

全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材
高等职业教育教学改革精品教材

可编程序控制器应用

KEBIAN CHENGXU KONGZHIQI
YINGYONG



YZLI0890166629

孙志娟 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



针对教材使用者

赠 电子教案

全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材
高等职业教育教学改革精品教材

可编程序控制器应用

主 编 孙志娟
副主编 林小宁
参 编 徐 渠 齐 丽
主 审 王立权



YZLI0890166629



机械工业出版社

本书的内容包括可编程序控制器 (PLC) 概述, 组成及工作原理, 指令系统, 程序设计与测试, 通信及网络以及变频器的 PLC 控制, PLC 控制系统的总体设计、安装和维护。此外, 本书还包括一些 PLC 典型应用实例。

本书以西门子 (SIEMENS) 公司的 SIMATIC S7 - 200 系列 PLC 为参考机型, 适当兼顾欧姆龙公司和三菱公司的 PLC 产品。根据高职高专教学特点以及远程教育和在职成人教育的特点, 借鉴项目化职业教育的教学模式, 理论联系实际, 注重知识的实际应用性。

本书适应面广, 强调实践, 技术针对性强, 且兼顾学科的发展, 可作为高职高专和远程教育相关专业师生的教学用书, 同时也可供从事机电行业 PLC 设计、开发、现场维护及其相关行业技术人员的参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程序控制器应用/孙志娟主编. —北京: 机械工业出版社, 2011.12
全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材 高等职业教育教学改革精品教材

ISBN 978-7-111-36905-9

I. ①可… II. ①孙… III. ①可编程序控制器 - 高等职业教育 - 教材
IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 270970 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 崔占军 边 萌 责任编辑: 崔占军 边 萌 王 琪

版式设计: 霍永明 责任校对: 刘怡丹

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 李 妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2012 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 12.25 印张 · 298 千字

0 001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-36905-9

定价: 24.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

可编程控制器(简称 PLC)是综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术的一种工业自动控制装置,与 CAD/CAM、机器人技术一起被称为当代工业自动化的三大支柱。PLC 被广泛应用于工业控制领域,具有可靠性高、稳定性好、实时处理能力强、使用灵活方便、编程容易等特点。

本书以西门子公司的 SIMATIC S7-200 系列 PLC 为参考机型,适当兼顾欧姆龙(OMRON)公司和三菱(MITSUBISHI)公司的 PLC 产品,介绍 PLC 的组成及工作原理,指令系统,程序设计与测试,通信及网络,此外,还介绍了变频器的 PLC 控制,PLC 控制系统的总体设计、安装和维护。

本书的编写具有以下特点:

1. 以“注重实际应用,突出技能培养”为编写原则,着眼于“工程技能”的培养,以适应职业岗位实际工作的需要。结合各部分的内容分析典型工作任务,进一步归纳在行动领域、设计课程体系及教学中的内容,然后根据学习内容的特点在学习领域框架内构成小型的主题学习单元,最后通过典型工作任务介绍,使学习者掌握应用型知识和新技术的应用。

2. 内容由浅入深,并结合来源于工程实践的实例。读者可以自己在计算机上对照本书学习软件的安装、设计和调试简单的程序,进而到 PLC 综合应用程序开发;从单台 PLC 控制技术到 PLC 网络通信技术,使读者能够逐渐将硬件设计和软件开发结合到一起,具备设计 PLC 应用系统的能力。

3. 内容丰富,每章前有“导读”、“学习内容要求”和“学习建议”;章节间有“提示”、“练习题”;每章后附有“本章小结”和“习题”等,这对于读者开展自主化学习以及检验学习成效是非常有利的。

本书可作为从事 PLC 开发应用的工程技术人员的参考书,也可作为大中专院校学习 PLC 软件编程的师生的学习用书。

撰写本书的作者为:孙志娟[前言、第 1、3、5、7(第 1、2 节)、8(第 1、2 节)章];林小宁[第 2、4、7(第 3 节)章];徐渠[第 6、8(第 5 节)章];齐丽(第 8 章第 3、4 节)。孙志娟主持全书的撰写并负责统稿。

