



电气自动化工程师系列

西门子PLC 与InTouch

综合应用

■ 曾小洋 主编

■ 刘桂楠 毛景明 董越周 吴豪 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



电气自动化工程师系列

西门子PLC 与InTouch 综合应用

■ 曾小洋 主编

■ 刘桂楠 毛景明 董越周 吴豪 副主编

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

西门子PLC与InTouch综合应用 / 曾小洋主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2010.8
(电气自动化工程师系列)
ISBN 978-7-115-22352-4

I. ①西… II. ①曾… III. ①可编程序控制器②过程控制软件 IV. ①TM571.6②TP317

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第086926号

内 容 提 要

本书将西门子 PLC 的项目设计、工业网络通信、InTouch 组态软件以及 SQL 数据库的使用这四大主题汇集于一体, 主要介绍了西门子 PLC 的工作原理和结构体系、开发工具 STEP 7 的软件操作及高级应用、工业网络通信、InTouch 组态软件的应用及 SQL 数据库的使用等内容。书中采用项目编程案例进行讲解, 详解应用技巧, 帮助读者学以致用, 解决工作中的实际问题。

本书可作为自动化行业工程技术人员的培训教材或参考书, 也可作为高等学校、职业院校自动化及机电一体化专业的教材。

电气自动化工程师系列

西门子 PLC 与 InTouch 综合应用

-
- ◆ 主 编 曾小洋
副 主 编 刘桂楠 毛景明 董越周 吴 豪
责任编辑 韦 毅
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 44.5
字数: 1089 千字
印数: 1—3 000 册
 - 2010 年 8 月第 1 版
2010 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-22352-4

定价: 98.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

随着数字信息化的发展,可编程控制器(简称 PLC)早已超出 PLC 的概念及应用领域和范畴,在知名的国际品牌中,西门子 PLC 在工业控制应用中占据世界领先的地位,其性能也达到国际先进水平,其应用书籍比比皆是,但将 PLC 与 InTouch 组态软件有机地结合的书比较少,难以满足读者的要求。

本书主要介绍西门子 PLC 和 InTouch 组态软件的组合应用,力求主题丰富、系统性强。本书从一套控制系统集成的角度,展开控制系统的结构设计,结合 Demo 实践案例,从西门子的硬件组态到项目设计、调试、高级编程应用及排除故障,再链接到网络通信和 InTouch 的组态应用,形成一套控制系统的集成方法。

本书从 PLC 的结构原理开始,再介绍项目系统集成,全面展示了每个环节链接的内容。除了介绍独立的西门子 PLC 的编程项目设计外,还讲解如何利用 PLC 与其他设备进行网络通信,PLC 如何与 InTouch 组态软件实现上位机的监控和数据采集,以及 PLC 如何通过数据库 SQL 对数据进行信息化管理等。读者不仅能从中学习到西门子 PLC 和 InTouch 组态软件的操作应用和系统设计思路,还可以掌握控制系统的故障诊断方法和调试工具的使用。项目系统的每一个环节都是技术人员需要了解的内容,本书采用项目编程案例进行分析讲解,让读者更容易理解掌握,使其可以快速解决工作中的实际问题,比较贴近电气工程技术人员和高等院校学生的使用要求。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错误和疏漏之处在所难免,恳请广大读者不吝指正,衷心感谢!

编 者

主 编 简 介



曾小洋：工业自动化培训网校（www.plccenter.cn）创始人，第五届中国科学家论坛代表，第六届中国管理创新大会代表，历任国家烟草局科教司烟草设备培训讲师、广州三超公司技术顾问、华海电子公司研发部经理，现任深洋科技董事长。

参与国家九五、十五技改工程项目，拥有多项专利，承接 100 余家大中型企业设备的改造工程，为全国 300 余家大中型企业提供技术支持。长期从事信息工程及控制、智能控制系统、嵌入式系统与硬件软件研发、通信计算机应用等方面的研究，拥有 13 年教学培训经验。

