



卓越系列·教育部高职高专自动化技术类专业教指委推荐教材



可编程控制器技术及应用

(西门子S7-200系列)

TECHNIQUE AND APPLICATION
OF PROGRAMMABLE
LOGIC CONTROLLER

主 编 王 芹 滕今朝



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

卓越系列·教育部高职高专自动化技术类专业教指委推荐教材

可编程控制器技术及应用

(西门子 S7-200 系列)

Technique and Application of Programmable Logic Controller

主 编 王 芹 滕今朝

副主编 苗 蓉 黄 法

参 编 林京娜 王 芳 李松源

王 浩 孔 杰 李 江



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书是国家示范性高等职业院校建设项目之一,是编者在多年从事 PLC 教学、培训及科研的基础上编写的。本书以西子公司的 S7-200 为例,共分 10 个模块。其中,模块一、二、三介绍了 PLC 的基础知识及 S7-200 系列 PLC 的基本指令;模块四介绍了顺序功能图;模块五、六介绍了 S7-200 的功能指令;模块七介绍了模拟量模块的使用方法及 PID 控制的有关知识;模块八讲解了 S7-200 的网络知识;模块九、十介绍了 PLC 系统设计知识及典型工程案例。

本书可作为高职高专院校电气自动化、过程控制技术、机电一体化专业学生的教材,也可供开发应用 PLC 的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器技术及应用:西门子 S7-200 系列/王芹,
滕今朝主编. —天津:天津大学出版社,2008.3

ISBN 978-7-5618-2630-0

I. 可… II. ①王…②滕… III. 可编程序控制器 IV.
TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 018907 号

出版发行	天津大学出版社
出 版 人	杨欢
地 址	天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话	发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址	www.tjup.com
短信网址	发送“天大”至 916088
印 刷	廊坊市长虹印刷有限公司
经 销	全国各地新华书店
开 本	169mm×239mm
印 张	18.75
字 数	400 千
版 次	2008 年 3 月第 1 版
印 次	2008 年 3 月第 1 次
印 数	1-4 000
定 价	29.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

卓越系列·21 世纪高职高专精品规划教材

机械·电气·数控·模具系列

编审委员会

主任: 李佳特 北京机床研究所 FUNAC 机电有限公司 顾问/教授级高级工程师
李文 威海职业(技术)学院机电工程系 主任/教授

副主任: 周德崑 新东方模具有限公司 董事长/研究员
宋放之 北京航空航天大学 高级工程师
国家职业技能鉴定专家委员会数控专业委员会委员
金福吉 北京机床研究所 副总工艺师

委员(以姓氏笔画为序):

王平 烟台汽车工程职业学院 教务处副处长
王学军 天诺数控有限公司 总经理/高级工程师
卢荣威 天诺数控有限公司 副总经理/高级工程师
李一龙 烟台职业学院机械工程系 主任/教授
许家辉 参数技术有限公司(PTC) 工程师
陈红康 济南铁道职业技术学院机械工程系 主任/教授
杜洪香 潍坊职业学院机电工程系 主任/副教授
国兵 日照职业技术学院机电工程学院 副院长/副教授
胡全意 参数技术有限公司(PTC) 教育计划经理
祝瑞花 济南铁道职业技术学院电气工程系 主任/教授

前 言

可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller)通常称为 PLC,是近年来发展迅速的工业控制装置,已广泛应用于工业企业的各个领域。它是一种以微处理器为基础,综合了现代计算机技术、自动化技术和通讯技术发展起来的一种通用的工业自动控制装置。

本书是国家示范性高等职业院校建设项目之一,是编者在多年从事 PLC 教学、培训及科研的基础上编写的。本书打破传统的教材编写模式,以“任务驱动”方式和“教、学、做一体化”的教学模式进行编写,具有鲜明的职教特色;以实际应用工程任务为主线,突出了“工学结合”的特点。本教材注重将知识、技能和素质的培养有机地结合起来,体现出“任务驱动”“工学结合”的编写原则,可有效提高学生的学习兴趣及学习效率。

