



SIMATIC S7-200

可编程序控制器教程

主编 温照方

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

SIMATIC S7 – 200

可编程序控制器教程

主编 温照方

编者 李燕民 李宇峰 吴仲

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

SIMATIC S7-200 可编程序控制器教程/温照方主编. —北京:
北京理工大学出版社, 2002. 9

ISBN 7-81045-946-5

I S... II 温... III 可编程序控制器-高等学校-教材
IV TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 026814 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68912844(发行部)

网 址 / <http://www.bjpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bjpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京房山先锋印刷厂

装 订 / 天津市武清区高村印装厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1 / 16

印 张 / 8.75

字 数 / 206 千字

版 次 / 2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

印 数 / 1~4000 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 12.50 元

责任印制 / 母长新

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

西门子的 SIMATIC S7 系列是市场上流行的具有代表性的可编程序控制器,它包括 S7 - 200、S7 - 300、S7 - 400 三大类,其中 S7 - 200 是小型可编程序控制器,可以应用于各种小型自动化系统,具有紧凑的设计,良好的扩展性,安全可靠的通讯,界面友好的编程软件,高速的处理能力,强大的指令集。

可编程序控制器是一种新型的工业自动化控制装置,在今后的工业控制领域中它必将迅速发展并成为主流,因此在各工科院校自动控制、机电一体化等专业开设这门课程是很有必要的。本书以 S7 - 200 可编程序控制器为主,介绍了可编程序控制器存储器的数据类型及寻址方式,较详细地叙述了 S7 - 200 可编程序控制器的各种控制功能和指令,并配有简单而实用的应用实例,便于自学。

本书还介绍了 S7 - 200 可编程序控制器的编程软件和使用方法,重点讲解了如何输入梯形图逻辑程序,如何下载和测试程序等,并有上机指导练习。读者可以借助于这本书独立掌握软件的使用方法,熟悉基本指令。本书还配有可编程序控制器的基本实验和综合实验,加强了对可编程序控制器的综合性和应用性的训练。

本书由温照方担任主编,并编写了第 4 章 1 ~ 8 节、11 ~ 12 节;李燕民编写了第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章第 9 节;李宇峰编写了第 4 章第 10 节、第 5 章、第 7 章第 11 节及附录 1、附录 2、附录 3;吴仲编写了第 6 章、第 7 章 1 ~ 10 节、第 8 章。本书在编写过程中参阅了西门子公司提供的大量资料,在此对西门子中国有限公司的大力支持表示衷心感谢。本书由西门子北京自动化与驱动培训中心高级工程师李瀛先生进行了全面审阅,并提出了宝贵的修改意见,在此表示衷心感谢。由于水平所限,时间仓促,书中难免有错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

2002 年 5 月

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 可编程序控制器的产生和发展	(1)
1.2 可编程序控制器的定义、功能和特点	(2)
1.3 可编程序控制器的基本性能指标和分类	(4)
1.4 可编程序控制器的典型产品	(5)
第 2 章 可编程序控制器的工作原理	(8)
2.1 可编程序控制器的基本结构	(8)
2.2 可编程序控制器各部分的作用	(9)
2.3 可编程序控制器的工作原理	(12)
2.4 可编程序控制器的编程语言	(14)
第 3 章 S7-200 CPU 存储器的数据类型及寻址方式	(16)
3.1 S7-224 CPU 存储器的有效范围和特性	(16)
3.2 S7-200 CPU 存储器的直接寻址	(18)
3.3 S7-200 CPU 存储器区域的 SIMATIC 间接寻址	(25)
第 4 章 S7-200 可编程序控制器指令	(27)
4.1 概述	(27)
4.2 位逻辑指令	(28)
4.3 定时器及计数器指令	(31)
4.4 程序控制指令	(37)
4.5 传送和比较指令	(40)
4.6 逻辑操作指令	(42)
4.7 移位和循环移位指令	(44)
4.8 数学运算指令	(47)
4.9 高速计数器指令	(52)
4.10 中断指令和通讯指令	(62)
4.11 其他指令	(73)
4.12 编程实例	(81)
第 5 章 S7-200 可编程序控制器的编程系统	(85)
5.1 S7-200 可编程序控制器编程系统简介	(85)
5.2 STEP 7-Micro/WIN32 编程软件使用简介	(87)
第 6 章 如何用 STEP 7-Micro/WIN32 编程和调试	(94)
6.1 STEP 7-Micro/WIN32 编程的概念和规则	(94)

