

SIEMENS



西门子工业自动化系列教材

# 西门子S7-300/400 PLC 编程技术及工程应用

陈海霞 柴瑞娟 任庆海 孙承志 编著



附赠电子教案

<http://www.cmpedu.com>



附软件:

Step 7 V5.4 SP3 + S7-PLCSIM V5.4 SP1+  
用户手册 + 应用文档 + 电子课件 + 程序



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



西门子工业自动化系列教材

# 西门子 S7-300/400 PLC 编程 技术及工程应用

陈海霞 柴瑞娟 编著  
任庆海 孙承志



机械工业出版社

西门子 S7-300 及 S7-400 是面向系统解决方案的通用型 PLC，其应用相当广泛。

本书主要分为六大部分：第一部分是 S7-300 及 S7-400 的系统概述，介绍了 S7-300 和 S7-400 的工作原理、硬件结构、安装配置及模块特性，使读者对 PLC 系统的体系架构有一定的了解；第二部分介绍了 STEP 7 的编程环境、硬件组态及调试方法；第三部分介绍了基于 IEC61131-1 的编程语言及先进的编程技术思想：顺序功能图（S7 Graph）和状态图（S7 HiGraph）；第四部分介绍了组织块和系统功能块的作用；第五部分介绍工业网络通信的基本方法和人机界面的通信；第六部分介绍了工程设计步骤和两个工程实例。本书的编写宗旨是：通过大量的实验案例和真实的工程实例使学习和实践能融会贯通；通过实用编程技术的介绍，提供易于交流的平台和清晰的编程思路。随书附赠学习光盘，内容包括 STEP 7 V5.4 编程软件、程序、参考课件和软硬件参考手册。

本书可供工程技术人员自学和参考，也可作为高等院校本科自动化及相关专业的参考教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

西门子 S7-300/400 PLC 编程技术及工程应用/陈海霞等编著. —北京:机械工业出版社, 2011.12 (2013.1重印)

西门子工业自动化系列教材

ISBN 978-7-111-36617-1

I. ①西… II. ①陈… III. ①可编程序控制器-程序设计-教材  
IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 244266 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

责任印制: 张 楠

唐山丰电印务有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版·第 2 次印刷

184mm×260mm·26 印张·643 千字

4001-8000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-36617-1

ISBN 978-7-89433-244-8 (光盘)

定价: 59.80 元(含 1CD)

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

# 序

从 1969 年美国数字公司研制出的第一代可编程序控制器，到现在为止可编程序控制器已经有了第 5 代产品了，随之而来的是可编程技术的日益成熟。可编程序控制器已逐步发展成以微处理器为核心，集计算机技术、自动化控制技术、通信技术于一体的工业控制装置。与网络技术及组态软件技术的配合，可编程序控制器的应用如虎添翼。

可编程序控制器在工业领域的应用非常广泛，既有单机作为继电器逻辑电路的替代品，又有作为控制设备的核心部件。随着自动化程度的提高，它既可以作为现场控制的部件，又可以作为现场更高级管理的控制部件。随着网络技术的发展，作为成熟技术，可编程序控制器已被广泛应用到机械、冶金、化工、石化、水泥、制药等各个领域，极大地提高了劳动生产率和自动化程度。与 DCS、IPC 技术形成三足鼎立之势，占据着市场的最大份额。

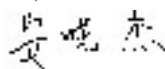
西门子是中国多个业务领域的领先工业解决方案供应商，在生产自动化、过程自动化、驱动、低压控制以及安装技术方面提供了各类创新、可靠、高效和优质的产品。并全面提供系统的解决方案和服务。产品涵盖范围广，在信息与通信、自动化与控制、电力、交通、医疗、照明等各个行业领域处于领先优势。

西门子 PLC 技术能够不断融入新技术、新方法、推陈出新，并进一步在 e-制造和 e-控制技术方面进行新的突破，新的产品不断涌现，为各种各样的自动化控制设备提供了非常可靠的控制应用。

目前 PLC 产品在许多行业的大中型企业中均有应用，市场占有率很高，但是与其广泛的应用相比，介绍西门子公司 PLC 产品的应用书籍却比较少，影响了产品的宣传，尤其是在大、专院校的技术推广。《西门子 S7-300/400 PLC 编程技术及工程应用》一书详细介绍了 PLC 的几种先进的实用编程技术：如顺序功能图（Sequential Function Charts）和状态图（State Graph）等，其严格的编程思路能够避免设计系统的不完善性，提高了自动化工程师的工作效率，缩短了项目的开发周期。书中介绍的系统性编程技术在现有的 PLC 书籍中实属罕见，并且以实际工程项目为基础，详细阐述了工程设计步骤及内容，而在一般的 PLC 书籍中，基本没有工程应用的介绍。