本书以西门子公司的 S7-200 为例,共分 10 个模块,前 8 个模块以“任务驱动”的方式进行编写,后 2 个模块以项目引导、任务驱动的方式编写。第一个模块“从传统控制到 PLC”,讲述了 PLC 的概念、组成及工作原理;第二个模块“认识 S7-200 系列 PLC”,讲述了 S7-200 系列 PLC 的外部接线、内部存储器结构、寻址方式、软件使用等内容;第三个模块“PLC 的编程基础”,主要以电动机的控制为切入点,介绍了 S7-200 的基本指令;第四个模块“顺序控制设计法”,介绍了顺序功能图的绘制和使用方法以及顺序功能图向梯形图的转换方法;第五个模块“PLC 的数据处理功能”,从实际的工程需求出发,在具体的项目中,介绍了 S7-200 的功能指令;第六个模块“其他的特殊指令”,介绍了 S7-200 的其他复杂的功能指令;第七个模块“PLC 模拟量处理及 PID 控制”,介绍了模拟量模块的使用方法及 PID 控制的有关知识;第八个模块“S7-200 的网络”,主要介绍了网络的基本概念和 S7-200 的联网实例;第九个模块“PLC 控制系统设计与维护”,从工程实例入手,介绍了 PLC 系统设计知识;第十个模块“PLC 应用实例”,介绍 PLC 应用的典型工程案例。本书有配套的电子课件。

全书由王芹、滕今朝主编。第一个模块由林京娜编写,第二个模块由孔杰编写,第三、四个模块由苗蓉编写,第五、六个模块由王芹编写,第七个模块由王芳编写,第八个模块由黄法编写,第九、十个模块由滕今朝编写。教材配套资源库由滕今朝负责,李松源、李江、王浩及部分学生参与制作。

此外,西门子(中国)公司宋继东先生为本书的编写提供大量的资料及技术援助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在不当和谬误之处,恳请有关专家和读者批评指正。

编 者

2008 年 3 月

目 录

绪论	(1)
模块一 从传统控制到 PLC	(7)
任务一 与 PLC 的初次会面	(7)
任务二 从传统的电气控制到 PLC	(8)
任务三 认识 PLC 的硬件	(10)
任务四 认识 PLC 的软件	(13)
任务五 了解 PLC 的工作原理	(15)
任务六 了解 PLC 的性能及选型	(17)
思考与练习	(19)
模块二 认识 S7-200 系列 PLC	(20)
任务一 认识 S7-200 系列 PLC 的硬件	(21)
任务二 S7-200 系列 PLC 的内存结构及寻址方法	(28)
任务三 认识 S7-200 系列 PLC 的软件	(33)
任务四 编程软件使用实践	(42)
思考与练习	(43)
模块三 PLC 的编程基础	(44)
任务一 电动机自锁运行	(44)
任务二 改进的电动机自锁运行	(49)
任务三 保护电动机的正反转控制	(54)
任务四 需要掌握的其他指令	(63)
任务五 改造三速异步电动机的继电器控制电路图	(66)
思考与练习	(69)
模块四 顺序控制设计法	(71)
任务一 学会画出系统的顺序功能图	(71)
任务二 学会使用启保停电路设计顺序功能图的梯形图程序	(78)
任务三 学会使用 SCR 指令设计顺序功能图的梯形图程序	(84)
思考与练习	(87)
模块五 PLC 的数据处理功能	(91)
任务一 数据的传送	(91)
任务二 数据的比较	(96)
任务三 数据的移位	(99)
任务四 数据的运算	(105)

任务五 数据的转换·····	(114)
任务六 表功能指令的使用·····	(120)
任务七 时钟指令的使用·····	(124)
思考与练习·····	(127)
模块六 其他的特殊指令·····	(128)
任务一 程序控制指令·····	(128)
任务二 子程序的使用·····	(134)
任务三 PLC 中断处理功能·····	(141)
任务四 高速计数器指令的使用·····	(148)
任务五 高速输出指令的应用·····	(156)
思考与练习·····	(163)
模块七 PLC 模拟量处理及 PID 控制·····	(165)
任务一 PLC 模拟量控制及应用·····	(165)
任务二 PID 控制及应用·····	(171)
思考与练习·····	(179)
模块八 S7-200 的网络·····	(180)
任务一 认识 S7-200 的通讯方式和通讯协议·····	(180)
任务二 学会使用 S7-200 CPU 网络读写指令编程·····	(188)
任务三 S7-200 CPU 自由端口模式·····	(198)
思考与练习·····	(204)
模块九 PLC 控制系统设计与维护·····	(206)
项目一 PLC 控制系统的设计·····	(206)
项目二 PLC 的故障诊断与维护·····	(224)
思考与练习·····	(230)
模块十 PLC 应用实例·····	(233)
项目一 机械手的应用·····	(233)
项目二 PLC 在 X62W 铣床控制中的应用·····	(238)
项目三 PLC 在液压传动组合机床控制中的应用·····	(246)
项目四 PLC 在阀门组多周期原料配比控制系统中的应用·····	(251)
项目五 PLC 在注塑机控制中的应用·····	(256)
项目六 PLC 在 MB322 型联合烫剪机上的应用·····	(260)
项目七 PLC 在恒压供水中的应用·····	(264)
思考与练习·····	(272)
附录 A S7-200 的特殊存储器(SM)标识位·····	(274)
附录 B S7-200 的 SIMATIC 指令集简表·····	(286)
参考文献·····	(292)

