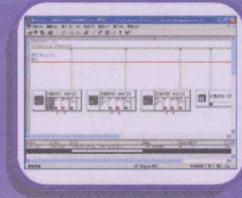
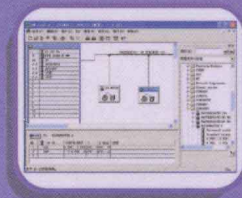




自动化技术轻松入门丛书

S7-300/400 PLC 基础与案例精选

主 编 向晓汉
副主编 陆 彬
参 编 李润海 刘遥遥



本书附有配套资源

下载网址: www.cmpbook.com

- 免费下载重点实例源程序
- 免费下载操作过程视频文件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

自动化技术轻松入门丛书

S7-300/400 PLC 基础与案例精选

主 编 向晓汉
副主编 陆 彬
参 编 李润海 刘遥遥
主 审 郭 琼



机械工业出版社

本书从基础和实用出发,涵盖的主要内容包括 S7-300/400 PLC、变频器 and 组态软件。全书分两个部分:第一部分为入门学习,主要介绍 S7-300/400 PLC 的硬件和接线、STEP 7 软件的使用、PLC 的编程语言、编程方法与调试;第二部分为实例应用,包括 PLC 的通信、PLC 在过程控制的应用、PLC 在变频调速中的应用和上位机对 PLC 的监控。

本书内容丰富,重点突出,强调知识的实用性,几乎每章中都配有大量实用的例题,便于读者模仿学习,另外每章配有习题供读者练习。大部分实例都有详细的软件、硬件配置清单,并配有接线图和程序。本书的配套资源中有重点内容的程序和操作视频资料。

本书可以作为工程技术人员学习 S7-300/400 PLC 入门和提高级用书,也可以作为大中专院校机电类、信息类专业的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

S7-300/400 PLC 基础与案例精选 / 向晓汉主编. —北京:机械工业出版社, 2010.10

(自动化技术轻松入门丛书)

ISBN 978-7-111-32002-9

I. ①S… II. ①向… III. ①可编程序控制器 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 186635 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:时 静

责任编辑:时 静 黄 伟

责任印制:李 妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2011 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·21.25 印张·524 千字

0001—3500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-32002-9

定价:40.00 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

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着计算机技术的发展，以可编程序控制器（PLC）、变频器、计算机通信和组态软件等为主体的新型电气控制系统已经逐渐取代传统的继电器电气控制系统，并广泛应用于各行业。其中西门子 PLC 具有卓越的性能，在工控市场占有非常大的份额，应用十分广泛。虽然 S7-300/400 PLC 被大多数技术人员接受，但长期以来，S7-300/400 PLC 一直公认是比较难入门的。为了使读者能更好地掌握相关知识，我们在总结长期的教学经验和工程实践的基础上，联合相关企业人员，共同编写了本书，力争使读者通过“看书”就能学会 S7-300/400 PLC。本书将力求简单和详细，用较多的小例子引领读者入门，让读者读完入门部分后，能完成简单的工程。应用部分精选工程的实际案例，供读者模仿学习，提高读者解决实际问题的能力。

我们在编写过程中，将一些生动的操作实例融入该书，以提高读者的学习兴趣。本书与其他相关书籍相比，具有以下特点。

（1）用实例引导读者学习。该书的大部分章节用精选的例子讲解。例如，用例子说明现场总线通信实现的全过程。

（2）重点的例子都包含软硬件的配置方案图、接线图和程序，而且为确保程序的正确性，本书中程序已经在 PLC 上运行通过。

（3）对于比较复杂的例子，为了便于读者学习，均配有视频。如工业以太网通信的硬件组态，就配有编者的组态过程视频。

（4）该书实例易于工程移植。

全书共分 9 章。第 1、4、5、6 章由无锡职业技术学院的向晓汉编写；第 2、3、8 章由无锡雷华科技有限公司的陆彬编写；第 7 章由无锡雪浪输送机厂的刘遥遥编写；第 9 章由无锡小天鹅股份有限公司的李润海编写。本书由向晓汉任主编，陆彬任副主编。郭琼副教授任主审。