本书由哈尔滨工程大学王立权教授任主审,中央广播电视大学李西平教授和北京工业职业技术学院的牛小铁教授也为本书的编写提供了许多指导意见。承蒙三位老师悉心点拨,方使本书顺利付梓。同时,中央广播电视大学系统与本课程相关的教师为本书的编写提供了宝贵的资料,在此一并致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言	简介	16
第1章 可编程序控制器概述	2.6.2 STEP 7 Micro/WIN 编程软件的使用	19
1.1 PLC 的产生、定义、分类及应用	2.7 S7-200 系列 PLC 编程软件的使用 (项目二)	22
1.1.1 PLC 的产生	本章小结	25
1.1.2 PLC 的定义	习题	25
1.1.3 PLC 的分类	第3章 可编程序控制器指令系统	26
1.1.4 PLC 的应用	3.1 PLC 的编程语言	27
1.2 PLC 的特点、功能及性能指标	3.1.1 梯形图	27
1.2.1 PLC 的功能	3.1.2 指令表	27
1.2.2 PLC 的性能指标	3.1.3 功能块图	28
1.3 PLC 的典型机型及特点	3.2 指令结构及梯形图的画法	28
1.3.1 SIMATIC S7 系列 PLC	3.2.1 指令结构	28
1.3.2 其他典型机型	3.2.2 梯形图的画法	32
1.4 PLC 的发展趋势	3.3 PLC 的基本指令	36
本章小结	3.3.1 基本逻辑指令	36
习题	3.3.2 定时器、计数器指令	40
第2章 可编程序控制器的组成及工作	3.4 设计电动机正反转的 PLC 控制系统 (项目三)	45
原理	3.5 PLC 的功能指令	48
2.1 PLC 的硬件组成	3.5.1 比较指令	48
2.2 PLC 的基本工作原理	3.5.2 装载、传送和移动指令	48
2.2.1 PLC 的扫描工作方式	3.5.3 移位指令	50
2.2.2 PLC 执行程序的过程	3.5.4 代码转换指令	52
2.3 S7-200 系列 PLC 的外部结构及连线	3.5.5 数字运算指令	52
2.3.1 各部件的作用	3.5.6 通信指令	54
2.3.2 主机单元的结构及功能	3.6 设计饮料罐装系统的 PLC 控制程序 (项目四)	55
2.3.3 输入/输出接线	本章小结	58
2.4 S7-200 系列 PLC 的结构与安装 (项目一)	习题	59
2.5 PLC 的软件系统	第4章 可编程序控制器的程序设计	61
2.5.1 系统软件	4.1 经验设计法	61
2.5.2 用户程序	4.2 继电器控制电路移植法	65
2.6 STEP 7 Micro/WIN 编程软件		
2.6.1 STEP 7 Micro/WIN 编程软件		

4.2.1 两台电动机的顺序起停控制系统 程序设计	65	6.2.1 MM440 变频器简介	108
4.2.2 三速异步电动机起动和自动加速控制 系统程序设计	67	6.2.2 PLC 和变频器联机控制	116
4.3 逻辑设计法	69	* 6.3 使用 USS 协议库控制变频器 实现电动机多段速度运行 (选做项目)	120
4.3.1 通风机控制系统控制程序的组合逻辑 设计法	69	本章小结	125
4.3.2 电动机循环控制程序的时序逻辑设 计法	71	习题	125
4.4 顺序控制设计法	72	第 7 章 PLC 控制系统的设计、安装和 维护	126
4.4.1 功能图的概念	72	7.1 PLC 控制系统设计	126
4.4.2 组合机床液动力滑台控制的顺序 控制设计法	77	7.1.1 PLC 控制系统设计的基本原则	127
4.5 交通灯 PLC 控制系统实现 (项目五)	81	7.1.2 PLC 控制系统设计的一般步骤	127
本章小结	84	7.1.3 PLC 控制系统设计的主要内容	128
习题	85	7.2 PLC 控制系统的安装	134
第 5 章 可编程序控制器的通信及网络 ..	87	7.2.1 PLC 的安装环境	134
5.1 PLC 网络通信概述	87	7.2.2 PLC 控制系统的抗干扰措施	135
5.1.1 PLC 网络通信特点	88	7.3 PLC 控制系统的维护和故障 诊断	137
5.1.2 PLC 网络系统结构	88	7.3.1 PLC 控制系统的维护	137
5.1.3 PLC 网络形式	89	7.3.2 PLC 控制系统的故障诊断	138
5.2 PLC 通信网络的构成	90	本章小结	139
5.2.1 PLC 通信协议	91	习题	139
5.2.2 S7-200 系列 PLC 组网的硬件	93	第 8 章 西门子、欧姆龙、三菱 PLC 典 型应用实例	140
5.3 PLC 网络通信的实现	97	8.1 西门子 S7 系列 PLC 应用实例及仿 真调试	140
5.3.1 确立通信方案	97	8.1.1 工业控制实例一: 液体混合装置控 制系统	141
5.3.2 参数组态	98	8.1.2 工业控制实例二: 矿井提升机调速 控制系统	145
5.4 基于 PPI 通信协议的数据通信 (项目六)	100	8.2 机电设备控制实例: 三层电梯 PLC 控制系统模拟仿真调试 (项目七)	149
本章小结	104	8.3 欧姆龙 C 系列 PLC 应用实例及仿真 调试	156
习题	105	8.3.1 工业控制实例: 自动运料小车	157
第 6 章 变频器的 PLC 控制	106	8.3.2 网络通信实例: 遥控靶船主机控制 系统数据通信的实现	160
6.1 变频器概述	106	* 8.4 机电设备控制实例: 机械手 PLC	
6.1.1 变频器的产生和发展	106		
6.1.2 变频器的基本工作原理	107		
6.1.3 通用变频器的结构	107		
6.1.4 变频器分类	107		
6.2 通用变频器的应用	108		