绪 论

一、PLC 的诞生

20 世纪 60 年代末期,美国汽车制造业竞争十分激烈。为了适应市场从少品种大批量生产向多品种小批量生产的转变,为了尽可能减少转变过程中控制系统的设计制造时间和成本,1968 年美国通用汽车公司 GM(General Motors)公开招标,要求用新的控制装置取代生产线上的继电接触器控制系统。其具体要求是:

- ①程序编制、修改简单,采用工程技术语言;
- ②系统组成简单,维护方便;
- ③可靠性高于继电接触器控制系统;
- ④与继电接触器控制系统相比,体积小,能耗小;
- ⑤购买、安装成本可与继电器控制柜竞争;
- ⑥能与中央数据收集处理系统进行数据交换,以便监视系统运行状态及运行情况;
- ⑦采用市电输入(美国标准系列交流电压值 115 V),可接受现场的按钮、行程开关信号;
- ⑧采用市电输出(美国标准系列交流电压值 115 V),具有驱动电磁阀、交流接触器、小功率电动机的能力;
- ⑨能以最小的变动及在最短的停机时间内,从系统的最小配置扩展到系统的最大配置;
- ⑩程序可存储,存储器容量至少能扩展到 4 kB。

根据上述要求,1969 年美国数字设备公司 DEC 首先研制出了世界上第一台可编程控制器 PDP-14,用于通用汽车公司的生产线,取得了满意的效果。由于这种新型工业控制装置可以通过编程改变控制方案,且专门用于逻辑控制,所以人们称这种新的工业控制装置为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称为 PLC。

二、PLC 的发展

PLC 的出现引起了世界各国的普遍重视。日本日立公司从美国引进了 PLC 技术并加以消化后,于 1971 年试制成功了日本第一台 PLC;1973 年德国西门子公司独立研制成功了欧洲第一台 PLC;我国从 1974 年开始研制 PLC,1977 年开始工业应用。

从 PLC 产生到现在,已发展到第四代产品。其过程基本如下。

第一代 PLC(1969—1972):大多用 1 位机开发,用磁芯存储器存储,只具有单一的逻辑控制功能,机种单一,没有形成系列化。

第二代 PLC(1973—1975):采用 8 位微处理器及半导体存储器,增加了数字运算、

传送、比较等功能,能实现模拟量的控制,开始具备自诊断功能,初步形成系列化。

第三代 PLC(1976—1983):随着高性能微处理器及位片式 CPU 在 PLC 中大量使用,PLC 的处理速度大大提高,从而促使它向多功能及联网通讯方向发展,增加了多种特殊功能,如浮点数运算、三角函数运算、表处理、脉宽调制输出等,自诊断功能及容错技术发展迅速。

第四代 PLC(1983 年至今):不仅全面使用 16 位、32 位高性能微处理器,高性能位片式微处理器, RISC(Reduced Instruction Set Computer)精简指令系统 CPU 等高级 CPU,而且在一台 PLC 中配置多个微处理器,进行多通道处理,同时生产了大量内含微处理器的智能模块,使第四代 PLC 产品成为具有逻辑控制功能、过程控制功能、运动控制功能、数据处理功能、联网通讯功能的真正名符其实的多功能控制器。

正是由于 PLC 具有多种功能,并集三电(电控装置、电仪装置、电气传动控制装置)于一体,使得 PLC 在工厂中备受欢迎,用量高居首位,成为现代工业自动化的三大支柱(PLC、机器人、CAD/CAM)之一。

