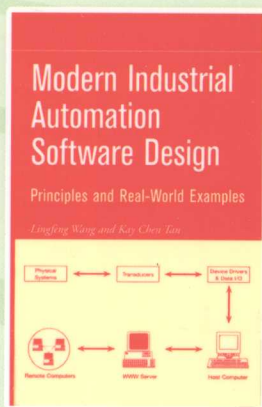


现代工业自动化 软件设计

——原理与应用实例

Modern Industrial Automation Software Design
Principles and Real-World Examples



Lingfeng Wang 著
Kay Chen Tan

张聚 蒋一波 等译



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

现代工业自动化软件设计

——原理与应用实例

Modern Industrial Automation Software Design
Principles and Real-World Examples

Lingfeng Wang 著
Kay Chen Tan

张 聚 等译
蒋一波

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书反映了当前工业自动化软件方面的新技术、最近进展和研究成果,内容新颖、全面、具体。全书内容分为两部分:第一部分提供给读者关于该领域的一个概括性的介绍,以及一系列基本的设计原理和方法;第二部分对于工程实际中5个典型的工业自动化软件设计的应用实例做了系统详细的介绍,这些实例都具有很强的代表性,并具有重要的参考价值。书中还介绍了一些有望用于开发更为强大的工业自动化软件的新兴技术,如中间件技术、基于 Agent 的软件开发以及敏捷方法等。

本书将为工业自动化领域特别是自动化软件方面的教学、科研和工程实践提供帮助,并成为相关专业的高校教师,在校大学生、研究生,工程系统开发人员和技术人员提供一本很好的参考书。

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。

Modern Industrial Automation Software Design Principles and Real-World Applications

Lingfeng Wang, Kay Chen Tan

ISBN10: 0-471-68373-6 ISBN13: 978-0-471-68373-5

Copyright ©2006 by The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. All rights reserved.

All rights reserved. This translation published under license.

AUTHORIZED TRANSLATION OF THE EDITION PUBLISHED BY JOHN WILEY & SONS, Inc., NEW YORK, CHICHESTER, BRISBANE, SINGAPORE AND TORONTO.

No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of John Wiley & Sons, Inc.

本书中文简体中文字版专有翻译出版权由美国John Wiley & Sons, Inc.公司授予电子工业出版社。未经许可,不得以任何手段和形式复制或抄袭本书内容。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2007-2579

图书在版编目(CIP)数据

现代工业自动化软件设计:原理与应用实例/王凌峰,(新加坡)陈家进著;张聚等译. —北京:电子工业出版社,2008.1
ISBN 978-7-121-05469-3

I. 现… II. ①王…②陈…③张… III. 工业生产—自动控制—软件设计 IV. TP273 TP278

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 184475 号

责任编辑:朱清江

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

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:787×980 1/16 印张:15.5 字数:320 千字

印 次:2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:38.00 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

本书包含我们过去几年中,在工业自动化软件领域科研工作的一些有意义的研究成果。工业自动化软件广泛地应用于一系列不同的工业领域,例如旋转机械的状态监视和故障诊断,公用设施的监视,工厂运行过程的指导和监视,智能建筑的管理,以及其他的应用领域。随着最近几年计算机技术的快速发展,一系列新兴的软件技术被采用,以建立更为高效的工业自动化软件。这些新颖的技术包括现代软件工程,面向对象的方法,可视化/图形化的编程平台,图形用户接口,虚拟仪器,基于组件的系统,数据库管理技术,动态数据交换等。这些技术为建立比以前功能更为全面和更为可靠的工业自动化软件提供了新的机会。因此,随着工业自动化软件领域的持续发展,人们对于反映该领域新进展的相关书籍的需求也在不断地增加。并且无论是对于工程技术人员还是对于从事学术研究的人们来说,如何以一种更为有效和更高效的方式来开发工业自动化软件都是一种挑战。

本书以一种针对性和学术性的方式,专门来讨论如何开发工业自动化软件。总的来说,整本书可以分为两部分。本书的第一部分提供给读者对于该领域的一个概括性的描述,以及一系列基本的设计原理。第1章对于现代工业自动化系统做了简单的介绍。第2章和第3章分别讨论虚拟仪器技术和面向组件的测量系统的开发。第4章介绍面向对象的软件工程。第5章讨论图形化用户界面设计。数据库管理技术和软件的测试分别在第6章和第7章中阐述。在本书的第二部分,讨论工程实际应用实例。首先,在第8章中,对于工程实际中的5个典型的工业自动化软件设计的应用实例做了概括性的介绍。所有的这些应用实例都非常具有代表性,因此,当读者需要建立自己的软件系统时,这些实例都可以作为非常有用的参考。第9章给出了用于工业测试和控制的一个面向对象的可配置软件系统的设计实例。因为在整个软件系统的开发过程中使用了配置的概念,因而设计得到的软件系统具有很高的柔性,能够适应于不同的工业应用的需求。第10章专门讨论在工业测量和控制系统中的柔性测量点管理。它为建立具备很高配置能力的工业自动化系统提供了基础。第11章讨论一个基于 VxD 的自动配料系统。为了满足在大量数据情况下通信的速度问题,采用多线程编程技术来避免数据传输的瓶颈问题。旋转机械在工业中具有广泛的应用,它们的设计质量具有特别重要的意义。因此,在第12章中讨论一个旋转机械的自动测试系统。网络化的工业系统是各种工业应用的发展趋势。在第13章中讨论了一个基于 Internet 的在线实时状态监视系统。它是基于模块设计和功能分解的概念而开发的。在本书的最后一章中,介绍了一些有望用于开发更为强大的工业自动化软件的一些新兴技术,主要包括中间件技术,统一建模语言(UML)、基于 Agent 的软件开发以及敏捷方法。

