

智能制造技术译丛



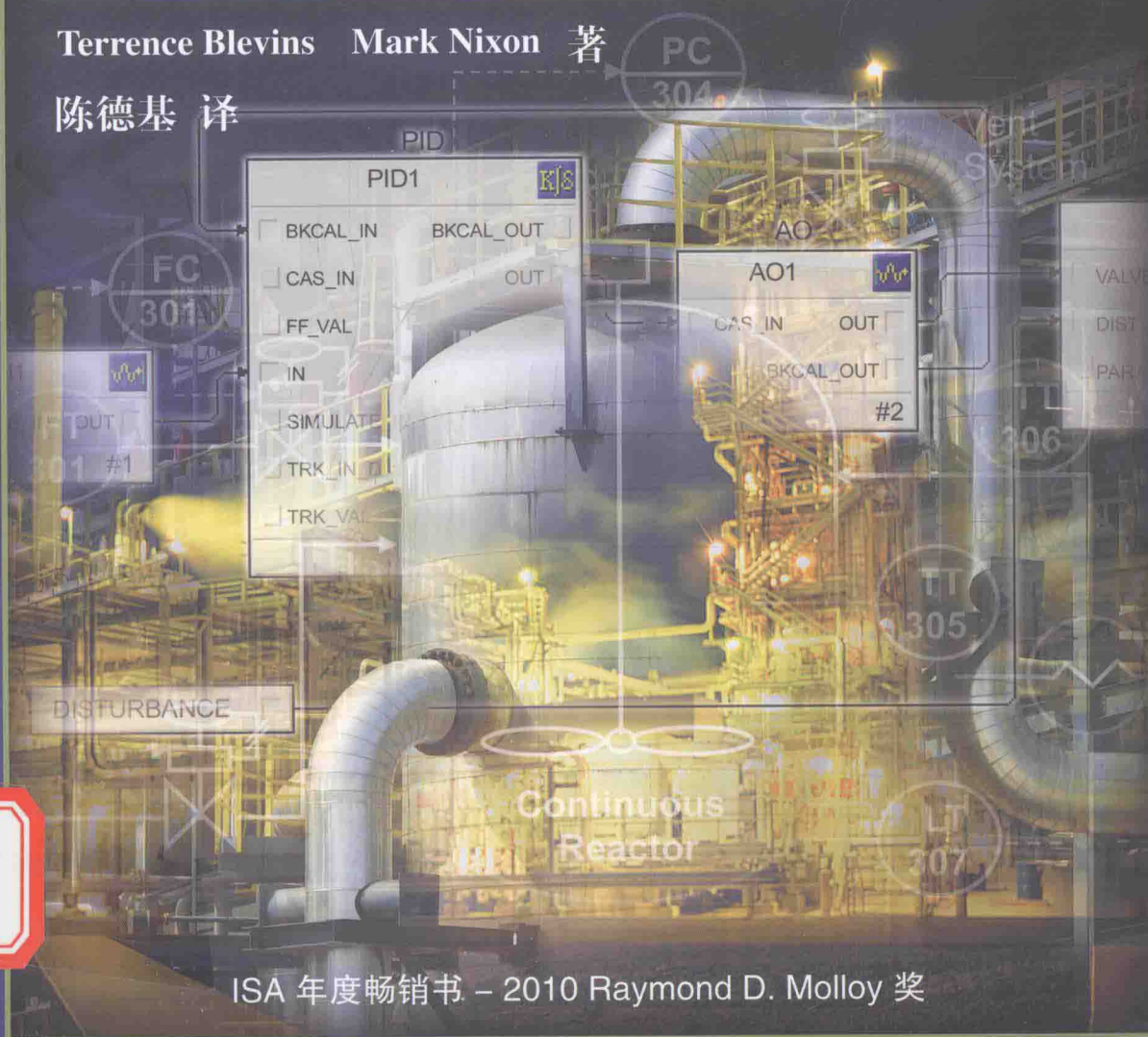
Control Loop Foundation:
Batch and Continuous Processes

控制回路基础

批量过程和连续过程

Terrence Blevins Mark Nixon 著

陈德基 译



ISA 年度畅销书 - 2010 Raymond D. Molloy 奖

清华大学出版社



智能制造技术译丛

控制回路基础

批量过程和连续过程

Terrence Blevins Mark Nixon 著

陈德基 译

清华大学出版社

北京

Terrence Blevins and Mark Nixon

Control Loop Foundation: Batch and Continuous Processes

ISBN: 978-1-936007-54-7

© Copyright 2013 ISA. All rights reserved. Reprinted in limited copies with permission. Photocopies are prohibited under international copyright laws.