由于 PLC 的发展,其功能已经远远超出了逻辑控制的范围,因而用“PLC”已不能描述其多功能的特点。1980 年,美国电气制造商协会(NEMA)给它起了一个新的名称,叫“Programmable Controller”,简称 PC。由于 PC 这一缩写在我国早已成为个人计算机(Personal Computer)的代名词,为避免造成名词术语混乱,因此在我国仍沿用 PLC 表示可编程控制器。

从 20 世纪 70 年代初开始,在不到 30 年的时间里,PLC 生产发展成为一个巨大的产业。据不完全统计,现在世界上生产 PLC 的厂家有 200 多家,生产大约 400 多个品种的 PLC 产品。其中在美国注册的厂商超过 100 多家,生产大约 200 多个品种的 PLC;日本有 70 家左右的 PLC 厂商,生产 200 多个品种;欧洲注册的厂家有十几个,生产几十个品种的 PLC。在世界范围内,PLC 产品的产量、销量、用量高居各种工业控制装置榜首,而且市场需求量一直按每年 15% 的比率上升。

目前,我国已可以生产中小型可编程控制器。上海东屋电气有限公司生产的 CF 系列、杭州机床电器厂生产的 DKK 及 D 系列、大连组合机床研究所生产的 S 系列、苏州电子计算机厂生产的 YZ 系列等多种产品已具备了一定的规模并在工业产品中获得应用。此外,无锡华光公司、上海乡岛公司等中外合资企业也是我国比较著名的 PLC 生产厂家。可以预见,随着我国现代化进程的深入,PLC 在我国将有更广阔的应用天地。

展望未来,PLC 会有更大的发展:从技术上看,计算机技术的新成果会更多地应用于可编程控制器的设计和制造上,会有运算速度更快、存储容量更大、智能更强的品种出现;从产品规模上看,会进一步向超小型及超大型方向发展;从产品的配套性上看,产品的品种会更丰富,规格会更齐全,完美的人机界面、完备的通讯设备会更好满足各种工业控制场合的需求;从市场上看,各国各自生产多品种产品的情况会随着国际竞争的加剧而打破,会出现少数几个品牌垄断国际市场的局面,出现国际通用

的编程语言;从网络的发展情况来看,可编程控制器和其他工业控制计算机组网构成大型的控制系统是可编程控制器技术的发展方向。目前的计算机集散控制系统 DCS (Distributed Control System)中已有大量的可编程控制器应用。伴随着计算机网络的发展,可编程控制器作为自动化控制网络和国际通用网络的重要组成部分,将在工业及工业以外的众多领域发挥越来越大的作用。

三、PLC 的特点

1. 可靠性高,抗干扰能力强

高可靠性是电气控制设备的关键性能。由于 PLC 运用现代大规模集成电路技术,采用严格的生产工艺制造,内部电路采取了先进的抗干扰技术,所以具有很高的可靠性。从 PLC 的机外电路来说,与同等规模的继电接触器系统相比,PLC 构成控制系统的电气接线及开关接点已减少到数百甚至数千分之一,故障率也就大大降低。

此外,PLC 带有硬件故障自我检测功能,出现故障时可及时发出警报信息。在应用软件中,应用者还可以编入外围器件的故障自诊断程序,使系统中除 PLC 以外的电路及设备也获得故障自诊断保护。这样,整个系统就具有极高的可靠性。

2. 配套齐全,功能完善,适用性强

PLC 发展到今天,已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品,可以用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑处理功能以外,现代 PLC 大多具有完善的数据运算能力,可用于各种数字控制领域。近年来 PLC 的功能单元大量涌现,使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。加上 PLC 通讯能力的增强及人机界面技术的发展,使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。

3. 易学易用,深受工程技术人员欢迎

PLC 作为通用工业控制计算机,是面向工矿企业的工控设备。它接口容易,编程语言易于被工程技术人员接受。梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近,只用 PLC 的少量开关量逻辑控制指令就可以方便地实现继电器电路的功能,为不熟悉电子电路、不懂计算机原理和汇编语言的人使用计算机从事工业控制打开了方便之门。

4. 系统的设计、建造工作量小,维护方便,容易改造

PLC 用存储逻辑代替接线逻辑,大大减少了控制设备外部的接线,使控制系统设计及建造的周期大为缩短,同时维护也变得容易起来。更重要的是使同一设备经过改变程序改变生产过程成为可能,这很适合多品种、小批量的生产场合。

