

轻轻松松学



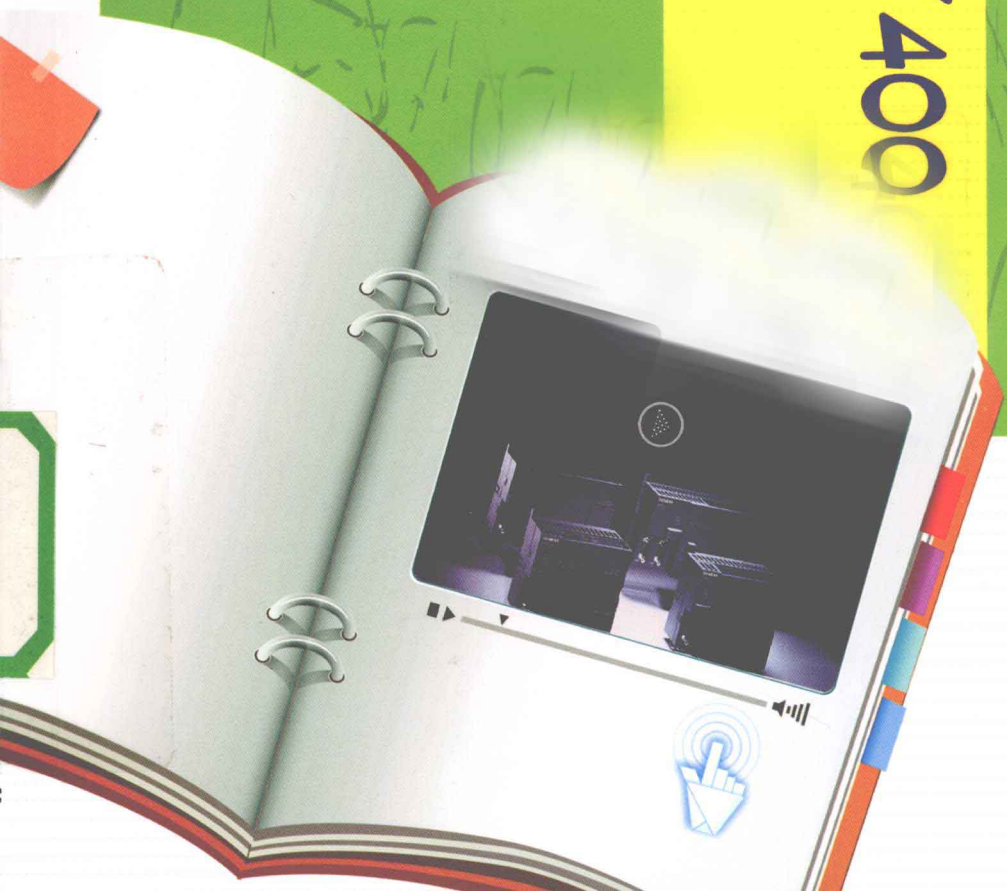
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

西门子S7-300/400 系列PLC

轻松学PLC
技术丛书



© 王时军 主编



轻松学 PLC 技术丛书

轻轻松松学

西门子 S7—300/400 系列 PLC

王时军 主 编



机械工业出版社

本书针对典型的西门子 S7—300/400 系列 PLC 机型,从实践操作的角度出发,深入浅出地介绍了该系列 PLC 的基础入门、指令系统、STEP7 编程软件及其使用、用户程序结构及结构化编程、通信与网络以及控制系统设计。书中各部分内容均通过实例讲解,并辅以大量图形,生动直观,通俗易懂,使初学者能够快速入门。

本书可作为工业自动化领域相关技术人员的入门读物,是电气技术人员、PLC 初学者等自学 PLC 时的实用学习资料;也可供大中专院校自动化、机电一体化专业类学生参考,同时还可作为职业培训 PLC 应用课程的教学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

轻轻松松学西门子 S7—300/400 系列 PLC/王时军主编. —北京:机械工业出版社, 2011.3

(轻松学 PLC 技术丛书)

ISBN 978-7-111-33350-0

I. ①轻… II. ①王… III. ①可编程序控制器 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 018638 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:陈玉芝 责任编辑:林运鑫 版式设计:霍永明

责任校对:姜 婷 封面设计:赵颖喆 责任印制:杨 曦

北京市朝阳区展望印刷厂印刷

2011 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14.25 印张·346 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-33350-0

定价:35.00 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

机械工业出版社

前言

可编程序控制器 (PLC) 作为一种应用广泛的通用工业自动化控制装置, 具有控制能力强、可靠性高、配置灵活、编程简单、使用方便和易于扩展等优点, 是当今及以后工业控制的主要手段和重要的自动化控制设备。

近年来, 以西门子 S7—300/400 系列为代表的 PLC 已成为我国工业控制领域中最主要的工业自动控制装置之一, 为工业自动化提供了安全可靠和比较完善的解决方案。

