S7-300/400 PLC、WINCC、博途软件、
SINAMICS S120、STARTER

西门子自动化产品应用技术

梁　岩　编著



東北大學出版社
Northeastern University Press

西门子自动化产品应用技术

梁　岩　编著

东北大学出版社
·沈　阳·

© 梁 岩 2018

图书在版编目（CIP）数据

西门子自动化产品应用技术 / 梁岩编著. — 沈阳 : 东北大学出版社，2018.10

ISBN 978-7-5517-2024-3

Ⅰ. ①西… Ⅱ. ①梁… Ⅲ. ①自动化技术 Ⅳ. ①TP

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 241818 号

内容提要

本书从基础和实用的角度出发，系统地带领读者实践了西门子主流自动化产品。本书共十二章，分别阐述了 PLC 的基础知识、硬件系统、使用方法、编程与仿真、数据处理、程序结构、模拟量闭环控制、网络通讯，以及组态软件 WinCC 的使用、S7-1200/1500 PLC 及博途软件的使用、SINAMICS S120 变频器的基本使用等。

本书不但适合工程技术人员的培训学习，而且非常适合电气自动化相关专业的本科生及研究生的学习之用。

出 版 者：东北大学出版社
地址：沈阳市和平区文化路三号巷 11 号
邮编：110819
电话：024-83687331(市场部) 83680267(社务部)
传真：024-83680180(市场部) 83680265(社务部)
网址：http://www.neupress.com
E-mail：neuph@neupress.com
印 刷 者：沈阳市第二市政建设工程公司印刷厂
发 行 者：东北大学出版社
幅面尺寸：185mm×260mm
印 张：14.5
字 数：338 千字
出版时间：2018 年 10 月第 1 版
印刷时间：2018 年 10 月第 1 次印刷
策划编辑：刘凯峰
责任编辑：石玉玲
责任校对：刘 泉
封面设计：潘正一
责任出版：唐敏志

ISBN 978-7-5517-2024-3 定 价：59.00 元

前　言

S7-300/400/1200/1500 PLC、WINCC 及 SINAMICS S120 变频器是西门子自动化中的主流产品。本书通过大量的案例对 S7-300/400/1200/1500 的硬件结构与硬件组态、编程软件的安装和使用、仿真、编程语言、指令、程序结构、通讯、WINCC 的组态方法、SINAMICS S120 的基本使用等做了介绍。

本书的随书光盘提供了西门子 PLC、WINCC、博途、变频器的相关中文用户手册及最新产品选型样本。

本书共分为 12 章。第 1 章概括了 PLC 的基础知识；第 2 章对西门子自动化产品进行了概述；第 3 章介绍了S7-300/400 PLC的硬件系统；第 4 章介绍了 S7-300/400 PLC 的使用方法；第 5 章讲解了 PLC 的编程和仿真；第 6 章讲解了 PLC 的数据处理；第 7 章讲解了 PLC 的程序结构；第 8 章讲解了 S7-300/400 PLC 的模拟量闭环控制；第 9 章介绍了西门子的工业网络通讯；第 10 章讲解了 WINCC 的组态方法；第 11 章介绍了 S7-1200/1500 PLC 及博途软件；第 12 章介绍了 SINAMICS S120 变频器。

本书第 1 章由贾旭编写；第 2，3 章由沈阳新松机器人自动化股份有限公司的崔峥编写；第 4，5，6，11，12 章由梁岩编写；第 7 章由梁雪编写；第 8 章由张羽编写；第 9 章由大连东软信息学院的孙艳编写；第 10 章由辽宁医药职业学院的赵旭编写。本书也得到了国家自然科学基金创新研究群体项目（71621061）的支持，在这里一并表示感谢。全书由东北大学钱晓龙教授主审。