希望《西门子 S7-300/400 PLC 编程技术及工程应用》一书能为更多的工程技术人员和广大的学生提供帮助和支持。使读者能够尽快掌握 PLC 的基础及应用技术，并尽快应用于工程设计中，缩短学习和工程应用之间的距离。

西门子（中国）有限公司高级副总裁



# 前 言

可编程序控制器（PLC）是计算机家族中的一员，它是为工业控制应用而设计制造的综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术的一种新型的、通用的自动控制装置。PLC 以其功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于编程以及适于在工业环境下应用等一系列优点，而成为工业控制领域中增长速度最迅猛的工业控制设备，PLC 已经成为现代工业自动化的三大支柱之一。

目前，PLC 产品大致可分为美国、欧洲国家、日本三大流派。据统计，德国西门子公司的 PLC 在我国 PLC 市场上的占有量已经超过 30%，特别是西门子公司推出的 S7-300/400 系列的 PLC 以其功能强大、性价比高特点而深受国内用户的欢迎。为了使用户更易于了解并尽快地掌握西门子 S7-300/400 系列 PLC 的性能和特点，并更好地应用于实践中去，编写一本基于西门子 S7-300/400 系列 PLC 的书籍是十分必要的。

本书以德国西门子公司的 S7-300/400 系列 PLC 为主线，以 STEP 7 编程系统为平台，系统地介绍了 PLC 的基础理论、编程方法以及在工业中的应用等知识。新颖、实用、易读是本书的编写宗旨。为了便于教学和自学，本书还精心编写了大量的例题及其实现程序，而且每一个程序都用仿真软件 PLCSIM 或在 PLC 上做了验证。在本书的光盘中不仅包括例题的实现程序，还包括大量西门子 S7-300/400 系列 PLC 的参考资料。

在编写本书过程中，编者力求做到语言流畅、叙述清楚、讲解细致，所有内容都立足于实际应用和教学，并融入编者的经验和成果。本书详尽地叙述了 PLC 控制系统所需要的多种知识，全书共分为 11 章。前三章是基础知识，主要介绍了 PLC 的由来、特点和工作原理，S7-300/400 系列 PLC 的特点及功能，以及 STEP 7 编程软件的使用法；第 4 章以不同的编程语言，通过大量的例题说明 PLC 的各种编程元件的使用；第 5 章较为全面地总结了 STEP 7 的调试方法；第 6 章详细介绍了先进的编程技术思想：顺序功能图（S7 Graph）和状态图（HiGraph）；第 7 章和第 8 章介绍了结构化编程方法以及组织块及系统功能的使用法；第 9 章用几个实例详细讲解了工业网络的组网方法；第 10 章介绍了西门子人机界面的基本用法；第 11 章以两个具体的工程实例说明 PLC 控制系统的设计、实现及上位机的监控。其中陈海霞编写了第 1~5 章和第 8 章，柴瑞娟编写第 6 章和第 7 章，孙承志编写了第 9 章，任庆海编写最后两章，全书由陈海霞统稿。

西门子（中国）有限公司高级副总裁安晓杰先生在百忙之中为本书写序，在此编者表示感谢！本书在编写过程中得到了西门子（中国）有限公司杨大汉先生的大力支持，同时得到了三江学院西门子自动化示范实验室的硬件支持以及南京理工大学研究生的配合，再次表示衷心的感谢！

