配.....	72	原理图解读.....	144
5.1.3 控制程序.....	72	7.1.3 Z3040 摇臂钻床的 PLC	
5.2 程序控制类指令.....	77	控制方案.....	145
5.2.1 系统控制类指令.....	77	7.2 PLC 在 X62W 铣床控制中的应用.....	147
5.2.2 跳转、循环指令.....	79	7.2.1 X62W 铣床的加工运动	
5.2.3 子程序调用指令.....	80	及电气分工.....	147
5.2.4 顺序控制指令.....	83	7.2.2 X62W 万能铣床继电控制	
5.3 相关知识: PLC 的编程软件.....	89	电路图解读.....	149
5.3.1 PLC 的编程语言.....	89	7.2.3 X62W 万能铣床 PLC 控制方案.....	151
5.3.2 PLC 的程序结构.....	91	习题.....	153
5.3.3 编程软件 STEP 7-Micro/Win.....	91	第 8 章 PLC 在电梯控制中的应用	155
5.3.4 PLC 编程规约.....	105	8.1 电梯的构造及控制要求.....	155
5.3.5 PLC 仿真软件.....	107	8.1.1 电梯的构造.....	155
5.4 实训 8: 运料小车的控制.....	109	8.1.2 电梯控制要求.....	156
5.4.1 控制要求.....	109	8.2 PLC 在高速计数器定位电梯控制	
5.4.2 解决方案.....	109	中的应用.....	157
习题.....	114	8.2.1 光电编码器与高速计数器.....	158
第 6 章 PLC 人机界面	115	8.2.2 基于高速计数器的轿厢位置.....	161
6.1 实训 9: 抢答器的设计.....	115	8.2.3 内呼外唤及定向信号的获取.....	162
6.1.1 控制要求.....	115	8.2.4 表功能指令.....	163
6.1.2 要求分析.....	115	8.2.5 停层信号的获取.....	164
6.1.3 梯形图编程.....	116	8.2.6 采用模糊控制原理的平层控制.....	165
6.2 八段数码管的驱动.....	117	8.3 相关知识: 中断与高速处理指令.....	166
6.2.1 LED 基本知识.....	117	8.3.1 中断程序与中断指令.....	166
6.2.2 八段数码管的驱动.....	118	8.3.2 高速处理指令.....	171
6.3 文本显示器.....	119	习题.....	177
6.3.1 文本显示器概述.....	119	第 9 章 PLC 在恒压供水中的应用	178
6.3.2 TD200 的组态.....	121	9.1 恒压供水系统的基本构成.....	178