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2015-5508

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

控制回路基础: 批量过程和连续过程/(美)特伦斯·布莱文思(Terrence Blevins),(美)马克·尼克松(Mark Nixon)著;陈德基译. —北京:清华大学出版社,2017

(智能制造技术译丛)

书名原文: Control Loop Foundation: Batch and Continuous Processes

ISBN 978-7-302-44372-8

I. ①控… II. ①特… ②马… ③陈… III. ①过程控制—自动控制系统 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 167666 号

责任编辑: 梁颖 薛阳

封面设计: 何凤霞

责任校对: 焦丽丽

责任印制: 何芊

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社总机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者: 清华大学印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 17.5

字 数: 423 千字

版 次: 2017 年 1 月第 1 版

印 次: 2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 79.00 元

产品编号: 051826-01

献 辞

此书献给 Karen Blevins, Nancy Nixon 和 Qing Li。
她们为我们的职业生涯提供了鼓励和协助。

致 谢

作者们希望感谢 Grant Wilson 对此书的支持,感谢艾默生过程管理集团的 Duncan Schleiss, John Berra, Bud Keyes, Ron Eddie, Tom Aneweer, Steve Boyce, Darrin Kuchle, John Caldwell, Dennis Stevenson, Willy Wojsznis, Mike Sheldon, David Holmes, Bob Lenich, Tim Prickette, Dave Deitz, Craig Sydney, Jim Siemers, Mark Dimmitt, Jim Hoffmaster, 和 Gil Pareja 的激励及对提倡过程控制的支持。我们的工作得益于与隆德大学(Lund University)的 Karl Åström, 德克萨斯大学(University of Texas)的 Tom Edgar, 和加州大学圣巴巴拉分校(University of California, Santa Barbara)的 Dale Seborg 等关于基本和高级控制问题的通信交流。笔者要感谢 Jim Cahill 和 Deborah Franke 对本书互联网站设计的指导,感谢 Brenda Forsythe 和 Jim Sipowicz 有创意的封面设计。我们要感谢 Karen Blevins, Mark Sowell, Tom Edgar 教授, Greg McMillan 和 Scott Bogue 的审稿反馈。感谢 ISA 出版社的 Susan Colwell 经理对出版这本书的支持。

多年来,我们都受益于与许多其他人在控制系统设计和实施上的合作。我们有幸与 Puffer Sweiven Inc. 公司的 Greg Graziadio 合作;他的影响可以在书中的一些应用例子里看到。我们的早期过程控制工作以及对氨水和纸浆过程的控制技术的开发受到以下艾默生过程管理人士的鼓励, Bruce Duncan, Sheldon Lloyd, Chuck Schuder, Charlie Brez, Bob Otto, John Hedrick, Tom Bell, Sid Smith, Rick Genter, Ken Langley, 和 Dick Seemann。我们也非常感谢许多与我们参与控制项目的客户的支持,特别是下列人员对我们新的控制应用和控制技术创新上强有力的支持: Harry Pinder, Chris Liakos, Roger Smith, Bobby Deaton, Howard Lane, Mike Donohoe, George Wallace, 以及 Roger Nesbit, Georgia Pacific 公司; Eric Striter, 通用电气公司; Paul Friedman, Allied Chemical 公司; David Taylor, Dow 公司; Howard Bickley, Union Camp 公司; James Beall 和 John Traylor, Texas Eastman 公司; Robert Chamberlain 和 Bob Michelson, MacMillan Bloedel Limited 公司; George Fink, US Borax 公司; Mark Sowell 和 Greg McMillan, Solutia 公司; Romeo Ancheta, Husky Energy 公司; Derrick Vanderkraats, Canfor 公司; Bruce Johnson 和 Efren Hernandez, Lubrizol 公司; 以及 Bruce Eldridge, Frank Seibert, 和 Robert Montgomery, 德克萨斯大学奥斯汀分校(University of Texas at Austin) Pickle 研究中心。

