



国家示范性高职院校建设项目成果
高等职业教育教学改革系列规划教材
四川省省级精品课配套教材

西门子S7-300 PLC 及工业网络基础应用

王舒华◎主 编

黎 智 罗华富◎副主编

罗光伟 本柏忠◎主 审

- 以实践操作培养为重点，突出企业实际生产的需求
- 从应用的角度出发，深入浅出地介绍了5个实际项目
- 通过实例使学生掌握PLC应用与通信技术、组态技能
- 提供免费的电子教学课件，以方便教师教学



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

国家示范性高职院校建设项目成果
高等职业教育教学改革系列规划教材
四川省省级精品课配套教材

西门子 S7-300 PLC 及 工业网络基础应用

王舒华 主 编

黎 智 罗华富 副主编

罗光伟 本柏忠 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书从实用角度出发,为学生讲述西门子 S7-300/400 PLC 应用技术、WinCC 组态软件、MPI 通信、PROFIBUS 网络、工业以太网等专业知识,按照电气自动化技术专业应用岗位职业标准,依据实际岗位职责,按照学生职业能力培养的基本规律,以真实工作任务及其工作过程为依据整合教学内容,设计了 5 个由浅入深的项目,分别以西门子 PLC 应用、组态软件应用、工业网络设计、装调和设备联网监控为载体,将教、学、做有机融合,把理论学习和实践训练贯穿其中。本书以能力为本,重视操作技能的培养,是集理论与实践为一体的专业课程教材。

本书可作为本科及高等职业院校电气工程及其自动化、电子信息工程、仪器仪表、计算机、机械电子及相关专业的教材,也可作为相关领域工程技术人员的参考书或培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

西门子 S7-300 PLC 及工业网络基础应用/王舒华主编. —北京:电子工业出版社,2015.8

高等职业教育教学改革系列规划教材

ISBN 978-7-121-26410-8

I. ①西… II. ①王… III. ①plc 技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 138304 号

策划编辑:王艳萍

责任编辑:王艳萍

印 刷:北京季蜂印刷有限公司

装 订:北京季蜂印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:14.75 字数:377.6 千字

版 次:2015 年 8 月第 1 版

印 次:2015 年 8 月第 1 次印刷

印 数:3 000 定价:35.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

为适应高技能、高素质人才培养需求,根据高等职业教育电气类专业技能要求及电气自动化技术专业应用岗位职业标准,本着校企共建、再现现场的教学思路,我们编写了本书。

本书从实践应用的角度出发,深入浅出地介绍了西门子 S7-300/400 PLC 应用技术、WinCC 组态软件、MPI 通信、PROFIBUS 网络和工业以太网通信技术,通过实例设计,使学生熟练掌握 PLC 应用技术、通信技术和组态技能,从而体现高等专科学校的“以实践操作培养为重点”的教学模式。

工业网络技术在向社会生活渗透的同时,也在与传统产业紧密结合,并且已经渗透到传统企业开发、生产、经营和售后服务的各个环节。网络工程师是最具增值潜力的职业,掌握企业核心网络架构、安全技术,具有不可替代的竞争优势,职业发展前景广阔。本书将理论与实践、知识与技能有机地融于一体,着重操作技能的培养,突出工业网络控制系统的设计、安装调试、维护、故障诊断和维修。

本书遵循任务驱动、行动导向,着力培养学生职业能力。每个单元的项目方案设计、线路安装、程序编写、监控画面组态、软硬件的调试及技术文件的编写可由学生参与完成,促进学生学习的积极性和主动性。

本书分为 5 个项目,四川工程职业技术学院的李锐、罗华富老师编写项目一,张斌、殷佳琳老师编写项目二,王舒华老师编写项目三,叶小川、初宏伟老师编写项目四,黎智老师编写项目五。全书由王舒华老师统稿,秦敏老师校对,罗光伟、本柏忠老师主审。本书在编写过程中得到了四川工程职业技术学院工业网络精品课程组全体教师的大力指导和帮助,在此一并表示衷心感谢。

本书有配套的立体化教学资源,包括课程大纲、学习指南、电子教学课件、习题答案等,请有需要的教师登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册后进行下载,如有问题请在网站留言或与电子工业出版社联系(E-mail: hxedu@phei.com.cn)。