由于编者的水平有限，错误和疏漏在所难免，恳请读者不吝指正。

作者的 E-mail 地址：nj\_chx@126.com。

编 者

2011 年 7 月 1 日

# 目 录

序

前言

第 1 章 PLC 基础 .....	1
1.1 概述 .....	1
1.1.1 PLC 的发展史 .....	1
1.1.2 PLC 的主要特点 .....	2
1.1.3 PLC 的主要应用 .....	3
1.2 西门子 PLC 概述 .....	4
1.2.1 西门子“全集成自动化”概念 .....	4
1.2.2 西门子 PLC 产品 .....	6
1.2.3 S7-300 系列 PLC .....	6
1.2.4 S7-400 系列 PLC .....	7
1.2.5 S7-1200 系列 PLC .....	7
1.3 PLC 的组成 .....	8
1.3.1 PLC 的基本结构 .....	8
1.3.2 S7-300/400 系列 PLC 的组成 .....	8
1.4 PLC 的工作原理 .....	10
1.4.1 工作原理 .....	10
1.4.2 循环时间和响应时间 .....	12
习题 .....	12
第 2 章 S7-300/400 结构体系 .....	13
2.1 S7-300 的 CPU 模块 .....	13
2.1.1 CPU 的分类 .....	13
2.1.2 CPU 的面板 .....	14
2.1.3 CPU 的存储器 .....	15
2.2 S7-300 的信号模块 .....	15
2.2.1 数字量模块 .....	16
2.2.2 模拟量模块 .....	17
2.3 S7-300 的特殊模块 .....	19
2.3.1 通信处理模块 CP 34x .....	19
2.3.2 计数器模块 FM 350 和 CM 35 .....	19

2.3.3	位置控制与位置检测模块 FM 35x	20
2.3.4	闭环控制模块 FM 355	20
2.3.5	称重模块 SIWAREX	20
2.4	硬件模块的安装	21
2.4.1	安装导轨 (RACK)	21
2.4.2	安装模块	22
2.4.3	接线	22
2.5	寻址	23
2.5.1	存储区中的地址及格式	23
2.5.2	基于槽编址的模块地址	24
2.5.3	用户编址的模块地址	25
	习题	25
<b>第 3 章</b>	<b>STEP 7 的使用基础</b>	<b>26</b>
3.1	STEP 7 概述	26
3.2	安装与卸载 STEP 7	27
3.2.1	系统配置要求	27
3.2.2	安装 STEP 7	28
3.2.3	卸载 STEP 7	28
3.3	SIMATIC 管理器	28
3.4	硬件组态	29
3.4.1	硬件组态步骤	29
3.4.2	参数设置	31
3.4.3	硬件组态目录的更新	33
3.5	软件编程	34
3.5.1	程序编辑器界面	34
3.5.2	使用程序编辑器	34
3.5.3	变量与符号	35
3.6	硬件接口和下载	37
3.6.1	硬件接口	37
3.6.2	下载方法	37
3.6.3	上传	42
3.7	程序归档	42
3.8	如何使用 STEP 7 软件的在线帮助	43
3.8.1	查找某个关键字或功能	43
3.8.2	了解某个逻辑块 FB/FC/SFB/SFC 的功能及管脚的定义	43
3.8.3	应用方法	43
	习题	43

第 4 章 编程语言 .....	44
4.1 概述 .....	44
4.2 STEP 7 编程语言的程序结构 .....	45
4.2.1 用户块 .....	45
4.2.2 系统块 .....	46
4.3 指令结构 .....	47
4.3.1 指令组成 .....	47
4.3.2 数据类型及存储区 .....	47
4.3.3 CPU 存储区 .....	50
4.3.4 寻址方式 .....	50
4.3.5 状态字和逻辑操作过程 .....	52
4.4 位逻辑指令 .....	54
4.4.1 位逻辑运算指令 .....	54
4.4.2 位操作指令 .....	58
习题 I .....	66
4.5 定时器与计数器指令 .....	68
4.5.1 定时器 .....	68
4.5.2 计数器 .....	81
习题 II .....	85
4.6 数据处理功能指令 .....	86
4.6.1 装载和传输指令 .....	86
4.6.2 比较指令 .....	88
4.6.3 转换指令 .....	94
4.6.4 移位和循环移位指令 .....	97
4.6.5 累加器操作和地址寄存器指令 .....	100
4.7 数据运算指令 .....	103
4.7.1 整数算术运算 .....	103
4.7.2 浮点数算术运算 .....	104
4.7.3 字逻辑运算指令 .....	105
4.8 控制指令 .....	106
4.8.1 逻辑控制指令 .....	107
4.8.2 程序控制指令 .....	112
4.8.3 主控继电器指令 .....	114
习题 III .....	115
4.9 应用实例 .....	116
4.9.1 常用指令的综合用法 .....	116
4.9.2 ET200M 的使用 .....	124