5. 体积小,重量轻,能耗低

以超小型 PLC 为例,新近出产的品种底部尺寸小于 100 mm,重量小于 150 g,功耗仅数瓦。由于体积小,很容易装入机械内部,因而是实现机电一体化的理想控制设备。

四、PLC 的应用领域

目前,PLC 在国内外已被广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业,使用情况大致可归纳为如下几类。

1. 开关量的逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域,它取代传统的继电器电路,实现逻辑控制、顺序控制,既可用于单台设备的控制,也可用于多机群控及自动化流水线,如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

2. 模拟量控制

在工业生产过程当中,有许多连续变化的量,如温度、压力、流量、液位和速度等都是模拟量。为了使可编程控制器处理模拟量,必须实现模拟量(Analog)和数字量(Digital)之间的 A/D 转换及 D/A 转换。PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块,使可编程控制器用于模拟量控制。

3. 运动控制

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。从控制机构配置来说,早期直接用于开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构,现在一般使用专用的运动控制模块,如可驱动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能,广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

4. 过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机,PLC 能编制各种各样的控制算法程序,完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法。大中型 PLC 都有 PID 模块,目前许多小型 PLC 也具有此功能模块。PID 处理一般是运行专用的 PID 子程序。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

5. 数据处理

现代 PLC 具有数学运算(含矩阵运算、函数运算、逻辑运算)、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较,完成一定的控制操作,也可以利用通讯功能传送到其他的智能装置,或将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统,如无人控制的柔性制造系统;也可用于过程控制系统,如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

6. 通讯及联网

PLC 通讯含 PLC 间的通讯及 PLC 与其他智能设备间的通讯。随着计算机控制的发展,工厂自动化网络发展得很快,各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通讯功能,纷纷推出各自的网络系统。新近生产的 PLC 都具有通讯接口,通讯非常方便。

五、PLC 分类

1. 根据其外形和安装结构分

(1) 单元式(整体式)结构

单元式结构的特点是结构非常紧凑。单元式的可编程控制器可以直接装入机床或电控柜中。它把可编程控制器的三大组成部分都装在一个金属或塑料外壳之中,即将所有的电路都装入一个模块内,构成一个整体。这样,体积小,成本低,安装方便。为了达到输入输出点数灵活配置及易于扩展的目的,某一系列的产品通常都由不同点数的基本单元和扩展单元构成。其中的某些单元为全输入或全输出型。单元的品种越丰富,配置就越灵活。西门子的 S7-200 系列 PLC,三菱的 F1、F2 系列 PLC,欧姆龙的 CPM1A、CPM2A 系列 PLC 就属于这种形式。它们都属于小型可编程控制器。必须指出,最新发展的小型可编程控制器结构也开始吸收模块式结构的特点。各种不同点数的可编程控制器都做成同宽、同高、不同长度的模块,几个模块装起来后就成了一个整齐的长方体结构。

现在,可编程控制器还有许多专用的特殊功能单元。在小型可编程控制器中,也可以根据需要配置各种特殊功能单元。例如,西门子 S7-200 系列产品可配置热电阻、热电偶、模拟量输入输出模块等,三菱 F1 和 F2 系列产品可配置模拟量 I/O 单元、高速计数单元、位置控制单元、凸轮控制单元、数据输入输出单元等。大多数单元都是通过主单元的扩展口与可编程控制器主机相连的;部分特殊功能单元通过可编程控制器的编程器接口相连接;还有的通过主机上并联的适配器接入,不影响原系统的扩展。

S7-200 系列 PLC 属于典型的单元式结构,它由基本单元、扩展单元、扩展模块及特殊适配器等四种产品构成,用基本单元或将上述各种产品组合起来使用均可。不管用何种基本单元与扩展单元或扩展模块组合,均可使所控制的输入输出点数达 128 点。

(2) 模块式结构

模块式可编程控制器采用搭积木的方式组成系统,在一个机架上插上 CPU、电源、I/O 模块及特殊功能模块,构成一个总 I/O 点数很多的大规模综合控制系统。

这种结构形式的特点是 CPU 为独立的模块,输入输出也是独立的模块。因此配置很灵活,可以根据不同的系统规模选用不同档次的 CPU 及各种 I/O 模块、功能模块。其模块尺寸统一、安装整齐,对于 I/O 点数很多的系统选型、安装调试、扩展、维修等都非常方便。目前大型系统多采用这种形式,如 S7-400 系列 PLC 等。这种结构形式的可编程控制器除了各种模块以外,还需要用机架(主机架、扩展机架)将各模块连成整体;有多块机架时,还要用电缆将各机架连在一起。