作者非常欢迎广大读者提出关于本书的一些建议和意见，并可以与本书的第一作者联系 (l.f.wang@ieee.org)。感谢您阅读本书，并期待着您的来信。

L.F.WANG 得克萨斯大学，美国
K.C.TAN 新加坡国立大学，新加坡

致 谢

向帮助我们开展研究工作和完成本书的许多同事和朋友，表达我们的谢意。首先，我们衷心地感谢 Wiley-IEEE 出版社的所有朋友，感谢他们付出了大量的时间和努力。我们特别感谢 Anthony VenGratis (项目编辑)、Lisa Van Horn (管理编辑) 和 Bob Golden (文字编辑) 在完善和润色书稿方面给予的帮助。因为他们的努力和耐心，使得经历本书出版过程的各个环节，成为一个令人愉快的旅程。感谢本书的匿名评阅者，他们的建设性和有价值的意见，帮助我们极大地改进了本书的质量。

感谢 L.Y.Wang 博士，X.X.Chen 博士，H.Zhou 博士，C.G.Geng 博士，Y.Z.Wang 博士，L.Liu 博士，X.L.Chen 博士，Y.C.Ma 博士，X.D.Jiang，Y.B.Chen，S.L.Liao，P.F.Yu，J.T.Huang，H.Chen，J.H.Chen，H.X.Wu 和 Amy Ton，他们在整个过程给予了帮助和讨论。本书中的有关章节的内容是与许多优秀的研究人员合作的研究成果：第 3 章 (H.Chen)，第 4 章 (J.T.Huang)，第 11 章 (Y.B.Chen)，第 12 章 (Y.B.Chen，X.D.Jiang)，第 13 章 (X.D.Jiang) 以及第 14 章 (S.L.Liao)。没有他们的帮助，这些研究工作是可能完成的，再次对他们表示感谢。

非常感谢我们的家人，感谢他们给予我们无穷的精神支持。

L.F.W., K.C.T.

译者序

工业自动化技术与现代软件技术的紧密结合是当前先进工业自动化系统的一大特点,也是未来一段时间工业自动化系统的发展趋势。自动化系统中采用现代软件技术,一方面能够丰富、拓展自动化系统新的功能,提高自动化系统的性能,降低自动化系统的投资,为自动化系统中一些热点、难点问题的解决提供了一种新的途径;另一方面,工业自动化领域也为现代软件技术提供了一个新的广阔的应用舞台。随着信息技术的飞速发展,工业自动化软件也得到了持续快速的发展。对于工业自动化领域的工程技术人员和从事学术研究的人们来说,系统地了解现代工业自动化软件所涉及的主要内容、方法和发展现状,是一个迫切的需求;同时研究如何以系统、高效的方式来开发现代工业自动化软件也是面临的一个新的课题。

本书及时反映了当前工业自动化软件方面的新技术、最近进展和研究成果,内容新颖、全面、具体。该书的内容体系分为两大部分:现代工业自动化软件的设计原理和方法,以及典型的工程实例分析与设计。本书的第一部分提供给读者关于该领域的一个概括性的介绍,以及一系列基本的设计原理和方法。在本书的第二部分,对于工程实际中的5个典型的工业自动化软件设计的应用实例做了系统详细的介绍。所有的这些应用实例都很具有代表性,并具有重要的参考价值。本书中还介绍了一些有望用于开发更为强大的工业自动化软件的新兴技术,如中间件技术、基于Agent的软件开发以及敏捷方法等。

该书有望对工业自动化领域,特别是自动化软件方面的教学、科研和工程实践提供帮助,并为相关专业的高校教师、学生,工程系统开发人员和技术人员提供一本很好的参考书。

参与本书翻译工作的有张聚博士、蒋一波、王槲华、杨光利等。全书翻译工作由张聚组织,并完成统稿工作。在翻译过程中,译者虽然力求准确和风格一致,但学识水平和精力有限,译文中难免有谬误之处,欢迎广大读者和专家批评指正。

张聚 (zjk@zjut.edu.cn)

2007年8月于杭州浙江工业大学

目 录

第一部分 现代工业自动化系统设计理论

第 1 章 概述	(3)
1.1 发展趋势	(4)
1.2 分类和现有产品	(4)
1.3 工业自动化系统的功能	(6)
1.4 关于本书	(7)
第 2 章 虚拟仪器	(9)
2.1 概述	(9)
2.2 VXI 仪器的特点	(12)
2.3 VXI 即插即用 (VPP) 规范	(12)
2.4 虚拟仪器软件构架 (VISA)	(13)
2.4.1 VISA 模型结构	(14)
2.4.2 VISA 的特点	(14)
2.5 编程平台	(15)
2.5.1 文本编程	(16)
2.5.2 可视化编程	(16)
2.5.3 图形化编程	(16)
2.6 液化石油气网 (PLPGN) 监测	(18)
整体结构设计	(18)
2.7 硬件和软件设计	(20)
2.7.1 开发需求	(20)
2.7.2 开发环境	(21)
2.7.3 系统硬件和软件配置	(21)
2.8 小结	(23)