4.9.3	变频器的使用 .....	128
<b>第5章</b>	<b>调试方法 .....</b>	<b>136</b>
5.1	利用 LED 指示灯调试 .....	136
5.2	硬件组态的调试 .....	137
5.2.1	下载硬件组态时的调试 .....	137
5.2.2	建立在线连接 .....	139
5.2.3	利用“Module Information”工具调试 .....	139
5.2.4	硬件组态窗口中信号的检测与修改 .....	141
5.2.5	诊断符号 .....	142
5.3	离线/在线程序块的比较 .....	142
5.4	利用程序状态调试 .....	144
5.4.1	监控程序状态的前提 .....	144
5.4.2	监视程序的状态 .....	144
5.4.3	STL 程序的单步与断点调试 .....	145
5.5	利用变量表调试 .....	146
5.5.1	变量表的功能 .....	146
5.5.2	建立变量表 .....	147
5.5.3	变量表的使用 .....	147
5.6	利用“诊断缓冲区”调试 .....	150
5.7	参考数据 (Reference Data) .....	154
5.7.1	参考数据的生成和显示方式 .....	154
5.7.2	参考数据表的种类 .....	154
5.7.3	在程序中快速查找地址的位置 .....	156
5.8	结构化程序的调试 .....	157
5.9	S7 - PLCSIM 的应用 .....	157
5.9.1	S7 - PLCSIM 介绍 .....	157
5.9.2	S7 - PLCSIM 的使用方法 .....	158
5.9.3	S7 - PLCSIM 的调试应用举例 .....	160
5.9.4	仿真 PLC 与真实 PLC 的区别 .....	161
	习题 .....	162
<b>第6章</b>	<b>编程技术 .....</b>	<b>163</b>
6.1	控制系统的基本设计步骤 .....	164
6.1.1	分析和描述任务 .....	164
6.1.2	确定控制策略 .....	164
6.1.3	决定运行方式 .....	164
6.1.4	控制系统的调试 .....	165
6.2	编程技术基础 .....	165

6.2.1	程序设计举例	166
6.2.2	编程要求	169
6.3	控制系统分析方法及系统建模	170
6.3.1	控制系统分析方法	170
6.3.2	系统建模	171
6.3.3	工程实例	172
6.4	顺序功能图 (SFC)	176
6.4.1	概述	176
6.4.2	顺序功能图的绘制方法	177
6.4.3	运用顺序功能图思想的编程方法	181
6.4.4	具有多种工作方式系统的顺序功能图的编程方法	192
	习题 I	201
6.4.5	MPS 工作站的设计	203
6.4.6	GRAPH 编程	215
6.5	状态图 (State Graph)	224
6.5.1	状态图简介	224
6.5.2	状态图的建立方法及状态图的程序实现	225
6.5.3	状态图应用实践	231
	习题 II	246
<b>第 7 章</b>	<b>结构化编程</b>	<b>247</b>
7.1	概述	247
7.1.1	程序设计方法	247
7.1.2	块的含义及调用	248
7.1.3	块的结构	248
7.2	功能和功能块编程及调用举例	249
7.2.1	功能编程及举例	250
7.2.2	功能块编程及举例	253
7.3	FC 和 FB 程序设计实例	254
7.3.1	任务描述	254
7.3.2	建立符号表	256
7.3.3	生成电动机 FB	257
7.3.4	生成阀门 FC	259
7.3.5	生成 OB1	260
	习题	265
<b>第 8 章</b>	<b>组织块及系统功能的使用</b>	<b>266</b>
8.1	组织块	266
8.2	循环处理的主程序 OB1	267

8.3	日期时间中断组织块 (OB10 ~ OB17)	268
8.3.1	概述	268
8.3.2	应用方法	269
8.3.3	应用实例	270
8.4	延时中断组织块 (OB20 ~ OB23)	272
8.4.1	概述	272
8.4.2	应用方法	273
8.4.3	应用实例	274
8.5	循环中断组织块 (OB30 ~ OB38)	275
8.5.1	概述	275
8.5.2	应用方法	276
8.5.3	应用实例	277
8.6	硬件中断组织块 (OB40 ~ OB47)	278
8.6.1	概述	278
8.6.2	应用方法	279
8.6.3	应用实例	279
8.7	异步错误组织块	281
8.7.1	时间错误处理组织块 (OB80)	282
8.7.2	电源故障处理组织块 (OB81)	282
8.7.3	诊断中断组织块 (OB82)	282
8.7.4	机架故障组织块 (OB86)	285
8.7.5	通信错误组织块 (OB87)	288
8.8	起动组织块 (OB100 ~ OB102)	288
8.9	同步错误组织块	290
8.9.1	编程故障组织块 (OB121)	290
8.9.2	I/O 访问故障组织块 (OB122)	292
8.10	系统功能	292
	习题	302
<b>第9章</b>	<b>工业网络通信</b>	<b>303</b>
9.1	概述	303
9.2	MPI 通信	305
9.2.1	简介	305
9.2.2	通信分类	306
9.2.3	MPI 通信实例	306
9.3	PROFIBUS 现场总线通信	315
9.3.1	简介	315
9.3.2	协议类型分类	316