由于作者水平有限,书中难免有错误之处,欢迎广大读者提出宝贵意见。

编 者
2015 年 3 月

目 录

项目一 封口机恒温控制系统设计	(1)
1.1 S7-300 PLC 的系统特性	(5)
1.1.1 PLC 简介	(5)
1.1.2 电源模块	(10)
1.1.3 信号模块	(11)
1.1.4 功能模块	(13)
1.2 S7-300/400 的编程语言与指令系统	(14)
1.2.1 S7-300/400 的编程语言	(14)
1.2.2 S7-300/400 CPU 的存储区	(15)
1.2.3 位逻辑指令	(19)
1.2.4 数据处理指令	(22)
1.2.5 数学运算指令	(27)
1.2.6 逻辑控制指令	(39)
1.3 STEP 7 软件的使用	(41)
1.3.1 STEP 7 概述	(41)
1.3.2 硬件组态与参数设置	(42)
1.3.3 符号表	(46)
1.3.4 S7-PLCSIM 仿真软件在程序调试中的应用	(47)
1.3.5 STEP 7 与 PLC 的在线连接与在线操作	(48)
1.3.6 用变量表调试程序	(49)
1.3.7 用程序状态功能调试程序	(51)
1.3.8 故障诊断	(53)
1.4 S7-300/400 的用户程序结构	(55)
1.4.1 用户程序的基本结构	(55)
1.4.2 数据块	(56)
1.4.3 多重背景	(57)
1.4.4 组织块与中断处理	(58)
1.5 S7-300 在模拟量闭环控制中的应用	(61)
1.5.1 闭环控制与 PID 控制器	(61)
1.5.2 连续 PID 控制器 SFB41	(63)
1.5.3 步进 PI 控制器 SFB42	(65)
1.5.4 脉冲发生器 SFB43	(66)
1.5.5 PID 控制器的参数整定方法	(69)
延伸活动	(70)

测试题	(70)
项目二 封口机上位机监控系统设计	(72)
2.1 监控组态软件概述	(76)
2.1.1 组态软件的系统构成	(76)
2.1.2 组态软件的主要作用及性能	(77)
2.2 WinCC 软件简介	(79)
2.2.1 WinCC 软件的性能特点	(79)
2.2.2 WinCC 的系统结构及选项	(80)
2.2.3 SCADA 系统的基本功能	(81)
2.3 WinCC 的组态	(86)
2.3.1 创建 WinCC 项目	(86)
2.3.2 按钮制作	(92)
2.3.3 指示灯的制作	(95)
2.3.4 过程值归档	(96)
2.3.5 组态报警记录	(100)
2.3.6 打印消息顺序报表	(106)
2.3.7 打印变量记录运行系统报表	(108)
延伸活动	(109)
测试题	(110)
项目三 多台设备之间的 MPI 通信	(112)
3.1 MPI 通信概述	(115)
3.1.1 MPI 网络的组建	(115)
3.1.2 设置 MPI 参数	(119)
3.2 PLC 与 PLC 之间的 MPI 通信方式	(121)
3.2.1 全局数据块进行 MPI 通信的方法	(121)
3.2.2 无组态的 MPI 通信方法	(123)
3.2.3 组态的 MPI 通信方法	(127)
3.3 PLC 与 HMI 产品之间的 MPI 通信	(129)
3.3.1 PLC 与 TP/OP 之间的通信	(129)
3.3.2 S7 PLC 与监控软件 WinCC 的 MPI 通信	(130)
延伸活动	(132)
测试题	(132)
项目四 PROFIBUS 通信系统设计	(134)
4.1 PROFIBUS 通信技术概述	(137)
4.1.1 PROFIBUS 通信简介	(137)
4.1.2 PROFIBUS 组成部分通信模型及协议类型	(138)
4.1.3 PROFIBUS 现场总线特点	(140)
4.2 PROFIBUS-DP 通信	(141)
4.2.1 PROFIBUS-DP 系统组成	(141)

4.2.2	PROFIBUS-DP 诊断	(142)
4.3	PROFIBUS-DP 通信应用方法	(145)
4.3.1	利用 I/O 口实现小于 4 个字节直接 PROFIBUS 通信的方法	(145)
4.3.2	系统功能 SFC14、SFC15 的 PROFIBUS 通信应用	(153)
4.3.3	多个 S7-300 之间的 PROFIBUS 通信实现	(159)
4.3.4	利用 SFC14、SFC15 扩展通信区及访问从站数据的方法	(165)
4.3.5	CP 342-5 作为主站和 FC1 (DP_SEND)、FC2 (DP_RECV) 的应用	(166)
4.3.6	CP 342-5 作为从站与 FC1 (DP_SEND)、FC2 (DP_RECV) 的应用	(170)
4.3.7	支持 PROFIBUS-DP 协议的第三方设备通信	(178)
4.4	PROFIBUS-DP 连接从站设备应用	(183)
4.4.1	S7-300 与变频器 MM440 的连接	(183)
4.4.2	S7-300 与变频器 Master Drive (6SE70) 的通信	(188)
4.4.3	S7-300 与 DC-Master (6RA70) 直流传动器的通信	(191)
4.5	PROFIBUS 其他通信方式简述	(193)
	延伸活动	(195)
	测试题	(196)
项目五	工业以太网通信系统设计	(197)
5.1	以太网简介	(200)
5.1.1	以太网的发展史	(200)
5.1.2	以太网技术	(200)
5.2	工业以太网简介	(202)
5.2.1	工业以太网与传统办公网络的比较	(202)
5.2.2	工业以太网应用于工业自动化中的关键问题	(203)
5.2.3	西门子工业以太网	(203)
5.3	S7-200 以太网解决方案	(205)
5.4	S7-300/400 以太网解决方案	(219)
5.4.1	西门子支持的网络协议和服务	(219)
5.4.2	S7-300 PLC 进行工业以太网通信所需的硬件与软件	(221)
5.4.3	S7-300 PLC 利用 S5 兼容的通信协议进行工业以太网通信 (以 TCP 为例)	(222)
	延伸活动	(226)
	测试题	(226)