9.2 变频器及其控制.....180	10.4 S7-200 的通信方式与通信参数 的设置..... 231
9.2.1 变频器的基本结构.....180	10.4.1 S7-200 的通信方式..... 231
9.2.2 变频器的分类及工作原理.....181	10.4.2 S7-200 通信的硬件选择..... 232
9.2.3 变频器的操作方式及使用.....182	10.4.3 网络部件..... 233
9.3 EM235 的配置及应用.....183	10.4.4 自由端口通信..... 235
9.3.1 EM235 的性能指标.....183	10.4.5 在编程软件中安装与 删除通信接口..... 237
9.3.2 EM235 的配置及校准.....185	10.4.6 计算机使用的通信接口参数 的设置..... 237
9.3.3 EM235 的安装使用.....188	10.4.7 网络性能与优化..... 238
9.4 PLC 的 PID 控制.....189	10.5 PLC 的通信指令..... 239
9.4.1 PID 参数及其整定.....189	10.5.1 S7-200 的网络通信协议..... 239
9.4.2 PID 指令.....191	10.5.2 网络读写指令..... 241
9.5 PLC 控制的恒压供水泵站实例.....193	10.5.3 发送指令与接收指令..... 242
9.5.1 控制系统的 I/O 点及地址分配.....194	10.6 PLC 与 Modbus 计算机通信..... 250
9.5.2 PLC 系统选型.....194	10.6.1 Modbus 从站协议..... 250
9.5.3 电气控制系统原理图.....195	10.6.2 Modbus 从站协议指令..... 252
9.5.4 系统程序设计.....197	10.6.3 使用 Modbus 从站协议的 PLC 程序设计..... 253
9.6 相关知识: 数据处理类指令.....205	10.6.4 Modbus RTU 通信帧的结构..... 254
9.6.1 数据转换指令.....205	10.7 S7-200 与变频器的通信..... 257
9.6.2 SIMATIC 整数数学运算指令.....210	10.7.1 MM440/420 变频器简介..... 258
9.6.3 SIMATIC 浮点数数学运算指令.....212	10.7.2 USS 通信协议..... 258
9.6.4 SIMATIC 逻辑运算指令.....213	10.7.3 USS 协议指令..... 259
9.6.5 读、写实时时钟指令.....214	10.7.4 MM420 变频器的参数设置..... 263
习题.....215	10.8 调制解调器模块 EM241 简介..... 264
第 10 章 可编程控制器的网络控制.....216	习题..... 266
10.1 实训 11: 网络读写控制.....216	第 11 章 淬火机控制系统设计..... 268
10.1.1 控制要求.....216	11.1 液压淬火机的构造及控制要求..... 268
10.1.2 地址设置.....216	11.1.1 液压系统的组成及功能..... 268
10.1.3 资源分配.....216	11.1.2 电气控制系统的组成..... 269
10.1.4 控制程序.....217	11.1.3 系统控制要求..... 271
10.2 计算机通信简介.....218	11.2 淬火机 PLC 软件设计..... 272
10.2.1 通信方式.....218	11.2.1 PLC 资源分配..... 272
10.2.2 网络结构.....220	11.2.2 系统控制流程图..... 273
10.2.3 开放系统互连模型.....221	11.2.3 自动控制时序图..... 273
10.2.4 IEEE802 通信标准.....222	11.2.4 梯形图..... 274
10.2.5 网络配置.....223	11.2.5 系统改进措施..... 279
10.3 西门子工业网络.....224	
10.3.1 工业网络系统结构.....224	
10.3.2 现场总线的国际标准.....225	
10.3.3 西门子工业网络.....227	

习题.....	280	12.4.1 配方的基本概念.....	295
第 12 章 PLC 系统设计	281	12.4.2 用配方向导生成配方集.....	295
12.1 PLC 系统设计的主要内容.....	281	12.4.3 在用户程序中读出和修改配方....	297
12.1.1 PLC 控制系统设计的基本原则	281	12.5 PLC 的测试及维护	297
12.1.2 PLC 控制系统设计的主要内容	282	12.5.1 可编程控制器的测试.....	297
12.1.3 程序设计的步骤.....	282	12.5.2 可编程控制器的日常维护.....	298
12.1.4 系统调试.....	286	习题.....	299
12.2 节省 I/O 点数的方法	289	附录	300
12.2.1 节省输入点数的方法.....	289	附录 A S7-200 的特殊存储器	
12.2.2 节省输出点数的方法.....	291	(SM)标志位	300
12.3 PLC 系统的抗干扰措施	293	附录 B S7-200 的 SIMATIC	
12.3.1 抑制电源系统引入的干扰.....	293	指令集简表.....	304
12.3.2 抑制 I/O 电路引入的干扰	294	附录 C S7-200 的错误代码.....	310
12.3.3 PLC 的接地	294	附录 D PLC 常用缩略语	312
12.4 配方.....	295	参考文献	315