控制系统仿真调试	167
(选做项目)	167
8.5 三菱 FX 系列 PLC 应用实例及仿真	174
8.5.1 工业控制实例一: U 形板折板机	175
控制系统	175

8.5.2 工业控制实例二：泡沫塑料切割机系统	178
本章小结	182
习题	186
参考文献	187

第1章 可编程序控制器概述

【导读】

可编程序控制器（PLC）是利用微型计算机的顺序控制而设计的专用电子控制装置，随着计算机网络的发展，其在工业控制领域中的应用越来越广泛。对于这个装置，用户不需要计算机的专门知识，只要具备电气控制的基础知识就能够简单地使用。

本章主要介绍 PLC 的基本知识，包括 PLC 的产生、定义、分类、特点、功能、性能指标、典型机型和发展趋势等相关知识，从而让读者对 PLC 有一个比较直观的印象，为后面的学习打下基础。

【学习内容与要求】

1. 了解 PLC 的产生、定义、分类及应用。
2. 掌握 PLC 的特点及主要功能。
3. 了解 PLC 的性能指标及发展趋势。

【学习建议】

本章内容比较简单，容易掌握。建议读者通过参观 PLC 实验室或者在网络上浏览相关 PLC 的图片，对 PLC 有直观的印象。同时，阅读一些和 PLC 相关的科普文献，了解其在生产和生活中的相关应用，以及在计算机技术、网络通信技术、自动控制技术等相关技术推动下的 PLC 技术的发展。

1.1 PLC 的产生、定义、分类及应用

1.1.1 PLC 的产生

1968 年，美国汽车制造商——通用汽车公司（GM）为适应汽车型号的不断更新、生产工艺不断变化的需要，实现小批量、多品种生产，希望有一种新型工业控制器，能做到尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统及接线，并能将继电器控制的简单易懂、使用方便、价格低的优点与计算机的功能完善、灵活性、通用性好的优点结合起来。1969 年，美国数字设备公司（DEC 公司）研制出了第一台 PLC，在美国通用汽车公司的生产线上试用成功，并取得了满意的工作效果，PLC 自此诞生。

1.1.2 PLC 的定义

早期 PLC 产品主要替代传统的继电器 - 接触器控制系统，随着微处理器技术的发展，PLC 的功能也在不断地增加。1980 年，美国电气制造商协会（National Electrical Manufactur-

ers Association, NEMA) 给它新的名称 “Programmable Controller”, 简称 PC。由于 PC 这一简写名称早已成为个人计算机 (Personal Computer) 的代名词, 为避免名词术语混乱, 因此国内仍沿用早期的简写名称 PLC 表示可编程序控制器 (Programmable Logic Controller), 但此 PLC 并不意味着只具有逻辑功能。

1985 年, 国际电工委员会 (International Electrotechnical Commission, IEC) 对 PLC 的定义是: 可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统, 专为在工作环境下应用而设计, 它采用了可编程序的存储器, 用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作等面向用户的指令, 并通过数字量或模拟量的输入/输出, 控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关外围设备, 都按易于与工业系统连成一个整体, 易于扩充其功能的原则设计。

练习: PLC 是一种专为工业环境下应用而设计的计算机控制系统, 采用微处理器作为中央处理单元, 可以对_____进行控制, 也可以对_____进行控制。

〈解题思路〉

PLC 可以用来控制数字量信号, 常用的是开关量 (高低电平) 输入和输出, 如用 PLC 控制指示灯的亮灭, 按钮接数字量输入模块, 指示灯接数字量输出模块; 同时 PLC 也可以用来控制模拟量, 如在温度闭环系统中, 用模拟量输入模块来检测温度信号, 模拟量输出模块调节电流来调节阀的开口度。

〈参考答案〉

数字量 (或开关量) 模拟量

1.1.3 PLC 的分类

目前, PLC 的品种很多, 规格性能不一, 且没有一个权威的统一分类标准。目前一般按照下面几种情况进行分类。

1. 按结构形式分类

按照硬件的结构形式, PLC 可分为以下 3 类:

(1) 整体式 PLC 将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内, 具有结构紧凑、体积小、价格低等特点, 但主机的 I/O 点数固定, 使用上不太灵活。小型 PLC 常使用这种结构, 它适用于比较简单的控制场合。