与 Norpac 公司的 Terry Chmelyk, Saul Mtakula, 和其他控制组成员试验新的控制技术非常令人满意。这本书中的石灰窑例子反映他们在这个领域的一些工作。我们非常感谢 Dave Wall, Don Umbach, John Peterson, 和其他 Norpac 公司管理成员的支持及对过程控制的热情。我们还要感谢以下人员对我们整个职业生涯的持续支持: Mike Begin 和其他 Spartan Controls 公司的人员; Dan Moody 和 Harley Jeffery, ControlSouthern 公司 以及 Randy Angelle, John H. Carter Co. 公司。

译者要感谢下列人士为中文版提供的帮助。王泉博士在该书翻译过程中给予了很大的协助。艾默生过程管理集团西安实验室的刘婉晴审阅了初稿。艾默生过程管理集团西安分部的张枫和上海总部的姚永斌对中文版进行了详尽的审校,纠正了许多词汇和文法上的错误。此外,艾默生过程管理集团的魏刚,Arlyn Miller, Brenda Forsythe 等都提供了帮助。ISA 出版社的 Susan Colwell 经理也一直关心着整个翻译过程。最后译者还要感谢本书的原作者 Terrence Blevins 和 Mark Nixon; 没有他们的大力协助这一翻译工作是没法完成的。

作者简介

Terrence "Terry" Blevins 在他的职业生涯中一直积极参与过程控制系统的应用及设计。在超过 15 年的工作生涯中,他担任系统工程师和团队管理者为纸浆和造纸工业设计和开发了先进的控制解决方案。Terry 在建立艾默生过程管理集团(Emerson Process Management)的高级控制项目中起了关键作用。Terry 是开发 DeltaV 高级控制产品的团队领导。他是现场总线基金会(Fieldbus Foundation™)功能模块规范开发和维护团队的领导,也是 SIS(安全仪表系统)结构和模型规范的编者。在这方面的作品中,Terry 参与了将现场总线基金会的功能模块推进成为国际标准的过程。Terry 是 IEC(国际电工委员会)SC65E WG7 功能块标准委员会的美国专家,该委员会负责 IEC 61804 的功能块标准。他是 ISA104-EDDL(电子设备描述语言)具有投票权的委员和委员会主席,是美国对 IEC65E 小组的技术咨询小组(USTAG)的技术顾问。他也是美国技术咨询小组 USNC TAG(IEC/SC65 和 IEC/TC65)的成员。Terry 撰写了《过程/工业仪表与控制手册》(*Process/Industrial Instruments and Controls Handbook*)第五版第 11 节标准概要的“ISA /IEC 现场总线概述”,联合撰写了《仪器工程师手册,过程控制与优化》(*Instrumentation Engineer's Handbook, Process Control and Optimization*)第四版的四个章节。他与别人合著了 ISA(国际自动化协会)的畅销书《解除对高级控制的约束》(*Advanced Control Unleashed*)。他拥有 50 项专利,并已写作了 70 篇以上关于过程控制系统设计和应用的论文。Terry 在 1971 年获得路易维尔大学(University of Louisville)电机工程科学学士学位,在 1973 年获得普渡大学(Purdue University)电子工程科学硕士学位。2004 年,他入选了控制杂志的过程自动化名人堂。目前,Terry 是艾默生过程管理集团 DeltaV 产品工程部未来产品规划团队的首席技术师。

电话:(512)418-4628 电子邮件:terry.blevins@emerson.com

Mark Nixon 的职业生涯一直与控制系统的设计和开发相关。Mark 开始时作为一名系统工程师在石油和天然气、炼油、化工、纸浆等行业的项目上工作。他在 1998 年从加拿大搬到德克萨斯州奥斯汀市,在各种研究和开发的职位上工作过。从 1995 到 2005 年,Mark 是 DeltaV 系统首席设计师。2006 年,他加入了无线团队,非常积极地参与了 WirelessHART 规范和 IEC 62591 标准的制定。Mark 目前的研究领域包括基于 WirelessHART(无线 HART)设备的控制,批量过程的数据分析,无线技术在过程工业中的应用,移动用户,操作员界面和高级图形学。他目前活跃于下列领域:操作员行为中心(<http://www.operatorperformance.org>),WirelessHART 标准,ISA-88 标准,现场总线基金会标准(<http://www.fieldbus.org/>)和 ISA-101 标准。他写了许多论文,目前拥有超过 70 项专利。他与别人合著了《WirelessHART: 用于工业自动化的实时网状网络》(*WirelessHART: Real-Time Mesh Network for Industrial Automation*),并为《工业仪表与控制手册》(*Industrial Instruments and Controls Handbook*)和《过程工业中的现代测量