虽然 S7—300/400 系列 PLC 及其编程软件 STEP 7 和通信网络的功能非常强大, 但在实际应用过程中, 其程序结构和网络的组建仍相对复杂, 不容易掌握。为了使用户能更加容易地了解并尽快掌握 S7—300/400 系列 PLC 的性能特点及应用方法, 编者结合多年来应用 S7—300/400 系列 PLC 的实践经验, 编写了此书。

在编写过程中, 注重图解方法的运用, 图文结合, 直观易懂。全书文字精练, 内容丰富, 分析详细、清晰。读者通过本书的学习, 可以尽快地、全面地掌握 S7—300/400 系列 PLC 的工作原理和工程设计、应用技术。

全书共分 6 章: 第 1 章主要介绍 S7—300/400 系列 PLC 的基础入门, 第 2 章主要介绍 S7—300/400 系列 PLC 的指令系统, 第 3 章主要介绍 S7—300/400 系列 PLC 的 STEP 7 编程软件及其使用, 第 4 章主要介绍 S7—300/400 系列 PLC 的用户程序结构及结构化编程, 第 5 章主要介绍 S7—300/400 系列 PLC 的通信与网络, 第 6 章介绍 S7—300/400 系列 PLC 的控制系统设计。

本书由王时军任主编, 对全书进行统稿。其中, 第 1、2 章由王时军编写, 第 3 章由李可德、李柄权编写, 第 4 章由张舒、郭栋编写, 第 5 章由林佟伟编写, 第 6 章由林佟伟、杨家维编写。

由于编者水平有限且编写时间仓促, 书中如有疏漏之处, 敬请广大读者提出宝贵的意见和建议。

编者

目 录

前言

第1章 西门子 S7—300/400 系列 PLC 的基础入门	1
1.1 可编程序控制器 (PLC) 概述	1
1.1.1 可编程序控制器 (PLC) 的概念、基本功能及应用	1
1.1.2 PLC 的分类、基本构成及工作原理	3
1.1.3 西门子 S7 系列 PLC 简介	8
1.2 S7—300/400 系列 PLC 的产品分类	8
1.2.1 S7—300 系列 PLC 的产品分类	8
1.2.2 S7—400 系列 PLC 的产品分类	10
1.3 S7—300/400 系列 PLC 的基本构成	12
1.3.1 S7—300 系列 PLC 的基本构成	12
1.3.2 S7—400 系列 PLC 的基本构成	15
1.4 S7—300/400 系列 PLC 的各类模块及其特性	18
1.4.1 S7—300 系列 PLC 的各类模块及其特性	18
1.4.2 S7—400 系列 PLC 的各类模块及其特性	36
第2章 S7—300/400 系列 PLC 的指令系统	48
2.1 S7—300/400 系列 PLC 的编程语言	48
2.1.1 PLC 的编程语言	48
2.1.2 S7—300/400 系列 PLC 的编程语言	49
2.2 S7—300/400 系列 PLC 的编程元件	50
2.3 S7—300/400 系列 PLC 指令系统的基础知识	52
2.3.1 数制	52
2.3.2 数据类型及格式标记	52
2.3.3 操作数	56
2.3.4 寻址方式	57
2.4 位逻辑指令	59
2.4.1 位逻辑处理指令	59
2.4.2 输出类指令	60
2.4.3 其他指令	62
2.5 定时器与计数器指令	64
2.5.1 定时器指令	64
2.5.2 计数器指令	68
2.6 数据处理指令	72
2.6.1 装入与传送指令	72

2.6.2	比较指令	74
2.6.3	数据转换指令	75
2.7	数学运算指令	77
2.7.1	算术运算指令	77
2.7.2	移位指令与循环移位指令	79
2.7.3	字逻辑运算指令	82
2.7.4	累加器指令	84
2.8	控制指令	86
2.8.1	逻辑控制指令	86
2.8.2	程序控制指令	89
第3章	STEP 7 编程软件及其使用	92
3.1	STEP 7 编程软件的基础知识	92
3.1.1	STEP 7 编程软件概述	92
3.1.2	STEP 7 标准软件包	92
3.1.3	人机界面	95
3.1.4	STEP 7 编程软件的安装	95
3.2	硬件组态及参数设置	98
3.2.1	项目的创建及项目结构	98
3.2.2	硬件组态	101
3.2.3	参数设置	102
3.3	定义符号	104
3.3.1	共享符号和局域符号	104
3.3.2	显示符号	105
3.3.3	设置地址优先级	105
3.3.4	符号表的编辑	106
3.4	创建逻辑块	107
3.4.1	块文件	107
3.4.2	逻辑块的创建	108
3.4.3	程序编辑器窗口结构	108
3.4.4	程序指令输入	109
3.5	程序的下载和上传	111
3.5.1	下载	111
3.5.2	上传	114
3.6	程序的调试	115
3.6.1	程序调试的内容及步骤	115
3.6.2	用变量表调试程序	116
3.6.3	用程序状态调试程序	120
3.6.4	用单步与断点功能调试程序	122
3.7	显示参考数据	124