(2) 模块式 PLC 模块式 PLC 由若干个单独的模块组成, 如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块 (有的含在 CPU 模块中) 以及各种功能模块, 把这些模块插在控制柜底板上, 组装在一个机架内。这种结构的 PLC 配置灵活、装配方便、便于扩展, 但结构较复杂, 价格较高。大型 PLC 常采用这种结构, 它适用于比较复杂的控制场合。

(3) 叠装式 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来, 是一种新的结构形式——叠装式。它的基本单元、扩展单元和扩展模块等高等宽, 只是长度不同。它们不用基板, 仅用扁平电缆, 紧密拼装后组成一个整齐的长方体, 输入/输出点数的配置也相当灵活。

2. 按容量分类

PLC 的容量是指其输入/输出点数 (端口数)。按容量大小, 可将 PLC 分为以下 3 类:

- 1) 小型 PLC: I/O 点数在 256 点以下。
- 2) 中型 PLC: I/O 点数在 256 ~ 1024 之间。
- 3) 大型 PLC: I/O 点数在 1024 以上。

3. 按功能分类

按 PLC 功能上的强弱,可分为以下 3 类:

- 1) 低档 PLC: 具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能,还可有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。
- 2) 中档 PLC: 具有低档机功能外,增加模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能。有些 PLC 还增设中断、比例积分微分 (PID) 控制等功能。
- 3) 高档 PLC: 具有中档机功能外,增加带符号算术运算、矩阵运算等,使得运算能力更强。高档 PLC 具有更强的通信联网功能,能进行智能控制、远程控制、大规模控制,可构成分布式控制系统,实现工厂自动化管理。

1.1.4 PLC 的应用

PLC 诞生于汽车工业领域,20 世纪 80 年代随着微电子技术的发展,PLC 的发展进入成熟期,开始大量推广应用于机械制造、建筑、钢铁冶金、石油化工、食品、制药等领域,如图 1-1 所示。

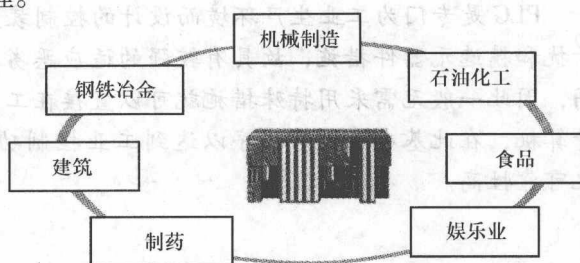


图 1-1 PLC 的应用

1.2 PLC 的特点、功能及性能指标

PLC 具有通用性强、使用方便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等特点。

1.2.1 PLC 的功能

随着技术的不断发展,PLC 与 3C (Computer, Control, Communication) 技术逐渐融为一体,目前,其主要功能如下:

- (1) 开关量的逻辑控制 这是 PLC 最常用的功能,设置了与 (AND)、或 (OR)、非 (NOT) 等逻辑指令,能取代传统的继电器控制系统,实现逻辑控制和顺序控制。
- (2) 定时与计数控制 PLC 为用户提供若干个定时器/计数器,定时/计数值既可由用户在编制程序时设定,也可由操作人员在工业现场通过人机对话装置实时设定。
- (3) A/D 转换和 D/A 转换 有些 PLC 具有模/数 (A/D) 转换和数/模 (D/A) 转换功能,能完成对模拟量的检测、控制和调节,例如,对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环 PID (Proportional Integral Derivative) 控制。
- (4) 数据处理 进行数学运算 (矩阵运算、函数运算、逻辑运算等)、数据传递和转换、排序和查表、位操作等功能,还能完成数据采集、分析、处理。
- (5) 位置控制 目前多数 PLC 制造商都提供拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多

轴控制模块,这一功能可广泛应用于各种机械,如金属切削机床、装配机械、机器人和电梯等。

(6) 步序控制 PLC 为用户提供了若干个移位寄存器,可用于步序控制,即一道工序完成后,再进行下一道工序,例如,高炉上料系统、供电保护系统、货物存放与提取等。

(7) 通信和联网 现代的 PLC 都具有通信功能,包括 PLC 相互之间、PLC 与上位计算机之间、PLC 与其他智能设备之间的通信,可构成“集中管理,分散控制”的分布式控制系统,满足工厂自动化系统的发展要求。

(8) 监控功能 PLC 能对系统异常情况进行识别、记忆,或在发生异常情况时自动终止运行。操作员可以通过监控命令监视有关部分的运行状态,可以调整定时、定数等设定值。

练习:判断正误——工控机应用系统的可靠性一定比 PLC 系统的可靠性高。()