第 1 章 可编程控制器概述

学习目标：通过本章的学习，了解可编程控制器的定义、应用领域和发展趋势，掌握其特点和分类。

1.1 可编程控制器的产生和定义

可编程控制器产生以前，以各种继电器为主要元件的电气控制线路承担着生产过程自动控制的艰巨任务，由成百上千只各种继电器所构成的复杂的控制系统需要用成千上万根导线连接起来，安装这些继电器需要大量的继电器控制柜，且占据大量的空间。当这些继电器运行时，又会产生大量的噪音，消耗大量的电能。为保证控制系统的正常运行，需安排大量的电气技术人员进行维护，有时某个继电器的损坏，甚至某个继电器的触点接触不良，都会影响整个系统的正常运行。如果系统出现故障，要进行检查和排除故障是非常困难的，因为这要依靠现场电气技术人员长期积累的经验。尤其是在生产工艺发生变化时，可能需要增加很多的继电器，而继电器重新接线或改线的工作量极大，甚至可能需要重新设计控制系统。尽管如此，这种控制系统的功能也仅仅局限于能实现具有粗略定时、计数功能的顺序逻辑控制。因此，人们迫切需要一种新的工业控制装置来取代传统的继电器控制系统，使电气控制系统工作更可靠、更容易，更能适应经常变化的生产工艺要求。

在 20 世纪 60~70 年代，电子技术已经有了一定的发展，计算机技术已经初露端倪，人们受到计算机的存储器可以反复改写的启发，开始寻求一种以存储逻辑代替接线逻辑的新型工业控制设备。

1968 年，美国通用汽车公司(GM)提出了他们关于汽车流水线的控制系统的具体控制要求，即“GM 十条”。这是一次公开招标的研制任务，当时小型计算机已在美国出现，但人们将计算机用于工业控制的尝试还没有成功。“GM 十条”的内容如下：

- (1) 编程简单，可在现场修改和调试程序；
- (2) 维护方便，采用插入式模块结构；
- (3) 可靠性高于继电器控制系统；
- (4) 体积小于继电器控制柜；
- (5) 能与管理中心的计算机系统通信；
- (6) 成本可与继电器控制系统相竞争；
- (7) 输入量是 115 V 交流电压(美国电网电压是 110 V)；
- (8) 输出量为 115 V 交流电压，输出电流在 2 A 以上，能直接驱动电磁阀；
- (9) 系统扩展时，原系统只需做很小改动；

(10) 用户程序存储器容量至少 4 KB。

1969 年, 美国数据设备公司(DEC)为 GM 公司的生产流水线研制了世界上公认的第一台可编程控制器。当时的可编程序控制器只能用于执行逻辑判断、计时、计数等顺序控制功能, 所以被称为可编程序逻辑控制器(Programmable Logical Controller), 简称 PLC。

进入 20 世纪 70 年代后的 PLC 已不再是仅有逻辑判断功能, 还同时具有数据处理、PID 控制和数据通信功能, 因此被改称为可编程序控制器或可编程控制器, 简称 PC。但 PC 已被计算机行业定义为个人计算机(Personal Computer), 因此一般仍用 PLC 作为可编程序控制器的简称。

1987 年 2 月, 国际电工委员会(IEC)在可编程序控制器的标准草案中作了如下定义: 可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统, 专为工业环境应用而设计。它采用可编程序的存储器, 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。可编程序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, 易于扩充其功能。

可编程序控制器在控制系统应用方面优于计算机, 它易于与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, 所以也称为工业控制计算机。

1.2 PLC 的特点与应用领域

1.2.1 PLC 的特点

PLC 具有以下特点:

(1) 高可靠性, 抗干扰能力强。继电接触器系统中, 由于器件的老化、脱焊、触点的抖动以及触点的电弧等现象大大降低了系统的可靠性。而在 PLC 系统中, 接线减少到继电器控制系统的 $1/10 \sim 1/100$, 大量的开关动作是由无触点的半导体电路来完成的, 加上 PLC 充分考虑了工业生产环境电磁、粉尘、温度等各种干扰, 在硬件和软件上采取了一系列抗干扰措施, 因此 PLC 具有极高的可靠性。据有关资料统计, 目前某些品种的 PLC 平均无故障时间甚至达到了几十万小时。

(2) 适应性强, 应用灵活。由于 PLC 产品均为系列化生产, 品种齐全, 多数采用模块式的硬件结构, 组合和扩展方便, 因此用户可根据自己的需要灵活选用, 以满足系统大小不同及功能繁简各异的控制要求。