因作者水平有限，书中难免存在错漏之处，恳请读者批评指正。

作者 E-mail：liangyan@ ise. neu. edu. cn

编著者于东北大学

2018 年 8 月

目 录

第 1 章 PLC 概述 …… 001

1.1 PLC 的定义 …… 001

1.2 PLC 的应用领域 …… 002

1.3 PLC 系统的组成及作用 …… 004

1.4 练习 …… 005

第 2 章 SIMATIC 自动化系统概述 …… 006

2.1 全集成自动化 …… 006

2.2 SIMATIC 自动化控制系统的组成 …… 007

2.2.1 SIMATIC PLC …… 007

2.2.2 SIMATIC DP 分布式 I/O …… 008

2.2.3 PROFINET IO 系统中的分布式 I/O …… 008

2.2.4 SIMATIC HMI …… 008

2.2.5 SIMATIC NET …… 008

2.2.6 标准工具 Step7 …… 008

2.3 练习 …… 009

第 3 章 S7-300/400 硬件系统 …… 010

3.1 S7-300/400 PLC 概况 …… 010

3.2 机架 …… 011

3.2.1 S7-300 机架 …… 011

3.2.2 S7-400 机架 …… 011

3.3 电源模块 …… 012

3.3.1 S7-300 电源模块 …… 012

3.3.2 S7-400 电源模块 …… 012

3.4 CPU 模块 …… 013

3.4.1 S7-300 CPU 模块 …… 013

3.4.2 S7-400 CPU 模块 …… 014
3.5 信号模块 …… 016
3.6 功能模块 …… 018
3.7 通讯模块 …… 019
3.8 接口模块 …… 019
3.8.1 S7-300 接口模块 …… 019
3.8.2 S7-400 接口模块 …… 020
3.9 宽温产品 …… 020
3.10 ET 200 分布式 I/O …… 020
3.10.1 ET 200 分布式 I/O 简介 …… 020
3.10.2 安装在控制柜内的 ET 200 …… 021
3.10.3 不需要控制柜的 ET 200 …… 022
3.11 练习 …… 023
第 4 章 S7-300/400 PLC 的使用 …… 024
4.1 SIMATIC 软件的安装与授权 …… 024
4.2 虚拟机技术的使用 …… 025
4.2.1 虚拟机技术概述 …… 025
4.2.2 VMware Workstation 的基本使用方法 …… 026
4.2.3 使用 VMware Workstation 连接 PLC 的必要步骤 …… 030
4.3 无程序 PLC 的使用方法 …… 034
4.3.1 新建项目 …… 034
4.3.2 硬件组态 …… 035
4.3.3 编写程序 …… 040
4.3.4 连接 PLC，下载组态和程序信息 …… 044
4.3.5 在监视状态下进行调试 …… 047
4.4 运行中 PLC 的使用方法 …… 048
4.4.1 连接 PLC，上载组态及程序信息 …… 048
4.4.2 备份工程文件 …… 049
4.4.3 修改工程文件或查看故障信息 …… 050
4.4.4 下载工程文件，通过监视状态进行调试 …… 051
4.5 PLC 的工作模式和启动类型 …… 051
4.6 CPU 模块的参数设置 …… 052

4.7　数字量 I/O 模块的参数设置 …… 056
4.8　模拟量 I/O 模块的参数设置 …… 057
4.8.1　模拟量输入模块的参数设置 …… 057
4.8.2　模拟量输出模块的参数设置 …… 059
4.9　PLC 的维护 …… 059
4.9.1　环境条件 …… 059
4.9.2　日常维护与检查工作 …… 059
4.9.3　定修工作 …… 060
4.9.4　检修后系统投运与停运 …… 061
4.10　练习 …… 062
第 5 章　PLC 的编程与仿真 …… 063
5.1　PLC 编程入门 …… 063
5.1.1　案例 1——门铃控制 …… 064
5.1.2　PLC 的输入如何通过程序控制输出 …… 065
5.1.3　案例 2——容器注水 …… 065
5.1.4　案例 3——冰箱照明 …… 066
5.1.5　案例 4——火灾探测与报警 …… 067
5.1.6　案例 5——入侵探测与报警 …… 068
5.1.7　案例 6——自动盖章机 …… 070
5.1.8　案例 7——瓶子传送带 …… 070
5.1.9　案例 8——双重控制 …… 071
5.2　仿真软件 S7-PLCSIM 的使用 …… 072
5.2.1　仿真的基本操作 …… 073
5.2.2　仿真软件的特殊功能 …… 076
5.3　PLC 的常用程序 …… 077
5.3.1　案例 9——与、或、非、同或、异或 …… 077
5.3.2　案例 10——启动和复位（停止）控制程序（自锁程序） …… 078
5.3.3　案例 11——互锁程序 …… 079
5.3.4　案例 12——延时通断控制程序 …… 080
5.3.5　案例 13——脉冲发生器控制程序 …… 083
5.3.6　案例 14——循环式顺序控制程序 …… 084
5.3.7　案例 15——分支结构控制程序 …… 085