〈解题思路〉

PLC 是专门为工业生产环境而设计的控制装置,在设计和制造过程中采用了多层次抗干扰和精选元器件措施,故具有较强的适应恶劣工业环境的能力,运行稳定性和可靠性较高,因此一般无需采用特殊措施就可以直接在工业环境使用。工控机通常是指工业用个人计算机,在此基础上设计程序以达到工业控制功能。所以,通常 PLC 甚至比专业的工控机可靠性高。

〈参考答案〉

(×)

1.2.2 PLC 的性能指标

PLC 的性能指标是 PLC 控制系统应用设计时,选择 PLC 产品所要参考的重要依据,主要包括以下几个指标:

(1) 存储器容量 存储器用来存储程序和系统参数等,其容量是由用户程序存储器和数据存储器组成的。程序存储器容量大小决定了用户所能编写程序的最大长度。

(2) 输入/输出(I/O)点数 I/O 点数是指根据工业系统控制要求,得到的对应于 PLC 的输入/输出端的个数。I/O 点数越多,说明可以控制的器件和设备越多。

(3) 扫描时间 扫描时间是指 CPU 内部根据用户程序、逻辑顺序,从开始到结束扫描一次所需的时间。PLC 用户手册一般给出执行指令所用的时间。

(4) 指令种类和数量 指令的种类和数量决定了用户编制程序的方式以及 PLC 的处理能力和控制能力。

(5) 内部寄存器的种类和数量 内部寄存器主要用于存放变量的状态、中间结果、数据等,还提供大量的辅助寄存器、定时器、计数器、移位寄存器和状态寄存器等,供用户编程使用,其种类和数量越多,PLC 的功能就越强大。

(6) 扩展能力 PLC 的 I/O 点数扩展、功能扩展、联网等一些扩展功能。

(7) 编程工具 编程工具是指编程器或者专用的编程软件。一般编程器只能使用助记符语言,而编程软件则可使用梯形图和助记符等语言来进行编程。

(8) 工作环境 PLC 一般能在温度 0~55℃、湿度小于 80% 的工作环境下正常工作。

1.3 PLC 的典型机型及特点

目前,全世界生产 PLC 的厂家约有 200 家,生产 300 多个品种,主要集中在美国、德国、日本。据资料显示,美国各公司的产品功能较齐全,但在组成中、小系统时,价格较高;欧洲的产品比较注重功能和价格的统一,特别是中型系统的性价比高;日本各公司的产品模块集成度较高,使整个系统价格较低,特别是小型 PLC 有价格优势;而国产 PLC 的技术也在一直提升,并具有和国外同类产品进行竞争的能力。

1.3.1 SIMATIC S7 系列 PLC

西门子(SIEMENS)公司是欧洲最大的 PLC 生产厂家之一,早在 1973 年,SIEMENS 公司就研制出了欧洲第一台 PLC。SIMATIC S7 系列的 PLC 是 SIEMENS 公司 1996 年推出的产品,它包括小型 S7-200 系列 PLC,中型 S7-300 系列 PLC 和大型 S7-400 系列 PLC。S7 系列 PLC 产品采用 Pentium 处理器,因此具有极快的处理速度,并且采用模块化设计,能按照搭积木方式进行系统配置,功能扩展灵活方便,进而可用多个 PLC 连接成工业网络,构成完整的过程控制系统。

1. S7-200 系列

S7-200 系列是 SIEMENS 公司推出的小型 PLC,包括开始的 CPU 21X 和改进型的 CPU 22X,各有 4~5 个型号。图 1-2 是 S7-200 系列 PLC。一台 S7-200 小型 PLC 的主要组成部分包括一个 CPU 和各种可选择的扩展模块。

由于 S7-200 系列 PLC 结构紧凑、功能强、具有很高的性价比,在中小规模的系统中应用广泛,适用于多种行业的各种场合中的检测、监测及控制的自动化,所以本书将以 S7-200 系列 PLC 为主要对象来介绍 PLC 技术的具体应用。

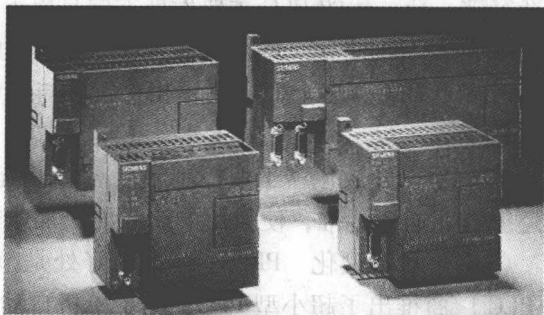


图 1-2 S7-200 系列 PLC

2. S7-300 系列

S7-300 系列是模块化设计的中型 PLC,它具有循环周期短、处理速度快、指令功能强大,以及无排风扇设计,易于实现分布,用户友好等特点。通用型 S7-300 系列 PLC 的外形结构如图 1-3 所示。