由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正，编者将万分感激！

作 者

目 录

前言

第 1 章 可编程序控制器 (PLC) 基础	1
1.1 概述	1
1.1.1 PLC 的发展历史	1
1.1.2 PLC 的主要特点	2
1.1.3 PLC 的应用范围	3
1.1.4 PLC 的分类与性能指标	3
1.1.5 PLC 与继电器系统的比较	4
1.1.6 PLC 与微机的比较	5
1.1.7 PLC 的发展趋势	5
1.1.8 PLC 在我国的使用情况	5
1.2 可编程序控制器的结构和工作原理	6
1.2.1 可编程序控制器的硬件组成	6
1.2.2 可编程序控制器的工作原理	9
1.2.3 可编程序控制器的立即输入、输出功能	10
小结	11
习题	11
第 2 章 S7-300/400 PLC 的硬件介绍	12
2.1 S7-300 PLC 常用模块及其接线	12
2.1.1 西门子 PLC 简介	12
2.1.2 S7-300 PLC 常用模块及其接线	13
2.2 S7-400 PLC 常用模块及其接线	29
2.2.1 S7-400 PLC 的概述	29
2.2.2 S7-400 PLC 的机架	30
2.2.3 S7-400 PLC 常用模块及其连接	32
小结	42
习题	42
第 3 章 STEP 7 软件使用入门	44
3.1 STEP 7 简介	44
3.1.1 初识 STEP 7	44
3.1.2 安装 STEP 7 注意事项	45
3.2 编程界面的 SIMATIC 管理器	45
3.2.1 创建项目	45



3.2.2 编辑项目	47
3.3 硬件组态与参数设置	49
3.3.1 硬件组态	49
3.3.2 参数设置	52
3.3.3 硬件的更新和 GSD 文件安装	60
3.4 下载和上传	62
3.4.1 下载	62
3.4.2 上传	66
3.5 软件编程	67
3.6 打印和归档	69
3.6.1 打印	69
3.6.2 归档	70
3.7 用 STEP 7 V5.4 建立一个完整的项目	71
3.8 使用帮助	76
3.8.1 查找关键字或者功能	76
3.8.2 了解某个逻辑块 FB/SFB/FC/SFC 的功能及管脚的定义	76
小结	77
习题	78
第 4 章 S7-300/400 PLC 的编程语言	79
4.1 S7-300/400 PLC 的编程基础知识	79
4.1.1 编程元件与数据类型	79
4.1.2 寻址方式	82
4.1.3 编程语言	86
4.2 CPU 中的寄存器	87
4.2.1 累加器 (ACCUx)	87
4.2.2 状态字寄存器 (16 位)	88
4.2.3 数据块寄存器	88
4.3 位逻辑指令	88
4.4 定时器与计数器指令	95
4.4.1 定时器	95
4.4.2 计数器	104
4.5 数据处理与运算指令	107
4.5.1 装载与传送指令	107
4.5.2 比较指令	111
4.5.3 转换指令	114
4.5.4 移位与循环指令	120
4.5.5 算术运算指令	125
4.5.6 控制指令	134
4.6 S7-300/400 PLC 的程序结构	137





4.6.1 功能、功能块和数据块	137
4.6.2 组织块 (OB)	147
4.6.3 STL 源文件	162
4.7 实例	167
小结	178
习题	179
第 5 章 S7-300/400 PLC 的编程方法与调试	181
5.1 功能图	181
5.1.1 功能图的画法	181
5.1.2 梯形图编程的原则	185
5.2 逻辑控制的梯形图编程方法	187
5.2.1 经验设计法	187
5.2.2 功能图设计法	189
5.3 S7-300/400 PLC 的诊断与调试方法	195
5.3.1 使用状态和出错 LED 进行诊断	196
5.3.2 使用 STEP 7 的软件诊断功能进行硬件诊断	196
5.3.3 用变量监控表进行调试	199
5.3.4 使用 PLCSIM 软件进行调试	202
5.4 实例	205
小结	212
习题	213
第 6 章 S7-300/400 PLC 的通信及其应用	215
6.1 通信基础知识	215
6.1.1 通信的基本概念	215
6.1.2 RS-485 标准串行接口	217
6.1.3 OSI 参考模型	218
6.2 MPI 通信及其应用	219
6.2.1 MPI 通信简介	219
6.2.2 S7-200 PLC 与 S7-300 PLC 间的 MPI 通信	220
6.2.3 S7-300 PLC 与 S7-300 PLC 间的 MPI 通信	227
6.2.4 S7-300/400 PLC 与 S7-400 PLC 间的 MPI 通信	236
6.3 PROFIBUS 通信及其应用	240
6.3.1 PROFIBUS 通信基础	240
6.3.2 S7-200 PLC 与 S7-300 PLC 间的现场总线通信	242
6.3.3 S7-300 PLC 与 S7-300 PLC 间的现场总线通信	253
6.4 以太网通信及其应用	262
6.4.1 以太网通信基础	262
6.4.2 S7-200 PLC 与 S7-300 PLC 间的以太网通信	265
6.4.3 S7-300 PLC 间的以太网通信	272