项目一 封口机恒温控制系统设计



教学方案设计

教学程序	课堂活动	资 源
课题引入	目的：了解本单元任务，分析封口机的功能及控制要求，提出需要掌握的新知识、新设备 1. 分析任务书，了解本单元任务 2. 教师引导学生分析封口机的功能及控制要求 3. 教师引导学生提出完成本单元需要学习的新知识和新设备，包括模块化 PLC 概念和封口机	● 项目任务书 ● 多媒体设备 ● 编程器 ● S7-300 PLC ● 封口机
活动一	目的：熟悉 S7-300 PLC 系统特性和硬件配置安装 1. 讲授 S7-300 PLC 基本概念和工作原理，以及模块基本结构、模板规范 2. 讲授并演示 S7-300 PLC 系统配置、安装，正确连接输入、输出线路	● 教材 ● 多媒体设备
活动二	目的：熟悉 STEP 7 V5.3 软件使用，熟练编写控制程序 1. 学习 STEP 7 V5.3 软件使用方法 2. 指导学生根据项目要求编写控制程序	● 教材 ● 编程器 ● 多媒体设备
活动三	目的：进一步学习 S7-300 PLC 编程指令，熟悉用户程序结构，掌握结构化编程方法 1. 学习 S7-300 的用户程序结构和编程指令 2. 学生通过实例练习，掌握运算指令的使用，熟悉用户程序结构，熟练掌握结构化编程方法	● 教材 ● 编程器 ● 多媒体设备 ● S7-300 PLC ● 封口机
活动四	目的：学习模拟量闭环控制方法，掌握 PID 指令使用方法，熟悉封口机恒温闭环控制方法 1. 掌握模拟量闭环控制功能 2. 学生通过实例练习，掌握 PID 指令使用方法	● 教材 ● 编程器 ● 多媒体设备 ● S7-300 PLC ● 封口机
活动五	目的：学生设计控制方案，进一步掌握控制方案的制订方法和注意事项 1. 学生编制项目进程表，拟订改造方案 2. 教师和同学一起讨论、审查，确定控制方案 3. 学生绘制控制系统结构框图、电气原理图，进行元件选型 4. 学生确定主要配置与初步预算 5. 学生查看场地等辅助设施是否符合要求 6. 教师在整个过程中给予一定的引导和指导	● 各种技术文件范本 ● 计算机 ● 封口机 ● S7-300 PLC ● 现场设备 ● 多媒体设备



续表

教学程序	课堂活动	资 源
活动六	目的：实施方案，完成本单元任务，熟练掌握封口机恒温控制的设计、安装、调试方法与步骤 1. 学生编写施工工艺文件，按工艺标准图安装、连接控制线路并进行线路检查 2. 学生编写并调试 PLC 控制程序并仿真调试 3. 学生编写 PID 程序并离线调试 4. 学生进行整机调试 5. 教师在整个过程中给予一定的引导和指导	● 计算机 ● 现场设备 ● 各种技术文件范本 ● 常用电工工具和测量仪器 ● S7-300 PLC ● 封口机
活动七	目的：检查与验收，查看学生在项目实施过程中存在的优缺点 1. 教师检查并考核项目的完成情况，包括功能的实现、工期、同组成员合作情况及存在的问题等 2. 教师检查图纸是否符合标准、是否整洁 3. 教师检查技术文件是否完整、规范	● 计算机 ● 现场设备 ● 完成的各种技术文件 ● 常用电工工具和测量仪器 ● S7-300 PLC ● 封口机
活动八	目的：总结提高，帮助学生尽快提高综合能力和素质 1. 学生总结在工作过程中的经验教训和心得体会，对任务完成情况做出全面评价 2. 教师总结全班情况并提出改进意见	● 多媒体设备 ● 各种技术文件



学习任务及要求

1. 控制对象说明

封口机外形如图 1-1 所示，其中，传送带由可变速的电机传动，加热与温度检测部分安装有热电偶和电加热器，封口机上方有一个转速调节电位器和一个温度指示仪表，封口机出袋口安装有一个光电传感器。相关参数如下：



