

TURING

图灵西门子自动化丛书

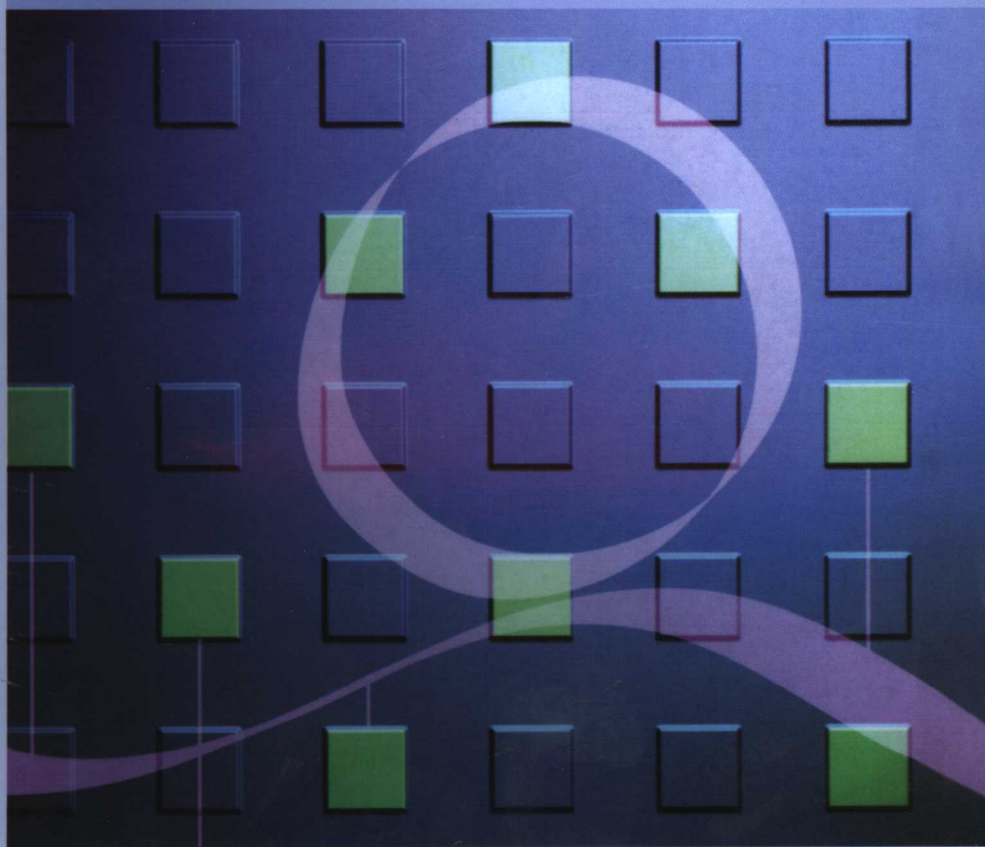
SIEMENS

西门子自动化系统入门

(第3版)

Automating with SIMATIC 3rd Edition

[德] 西门子公司 Hans Berger 著 闫志强 等译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵西门子自动化丛书

西门子自动化系统入门

(第3版)

Automating with SIMATIC 3rd Edition

[德] 西门子公司 Hans Berger 著 闫志强 等译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子自动化系统入门 (第3版) / (德) 伯杰 (Berger, H.) 著; 闫志强等译. —北京: 人民邮电出版社, 2007.7

(图灵西门子自动化丛书)

ISBN 978-7-115-16177-2

I. 西... II. ①伯... ②闫... III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2007) 第061929号

内 容 提 要

本书围绕SIMATIC自动化系统体系结构与操作方法进行了广泛全面的介绍, 内容全面、结构清晰、讲解深入浅出, 重点突出, 有助于读者从宏观角度理解SIMATIC自动化系统的结构与原理, 并对设备选型、系统构建、编程调试等内容建立清晰的概念。

本书主要面向SIMATIC自动化系统的初学人员, 可以为自动化系统设计人员、编程人员和安装调试人员提供参考, 同时也可以作为高等院校自动化等相关专业的参考书。

图灵西门子自动化丛书

西门子自动化系统入门 (第3版)

-
- ◆ 著 [德] 西门子公司 Hans Berger
 - 译 闫志强 等
 - 责任编辑 朱 巍
 - ◆ 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>
 - 北京铭成印刷有限公司印刷
 - 新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 700×1000 1/16
 - 印张: 14
 - 字数: 280千字 2007年7月第1版
 - 印数: 1—4 000册 2007年7月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2007-1473 号

ISBN 978-7-115-16177-2/TP

定价: 39.00元

读者服务热线: (010)88593802 印装质量热线: (010)67129223

版 权 声 明

Licensed edition of

Automating with SIMATIC

by Hans Berger

3rd revised edition, 2006

© 2006 by Publicis KommunikationsAgentur GmbH, GWA, Erlangen

with the permission of Publicis Corporate Publishing, Erlangen, Germany.