小结	280
习题	281
第 7 章 S7-300 PLC 在电炉温度控制系统中的应用	282
7.1 PID 控制简介	282
7.2 利用 S7-300 PLC 进行电炉的温度控制	284
小结	289
习题	289
第 8 章 S7-300 PLC 在模块化生产线变频调速系统中的应用	291
8.1 认识模块化生产线的运输站	291
8.2 西门子 MM440 变频器使用简介	291
8.2.1 认识变频器	291
8.2.2 西门子 MM440 变频器使用简介	293
8.3 运输站的控制	297
8.3.1 运输站变频器的 BOP 调速	297
8.3.2 运输站变频器的模拟量调速	298
8.3.3 运输站变频器的多段调速	300
8.3.4 运输站变频器的通信调速	303
小结	313
习题	313
第 9 章 上位机对 S7-300/400 PLC 的监控	314
9.1 简单组态软件工程的建立	314
9.1.1 认识组态软件	314
9.1.2 建立工程	316
9.2 搬运站组态工程的建立	323
9.2.1 变量	323
9.2.2 动画相关	324
9.2.3 命令语言程序	326
9.2.4 创建搬运站工程	329
小结	330
习题	330
参考文献	331

可编程序控制器 (PLC) 基础

本章介绍可编程序控制器的历史、功能、特点、应用范围、发展趋势、在我国的使用情况、其结构和工作原理等知识，使读者初步了解可编程序控制器，为学习本书后续内容做必要准备。

1.1 概述

可编程序控制器 (Programmable Logic Controller) 简称 PLC，国际电工委员会 (IEC) 于 1985 年对可编程序控制器作了如下定义：“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、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连成一个整体，易于扩充功能的原则设计。PLC 是一种工业计算机，其种类繁多，不同厂家的产品有其各自的特点，但作为工业标准设备，可编程序控制器又有一定的共性。”

1.1.1 PLC 的发展历史

20 世纪 60 年代以前，汽车生产线的自动控制系统基本上都由继电器控制装置构成。当时每次改型都直接导致继电器控制装置的重新设计和安装，福特汽车公司的老板曾经说，无论顾客需要什么样的汽车，福特汽车永远是黑色的，从侧面反映汽车改型和升级换代比较困难。为了改变这一状况，1969 年，美国通用汽车公司 (GM) 公开招标，要求用新的装置取代继电器控制装置，并提出十项招标指标，要求编程方便、现场可修改程序、维修方便、采用模块化设计、体积小、可与计算机通信等。同年，美国数字设备公司 (DEC) 研制出了世界上第一台可编程序控制器 PDP-14，在美国通用汽车公司的生产线上试用成功，并取得了满意的效果，可编程序控制器从此诞生。由于当时的 PLC 只能取代继电器接触器控制，功能仅限于逻辑运算、计时、计数等，所以称为“可编程逻辑控制器”。伴随着微电子技术、控制技术与信息技术的不断发展，可编程序控制器的功能不断增强。美国电气制造商协会 (NEMA) 于 1980 年正式将其命名为“可编程控制器”，简称 PC。由于这个名称和个人计算机的简称相同，容易混淆，因此在我国，很多人仍然习惯称可编程序控制器为 PLC。

由于 PLC 具有易学易用、操作方便、可靠性高、体积小、通用灵活以及使用寿命长等一系列优点。因此，很快 PLC 就在工业中得到了广泛的应用。同时，这一新技术也受到其他国家的重视。1971 年日本引进这项技术，很快研制出日本第一台 PLC，欧洲于 1973 年研



制出第一台 PLC，我国从 1974 年开始研制，1977 年国产 PLC 正式投入工业应用。

进入 20 世纪 80 年代以来，随着电子技术的迅猛发展，以 16 位和 32 位微处理器构成的微机化 PLC 得到快速发展，（例如 GE-FANUC 的 RX7i，使用的是赛扬 CPU，其主频达 1GHz，信息处理能力几乎和个人电脑相当）使得 PLC 在设计、性能价格比以及应用方面有了突破，不仅控制功能增强，功耗和体积减小，成本下降，可靠性提高，编程和故障检测更为灵活方便，而且随着远程 I/O 和通信网络、数据处理和图像显示的发展，已经使得 PLC 普遍用于控制复杂生产过程。PLC 目前已经成为工厂自动化的三大支柱之一。

1.1.2 PLC 的主要特点

PLC 之所以高速发展，除了工业自动化的客观需要外，还有许多适合工业控制的独特优点，它较好地解决了工业控制领域中普遍关心的可靠、安全、灵活、方便、经济等问题。其主要特点如下：

1. 抗干扰能力强，可靠性高

在传统的继电器控制系统中，使用了大量的中间继电器、时间继电器，由于器件的固有缺点，如器件老化、接触不良、触点抖动等现象，大大降低了系统的可靠性。而在 PLC 控制系统中大量的开关动作由无触点的半导体电路完成，因此故障大大减少。