3. S7-400 系列

S7-400 系列是模块化设计的大型 PLC,其性能范围宽广的不同模板可以灵活组合,扩展十分方便。S7-400 系列 PLC 的外形结构如图 1-4 所示。

1.3.2 其他典型机型

在过去的 40 年里,生产 PLC 的主要厂商,其系列产品推陈出新,除了上述 SIEMENS 公司的 PLC 之外,目前市场上的 PLC 品牌主要有:

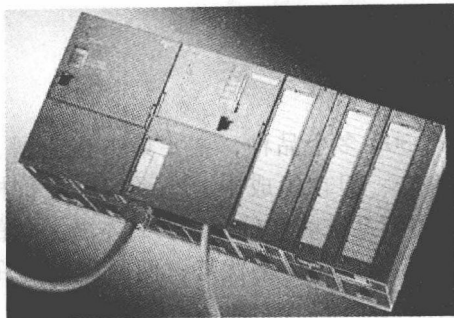


图 1-3 S7-300 系列 PLC 的外形结构

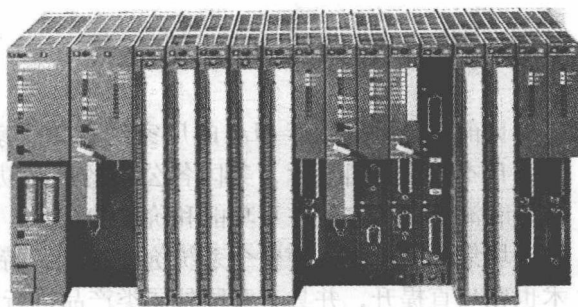


图 1-4 S7-400 系列 PLC 的外形结构

- 1) 美国——通用电气 (GE)、罗克韦尔 (AB) 等。
- 2) 德国——西门子 (SIEMENS)、施耐德、AEG 等。
- 3) 日本——欧姆龙 (OMRON)、三菱、松下、富士等。
- 4) 中国——光洋、台达、信捷、海为等。

1.4 PLC 的发展趋势

PLC 产生于 20 世纪 60 年代, 崛起于 70 年代, 成熟于 80 年代, 于 90 年代取得技术上的新突破。新一代的 PLC 主要发展方向是以下几点:

(1) 大型网络化 网络化和强化通信能力是 PLC 的一个重要发展趋势。PLC 构成的网络将由多个 PLC、多个 I/O 模块相连, 并与工业计算机、以太网等相连构成整个工厂的自动控制系统。

(2) 功能开放化 工业控制领域对信息流通的高效性要求与日俱增, 因此 PLC 厂家开始遵循行业通用标准, 使彼此的产品能更加兼容。

(3) 体积小型化 PLC 小型化的好处是节省空间、降低成本、安装灵活。近几年, 很多 PLC 厂商推出了超小型 PLC, 用于单机自动化或组成分布式控制系统。

(4) 软 PLC 软 PLC 就是在 PC 的平台上, 在 Windows 操作环境下, 用软件来实现 PLC 的功能。它具有硬 PLC 的功能、可靠性、速度、故障查找等方面的特点, 同时又提供了 PC 环境的各种优点, 利用软件技术可以将标准的工业 PC 转换成全功能的 PLC 过程控制器。在美国底特律汽车城, 大多数汽车装配自动生产线、热处理工艺生产线等都已由传统 PLC 控制改为软 PLC 控制。可以说, 高性价比的软 PLC 将成为今后高档 PLC 的发展方向。

(5) 编程语言的高级化 除了 PLC 专用的编程语言——梯形图、语句表、流程图外, 一些 PLC 增加了 Basic 语言和 C 语言等高级编程语言。另外, 将出现通用的、功能更强的组态软件, 进一步改善开发环境, 提高开发效率。

本章小结

可编程序控制器 (PLC) 是专为工业环境应用而设计制造的计算机。在实际应用时, 其硬件要根据实际需要进行配置, 其软件要根据用户的控制要求进行设计。本章主要介绍了

PLC 的一些基本知识:

1. PLC 按结构可分为整体式、模块式和叠装式;按容量分为小型、中型和大型;按功能可分为高、中、低档。
2. PLC 主要能实现的功能包括开关量的逻辑控制、定时器/计数器控制、A/D 转换和 D/A 转换、数据处理、位置控制、步序控制、通信和联网、系统监控等。
3. PLC 具有通用性强、使用方便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等特点。
4. PLC 的性能指标是选择 PLC 产品时参考的重要依据,包括硬件指标——输入/输出特性、环境温度和湿度等;软件指标——存储器容量、扫描速度、指令功能、编程语言等。
5. PLC 的生产厂家很多,但其各有优点。了解主流品牌 PLC 的特点,在实际工程中根据设计需要合理选取。
6. PLC 主要向网络化、开放化、小型化、软 PLC、编程语言的高级化等趋势发展。