Chinese translation copyright © 2007 by Posts & Telecom Press.

本书中文版由Publicis Corporate Publishing授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有，侵权必究。

丛 书 序

亲爱的读者：

经济全球化的一个结果就是工业生产的国际化。在这里最重要的是速度和灵活性。基于因特网的全球网络使得接触新市场和新顾客更为方便，而且每周7天、每天24小时都可以进行交易。同一公司的生产设备、车间以及工厂在全球范围内接入到一个“虚拟”的生产网络中，这样就形成了一个超越公司界限的网络化区域。自动化正面临一些新的挑战，比如“按需生产”和“数字化工厂”。

未来，生产工序将在数字化工厂里进行规划。在实际生产之前，数字化工厂会用虚拟模式对工序进行完整描述和仿真。产品只有在成功通过了数字化工厂、而且它的设计和生进行了全面彻底的优化之后，才允许进行实际生产。开发工程师以及车间的设计者首先通过屏幕设计虚拟产品，车间概念的任何改动都是自动实现的。由于控制程序是自动生成的，于是产品的开发时间和车间的启动时间将只相当于目前耗时的一小部分。

未来，强大的微传感系统、一致的通信能力以及模块化的结构将使生产车间变得更加灵活。即接入即生产（plug-and-produce）技术将加速生产车间的投产和新产品的转化。维护和服务也会大大得益于技术的进步：前瞻性的以及面向状态的维护将成为一种规则并纳入车间建造和转化的虚拟规划中。分布于各处的中心站可以提供全天候的专门服务。

与以往不同，在产品的基础上会衍生通过网络虚拟互连的生产组织。由于使用了电子化的网络，相关供应商甚至分包商能够看到所有对产品的处理和修改，所以透明性对所有包含在供应链里的人以及顾客都很重要。网络会自动处理那些不需要生产的产品，也会在其他产品出现额外需求时尽早通知相关人员。当生产工序发生改动甚至出现故障时，准确而快速地交换这些信息就显得比较重要了。同样重要的是，必须准确而快速地交换相关的成本和其他结果方面的信息。仅仅保证生产的运行是不够的，还必须实时地对市场做出反应。只有这样，顾客不断增加的特殊性能需求才能很好地得到满足。

网络化生产的必备条件是强大而且稳健的自动化技术和通信网络，这样才能将必需的信息及时采集并发送到需要的地方。自动化技术促进了工业过程与时序控制领域的持续发展。这一发展进程中令人瞩目的重大突破自然就是西门子在近10年前所提出的全集成自动化（Totally Integrated Automation）概念，这是自动化

技术中一种全新而又独特的概念。西门子是第一个也是目前唯一一个能够提供具有三重统一性自动化解决方案的厂商,也即对于自动化结构中涉及的所有部件都可以提供在组态与编程方面、数据管理方面以及通信方面的统一性。利用驱动与自动化技术的集成可以实现分布式智能,同时也构建了新的、更加灵活的自动化结构。

基于共同的数据管理概念,西门子已经成功地为各类工程工具提供了统一的用户界面,从而能够满足用户对“易用”系统的需求。这不但使整个系统的组态变得更为简单,同时也变得相当快捷,从而更多地降低了成本。在自动化系统中,来自不同厂商的部件只要使用相同的标准(PROFIBUS、OPC或微软标准),就可以确保它们相互兼容而不发生问题。这也解释了SIMATIC自动化系统在世界范围内获得成功的原因。

同时,成功的商业运作所需的通信路径很快就会变得非常复杂。为了在所有的部分过程之间建立一个合适且节能的网络,必须精确分析各个过程。通信结构(也就是从自动化层的现场总线通信到以太网通信)也需要很好地设计和规划。通信网络的设计还必须满足未来的需求。由于通信网络把办公区和自动化区连到了一起,于是数据量出现了持续增长,通信网络也必须具备处理这种状况的能力。