3.7.1	参考数据的生成与显示	124
3.7.2	交叉参考表与程序结构	125
3.7.3	其他参考数据	127
3.8	故障诊断	127
3.8.1	故障诊断的基本方法	128
3.8.2	模块信息在故障诊断中的应用	128
3.8.3	其他故障诊断的方法	129
第4章 S7—300/400 系列 PLC 的用户程序结构及结构化编程		131
4.1	结构化编程的概念及特点	131
4.2	用户程序的基本结构	132
4.2.1	用户程序中的块	132
4.2.2	用户程序使用的堆栈	134
4.3	功能块与功能的调用	135
4.3.1	局域数据的类型	135
4.3.2	功能块和功能的调用	137
4.3.3	功能块和功能的应用案例	137
4.4	数据块与数据结构	141
4.4.1	数据块的类型	141
4.4.2	数据块的生成及使用	142
4.4.3	数据块中的数据类型	143
4.4.4	创建数据块	146
4.5	多重背景及其应用	149
4.5.1	多重背景功能块的生成	149
4.5.2	多重背景功能块的编程	150
4.5.3	在 OB1 中调用多重背景	152
4.6	组织块与中断处理	152
4.6.1	中断的基本概念	153
4.6.2	组织块的变量声明表	154
4.6.3	日期时间中断 OB	155
4.6.4	时间延时中断 OB	156
4.6.5	循环中断 OB	156
4.6.6	硬件中断 OB	157
4.6.7	背景 OB	158
4.6.8	启动 OB	158
4.6.9	故障处理 OB	159
4.7	结构化程序设计	161
4.7.1	逻辑块的编程	161
4.7.2	FC、FB 程序设计案例	166
4.7.3	使用有参功能的结构化程序设计方法	170

第5章 S7—300/400 系列 PLC 的通信与网络	176
5.1 S7—300/400 工业通信网络概述	176
5.1.1 西门子工业自动化系统通信网络结构	176
5.1.2 S7—300/400 系列 PLC 的通信网络	176
5.1.3 S7—300/400 系列 PLC 的通信方式	178
5.2 MPI 通信网络	179
5.2.1 MPI 全局数据通信	179
5.2.2 MPI 网络的构建	181
5.2.3 利用 STEP 7 组态 MPI 通信网络	183
5.2.4 事件驱动的 GD 通信	186
5.2.5 不用 GD 通信组态的 MPI 通信	187
5.3 PROFIBUS 现场总线技术	188
5.3.1 PROFIBUS 的分类	188
5.3.2 PROFIBUS 的物理层	189
5.3.3 PROFIBUS 的通信协议	190
5.4 工业以太网	197
5.4.1 工业以太网的特点	197
5.4.2 工业以太网的构成	198
5.4.3 工业以太网的网络方案	198
5.4.4 基于工业以太网的 PROFINET	199
5.5 AS-i 网络与点对点通信	200
5.5.1 AS-i 网络	200
5.5.2 点对点通信	201
第6章 S7—300/400 系列 PLC 的控制系统设计	203
6.1 S7—300/400 系列 PLC 控制系统设计的基本内容及基本要求	203
6.1.1 控制系统设计的基本内容	203
6.1.2 控制系统设计的基本要求	203
6.2 S7—300/400 系列 PLC 控制系统设计的一般步骤	204
6.3 S7—300/400 系列 PLC 控制系统设计的应用案例	205
6.3.1 铁液预处理脱硫控制系统设计	206
6.3.2 料车卷扬调速控制系统设计	210
参考文献	217

第 1 章 西门子 S7—300/400 系列 PLC 的基础入门

本章中，我们主要对西门子 S7—300/400 系列 PLC 的硬件组成、CPU 模块及其性能特点、信号模块及其性能特点、S7—300/400 系列 PLC 的内部资源等基础知识做简要的了解。

1.1 可编程序控制器（PLC）概述

在尚未介入 S7—300/400 系列 PLC 相关内容之前，先来对 PLC 做简单的了解。

1.1.1 可编程序控制器（PLC）的概念、基本功能及应用

1. PLC 的概念

可编程序控制器，简称 PLC，英文全称为 Programmable Logic Controller。

1987 年国际电工委员会（International Electrical Committee）颁布的 PLC 标准草案中对 PLC 做了如下定义：

“PLC 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运算、顺序运算、计时、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。PLC 及其有关的外围设备都应该按易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩展其功能的原則而设计。”

PLC 的应用面广、功能强大、使用方便，已成为当代工业自动化的主要支柱之一，在工业生产的所有领域得到了广泛的使用。

2. PLC 的基本功能及应用

(1) PLC 的基本功能 现在的 PLC 一般具有以下主要功能：

1) 开关量逻辑控制功能。这是 PLC 的最基本功能之一。逻辑控制功能实际上就是位处理功能，它用 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，实现开关控制、逻辑控制和顺序控制。它既可用于单机控制或多机控制，又可用于自动化生产线的控制。