6.2	如何输入梯形逻辑程序·····	(95)
6.3	如何下载和上装程序·····	(98)
6.4	如何对程序进行调试和监控·····	(98)
第 7 章	SIMATIC 基本指令的上机练习 ·····	(101)
7.1	位逻辑指令 ·····	(101)
7.2	传送指令 ·····	(102)
7.3	比较指令 ·····	(103)
7.4	定时器指令 ·····	(103)
7.5	计数器指令 ·····	(105)
7.6	整数数学运算指令 ·····	(105)
7.7	逻辑操作指令 ·····	(106)
7.8	移位和循环移位指令 ·····	(107)
7.9	程序控制指令 ·····	(107)
7.10	掉电保持指令·····	(108)
7.11	A/D、D/A 指令 ·····	(108)
第 8 章	可编程序控制器的基本实验及综合实验 ·····	(111)
8.1	实验一 三相异步电动机的 Y - Δ 启动实验 ·····	(111)
8.2	实验二 多级传送带实验 ·····	(113)
8.3	实验三 运料小车实验 ·····	(114)
8.4	实验四 节日彩灯实验 ·····	(116)
8.5	实验五 交通信号灯实验 ·····	(117)
附录 1	S7 - 200 CPU 的有效范围 ·····	(119)
附表 1	S7 - 200 CPU 存储器范围和特性一览表·····	(119)
附表 2	S7 - 200 CPU 操作数范围·····	(120)
附录 2	CPU 224(DC/DC/DC)连线端子图 ·····	(122)
附录 3	综合实验程序 ·····	(123)
参考文献	·····	(132)

第1章 概 论

可编程序控制器(Programmable Controller 简称 PC),早期称为可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称 PLC),是专门为工业自动控制而设计的一种控制装置。鉴于现在 PC 已成为个人计算机(Personal Computer)的代名词,为避免混淆,一般仍将 PLC 作为可编程序控制器的简称。

1.1 可编程序控制器的产生和发展

20 世纪 60 年代末期,美国的汽车制造业迅速发展,行业竞争激烈,汽车更新换代加快,相应地要求生产线随之改变,其继电器接触器控制系统就要重新设计、安装。为了适应生产工艺不断更新的需要,减少重新设计控制系统的时间和费用,1968 年美国通用汽车公司首先公开招标研制新的工业控制器,并提出了“编程方便,可在现场修改和调试程序;维护方便;可靠性高;体积小;易于扩展”等 10 项指标。1969 年美国数字设备公司(DEC)中标,并根据上述要求研制出世界上第一台可编程序控制器 PDP-14,用在通用汽车公司的汽车自动装配线上,获得成功。尽管这第一台 PLC 仅具有逻辑控制、定时、计数等功能,但却标志着一种新型工业控制装置的问世。

1971 年,日本从美国引进了可编程序控制器的新技术,很快研制成日本第一台可编程序控制器 DSC-8。1973 年,西欧国家的各种可编程序控制器也相继研制成功。中国在 1974 年开始研制可编程序控制器,1977 年研制出第一台具有实用价值的可编程序控制器,并开始批量生产。

按控制功能来分,可编程序控制器的发展经历了四个阶段:

从第一台可编程序控制器问世到 20 世纪 70 年代中期,是可编程序控制器的初创时期。这一时期可编程序控制器的 CPU 由中小规模的数字集成电路组成,控制功能比较简单,主要用于逻辑运算和计时、计数运算。

从 20 世纪 70 年代中期到 70 年代末期,是可编程序控制器的功能扩展时期。这一时期 PLC 的控制功能有较大的扩展:包括数据的传送和比较、模拟量的运算等。

从 20 世纪 70 年代末期到 80 年代中期,是可编程序控制器的通信功能发展时期。与计算机通信的发展相适应,PLC 的通信功能也有了较大的发展,初步形成了分布式通信网络系统,产品的可靠性进一步提高,但制造厂商各自为政,产品自成系统。

从 20 世纪 80 年代中期开始是可编程序控制器的开放时期。这一时期通信系统的开放是 PLC 发展的主要标志:通信协议逐渐标准化,采用了标准的软件系统,增加了高级语言编程,各制造厂商的产品可以互相通信,产品的规模不断增大,增加了 CRT 显示功能等。

现代可编程序控制器的发展趋势

近年来,随着技术的发展和市场需求的增加,PLC 的结构和功能正在不断改进,各个生产

厂家不断推出 PLC 新产品,平均 3~5 年更新换代一次,有些新型中小型 PLC 的功能甚至达到或超过了过去大型 PLC 的功能。现代可编程序控制器有两个方面的发展趋势:

1. 发展微小型 PLC,使其体积更小、速度更快、功能更强、价格更低、配置更加灵活。由于自动控制系统规模的不同,小型化、低成本的 PLC 将广泛应用于各行各业,其组成由整体结构向小型模块化结构发展,增加了配置的灵活性,例如:SIEMENS 公司的 S7-200 的最小配置为 S7-221 有 6 DI/4 DO(数字量输入/数字量输出),而 S7-224 可扩展 7 个模块,最大达 94 DI/74 DO,16 AI/16 AO(模拟量输入/模拟量输出),可满足比较复杂的控制系统的要求。

2. 发展大型 PLC,使其具有大型网络化、高可靠、多功能、好的兼容性等特点。网络化和强化通讯能力是 PLC 发展的一个重要方面,向上与以太网、MAP 网等相连,向下通过现场总线(如:PROFIBUS 等)将多个 PLC 或远程 I/O 等相连,构成整个工厂的自动化控制系统。近年来各公司陆续推出各种智能模块,大大增强了 PLC 的控制功能。智能模块是以微处理器为基础的功能部件,其 CPU 与 PLC 的 CPU 并行工作,能够独立完成某些控制功能,如通讯控制、高速计数、模拟量输入输出等,使系统设计和调试时间减少,控制精度提高。好的兼容性是 PLC 深层次应用的重要保证,SIEMENS 公司的 S7 系列 PLC 与通用微机兼容,可运行 DOS/Windows 程序,PLC 的编程语言 STEP 7 可运行在 Windows 环境下,提供了很强的梯形图、语句表的编程、调试和诊断等功能,体现出现代 PLC 的特点。

1.2 可编程序控制器的定义、功能和特点

1.2.1 可编程序控制器的定义

可编程序控制器问世后,从 1976 年开始,美国电器制造商协会 NEMA(National Electrical Manufacturers Association)经过 4 年的调查研究,于 1980 年正式命名可编程序控制器为 PC,并对 PC 作了如下定义:

可编程序控制器是一种数字式的电子装置。它使用可编程序的存储器来存储指令,并实现逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等功能,用来对各种机械或生产过程进行控制。

1982 年,美国国际电工委员会 IEC(International Electrotechnical Commission)颁布了可编程序控制器标准草案,1985 年提交了第二版,1987 年的第三版对可编程序控制器作了如下定义:

可编程序控制器是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑计算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并能通过数字式或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的外围设备都应按照易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩展其功能的原则而设计。

1.2.2 可编程序控制器的功能

可编程序控制器的主要功能有:

(1) 逻辑控制功能。用 PLC 的与、或、非指令取代继电器触点串联、并联和其他逻辑连接,进行开关控制。

(2) 定时/计数控制功能。用 PLC 提供的定时器、计数器指令实现对某种操作的定时或计数控制。

(3) 顺序控制功能。用步进指令来实现在有多道加工工序的控制中,只有前一道工序完成后,才能进行下一道工序操作的控制。

(4) 数据处理功能。PLC 能进行数据传送、比较、移位、数制转换、算术运算与逻辑运算以及编码和译码等操作。

(5) A/D 与 D/A 转换功能。通过 A/D、D/A 模块完成模拟量和数字量之间的转换。

(6) 运动控制功能。通过高速计数模块和位置控制模块等进行单轴或多轴控制。

(7) 过程控制功能。通过 PLC 的 PID 控制模块实现对温度、压力、速度、流量等物理量进行闭环控制。

(8) 扩展功能。通过连接输入输出扩展单元(即 I/O 扩展单元)模块来增加输入输出点数,也可以通过附加各种智能单元及特殊功能单元来提高 PLC 的控制能力。

(9) 远程控制功能。通过远程 I/O 单元将分散在远距离的各种输入输出设备与 PLC 主机相连接,进行远程控制。

(10) 通信联网功能。通过 PLC 之间或与主控计算机的联网,实现较大规模的系统控制。

(11) 监控功能。PLC 能够监视系统运行的状态,对异常情况进行报警、显示、故障诊断以及自动终止其运行。

1.2.3 可编程序控制器的特点

可编程序控制器得以迅速发展和广泛使用的原因是由于它具有继电接触器控制装置和通用计算机以及其他控制系统所不具备的特点:

1. 运行稳定、可靠性高、抗干扰能力强

PLC 是为工业生产过程的控制而设计的,内部采用集成电路,接线大大减少;内部电路为无触点控制,元器件的寿命几乎不受限制;另外软、硬件采取了一系列提高可靠性和抗干扰的措施,如:系统硬件模块冗余、采用光电隔离、掉电保护、对干扰的屏蔽和滤波、在运行过程中允许模块热插拔、设置故障检测与自诊断程序以及其他措施等等,因此,运行稳定、可靠、抗干扰能力强。与继电器接触控制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. 设计、使用和维护方便

用户可以根据工程控制的要求,选择 PLC 主控模块和高功能模块进行灵活的配置,提高系统的性能价格比;若生产过程对控制功能的要求提高,则 PLC 可以方便地对系统进行扩充,如:通过扩展 I/O 单元来增加输入输出点数,通过多台 PLC 之间或 PLC 与上位机的通信,来扩展系统的功能。另外,利用 CRT 屏幕显示进行编程和监控,便于修改和调试程序,易于诊断故障,节省了维修时间。

3. 编程语言直观易学

可编程序控制器的编程面向生产过程、面向工程技术人员,PLC 的编程语言采用梯形逻辑图 LAD(Ladder Diagram)、语句表(或称助记符语言)STL(Statement List)和功能块图 FBD(Function Block Diagram),方便直观、易学易懂,还可以利用编程软件相互转换,工程设计和操作使用人员经过简单培训很快即可掌握。这些语言既可以用于顺序控制的梯级逻辑、软触发器与计时/计数器组合,代表相应的物理部件;也可以按照工艺流程,从采样、计算到输出,画出类似于控制过程的方框图,对过程进行跟踪控制,满足了不同控制操作的工程技术人员的需求。

4. 与网络技术相结合

近年来,PLC 得以迅速发展的一个关键因素是将网络技术和大容量、高速度信息交换技术转变为工业化产品,实现了远程控制和集散系统控制。它将网络上大型计算机极强的数据处理能力和管理功能与现场级网络中 PLC 的高可靠性结合起来,形成一种新型的全分布式的计算机控制系统。

5. 体积小、质量轻、能耗低

PLC 的体积小、质量轻,可装在控制柜内,在控制点数较少时,微小型 PLC 即可满足要求,如 SIEMENS 公司的 S7-221 的外形尺寸只有 90 mm×80 mm×62 mm,质量为 270 g,功耗仅为 4 W。

1.3 可编程序控制器的基本性能指标和分类

1.3.1 可编程序控制器的基本性能指标

(1) 输入输出点数(I/O 点数)。指可编程序控制器外部输入输出端子数,这是 PLC 的一项非常重要的技术指标,常用 I/O 点数来表征 PLC 的规模大小。

(2) 扫描速度。一般指 PLC 执行一条指令的时间,单位为 $\mu\text{s}/\text{步}$;有时也以执行一千条指令的时间来计算,单位为 $\text{ms}/\text{千步}$ 。

(3) 内存容量。一般指 PLC 存储用户程序的多少。

(4) 指令条数。指令条数(指令种类)的多少是衡量 PLC 软件功能强弱的主要指标。

(5) 内部寄存器。内部寄存器的配置情况是衡量 PLC 硬件功能的一个指标。

(6) 高功能模块。将高功能模块与主模块搭配,可实现一些特殊功能。常用的高功能模块有:A/D 模块、D/A 模块、高速计数模块、位置控制模块、通信模块、高级语言编辑模块等等。

另外,使用 PLC 时,还应考虑电源电压、抗噪声性能、直流输出电压、环境温度、湿度、质量和外形尺寸等性能指标。

1.3.2 可编程序控制器的分类

1. 按 PLC 的结构形式分为整体式和组合式

(1) 整体式结构 PLC。将中央处理器 CPU、电源部件、输入输出单元集中制造在一起,结

构紧凑,体积小,价格低,小型 PLC 常采用这种结构。

(2) 组合式结构 PLC。将各部分模块(CPU 模块、电源模块、I/O 模块等)分开制造,使用时将这些模块分别插入机架底座的插槽中,像积木一样组合起来,系统配置灵活方便、易于扩展,大中型 PLC 通常采用这种结构。

2 按控制规模分为小型机、中型机和大型机

(1) 小型机。I/O 点数在 128 点以下,内存容量在几 KB 左右,具有逻辑运算、定时、计数等功能,适用于开关量控制的场合;