5.3.8 案例 16——循环结构控制程序 …… 086
5.4 练习 …… 087
第 6 章 PLC 的数据处理 …… 091
6.1 PLC 的系统存储区和基本数据类型 …… 091
6.1.1 PLC 的系统存储区 …… 091
6.1.2 PLC 的常用基本数据类型 …… 093
6.2 整数、长整数和实数的数据处理 …… 096
6.2.1 整数、长整数和实数运算的相关指令 …… 096
6.2.2 案例 17——整数、实数运算 …… 097
6.2.3 案例 18——数据类型的转换 …… 099
6.3 字节、字和双字的数据处理 …… 102
6.3.1 字节、字或双字的作用 …… 102
6.3.2 案例 19——使用字节、字或双字编程 …… 102
6.4 PLC 的其他数据类型 …… 104
6.4.1 复合数据类型 …… 104
6.4.2 参数数据类型 …… 108
6.4.3 用户自定义数据类型 …… 108
6.5 练习 …… 109
第 7 章 PLC 的程序结构 …… 110
7.1 PLC 程序的基本组成 …… 110
7.2 从 CPU 角度看程序结构 …… 113
7.2.1 组织块的变量声明表 …… 114
7.2.2 循环执行组织块 …… 115
7.2.3 启动组织块 …… 115
7.2.4 日时间中断组织块 …… 118
7.2.5 循环中断组织块 …… 119
7.2.6 延时中断组织块 …… 120
7.2.7 硬件中断组织块 …… 120
7.2.8 异步错误组织块 …… 121
7.2.9 同步错误组织块 …… 124
7.2.10 背景组织块 …… 126

7.3　从用户角度看程序结构 …… 126
7.3.1　线性化编程 …… 126
7.3.2　案例 20——模块化编程 …… 127
7.3.3　结构化编程 …… 129
7.4　练习 …… 130
第 8 章　S7-300/400 的模拟量闭环控制 …… 131
8.1　模拟量闭环控制与 PID 控制器 …… 131
8.1.1　模拟量闭环控制系统的组成 …… 131
8.1.2　闭环控制的主要性能指标 …… 133
8.1.3　PID 控制器的数字化 …… 134
8.2　S7-300/400 的闭环控制功能 …… 136
8.2.1　S7-300/400 实现闭环控制的方法 …… 136
8.2.2　使用闭环控制软件包中的功能块实现闭环控制 …… 137
8.2.3　模拟量输入及数值整定 …… 137
8.2.4　输入量的软件滤波 …… 138
8.2.5　模拟量输出及整定 …… 139
8.3　连续 PID 控制器 FB41 …… 140
8.3.1　设定值与过程变量的处理 …… 140
8.3.2　PID 控制算法 …… 141
8.3.3　控制器输出值的处理 …… 142
8.4　PID 参数整定 …… 142
8.4.1　PID 参数与系统性能的关系 …… 142
8.4.2　PID 参数的整定方法 …… 144
8.5　练习 …… 145
第 9 章　S7-300/400 PLC 网络通讯 …… 147
9.1　网络通讯基础知识 …… 147
9.1.1　单工通讯、半双工通讯及全双工通讯 …… 147
9.1.2　串行传输和并行传输 …… 147
9.1.3　异步传输和同步传输 …… 148
9.1.4　串行通讯接口 …… 148
9.1.5　传输速率 …… 149