此外，PLC 的硬件和软件方面采取了措施，提高其可靠性。在硬件方面，所有的 I/O 接口都采用了光电隔离，使得外部电路与 PLC 内部电路实现了物理隔离。各模块都采用了屏蔽措施，以防止辐射干扰。电路中采用了滤波技术，以防止或抑制高频干扰。在软件方面，PLC 具有良好的自诊断功能，一旦系统的软硬件发生异常情况，CPU 会立即采取有效措施，防止故障扩大。通常 PLC 具有看门狗功能。

对于大型的 PLC 系统，还可以采用双 CPU 构成冗余系统或者 3 CPU 构成表决系统，使系统的可靠性进一步提高。

2. 程序简单易学，系统的设计调试周期短

PLC 是面向用户的设备，PLC 的生产厂家充分考虑到现场技术人员的技能和习惯，可采用梯形图或面向工业控制的简单指令形式。梯形图与继电器原理图很相似，直观、易懂、易掌握，不需要学习专门的计算机知识和语言。设计人员可以在设计室设计、修改和模拟调试程序，非常方便。

3. 安装简单，维修方便

PLC 不需要专门的机房，可以在各种工业环境下直接运行，使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接，即可投入运行。各种模块上均有运行和故障指示装置，便于用户了解运行情况和查找故障。

4. 采用模块化结构，体积小，重量轻

为了适应工业控制需求，除了整体式 PLC 外，绝大多数 PLC 采用模块化结构。PLC 的各部件，包括 CPU、电源、I/O 接口等都采用模块化设计。此外，PLC 相对于通用工控机，其体积和重量都要小得多。

5. 丰富的 I/O 接口模块，扩展能力强

PLC 针对不同的工业现场信号（如交流或直流、开关量或模拟量、电压或电流、脉冲或电位、强电或弱电等）有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备（如按钮、行程开



关、接近开关、传感器及变送器、电磁线圈、控制阀等) 直接连接。另外, 为了提高操作性能, 它还有多种人-机对话的接口模块, 为了组成工业局部网络, 它还有多种通信联网的接口模块等。

1.1.3 PLC 的应用范围

目前, PLC 在国内外已广泛应用于机床、控制系统、自动化楼宇、钢铁、石油、化工、电力、建材、汽车、纺织机械、交通运输、环保以及文化娱乐等各行各业。随着 PLC 性能价格比的不断提高, 应用范围还将不断扩大, 应用场合可以说是无处不在, 具体应用大致可归纳为以下几类:

1. 顺序控制

这是 PLC 最基本、最广泛应用的领域, 它取代传统的继电器顺序控制, PLC 用于单机控制、多机群控制、自动化生产线的控制。例如数控机床、注塑机、印刷机械、电梯控制和纺织机械等。

2. 计数和定时控制

PLC 为用户提供了足够的定时器和计数器, 并设置相关的定时和计数指令, PLC 的计数器和定时器精度高、使用方便, 可以取代继电器系统中的时间继电器和计数器。

3. 位置控制

大多数的 PLC 制造商, 目前都提供拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块, 这一功能可广泛用于各种机械, 如金属切削机床、装配机械等。

4. 模拟量处理

PLC 通过模拟量的输入/输出模块, 实现模拟量与数字量的转换, 并对模拟量进行控制, 有的还具有 PID 控制功能。例如用于锅炉的水位、压力和温度控制。

5. 数据处理

现代的 PLC 具有数学运算、数据传递、转换、排序和查表等功能, 也能完成数据的采集、分析和处理。

6. 通信联网

PLC 的通信包括 PLC 相互之间、PLC 与上位计算机、PLC 和其他智能设备之间的通信。PLC 系统与通用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, 以实现信息的交换, 并可构成“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需要。

1.1.4 PLC 的分类与性能指标

1. PLC 的分类

(1) 从组成结构形式分类

可以将 PLC 分为两类: 一类是整体式 PLC (也称单元式), 其特点是电源、中央处理单元、I/O 接口都集成在一个机壳内; 另一类是标准模板式结构化 PLC (也称组合式), 其特点是电源模板、中央处理单元模板、I/O 接口模板等在结构上是相互独立的, 可根据具体的应用要求, 选择合适的模块, 安装在固定的机架或导轨上, 构成一个完整的 PLC 应用系统。

(2) 按 I/O 点容量分类



- 1) 小型 PLC。小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点以下。
- 2) 中型 PLC。中型 PLC 采用模块化结构, 其 I/O 点数一般在 256~1024 点之间。
- 3) 大型 PLC。一般 I/O 点数在 1024 点以上的称为大型 PLC。

2. PLC 的性能指标

各厂家的 PLC 虽然各有特色, 但其主要性能指标是相同的。

(1) 输入/输出 (I/O) 点数

输入/输出 (I/O) 点数是最重要的一项技术指标, 也是 PLC 选型时最重要的指标 PLC 的面板上连接外部输入、输出端子数常称为“点数”, 用输入与输出点数的和表示。点数越多表示 PLC 可接入的输入器件和输出器件越多, 控制规模越大。