(3) 编程方便, 易于使用。PLC 的编程采用与继电器电路极为相似的梯形图语言, 直观易懂, 深受现场电气技术人员的欢迎。近年来各生产厂家都加强了通用计算机运行的编程软件的制作, 使程序的组织及下载工作更加方便。

(4) 功能强, 扩展能力强。PLC 中含有数量巨大的用于开关量处理的类似继电器的软元件, 可轻松地实现大规模的开关量逻辑控制, 这是一般的继电器系统所不能实现的。PLC 可以方便地与各种类型的输入、输出量连接, 实现 D/A、A/D 转换及 PID 运算, 实现过程控制、数字控制等功能。PLC 具有联网通信功能, 它不仅可以控制一台单机及一条生产线, 还可以控制一个机群及许多条生产线; 不仅可以进行现场控制, 还可以用于远程监控。

(5) PLC 控制系统设计、安装、调试方便。PLC 中相当于继电接触器系统中的中间继电器、时间继电器、计数器等编程元件,虽数量巨大,却是用程序(软接线)代替硬接线,因而安装接线工作量少。设计人员只要有 PLC 就可进行控制系统设计并可在实验室进行模拟调试。而继电器系统的调试则是靠在现场改变接线进行的,十分繁琐复杂。

(6) 维修方便,维修工作量小。PLC 有完善的自诊断、履历情报存储及监视功能,对于其内部工作状态、通信状态、异常状态和 I/O 点的状态均有显示。工作人员通过这些显示功能可以查找故障原因,便于迅速处理。

(7) PLC 体积小、质量轻,易于实现机电一体化。PLC 常采用箱体式结构,体积及质量只有通常接触器的大小,易于安装在控制箱中或安装在运动物体中,开关柜的体积缩小到原来的 $1/2 \sim 1/10$ 。采用 PLC 的控制系统功能强大,调速、定位等功能都可以通过电气方式完成,可以大大减少机械的结构设计,有利于实现机电一体化。

1.2.2 PLC 的应用领域

可编程控制器的应用十分广泛,有多种分类方法。有的从产品角度划分,有的从被控物理量的角度划分。从被控物理量的角度可将 PLC 的应用领域概括如下:

1. 顺序控制

顺序控制即逻辑控制,主要指开关量的控制。这是 PLC 最基本的应用领域,也是最适合 PLC 的应用领域。它用以取代传统的继电接触器控制系统,可应用于单机控制、多机群控制或生产线自动控制。例如注塑机、印刷机械、订书机械、切纸机械、组合机床、磨床、装配生产线、包装生产线、电镀流水线及电梯控制等。

2. 运动控制

运动控制指通过控制电动机的转速或转角实现运动体运动速度及位置的控制。工厂中最常见的运动控制的例子是数控机床,刀具按照给定的坐标行走。近年来许多 PLC 制造商在自己的产品中增加了脉冲串输出指令(PTO),使 PLC 方便地用于定位及调速系统。更专业的运动控制方案是选用专门的位置控制模块,PLC 把描述目标位置的数据送给模块,模块移动一轴或数轴到目标位置。

3. 过程控制

过程控制指连续生产场合的控制,如石油、化工生产场合,生产一般是不能间断的。这些场合的控制参数叫做过程参数,如温度、压力、速度和流量等。这些参数多为模拟量。PLC 通过模拟量单元、比例-积分-微分(Proportional-Integral-Derivative, PID)模块或主机自带的 PID 指令实现闭环过程控制。

4. 数据处理

数据处理是计算机最擅长的工作,也是一个内容十分广泛的概念。如数据的四则运算、乘方、开方是数据处理,生产实时数据的收集筛选是数据处理,机械加工中的数控机床也是数据处理。可编程控制器具有大量的功能指令支持这些工作,使 PLC 在这些应用领域大显身手。

5. 通信和联网

PLC 的通信包括主机与远程 I/O 间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 与其他智能设备(计算机、变频器、数控装置、智能仪表)之间的通信。随着工业自动化程度的不断提高,多机间的数据联通、远程的数据传送越来越重要。近年来 PLC 的通信功能不断加强,PLC 已经在各类工业控制网络中发挥着巨大的作用。