图 1-1 封口机外形

① 封袋高度：65~420mm。



- ② 封口宽度: 4~12mm。
- ③ 封口厚度: 0.02~0.75mm。
- ④ 外形尺寸: 800mm×400mm×300mm。
- ⑤ 电源: 220V、50Hz。
- ⑥ 功率: 0.52kW。

2. 学习目的

(1) 了解以下国家/行业相关规范与标准:

- ① 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范: GB 50171—2012。
- ② 电气设备安全设计导则: GB 4064—83。
- ③ 国家电气设备安全技术规范: GB 19517—2009。
- ④ 机械安全机械电气设备: 通用技术条件 GB 5226.1—2008。
- ⑤ 用电安全导则: GB/T 13869—2008。

(2) 熟悉 S7-300 PLC 模板安装与规范: CPU 模块、电源模块、开关量输入/输出模块、模拟量输入/输出模块、其他模块。

(3) 学会使用编程软件 (STEP 7 V5.3):

- ① 建立和编辑项目, 创建块和库, 定义符号, 上传、下载程序及在线监测变量, 调试。
- ② S7 PLC SIM 仿真软件的使用。
- ③ 故障诊断。

(4) S7-300 的用户程序结构: 用户程序的基本结构、数据块、多重背景、组织块与中断处理。

(5) 熟悉 PLC 编程: S7-300 编程语言、S7-300 存储区、基本位逻辑指令。

(6) 掌握数据处理指令: 装入指令与传送指令、比较指令、数据转换指令。

(7) 掌握数学运算指令: 整数数学运算指令、浮点数数学运算指令、累加器指令。

(8) 掌握逻辑控制指令: 跳转指令、梯形图中的状态位触点指令、循环指令。

(9) 掌握程序控制指令: 逻辑块指令、主控继电器指令、数据块指令、梯形图的编程规则。

(10) 掌握模拟量闭环控制功能: 闭环控制的实现方法, 使用系统功能块实现闭环控制, 连续 PID 控制器 SFB41, 脉冲发生器 SFB43。

(11) 学习规范编写技术文件: 项目控制方案, 原理图、布置图、接线图, 元件清单, 项目进程表, 程序流程图, 控制程序, 个人设计总结。

3. 改造要求

(1) 用按钮开关控制封口机设备 (包括传送带电机、风扇和加热器) 的启、停。

(2) 实现电机的自动调速。

(3) 实现封口计数。

(4) 利用 PID 技术实现封口机恒温闭环控制。

(5) 相关技术指标如下:

- ① 温度范围: 100~150℃任意设置。
- ② 误差范围: $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。
- ③ 温度上升时间: $\leq 1\text{min}$ 。
- ④ 封口速度: 根据温度高低实现速度无级 (或多级) 切换。



4. 工作条件

- (1) 电源: 220V、20kW。
- (2) S7-300 PLC, CPU 313C-2 DP。
- (3) 封口机。
- (4) 编程器。

5. 需准备的资料

S7-300 PLC 手册、STEP 7 V5.3 软件使用说明书、热电偶说明书、教材、封口机资料。

6. 预习要求

- (1) 读懂 S7-300 PLC 手册中有关通信部分内容。
- (2) 阅读 STEP 7 V5.3 软件使用手册, 了解软件的使用方法。
- (3) 了解相关的国家/行业标准。
- (4) 复习闭环控制的概念和 PID 知识。

7. 重点和难点

(1) 重点: S7-300 的硬件安装、S7-300 的模板规范、STEP 7 软件的使用、S7-300 的编程方法、模拟量模块的应用、闭环 PID 控制概念、控制方案确定、项目的组织实施、PID 控制程序的编写、技术文件的编写。

(2) 难点: 控制方案确定、STEP 7 软件的使用、S7-300 的编程方法、元件选择与安装、配线工艺是否符合规范、闭环 PID 控制程序的编写、技术文件的编写。

8. 学习方法建议

- (1) 项目开始前, 必须做好充分预习。
- (2) 遇到问题要主动与同学、老师讨论。
- (3) 要主动查阅相关资料。
- (4) 项目实施中要主动、积极地自主完成。
- (5) 在项目实施中遇到的问题一定要做好详细记录。

9. 学生需完成的资料

设计方案, 原理图、位置图、布线图, 调试记录, 元件清单, 项目进程表, 程序框图及程序清单, 项目及程序电子文档, 个人总结。

10. 总结与思考

- (1) 总结自己在项目中的得与失, 以后要注意和改进的地方。
- (2) 每做一步的时候要多思考, 多问几个为什么。
- (3) 在本项目学习中, 学到了哪些理论知识? 掌握了哪些实践工作技能?
- (4) 编写 PID 程序有几种方式?
- (5) 普通模拟量模块与热电偶模块有什么区别?