(3) 叠装式结构

以上两种结构各有特色。前者结构紧凑、安装方便、体积小巧,易于与机床、电控

柜相连成一体,但由于点数有搭配关系,加之各单元尺寸大小不一,因此不易安装整齐。后者点数配置灵活,又易于构成较多点数的大系统,但尺寸较大,难于与小型设备相连。为此,有些公司开发出叠装式结构的 PLC。它的结构也是各种单元、CPU 自成独立的模块,但安装不用机架,仅用电缆进行单元间连接,且各单元可以一层层地叠装。这样,既达到了配置灵活的目的,又可以做得体积较小。

2. 按点数、功能分

(1) 小型 PLC

小型 PLC 又称为低档 PLC。这类 PLC 的规模较小,它的输入输出点数一般从 20 点到 128 点。其中输入输出点数小于 64 点的 PLC 又称为超小型机。用户存储器容量小于 2 kB,具有逻辑运算、定时、计数、移位、自诊断及监控等基本功能,有些还有少量的模拟量 I/O、算术运算、数据传送、远程 I/O 和通讯等功能,可用于开关量控制、定时/计数控制、顺序控制及少量模拟量控制等场合,通常用来代替继电器—接触器控制,在单机或小规模生产过程中使用。常见的小型 PLC 产品有三菱公司的 F1、F2 和 FX0,欧姆龙 CPM * 系列,西门子公司的 S7 - 200 系列和施耐德电气公司的 NEZA 系列、Twido 系列等。

(2) 中型 PLC

中型 PLC 的 I/O 点数通常在 120 点至 512 点之间,用户程序存储器的容量为 2 ~ 8 kB,除具有小型机的功能外,还具有较强的模拟量 I/O、数字计算、过程参数调节(如比例、积分、微分(PID)调节)、数据传送与比较、数制转换、中断控制、远程 I/O 及通讯联网功能。适用于既有开关量又有模拟量的较为复杂的控制系统,如大型注塑机控制、配料和称重等中小型连续生产过程控制,常见的机型有三菱公司的 A1S 系列,立石公司的(欧姆龙)C200H、C500,西门子公司的 S5 - 115U、S7 - 300 等。

(3) 大型 PLC

大型 PLC 又称为高档 PLC,I/O 点数在 512 点以上,其中 I/O 点数大于 8 192 点的又称为超大型 PLC。用户程序存储器容量在 8 kB 以上,除具有中型机的功能外,还具有较强的数据处理、模拟调节、特殊功能函数运算、监视、记录、打印等功能,以及强大的通讯联网、中断控制、智能控制和远程控制等功能。由于大型 PLC 具有比中小型 PLC 更强大的功能,因此一般用于大规模过程控制、分布式控制系统和工厂自动化网络等场合,如三菱公司的 A3M、A3N,立石公司的 C100H、C2000H,AB 公司的 PLC - 5 以及西门子公司 S5 - 135U、S5 - 155U、S7 - 400 等都属于大型 PLC。

模块一 从传统控制到 PLC

学习目标

学习了本模块之后,你需要

- 了解 PLC 的基本概念;
- 熟悉从传统的电气控制到 PLC 控制的转换;
- 熟悉 PLC 硬件的构成及各部分的功能;
- 熟悉 PLC 的软件构成;
- 熟悉 PLC 的编程语言及各种编程语言的特点;
- 了解 PLC 的工作原理,熟悉 PLC 的扫描工作模式;
- 了解 PLC 的性能与选型。



任务一 与 PLC 的初次会面

可编程控制器(简称 PLC)在图 1.1 所示的整个控制系统中起着怎样的作用呢?