PLC 可根据操作按钮、限位开关及其他现场给出的指令信号或检测信号，控制机械运动部件进行相应的动作。

2) 步进控制功能。步进控制功能是用步进指令来实现有多道工序的控制，只有前一道工序完成后，才能进行下一道工序操作的控制，以取代由硬件构成的步进控制器。PLC 为用户提供了多个移位寄存器，可以实现由时间、计数或其他指定逻辑信号为转步条件的步进控制。PLC 能通过移位寄存器方便地完成步进控制功能。有些 PLC 专门设有步进控制指

令,使得编程更为方便。此功能在进行顺序控制时非常有效。

3) 数据处理功能。数据处理功能是指 PLC 能进行数据传送、数据比较、数据移位、数制转换、算术运算与逻辑运算以及编码和译码等操作。中、大型 PLC 数据处理功能更加齐全,可完成开方、PID 运算、浮点运算等操作,还可以和 CRT 显示器、打印机相连,实现程序、数据的显示和打印。

4) 定时/计数控制功能。定时/计数 (TIM/CNT) 控制功能是指利用 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,以取代时间继电器和计数继电器。定时器和计数器的设定值可以在编程时设定,也可以在运行过程中根据需要进行修改,使用方便灵活。

5) 监控、故障诊断功能。PLC 设置了较强的监控、故障诊断功能。利用编程器或监视器,操作人员可监视 PLC 各部分的运行状态和进程;也可以在线调整和修改控制程序中定时器、计数器的设定值或强制置 I/O 的状态。PLC 可以对系统构成、某些硬件状态、指令的合法性等进行自诊断,发现异常情况,发出报警并显示错误类型,如遇严重错误,则自动中止运行。

6) A/D、D/A 转换功能。有些 PLC 具有 A/D、D/A 转换功能,可以方便地完成对模拟量的控制和调节。一般情况下,模拟量为 4~20mA 的电流,1~5V、0~10V 的电压;数字量为 8 位或 12 位的二进制数。通过 A/D、D/A 转换功能,可对温度、压力、速度、流量等连续变化的模拟量进行控制,而且编程和使用都很方便。大、中型的 PLC 还具有 PID 闭环控制功能,运用 PID 子程序或使用专用智能 PID 模块,可以实现对模拟量的闭环过程控制。

7) 远程 I/O 功能。远程 I/O 功能是指通过远程 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,接收输入信号、传出输出信号。

8) 停电记忆功能。PLC 内部的部分存储器所使用的 RAM 设置了停电保持器件(如备用电池等),以保证断电后这部分存储器中的信息能够长期保存。



利用某些记忆指令可以对工作状态进行记忆,以保持 PLC 断电后的数据内容不变。PLC 电源恢复后,可以在原工作状态基础上继续工作。

9) 通信联网功能。新一代的 PLC 具有通信功能。PLC 的通信包括 PLC 相互之间、PLC 与上位计算机、PLC 与其他智能设备间的通信。PLC 系统与计算机可以直接或通过通信处理单元、通信转接器相连构成网络,从而实现信息的交换,也可构成“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。

10) 扩展功能。扩展功能是指通过连接 I/O 扩展单元模块来增加 I/O 点数,也可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。

(2) PLC 的应用领域 基于前述 PLC 基本功能的介绍,PLC 的应用领域主要包括以下几个方面:

1) 开关量逻辑控制。这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域,它完全取代了传统的继电器、接触器等顺序控制装置。开关量逻辑控制可以代替继电器完成组合逻辑控制、定时与顺序逻辑控制,它既可用于单机控制,又可用于多机群控,以及生产线的自动控制,并广泛应

用于电力、机械制造、钢铁、石油、化工、采矿、汽车、造纸、纺织等各行各业，如机床电气控制、包装机械控制、输送带与电梯的控制、汽车装配生产线及自动生产线中各种泵和电磁阀的控制等。

2) 运动控制。利用 PLC 的专用智能模块，可以对步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴系统实现位置控制。当每个轴转动时，位置控制模块使其保持适当的速度和加速度，确保运动平滑，如对具有多轴的机器人进行控制，自动处理它的机械运动。



在多数情况下，PLC 把描述目标位置的数据传送给模块，模块驱动轴系统到达目标位置。

3) 过程控制。过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量实现的闭环控制。现代 PLC 一般都有 PID 闭环控制功能。当控制过程中某一个输出变量出现偏差时，PLC 按照 PID 控制算法计算出相应的输出，使输出变量保持在设定值上。



PLC 的过程控制功能已经广泛应用在化工、机械、轻工、冶金、电力、建材等行业。

4) 数字控制。PLC 和计算机数控 (CNC) 装置组合成一体，可以实现数字控制，组成数控机床。现代 PLC 具有数字运算、数据传送、转换、排序、查表和位操作等功能，可以完成数据的采集、分析和处理。

5) 通信联网。近些年来，随着计算机网络和计算机控制技术的发展，工厂自动化 (FA) 网络系统正在兴起。通过网络系统，PLC 可和远程 I/O 进行通信，多台 PLC 之间及 PLC 和其他智能设备 (如计算机、变频器、数控装置等) 之间也可相互交换数字信息，形成一个统一的整体，实现分散控制或集中控制。