1.1 S7-300 PLC 的系统特性

1.1.1 PLC 简介

1. PLC 概述

可编程控制器 (PLC) 是集计算机技术、自动控制技术、通信网络技术于一体的新型自动控制装置, 其性能优越, 已被广泛应用于工业控制的各个领域。现在, PLC 已成为工业自动化的三大支柱技术 (PLC、工业机器人、CAD/CAM) 之一, PLC 应用已经成为控制领域的一个潮流。随着电气技术的发展, PLC 技术成为从事相关专业的人员必不可少的技能之一。

1987 年, 国际电工委员会 (IEC) 对可编程控制器做了如下定义: 可编程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, 并通过数字式、模拟式的输入和输出, 控制各种机械或生产过程。可编程控制器及其有关外部设备, 都按易于与工业控制系统连成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

现在, PLC 不仅能进行逻辑控制, 在模拟量的闭环控制、数字量的智能控制、数据采集、监控、通信联网及集散控制等方面都得到广泛的应用。如今 PLC 都配有 A/D、D/A 转换及算术运算功能, 有的还具有 PID 功能。这些功能使 PLC 应用于模拟量的闭环控制、运动控制、速度控制等; PLC 具有输出和接收高速脉冲的功能, 配合相应的传感器及伺服装置, 可以实现数字量的智能控制; PLC 配合可编程终端设备 (如触摸屏), 可以实时显示采集到的现场数据及分析结果, 为分析、研究系统提供依据; 利用 PLC 的自检信号可实现系统监控; PLC 具有较强的通信功能, 可与计算机或其他智能装置进行通信和联网, 从而能方便地实现集散控制 (DCS)。功能完备的 PLC 不仅能满足控制的要求, 还能满足现代化大生产管理的需要。

2. PLC 的特点

由于控制对象的复杂性、运行环境的特殊性和运行工作的连续、长期性, 使 PLC 在设计、结构上具有许多其他控制器所不可比拟的优点。

(1) 可靠性高、抗干扰能力强

在继电器控制系统中, 器件老化、脱焊、触点的抖动及触点电弧造成熔焊等现象是不可避免的, 大大降低了系统的可靠性。而在 PLC 控制系统中, 大量的开关动作是由无触点的半导体电路来完成的, 加之 PLC 在硬件和软件方面都采取了强有力的措施, 使产品具有极高的可靠性, 故 PLC 可直接安装在工业现场中稳定地工作。据有关数据统计, 国内外使用 PLC 的平均无故障率可以达到几万甚至几十万小时以上。PLC 在硬件和软件方面主要采取以下措施来提高 PLC 的可靠性。

① 硬件方面采取的措施。

由于 PLC 对其信号采集回路、负载驱动回路采用了严格的措施, 如屏蔽措施、多种形式的滤波电路、光电隔离电路、模块式结构等, 减少或避免了外界电磁信号对 PLC 运行的影响, 有效地保证了 PLC 的可靠性, 以减少故障和误动作。



② 软件方面采取的措施。

PLC 在设计时,专门设计了自诊、自检程序,在 PLC 上电、运行中能定时地对 PLC 实现自诊。当检测到故障时,立即把当前状态保存起来,并禁止程序继续运行,以防存储信息被破坏。故障排除后立即恢复到故障前的状态继续执行。PLC 还设置监视定时器,如果程序每次循环的执行时间超过规定值,表明程序已进入死循环,则立即报警。PLC 的后备电池(电源系统)对用户程序及动态数据进行保护,确保在运行中停电也不会使信息丢失。

(2) 灵活性和通用性强

在 PLC 控制的系统中,当控制功能改变时只需修改程序即可,PLC 外部接线改动极少,甚至可不必改动。这是继电器控制电路无法比拟的。

(3) 编程语言简单易学

对 PLC 使用者不要求精通计算机方面复杂的硬件和软件知识。大多数 PLC 具有类似继电器控制电路的“梯形图”语言编程方式,清晰直观、简单易学,也便于程序的分析设计。

(4) PLC 与外部设备连接简单、使用方便

用微机控制时,要在输入/输出接口电路上做大量工作,才能使微机与控制现场的设备连接起来,调试也比较烦琐。而 PLC 的输入/输出接口已经做好,其输入接口可以直接与各种输入设备(如按钮、各种传感器等)连接,输出接口具有较强的驱动能力,可以直接与继电器、接触器、电磁阀等强电电器连接,接线简单,使用非常方便。

(5) PLC 的功能强大

① PLC 利用程序进行定时、计数、顺序、步进等控制,十分准确可靠。② PLC 具有 A/D 和 D/A 转换、数据运算和数据处理等功能,容易实现对开关量、模拟量的控制。③ PLC 具有通信联网功能,既可现场控制,也可远距离对生产过程进行监控。