9.1.6 OSI 参考模型 …… 149
9.2 SIMATIC 通讯基础 …… 149
9.2.1 SIMATIC NET …… 149
9.2.2 SIMATIC 通讯基本概念 …… 151
9.3 MPI 网络通讯 …… 154
9.3.1 基本概述 …… 154
9.3.2 全局数据包通讯 …… 155
9.3.3 S7 基本通讯 …… 156
9.3.4 S7 通讯 …… 156
9.4 PROFIBUS 网络通讯 …… 157
9.4.1 PROFIBUS 协议 …… 157
9.4.2 PROFIBUS 设备分类 …… 158
9.4.3 DP 主站系统中的地址 …… 159
9.4.4 PROFIBUS 网络连接设备 …… 159
9.4.5 PROFIBUS 通讯处理器 …… 159
9.5 工业以太网通讯 …… 160
9.5.1 工业以太网概述 …… 160
9.5.2 工业以太网的特点及优势 …… 160
9.5.3 S7-300/S7-400 工业以太网通讯处理器 …… 161
9.5.4 带 PN 接口的 CPU …… 161
9.5.5 PROFINET 概述 …… 162
9.6 练习 …… 164
第 10 章 组态软件 WinCC 的使用 …… 166
10.1 WinCC 的使用方法 …… 166
10.1.1 新 WinCC 项目 …… 166
10.1.2 已有 WinCC 项目 …… 167
10.2 WinCC Explorer 项目 …… 167
10.2.1 案例 21——WinCC 项目的制作 …… 167
10.2.2 新建或打开项目 …… 168
10.2.3 复制项目（备份项目） …… 172
10.3 变量通讯 …… 172
10.4 制作画面 …… 177

10.5　变量记录与数据趋势显示 …… 183
10.5.1　组态变量记录 …… 184
10.5.2　组态趋势显示 …… 189
10.6　报警记录与显示 …… 191
10.6.1　组态报警记录 …… 191
10.6.2　组态报警显示 …… 194
10.7　用户权限管理 …… 196
10.8　练习 …… 197
第 11 章　S7-1200/1500 PLC 与博途软件 …… 198
11.1　S7-1200/1500 PLC …… 198
11.2　博途软件概述 …… 199
11.3　博途软件的基本使用 …… 201
11.4　S7-1200/1500 PLC 的仿真 …… 203
11.5　练习 …… 206
第 12 章　西门子 S120 变频器 …… 207
12.1　SINAMICS 驱动系统 …… 207
12.1.1　SINAMICS 产品概述 …… 207
12.1.2　SINAMICS 产品与全集成自动化（TIA） …… 207
12.1.3　SINAMIC S120 驱动系统简介 …… 208
12.1.4　SINAMIC S120 驱动系统的特点 …… 210
12.2　西门子其他运动控制系统 …… 211
12.2.1　SIMOTION …… 211
12.2.2　MasterDrives …… 212
12.3　使用 STARTER 软件调试 S120 …… 213
参考文献 …… 218

第 1 章　PLC 概述

1.1　PLC 的定义

根据国际电工委员会（IEC）对 PLC 的定义：

①PLC 又叫作可编程序控制器；

②它是一种专为在工业环境下应用而设计的数字运算操作电子系统；

③它可以通过编写控制程序实现逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等功能；

④它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；

⑤可编程序控制器及其有关设备，都应按照易于使工业控制系统形成一个整体，易于扩充其功能的原则进行设计。

笔者认为 PLC 的定义可以概括为三个方面。

①PLC 是什么——是能够存储指令，并运用这些指令编写程序的电子系统。可以把这个电子系统理解为商用计算机、平板电脑或者手机，只不过这个电子系统的操作系统并不是 Windows、安卓或者 iOS。它有自己的操作系统，PLC 的操作系统有时被称作“固件”。更新或升级固件，就是更新或升级该操作系统。不过要注意的是，PLC 的操作系统和 PLC 的编程软件是两回事。拿手机来打比方，操作系统相当于手机的系统：安卓或者 iOS 系统，而编程软件则相当于安装在电脑上的“手机助手”软件；

②PLC 的功能——商用计算机、平板电脑或者手机都有各自的功能：看电影、打电话、发短信、聊微信、网购等，而 PLC 的功能是通过程序来控制各种类型的机械或生产过程；

③PLC 及其控制系统设计原则——容易与控制系统组成统一的整体，而且能够很容易地在原有控制系统中扩充功能。

【知识扩展 1】PLC 控制系统与继电器、计算机、单片机控制系统的区别

首先，是继电器控制。PLC 与继电器均可以用于开关量逻辑控制。PLC 的梯形图与继电器电路图都是用线圈和触点来表示逻辑关系的，有的厂家甚至将梯形图中的编程元件称为继电器，例如输入继电器等。