与终端执行单元精要》(*Essentials of Modern Measurements and Final Elements in the Process Industry*)提供了章节。Mark 1982 年在滑铁卢大学(University of Waterloo)电气工程系获得理学学士学位。

电话: (512)418-7445 电子邮件: mark.nixon@emerson.com

Deji Chen (陈德基)在过程控制工业界工作了近 20 年,现为同济大学计算机系教授级研究员。他是 OPC 工业标准的始创者之一,工作过的项目涉及各种现场总线,包括 WirelessHART 标准的制定。他与别人合写了许多论文,拥有多项专利,与 Mark Nixon 等合著了《WirelessHART: 用于工业自动化的实时网状网络》(*WirelessHART: Real-Time Mesh Network for Industrial Automation*)和 *Wireless Control Foundation-Continuous and Discrete Control for the Process Industry*。德基于 1999 年在德克萨斯大学奥斯汀分校(University of Texas at Austin)计算机系获得博士学位,研究方向是实时系统。

电话: 18501724250 电子邮件: dejichen@tongji.edu.cn 网页: <http://www.cs.utexas.edu/~cdj/>

前 言

当今在现代过程工厂里的技术人员往往面临一系列令人困惑的过程设备、传感器、控制阀、电脑硬件及软件包等。尽管有这些复杂性,但实现工厂运行的盈利,满足环保法规,最大限度地减少能源消耗和避免危险情况等仍然十分重要。有效地操作以计算机为基础的系统对实现上述目标非常关键。因此我们需要训练有素的工程师和技术人员来支持这些系统。艾默生过程管理集团的 Terry Blevins 和 Mark Nixon 撰写的《控制回路基础——批量过程和连续过程》一书给操作工厂的工作人员提供了并不需要深奥的数学和仿真知识的基本培训。我以极大的兴趣阅读了这本书,这是因为我在 20 世纪 90 年代中期就认识作者,我和我的学生们与他们在多个过程控制的研究项目上有交往。此外,我在同一时间也撰写了多版同行领先的过程控制教科书《过程动态和控制》(*Process Dynamics and Control*),作者 Dale E. Seborg, Thomas F. Edgar, 和 Duncan A. Mellichamp。值得注意的是《控制回路基础——批量过程和连续过程》一书恰到好处地给许多大学化工系的教科书起了补充作用。因为它面向实际应用, Terry Blevins 和 Mark Nixon 的书写得让工厂操作人员和技术人员可以很容易地理解它的内容。该书也将帮助工厂的技术人员整合他们掌握的过程控制回路的许多零散知识,使他们对仪器仪表、现场通信、控制策略、过程动态、回路整定和性能、复杂的控制系统和实际控制应用等能有一个统一的见解。本书材料的展示风格非常适合个人研究。作者还提供了专题练习和应用实例。能上网的读者可以交互式地做练习,直观地理解典型控制回路的动态特性。我恭喜作者了不起的成就,相信该书对用到它的运行工厂将会有相当大的影响。

Thomas F. Edgar

德克萨斯大学奥斯汀分校(University of Texas at Austin)

目 录

第 1 章 简介	1
第 2 章 背景和历史展望	4
2.1 工厂结构	4
2.2 工厂组织	6
2.2.1 过程区域	6
2.2.2 过程设备	6
2.2.3 工厂操作员	8
2.2.4 辅助部门	9
2.2.5 工作实践	10
2.3 早期控制系统	10
2.4 分布式控制系统	14
2.5 操作员界面	16
2.6 系统安装	18
2.7 与外部系统的界面	21
2.8 现代控制系统	23
2.9 标准的影响	25
参考文献	28
第 3 章 测量	29
3.1 电磁流量计	29
3.2 涡街流量计	31
3.3 基于差压的测量	32
3.4 科式质量流量计	34
3.5 压力测量	34
3.6 温度测量	35
3.7 液位测量	36
3.8 其他测量技术	37
参考文献	38
第 4 章 在线分析仪	39
4.1 采样分析仪和原位分析仪的对比	39
4.2 烟气中的氧 O ₂	40