(2) 扫描速度

扫描速度是指 PLC 执行程序的速度, 以 ms/K 步为单位, 即执行 1K 步指令所需的时间。1 步占 1 个地址单元。

(3) 存储容量

存储容量通常用千字 (KW) 或千字节 (KB)、千位 (Kbit) 来表示。这里 1K=1024。有的 PLC 用“步”来衡量, 一步占用一个地址单元。存储容量表示 PLC 能存放多少用户程序。例如, 三菱型号为 FX2N-48MR 的 PLC 存储容量为 8000 步。有的 PLC 的存储容量可以根据需要配置, 有的 PLC 的存储器可以扩展。

(4) 指令系统

指令系统表示该 PLC 软件功能的强弱。指令越多, 编程功能就越强。

(5) 内部寄存器 (继电器)

PLC 内部有许多寄存器用来存放变量、中间结果、数据等, 还有许多辅助寄存器可供用户使用。因此寄存器的配置也是衡量 PLC 功能的一项指标。

(6) 扩展能力

扩展能力是反映 PLC 性能的重要指标之一。PLC 除了主控模块外, 还可配置实现各种特殊功能的高功能模块。例如 A/D 模块、D/A 模块、高速计数模块、远程通信模块等。

1.1.5 PLC 与继电器系统的比较

在 PLC 出现以前, 继电器硬接线电路是逻辑、顺序控制的唯一执行者。它结构简单、价格低廉, 一直被广泛应用。PLC 出现后, 几乎所有的方面都超越继电器控制系统, 两者的性能比较见表 1-1。

表 1-1 可编程序控制器与继电器控制系统的比较

序号	比较项目	继电器控制	可编程序控制器控制
1	控制逻辑	硬接线多、体积大、连线多	软逻辑、体积小、接线少、控制灵活
2	控制速度	通过触点开关实现控制, 动作受继电器硬件限制, 通常超过 10ms	由半导体电路实现控制, 指令执行时间段, 一般为微秒级
3	定时控制	由时间继电器控制, 精度差	由集成电路的定时器完成, 精度高
4	设计与施工	设计、施工、调试必须按照顺序进行, 周期长	系统设计完成后, 施工与程序设计同时进行, 周期短
5	可靠性与维护	继电器的触点寿命短, 可靠性和维护性差	无触点, 寿命长, 可靠性高, 有自诊断功能
6	价格	价格低	价格高



1.1.6 PLC 与微机的比较

采用微电子技术制造的可编程序控制器与微机一样, 也由 CPU、ROM (或者 FLASH)、RAM、I/O 接口等组成, 但又不同于一般的微机, 可编程序控制器采用了特殊的抗干扰技术, 是一种特殊的工业控制计算机, 更加适合工业控制。两者的性能比较见表 1-2。

表 1-2 PLC 与微机的比较

序号	比较项目	可编程序控制器控制	微机控制
1	应用范围	工业控制	科学计算、数据处理、计算机通信
2	使用环境	工业现场	具有一定温度和湿度的机房
3	输入/输出	控制强电设备, 需要隔离	与主机弱电联系, 不隔离
4	程序设计	一般使用梯形图语言, 易学易用	编程语言丰富, 如 C、BASIC 等
5	系统功能	自诊断、监控	使用操作系统
6	工作方式	循环扫描方式和中断方式	中断方式

1.1.7 PLC 的发展趋势

1. 向高性能、高速度、大容量发展

2. 网络化

强化通信能力和网络化, 向下将多个可编程序控制器或者多个 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。即便是微型的 S7-200 PLC 也能组成多种网络, 通信功能十分强大。

3. 小型化、低成本、简单易用

目前, 市场上小型 PLC 的价格有的只有几百元人民币。

4. 不断提高编程软件的功能

编程软件可以对 PLC 控制系统的硬件组态, 在屏幕上可以直接生成和编辑梯形图、指令表、功能块图和顺序功能图程序, 并可以实现不同编程语言的相互转换。程序可以下载、存盘和打印, 通过网络或电话线, 还可以实现远程编程。

5. 适合 PLC 应用的新模块

随着科技的发展, 对工业控制领域将提出更高的、更特殊的要求。因此, 必须开发特殊功能模块来满足这些要求。

6. PLC 的软件化与 PC 化

目前已有多家厂商推出了在 PC 上运行的可实现 PLC 功能的软件包, 也称为“软 PLC”, “软 PLC”的性能价格比比传统的“硬 PLC”更高, 是 PLC 的一个发展方向。