(2) 中型机。I/O 点数在 128~512 点,内存容量在几十 KB 左右,除具有小型机的功能外,还增加了数据处理功能,并可配置模拟量输入输出模块,适用于小规模控制系统;

(3) 大型机。I/O 点数在 512~896 点,内存容量在几百 KB;

(4) 超大型机。I/O 点数在 896 点以上,内存容量在 1 000 KB 以上;

大型机和超大型机除具有中、小型机的功能外,又增加了联网通信、记录打印等功能,增强了编程终端的处理能力,适用于大规模的过程控制,可构成分布式控制系统

1.4 可编程序控制器的典型产品

目前,PLC 在国际市场上已经成为非常畅销的工业控制产品,采用 PLC 设计自动控制系统已成为世界潮流。PLC 的生产厂家和品种很多,其中著名的厂商有:美国的 AB(ALLEN-BRADLY)公司、通用电气公司等。欧洲有德国的西门子(SIEMENS)公司,法国的 TE 公司等。日本有 OMRON(欧姆龙)、三菱、富士等公司。中国从 20 世纪 70 年代后期相继引进了 PLC 控制系统和 PLC 生产线,进入 90 年代,PLC 的应用已渗透到国民经济的各部门和工业生产的各个领域,例如:在上海宝钢建设的一、二期工程中,就使用了国外 12 个厂家 30 多种机型,共计 600 多台 PLC。目前国内也已经自行研制、开发、生产出许多小型 PLC,应用于工厂的自动化控制系统中。

1 SIMATIC 系列

德国 SIEMENS 公司的可编程序控制器 SIMATIC S5 系列产品在中国较早形成市场,在大部分工业生产过程自动化控制领域,都得到过成功的应用,并开发了占有世界市场的一些标准的硬件和软件。1996 年 SIEMENS 公司推出 SIMATIC S7 系列的 PLC,它包括小型 PLC S7-200,中型 PLC S7-300,大型 PLC S7-400。S7 系列 PLC 产品的性能和使用范围各不相同,但具有以下特点:

(1) PLC 的核心 CPU 芯片已经升级到 Intel 80486,甚至采用 Pentium 处理器。

(2) 采用模块化紧凑设计,可按积木式结构进行系统配置,功能扩展非常灵活方便。

(3) 以极快的速度处理自动化控制任务,S7-200 和 S7-300 的扫描速度为 $0.37 \mu\text{s}/\text{指令}$

(4) 有很强的网络功能,可用多个 PLC,按照工艺或控制方式连接成工业网络,构成完整的生产过程控制系统,既可实现总线联网也可实现点到点通讯。如果采用相同的通讯协议,可同时并行使用 SIMATIC S5 和 S7 系列 PLC。

(5) 在软件方面,允许在 WINDOWS 操作平台下,使用相关的程序软件包、标准的办公室软件和工业通讯网络软件,可使用C++ 等高级语言环境。编程工具更为开放,可使用普通计算机或笔记本电脑,人机界面十分友好。

从某种意义上说,SIMATIC S7 系列 PLC 代表了现代可编程序控制器发展的方向。本书以分析 S7-200 的工作原理、编程方法、联网应用为主。

2. AB 系列

美国艾伦-布拉德利(ALLEY-BRADLEY)公司的可编程序控制器,在国际上具有很高的市场占有率。1995 年 AB、S+S、瑞斯罗克韦尔软件和道奇等公司合并为罗克韦尔(ROCKWELL)自动化集团之后,不但保持了 AB 可编程序控制器的品牌,而且其软件和相关硬件都有了很大发展。

在 20 世纪 80 年代中期,将 AB 公司的大型控制器 PLC-3(I/O 点数达 8192 点)和小型控制器 PLC-5/15、PLC-5/25 配合使用,在高速链路规约 DH+、DH 下,构成集中控制网络,成为许多大型工程的选择。90 年代,AB 公司使用代号为 1785 的普通系列产品 PLC-5/20、PLC-5/40、PLC-5/80,和具有以太网功能的产品 PLC-5/20E、PLC-5/40E、PLC-5/80E,构成三级控制网络形式的可编程序控制器系列产品,一度成为市场主流。PLC 分支型号为 /20、/40 和 /80 三种档次的 CPU,基本覆盖了输入输出点数在 256 ~ 4 096 点的范围。值得一提的是,AB 公司机箱、机架、电源、通讯和远程 I/O 链路扫描、输入输出模板等都进行了具有兼容意义的产品定型,主机称为 1785 系列,I/O 模块称为 1771 系列。