继电器控制系统的控制功能是用硬件继电器（或称物理继电器）和硬件接线实现的，PLC 的控制功能主要是用软件（即程序）实现的。

PLC 采用计算机技术，具有顺序控制、定时、计数、运动控制、数据处理、闭环控制和通讯联网等功能，比继电器控制系统的功能强大得多。

继电器系统的可靠性差，诊断与排除复杂的继电器系统的故障非常困难。梯形图程序中的输出继电器等是一种“软继电器”，它们的功能是用软件实现的，因此没有硬件继电器那样的触点，易发生接触不良的缺点。PLC 的可靠性高，故障率极低，并且很容易诊断和排除故障。

继电器控制的功能被固定在线路中，其功能单一，灵活性差，修改控制逻辑时非常麻烦，稍不留意，还容易弄错。所以，在低压电路中，现在只有简单的逻辑才会采用继电器控制。

其次，是计算机控制。工业控制上使用的计算机（PC）称为工业控制计算机，简称为工控机（IPC）。工控机是在个人计算机基础上发展起来的，采用总线式结构，硬件的兼容性较强。IPC 有各种各样的输入/输出板卡供用户选用，有很强的高速浮点数运算、图像处理、通讯和人机交互等功能，容易实现管理控制网络的一体化。

在环境良好的控制室和要求不高的情况下，可以用市售的普通 PC 代替工控机。

目前已有多家厂商推出了在 PC 上运行、可以实现 PLC 功能的软件包，将人机接口、软逻辑控制和 Internet 功能集成到一起，实现了所谓“软 PLC”功能。比如，西门子公司的 WinAC、罗克韦尔公司的 SoftLogix 等。

从历史的发展来看，PLC 是由继电器逻辑控制发展而来的，所以它在开关量处理、顺序控制等方面具有一定的优势，发展初期主要侧重于开关量顺序控制。虽然功能不断增强，但主要的应用领域还是以顺序控制为主的开关量逻辑控制。PLC 的体积小巧紧凑，硬件和操作系统的可靠性总体上比工控机的可靠性高。工控机则来源于个人计算机，主要用于过程控制，或用作控制系统中的上位机和人机接口。

而从自动化工程师的角度讲，PLC 的主要编程语言——梯形图语言——简单易学，且易于维护。而计算机的编程语言——C 语言、C++、C#、VB 等——相较于梯形图语言，学习的难度要大得多。

最后，是单片机控制。单片机将 CPU、并行输入/输出接口、定时器/计数器、存储器和通讯接口集成在一个芯片中，最便宜的 8 位单片机芯片售价仅为几元钱，其功能强、响应速度快、性价比极高。但是除了单片机芯片外，单片机用于控制还需要附加其他芯片和电路元件，需要设计硬件电路图和印制电路板（PCB 板）。单片机一般用汇编语言或 C 语言编程，编程时需要了解单片机内部的硬件结构。将单片机用于工业控制，对开发人员的硬件设计水平和软件设计水平的要求都很高。此外，用单片机设计测控产品需要采用大量的硬件、软件方面的抗干扰措施，才能保证长期稳定可靠的运行。有的专业公司开发的单片机产品的可靠性都很难达到 PLC 的水平。

由于上述原因，使用单片机的专用测控装置都由专业厂家来开发，现在很少有最终用户自己开发单件或小批量的单片机测控装置。

1.2 PLC 的应用领域

随着微电子技术的快速发展，PLC 的制造成本不断下降，而功能却大大增强。目前，PLC 已成为工业控制的标准设备，它可以应用于所有工业领域，并且已经扩展到商业、农业、民用、智能建筑等领域。概括起来，主要应用在以下 5 个方面。

（1）开关量的逻辑控制

开关量逻辑控制是工业控制中应用最多的控制，PLC 的输入和输出信号都是通/断的开关信号。控制的 I/O 点数可以不受限制，从十几个点到成千上万个点，均可通过扩展实现。在开关量的逻辑控制中，PLC 是继电器控制系统的替代产品。

用 PLC 进行开关量控制的系统遍及许多行业，如机床电气控制、电动机控制、电梯运行控制、高炉上料、汽车装配线、啤酒灌装生产线等。

（2）模拟量控制

PLC 能够实现对模拟量的控制，使用闭环控制（PID）后，可对温度、压力、流量、液位等连续变化的模拟量进行闭环过程控制，如对锅炉、冷冻机、水处理设备、酿酒装置等的控制。

（3）机械运动控制

PLC 可采用专用的运动控制模块，对伺服电动机和步进电动机的速度与位置进行控制，以实现对各种机械的运动控制，如对包装机械、普通金属切削机床、数控机床以及工业机器人等的控制。