在全集成化的控制系统中,PLC 是最基本的控制设备,收集来自现场各种传感器信号及操作者的控制信息作为输入信号,执行存储器中用户编写的程序,并将程序执行结果输出,驱动相应电动阀门的开关、电动机的启动和调速等。

国际电工委员会(IEC)对 PLC 的定义是:“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,并通过数字的、模拟的输入和输出,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,都应按易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。”

本教材里介绍的 S7-200 系列 PLC 在自动化系统中有其强大功能,使用范围可涵盖从替代继电器的简单控制到更复杂的自动化控制;应用领域可涵盖所有与自动检测、自动化控制有关的工业及民用领域,包括各种机床、机械、电力设施、民用设施、环境保护设备等,具体如冲压机床、磨床、印刷机械、橡胶化工机械、中央空调、电梯控制和运动系统等。

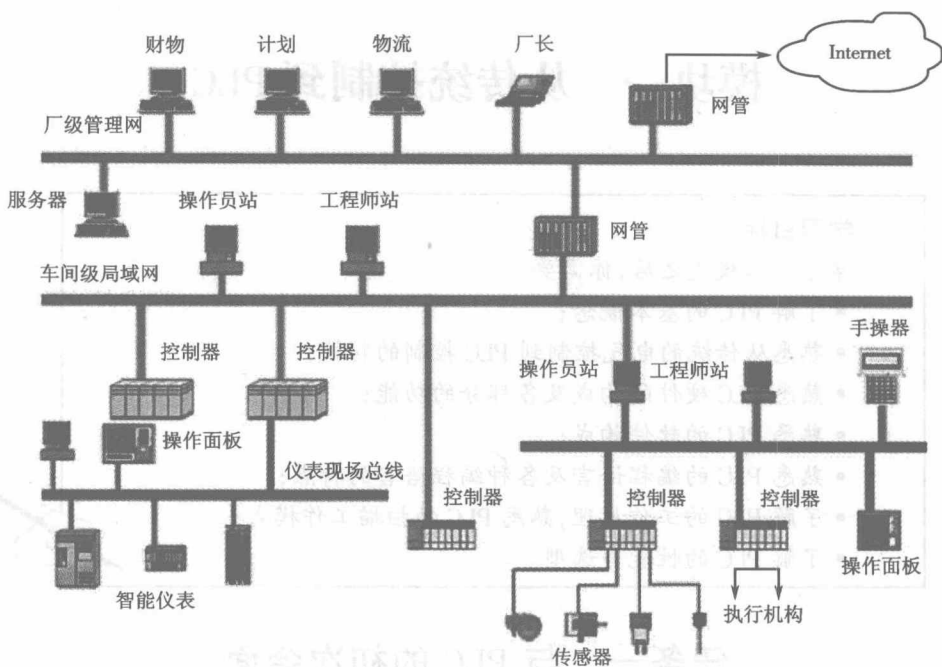


图 1.1 全集成控制系统

任务二 从传统的电气控制到 PLC

电气控制是一个内容十分广泛的概念,电路的通断、电动阀门的开关、电动机的启动与调速等,都属于电气控制的范畴。传统的继电器接触器控制系统具有结构简单、价格低廉、容易操作、技术难度较小等优点,所以长期以来被广泛应用于工业控制的各种领域中。

下面用 PLC 改进传统的鼠笼式异步电动机的启动、制动控制方式,并对使用传统控制方式和 PLC 控制方式进行比较。

一、使用传统方式控制的电动机自锁运行

继电器接触器控制电路如图 1.2 所示。当按下启动按钮 SB1 后,继电器线圈 KM 通电,主电路中 KM 主触点闭合,电动机开始运行,同时控制电路中的 KM 辅助触点闭合形成自锁;当按下停止按钮 SB2 时,继电器线圈 KM 断电,电动机停止运行。

这种传统的继电器接触器控制方式控制逻辑清晰,采用机电合一的组合方式便于普通机类或电类技术人员维修,但由于使用的电气元件体积大、触点多、故障率大,所以运行的可靠性较低。

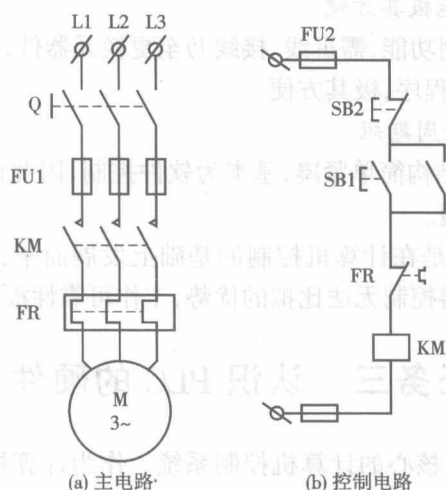


图 1.2 继电器接触器控制电路

二、使用 PLC 控制的电动机自锁运行

采用 PLC 实现电动机的自锁运行,是将传统的继电器控制和计算机控制结合起来实现控制过程。采用 PLC 实现的控制电路如图 1.3 所示。

PLC 控制电路的控制逻辑由 PLC 内部的程序实现,与传统的继电器接触器控制系统基本一致。关于 PLC 是如何结合继电器接触器控制来实现控制过程的,将在后续项目中介绍。