20 世纪 90 年代中期以来,AB 公司的产品有两个发展趋势:第一,PLC 机型向大型和小型及微小型方向延伸;第二,注意提高网络信息的实时性能,发展了网络控制。随着个人计算机技术日新月异地迅猛发展,可编程序控制器产品也随之发生了明显的变化。AB 公司推出具有新型控制网络功能的 1794 系列,以 PLC-5/20C、PLC-5/40C、PLC-5/80C 为代表,除了保持 DH+、DH 功能外,增加了一块外挂模板维持原有的以太网功能,并加入了称为 Control Net 的 C 网络功能。C 网络的突出特点是当外部事件发生后,在时间要求十分苛刻的条件下,能够迅速完成预期的快速数据采集和控制命令传输,提高了多处理器控制系统的实时控制功能。

3. OMRON 系列

日本 OMRON 公司(或称立石公司)的可编程序控制器,是较早进入中国市场并广泛用于自动化系统设计的产品之一。OMRON 公司的 SYSMAC C 系列可编程序控制器,包括最大 I/O 点数在 140 点以下的 C20P、C20 等微型 PLC;最大 I/O 点数在 480 点以下的 C120、C200H 等小型紧凑式配置 PLC;I/O 点数在 1 024 点的 C1000H 等中型 PLC;I/O 点数在 2 048 点的 C2000H 等大型 PLC,这种机型允许采用多处理器冗余结构。OMRON 系列可编程序控制器原是采用美国 MOTOROLA 公司微处理器芯片开发的产品,将其用于控制过程时,系统设计和软件开发各有特殊风格,此处仅简单介绍 C200H。

C200H 系统存储方式是将系统存储器、用户存储器、数据存储器 and 实际的输入输出接口、功能模板等,统一按绝对地址形式组成系统。它把数据存储和电器控制系统使用的术语合二为一,命名数据区为 I/O 继电器、内部辅助继电器、保持继电器、专用继电器、定时器/计数器

和数据存储区,将计算机物理内存与逻辑名称建立起一一对应关系,如 I/O 继电器对应输入输出设备的映像寄存器区。C200H 的指令系统十分丰富,共有 145 条指令,不仅支持梯形图逻辑,还支持比较复杂的算术运算、子程序和中断等功能,非常接近计算机的汇编语言。在进行控制系统设计时,从硬件、I/O 配置、软件框架到设备之间的时序关系均需用户自行规划和考虑,因此这种设计方法只适用于小型 PLC 控制系统。

第2章 可编程序控制器的工作原理

可编程序控制器是以微处理器为核心的数字式电子、电气自动控制装置,其实质是一种工业控制专用计算机。各种 PLC 的具体结构虽然多种多样,但其组成的原理基本相同,即均以微处理器为核心,并辅以外围电路和 I/O 单元等硬件所组成。与一般微机相同,PLC 各种控制功能的实现,不仅依赖于硬件,而且要靠软件的支持。PLC 作为继电接触控制系统的替代产品出现,但它与继电器控制逻辑的工作原理有很大的差别。

2.1 可编程序控制器的基本结构

可编程序控制器实质上是一种工业控制专用计算机,其组成与一般计算机基本相同。PLC 主要由中央处理器、存储器、输入单元、输出单元、电源等部分组成,其组成结构框图如图 2-1 所示。

对于整体式结构 PLC,所有部件都封装在同一机箱内;对于组合式结构 PLC,各功能部件分别独立封装,通过总线相互连接,安装在机架的插槽内,其组成结构框图如图 2-2 所示。