9.3.3	PROFIBUS-DP 通信及分类 .....	317
9.3.4	PROFIBUS-DP 通信实例 .....	317
9.4	工业以太网通信 .....	328
9.4.1	简介 .....	328
9.4.2	多台 S7-300 之间的 IE 通信 .....	328
<b>第 10 章</b>	<b>西门子人机界面技术 .....</b>	<b>337</b>
10.1	人机界面简介 .....	337
10.1.1	人机界面的基本概念 .....	337
10.1.2	人机界面的分类 .....	337
10.1.3	人机界面的功能 .....	337
10.2	基于触摸屏的监控网络 .....	338
10.2.1	触摸屏概述 .....	338
10.2.2	组态软件 WinCC Flexible 基础 .....	341
10.2.3	WinCC Flexible 过程通信 .....	341
10.2.4	应用举例 .....	343
10.3	基于 PC 的工业监控网络 .....	347
10.3.1	工控机概述 .....	347
10.3.2	组态软件 WinCC 基础 .....	347
10.3.3	WinCC 过程通信 .....	348
10.3.4	WinCC 通信组态 .....	350
<b>第 11 章</b>	<b>PLC 在实际工程中的应用 .....</b>	<b>354</b>
11.1	PLC 控制系统的设计 .....	354
11.1.1	设计原则 .....	354
11.1.2	设计内容 .....	354
11.1.3	设计步骤 .....	355
11.1.4	硬件设计 .....	357
11.1.5	软件设计 .....	361
11.1.6	PLC 控制系统的抗干扰设计 .....	362
11.2	系统调试与检查 .....	363
11.2.1	系统调试步骤 .....	363
11.2.2	系统调试方法 .....	364
11.3	交流电动机正、反转控制的工程应用方法 .....	364
11.3.1	工程应用基础 .....	365
11.3.2	控制原理 .....	366
11.4	闸门自动监控系统工程实例 .....	370
11.4.1	项目概况和要求 .....	370
11.4.2	系统总体设计 .....	371

11.4.3	PLC 模块及其他设备的选型 .....	372
11.4.4	控制原理图及设备接线图的设计 .....	373
11.4.5	设备组柜与接线工作 .....	380
11.4.6	PLC 硬件组态 .....	380
11.4.7	软件编程设计与调试 .....	383
11.4.8	上位机软件设计 .....	387
11.4.9	系统联调 .....	388
11.5	某钢厂大电炉水处理自动化监控系统工程实例 .....	388
11.5.1	项目概况和要求 .....	388
11.5.2	系统总体设计 .....	389
11.5.3	PLC 模块及其他设备的选型 .....	390
11.5.4	控制原理图及设备接线图的设计 .....	391
11.5.5	设备组柜与接线工作 .....	392
11.5.6	PLC 硬件组态 .....	394
11.5.7	软件编程设计与调试 .....	395
11.5.8	上位机软件设计 .....	398
11.5.9	系统联调 .....	398
<b>参考文献</b> .....		<b>402</b>

# 第 1 章 PLC 基础

## 1.1 概述

### 1.1.1 PLC 的发展史

在 20 世纪 60 年代，汽车生产流水线的自动控制系统基本上都是由继电器控制装置构成的。当时汽车的每一次改型都直接导致继电器控制装置的重新设计和安装。随着生产的发展，汽车型号更新的周期愈来愈短，这样，继电器控制装置就需要经常地重新设计和安装，十分费时、费工和费料，甚至阻碍了更新周期的缩短。为了改变这一现状，美国通用汽车公司在 1969 年公开招标，要求用新的控制装置取代继电器控制装置，并提出了十项招标指标，要求编程方便、现场可修改程序、维修方便、采用模块化结构等。1969 年，美国数字设备公司（DEC）研制出第一台 PLC，在美国通用汽车自动装配线上试用，获得了成功。