(6) PLC 控制系统的设计和调试周期短

由于 PLC 通过程序实现对系统的控制,所以设计人员可以在实验室里设计和修改程序,使调试工作省时又省力。

(7) PLC 体积小、重量轻,易于实现机电一体化

由于 PLC 内部电路主要采用半导体集成电路,具有结构紧凑、体积小、重量轻、功耗低的特点,更由于它具有很强的抗干扰能力,能适应各种恶劣的环境,因而已成为实现机电一体化十分理想的控制装置。

3. 西门子模块式 S7-300/400 PLC

PLC 的主要生产厂家有德国的西门子(SIEMENS)公司,美国的 Rockwell 公司、AB 公司、GE-Fanuc 公司,法国的施耐德(Schneider)公司和日本的三菱公司、欧姆龙(OMRON)公司。

西门子公司生产的 S7-300 是模块化中型 PLC 系统,单独的模块之间可进行广泛组合构成不同要求的系统。与 S7-200 PLC 比较,S7-300 系列 PLC 采用模块化结构,具备高速($0.6 \sim 0.1 \mu\text{s}$)的指令运算速度;用浮点数运算可有效地实现更为复杂的算术运算;一个带标准用户接口的软件工具可方便用户给所有模块进行参数赋值;方便的人机界面服务已经集成在 S7-300 操作系统内,人机对话的编程要求大大减少。SIMATIC 人机界面(HMI)从 S7-300 中取得数据,S7-300 按用户指定的刷新速度传送这些数据。S7-300 操作系统自动地处理数据的传送;CPU 的智能化诊断系统连续监控系统的功能是否正常、记录错误和特殊系统事件(如超时、模块更换等);多级口令保护可以使用户高度、有效地保护其技术机密,防止未经允许



的复制和修改；S7-300 系列 PLC 设有操作方式选择开关，操作方式选择开关像钥匙一样可以拔出，当钥匙拔出时，就不能改变操作方式，这样就可防止非法删除或改写用户程序。具备强大的通信功能，S7-300 系列 PLC 可通过编程软件 STEP 7 的用户界面提供通信组态功能，这使得组态非常容易、简单。S7-300 系列 PLC 具有多种不同的通信接口模块，并通过多种通信处理器来连接 AS-I 总线接口和工业以太网总线系统；串行通信处理器用来连接点到点的通信系统；多点接口（MPI）集成在 CPU 中，用于同时连接编程器、PC、人机界面系统及其他 SIMATIC S7/M7/C7 等自动化控制系统。

S7-400 系列 PLC 是用于中、高档性能范围的可编程序控制器。S7-400 系列 PLC 采用模块化无风扇的设计，可靠耐用，同时可以选用多种级别（功能逐步升级）的 CPU，并配有多种通用功能模板，用户能根据需要组合成不同的专用系统。当控制系统规模扩大或升级时，只要适当地增加一些模板，便能使系统升级，充分满足需要。

在 SIMATIC S7 系列 PLC 产品中，小型可编程控制器应用广泛、结构简单、使用方便，尤其适合初学者学习掌握。小型可编程控制器全部采用整体式结构，根据型号的不同，部分只能单机运行，多数具有输入/输出扩展，有的还可以接特殊功能模块。它结构小巧、可靠性高、运行速度快，有丰富的指令集，具有强大的多种集成功能和实时特性，配有丰富的功能扩展模块，具有网络通信能力。它适用于各行各业、各种场合中的自动检测、监测及控制等，是一般小型控制系统的理想控制设备。

西门子公司生产的 PLC 在我国的应用也相当广泛，在机械加工、冶金、化工、印刷生产线等领域都有应用。

S7-300/400 属于模块式 PLC，主要由机架、CPU 模块、信号模块、功能模块、接口模块、通信处理器、电源模块和编程设备组成，如图 1-2 所示。

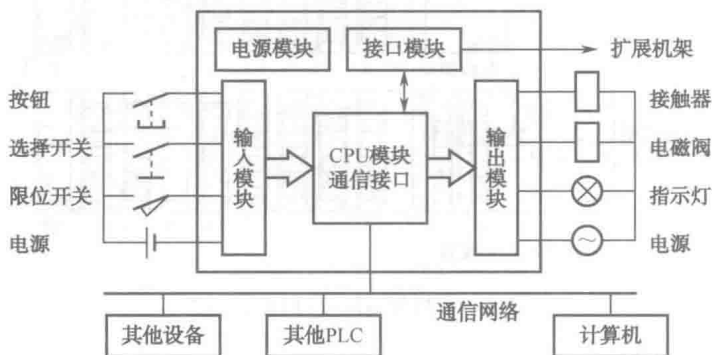


图 1-2 PLC 控制系统示意图

4. 西门子 PLC 的分类

(1) S7 系列：传统意义上的 PLC 产品，S7-200 是针对低性能要求的小型 PLC 的。S7-300 是模块式中小型 PLC，最多可以扩展 32 个模块。S7-400 是大型 PLC，可以扩展 300 多个模块。S7-300/400 可以组成 MPI、PROFIBUS 和工业以太网等。

