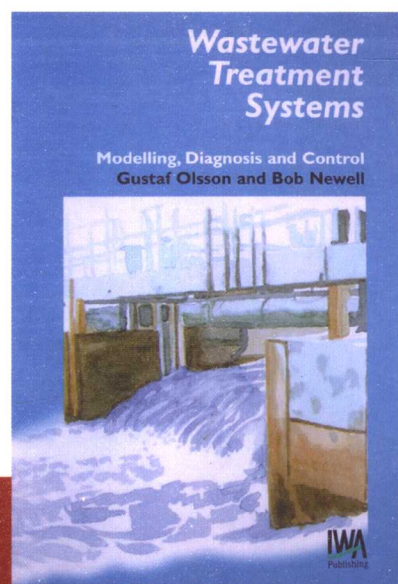


污水处理系统的建模、 诊断和控制

[瑞] G. 乌尔松 编著
[澳] B. 纽厄尔
高景峰 彭永臻 译

Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

污水处理系统的建模、 诊断和控制

[瑞] G. 乌尔松 编著
[澳] B. 纽厄尔
高景峰 彭永臻 译



化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

·北 京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

污水处理系统的建模、诊断和控制/[瑞] 乌尔松
(Olsson, G.), [澳] 纽厄尔 (Newell, B.) 编著;
高景峰, 彭永臻译. —北京: 化学工业出版社, 2004. 9
ISBN 7-5025-6137-4

I. 污… II. ①乌…②纽…③高…④彭… III. 污
水处理 IV. X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 096723 号

Wastewater Treatment Systems: Modelling, Diagnosis and Control/by Gustaf Olsson
and Bob Newell

ISBN 1900222159

Copyright ©1999 by IWA Publishing. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by IWA Publishing.

本书中文简体字版由 IWA Publishing 出版公司授权化学工业出版社独家出版发行。
未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2003-1193

污水处理系统的建模、诊断和控制

[瑞] G. 乌尔松 编著

[澳] B. 纽厄尔

高景峰 彭永臻 译

责任编辑: 董琳

文字编辑: 廉静 余纪军

责任校对: 王素芹

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行

环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

http:// www. cip. com. cn

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 26 字数 645 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6137-4/X·530

定 价: 60.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序 言

撰写科技教材是一件很折磨人的事情，幸好我们挺过来了——虽然只有时间可以说明这一切。当然这还必须感谢很多人。

首先要感谢与我们长时间同甘共苦并且还要继续与我们同甘共苦的家里人：生活在瑞典的 Kirsti 以及现在已经长大的孩子，生活在澳大利亚的 Joyce 和 Janet，还有生活在美国的 Craig。

其次要感谢我的同事：兰德大学 (Lund University) 工业电控学院 (IEA) 的 Ulf Jeppsson, Christian Rosén, Sven-Göran Bergh, Morten Hemmingsson 和 Gunnar Lindstedt; 乌普萨拉大学 (Uppsala University) 的 Bengt Carlsson; 昆士兰大学 (University of Queensland) 计算机辅助过程工程 (CAPE) 中心的 Ian Cameron 和 Christine Smith。他们和我共享咖啡并进行过长时间的讨论。

还要感谢在瑞典哥德堡市 Ryaverket 污水处理厂辛劳工作的 Töva Lidbeck，他为本书绘制了彩色的封面和书中每部分开头的插图。

Gustaf 还特别感谢美国的 Emeritus John F. Andrews 教授提供了很多关于污水处理的知识和经验。

还要感谢以下单位：澳大利亚悉尼水务，澳大利亚昆士兰 Loganholme 污水处理厂；瑞典 SYVAB-Himmerfjärdsverket，瑞典哥德堡市的 GRYABB-Ryaverket，瑞典 Lidingö 市的 Käppalaverket，瑞典马尔莫市 sjölunda 废水处理厂，瑞典 Rounneby 污水处理厂，瑞典水和废水协会；以及美国密歇根州 Ann Arbor 废水处理厂。这些单位为本书提供了大量数据、实例、练习。