参考文献	(23)
第3章 基于组件的测量系统	(24)
3.1 引言	(24)
3.2 组件技术	(25)
3.3 基于组件的工业自动化软件	(26)
3.4 编写组件	(27)
3.5 案例分析 1	(28)
3.6 案例分析 2	(30)
3.6.1 仪器基类的定义	(30)
3.6.2 VI 的 UI 基类	(32)
3.7 小结	(33)
参考文献	(33)
第4章 面向对象软件工程	(35)
4.1 软件开发过程模型	(35)
4.2 面向对象技术	(38)
4.2.1 OOA/OOD	(38)
4.2.2 优势	(40)
第5章 图形化用户界面设计	(42)
参考文献	(45)
第6章 数据库管理	(46)
6.1 数据库系统	(46)
6.2 关系数据库	(47)
6.3 结构化查询语言 (SQL)	(49)
6.4 开放数据库互连 (ODBC)	(51)
参考文献	(52)
第7章 软件测试	(53)
7.1 软件和工业自动化	(53)
7.2 软件测试策略	(54)
7.2.1 黑箱测试	(55)
7.2.2 白箱测试	(55)
7.3 软件测试过程和步骤	(56)
7.3.1 单元测试	(57)
7.3.2 集成测试	(58)
7.3.3 验证测试	(59)
7.3.4 系统测试	(60)

7.3.5 用户确认	(60)
7.4 软件性能测试	(60)
7.4.1 实时性测试	(61)
7.4.2 可靠性测试	(62)
7.4.3 抗干扰性	(62)
7.4.4 灵活性测试	(62)
7.4.5 压力测试	(62)
7.4.6 安全测试	(62)
7.4.7 可用性测试	(63)
7.4.8 可维护性测试	(63)
7.5 软件维护	(64)
7.6 小结	(65)
参考文献	(65)

第二部分 工程实际应用实例

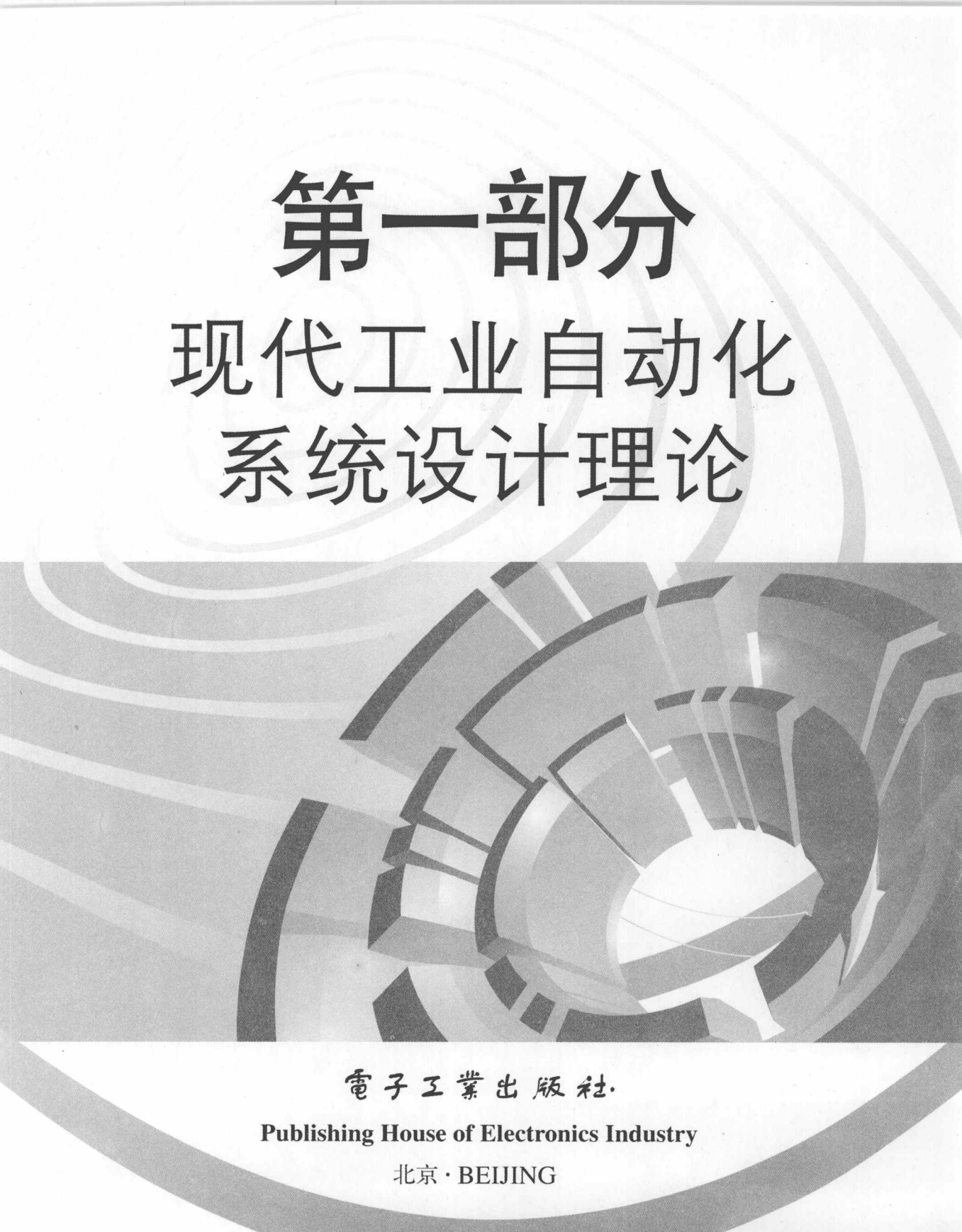
第8章 应用实例综述	(69)
第9章 面向对象的可重构软件系统	(70)
9.1 引言	(70)
可重构软件系统的演变过程	(71)
9.2 设计需求、开发环境和方法论	(78)
9.2.1 设计需求	(78)
9.2.2 开发环境	(79)
9.2.3 开发方法论	(79)
9.3 IMC 系统结构和软件设计	(80)
9.3.1 IMC 系统整体结构	(80)
9.3.2 基于配置的 IMC 软件	(82)
9.3.3 可重构 IMC 软件设计	(82)
9.3.4 开发工具选择	(83)
9.3.5 面向对象方法论	(84)
9.3.6 Windows 程序设计	(86)
9.3.7 数据库技术	(86)
9.3.8 关系型数据库模型	(87)
9.3.9 数据库管理系统 (DBMS)	(87)
9.3.10 数据库应用程序	(88)
9.3.11 Delphi 的数据库功能	(89)