IT革命已经对工业产生了巨大影响。信息技术正在改变工业环境。没有网络,就没有电子商务的基础。IT以强大的通信网络为基础,把电子商务和生产连接了起来。

自动化和工业通信是具有光明前景的领域。本套丛书是多年来西门子工程师和众多用户的经验积累,我希望您能喜欢。



Klaus Wucherer (吴贺乐) 博士
西门子公司全球执行副总裁
德国埃尔朗根, 2006年2月

前 言

在工业系统的自动化过程中，各类部件日益千差万别，结构更加复杂，数目也更为庞大。因此，今天新的挑战不再是高度专业化设备的深入发展，而是如何最优地实现这些设备的互连互通。

全集成自动化（TIA）的含义就是基于单一的系统与提供一致性操作员界面的工具来实现对所有自动化部件的统一处理。新的SIMATIC系列产品可以满足在组态、编程、数据管理与通信方面的统一处理要求。

对所有部件进行组态与编程的整个过程都可以在STEP 7标准工具中进行。即使用于功能扩展的选项包也可以无缝地应用于STEP 7中，也需要遵循相同的操作原理。SIMATIC Manager负责协调所有工具，并集中管理所有自动化数据。所有工具都可以访问中央数据管理，因此可以避免重复记录，甚至可以避免同步问题的发生。

所有自动化部件的统一通信是实现“分布式自动化”的前提条件。有时无需任何附加开销，利用相互同步的通信机制就可以实现控制、可视化系统与分布式I/O之间的协调与互动。因此，未来的“分布式智能”概念将逐步成为现实。SIMATIC通信不仅可以在内部达到统一，还向外部世界开放。SIMATIC广泛使用已建立的标准，例如适用于现场设备的PROFIBUS。工业以太网和TCP/IP协议可以实现与办公环境的最优连接，从而与管理层进行通信。

本书从总体上描述了包含最新控制器和HMI设备的现代自动化系统的设计方法与工作机理，说明基于PROFIBUS和PROFINET实现分布式具有很强的可行性。本书结合SIMATIC S7-300/400可编程控制器实例，深入介绍了控制器的硬件组态与软件组态，给出了各种编程语言的编程方法，讲解了如何使用网络连接进行数据交换，最后描述了监视与修改被控过程的不同方法。

Hans Berger

德国纽伦堡，2006年7月

译者序

西门子自动化与驱动集团是世界领先的自动化与驱动领域供应商之一，在国内制造自动化、工业过程自动化、机床控制与大型驱动市场占据领先地位。西门子的成功得益于它对自动化发展趋势的正确把握和适时提供的成熟解决方案。基于全集成自动化（TIA）的概念，西门子成功实现了整个自动化系统在生产过程的水平方向与垂直方向上的集成，从而确保各类不同设备之间的交互需求，减少工程成本并提高生产效率。

在全集成自动化系统方面，西门子提供了不同功能范围的设备和组件（如S7-200/300/400控制器），以适应不同应用领域的自动化任务。在自动化系统通信方面，面对现场级控制设备的数字化通信要求，西门子提出了开放的总线标准PROFIBUS¹。为实现基于工业以太网的集成、一致的自动化解决方案，PROFIBUS国际组织推出了基于工业以太网技术的自动化总线标准PROFINET，为自动化通信领域提供了完整的网络解决方案。目前，基于西门子SIMATIC自动化系统的研究与应用已经成为国内工业自动化领域的热门话题。对于想要了解自动化系统原理的初学人员和从事相关应用研究的工程技术人员而言，一本能够全面反映上述SIMATIC自动化技术内涵并融合最新发展成果的入门书籍就成为迫切的需要。

本书围绕SIMATIC自动化系统的结构与功能，广泛而全面地介绍了SIMATIC控制器、分布式I/O、组态与编程工具、编程语言、用户程序、通信接口、现场总线、HMI、诊断工具等，基本涵盖了完成一项自动化任务可能需要的所有背景知识。本书在章节安排上清晰明了，对设备或软件的操作原理与重要特点能够给出较为详细的描述和总结，有助于读者建立清晰的概念，并为进一步的学习奠定良好的基础。

本书译者在翻译过程中查阅了大量的相关资料，对某些术语现有的多种译法进行了认真的比较与确认，一般在专有术语首次出现时在括号内附注英文原词，以方便读者理解。

本书主要由闫志强翻译。此外，参与本书翻译工作的还有肖国尊、马蓉、焦贤龙、邝祝芳、杨明军、张杰良、肖枫涛、刘齐军。Be Flying工作室负责人肖国尊负责本书翻译质量和进度的控制与管理。敬请广大读者提供反馈意见，读者可以通过电子邮件将意见发送到be-flying@sohu.com，我们会仔细阅读读者发来的每一封邮件，以求进一步提高今后译著的质量。