（4）数据处理

现代 PLC 具有数字运算（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别的智能装置，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。

（5）通讯、联网及集散控制

PLC 通过网络通讯模块及远程 I/O 控制模块，可实现 PLC 与 PLC 之间的通讯、联网，以及与上位计算机之间的通讯、联网；实现 PLC 分散控制、计算机集中管理的集散控制（又称分布式控制）模式，从而组成多级控制系统，增加系统的控制规模，甚至可以使整个工厂实现生产自动化。

【知识扩展 2】PLC 发展历史

从 1969 年开始至今，PLC 已经发展了 4 代产品，具体如下。

第一代，1969—1972 年，由中小规模集成电路组成，存储器为磁芯存储。其功能也比较单一，仅能实现逻辑运算、定时、计数等功能。

第二代，1973—1975 年，这个时期产品已开始使用微处理器作为 CPU，存储器采用半导体存储器。其功能上有所增加，能够实现数字运算、传送、比较等功能，并初步具备自诊断功能，可靠性有一定提高。

第三代，1976—1983 年，这个时期，PLC 进入了大发展阶段，美、日、德等国都有数个厂家生产 PLC。这个时期的产品采用 8 位和 16 位微处理器作为 CPU，部分产品还采用了多微处理器结构。其功能显著增强，速度大大提高，并能进行多种复杂的数学运算，具备完善的通讯功能和较强的远程 I/O 能力，具有较强的自诊断功能并采用了容错技术。如西门子公司的 SIMATIC S5 系列 PLC。

第四代，1984 年至今，全面使用 16 位、32 位高性能微处理器，而且在一台 PLC 中配置多个微处理器。并推出了大量内含微处理器的智能模板，使 PLC 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副其实的多功能产品。其代表产品有：

西门子公司的 S7 系列 PLC；

欧姆龙公司的 CP1 系列、CJ1 系列、CJ2 系列、CS1 系列及 NJ 系列 PLC；

罗克韦尔公司的 MicroLogix 系列、SLC500 系列、ControlLogix 系列、CompactLogix 系列 PLC；

施耐德公司的 Quantum PLC；

三菱公司的 FX 系列、Q 系列、R 系列 PLC；

通用电气公司的 GE-Fanuc 系列 PLC 等。

1.3 PLC 系统的组成及作用

PLC 系统主要由 3 部分组成：CPU、输入和输出。

（1）CPU 部分

CPU 部分主要由微处理器（CPU 芯片）和存储器组成。在 PLC 控制系统中（图 1-1）CPU 模块相当于人的大脑，它不断地采集输入信号，执行用户程序，刷新系统的输出；存储器用来储存程序和数据。

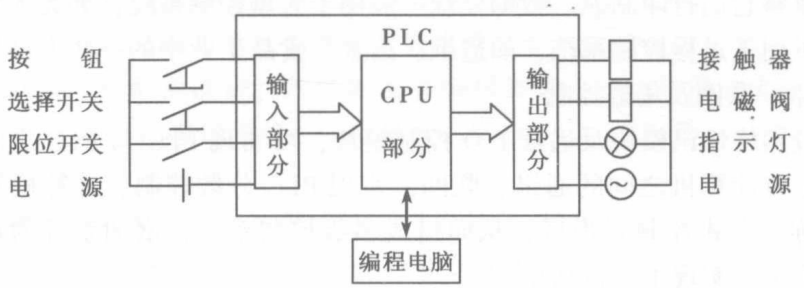


图 1-1　PLC 系统示意图

（2）输入部分

输入（input）部分和输出（output）部分简称为 I/O，它们是系统的眼、耳、鼻、手、脚，是联系外部现场和 CPU 部分的桥梁。开关量输入（简称 DI）模块用来接收和采集从按钮、选择开关、数字拨码开关、限位开关、接近开关、光电开关、压力继电器或其他 DO 等送来的开关量输入信号；模拟量输入（简称 AI）模块用来采集电位器、各种变送器、热电偶、热电阻或其他 AO 等提供的连续变化的模拟量输入信号。