9.4	RSFIMC 体系结构	(90)
9.4.1	数据采集模块	(91)
9.4.2	数据处理模块	(91)
9.4.3	数据浏览模块	(92)
9.5	RSFIMC 功能	(92)
9.5.1	用户配置	(92)
9.5.2	运行状态指示	(98)
9.5.3	报警管理	(99)
9.5.4	数据交换	(101)
9.5.5	可视化数据库查询	(106)
9.5.6	远程通信	(107)
9.6	小结	(108)
	参考文献	(109)
第 10 章	监控系统中的柔性测量点管理	(113)
10.1	概述	(113)
10.2	系统构架	(114)
10.2.1	整体构架	(115)
10.2.2	与其他模块的接口	(117)
10.3	开发平台和环境	(118)
10.4	测量点管理	(118)
10.4.1	测量点配置	(118)
10.4.2	任务配置	(119)
10.4.3	测量点和任务的动态配置	(120)
10.4.4	系统运行	(120)
10.5	串口驱动程序的例子	(128)
10.5.1	串口硬件驱动程序	(128)
10.5.2	串口系统驱动程序	(129)
10.5.3	为串口系统驱动程序维护驱动映射表	(132)
10.5.4	硬件虚拟终端	(132)
10.6	小结	(133)
	参考文献	(134)
第 11 章	多线程编程在自动配料系统中的应用	(137)
11.1	引言	(137)
11.2	整体配料系统的结构介绍	(138)
11.2.1	硬件结构	(138)

11.2.2	软件结构	(140)
11.2.3	基于多线程的通信	(140)
11.3	整体软件设计	(142)
11.3.1	设计要求	(143)
11.3.2	软件系统结构	(144)
11.3.3	VxD	(145)
11.3.4	前端软件	(146)
11.3.5	设备管理模块	(146)
11.3.6	用户管理	(146)
11.3.7	数据库管理	(147)
11.4	现场试验和总结	(147)
	现场经验	(148)
11.5	小结	(148)
	参考文献	(148)
第 12 章	旋转机械的柔性自动测试系统	(150)
12.1	引言	(150)
12.2	FATSFTM 的设计目标	(151)
12.3	FATSFTM 的设计方案	(152)
12.3.1	硬件设计方案	(152)
12.3.2	软件设计方案	(153)
12.4	测试软件开发过程	(157)
12.4.1	需求获取	(157)
12.4.2	分析	(157)
12.4.3	设计	(164)
12.4.4	编程	(169)
12.4.5	测试	(169)
12.5	FATSFTM 的功能	(169)
12.5.1	初始化和自检	(170)
12.5.2	数据采集	(170)
12.5.3	用户配置	(171)
12.5.4	运行状态指示和实时/历史数据分析	(172)
12.5.5	报警管理和故障后诊断	(173)
12.5.6	远程测试	(175)
12.5.7	系统的其他功能	(176)
12.6	实现和现场经验	(176)

12.6.1	现场实现和现场经验	(176)
12.6.2	系统效益	(177)
12.7	小结	(179)
	参考文献	(179)
第 13 章	基于 Internet 的在线实时状态监测系统	(182)
13.1	引言	(182)
13.2	问题描述	(183)
13.2.1	现场数据采集设备	(184)
13.2.2	现场数据采集工作站	(184)
13.2.3	系统服务器	(185)
13.2.4	远程浏览器	(185)
13.3	需求获取与提炼	(186)
13.3.1	数据采集工作站软件	(186)
13.3.2	分析(诊断)与管理工作站软件	(186)
13.4	分析	(187)
13.4.1	数据流模型	(187)
13.4.2	实体关系模型	(190)
13.4.3	事件反应模型	(190)
13.5	分析到设计的过渡	(191)
13.5.1	开发策略选择	(191)
13.5.2	开发环境和开发工具的选择	(193)
13.6	总体设计	(197)
13.6.1	数据库设计	(197)
13.6.2	DAQ 工作站软件的总体设计	(204)
13.6.3	A&M 工作站软件总体设计	(214)
13.6.4	网页服务器 CGI 应用程序设计	(216)
13.7	系统详细设计和实现	(217)
13.7.1	DAQ 模块的实现	(217)
13.7.2	数据管理模块的实现	(219)
13.7.3	通信模块	(220)
13.7.4	多任务合作	(223)
13.7.5	网页服务器的实现	(225)
13.8	现场经验	(226)
13.9	小结	(228)
	参考文献	(229)