PC 化的 PLC 类似于 PLC, 但它采用了 PC 的 CPU, 功能十分强大, 如 GE 的 Rx7i 和 Rx3i 使用的就是工控机用的赛扬 CPU, 主频已经达到 1GHz。

1.1.8 PLC 在我国的使用情况

目前 PLC 在我国得到了广泛的应用, 几乎所有知名厂家的 PLC 在我国都有应用。在我国使用较多的 PLC 品牌有德国的西门子 (SIEMENS), 法国的施耐德 (Schneider), 奥地利的贝加莱 (B&R), 日本的三菱 (MITSUBISHI)、欧姆龙 (OMRON)、日立 (Hitachi) 和松



下 (Panasonic), 美国的通用电气 (GE) 和罗克维尔 (Rockwell) 等。而大中型可编程控制器主要以欧美的品牌为主。目前 95% 以上的 PLC 市场被国外品牌所占领。

我国自主品牌的 PLC 生产厂家有近 30 余家。在目前已经上市的众多 PLC 产品中, 还没有形成规模化的生产和名牌产品, 甚至还有一部分是以仿制、来件组装或“贴牌”方式生产。单从技术角度来看, 国产小型 PLC 与国际知名品牌小型 PLC 差距正在缩小。例如和利时、上海新华和汇川等公司生产的微型 PLC 已经比较成熟, 其可靠性在许多低端应用中得到了验证, 但其知名度与世界先进水平还有相当的差距。

1.2 可编程序控制器的结构和工作原理

1.2.1 可编程序控制器的硬件组成

可编程序控制器种类繁多, 但其基本结构和工作原理相同。可编程序控制器的功能结构区由 CPU (中央处理器)、存储器和输入模块/输出模块 3 大部分组成, 如图 1-1 所示。

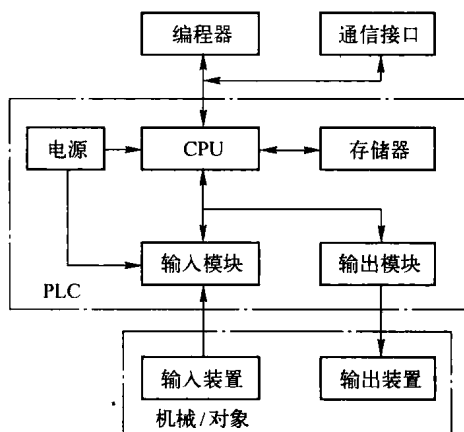


图 1-1 可编程序控制器结构框图

1. CPU (中央处理器)

CPU 的功能是完成 PLC 内所有的控制和监视操作。中央处理器一般由控制器、运算器和寄存器组成。CPU 通过数据总线、地址总线和控制总线与存储器、输入/输出接口电路连接。

2. 存储器

在 PLC 中使用两种类型的存储器: 一种是只读类型的存储器, 如 EPROM 和 EEPROM, 另一种是可读/写的随机存储器 RAM。PLC 的存储器分为 5 个区域, 如图 1-2 所示。

	程序存储器	ROM
	系统存储器	RAM
	I/O 状态存储器	RAM
	数据存储器	RAM
	用户存储器	RAM/EPROM/EEPROM

图 1-2 存储器的区域划分



程序存储器的类型是只读存储器 (ROM), PLC 的操作系统存放在这里, 程序由制造商固化, 通常不能修改。存储器中的程序负责解释和编译用户编写的程序、监控 I/O 接口的状态、对 PLC 进行自诊断、扫描 PLC 中的程序等。系统存储器属于随机存储器 (RAM), 主要用于存储中间计算结果和数据及系统管理。有的 PLC 厂家用系统存储器存储一些系统信息, 如错误代码等。系统存储器不对用户开放。I/O 状态存储器属于随机存储器, 用于存储 I/O 装置的状态信息, 每个输入模块和输出模块都在 I/O 映像表中分配一个地址, 而且这个地址是唯一的。数据存储器属于随机存储器, 主要用于数据处理, 为计数器、定时器、算术计算和过程参数提供数据存储。有的厂家将数据存储器细分为固定数据存储器 and 可变数据存储器。用户编程存储器的类型可以是随机存储器、可擦除存储器 (EPROM) 和电擦除存储器 (EEPROM), 高档的 PLC 还可以用 FLASH。用户编程存储器主要用于存放用户编写的程序。存储器的关系如图 1-3 所示。

只读存储器可以用来存放系统程序, PLC 断电后再上电, 系统内容不变且重新执行。只读存储器也可用来固化用户程序和一些重要参数, 避免因偶然操作失误而造成程序和数据的破坏或丢失。随机存储器中一般存放用户程序和系统参数。当 PLC 处于编程工作状态时, CPU 从 RAM 中取指令并执行。用户程序执行过程中产生的中间结果也在 RAM 中暂时存放。RAM 通常由 CMOS 型集成电路组成, 功耗小, 但断电时内容消失, 所以一般使用大电容或后备锂电池保证掉电后 PLC 的内容在一定时间内不丢失。