1.3 PLC 的分类

可编程控制器具有多种分类方式,了解这些分类方式有助于 PLC 的选型及应用。

1. 根据 I/O 点数分类

根据 I/O(输入/输出)点数将 PLC 分为微型机、小型机、中型机和大型机。

(1) 微型机。I/O 点数小于 64 点的为微型机,其内存容量为 256 B~1 KB。这一类 PLC 主要用于单台设备的监控,在纺织机械、数控机床、塑料加工机械、小型包装机械上应用广泛,有时还应用于家庭。

(2) 小型机。I/O 点数在 64~256 点的为小型机。小型机一般只具有逻辑运算、定时、计数和移位等功能,用于小规模开关量的控制,可实现条件控制、顺序控制等。有些小型机也增加了一些算术运算和模拟量处理、数据通信等功能。小型机的特点是价格低、体积小,适用于控制自动化单机设备及开发机电一体化产品。

(3) 中型机。I/O 点数在 256~1024 点之间的为中型机。它除了具备逻辑运算功能,还增加了模拟量输入/输出、算术运算、数据传送、数据通信等功能,可完成既有开关量又有模拟量的复杂控制。中型机的软件比小型机丰富,在已固化的程序内,一般还有 PID 调节,整数/浮点运算等功能模块。中型机的特点是功能强、配置灵活,适用于具有诸如温度、压力、流量、速度、角度、位置等模拟量控制和大量开关量控制的复杂机械以及连续生产过程的控制场合。

(4) 大型机。I/O 点数在 1024 点以上的为大型机。大型机的功能更加完善,具有数据运算、模拟调节、联网通信、监视记录、打印等功能。大型机的内存容量超过 640 KB,监控系统采用 CRT 显示,能够表示生产过程的工艺流程、各种曲线、PID 调节参数选择图等,能进行中断控制、智能控制、远程控制等。大型机的特点是 I/O 点数特别多、控制规模宏大、组网能力强,可用于大规模的过程控制,构成分布式控制系统或整个工厂的集散控制系统(DCS)。

2. 根据结构形式分类

从结构上看,PLC 可分为整体式、模块式及分散式三种形式。

(1) 整体式结构。这种结构的 PLC 的电源、CPU、I/O 部件都集中配置在一个箱体中,有的甚至全部装在一块印制电路板上。图 1-1 所示 OMRON 公司的 C40P 型机即为整体式结构。整体式 PLC 结构紧凑,体积小,重量轻,价格低,容易装配在工业控制设备的内部。整体式 PLC 的缺点是主机的 I/O 点数固定,使用不够灵活,维修也较麻烦。

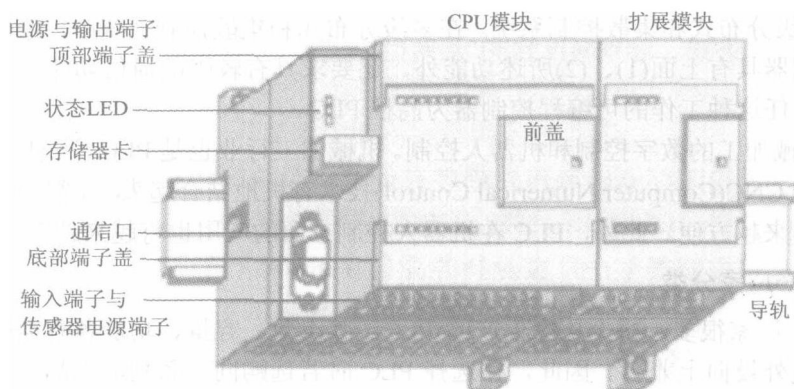


图 1-1 整体式 PLC

(2) 模块式结构。这种形式的 PLC 各部分以单独的模块分开设置，如电源模块、CPU 模块、输入模块、输出模块及其他智能模块等。这种 PLC 一般设有机架底板(也有的 PLC 为串行连接，没有底板)，在底板上若有若干插槽，使用时，各种模块直接插入机架底板即可，如图 1-2 所示。这种结构的 PLC 配置灵活，装备方便，维修简单，易于扩展，可根据控制要求灵活配置所需模块，构成功能不同的各种控制系统。一般大、中型 PLC 均采用这种结构。模块式 PLC 的缺点是结构较复杂，各种插件多，因而增加了造价。