习 题

- 1-1 PLC 产生的原因是什么?
- 1-2 PLC 有哪些主要功能?
- 1-3 目前市场上 PLC 的产品主要有哪些?
- 1-4 为何说在工业自动化领域中,PLC 技术将成为主流技术?
- 1-5 根据自己观点,试论述 PLC 的特点及发展趋势。



第2章 可编程序控制器的组成及工作原理

【导读】

PLC 是以微处理器为核心的计算机控制系统,虽然各厂家产品种类繁多,功能和指令系统也存在差异,但其组成和基本工作原理大同小异。本章以 SIEMENS 公司的 S7-200 系列 PLC 为例,重点介绍 PLC 的硬件组成、PLC 的工作方式、PLC 程序执行过程。此外还要介绍 STEP 7 Micro/WIN 编程软件的使用方法。

【学习内容与要求】

1. 通过认识性实践,掌握 PLC 的硬件组成及工作原理。
2. 掌握 S7-200 系列 PLC 的输入/输出接线。
3. 了解 PLC 的软件组成。
4. 熟悉 STEP 7 Micro/WIN 编程软件的界面及使用方法。

【学习建议】

本章主要围绕 PLC 硬件结构及编程软件的使用来展开,学习过程中需结合训练项目,对照 PLC 实物及上机操作,学习相应的内容。

2.1 PLC 的硬件组成

从系统的角度看,PLC 的核心是微处理器,因此它的组成也同计算机有些相似,由硬件系统和软件系统组成。

从 PLC 结构的角度看,PLC 主要由 CPU 模块、输入模块、输出模块、编程装置和电源等组成,如图 2-1 所示。PLC 的特殊功能模块用来完成某些特殊的任务。

1. CPU 模块

CPU 模块主要由微处理器(CPU 芯片)和存储器组成。在 PLC 控制系统中,CPU 模块不断采集输入信号,执行用户程序,刷新系统的输出;存储器用来存储程序和数据。

2. I/O 模块

输入(Input)模块和输出(Output)模块简称为 I/O 模块或 I/O 接口电路,是连接外围设备和 CPU 模块的桥梁。

输入模块用来接收和采集输入信号。开关量输入模块用来接收从按钮、选择开关、数字拨码开关、限位开关、接近开关、光电开关、压力继电器等提供的开关量输入信号;模拟量

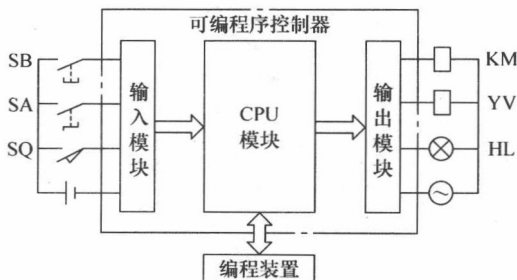


图 2-1 PLC 控制系统示意图

输入模块用来接收电位器、测速发电机和各种变送器提供的连续变化的模拟量电流、电压信号。

输出模块用来接收主机的输出信息,并传给外部负载。开关量输出模块用来控制接触器、电磁阀、电磁铁、指示灯、数字显示装置和报警装置等输出设备;模拟量输出模块用来控制调节阀、变频器等执行装置。

CPU 模块的工作电压一般是 5V,而 PLC 的输入/输出信号电压较高,如 DC 24V 和 AC 220V。从外部引入的尖峰电压和干扰噪声可能破坏 CPU 模块中的元器件,或使 PLC 不能正常工作。在 I/O 模块中,用光耦合器、光敏晶体管、小型继电器等器件来隔离 PLC 的内部电路和外部电路。I/O 模块除了传递信号外,还有电平转换与隔离的作用。

3. 编程装置

在对 S7-200 系列 PLC 编程时,应配备一台安装有 STEP 7 Micro/WIN 编程软件的计算机、一根连接计算机和 PLC 的 RS-232C/PPI 通信电缆或 USB/PPI 电缆。编程装置用来编辑、检查、修改用户程序,并监视用户程序的执行情况。

使用编程软件,可以在计算机的屏幕上直接生成和编辑梯形图或指令表程序,并可以实现不同编程语言之间的相互转换。程序被编译后下载到 PLC,也可以将 PLC 中的程序上传到计算机,程序可以存盘或打印。

4. 电源

S7-200 系列 PLC 有 AC 220V 电源型和 DC 24V 电源型两种。小型 PLC 可以为输入电路和外部电子传感器(如接近开关)提供 DC 24V 电源,驱动 PLC 负载的直流电源一般由用户提供。