1. 介绍PROFIBUS总线标准的《西门子PROFIBUS工业通信指南（第2版）》一书已由人民邮电出版社出版（ISBN 978-7-115-15830-7），介绍自动化总线标准PROFINET的《西门子PROFINET工业通信指南》一书也即将由人民邮电出版社推出，敬请关注。——编者注

目 录

第1章 绪论	1
1.1 SIMATIC自动化系统部件	1
1.2 从自动化任务到完成的程序	3
1.3 可编程控制器的工作原理	4
1.4 传感器上的二进制信号如何进入程序	6
1.5 SIMATIC项目结构	8
第2章 SIMATIC控制器——硬件平台	10
2.1 SIMATIC站点的部件	11
2.2 微型PLC SIMATIC S7-200	13
2.3 模块化小型控制器SIMATIC S7-300	14
2.4 适用于复杂控制任务的SIMATIC S7-400	14
2.5 SIMATIC的高可用性	16
2.6 SIMATIC S7的安全集成	18
2.7 SIMATIC C7完备系统	20
2.8 适用于苛刻条件下的SIPLUS extreme	21
2.9 与数字模块的过程连接	22
2.10 与模拟模块的过程连接	23
2.11 用于减轻CPU负荷的功能模块	24
2.12 用于连接通信网络的CP模块	25
2.13 SIMATIC S7智能: CPU模块	26
2.14 具有技术功能的CPU	29
2.15 SIMATIC基于PC的自动化	30
2.16 分布式过程连接	32
2.17 PROFIBUS DP中的分布式I/O	33

2.18 PROFINET IO中的分布式I/O	34
2.19 SIMATIC DP: 在机床附近实现过程连接	35
2.20 SIMATIC编程设备	38
第3章 SIMATIC标准工具STEP 7	39
3.1 SIMATIC可编程控制器中的数据管理	39
3.2 STEP 7	41
3.3 SIMATIC Manager	42
3.4 项目和库	46
3.5 编辑项目	48
3.6 组态SIMATIC站点	49
3.7 安排模块并分配参数	51
3.8 为模块编址	52
3.9 创建用户程序	53
3.10 符号编辑器	54
3.11 程序编辑器	55
3.12 增量式编程逻辑块	57
3.13 增量式编程数据块	61
3.14 面向源码的块编程	62
3.15 程序创建中的辅助功能	67
3.16 系统诊断	69
3.17 将用户程序下载至CPU	70
3.18 程序测试过程中的诊断	72
3.19 监视、修改和强制变量	74
3.20 程序状态	76
3.21 使用S7-PLCSIM离线测试用户程序	78
3.22 使用SIMATIC软件实现PID控制	80

3.23 使用DOCPRO以接线手册形式 保存文档	82	5.20 中断处理	134
3.24 使用TeleService在电话线上 实现网络连接	84	5.21 用户块 (概要)	135
第4章 编程语言	85	5.22 块的结构	136
4.1 基本编程语言LAD、FBD和 STL	85	5.23 块调用与块参数	138
4.2 二进制功能	87	5.24 临时局部数据	139
4.3 数字功能	89	5.25 静态局部数据	140
4.4 程序流程控制	90	5.26 多重背景与局部背景	141
4.5 梯形逻辑LAD	91	5.27 SIMATIC定时器	143
4.6 功能块图FBD	94	5.28 SIMATIC计数功能	145
4.7 语句表STL	98	5.29 全局地址区域	147
4.8 结构化控制语言SCL	100	5.30 全局数据地址	148
4.9 连续功能图CFC	102	5.31 绝对寻址与符号寻址	149
4.10 顺序控制S7-GRAPH	104	5.32 间接寻址	151
4.11 状态图控制S7-HiGraph	106	5.33 数据类型 (概要)	152
第5章 用户程序	109	5.34 基本数据类型	153
5.1 组织块和优先级	109	5.35 组合数据类型	155
5.2 用户程序处理的类型	111	5.36 参数类型	158
5.3 启动程序	112	5.37 用户自定义数据类型 (UDT)	159
5.4 存储器复位和维持性	114	第6章 通信	161
5.5 主程序	115	6.1 SIMATIC子网	162
5.6 启动信息	116	6.2 通信规程	164
5.7 CPU功能	117	6.3 组态网络	166
5.8 过程映像	118	6.4 组态连接	168
5.9 循环时间与反应时间	120	6.5 使用PROFIBUS DP组态 分布式I/O	170
5.10 运行中更改组态	122	6.6 DP主站系统中的地址	172
5.11 中断处理 (概要)	123	6.7 特殊的DP功能	173
5.12 延时中断	125	6.8 使用PROFINET IO组态 分布式I/O	175
5.13 日期时间中断	126	6.9 PROFINET IO系统中的地址	176
5.14 循环中断	127	6.10 全局数据通信	177
5.15 硬件中断	128	6.11 S7基本通信	179
5.16 DPV1中断	129	6.12 S7通信	181
5.17 多处理器中断	130	6.13 S7-300C上的PP通信	183
5.18 同步中断	131	第7章 操作员控制与过程监视	185
5.19 错误处理	132	7.1 按钮面板PP7和PP17	186