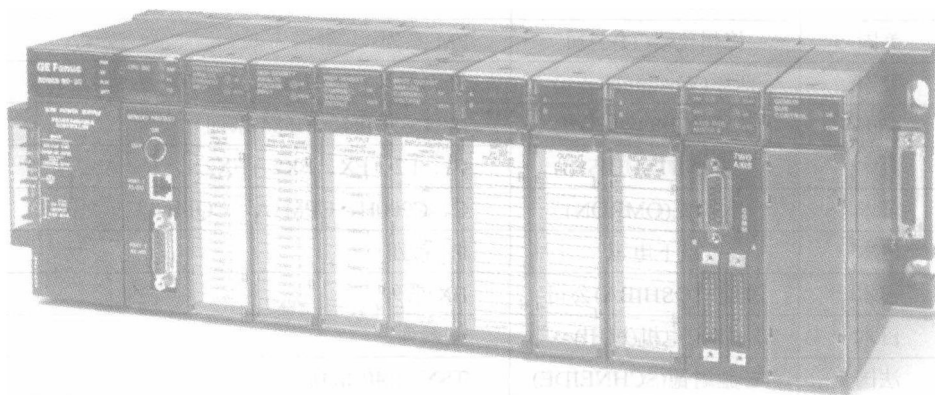


图 1-2 模块式 PLC

(3) 分散式结构。所谓分散式结构就是将可编程控制器的 CPU、电源、存储器集中放置在控制室，而将各 I/O 模块分散放置在各个工作站，由通信接口进行通信连接，由 CPU 集中指挥。

3. 根据用途分类

(1) 用于顺序逻辑控制。早期的可编程控制器主要用于取代继电器控制电路，完成如顺序、联锁、计时和计数等开关量的控制，因此顺序逻辑控制是可编程控制器最基本的控制功能，也是可编程控制器应用最多的场合。

(2) 用于闭环过程控制。可编程控制器用于闭环过程控制时, 可实现平滑连续调节。

(3) 用于多级分布式和集散控制系统。在多级分布式和集散控制系统中, 除了要求所选用的可编程控制器具有上面(1)、(2)所述功能外, 还要求具有较强的通信功能, 形成通信网络。显然, 能胜任这种工作的可编程控制器为高档 PLC。

(4) 用于机械加工的数控控制和机器人控制。机械加工行业也是 PLC 广泛应用的领域, 可编程控制器与 CNC(Computer Numerical Control)技术有机地结合起来, 使得用户对机械加工程序编制越来越方便。此外, PLC 在机器人控制方面的应用也将越来越多。

4. 根据生产厂家分类

PLC 的生产厂家很多, 每个厂家生产的 PLC, 其点数、容量、功能各有差异, 但都自成系列, 指令及外设向上兼容。因此, 在选择 PLC 时若选购同一系列的产品, 则可以使系统构成容易、操作人员使用方便, 备品配件的通用性及兼容性好。目前世界上生产可编程控制器的厂家已有 300 多个。在中国 PLC 市场, 西门子、三菱及 OMRON 等公司占据绝对的优势。表 1-1 列出了部分世界知名 PLC 生产厂家及其主要产品。

表 1-1 部分 PLC 生产厂家及产品品牌

国家	公 司	产品系列
德国	西门子(SIMATIC)	S5、S7-200、S7-300、S7-400 系列
美国	A-B	PLC-5 系列
美国	GE Fanuc	GE、90TM-30、90TM-70 系列
美国	哥德(GOULD)	PC、M84 系列
美国	德州仪器(TI)公司	PM 系列
美国	西屋(WestingHouse)	SY/MAX、PCHPPC、FC-700 系列
美国	莫迪康(MODICON)	M84、M484、M584 系列
日本	三菱(MITSUBISHI)	F1、F2、FX、FX2、FX2N、A、Ans 系列
日本	欧姆龙(OMRON)	C、C200H、CPM1A、CQMI、CV 系列
日本	松下电工	FP 系列
日本	东芝(TOSHIBA)公司	EX 系列
日本	富士电机(FUJI)	N 系列
法国	TE 施耐德(SCHNEIDE)	TSX、140 系列