4.3	流体的 pH 和 ORP	41
4.4	在线估计器	42
	参考文献	42
第 5 章	最终控制元件	43
5.1	调节阀	43
5.2	阻尼驱动器	48
5.3	变频器	48
5.4	切断阀	49
	参考文献	49
第 6 章	现场布线和通信	50
6.1	传统设备安装	50
6.2	HART 设备的安装	51
6.3	现场总线设备的安装	53
6.4	安装无线 HART	54
	参考文献	55
第 7 章	控制和现场仪表文档	56
7.1	平面布置图	56
7.2	工艺流程图	57
7.3	管道和仪表图	58
7.4	回路图	60
7.5	标注规范	63
7.6	连接线和功能符号	65
7.7	设备图形符号	67
7.8	文档实例	68
7.8.1	范例——基本中和反应控制系统	68
7.8.2	范例——基本反应塔控制	69
7.8.3	范例——批量反应器控制系统	70
7.8.4	范例——连续进料和回收罐	70
	参考文献	72
第 8 章	操作员图形界面	73
8.1	报警条件显示	74
8.2	动态元素	75
8.2.1	图符	75
8.3	用户显示	77
8.4	过程性能监测	77

8.5 流程图数据接口	78
参考文献	79
第9章 过程特征描述	80
9.1 过程结构	80
9.2 过程定义	82
9.3 纯增益过程	86
9.4 纯延迟过程	87
9.5 纯滞后过程	90
9.6 一阶加纯滞后过程	92
9.7 积分过程	94
9.8 反向响应过程	96
9.9 线性过程	97
9.10 专题练习——简介	99
9.11 专题练习——过程特征描述	100
9.11.1 专题练习指导	100
9.11.2 专题综述与讨论	101
参考文献	102
第10章 控制系统的目的	103
10.1 经济激励	103
10.1.1 合成氨工厂范例	106
10.2 安全性、环保法规和 设备保护	110
10.3 协调收益和复杂性的平衡	112
第11章 单回路控制	113
11.1 手动控制	113
11.1.1 实施	114
11.1.2 输入/输出处理	115
11.1.3 模拟量输入	117
11.1.4 状态	119
11.1.5 手动加载功能块	120
11.1.6 模拟量输出	121
11.2 反馈控制	123
11.2.1 纯比例控制	124
11.2.2 比例积分控制	126
11.2.3 比例-积分-微分控制	127
11.2.4 控制结构	128
11.2.5 控制动作	128

11.2.6	反算	129
11.3	PID 功能块实现	131
11.3.1	PID 形式和结构	132
11.3.2	模式	133
11.4	脉冲输出	135
11.4.1	占空比控制	136
11.4.2	增加/减少控制	138
11.5	过程动作	139
11.6	专题练习——反馈控制	140
	参考文献	141
第 12 章	整定和回路性能	142
12.1	初始回路整定	142
12.2	手动整定	143
12.3	自动建立整定	145
12.3.1	自动整定应用	146
12.3.2	响应仿真	147
12.4	系统投用——黏滞阀门及其他现场挑战	149
12.5	回路增益特征描述	152
12.6	配对参数与解耦	154
12.7	专题练习——PID 整定	156
12.8	专题练习讨论	157
	参考文献	157
第 13 章	多回路控制	158
13.1	前馈控制	158
13.1.1	动态补偿	159
13.1.2	其他实现方式	162
13.1.3	专题练习——前馈控制	164
13.1.4	专题练习讨论	165
13.2	级联控制	166
13.2.1	级联控制的好处	167
13.2.2	范例——过热器温度控制	167
13.2.3	实现	169
13.2.4	专题练习——级联控制	170
13.3	超驰控制	171
13.3.1	超驰操作	172
13.3.2	范例——白液澄清器	173
13.3.3	范例——压缩机	173