目 录

第 1 章 PLC 概述	1
1.1 PLC 的定义	1
1.2 PLC 的特点	1
1.3 PLC 的应用和发展	2
1.3.1 PLC 的应用	2
1.3.2 PLC 的发展趋势	3
1.4 PLC 的基本组成结构	4
1.4.1 CPU	5
1.4.2 存储器	5
1.4.3 输入/输出部件	5
1.4.4 I/O 扩展口	6
1.4.5 外设接口	6
1.5 PLC 的工作原理	7
1.6 PLC 相关技术指标	8
1.6.1 扫描速度 (程序执行时间)	8
1.6.2 用户存储器	8
1.6.3 用户操作资源	8
1.6.4 过程映像区域大小 (输入/输出地址)	8
1.6.5 指令功能	9
1.6.6 响应中断请求的能力	9
1.6.7 通信功能	9
第 2 章 S7 硬件结构及特点	10
2.1 概述	10
2.2 S7-300 系列 PLC 的组成部件	10
2.2.1 电源模块	10
2.2.2 中央处理单元 (CPU 模块)	11
2.2.3 数字量模块	13
2.2.4 模拟量模块	15
2.2.5 EX 系列与 F 系列输入/输出模块	19
2.2.6 S7-300 系列 PLC 的功能模块	19

2.2.7 称重模块 SIWAREX	20
2.2.8 通信处理模块	20
第 3 章 硬件模块的安装	22
3.1 模块选型基本要点	22
3.2 安装导轨	23
3.3 硬件模块安装	23
3.4 PLC 整机安装要求	24
3.5 S7-300 PLC 硬件机架安装方式	24
3.6 PLC I/O 模块地址分配	25
3.6.1 存储单元地址结构	25
3.6.2 通过硬件组态分配地址	25
3.6.3 基于槽号固定地址分配	27
3.6.4 用户自定义分配地址	28
第 4 章 STEP 7 编程软件	29
4.1 STEP 7 简介	29
4.2 STEP 7 软件的安装	32
4.2.1 系统安装配置要求	32
4.2.2 安装步骤	32
4.3 授权管理器	35
4.3.1 许可证	36
4.3.2 许可证类型	36
4.3.3 授权操作	36
4.4 STEP 7 操作功能	37
4.4.1 STEP 7 窗口界面	37
4.4.2 项目结构	38
4.4.3 操作对象及操作功能	39
4.4.4 关于多语种文本库	41
4.5 STEP 7 的使用设置	42
4.5.1 语言环境的选择	42
4.5.2 常规选项设置	43
4.5.3 PG/PC 接口设置	44
4.6 创建一个 PLC 站	45
4.6.1 创建项目	45
4.6.2 硬件组态	46
4.6.3 硬件模块参数设置	48
4.7 程序运行	55
4.7.1 程序类型	55

4.7.2 用户程序组成	55
4.7.3 程序调用运行	56
第 5 章 编程语言	57
5.1 概述	57
5.2 数据类型	58
5.2.1 基本数据类型	58
5.2.2 复杂数据类型	61
5.3 参数类型及使用	65
5.3.1 参数化数据类型	65
5.3.2 B、C、T 格式	66
5.3.3 POINTER 格式	66
5.3.4 STEP 7 指针格式	67
5.4 用户自定义数据类型 (UDT)	68
5.4.1 创建 UDT	69
5.4.2 UDT 分配初始值	69
5.4.3 UDT 作为参数	69
5.5 STEP 7 寻址方式	70
5.5.1 立即寻址	70
5.5.2 直接寻址	70
5.5.3 存储器间接寻址	71
5.5.4 寄存器间接寻址	72
5.6 状态字与逻辑操作过程	72
5.6.1 状态字	72
5.6.2 逻辑操作过程	73
5.6.3 STEP 7 可寻址范围	74
5.7 STEP 7 编程指令	75
5.7.1 指令类型	75
5.7.2 指令功能	75
第 6 章 程序块	126
6.1 程序结构及程序块类型	126
6.1.1 可编辑程序块	126
6.1.2 系统块	127
6.1.3 块的调用	128
6.2 功能 (FC)	129
6.2.1 FC 的结构	129
6.2.2 FC 的变量声明表	130
6.2.3 不带形参的 FC	131