3. 输入/输出接口

可编程序控制器的输入和输出信号可以是开关量或模拟量。输入/输出接口是 PLC 内部弱电 (low power) 信号和工业现场强电 (high power) 信号联系的桥梁。输入/输出接口主要有两个作用: 一是利用内部的电隔离电路将工业现场和 PLC 内部进行隔离, 起保护作用; 二是调理信号, 把不同的信号 (如强电、弱电信号) 调理成 CPU 可以处理的信号 (5V、3.3V 或 2.7V 等), 如图 1-4 所示。

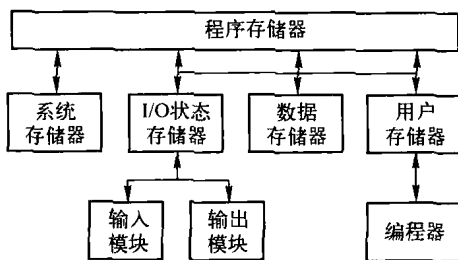


图 1-3 存储器的关系

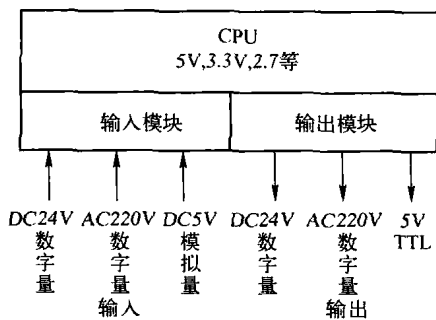


图 1-4 输入/输出接口

输入/输出接口模块是 PLC 系统中最大的部分, 输入/输出接口模块通常需要电源, 输入电路的电源可以由外部提供, 对于模块化的 PLC 还需要背板 (安装机架)。

(1) 输入接口电路

1) 输入接口电路的组成和作用。输入接口电路由接线端子、信号调理和转换电路、状态显示电路、电隔离电路和多路开关模块组成, 如图 1-5 所示。现场的信号必须连接在输入端子才可能将信号输入到 CPU 中, 它提供了外部信号输入的物理接口; 信号调理和转换电



路十分重要,可以将工业现场的信号(如强电 AC220V 信号)转化成电信号(CPU 可以识别的弱电信号);电隔离电路主要利用电隔离器件将工业现场的机械或者电输入信号和 PLC 的 CPU 的信号隔开,它能确保过高的电干扰信号和浪涌不串入 PLC 的微处理器,起保护作用。一般有 3 种隔离方式,用得最多的是光电隔离,其次是变压器隔离和干簧继电器隔离。当外部有信号输入时,输入模块上有指示灯显示,这个电路比较简单,当线路中有故障时,它帮助用户查找故障,由于氖灯或 LED 灯的寿命比较长,所以这个灯通常是氖灯或 LED 灯。多路开关模块接收调理完成的输入信号,并存储在多路开关模块中,当输入循环扫描时,多路开关模块中信号输送到 I/O 状态寄存器中。

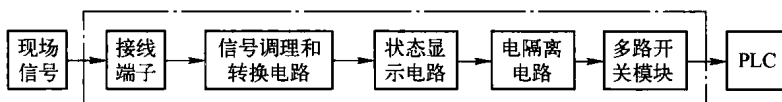


图 1-5 输入接口的结构

2) 输入信号的设备的种类。输入信号可以是离散信号和模拟信号。当输入端是离散信号时,输入端的设备类型可以是限位开关、按钮、压力继电器、继电器触点、接近开关、选择开关、光电开关等,如图 1-6 所示。当输入为模拟量输入时,输入设备的类型可以是压力传感器、温度传感器、流量传感器、电压传感器、电流传感器、力传感器等。