1.1.2 PLC 的分类、基本构成及工作原理

1. PLC 的分类

PLC 的分类见表 1-1。

表 1-1 PLC 的分类

分类方法	类 型	功能及特性
按结构形式分类	整体式 PLC	将 CPU、I/O 单元、电源、通信等部件集成到一个机壳内的称为整体式 PLC。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元 (又称为主机) 和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 接口、与 I/O 扩展单元相连的扩展口以及与编程器相连的接口。扩展单元内只有 I/O 接口和电源等，没有 CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。它还配备特殊功能单元，如模拟量单元、位置控制单元等，使其功能得以扩展。整体式 PLC 一般都是小型机
	模块式 PLC	模块式 PLC 是将 PLC 的每个工作单元都制成独立的模块，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。模块式 PLC 由母板 (或框架) 以及各种模块组成。把这些模块按控制系统需要选取后，安插到母板上，就构成了一个完整的 PLC 系统。大、中型 PLC 一般采用模块式结构

(续)

分类方法	类 型	功能及特性
按控制规模 (I/O 点数的多少) 分类	微型 PLC	I/O 点数小于 64 点的 PLC 为超小型或微型 PLC
	小型 PLC	I/O 点数为 256 点以下, 用户程序存储容量小于 8KB 的为小型 PLC。它可以连接开关量和模拟量 I/O 模块以及其他各种特殊功能模块, 能执行包括逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通信联网等功能
	中型 PLC	I/O 点数在 512 ~ 2048 点之间的为中型 PLC。它除了具有小型机所能实现的功能外, 还具有更强大的通信联网功能、更丰富的指令系统、更大的内存容量和更快的扫描速度
	大型 PLC	I/O 点数为 2048 点以上的为大型 PLC。它具有极强的软件和硬件功能、自诊断功能、通信联网功能, 它可以构成三级通信网, 实现工厂生产管理自动化

2. PLC 的基本构成

PLC 内部主要由中央处理器 (CPU)、存储器 (ROM/RAM)、输入/输出 (I/O) 单元、电源单元、通信接口、扩展接口等部分组成。PLC 的基本构成示意图如图 1-1 所示。

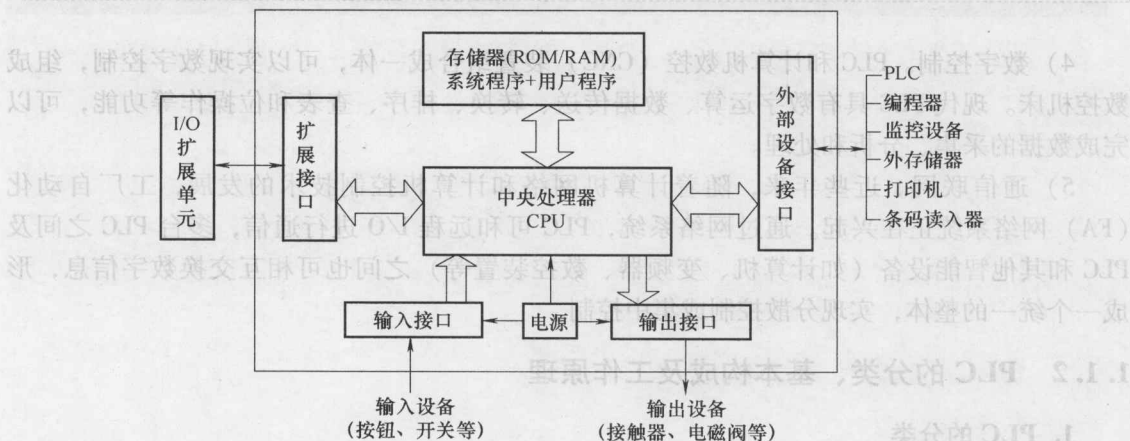


图 1-1 PLC 的基本构成示意图

(1) 中央处理器 (CPU) 中央处理器 (CPU) 一般由控制器、运算器、寄存器等组成。CPU 是 PLC 的核心, 一切逻辑运算及判断都是由它完成的, 并控制所有其他部件的操作。CPU 通过数据总线、地址总线和控制总线与存储器、I/O 接口电路等相连接。

用户程序和数据存放在存储器中, 当 PLC 处于运行方式时, CPU 按扫描方式工作, 从用户程序第一条指令开始, 直至用户程序的最后一条指令, 不停地进行周期性扫描, 每扫描完成一次, 用户程序就执行一次。



CPU 的主要功能有: 从存储器中读指令、执行指令、处理中断等。

(2) 存储器 (ROM/RAM) PLC 存储器主要有两种: 一种是可读/写操作的随机存储器 (RAM), 另一种是只读存储器 (ROM、PROM、EPROM 和 E²PROM)。在 PLC 中, 存储器

主要用于存放系统程序、用户程序及工作数据。

1) 系统程序。系统程序是由 PLC 的制造厂家编写的, 与 PLC 的硬件组成有关, 用以完成系统诊断、命令解释、功能子程序调用管理、逻辑运算、通信及各种参数设定等功能, 提供 PLC 运行的平台。