6.2.4 带有形参的 FC	131
6.2.5 更新 FC 的调用	134
6.2.6 FC 的嵌套调用	135
6.3 功能块 (FB)	137
6.3.1 FB 的变量声明表	137
6.3.2 FB 和 FB 的背景数据块	138
6.3.3 FB 的嵌套调用	140
6.4 库功能与功能块	142
第 7 章 数据块 (DB)	143
7.1 数据块类型	143
7.1.1 全局数据块	143
7.1.2 背景数据块	145
7.1.3 基于 UDT 的数据块	146
7.2 数据块访问方式及合法性	148
7.2.1 数据块访问方式	148
7.2.2 数据块访问合法性	149
第 8 章 项目编程设计	151
8.1 PLC 系统设计的方法	151
8.1.1 控制任务描述分析	151
8.1.2 了解和检测被控制对象	152
8.1.3 制定控制任务	152
8.1.4 对安全的要求	152
8.1.5 创建系统项目	152
8.2 程序设计方法	153
8.2.1 线性化编程	153
8.2.2 模块化编程	153
8.2.3 结构化编程	154
8.3 程序设计实例——工业搅拌控制系统	155
第 9 章 PLC 工程项目调试	172
9.1 调试内容及工具	172
9.1.1 利用 LED 灯进行调试	172
9.1.2 硬件组态的调试	172
9.1.3 程序状态监控调试	176
9.1.4 利用 Variables 表工具调试	177
9.1.5 利用模块信息调试	179
9.1.6 交叉参考数据表	185

9.1.7 程序块比较	189
9.2 项目调试过程	190
第 10 章 PLCSIM 仿真工具	193
10.1 PLCSIM 简介	193
10.2 PLCSIM 的安装使用	193
10.3 S7-PLCSIM 的特点	196
10.4 PLCSIM 与真实 PLC 的区别	197
第 11 章 功能模块的使用	199
11.1 高速计数器	199
11.1.1 高速计数器的工作原理	199
11.1.2 高速计数器的应用场合	199
11.1.3 高速计数器的连接信号	199
11.1.4 脉冲信号的采集方式	200
11.1.5 高速计数器的工作模式	201
11.1.6 高速计数器的计数条件	202
11.2 CPU31XC 集成高速计数器	203
11.3 FM350-1 计数模块	206
11.4 FM350-2 计数模块	225
11.5 定位模块	243
11.5.1 FM354 伺服电动机控制模块	244
11.5.2 FM354 模块的输入/输出接口	244
11.5.3 FM354 模块的工作模式	245
11.5.4 FM354 的硬件组态	246
11.5.5 机械参数	247
11.5.6 SM 增量表的配置	253
11.5.7 WZK 工具补偿参数的配置	253
11.5.8 VP 自动程序的编写	253
11.6 FM355 PID 模块	256
11.6.1 FM355 系统配置及参数设置	256
11.6.2 FM355 模块的程序编写	260
第 12 章 OB 和系统块应用实例	263
12.1 OB	263
12.1.1 OB 的类型	263
12.1.2 改变优先级	265
12.2 OB 的结构	265
12.3 OB 事件处理	266

12.3.1	循环程序处理	266
12.3.2	事件驱动的程序处理	267
12.3.3	线性编程与结构化编程	268
12.3.4	程序块之间的调用关系	268
12.4	组织块应用案例	270
12.4.1	启动组织块	270
12.4.2	时间中断组织块	271
12.4.3	延时中断组织块	276
12.4.4	循环中断组织块	279
12.4.5	硬件中断组织块	284
12.4.6	错误组织块	288
12.4.7	诊断中断组织块	290
12.4.8	机架故障组织块 OB86	293
12.4.9	通信错误组织块 OB87	293
12.4.10	编程故障组织块	294
12.4.11	I/O 访问故障组织块	294
12.4.12	系统功能 (SFC) 和系统功能块 (SFB)	294
第 13 章	西门子工业网络通信	302
13.1	工业网络通信类型	302
13.2	MPI 网络特点	303
13.2.1	MPI 编程接口	304
13.2.2	PLC 之间 MPI 的通信方式	304
13.2.3	MPI 通信应用实例	309
13.3	PROFIBUS 通信协议	319
13.3.1	概述	319
13.3.2	PROFIBUS 的接口种类	319
13.3.3	PROFIBUS 的访问机制	320
13.3.4	PROFIBUS 通信速率与通信距离	320
13.4	PROFIBUS-DP 网络应用	320
13.4.1	PROFIBUS-DP 网络配置	320
13.4.2	PROFIBUS-DP 通信方式	326
13.5	PROFIBUS-DP 连接变频器从站的应用	328
13.5.1	网络配置要求	328
13.5.2	硬件组态配置	329
13.5.3	通信程序的编写	331
13.6	PROFIBUS-FDL 通信	333
13.6.1	两个 S7-300 站的 PROFIBUS-FDL 通信	334
13.6.2	FDL 通信在不同 S7-300 项目中的应用	336