2.2 PLC 的基本工作原理

PLC 有两种基本的工作状态,即运行(RUN)状态和停止(STOP)状态。在运行状态,PLC 通过反映控制要求的用户程序来实现控制功能。为了使 PLC 的输出能及时地响应随时可能变化的输入信号,用户程序不是只执行一次,而是反复不断地执行,直至 PLC 停机或切换到 STOP 工作状态。

2.2.1 PLC 的扫描工作方式

当 PLC 运行时,有许多操作需要进行,但 PLC 不可能同时去执行多个操作,它只能按分时操作原理每一时刻执行一个操作。由于 CPU 的运算处理速度很高,使 PLC 外部出现的结果从宏观上来看似乎是同时完成的。这种分时操作的过程称为 PLC 的扫描工作方式。

PLC 执行用户程序时,采用扫描工作方式完成。整个扫描过程 PLC 除了执行用户程序外,还要完成其他工作。如图 2-2 所示为 PLC 工作过程框图。

在执行用户程序前,PLC 还应完成内部处理、通信服务与自诊断。在内部处理阶段,PLC 检查 CPU 模块内部硬件



图 2-2 PLC 工作过程框图

是否正常, 监视定时器复位以及完成其他一些内部处理。在通信服务阶段, PLC 应完成与一些带处理器的智能模块或与其他外设的通信, 完成数据的接收和发送任务、响应编程器输入命令、更新编程器显示内容、更新时钟和特殊寄存器内容等工作。PLC 具有很强的自诊断功能, 如电源检测、内部硬件是否正常、程序语法是否有错等, 一旦有错或异常则 CPU 能根据错误类型和程度发出提示信号, 甚至进行相应的出错处理, 使 PLC 停止扫描或强制变成 STOP 状态。当 PLC 处于 STOP 状态时, 只完成内部处理和通信服务工作。当 PLC 处于 RUN 状态时, 除完成内部处理和通信服务的操作外, 还要完成输入处理、程序执行、输出处理工作。

由此可以看出, 整个过程包括内部处理及通信服务、自诊断、输入采样、程序执行、输出刷新 5 个阶段。整个过程扫描执行一遍所需的时间称为扫描周期。扫描周期与 CPU 运行速度、PLC 硬件配置及用户程序长短有关, 典型值为 1~100ms。

2.2.2 PLC 执行程序的过程

PLC 执行程序的过程分 3 个阶段, 即输入采样 (处理) 阶段、程序执行阶段、输出刷新 (处理) 阶段, 如图 2-3 所示。

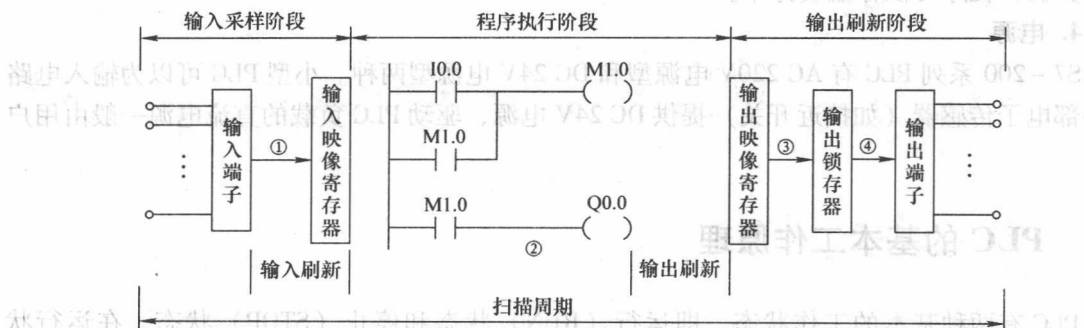


图 2-3 PLC 的执行程序过程

1. 输入采样 (处理) 阶段

在输入采样阶段, PLC 以扫描工作方式按顺序将所有输入端的输入状态采样, 并存入输入映像寄存器中。在本工作周期内, 采样结果的内容不会改变, 而且采样结果将在 PLC 执行程序时被使用。

2. 程序执行阶段

在这一阶段, PLC 按顺序进行扫描, 即从上到下、从左到右扫描每条指令, 并分别从输入映像寄存器和输出映像寄存器 (即元件映像寄存器) 中获得所需的数据进行运算、处理, 再将程序执行的结果写入寄存执行结果的输出映像寄存器中保存。但这个结果在全部程序未执行完毕之前不会送到输出端口上。

3. 输出刷新 (处理) 阶段

在所有用户程序执行完后, PLC 将输出映像寄存器中的内容送入输出锁存器中。通过一定方式输出, 驱动外部负载。