7.2 文本显示器TD17	186	7.12 使用SIMATIC ProTool组态 HMI设备	198
7.3 基于文本的操作员面板OP3、 OP7和OP17	187	7.13 使用SIMATIC WinCC进行 可视化显示与操作	200
7.4 SIMATIC面板70系列	188	7.14 使用S7-PDIAG在用户程序中 实现过程诊断	202
7.5 移动式面板Mobile Panel 177	189	7.15 使用SIMATIC ProAgent进行 过程诊断	204
7.6 SIMATIC面板170系列	190	缩略词	205
7.7 SIMATIC面板270和370系列	192	索引	207
7.8 SIMATIC面板型PC	194		
7.9 与SIMATIC S7站点的连接	195		
7.10 组态SIMATIC HMI设备	196		
7.11 创新的工程软件WinCC flexible	197		

第 1 章 绪 论

1.1 SIMATIC自动化系统部件

SIMATIC自动化系统由一系列部件相互配合构成，它们具有统一的组态、数据管理与数据传输方法。

作为可编程控制器（PLC），SIMATIC S7控制器是自动化系统的基本要素。SIMATIC S7-200是一种适用于低端性能要求的小型系统，可以作为独立解决方案，也可连入线形总线网络中。SIMATIC S7-300具有紧凑型CPU和经过改良的标准CPU，是一种制造工业的系统解决方案。SIMATIC S7-400是SIMATIC控制器中最高等级的设备，具有最优良的性能，可以为制造工业和过程工业提供系统解决方案。

SIMATIC C7控制器是用于机床控制的控制系统，它在尽可能小的空间内提供了包括可视化在内的PLC性能。人机界面功能是通过使用面向命令行或基于图形的操作员面板来实现的，其中集成的控制器基于SIMATIC S7-300提供了PLC性能。

SIMATIC基于PC的自动化（PC-based Automation）是一种基于PC的控制器，是SIMATIC控制器的补充。SIMATIC WinAC是可以实现控制、数据处理、通信、可视化以及技术功能的集成式平台。基于PC的控制（PC-based Control）可以通过纯软件的解决方案（软件PLC）或插卡方式（插槽PLC）加以实现。嵌入式控制（Embedded Control）可以通过运行于Windows CE下的软件PLC来实现，它是SIMATIC产品系列的补充，提供了一种新的设备类型，可用于机床级控制与可视化。

SIMATIC DP分布式I/O系统用于将PLC上连接的I/O模块安装在远离PLC的机床上或机床附近的设备系统内。通过PROFIBUS和PROFINET IO总线系统，分布式I/O可以以最小布线与中央控制器相连接。

SIMATIC HMI（Human-Machine Interface）即人机界面。从简单的文字显示器到图形化的操作员站点，这类设备可以实现操作监控机床或设备系统所需的全部功能。强大的软件可以通过事件信息和故障信息指示设备系统状态，并对配方和测量值归档进行管理，此外还可为故障排除、维修和保养提供支持。

SIMATIC NET将所有SIMATIC站点连接在一起，可以确保站点之间的无故障通信。只需一根电缆，就可以将所有的SIMATIC站点通过各自的MPI接口进行组

网。通过网络可以实现站点间的数据交换,也可以通过中央编程设备与所有站点进行通信。具有不同性能规范的各类总线系统允许将非SIMATIC设备也包含在网络中,实现从车间现场设备到设备管理级计算机的控制与通信。