最后还要感谢不同国家的那么多学生通过课程为本书初稿所作的尝试和努力。

也要感谢为我们所用的仪器（很多计算机）和软件（不同操作系统，Latex 以及其他图形软件），感谢我们从事写作的瑞典寂静的隐秘居所和澳大利亚的灌木丛。

[瑞] Gustaf Olsson

[澳] Bob Newell

1999 年 7 月

译者前言

译者 1999 年攻读博士学位期间, 知悉 IWA (国际水协会) 出版了此书, 遂建议图书馆采买此书, 购进之后, 经阅读深感此书值得向国内同行们推荐。2001 年、2002 年参加在德国柏林和澳大利亚墨尔本召开的国际水协会第二届世界水大会、第三届世界水大会期间, 又发现此书在业界销量不错, 并且已经重印。遂与作者 Gustaf Olsson 联系, 并经化学工业出版社的帮助, 开始本书的翻译工作。

编著者 Gustaf Olsson 和 Bob Newell 在污水处理和其他过程的控制领域的研究中成绩卓著, 享有很高声誉, 书中部分内容也是他们的研究成果, 原书具有涵盖面广、理论系统、图文并茂、重视新理论、新知识、强调应用的特点, 是一本较好的污水处理自动控制和运行管理的教材。

全书共 25 章, 除第 1 章“概述”之外从总体上说可分为 5 大部分。第 1 部分“建模”包括 8 章, 关于废水处理过程的基本知识; 废水处理过程的动态模型; 经验模型; 处理厂数据处理; 仿真器。这部分的目的是增强读者对废水处理过程的理解, 对模型的理解特别是如何正确使用这些模型。第 2 部分“诊断”包括 4 章, 重点介绍了有助于决策的高级工具, 关于诊断; 统计过程控制; 使用在线参数估计器进行问题探查和诊断的实例; 基于知识的系统。第 3 部分“控制”包括 8 章, 详细介绍了废水处理过程的目标; 干扰的特性, 干扰建模以及干扰抑制; 操作变量; 反馈控制、开关控制和比例积分微分控制, 控制的稳定性和控制调节; 基于模型的控制; 序批式污水处理过程的控制; 处理厂全局控制; 高级控制的效益分析。第 4 部分“仪器”包括 3 章, 初级传感器; 分析器; 控制系统的基本仪器, 包括执行器、传感器, 各种类型的控制器以及显示和报表系统。第 5 部分为“展望”。全书自始至终都表现出将污水处理和自动控制紧密结合, 理论联系实际的特点。

水污染防治的发展趋势是由粗放型转向集约型, 其关键在于水污染处理过程的科学管理和运行。污水处理过程具有变量多与随机的影响因素多而造成的高度非线性与模糊性、过程不稳定性、复杂的任务要求等特性。所以对于污水处理过程进行建模、诊断、控制是提高其运行效率的关键。本书不仅涉及传统的模型控制、反馈控制, 还包括模糊控制、专家系统、神经网络等智能控制在污水处理系统的应用。此外, 所涉及到的处理对象(传统活性污泥法、污水脱氮除磷系统、序批式活性污泥法、两相厌氧生物处理法等)亦十分全面, 无论从内容的全面性、系统性, 还是技术先进性上而言, 本书都是两个领域不可多得的一本好书, 且填补了交叉领域的空白。

全书由高景峰翻译、译校, 由高景峰、彭永臻统稿。

由于此书涉及污水处理和自动控制等多个领域的知识, 我们的知识是有限的, 翻译此书对我们来说也是一个学习的过程。尽管我们付出了辛劳, 但限于我们的水平, 译文肯定会有许多错漏之处, 恳请有关专家和读者批评指正。

该书的翻译工作得到了国家自然科学基金重点项目(50138010)、国家自然科学基金项

目 (60304012) 的支持。

感谢哈尔滨工业大学郑学军引进此书；感谢北京工业大学崔成武图形扫描、胡建阁图形初译；任海燕、牛奕娜、赵珊、刘然、张晓丽、闫骏在文字录入方面所作出的艰辛工作。最后，感谢已经在天堂的父亲（高发）在本书翻译过程中的关心、支持和鼓舞。

关于此书的网站：www.iea.lth.se；Gustaf Olsson : Gustaf.Olsson@iea.lth.se.