(2) M7-300/400：采用与 S7-300/400 相同的结构，它可以作为 CPU 或功能模块使用。具有 AT 兼容计算机的功能，可以用 C、C++ 或 CFC 等语言来编程。

(3) C7 由 S7-300 PLC、HMI（人机接口）操作面板、I/O、通信和过程监控系统组成。



(4) WinAC 基于 Windows 和标准的接口 (ActiveX, OPC), 提供软件 PLC 或插槽 PLC。

5. S7-300 的硬件安装

图 1-3 为单机架 S7-300 的安装图, 图 1-4 为多机架 S7-300 的安装图。

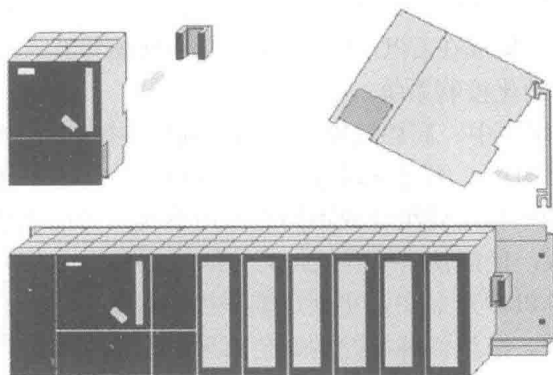


图 1-3 单机架 S7-300 的安装

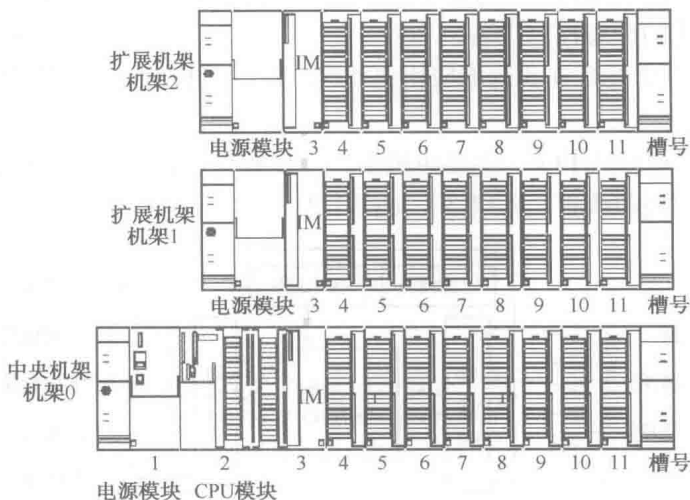


图 1-4 多机架 S7-300 PLC 的安装

6. S7-300 CPU 模块

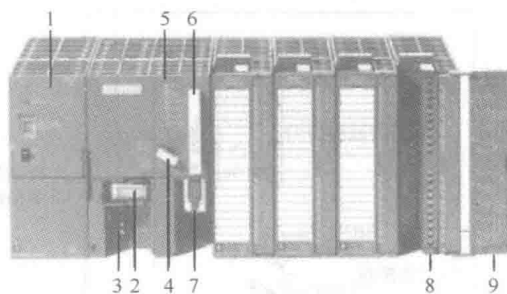
S7-300 的 CPU 模块 (简称 CPU) 都有一个编程用的 RS-485 接口, 有的为 PROFIBUS-DP 接口或 PtP 串行通信接口, 可以建立一个 MPI (多点接口) 网络或 DP 网络。图 1-5 为其基本系统的构成图。

功能强的 S7-300 CPU (如 319-3PN/DP) 的 RAM 可达 1400KB, 最多 8192 个存储器位, 2048 个定时器和 2048 个计数器, 数字量最大为 65536, 模拟量通道最大为 4096。

(1) 属性

计数器的计数范围为 1~999, 定时器的定时范围为 10ms~9990s。

只需要扩展一个机架时, 可以使用价格便宜的 IM365 接口模块对。



1—电源模块；2—后备电池；3—DC 24V 连接器；4—模式开关；5—状态和故障指示灯；
6—存储器卡（CPU 313 以上）；7—MPI 多点接口；8—前连接器；9—前盖