我国 PLC 厂家的规模一般都不大, 最有影响的是无锡的华光, 该公司生产多种型号与规格的 PLC, 如 SU、SG 等。我国的 PLC 发展快, 在价格上很有优势, 相信会在世界 PLC 之林中占据一定位置。

1.4 PLC 与其他控制系统的比较

1. 可编程控制器与继电器控制系统的比较

继电器控制系统工艺过程改变时, 其控制柜必须重新设计, 重新配线, 工作量相当大, 有时甚至相当于重新设计一台新装置。而 PLC 由于应用了微电子技术和计算机技术, 各种

控制功能都是通过软件来实现的, 如果需要改变生产工艺过程, 只需改变程序及极少的连接线即可适应生产工艺过程的改变。同时, PLC 能处理工业现场的强电信号, 如交流 220 V、直流 24 V, 并可直接驱动功率部件(一般负载电流为 2 A), 可长期在严酷的工业环境中工作。从适应性、可靠性、安装维护等各方面比较, PLC 都有着显著的优势, 因此 PLC 控制系统取代以继电器为基础的控制系统是现代控制系统发展的必然趋势。

2. 可编程控制器与集散控制系统的比较

PLC 与集散控制系统(DCS)在发展过程中, 始终是互相渗透、互为补充的。它们分别由两个不同的古典控制系统发展而来。PLC 是由继电器逻辑控制系统发展而来的, 所以它在数字处理、顺序控制方面具有一定优势。集散控制系统是由单回路仪表控制系统发展而来的, 所以它在模拟量处理、回路调节方面具有一定优势, 初期主要侧重于回路调节功能。这两种系统都随着微电子技术、大规模集成电路技术、计算机技术、通信技术等技术的发展而发展, 同时又向对方扩展自己的技术功能。PLC 在 20 世纪 60 年代问世之后, 于 20 世纪 70 年代进入了实用化阶段, 后来又增加了数值计算、闭环控制等功能。PLC 与上位计算机之间相互连成网络, 构成以可编程控制器为主要部件的初级控制系统。集散控制系统自 20 世纪 70 年代问世之后, 发展非常迅速, 特别是单片微处理器的广泛应用和通信技术的成熟, 把顺序控制装置、数据采集装置、过程控制的模拟量仪表、过程监控装置有机地结合在一起, 产生了满足不同要求的集散型控制系统。现代 PLC 的模拟量控制功能很强, 多数都配备了各种智能模块, 以适应生产现场的多种特殊要求, 具有了 PID 调节功能和构成网络系统组成分级控制的功能以及集散系统所能完成的功能。集散控制系统既有单回路控制系统, 也有多回路控制系统, 同时也具有顺序控制功能。到目前为止, PLC 与集散控制系统的发展越来越接近, 很多工业生产过程既可以用 PLC, 也可以用集散控制系统实现其控制功能。综合 PLC 和集散控制系统各自的优势, 把二者有机地结合起来, 可形成一种新型的全分布式的计算机控制系统。

3. 可编程控制器与工业控制计算机系统的比较

工业控制计算机(简称工控机)是通用微型计算机适应工业生产控制要求发展起来的一种控制设备。它在硬件结构方面的总线标准化程度高、兼容性强, 而且软件资源丰富, 特别是有实时操作系统的支持, 故对要求快速、实时性强、模型复杂、计算工作量大的工业对象的控制具有优势。但是, 使用工业控制计算机要求开发人员具有较高的计算机专业知识和微机软件编程能力。