第 14 章 结束语	(232)
14.1 中间件技术 (Middleware)	(232)
14.2 统一建模语言 (UML)	(233)
14.3 基于 Agent 的软件开发	(234)
14.4 敏捷方法 (Agile methodologies)	(235)
14.5 小结	(236)
参考文献	(237)
附录 A 术语表	(238)
附录 B 符号表	(239)
附录 C 索引	(240)
附录 D 参考文献	(241)
附录 E 术语表	(242)
附录 F 符号表	(243)
附录 G 索引	(244)
附录 H 参考文献	(245)
附录 I 术语表	(246)
附录 J 符号表	(247)
附录 K 索引	(248)
附录 L 参考文献	(249)
附录 M 术语表	(250)
附录 N 符号表	(251)
附录 O 索引	(252)
附录 P 参考文献	(253)
附录 Q 术语表	(254)
附录 R 符号表	(255)
附录 S 索引	(256)
附录 T 参考文献	(257)
附录 U 术语表	(258)
附录 V 符号表	(259)
附录 W 索引	(260)
附录 X 参考文献	(261)
附录 Y 术语表	(262)
附录 Z 符号表	(263)
附录 AA 索引	(264)
附录 AB 参考文献	(265)
附录 AC 术语表	(266)
附录 AD 符号表	(267)
附录 AE 索引	(268)
附录 AF 参考文献	(269)
附录 AG 术语表	(270)
附录 AH 符号表	(271)
附录 AI 索引	(272)
附录 AJ 参考文献	(273)
附录 AK 术语表	(274)
附录 AL 符号表	(275)
附录 AM 索引	(276)
附录 AN 参考文献	(277)
附录 AO 术语表	(278)
附录 AP 符号表	(279)
附录 AQ 索引	(280)
附录 AR 参考文献	(281)
附录 AS 术语表	(282)
附录 AT 符号表	(283)
附录 AU 索引	(284)
附录 AV 参考文献	(285)
附录 AW 术语表	(286)
附录 AX 符号表	(287)
附录 AY 索引	(288)
附录 AZ 参考文献	(289)
附录 BA 术语表	(290)
附录 BB 符号表	(291)
附录 BC 索引	(292)
附录 BD 参考文献	(293)
附录 BE 术语表	(294)
附录 BF 符号表	(295)
附录 BG 索引	(296)
附录 BH 参考文献	(297)
附录 BI 术语表	(298)
附录 BJ 符号表	(299)
附录 BK 索引	(300)
附录 BL 参考文献	(301)
附录 BM 术语表	(302)
附录 BN 符号表	(303)
附录 BO 索引	(304)
附录 BP 参考文献	(305)
附录 BQ 术语表	(306)
附录 BR 符号表	(307)
附录 BS 索引	(308)
附录 BT 参考文献	(309)
附录 BU 术语表	(310)
附录 BV 符号表	(311)
附录 BV 索引	(312)
附录 BW 参考文献	(313)
附录 BX 术语表	(314)
附录 BY 符号表	(315)
附录 BY 索引	(316)
附录 BZ 参考文献	(317)
附录 CA 术语表	(318)
附录 CB 符号表	(319)
附录 CB 索引	(320)
附录 CC 参考文献	(321)
附录 CD 术语表	(322)
附录 CE 符号表	(323)
附录 CE 索引	(324)
附录 CF 参考文献	(325)
附录 CG 术语表	(326)
附录 CH 符号表	(327)
附录 CH 索引	(328)
附录 CI 参考文献	(329)
附录 CJ 术语表	(330)
附录 CK 符号表	(331)
附录 CK 索引	(332)
附录 CL 参考文献	(333)
附录 CM 术语表	(334)
附录 CN 符号表	(335)
附录 CN 索引	(336)
附录 CO 参考文献	(337)
附录 CP 术语表	(338)
附录 CP 符号表	(339)
附录 CP 索引	(340)
附录 CQ 参考文献	(341)
附录 CR 术语表	(342)
附录 CS 符号表	(343)
附录 CS 索引	(344)
附录 CT 参考文献	(345)
附录 CU 术语表	(346)
附录 CV 符号表	(347)
附录 CV 索引	(348)
附录 CW 参考文献	(349)
附录 CX 术语表	(350)
附录 CX 符号表	(351)
附录 CX 索引	(352)
附录 CY 参考文献	(353)
附录 CZ 术语表	(354)
附录 CZ 符号表	(355)
附录 CZ 索引	(356)
附录 DA 参考文献	(357)
附录 DB 术语表	(358)
附录 DB 符号表	(359)
附录 DB 索引	(360)
附录 DC 参考文献	(361)
附录 DD 术语表	(362)
附录 DE 符号表	(363)
附录 DE 索引	(364)
附录 DF 参考文献	(365)
附录 DG 术语表	(366)
附录 DH 符号表	(367)
附录 DH 索引	(368)
附录 DI 参考文献	(369)
附录 DJ 术语表	(370)
附录 DJ 符号表	(371)
附录 DJ 索引	(372)
附录 DK 参考文献	(373)
附录 DL 术语表	(374)
附录 DL 符号表	(375)
附录 DL 索引	(376)
附录 DM 参考文献	(377)
附录 DN 术语表	(378)
附录 DN 符号表	(379)
附录 DN 索引	(380)
附录 DO 参考文献	(381)
附录 DP 术语表	(382)
附录 DP 符号表	(383)
附录 DP 索引	(384)