可编程序控制器（Programmable Controller）是计算机家族中的一员，是为工业控制应用而设计制造的。早期的可编程序控制器称为可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller），简称 PLC，它主要用来代替继电器实现逻辑控制。随着技术的发展，这种装置的功能已经大大超过了逻辑控制的范围。为了控制机器和生产过程又增加了功能，比如顺序、时间、计数和算术等，目前 PLC 已经广泛应用在复杂的自动化生产和控制行业中。

这种新型的工业控制装置以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长等一系列优点，很快在美国其他工业领域推广应用，不久便成功地应用于食品、饮料、冶金、造纸等工业。这一新型工业控制装置的出现，也受到了世界其他国家的高度重视。1971 年，日本从美国引进了这项新技术，很快研制出了日本第一台 PLC。1973 年，西欧国家也研制出他们的第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制，于 1977 年开始进入工业应用。

进入 20 世纪 80 年代以来，随着大规模和超大规模集成电路等微电子技术的迅猛发展，以 16 位和少数 32 位微处理器构成的微机化 PLC 得到了惊人的发展，使得 PLC 在设计、性能价格比以及应用方面都有了新的突破，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，而且远程 I/O 和通信网络、数据处理以及图像显示的发展，还包括方便的调试和测试工具、仿真工具等，已经使 PLC 普遍用于控制复杂的连续生产过程。目前，可编程序控制器已成为工厂自动化的三大支柱之一。

1987 年 2 月，国际电工委员会（IEC）对可编程序控制器作了如下的定义：可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下的应用而设计。它采用一类可编程序的存储器，用于其内部存储程序、执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作等面向用户的指令，并通过数字式或模拟式输入/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外围设备，都按易于与工业控制系统组成一个整体、易于扩充功能的原则设计。

### 1.1.2 PLC 的主要特点

PLC 之所以应用如此广泛，与它优越的性能是分不开的。下面是其主要特点：

#### 1. 可靠性高、抗干扰能力强

在传统的继电器控制系统中，使用了大量的中间继电器、时间继电器等。由于器件的老化、脱焊、触点的抖动、接触不良等现象，大大降低了系统的可靠性。而在 PLC 控制系统中，大量的开关动作是由无触点的半导体电路完成的，因触点接触不良等原因造成的故障大为减少。

另外，PLC 在硬件和软件方面还采取了以下强有力的措施，来提高其可靠性。

硬件方面，对所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离，使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间电气上隔离；各模块均采用屏蔽措施，以防止辐射干扰；采用性能优良的开关电源并对供电系统和各输入电路均采用多种形式的滤波，以消除或抑制高频干扰；对所选用的器件进行严格的筛选；多采用模块式结构，一旦某一模块有故障，可以迅速更换模块，从而尽可能缩短系统的故障停机时间。

软件方面，PLC 具有良好的自诊断功能，一旦电源或其他软、硬件发生异常情况，CPU 立即采取有效措施，以防止故障扩大；PLC 设置了监视定时器（Watching Dog），如果程序循环的执行时间超过了规定值，则表明程序已进入了死循环，可以立即报警。

对于大型 PLC 系统，还可以采用由双 CPU 构成冗余系统或由三 CPU 构成表决系统，使系统的可靠性更进一步提高。

#### 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、开关量或模拟量、电压或电流、脉冲或电位、强电或弱电等信号，都能选择到相应的 I/O 模块与之匹配。对于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、控制阀等设备都能选择到相应的 I/O 模块与之相连接。

另外为了提高 PLC 的操作性能，它还有多种人机对话的接口模块；为了组成工业控制网络，还配备了多种通信联网的接口模块等。

#### 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，系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。

#### 4. 编程简单易学，系统的设计、调试周期短

PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图形式，对使用者来说，不需要具备计算机的专门知识，因此很容易被一般工程技术人员所理解和掌握。另外，由于 PLC 是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，还可以在实验室方便地进行系统的模拟及运行调试，使现场的工作量大为减少。

#### 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。

PLC 的故障率很低，且具有完善的自诊断和显示功能。当 PLC 或外部的输入装置和执行机构发生故障时，可以根据 PLC 各模块上的运行和故障指示装置或编程软件提供的信息，方便地查出故障的原因。由于采用模块化结构，因此一旦某一模块发生故障，用户可以通过更换模块的方法，使系统迅速恢复运行。