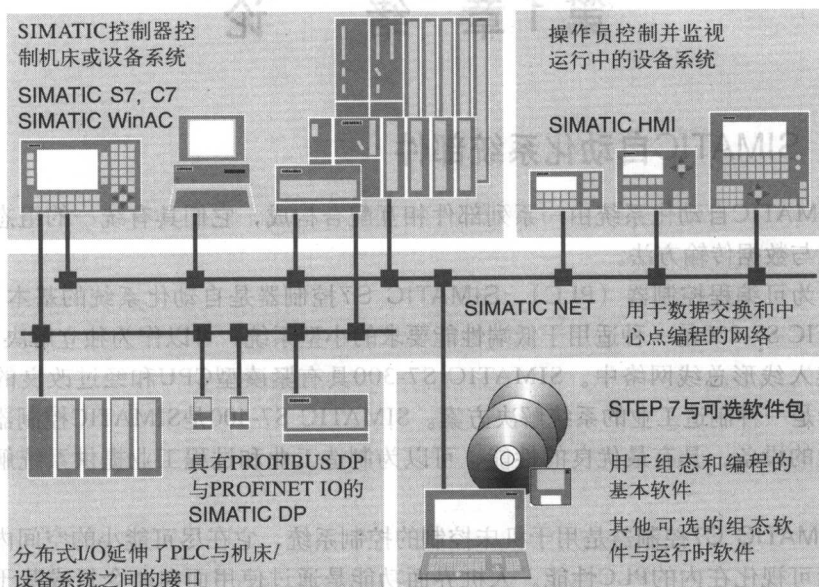


图1-1 SIMATIC自动化系统部件

STEP 7标准工具(Standard Tool)是全集成自动化(Totally Integrated Automation)的基石。它具有统一的组态和编程方式,以及统一的数据管理和数据通信方式。使用STEP 7可以对SIMATIC部件进行组态、参数分配和编程。STEP 7 Basic中的SIMATIC Manager是管理自动化数据和一些必要软件工具的主要工具。它以层次化的结构将一个自动化项目所需的所有数据都保存在一个项目文件夹中,并将标准软件和可重复使用的用户软件保存在库中。

使用STEP 7可以实现以下功能:

- 组态硬件,即在机架中放置模块、为模块分配地址以及设置模块特性;
- 组态通信连接,即定义通信伙伴和连接特性;
- 使用梯形逻辑(Ladder Logic, LAD)、功能块图(Function Block Diagram, FBD)或语句表(Statement List, STL)等编程语言为PLC编写用户程序,并在线调试控制器上的程序。

大量的可选软件包可以对STEP 7标准工具的功能加以扩展。例如,工程工具(Engineering Tools)可以提供其他类型的编程语言和编程方法,一些专门的组态软件可用于人机界面和通信处理器,此外运行时(Runtime)软件可以实现用户程

序中的闭环控制功能。

13

1.2 从自动化任务到完成的程序

在解决一个自动化问题时，必须要了解将要使用哪个类型的PLC。如果要控制的机床是小型的，那么就要考虑S7-200是否已足够大，是否有必要使用S7-300。或者，是使用S7-400来控制设备系统，还是使用一对S7-300会更好？是选择控制柜中的紧凑型集中式I/O还是使用设备系统中的分布式I/O？

下面大致列出了从自动化任务到完成程序所需执行的一些步骤。对于包含具体需求的各种情况，则需在此基础上添加或删除一些步骤。

选择硬件

在选择控制器类型时需要遵循很多准则。对于“小型的”控制应用而言，主要的准则就是输入输出的点数以及用户程序的大小。而对于较大的系统，则需要确认响应时间是否足够短，以及用户存储空间对于将要管理的数据量（配方、存档）是否足够大。如果仅根据需求来估计所需的资源，则需要以往自动化解决方案的大量经验，尚没有固定的经验法则。

一个生产机床也许是由单个PLC来控制的。在这种情况下，可以根据输入/输出的点数、用户存储器大小以及速度特性（响应时间）在S7-200、S7-300和S7-400之间进行取舍。此外还需了解机床是如何操作的（这将决定是应当从SIMATIC HMI系列中选择单独的操作员控制和监视设备，还是使用SIMATIC C7完整系统）。

对于分散在多个地点的设备系统而言，使用分布式I/O通常比集中式I/O更为划算。很多情况下，这不仅意味着布线开销的削减。将控制任务下放至它们的实际位置还可以缩短响应时间、减少工程代价。（SIMATIC DP分布式I/O的使用可以降低决策难度，也许还可以使用那些自身具有预处理信号功能用户程序的“智能”DP从站。）

分布式自动化解决方案具有很多优点：系统中不同部分的用户程序将变得更短，并具有更快的响应时间，同时它们通常可以独立于系统的其他部分而启动。使用SIMATIC NET和相应的通信功能，可以极为方便地完成SIMATIC系统中模块与中央控制器之间的必要数据交换。