系统程序关系到 PLC 的性能, 而且在 PLC 使用过程中不会变动, 由制造厂家直接固化在 ROM、PROM 或 EPROM 中, 用户不能访问和修改。

2) 用户程序。用户程序是由用户根据对象生产工艺的控制要求而编制的应用程序。

为了便于读出、检查和修改, 用户程序一般存于 CMOS 静态 RAM 中, 用锂电池作为后备电源, 以保证掉电时不会丢失信息。为了防止干扰对 RAM 中程序的破坏, 当用户程序经调试运行正常且不需要改变时, 可将其固化在只读存储器 EPROM 中。



现在有许多 PLC 直接采用 E²PROM 作为用户存储器。

3) 工作数据。工作数据是 PLC 运行过程中经常变化、经常存取的一些数据, 存放在 RAM 中, 以适应随机存取的要求。在 PLC 的工作数据存储区中, 设有存放输入输出继电器、辅助继电器、定时器、计数器等逻辑器件的存储区, 这些器件的状态都是由用户程序的初始设置和运行情况而确定的。根据需要, 部分数据在掉电时用后备电池维持其现有的状态, 这部分在掉电时可保存数据的存储区域称为保持数据区。



由于系统程序及工作数据与用户无直接联系, 所以在 PLC 产品样本或使用手册中所列存储器的形式及容量是指用户程序存储器。为防止 PLC 提供的用户存储器容量不够用, 许多 PLC 还提供有存储器扩展功能。

(3) 输入/输出 (I/O) 单元 I/O 单元是 PLC 与工业生产现场之间的连接部件。

1) 输入单元 (接口)。输入单元 (接口) 用于接收输入设备 (如按钮、行程开关、传感器等) 的控制信号, 通过接口电路将这些信号转换成 CPU 能够识别和处理的信号, 并存到输入映像寄存器。运行时, CPU 从输入映像寄存器读取输入信息并进行处理, 将处理结果放到输出映像寄存器。

2) 输出单元 (接口)。输出单元 (接口) 用于将经主机处理过的结果通过输出电路去驱动输出设备 (如接触器、电磁阀、指示灯等)。

(4) 电源单元 电源单元将外界提供的电源转换成 PLC 的工作电源后提供给 PLC。有些电源单元也可以作为负载的工作电源, 通过 PLC 的 I/O 接口向负载提供 24V (DC) 电源。

PLC 的电源一般采用开关电源, 输入电压范围宽, 抗干扰能力强。电源单元的输入与输出之间有可靠的隔离, 以确保外界的扰动不会影响到 PLC 的正常工作。

电源单元还提供掉电保护电路和后备电池, 以维持部分 RAM 存储器的内容在外界电源断电后不会丢失。在面板上通常有发光二极管 (LED) 指示电源的工作状态, 便于判断电源

工作是否正常。

(5) 接口单元 接口单元包括扩展接口、通信接口、编程器接口和存储器接口等。

PLC 的 I/O 单元也是接口单元,它完成 PLC 与工业现场之间电信号的传输。除此之外,PLC 与其他外界设备和信号的联系都需要相应的接口单元。

1) I/O 扩展接口。I/O 扩展接口用于将扩充的外部 I/O 端子等扩展单元与基本单元(即主机)连接在一起。

2) 通信接口。PLC 配有多种通信接口,PLC 通过这些通信接口可以与监视器、打印机、其他 PLC 或计算机相连。

① 当 PLC 与打印机相连时,可将过程信息、系统参数等输出打印。

② 当与监视器(CRT)相连时,可将过程映像显示出来。

③ 当与其他 PLC 相连时,可以组成多机系统或构成网络,实现更大规模的控制。

④ 当与计算机相连时,可以组成多级控制系统,实现控制与管理相结合的综合系统。

⑤ 远程 I/O 系统也必须配备相应的通信接口模块。



通信单元一般自带 CPU,能独立完成数据的收发工作,基本不占用主机 CPU 的时间,与主机 CPU 只交换少量的数据即可完成通信工作。

3) 编程器接口。编程器接口是连接编程器的,PLC 通常是不带编程器的,为了能对 PLC 编程和监控,PLC 上专门设置有编程器接口。通过这个接口可以连接各种形式的编程装置,还可以利用此接口进行通信、监控工作。

4) 存储器接口。存储器接口是为了扩展存储区而设置的,用于扩展用户程序存储区和用户数据参数存储区,可以根据需要扩展存储器,其内部也是接到总线上的。

5) 智能接口模块。智能接口模块是一个独立的计算机系统,它有独立的 CPU、系统程序、存储器以及和 PLC 系统总线相连的接口。它作为 PLC 系统的一个模块,通过总线与 PLC 相连进行数据交换,并在 PLC 的协调管理下独立地进行工作。