图 1-5 S7-300 PLC 基本系统的构成

数字量模块从 0 号机架的 4 号槽开始，每个槽位分配 4 个字节的地址，32 个 I/O 点。

模拟量模块一个通道占一个字节的地址。从 IB256 开始，给每一个模拟量模块分配 8 个字节。

（2）模块诊断功能

可以诊断出以下故障：失压，熔断器熔断，看门狗故障，EPROM、RAM 故障，模拟量模块共模故障，组态/参数错误，断线，上下溢出。

（3）过程中断

数字量输入信号上升沿、下降沿中断，模拟量输入超限，CPU 暂停当前程序，处理相应硬件中断组织块。

（4）状态与故障显示 LED

SF（系统出错/故障显示，红色）：CPU 硬件故障或软件错误时亮。

BATF（电池故障，红色）：电池电压低或没有电池时亮。

DC 5V（+5V 电源指示，绿色）：5V 电源正常时亮。

FRCE（强制，黄色）：至少有一个 I/O 被强制时亮。

RUN（运行方式，绿色）：CPU 处于 RUN 状态时亮，重新启动时以 2Hz 的频率闪亮。

HOLD（单步、断点）：CPU 处于 STOP、HOLD 状态时以 0.5Hz 的频率闪亮。

STOP（停止方式，黄色）：CPU 处于 STOP、HOLD 状态或重新启动时亮。

BASF（总线错误，红色）：总线出现错误时亮。

指示灯在 CPU 318-2 面板上的分布如图 1-6 所示。

（5）模式选择开关

① RUN-P（运行-编程）位置：运行时可以读出和修改用户程序，改变运行方式。

② RUN（运行）位置：CPU 执行、读出用户程序，但是不能修改用户程序。

③ STOP（停止）位置：不执行用户程序，可以读出和修改用户程序。

④ MRES（清除存储器）：不能保持。将开关从 STOP 状态拨到 MRES 位置，可复位存储器，使 CPU 回到初始状态。复位存储器操作：通电后从 STOP 位置拨到 MRES 位置，“STOP”LED 熄灭 1s，亮 1s，再熄灭 1s 后保持亮。放开开关，使它回到 STOP 位置，然后又回到 MRES，“STOP”LED 以 2Hz 的频率至少闪亮 3s，表示正在执行复位，最后“STOP”LED 一直亮。

某些 CPU 模块上有集成 I/O。PLC 使用的物理存储器有 RAM、ROM、快闪存储器（Flash EPROM）和 EEPROM。

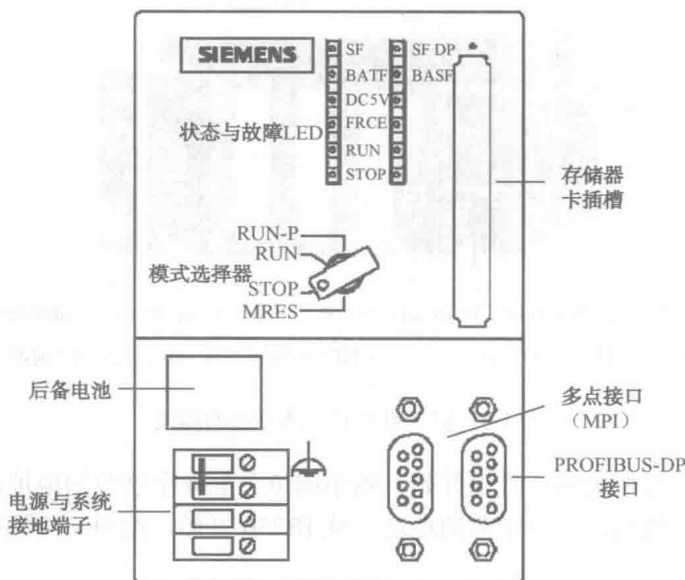


图 1-6 指示灯在 CPU 318-2 面板上的分布

1.1.2 电源模块

有多种 DC 24V 电源模块可用于 S7-300 PLC 和传感器/执行器。PS 305 户外型电源模块采用直流供电，输出为 24V 直流。PS 307 标准电源模块包括 PS 307 (2A)、PS 307 (5A) 和 PS 307 (10A) 三种。

S7-400 PLC 的电源模块通过背板总线向各个模块提供 DC 5V 和 DC 24V 电源。PS 405 的输入为直流电压，PS 407 的输入为直流电压或交流电压。S7-400 PLC 有带冗余功能的电源模块。如果没有使用传送 5V 电源的接口模块，每个扩展机架都需要一块电源模块。

本小节以电源模块 PS 305 (2A) (6ES7 305-1BA80-0AA0) 为例，介绍 S7-300 电源模块的特性、接线图、方框图和线路保护。

(1) PS 305 (2A) (6ES7 305-1BA80-0AA0) 电源模块

订货号：6ES7 305-1BA80-0AA0

(2) PS 305 (2A) 电源模块的属性

- ① 输出电流为 2A。
- ② 输出电压为 DC 24V，抗短路和断路。
- ③ 连接直流电源（额定输入电压为 DC 24/48/72/96/110V）。
- ④ 安全隔离符合 EN60950 标准。
- ⑤ 可用做负载电源。

(3) PS 305 (2A) 的接线图（见图 1-7）

(4) PS 305 (2A) 的方框图（见图 1-8）

(5) 线路保护

PS 305 (2A) 电源模块的主电源应使用具有下列额定值的微型断路器（如 SIEMENS 5SN1 系列）进行保护：

- ① DC 110V 时的额定电流：10A。