从可靠性方面看, PLC 是专为工业现场应用而设计的, 结构上采用整体密封或插件组合型, 采取了一系列抗干扰措施, 具有很高的可靠性。而工控机虽然也能够恶劣的工业环境下运行, 但毕竟是由通用机发展而来, 在整体结构上要完全适应现场生产环境, 还要做很多工作。另一方面, PLC 用户程序是在 PLC 监控程序的基础上运行的, 软件方面的抗干扰措施在监控方面已经考虑得很周全, 而工控机用户程序则必须考虑抗干扰问题, 一般的编程人员很难考虑周全, 这也是工控机应用系统比 PLC 应用系统可靠性低的原因。尽管现代 PLC 在模拟量信号处理、数值运算、实时控制等方面有了很大提高, 但在模型复杂、计算量大且计算较难、实时性要求较高的环境中, 工业控制计算机则更能发挥其专长。

1.5 PLC 的发展趋势

目前, PLC 的市场竞争十分激烈, 各大公司都看好中国这个巨大的 PLC 市场。西门子公司不断推出新的 PLC 产品, 巩固和发展其领先的技术优势和市场份额。S7-200、S7-300 系列可编程控制器在中小型 PLC 市场中极具竞争力, 1996 年又推出了中高档的 S7-400 系列 PLC、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。OMRON 公司、AB 公司、GE 公司等也都采取了各种策略, 争夺中国 PLC 市场。

随着技术的发展和市场需求的增加, PLC 的结构和功能也在不断改进。生产厂家不断推出功能更强的 PLC 新产品, 如 S7-300 属中型 PLC, 有很强的模拟量处理能力和数字运算功能, 用户程序容量达 96 KB, 具有许多过去大型 PLC 才有的功能, 它的扫描速度为 0.3 ms/1000 条指令, 超过了许多大型 PLC。总的看来, PLC 的发展趋势主要体现在以下几个方面:

(1) 网络化。主要是朝 DCS 方向发展, 使其具有 DCS 系统的一些功能。网络化和通信能力强是 PLC 发展的一个重要方面, 向下将多个 PLC、多个 I/O 框架相连, 向上与工业计算机、以太网等相连构成整个工厂的自动化控制系统。现场总线技术(PROFIBUS)在工业控制中将会得到越来越广泛的应用。S7-300 PLC 可以通过多点接口 MPI(Multi-Point Interface)直接与多个计算机、编程器、操作员面板及其他厂家的 PLC 相连。

(2) 多功能。为了适应各种特殊功能的需要, 各公司陆续推出了多种智能模块。智能模块是以微处理器为基础的功能部件, 它们的 CPU 与 PLC 的 CPU 并行工作, 占用主机 CPU 的时间很少, 有利于提高 PLC 扫描速度和完成特殊的控制要求。智能模块主要有模拟量 I/O、PID 回路控制、通信控制、机械运动控制(如轴定位、步进电动机控制)、高速计数等。由于智能 I/O 的应用, 使过程控制的功能和实时性大为增强。

(3) 高可靠性。由于控制系统的可靠性日益受到人们的重视, 一些公司已将自诊断技术、冗余技术、容错技术广泛应用到现有产品中, 推出了高可靠性的冗余系统, 并采用热备用或并行工作。例如, S7-400 即使在恶劣的工业环境下依然可正常工作, 在操作运行过程中模板还可热插拔。

(4) 兼容性。现代 PLC 已不再是单个的、独立的控制装置, 而是整个控制系统中的一部分或一个环节, 兼容性是 PLC 深层次应用的重要保证。例如, SIMATIC M7-300 采用与 SIMATIC S7-300 相同的结构, 可使用 SIMATIC S7 模块, 其显著特点是与通用微型计算机兼容, 可运行 MS-DOS/Windows 程序, 适合于处理数据量大、实时性强的工程任务。

(5) 小型化, 简单易用。随着应用范围的扩大和用户投资规模的不同, 小型化、低成本、简单易用的 PLC 将广泛应用于各行各业。小型 PLC 由整体结构向小型模块化发展, 增加了配置的灵活性。

(6) 编程语言向高层次发展。PLC 的编程语言在原有梯形图语言、顺序功能块语言和指令表语言的基础上, 正在不断丰富和向高层次发展。