PLC 的智能接口模块种类很多,如高速计数模块、闭环控制模块、运动控制模块、中断控制模块等。

(6) 外部设备

1) 编程器。编程器的作用是供用户进行程序的编制、编辑、调试和监视。编程器有简易型和智能型两类。

① 简易型编程器。简易型的编程器只能联机编程,且往往需要将梯形图转化为机器语言助记符(指令表)后才能输入。一般由简易键盘和发光二极管或其他显示器件组成。

② 智能型编程器。智能型编程器又称为图形编程器,可以联机,也可以脱机编程,具有 LCD 或 CRT 图形显示功能,可以直接通过编程器输入梯形图或通过屏幕对话。

目前,大部分 PLC 可以利用计算机作为编程器,这时计算机应配有相应的编程软件包,若要直接与 PLC 通信,还要配置相应的通信电缆及通信卡。

2) 监控器。PLC 将现场数据实时上传给监控器,监控器将这些数据动态实时显示出来,以便操作人员和技术人员随时掌握系统运行的情况,操作人员通过监控器向 PLC 发送

操控指令,并把具有这种功能的设备称为人机界面设备。PLC 生产厂家通常都提供专用的人机界面设备,目前使用较多的有操作屏和触摸屏等。这两种设备均采用液晶显示屏,通过专用的开发软件可设计用户工艺流程图,与 PLC 联机后能够实现现场数据的实时显示。

3) 存储设备。存储设备用于保存用户数据,避免用户程序丢失。它有存储卡、存储磁带、软磁盘与只读存储器等多种形式,配合这些存储载体,有相应的读写设备和接口部件。

4) 输入/输出设备。输入/输出设备是用于接收信号和输出信号的专用设备,如条码读者、打印机等。

3. PLC 的工作原理及过程

PLC 采用“顺序扫描、不断循环”的工作方式。这个工作过程一般包括 5 个阶段:内部处理、与编程器等的通信处理、输入扫描、执行用户程序和输出刷新。整个过程扫描并执行一次所需的时间称为扫描周期。PLC 的工作原理示意图如图 1-2 所示。

在图 1-2 中,当 PLC 方式开关置于 RUN (运行) 时,执行所有阶段;当方式开关置于 STOP (停止) 时,不执行后 3 个阶段,此时可进行通信处理,如对 PLC 联机或离线编程。

对于不同型号的 PLC,图 1-2 中的扫描过程中各步的顺序可能不同,这是由 PLC 内部的系统程序决定的。

(1) 内部处理 在这一阶段,CPU 检测主机硬件,同时也检查所有 I/O 模块的状态。在 RUN 模式下,还检测用户程序存储器。如果发现异常,则停机并显示出错信息。若自诊断正常,则继续向下扫描。

(2) 通信处理 在 CPU 扫描周期的信息处理阶段,CPU 自动监测并处理各通信端口接收到的任何信息,即检查是否有编程器、计算机等的通信请求,若有则进行相应处理,在这一阶段完成数据通信任务。

(3) 输入扫描 PLC 在输入扫描阶段,以扫描方式顺序读入所有输入端的通/断状态或输入数据,并将此状态存入输入状态寄存器,即输入刷新;接着转入程序执行阶段。



图 1-2 PLC 的工作原理示意图



在程序执行期间,即使输入状态发生变化,输入状态寄存器的内容也不会改变,只有在下一个扫描周期的输入处理阶段才能被读入。

(4) 执行用户程序 PLC 在执行阶段,按先左后右、先上后下的步序,执行程序指令。其过程为:从输入状态寄存器和其他元件状态寄存器中读出有关元件的通/断状态,并根据用户程序进行算术或逻辑运算,运算结果再存入有关的寄存器中。

(5) 输出刷新 在所有指令执行完毕后,将各物理继电器对应的输出状态寄存器的通/断状态,在输出刷新阶段转存到输出寄存器,去控制各物理继电器的通/断,这才是 PLC 的实际输出。

由 PLC 的工作过程可见,在 PLC 的程序执行阶段,即使输入发生了变化,输入状态寄

寄存器的内容也不会立即改变,要等到下一个周期输入处理阶段才能改变。暂存在输出状态寄存器中的输出信号,等到一个循环周期结束,CPU 集中将这些输出信号全部输出给输出锁存器,这才成为实际的 CPU 输出。因此全部输入、输出状态的改变就需要一个扫描周期,换言之,输入、输出的状态保持一个扫描周期。

PLC 的输入处理、执行用户程序、输出处理的具体过程如图 1-3 所示。

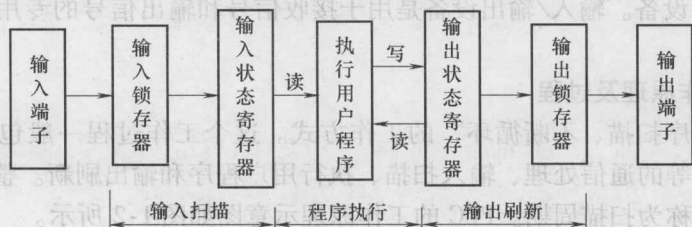


图 1-3 PLC 的输入处理、执行用户程序、输出处理的具体过程

PLC 扫描周期的长短主要取决于程序的长短,它对于一般的工业设备通常没有什么影响,但对控制时间要求较严格,响应速度要求较快的系统,为减少扫描周期造成的响应延时等不良影响,在编程时应对扫描周期进行计算,并尽量缩短和优化程序代码。