13.3.4	实现	174
13.3.5	专题练习——超驰控制	175
13.3.6	专题练习讨论	176
13.4	使用两个操纵参数的控制	176
13.4.1	分程控制	177
13.4.2	阀位控制	187
13.4.3	比例控制	191
第 14 章	模型预估控制	199
14.1	用 MPC 取代 PID 控制	199
14.2	MPC 投用	200
14.3	用 MPC 取代带前馈的 PID	204
14.4	用 MPC 取代 PID 超驰	205
14.5	用 MPC 处理过程间的相互干扰	206
14.6	在现有控制策略中添加 MPC 控制	207
14.7	MPC 的应用	209
14.8	专题练习——模型预估控制	210
	参考文献	210
第 15 章	过程仿真	211
15.1	过程仿真概述	211
15.2	从 P&ID 图开发过程仿真	214
15.3	过程非线性仿真	219
15.4	其他注意事项	222
15.5	专题练习——过程仿真	223
	参考文献	225
第 16 章	工业应用	226
16.1	库存控制	226
16.1.1	缓冲罐	226
16.1.2	回收罐	227
16.1.3	锅炉汽包液位——单冲量	227
16.1.4	锅炉汽包液位——三冲量	228
16.1.5	专题练习——三冲量汽包液位控制	228
16.2	批量过程	229
16.2.1	批量蒸煮器	229
16.2.2	批量化学反应器	231
16.2.3	批量生物反应器	233
16.2.4	专题练习——批量化学反应器	234

16.3	连续过程	235
16.3.1	化学反应器	235
16.3.2	喷雾干燥器控制	236
16.3.3	专题练习——连续化学反应器	237
16.4	燃烧控制	238
16.4.1	小型锅炉/加热器	238
16.4.2	加热缸	239
16.4.3	电站锅炉——单一燃料	240
16.4.4	石灰回转窑	241
16.4.5	专题练习——电站锅炉控制	243
16.5	蒸馏控制	243
16.5.1	专题练习——蒸馏控制	244
16.6	过程区域间的协调	245
16.6.1	合成氨工厂氢/氮控制	245
16.6.2	动力室蒸汽生产	246
16.6.3	专题练习——合成氨工厂氢/氮控制	247
16.7	复杂的动态过程,过程间的相互干扰	248
16.7.1	纸浆漂白	248
16.7.2	一段转化炉温度	248
	参考文献	249
附录 A	本书相关网络资源	250
A.1	访问网站	250
A.2	下载选择	256
A.3	书籍选择	256
	术语表	257

第1章 简介

这本书最初起源于艾默生过程管理集团的一个工程部门内部给新工程师开设的一个特别教程,但从那以来对材料的覆盖广度和深度已大大增加。控制系统有许多方面。这本书的安排是便于对过程控制比较生疏的工程师、经理、技术员和其他人员能够更迅速地熟悉过程控制和相关领域。有经验的控制工程师也将受益于书中控制设计与多回路实现的应用实例和专题练习。

该书材料的介绍方式并不局限于单个控制系统制造商的产品。

第一部分里的背景材料将有助于一个刚刚进入这一领域的新工程师。他们也许从来没有在一个工厂环境中工作过。许多关于实践方面的应用程序和过程控制系统设计的材料,通常并不包括在大学一级的过程控制教材里。

书中的许多内容是作者在对过程控制系统设计和系统投用期间取得的实际经验。此外,我们还得益于许多过程控制工作人员的真知灼见。从实践中学习是一个好方法,尽管它也许不一定是最好最有效的精通这些领域的方式。为达到学习的目的,本书介绍在过程工业中一个工程师需要了解的概念和术语。我们希望这些信息将给您提供有用的见解来看待一个具体的控制系统,以及如何最好地使用相应的设备来满足不同的应用要求。无论您是以一个制造工厂的过程控制工程师的身份工作;还是在一个工程部门的控制小组工作;或在一家制造工厂的仪器部门工作,我们希望这里提供的信息将有助于您,并为您提供一个坚实的基础,使您能够自信地应对未来新的控制应用。

从我们刚刚开始成为过程控制工程师到现在的三十多年来发生了很多变化。当我们第一次开始作为过程控制系统的工程师时,经常有机会看到整个项目的全貌,在工厂工作,开发控制策略、文档和用户界面,然后投用系统。在某些情况下,这些工作涉及修改控制系统的软件和硬件以支持控制策略。我们之所以有这样的机会是因为在那个时候,控制小组不大,工作的重点是支持工厂运行。在某些情况下,您会拿到一张机票,飞往厂区,讨论完应用程序的要求,回到办公室开发过程的控制策略和用户界面,然后返回到工厂投用控制系统。当时对成功的最终衡量标准是,是否该工厂对系统的运作与吞吐量或效率的提高很满意。作为一个工程师,您也有个人的成就感,您给操作员提供了更好的管理工具。