13.7 FMS 通信方式	337
13.7.1 FMS 通信概述	337
13.7.2 S7 PLC 之间的 FMS 通信	338
13.8 工业以太网	347
13.8.1 PLC 以太网接口种类	347
13.8.2 工业以太网数据传输介质	348
13.8.3 工业以太网通信协议与服务	348
13.8.4 S7-300/400 工业以太网通信	349
13.8.5 应用实例	353
第 14 章 InTouch 组态软件的应用	355
14.1 组态软件概述	355
14.2 组态软件的系统构成	356
14.3 InTouch 组态软件简介	357
14.4 InTouch 软件安装配置	357
14.5 使用 InTouch 创建应用程序	358
14.5.1 InTouch 应用程序管理器使用	358
14.5.2 范例程序介绍——工业搅拌系统	359
14.5.3 创建范例程序	360
14.6 WindowMaker 的使用	360
14.6.1 WindowMaker 窗口及窗口对象介绍	360
14.6.2 WindowMaker 开发环境配置	362
14.7 使用 WindowMaker 窗口及窗口对象	363
14.8 WindowViewer 的使用	373
14.8.1 配置运行环境	373
14.8.2 使用 WindowViewer 窗口	377
第 15 章 InTouch 通信驱动建立与通信诊断	379
15.1 InTouch 通信方式概述	379
15.2 支持的通信协议	379
15.3 OPC 的背景	380
15.4 OPC 的基本原理	381
15.5 建立通信驱动	382
15.6 常见的几种通信配置	385
15.6.1 使用 I/O Server 通信	385
15.6.2 使用 DAServer (MPI 和 TCP/IP) 通信	397
15.7 DAServer 通信软件的通信诊断功能介绍	410
第 16 章 创建运行系统标记名	412

16.1	InTouch 标记名字典功能简介	412
16.2	InTouch 标记名类型	412
16.3	定义标记名和属性设置	414
16.3.1	定义标记名名称	414
16.3.2	定义标记名详细资料	415
16.3.3	定义标记名报警条件	430
16.4	标记名点域介绍	434
16.5	标记浏览器的使用	434
16.6	交叉引用程序	435
16.7	删除标记名字典中的标记名	439
16.8	替换标记名	441
16.9	远程标记名引用	441
16.10	转换占位符标记名	443
16.11	动态地址引用	444
16.12	标记名导入/导出	445
16.13	工业搅拌系统标记名部分	446
第 17 章	创建运行系统界面	448
17.1	概述	448
17.2	动画链接对象及类型	448
17.3	创建各种动画链接	448
17.3.1	创建触动链接	448
17.3.2	创建显示链接	453
17.4	工业搅拌系统画面部分	463
第 18 章	InTouch 的脚本系统功能	469
18.1	InTouch 脚本类型	469
18.2	脚本编辑器的使用	469
18.3	各种脚本程序介绍	472
18.4	脚本语法	476
18.4.1	基本文法	476
18.4.2	变量和常量	477
18.4.3	表达式和运算符	478
18.4.4	程序流程控制	480
18.5	QuickFunction	482
18.6	系统内置脚本函数介绍	484
18.7	脚本编辑器错误消息	492
18.8	导入脚本程序	495
18.9	工业搅拌系统脚本部分	496

第 19 章 InTouch 系统集成功能	500
19.1 报警和事件	500
19.1.1 报警和事件相关概念概述	500
19.1.2 报警摘要与报警历史	502
19.2 分布式报警数据库概述	505
19.3 配置报警系统	514
19.4 报警/事件客户端控件的使用	519
19.4.1 Alarm Viewer ActiveX 控件	519
19.4.2 Alarm DB View ActiveX 控件	527
19.4.3 Alarm Tree Viewer ActiveX 控件	531
19.5 InTouch 实用程序使用	541
19.5.1 Alarm Printer 实用程序	541
19.5.2 Alarm DB Logger 实用程序	546
19.5.3 Alarm DB Purge/Archive 实用程序	550
19.5.4 Alarm DB Restore 实用程序	553
19.5.5 AlarmSuite History Migration 实用程序	555
19.5.6 配方管理器 (Recipe Manager) 实用程序	556
19.5.7 Alarm Hot Backup Manager (报警热备份) 实用程序	573
19.5.8 InTouch Application Publisher	577
19.6 实时趋势和历史趋势	578
19.6.1 实时趋势	579
19.6.2 历史趋势	581
19.7 SQL 访问器使用介绍	590
19.7.1 访问器功能概述	590
19.7.2 创建绑定列表	594
19.7.3 创建及配置表格模板	597
19.8 安全性	620
19.8.1 安全性类型	620
19.8.2 安全内部标记名和安全相关函数	620
19.8.3 基于 InTouch 的安全性	621
19.8.4 基于操作系统的安全性	624
19.8.5 基于 ArchestraA 的安全性	625
19.9 范例——工业搅拌系统	626
第 20 章 InTouch 网络服务	632
20.1 InTouch 网络架构	632
20.1.1 独立式应用程序	632
20.1.2 分布式应用——基于客户端的架构	632