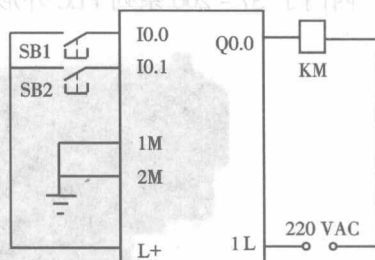


图 1.3 PLC 控制电路

三、电动机的传统控制方法和 PLC 控制方法的比较

比较上面两个图,可以看出,使用 PLC 控制之后,所需要的硬件接线只是作为 PLC 输入的操作者控制信号和作为输出的控制电动机运行信号。这种控制方式的改变,使这两者之间有许多不同。

1. PLC 控制系统结构紧凑

继电器接触器控制系统使用电器多,体积大且故障率大;PLC 控制系统结构紧凑,使用电器少,体积小。

2. PLC 内部大部分采用“软”逻辑

继电器接触器控制全部用“硬”器件、“硬”触点和“硬”线连接,为全硬件控制,机械式触点动作慢,弧光放电严重;PLC 内部大部分采用“软”器件、“软”触点和“软”线连接,为软件控制,“软”触点动作快。

3. 改变 PLC 控制功能极其方便

改变继电器接触器控制功能,需拆线、接线乃至更换元器件,比较麻烦;而改变 PLC 控制功能,一般只需修改程序,极其方便。

4. PLC 控制系统制造周期短

由于 PLC 控制系统结构简单紧凑,基本为软件控制,因此设计、施工与调试周期比继电器接触器控制系统短。

此外,由于 PLC 技术是在计算机控制的基础上发展而来,因此它的软硬件设置上有着传统的继电器接触器控制无法比拟的优势,工作可靠性极高。

任务三 认识 PLC 的硬件

PLC 是以微处理器为核心的计算机控制系统。作为计算机系统,它同样由硬件系统和软件系统两部分构成。虽然各厂家 PLC 硬件产品种类繁多,功能和指令系统存在差异,但组成和基本工作原理大同小异。

西门子 S7-200 系列 PLC 外形如图 1.4 所示。

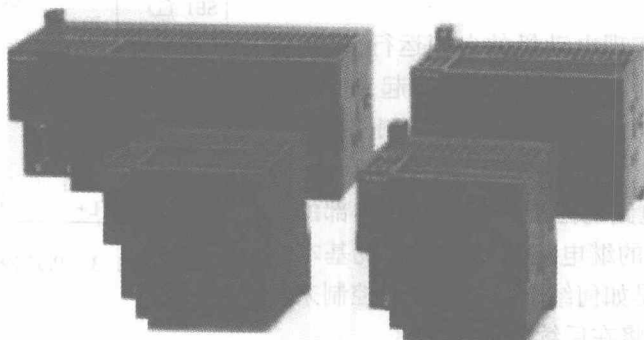


图 1.4 S7-200 系列 PLC 外形

PLC 的硬件系统主要由中央处理单元(CPU)、I/O 接口、I/O 扩展接口、存储器、电源等几个部分组成,如图 1.5 所示。

1. 中央处理单元(CPU)

PLC 的中央处理器与一般的计算机系统一样,是 PLC 的控制中枢,其性能决定了 PLC 的性能。它按 PLC 中程序赋予的功能有条不紊地进行工作。

2. 存储器(RAM/ROM)

存储器是具有记忆功能的半导体电路,主要用来存放系统程序、用户程序和工作数据等。PLC 中使用的存储器由只读存储器(ROM)、随机存储器(RAM)及可擦除只读存储器(EPROM)组成。存储器是衡量 PLC 性能的一个重要指标。

只读存储器(ROM)用于存放厂家编写的系统程序,它决定了 PLC 的功能。用户