总之，可编程序控制器是一台计算机，它是专为工业环境应用而设计制造的。它具有丰富的输入/输出接口，并且具有较强的驱动能力。但可编程序控制器产品并不针对某一具体工业应用，在实际应用时，其硬件需根据实际需要进行选用配置，其软件需根据控制要求进行设计编程。

### 1.1.3 PLC 的主要应用

PLC 的应用领域包括：专用机床、纺织机械、包装机械、通用机械工程应用、控制系统、机床、楼宇自动化、电器制造业及相关产业等。如图 1-1 所示是汽车车体生产线，图中的汽车生产线日产量为：1000 ~ 1400 辆汽车，其中有 200 条传输线，1000 台焊接机器人，所用西门子 PLC 则多达 1600 套。如图 1-2 所示为利用多台 PLC 控制的立体仓库。

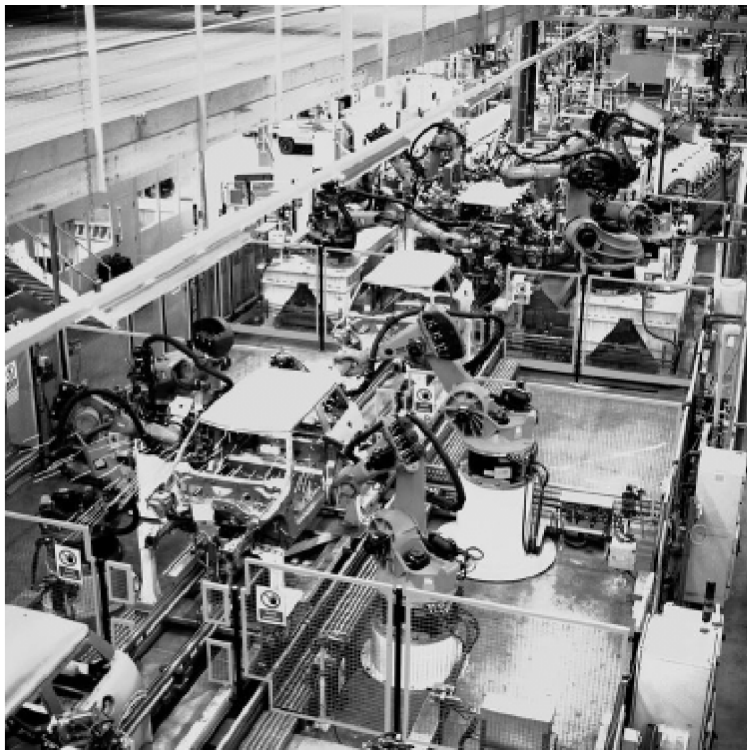


图 1-1 汽车车体生产线

总之，PLC 应用面广，功能强大，使用方便，已经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。



图 1-2 立体仓库

## 1.2 西门子 PLC 概述

### 1.2.1 西门子“全集成自动化”概念

“全集成自动化”（TIA）的概念最早源于欧洲，是在 1997 年德国法兰克福举办的 ACH-MA 展会上推出西门子过程控制系统 SIMATIC PCS 7 时首次提出的，TIA 的推出当时被称为是一场技术革命，在工业行业中得到了高度的评价。经过几年的发展，TIA 不断地发展壮大，现在已经可以广泛地应用于工业生产中。全集成自动化思想就是用一种系统或者一个自动化平台完成原来由多种系统搭配起来才能完成的所有功能。应用这种解决方案，可以大大简化系统的结构、减少大量接口部件，可以克服上位机和工业控制器之间、连续控制和逻辑控制之间、集中与分散之间的界限。全集成自动化解决方案还可以为所有的自动化应用提供统一的技术环境，这主要包括：统一的数据管理、统一的通信、统一的组态和编程环境。

基于这种环境，各种各样不同的技术可以在一个用户接口下，集成在一个有全局数据库的总体系统中。工程技术人员可以在一个平台下对所有应用进行组态和编程。由于应用一个组态平台，工程变得简单，培训费用也大大降低，从而实现终极目的——帮助客户在投资阶段和整个系统服务周期里最大限度地降低成本。

西门子将工业以太网技术引入 TIA，在产品上集成以太网接口，使以太网进入现场级，从而实现元件自动化。而工业以太网正是业界广泛接受的通信标准，所以西门子的 TIA 是开放式架构的 TIA，其结构如图 1-3 所示。