1.1.3 西门子 S7 系列 PLC 简介

德国西门子公司是世界上较早研制和生产 PLC 产品的主要厂家之一,也是目前生产和研发 PLC 设备技术先进、性能优越、适用配套性较强的厂家之一。

西门子公司 PLC 发展到现在已有很多系列产品,如 S5、S7、C7、M7 系列等。

S7 系列 PLC 是在 S5 系列基础上研制出来的,它由微型 S7—200 系列、小型 S7—1200 系列、中小型 S7—300 系列、中大型 S7—400 系列组成。其中小型 S7—1200 系列是西门子公司近两年来最新推出的小型 PLC,代表了下一代 PLC 的发展方向。

对于微型 S7—200 系列和小型 S7—1200 系列 PLC,已在《西门子 S7 系列 PLC 图解入门》丛中另分册介绍,这里我们主要就 S7—300/400 系列 PLC 的相关知识做详细的了解。

1.2 S7—300/400 系列 PLC 的产品分类

西门子 S7—300/400 系列 PLC 的产品分类情况如下。

1.2.1 S7—300 系列 PLC 的产品分类



S7—300 系列 PLC 是一种通用型 PLC,能适合自动化工程中的各种应用场合,尤其是在生产制造中的应用。

S7—300 系列 PLC 产品的规格众多,而且还在不断扩充中,产品性能主要通过不同的 CPU 模块进行区分,I/O 模块、电源模块、功能模块通用。最新 S7—300 系列 PLC 的 CPU

包括了标准型、革新型、紧凑型、故障安全型、技术功能型 5 大系列,前期产品还包括“户外型”等;而且同系列产品的性能与型号也有不同程度的变化。因此,S7—300 系列 PLC 产品的 CPU 规格累计多达数十种。

1. 标准型

S7—300 系列 PLC 标准型 CPU 包括 CPU 313、CPU 314、CPU 315、CPU 315—2DP、CPU 316—2DP 5 种规格。

标准型 CPU 均为模块式结构,CPU 无集成 I/O 点。在标准型 CPU 中,CPU 313 不可以连接扩展机架(只能采用单机架结构),主机架上的最多安装模块数为 8 个,每一模块的最多 I/O 点数为 32 点,因此,PLC 的最多 I/O 点数为 256 点。其余 CPU 均可以连接最多 3 个扩展机架,每一机架的安装模块数均为 8 个,连同主机架 PLC 的最多安装模块数为 32 个,因此,PLC 的最多 I/O 点数为 1024 点。

2. 革新型

革新型 CPU 具有与标准型 CPU 相同的系列表示,是标准型 CPU 的技术革新产品,S7—300 系列 PLC 有 5 种革新型 CPU,分别是 CPU 312、CPU 314、CPU 315—2DP、CPU 317—2DP、CPU 318—2DP。

3. 紧凑型

S7—300 系列紧凑型 CPU 包括 CPU 312C、CPU 313C、CPU 313C—2PtP、CPU 313C—2DP、CPU 314C—2PtP、CPU 314C—2DP 6 种规格。



紧凑型 CPU 与标准型 CPU 的主要区别是 CPU 本身带有数量不等的集成 I/O 点、集成计数、脉冲输出等功能,同样,它也可以根据需要进行不同的 I/O 模块进行扩展。

与标准型一样,紧凑型的 CPU 312C 同样不可以连接扩展机架,其余 CPU 均最多可以连接 3 个扩展机架。

虽然紧凑型 CPU 的机架安装模块数同样均为 8 个,每一模块的最多 I/O 点数也为 32 点,但由于 CPU 模块本身均有集成的 I/O 点,此外,集成的计数输入、脉冲输出等功能需要专用相应的 I/O 地址,因此 S7—300 系列紧凑型 CPU 的 I/O 点数与同规格的标准型不同,当控制系统实际使用的 I/O 点数接近 PLC 的最多 I/O 点数时,需要考虑扩展 PLC。

紧凑型 CPU 均带有固定点数的高速计数输入与高速脉冲输出,I/O 频率可以达到 10 ~ 60Hz(点数与 I/O 频率根据 CPU 的型号有所不同)。

4. 故障安全型

S7—300 系列故障安全型 CPU 包括 CPU 315F—2DP、CPU 317F—2DP 两种规格。

故障安全型 PLC 内部安装有经德国技术监督委员会认可的基本功能模块与安全型 I/O 模块参数化工具,可以用于锅炉、索道及对安全性要求极高的特殊控制场合,它可以在系统出现故障时立即进入安全状态或安全模式,以确保人身与设备的安全。

5. 技术功能型

S7—300 系列技术功能型 CPU 目前有 CPU 317—2 PN/DP、CPU 317T—2DP 两种规格。

其中,CPU 317T—2DP 是一种专门用于运动控制的 PLC,最多可以控制 16 轴。CPU 除