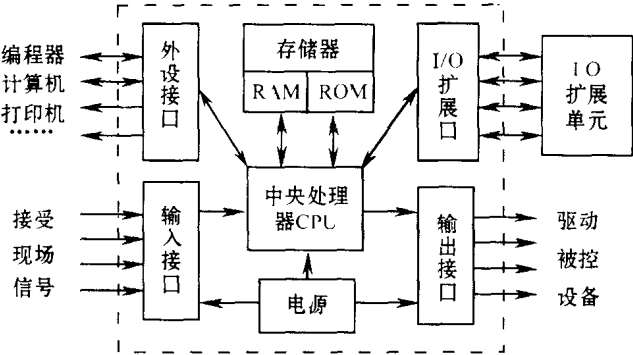


图 2-1

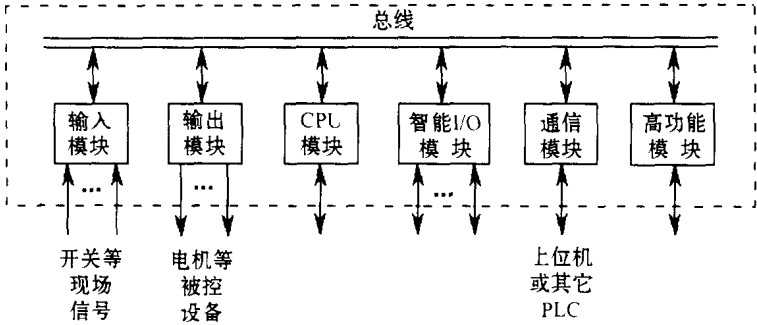


图 2-2

这里给出 S7-200 系列中 S7-224 CPU Micro PLC 的面板图,如图 2-3 所示。

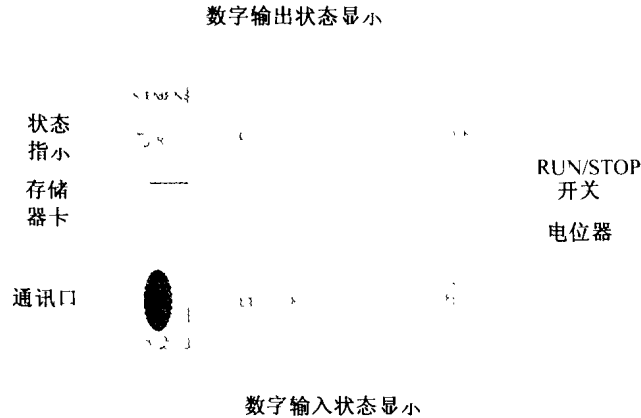


图 2-3

2.2 可编程序控制器各部分的作用

2.2.1 中央处理器 CPU

和一般微机一样,CPU 是 PLC 的运算和控制核心,控制其他所有部件的运行,功能相当于人的大脑。CPU 由运算器、控制器和寄存器等组成,通过地址总线、数据总线和控制总线与存储器、I/O 接口电路连接。CPU 主要完成以下功能:

(1) 从存储器中读取指令。CPU 从地址总线上给出地址,从控制总线上给出读命令,从数据总线上得到读出的指令,并存入 CPU 的指令寄存器中(CPU 是按照用户程序存储器中存放的先后顺序逐条读取指令的)。

(2) 执行指令。对存入指令寄存器的指令操作码进行译码,执行指令规定的操作,包括:用扫描工作方式采集从现场输入装置送来的状态或数据,并存入输入映像寄存器中,进行逻辑运算或算术运算;根据运算结果存储相应数据,并更新有关标志位和输出映像寄存器;将存于数据寄存器中的数据和处理结果送至输出接口电路;响应各种外部设备(如编程器、打印机、上位机等)的工作请求等等。

(3) 处理中断。CPU 除了能按顺序执行程序外,还接受内部或输入输出接口发来的中断请求,并进行中断处理,当中断处理完毕,再返回断点地址,继续顺序执行程序。

(4) 自诊断功能。诊断 PLC 电源、内部电路的工作状态等。

小型 PLC 一般采用 8 位微处理器,大型 PLC 很多采用 16 位微处理器或双微处理器,使之工作速度更快、更可靠。

2.2.2 存储器

存储器是具有记忆功能的半导体电路,一般由存储体、地址译码电路、读写控制电路和数

据寄存器组成,用来存放系统程序 and 用户程序。所谓系统程序,是指完成 PLC 各种控制功能的程序,只和机器硬件有关,由制造厂家编写。由于系统程序在 PLC 运行过程中是不变动的,一般固化到只读存储器(ROM)中;所谓用户程序,是使用者根据所控制的生产过程和工艺要求编写的程序,由用户通过编程装置输入到读写存储器(RAM)中,用户程序允许修改。

1 只读存储器(ROM)

ROM 中存放的系统程序主要包括以下内容:

(1) 检查程序。PLC 上电后,首先由检查程序检查 PLC 各部分的运行是否正常,并将检查结果显示出来;

(2) 键盘输入处理程序。解释、执行用户从键盘上发出的命令,将用户输入的程序送到 RAM 中;

(3) 编程语言翻译程序。将用户使用 PLC 编程语言(梯形图或助记符等)编写的控制程序翻译成计算机能够识别的机器代码程序,并对用户程序进行语法检查;