20.1.3 基于服务器的架构	633
20.2 网络应用程序开发	634
20.2.1 配置网络	635
20.2.2 排解网络疑难	635
20.2.3 配置 InTouch 公共数据源	636
20.3 配置应用程序的 NAD 步骤	640
20.4 自定义 NAD 更新功能	643
20.5 配置应用程序的动态分辨率转换 (DRC)	644
第 21 章 InTouch 数据采集应用	646
21.1 数据采集概述	646
21.2 利用 DDE 通信协议对现场数据采集并写入到 Excel	647
附录 1 硬件模块问题	650
附录 2 电气接线常见问题	656
附录 3 STEP 7 软件问题	661
附录 4 程序问题	667
附录 5 通信问题	676
附录 6 数据/WEB 服务器常见问题	692
附录 7 InTouch 问题	694

第 1 章 PLC 概述

可编程控制器是以中央处理器（CPU）为基础，融合高集成控制电路构成的一种具有数学运算能力的工业控制装置。因为它是由 CPU 组成的，所以又被称为 PC（Programmable Controller）机，其在 20 世纪 60 年代早期主要应用于继电器的逻辑控制中，所以简称为 PLC（Programmable Logic Controller）。由于 PLC 编程灵活、运算能力强、功能齐全、结构紧凑、重量轻、功耗低、可靠性强，因而它在各种机械设备和生产过程的控制系统中得到广泛的应用，成为工业控制中的主要装置之一。

1.1 PLC 的定义

PLC 是指以计算机技术为基础的新型工业控制装置。在 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 英文全称 Programmable Logic Controller**，中文全称为可编程逻辑控制器，是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算的电子系统。

它采用一类可编程的存储器，在其内部存储程序，执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令；并通过数字式或模拟式的输入/输出（I/O）控制各种类型的机械生产过程。PLC 也是一种可编程逻辑电路，使用和硬件结合很紧密的编程语言，在半导体领域有很重要的应用。

PLC 及其有关的外围设备都应该按照易于与工业控制系统形成一个整体、易于扩展其功能这样的原则来设计。

1.2 PLC 的特点

1. 可靠性高

所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离，使工业现场的外围电路与 PLC 内部电路之间电气隔离。

① 各输入端均采用 RC 滤波器，其滤波时间常数一般为 10~20ms。

② 各模块均采用屏蔽措施，以防止辐射干扰。

③ 采用性能优良的开关电源。

④ 对采用的器件进行严格的筛选。

⑤ 良好的自诊断功能，一旦电源或其他软、硬件发生异常情况，CPU 立即采用有效措施，以防止故障扩大。

⑥ 大型 PLC 还可以由双 CPU 构成冗余系统或由 3 个 CPU 构成表决系统，使可靠性进一步提高。

2. 丰富的 I/O 接口模块

PLC 针对不同的工业现场信号，如交流或直流、电压或电流、脉冲或电位、开关量或模拟量等，设计了相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备匹配连接，如与按钮、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，还设计了人机对话的接口模块以及各种通信联网的接口模块，以满足网络通信的要求。

3. 采用模块化结构

为了适应各种工业控制需要，除了单元式的小型 PLC 以外，绝大多数 PLC 均采用模块化结构。PLC 的各个部件，包括 CPU、电源、I/O 等均采用模块化设计，由机架及电缆将各模块连接起来组成模块化 PLC，适应不同的系统规模要求和功能，用户根据系统项目的规模大小来自由地组合。

4. 编程简单易学

PLC 大多采用类似于继电器逻辑控制线路的梯形图编程，对于使用者来说，不需要具备计算机的专门知识。一般的工程技术人员都能理解和掌握，实现控制要求。

5. 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。由于采用模块化结构，因此一旦某模块发生故障，用户可以通过更换模块的方法，使系统迅速恢复运行。

1.3 PLC 的应用和发展

1.3.1 PLC 的应用

目前 PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保等各个行业，使用情况大致可归纳为如下几类。