附录 DQ 参考文献	(385)
附录 DR 术语表	(386)
附录 DS 符号表	(387)
附录 DS 索引	(388)
附录 DT 参考文献	(389)
附录 DU 术语表	(390)
附录 DU 符号表	(391)
附录 DU 索引	(392)
附录 DV 参考文献	(393)
附录 DW 术语表	(394)
附录 DW 符号表	(395)
附录 DW 索引	(396)
附录 DX 参考文献	(397)
附录 DY 术语表	(398)
附录 DY 符号表	(399)
附录 DY 索引	(400)
附录 DX 参考文献	(401)
附录 EY 术语表	(402)
附录 EY 符号表	(403)
附录 EY 索引	(404)
附录 EZ 参考文献	(405)
附录 FA 术语表	(406)
附录 FA 符号表	(407)
附录 FA 索引	(408)
附录 FB 参考文献	(409)
附录 FC 术语表	(410)
附录 FC 符号表	(411)
附录 FC 索引	(412)
附录 FD 参考文献	(413)
附录 FE 术语表	(414)
附录 FE 符号表	(415)
附录 FE 索引	(416)
附录 FF 参考文献	(417)
附录 FG 术语表	(418)
附录 FG 符号表	(419)
附录 FG 索引	(420)
附录 FH 参考文献	(421)
附录 FI 术语表	(422)
附录 FI 符号表	(423)
附录 FI 索引	(424)
附录 FJ 参考文献	(425)
附录 FK 术语表	(426)
附录 FK 符号表	(427)
附录 FK 索引	(428)
附录 FL 参考文献	(429)
附录 FM 术语表	(430)
附录 FM 符号表	(431)
附录 FM 索引	(432)
附录 FO 参考文献	(433)
附录 FP 术语表	(434)
附录 FP 符号表	(435)
附录 FP 索引	(436)
附录 FQ 参考文献	(437)
附录 FR 术语表	(438)
附录 FR 符号表	(439)
附录 FR 索引	(440)
附录 FS 参考文献	(441)
附录 FT 术语表	(442)
附录 FT 符号表	(443)
附录 FT 索引	(444)
附录 FU 参考文献	(445)
附录 FV 术语表	(446)
附录 FV 符号表	(447)
附录 FV 索引	(448)
附录 FW 参考文献	(449)
附录 FX 术语表	(450)
附录 FX 符号表	(451)
附录 FX 索引	(452)
附录 FY 参考文献	(453)
附录 FZ 术语表	(454)
附录 FZ 符号表	(455)
附录 FZ 索引	(456)
附录 GA 参考文献	(457)
附录 GB 术语表	(458)
附录 GB 符号表	(459)
附录 GB 索引	(460)
附录 GC 参考文献	(461)
附录 GD 术语表	(462)
附录 GD 符号表	(463)
附录 GD 索引	(464)
附录 GE 参考文献	(465)
附录 GF 术语表	(466)
附录 GF 符号表	(467)
附录 GF 索引	(468)
附录 GE 参考文献	(469)
附录 GF 术语表	(470)
附录 GF 符号表	(471)
附录 GF 索引	(472)
附录 GH 参考文献	(473)
附录 GI 术语表	(474)
附录 GI 符号表	(475)
附录 GI 索引	(476)
附录 GJ 参考文献	(477)
附录 GK 术语表	(478)
附录 GK 符号表	(479)
附录 GK 索引	(480)
附录 GL 参考文献	(481)
附录 GM 术语表	(482)
附录 GM 符号表	(483)
附录 GM 索引	(484)
附录 GO 参考文献	(485)
附录 GP 术语表	(486)
附录 GP 符号表	(487)
附录 GP 索引	(488)
附录 GQ 参考文献	(489)
附录 GR 术语表	(490)
附录 GR 符号表	(491)
附录 GR 索引	(492)
附录 GS 参考文献	(493)
附录 GT 术语表	(494)
附录 GT 符号表	(495)
附录 GT 索引	(496)
附录 GU 参考文献	(497)
附录 GV 术语表	(498)
附录 GV 符号表	(499)
附录 GV 索引	(500)
附录 GW 参考文献	(501)
附录 GX 术语表	(502)
附录 GX 符号表	(503)
附录 GX 索引	(504)
附录 GY 参考文献	(505)
附录 GZ 术语表	(506)
附录 GZ 符号表	(507)
附录 GZ 索引	(508)
附录 HA 参考文献	(509)
附录 HB 术语表	(510)
附录 HB 符号表	(511)
附录 HB 索引	(512)
附录 HC 参考文献	(513)
附录 HD 术语表	(514)
附录 HD 符号表	(515)
附录 HD 索引	(516)
附录 HE 参考文献	(517)
附录 HF 术语表	(518)
附录 HF 符号表	(519)
附录 HF 索引	(520)
附录 HE 参考文献	(521)
附录 HF 术语表	(522)
附录 HF 符号表	(523)
附录 HF 索引	(524)
附录 HG 参考文献	(525)
附录 HI 术语表	(526)
附录 HI 符号表	(527)
附录 HI 索引	(528)
附录 HJ 参考文献	(529)
附录 HK 术语表	(530)
附录 HK 符号表	(531)
附录 HK 索引	(532)
附录 HL 参考文献	(533)
附录 HM 术语表	(534)
附录 HM 符号表	(535)
附录 HM 索引	(536)
附录 HO 参考文献	(537)
附录 HP 术语表	(538)