(4) 监控程序。根据实际控制的需要调用相应的内部程序。

中小型 PLC 多使用 EPROM 作只读存储器。

2. 读写存储器(RAM)

读写存储器又称随机存储器,存储单元中的内容可根据需要随时读出和写入,读出时,存储内容不会丢失;写入时,原存储内容被新写入的信息覆盖。RAM 中一般存放用户程序和逻辑变量。所谓逻辑变量是指输入寄存器、输出寄存器、内部辅助寄存器、定时/计数器等。

3 CPU 存储器保持

S7-200 CPU 提供了以下几种方法来确保用户程序、程序数据以及 CPU 的组态数据不丢失:

(1) CPU 提供了一个 EEPROM 来永久保存用户程序、选择的数据区以及 CPU 的组态数据;

(2) CPU 提供了一个超级电容器,在 CPU 掉电时保存完整的 RAM 存储器。根据 CPU 模块类型,超级电容器可保存 RAM 存储器达几天之久;

(3) CPU 提供了一个可选的电池卡,当 CPU 掉电后,可延长 RAM 存储器保持的时间。电池卡只有在超级电容器耗尽后才提供电源。

2.2.3 输入/输出接口

输入/输出接口是 PLC 主机与外部设备之间的连接电路。为了提高抗干扰能力,一般输入、输出接口均有光电隔离电路,即由发光二极管和光电三极管组成的光电耦合器。

来自现场的检测元件、指令元件的信号经输入接口进入 PLC。检测元件是指传感器、按钮、寄存器触点、行程开关等,利用这些元件检测来自现场的温度、压力、位置、电流、电压等物理量即是检测元件信号;指令元件信号是指操作者在控制台或键盘上发出的信号,如启动、暂停、调整等。这些信号有的是开关量,有的是模拟量,有的是直流信号,有的是交流信号,所以

要根据输入信号的类型选择合适的输入接口。

由 PLC 发出的各种控制信号经输出接口去控制和驱动负载,如控制指示灯的亮灭、电磁阀的开闭、继电器线圈的通电和断电、电动机的启动、停止和正反转等等。控制负载的输出信号也有不同的形式,同样要选择合适的输出接口。

根据现场执行部件的不同需要,输出接口的放大环节分为继电器型、晶闸管型和晶体管型三种类型:继电器型输出接口为有触点输出,外加负载电源既可以是交流,也可以是直流,响应时间为 ms 量级;晶闸管型接口只能带交流负载,响应时间为 μs 量级;晶体管型接口只能带直流负载,响应时间最短,为 ns 量级。

2.2.4 电源

PLC 的电源包括系统电源和后备电池。PLC 一般使用 220V 交流电源,电源模块的作用就是将外部输入的交流电经过整流、滤波、稳压电路转换成 PLC 的 CPU、存储器、I/O 接口等内部电路所需要的直流电源。PLC 大多使用开关型稳压电源,其稳压性能好,抗干扰能力强,并可为用户提供 24 V 电源,作为输入传感器或输出负载的电源。

2.2.5 编程器

编程器是人-机对话的工具,用来输入、修改和调试用户程序、监控 PLC 的运行情况、调整内部寄存器的参数等。编程器可分为简易编程器和图形编程器两种:简易编程器只能输入助记符程序;而图形编程器可直接输入梯形图。

目前,许多 PLC 都可以利用一条通信电缆与计算机的串行口相连,配以厂家提供的编程软件,进行用户程序的输入和调试。由于计算机功能强,CRT 屏幕大,使程序输入和调试以及系统状态的监控更加方便和直观。

2.2.6 其他接口电路

为了扩展 PLC 的功能,除 I/O 接口外,PLC 还配置了其他一些接口,主要有:

(1) I/O 扩展接口。用于扩展 PLC 的输入和输出点数,需要时,它可将主机与 I/O 扩展单元连接起来;

(2) 智能 I/O 接口。这种接口具有独立的微处理器和控制软件,用于适应和满足复杂控制功能的要求,如:位置闭环控制模块;PID 调节器的闭环控制模块;高速计数器模块(其计数频率可达几十 kHz 以上)等等。

(3) 通信接口。用于 PLC 与计算机、打印机等外部设备相连;也可以构成集散型控制系统或局域网。

(4) A/D、D/A 接口。由于 CPU 只能处理数字信号,当输入输出信号为模拟量时,则需要 A/D、D/A 接口来进行信号转换。

PLC 高功能模块的选用,应根据系统控制的需要进行合理的配置。