高景峰

2004 年 8 月

于北京工业大学

内 容 提 要

本书是一本关于污水处理自动控制和运行管理的专著，全书共 25 章，可分为 5 大部分。第 1 部分“建模”介绍了废水处理过程的基本知识；废水处理过程的动态模型；处理厂数据的处理以及仿真器。第 2 部分“诊断”介绍了诊断；统计过程控制；使用在线参数估计器进行问题探查和诊断的实例；基于知识的系统。第 3 部分“控制”介绍了废水处理过程的目标；干扰的特性、干扰建模以及干扰控制；操作变量；反馈控制、开关控制和比例积分控制等。第 4 部分“仪器”介绍了测量原则；初级传感器；控制系统的基本仪器等。第 5 部分为“展望”。全书自始至终将污水处理和自动控制紧密结合，理论联系实际。

本书可作为污水处理自动控制技术人员和运行管理人员的参考书，也可作为高等院校相关专业教材和学习参考书。

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 本书简介	1
1.2 本书的主旨	2
1.3 本书各部分的内容	5
1.4 小结	8
1.5 辅助阅读	8
1.6 练习	8

第 1 部分 建 模

第 2 章 废水处理过程动力学	9
2.1 干扰	9
2.2 污水处理的基本工艺流程.....	10
2.3 营养物质去除过程的机理.....	12
2.4 BNR (污染物的生物去除) 的过程动力学	15
2.5 建模的目的.....	17
2.6 复杂的问题.....	19
2.7 小结.....	20
2.8 辅助阅读.....	20
2.9 练习.....	21
第 3 章 基本模型	22
3.1 过程系统术语.....	22
3.2 建模过程.....	24
3.3 问题规范化.....	25
3.4 基本动力学模型.....	25
3.5 水力过程的建模.....	26
3.6 对氧转移的建模.....	29
3.7 对污染物质去除过程的建模.....	31
3.8 模型校验.....	33
3.9 结论.....	35
3.10 辅助阅读	36
3.11 练习	36
第 4 章 高级模型	37
4.1 生化法去除营养物质过程的建模.....	37

4.2	对预发酵过程建模	40
4.3	对厌氧消化过程建模	42
4.4	对固定化膜工艺的建模	43
4.5	再次对水力过程进行建模	44
4.6	对沉淀和澄清过程建模	48
4.7	对序批过程的建模	53
4.8	小结	55
4.9	辅助阅读	55
4.10	练习	56
第 5 章	经验和黑箱模型	57
5.1	模型类型	57
5.2	基本术语	58
5.3	函数经验模型	63
5.4	神经网络模型	64
5.5	定性模型	68
5.6	小结	71
5.7	辅助阅读	71
5.8	练习	71
第 6 章	实验和数据筛选	73
6.1	建模后的任务	73
6.2	模型拟合问题	73
6.3	获取稳态数据的实验	74
6.4	动态数据实验	76
6.5	数据筛选	79
6.6	小结	87
6.7	辅助阅读	87
6.8	练习	88
第 7 章	参数估计的原则	89
7.1	缺点	89
7.2	线性回归	90
7.3	评价拟合	92
7.4	非线性回归	95
7.5	对简单时间序列模型的拟合	96
7.6	时间序列分析	98
7.7	非线性动态估计	100
7.8	小结	101
7.9	辅助阅读	101
7.10	练习	101
第 8 章	模型的拟合和校验	103
8.1	总策略	103

8.2	废水处理中进行拟合的特殊性	105
8.3	废水特性	105
8.4	水力过程的拟合	106
8.5	氧转移过程的拟合	107
8.6	动力学参数的拟合	108
8.7	沉淀数据的拟合	109
8.8	沉淀通量曲线的拟合	110
8.9	小结	112
8.10	辅助阅读	112
8.11	练习	112
第9章	仿真器	114
9.1	谁需要仿真器	114
9.2	基本特征	115
9.3	模型	116
9.4	仿真器特征	119
9.5	仿真器的选择标准	126
9.6	通用仿真器	128
9.7	有特殊用途的仿真器	133
9.8	购买者须知	138
9.9	小结	139
9.10	辅助阅读	139
9.11	练习	139