（3）输出部分

PLC 通过开关量输出（简称 DO）模块控制接触器、电磁阀、电磁铁、指示灯、数字显示装置、报警装置等输出设备，也可以将开关量状态输出给其他设备的 DI。模拟量输出（简称 AO）模块用来将 PLC 内的数字转换为成线性的标准电流或电压信号，可用来控制电动调节阀、变频器等执行器，也可以将模拟量信号输出至其他设备的 AI。

注：连接 I/O 时，请注意电源的类型、电压等级等因素，以免损坏器件。

CPU 模块的工作电压一般是 5V，而 PLC 的输入/输出信号的电压一般较高，例如直流 24V 和交流 220V。从外部引入的尖峰电压和干扰噪声可能损坏 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、光控晶闸管、小型继电器等器件来隔离外部输入电路和负载，I/O 模块除了传递信号外，还有电平转换与隔离的作用。

对于整体式 PLC，CPU 与输入/输出这三部分在出厂时就被制作在一起，例如 S7-200、S7-200 smart 或 S7-1200，即整体式 PLC 会自带一部分 I/O。但当整体式 PLC 自带的 I/O 点数不够用时，也可以通过扩展使它能够操作更多的 I/O 点。其价格相对低廉，功能也相对简单，主要应用于中小型控制系统。对于模块式 PLC，CPU、输入和输出部分被制作成不同的模块，如 S7-300/400 或 S7-1500。其功能及性能更强大，便于设计和维护，主要应用于大中型控制系统。

编程电脑通过编程软件来生成、编辑和检查用户程序，并可以用来监视用户程序的执行情况。程序可以存储或打印，通过网络，还可以实现远程编程。

1.4　练习

①PLC 能完成哪些工作？

②什么是 PLC 的 DI？哪些器件可以将信号传送给 PLC 的 DI？什么是 PLC 的 DO？PLC 的 DO 可以通过信号控制哪些器件？什么是 PLC 的 AI？哪些器件可以将信号传送给 PLC 的 AI？什么是 PLC 的 AO？PLC 的 AO 可以通过信号控制哪些器件？

第2章 SIMATIC自动化系统概述

2.1 全集成自动化

TIA（totally integrated automation）是西门子自动化与驱动集团于1997年提出的“全集成自动化”。

全集成自动化立足于一种新的概念以实现工业自动化控制任务，解决现有的系统瓶颈。它将所有的设备和系统都完整地嵌入一个彻底的自动控制解决方案中，采用统一数据管理、统一的组态和编程及统一的通讯，实现从自动化系统及驱动技术到现场设备整个产品范围的高度集成。

（1）统一的数据管理

TIA技术采用全局共享的统一数据库，西门子各工业软件都从这个数据库中获取数据，这种统一的数据管理机制使得所有的系统信息都存储于一个数据库中，而且每个变量仅需创建一次。这样可以避免因重复创建变量，而可能出现的变量名称输入错误或变量对应错误等情况。

（2）统一的组态和编程

在TIA中，所有的西门子工业软件都可以相互配合，实现了高度的统一与集成。由于组态和编程工具也是统一的，故只需从软件的项目树中选择相应的项，便可对控制器、HMI、变频器及伺服驱动器等进行组态和编程。

（3）统一的通讯

TIA采用统一的集成通讯技术，使用国际通行的开放的通讯标准，例如Profinet、Profibus、AS-i等。TIA支持基于互联网的全球信息流动，用户可以通过传统的浏览器访问控制信息。这样可以确保生产控制过程中采集的实时数据及时、准确、可靠、无间隙地与执行制造系统（MES）保持通讯。

TIA主要是依托软件来实现的，它经历了两代产品。第一代是Step7（V5.x）、WinCC 6.x或7.x、WinCC Flexible 200x、DriveES等软件组成的TIA。这一代的集成需要进行手动的设置才能实现，否则上述软件将各自为战。如图2-1，为Step7 v5.5中集成WinCC站、HMI、变频器MM440及伺服驱动器后的项目树。可以看到这些设备都集成到Step7中，但是在第一代TIA中，WinCC的画面、HMI的画面、变频器和伺服驱动器的参数等，并不是在Step7中设定的，它们仍需要在各自的软件平台中设定。如果想编辑图2-1中的项目，编程电脑上需要安装Step7（V5.x）、WinCC、WinCC Flexible 200x、Starter等软件，否则将会出现图2-2中“软件包丢失”的提示。

第二代TIA是集成度更高的TIA，使用的软件是TIA博途（TIA Portal）软件。这个