选择编程语言

编程语言的选择取决于具体任务。如果任务内容主要是二进制信号的处理，那么图形化的编程语言LAD和FBD是理想选择。对于更为困难的任务（需要复杂的变量处理和间接寻址），可以使用STL（语句表）编程语言，它具有汇编语言的格式。对于那些熟悉高级编程语言并且想要通过编程来处理大批量数据的人员而言，SCL（Structured Control Language，结构化控制语言）则是最好的选择。

14

使用下面的编程方法可以更加方便地编写程序：S7-GRAPH可用于顺序控制，

S7-HiGraph用于状态图编程, S7-CFC (Continuous Function Chart, 连续功能图) 可以将已有的功能连接在一起。一些已经写好的块可以为用户程序的编写提供帮助。例如, 这些块可以在编程控制循环或组态信息时使用。

创建项目

一项自动化解方案中的所有数据都被收集在一个“项目”中。可以使用STEP 7基本软件来创建项目。项目就是一个以层次结构存储所有数据的(软件)文件夹。“项目”下面的一级就是“站点”, 包含一个或多个具有用户程序的CPU。所有这些对象都以文件夹的形式显示在屏幕上, 它们还可以包含代表自动化数据的其他文件夹或对象。可以使用菜单命令插入新的对象或打开这些对象, 对这些对象进行操作时所需的必要工具将自动开启。

例如: 某个站点包含一个对象Hardware。双击此对象将打开Hardware Configuration工具, 使用此对象可以对站点硬件进行组态(即在机架中放置模块、为模块分配地址和参数)。这些操作都可以在SIMATIC中以软件方式来实现: 即在对话框中定义模块特性, 并获得在线帮助的支持。

编写、调试并保存用户程序

用户程序包含了用户编写的所有指令和系统结构, 用于处理信号以控制机床或设备系统, 从而实现规定的任务。大型复杂任务可以分解为小型的可管理单元来简单地加以解决, 这些小型单元可以在“块”(子程序)中进行编程。块的划分可以面向过程或面向功能。在第一种情况中, 每个程序单元对应机床或设备系统的一部分(搅拌器、传送带、钻具组合)。在第二种情况中, 可以根据控制功能进行划分, 例如信号发送、通信、运行模式等。实际情况通常混合使用这两种结构类型。

创建程序时使用的对象包括符号表和已编译的块, 以及程序源文件(取决于编程语言)。双击程序源文件或块对象将开启程序编辑器, 之后就可以输入该块的程序或对其进行修改。可以“离线”编写用户程序并将其保存在编程设备的硬盘中。

要启动系统, 应将编程设备与CPU相连, 将程序下载至CPU的用户存储器并进行测试。可以对变量值进行监视和修改, 并观察程序流。扩展的诊断功能可以非常迅速地找到出错位置并查明错误原因。使用可选的PLCSIM软件, 可以提前以离线方式对程序的各个部分进行测试。成功启动系统之后, 可以将用户程序复制到非易失性闪速EPROM存储卡中, 并可生成项目文档, 例如可以使用DOCPRO生成接线手册形式的文档。使用STEP 7可以将整个项目保存为一个压缩文件。

15

1.3 可编程控制器的工作原理

在传统控制工程中, 通过分别布线接触器和继电器来解决控制问题, 从而实

现所需的任务。接触器和继电器的控制器以及由分离部件组合而成的电子控制器通常称为硬线编程 (hard-wired programmed) 控制器。“程序”是包含在线路布局中的。可编程控制器则与此不同,它由标准部件构成,所需的控制功能是通过CPU中的用户程序来实现的。

SIMATIC S7自动化系统的基础是一个中央可编程控制器。自动化任务的解决方案以程序指令方式存储在CPU的用户存储器中。CPU将逐一读取这些指令,并对其内容进行解释,确保它们被执行。

CPU以MC7机器码来执行指令(直接执行或以解释方式执行)。无论用户程序是以哪种编程语言编写的,都将转换为MC7指令。STL(语句表)是与MC7机器码最为相似的编程语言。