今天,许多控制系统设计机构都大了很多。因此,有可能一个在控制系统某方面工作的人员并不涉及操作员培训或控制系统投用。这是不幸的,因为在这种情况下您没有机会看到事情结合在一起的全貌,或获得直接和即时的对一个新的或更新的控制系统的反馈,以及是否有必要进行现场修改以满足操作员或经理的业务需求。基于此,本书每章的应用实例旨在帮助您获得对设计、实施、投用控制系统的各个方面的体验。

我们就是这样组织这本书的背景材料的:新的概念将建立在以前章节的材料之上。当您阅读本书时,我们建议您按照介绍的顺序了解材料。如果您在过去曾参与过控制系统,那么您已经知道这本书的第一部分,但是浏览一下这些章节还是不错的。书中第一部分的许多概念建立了一个加深理解背景材料的基础,这对以后章节中控制系统设计和实施的了解和

应用很有必要。此外,此背景材料能帮助您理解过程控制工业中的很多基础术语和概念的演变,这些历史包含了许多参与控制系统设计和实施人士的努力。理解一个术语以及它们传统的描述方式有助于考虑用最好的办法来满足新的过程要求。此外,有了这种理解就会很清楚为什么设计控制系统可以而且应该独立于设备制造商和使用的技术。

我们亦会假设您可能没有接触过过程工厂环境,或者您可能不熟悉与控制系统接口的设备,不了解这些设备如何工作以及这些设备的局限性等。因此,本书第一部分的背景材料涉及的有关概念和术语会对您使用这些设备有帮助。例如,某些章节致力于介绍接线概述以及工业领域中通常使用的设备。现场设备(测量设备和执行机构)的选择会影响过程控制系统的性能,包括对过程变化感知与校正的精度和速度。此外,控制系统的接线取决于现场设备是否使用模拟或数字技术。

在本书中,我们介绍了支持控制和维护的典型实例图与其他文件。如果您是在做控制系统设计工作,那么您必须创建文档以阐明:基本控制要求和详细的测量、计算以及满足这些要求的控制策略。在过程行业,通常是由设计现场的工程公司或投用新项目的用户的工程部建立控制系统的文档规范。几乎在所有情况下,过程工业的基本类型的文件已相当标准化,只是有时可能会有一些细节的变化。我们将用过程实例来说明如何在系统设计和维护中使用这些文件。理解控制系统文件将有助于您与别人讨论过程控制。因为这种讨论往往涉及打开文件和审查,因此,很有必要了解为什么创建这些文件,每个文件应该沟通什么样的信息,以及如何理解这些文件的符号和术语。

在建立好现场设备和控制系统的背景知识后,我们讨论可以用来描述一个过程动态特性的技术。在过程特征描述一章中,我们介绍用来描述一个过程的静态响应和动态响应的术语。这些是以后关于控制设计的基础。当我们在讨论控制系统设计时就会清楚过程行为对系统的设计和使用的影晌。

关于过程特征和控制系统设计各章节中不同的地方,您将有机会在专题练习中应用它们。这些专题练习放在一个互联网站上,无须特殊工具或特殊软件就可以访问,唯一需要的是高速互联网连接和安装在您的个人计算机上的网络浏览器。在附录中,我们提供如何访问该网站的详细信息。网站上也有显示实例解决方案的视频。此外,某些章节后有习题。您可能有兴趣复习和回答它们以检查您对所学内容的理解和记忆。这些问题兼具娱乐性和知识性。在考虑一个问题的回答是否合适时,可以随意去查看前面的章节以确定您的答案。研究这些问题的目标是强化学习的过程。

在对待控制系统设计时,重要的是要记住工厂的需求,以及将如何使用控制系统。例如,什么是生产和质量必须达到的目标?如果您没有一个明确的目标,您将很难选择用于控制系统设计的测量和控制技术。作为控制系统设计材料的一部分,我们将回顾控制系统的主要功能,然后介绍每种目前最常用的控制技术。

一般情况下,过程控制领域分为批量控制和连续控制。在批量处理环境中,控制多是依据序列或逻辑。生产过程中的步骤被称为“配方(Recipe)”。批量过程的特点是有不断变化的环境。在各种不同的运行条件下控制和测量必须稳定工作。连续控制环境的不同之处在于我们的目标是在一定运行条件下维持过程以保持目标生产速度和质量水平。在这本书中,我们着重于连续控制技术,它是批量应用和连续应用的基础。我们只概述一下描述批量程序的术语。请参阅有关标准来了解更多的批量配方的结构。对批量处理产业来说,这些