附录 HP 符号表	(539)
附录 HP 索引	(540)
附录 HQ 参考文献	(541)
附录 HR 术语表	(542)
附录 HR 符号表	(543)
附录 HR 索引	(544)
附录 HS 参考文献	(545)
附录 HT 术语表	(546)
附录 HT 符号表	(547)
附录 HT 索引	(548)
附录 HU 参考文献	(549)
附录 HV 术语表	(550)
附录 HV 符号表	(551)
附录 HV 索引	(552)
附录 HW 参考文献	(553)
附录 HX 术语表	(554)
附录 HX 符号表	(555)
附录 HX 索引	(556)
附录 HY 参考文献	(557)
附录 HZ 术语表	(558)
附录 HZ 符号表	(559)
附录 HZ 索引	(560)
附录 IA 参考文献	(561)
附录 IB 术语表	(562)
附录 IB 符号表	(563)
附录 IB 索引	(564)
附录 IC 参考文献	(565)
附录 ID 术语表	(566)
附录 ID 符号表	(567)
附录 ID 索引	(568)
附录 IE 参考文献	(569)
附录 IF 术语表	(570)
附录 IF 符号表	(571)
附录 IF 索引	(572)
附录 IG 参考文献	(573)
附录 IH 术语表	(574)
附录 IH 符号表	(575)
附录 IH 索引	(576)
附录 II 参考文献	(577)
附录 IJ 术语表	(578)
附录 IJ 符号表	(579)
附录 IJ 索引	(580)
附录 IK 参考文献	(581)
附录 IL 术语表	(582)
附录 IL 符号表	(583)
附录 IL 索引	(584)
附录 IM 参考文献	(585)
附录 IN 术语表	(586)
附录 IN 符号表	(587)
附录 IN 索引	(588)
附录 IO 参考文献	(589)
附录 IP 术语表	(590)
附录 IP 符号表	(591)
附录 IP 索引	(592)
附录 IQ 参考文献	(593)
附录 IR 术语表	(594)
附录 IR 符号表	(595)
附录 IR 索引	(596)
附录 IS 参考文献	(597)
附录 IT 术语表	(598)
附录 IT 符号表	(599)
附录 IT 索引	(600)
附录 IU 参考文献	(601)
附录 IV 术语表	(602)
附录 IV 符号表	(603)
附录 IV 索引	(604)
附录 IU 参考文献	(605)
附录 IV 术语表	(606)
附录 IV 符号表	(607)
附录 IV 索引	(608)
附录 IY 参考文献	(609)
附录 IZ 术语表	(610)
附录 IZ 符号表	(611)
附录 IZ 索引	(612)
附录 JA 参考文献	(613)
附录 JB 术语表	(614)
附录 JB 符号表	(615)
附录 JB 索引	(616)
附录 JC 参考文献	(617)
附录 JD 术语表	(618)
附录 JD 符号表	(619)
附录 JD 索引	(620)
附录 JE 参考文献	(621)
附录 JF 术语表	(622)
附录 JF 符号表	(623)
附录 JF 索引	(624)
附录 JG 参考文献	(625)
附录 JH 术语表	(626)
附录 JH 符号表	(627)
附录 JH 索引	(628)
附录 JI 参考文献	(629)
附录 JJ 术语表	(630)
附录 JJ 符号表	(631)
附录 JJ 索引	(632)
附录 JK 参考文献	(633)
附录 JL 术语表	(634)
附录 JL 符号表	(635)
附录 JL 索引	(636)
附录 JM 参考文献	(637)
附录 JN 术语表	(638)
附录 JN 符号表	(639)
附录 JN 索引	(640)
附录 JO 参考文献	(641)
附录 JP 术语表	(642)
附录 JP 符号表	(643)
附录 JP 索引	(644)
附录 JQ 参考文献	(645)
附录 JR 术语表	(646)
附录 JR 符号表	(647)
附录 JR 索引	(648)
附录 JS 参考文献	(649)
附录 JT 术语表	(650)
附录 JT 符号表	(651)
附录 JT 索引	(652)
附录 JU 参考文献	(653)
附录 JV 术语表	(654)
附录 JV 符号表	(655)
附录 JV 索引	(656)
附录 JW 参考文献	(657)
附录 JX 术语表	(658)
附录 JX 符号表	(659)
附录 JX 索引	(660)
附录 JY 参考文献	(661)
附录 JZ 术语表	(662)
附录 JZ 符号表	(663)
附录 JZ 索引	(664)
附录 KA 参考文献	(665)
附录 KB 术语表	(666)
附录 KB 符号表	(667)
附录 KB 索引	(668)
附录 KC 参考文献	(669)
附录 KD 术语表	(670)
附录 KD 符号表	(671)
附录 KD 索引	(672)
附录 KE 参考文献	(673)
附录 KF 术语表	(674)
附录 KF 符号表	(675)
附录 KF 索引	(676)
附录 KG 参考文献	(677)
附录 KH 术语表	(678)
附录 KH 符号表	(679)
附录 KH 索引	(680)
附录 KI 参考文献	(681)
附录 KJ 术语表	(682)
附录 KJ 符号表	(683)
附录 KJ 索引	(684)
附录 KK 参考文献	(685)
附录 KL 术语表	(686)
附录 KL 符号表	(687)
附录 KL 索引	(688)
附录 KM 参考文献	(689)
附录 KN 术语表	(690)
附录 KN 符号表	(691)
附录 KN 索引	(692)
附录 KO 参考文献	(693)