使用二进制信号的逻辑操作

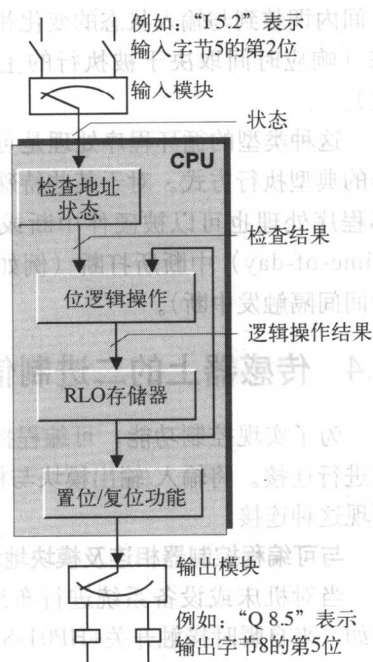
下面是一个例子:当两个输入I 5.2和I 4.7都具有信号状态“1”时,输出Q 8.5也被设置为信号状态“1”,否则设为“0”。下面是以MC7和STL编写的程序:

```

...
= Q 8.4    上一个逻辑操作
A I 5.2    检查输入I 5.2 (“首次检查”),此信号状态即为逻辑操作结果 (RLO)
A I 4.7    检查输入I 4.7,与已存储的RLO执行“与”操作,并将结果存储在新的RLO中
= Q 8.5    将存储的RLO赋值给Q 8.5
A I 5.3    下一个逻辑操作
...

```

此时,CPU一次仅处理此程序中的一条指令。在处理指令A I 5.2时,相关输入模块将选择指定地址的传感器(即输入I 5.2)。之后CPU将检查(check)被选传感器的信号状态。如果这是控制指令之后的首次检查指令,CPU将立即将被检查地址的状态存储在RLO(Result of Logic Operation,逻辑操作结果)存储器中,对其不执行任何逻辑操作。在处理下一条检查指令时,CPU将对检查结果和RLO存储器中存储的上一次逻辑操作结果执行所需的逻辑操作。此次逻辑操作的结果将存储为新的逻辑操作结果。之后,CPU将执行程序中的下一条指令。在上述例子中,CPU将执行一条输出指令,将逻辑操作结果保存在指定地址中。



当“旧的”逻辑操作地址已经保存之后,图1-2 可编程控制器如何处理位逻辑指令

下一条检查指令将启动一个新的逻辑操作，其中的首次检查结果即成为新的逻辑操作结果。

循环程序处理

可编程控制器的CPU是连续地处理用户程序的。即便外部并不需要任何动作（例如机床停止时），程序依然继续执行。这使编程变得更为容易。例如，编写梯形逻辑（LAD）语言就和过去画梯形逻辑图一样，也可以像以往连接电子部件一样编写功能块图（FBD）程序。一般而言，PLC就像一个接触器或继电器的控制器：程序中的众多逻辑操作都会在同一时间“并行”执行。

顺序执行的控制器如何做到这一点呢？

电源开启时，CPU将执行操作系统和启动程序（如果存在启动程序的话）。然后，CPU将转到主程序。它将执行首次逻辑操作。CPU检查输入信号，对其执行逻辑操作，然后对输出进行置位或复位。

当CPU正常执行主程序直至结束时，它将转到开始的位置进行下一次执行。它将再次检查输入，对其执行逻辑操作，然后再次置位或复位输出。这样，输出就可以在极短时间内调整到与输入状态的变化相适应的状态（响应时间取决于被执行的主程序的长度）。

这种类型的循环程序处理是可编程控制器的典型执行方式。对于某些特殊应用，循环程序处理也可以被硬件中断或日期时间（time-of-day）中断所打断（例如，以固定时间间隔触发中断）。

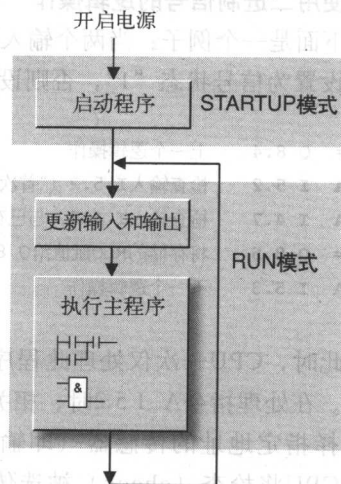


图1-3 可编程控制器中的循环程序处理

1.4 传感器上的二进制信号如何进入程序

为了实现控制功能，可编程控制器中的CPU需要与它所控制的机床或设备系统进行连接。将输入/输出模块与机床或设备系统上的传感器和执行器相连，可以实现这种连接。

与可编程控制器相连及模块地址

当对机床或设备系统进行布线时，需要确定每个信号应该如何与PLC连接。例如，来自瞬时接触开关+HP01-S10的信号（即Switch on motor）可以作为输入信号连接在输入模块的一个特定接线端上。

这个接线端具有一个“地址”（例如，字节5的第2位）。模块地址可以由模块