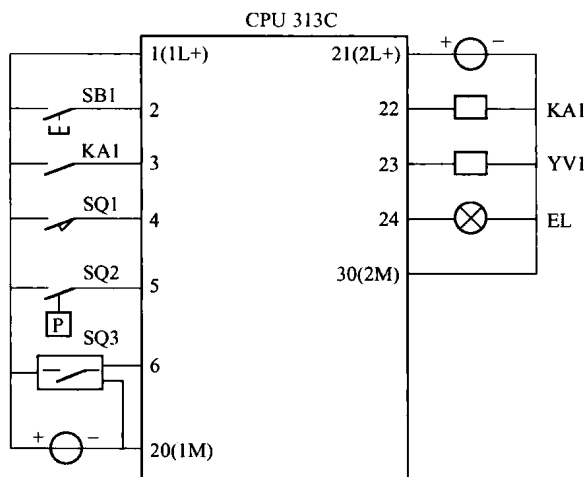


图 1-6 输入/输出接口

(2) 输出接口电路

1) 输出接口电路的组成和作用。输出接口电路由多路开关模块、信号锁存器、电隔离电路、状态显示电路、输出转换电路和接线端子组成,如图 1-7 所示。在输出扫描期间,多路开关模块接收来自映像表中的输出信号,并对这个信号的状态和目标地址进行译码,最后将信息送给信号锁存器;信号锁存器是将多路开关模块的信号保存起来,直到下一次更新;输出接口的电隔离电路作用和输入模块的一样,但是由于输出模块输出的信号比输入信号要强得多,因此要求隔离电磁干扰和浪涌的能力更高;输出转换电路将隔离电路送来的信号放大成足够驱动现场设备的信号,放大器件可以是双向晶闸管、三极管和干簧继电器等;输出的接线端子用于将输出模块与现场设备相连接。

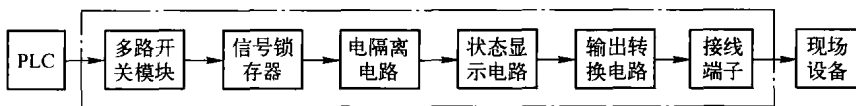


图 1-7 输出接口的结构

可编程序控制器有 3 种输出接口形式，继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出形式。继电器输出形式的 PLC 的负载电源可以是直流电源或交流电源，但其输出频率较低。晶体管输出的 PLC 负载电源是直流电源，其输出频率较高。晶闸管输出形式的 PLC 的负载电源是交流电源。选型时要特别注意 PLC 的输出形式。

2) 输出信号的设备的种类。输出信号可以是离散信号和模拟信号。当输出端是离散信号时，输出端的设备类型可以是电磁阀的线圈、电动机起动器、控制柜的指示器、接触器线圈、LED 等、指示灯、继电器线圈、报警器和蜂鸣器等，如图 1-6 所示。当输出为模拟量输出时，输出设备的类型可以是流量阀、AC 驱动器（如交流伺服驱动器）、DC 驱动器、模拟量仪表、温度控制器和流量控制器等。

1.2.2 可编程序控制器的工作原理

PLC 是一种存储程序的控制器。用户根据某一对象的具体控制要求，编制好控制程序后，用编程器将程序输入到 PLC（或用计算机下载到 PLC）的用户程序存储器中寄存。PLC 的控制功能就是通过运行用户程序来实现的。

PLC 运行程序的方式与微型计算机相比有较大的不同。微型计算机运行程序时，一旦执行到 END 指令，程序运行结束；而 PLC 从 0 号存储地址所存放的第一条用户程序开始，在无中断或跳转的情况下，按存储地址号递增的方向顺序逐条执行用户程序，直到 END 指令结束，然后再从头开始执行，并周而复始地重复，直到停机或从运行（RUN）切换到停止（STOP）工作状态。这种执行程序的方式称为扫描工作方式。每扫描完一次程序就构成一个扫描周期。另外，PLC 对输入、输出信号的处理与微型计算机不同。微型计算机对输入、输出信号实时处理，而 PLC 对输入、输出信号是集中批处理。下面具体介绍 PLC 的扫描工作过程。其运行和信号处理示意如图 1-8 所示。

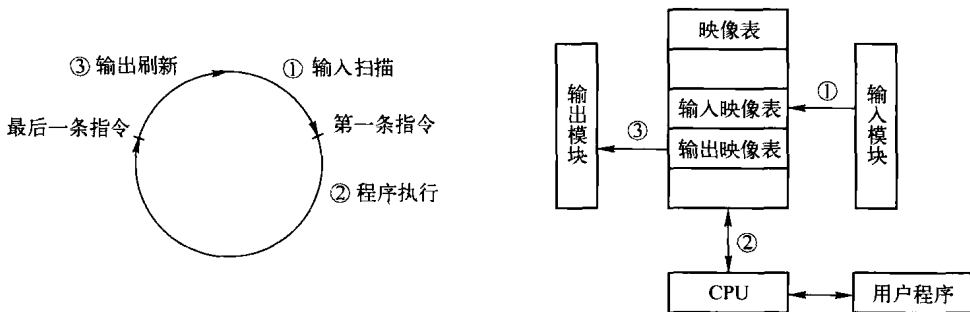


图 1-8 PLC 内部运行和信号处理示意图

PLC 扫描工作方式主要分为 3 个阶段：输入扫描、程序执行、输出刷新。

1. 输入扫描

PLC 在开始执行程序之前，首先扫描输入端子，按顺序将所有输入信号读入到寄存器—输入状态的输入映像寄存器中，这个过程称为输入扫描。PLC 在运行程序时，所需的输入信