第一部分

现代工业自动化 系统设计理论

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

第 1 章

Chapter

概 述

1

在个人计算机（PC）还没有与工业自动化系统紧密结合的年代里，工业流程中发生的所有错误都是由训练有素且富有经验的操作员来检查和处理的。以一个天然气运输管道网络中的状态监测系统为例，所有操作都是采用手动或半自动的方式来执行的，然而这样的执行方式有一些明显的弊端。例如，操作员必须采用手动方式来完成大多数工作，那么就做不到实时的监测和处理异常状态，也不能有效地监测远程测量参数，而且操作员在记录和处理大量数据的时候很容易出错。因此，在测量操作中实现自动化是很有必要的，还能提高运行效率。

近几十年来，随着工业计算机广泛应用于各个工业现场，情况发生了引人注目的变化。一个典型的工业自动化系统（如图 1.1 所示）一般都由以下部分组成：物理系统、传感器、设备驱动、数据输入/输出（I/O）、计算机主机、网络服务器和远程计算机。

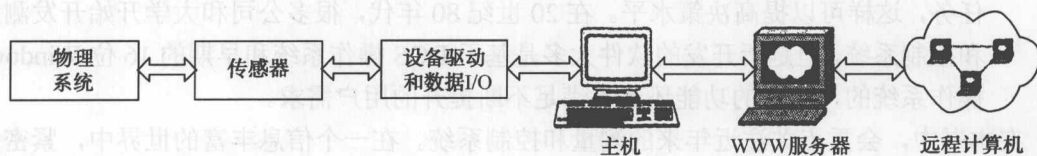


图 1.1 典型的工业自动化系统

信息技术在近些年来有了迅猛的发展，为建立比以往的自动化系统具有更开放体系结构的现代工业自动化系统提供了足够的技术支持。全面计算机化的实时监控分析与自动化技术能够实现完全自动化的工业测量系统。一些新兴的信息技术与传统状态监测系统的结合，不但可以对主要设备进行连续的运行状态监测，还可以完成全面的数据处理和集中资源管理等工作。这样一来，能极大地提高系统操作员和决策人员的工作效率。因此，无论是从经济方面还是从技术方面来看，开发一个具有上述特点的工业自动化系统将具有重要

的实际意义。

1.1 发展趋势

考察当今工业测量和控制领域的技术情况，我们可以看到现代工业自动化系统有两个发展趋势。

(1) 一个方向是实现工业测量和控制设备的小型化、可移动化和通用化。这种小型的手持设备允许工人在工作间内采集来自车间的传感器信号，接着使用安装在该设备中的多用途软件完成某些简单的计算。之后通过常用的设备总线（例如 IEEE-488 和 RS-232）连接到个人计算机，这样就可以利用更强大的计算能力来完成更多的数据处理工作。现在这种类型设备的发展非常迅速。

(2) 另外一个方向是发展连续的、在线的、实时的测量和控制系统。这种系统的功能与手持测量设备相比更加完备，但是投资却要高很多。这种系统一般更适合于需要进行严格监测的工厂设备。现有的产品主要包括以下几种组件。

- ▶ 设备中包含诸如放大器和滤波器之类的电子电路，从而拥有强大的数据采集和信号预处理能力。当然，这种电子电路的部件必须保证采集到的数据可以准确反映多种复杂的运行情况，区分出不断变化的设备工作状态。
- ▶ 分析器专门用于信号分析，使用它来实时处理从现场采集来的数据和信号。例如，广泛应用的快速傅里叶变换（FFT）技术可以简单而快速的处理信号特征。此外，人们正在创造越来越多的能够更加高效处理信号的新算法。
- ▶ 因特网（Internet）和局域网（Intranet）所支持的特点能够帮助我们建立一个完全意义上的网络化工业自动化系统。其中主控计算机是系统的核心，主要负责在网络上传输采集到的数据，还要在主控计算机上安装相关分析软件来执行数据管理和分析任务，这样可以提高决策水平。在 20 世纪 80 年代，很多公司和大学开始开发测量和控制系统，但是所开发的软件大多是基于 DOS 操作系统和早期的 16 位 Windows 操作系统的，它们的功能还远不满足不断提升的用户需求。

在本书中，会重点关注近年来的测量和控制系统。在一个信息丰富的世界中，紧密结合多种学科是现代工业自动化系统发展的趋势。这个趋势的主要表现就是集中了通信技术、计算机技术和控制技术。例如众所周知的 C4ISR（命令，控制，通信，计算机，智能，监控和搜索）就是这样一个典型的应用情况。未来的工业自动化系统将会包括更多系统组件与系统组件间的、系统组件与物理环境间的交互。

1.2 分类和现有产品

从技术的角度来看，工业自动化软件的应用可分为以下 4 类：