第2部分 诊 断

第10章	诊断简介	141
10.1	问题的定义	141
10.2	探测	144
10.3	诊断的基本要素	149
10.4	结果分析和建议	150
10.5	所需信息	151
10.6	小结	154
10.7	辅助阅读	154
10.8	练习	155
第11章	质量管理	156
11.1	质量的定义	156
11.2	统计过程控制	158
11.3	统计过程控制的基本工具	162
11.4	统计过程控制的高级工具	167
11.5	小结	174
11.6	辅助阅读	174

11.7 练习	175
第 12 章 基于模型的诊断	176
12.1 简介	176
12.2 稳态模型	177
12.3 状态估计	177
12.4 回归参数估计	184
12.5 小结	188
12.6 辅助阅读	188
12.7 练习	189
第 13 章 基于知识的系统	190
13.1 原理	190
13.2 知识的表达	192
13.3 不确定性的表达	196
13.4 知识的获取	199
13.5 基于知识系统 (KBS) 的工具	200
13.6 小结	200
13.7 辅助阅读	201
13.8 练习	202

第 3 部分 控 制

第 14 章 目标和策略	203
14.1 问题的定义	203
14.2 目标	204
14.3 分等级的策略	206
14.4 单元操作的目标	207
14.5 处理厂运行目标	220
14.6 小结	224
14.7 辅助阅读	224
14.8 练习	225
第 15 章 干扰	226
15.1 干扰源	226
15.2 干扰的特征	227
15.3 干扰的建模	232
15.4 干扰的抑制	234
15.5 小结	237
15.6 辅助阅读	237
15.7 练习	237
第 16 章 操作变量	239
16.1 水力学变量	239
16.2 其他可操作变量	241

16.3	约束	243
16.4	可行性	244
16.5	小结	246
16.6	辅助阅读	246
16.7	练习	247
第 17 章	反馈控制	248
17.1	反馈控制环	248
17.2	反馈算法	251
17.3	控制调节	254
17.4	带选择器的控制器	256
17.5	带有动态变量的反馈控制环	257
17.6	串联反馈控制环	261
17.7	营养物质去除过程的控制	265
17.8	小结	267
17.9	辅助阅读	267
17.10	练习	267
第 18 章	基于模型的控制器	269
18.1	前馈补偿	269
18.2	预测控制器	272
18.3	通用模型控制器	274
18.4	状态反馈控制器	276
18.5	基于模型的 DO 控制	277
18.6	污泥总量控制	279
18.7	污染物去除的过程控制举例	283
18.8	模糊控制	286
18.9	基于模型的控制器设计	289
18.10	小结	290
18.11	辅助阅读	291
18.12	练习	291
第 19 章	序批式污水处理过程的控制	293
19.1	简介	293
19.2	应用	293
19.3	表达	294
19.4	操作顺序设计	300
19.5	SBR 的操作顺序	301
19.6	小结	304
19.7	辅助阅读	304
19.8	练习	304
第 20 章	实际污水处理厂的控制	305
20.1	优化	305

20.2	优化技术	311
20.3	实际污水处理厂的控制	315
20.4	小结	319
20.5	辅助阅读	319
20.6	练习	319
第 21 章	效益分析	321
21.1	系统过程	321
21.2	交流	321
21.3	可能的措施	323
21.4	基本例子的定义	324
21.5	效益评价	324
21.6	小结	328
21.7	辅助阅读	328
21.8	练习	328

第 4 部分 仪 器

第 22 章	初级传感器	330
22.1	简介	330
22.2	传感器特征	330
22.3	测量物理变量的传感器	332
22.4	废水的基本特征	333
22.5	小结	336
22.6	辅助阅读	336
22.7	练习	336
第 23 章	分析器	338
23.1	简介	338
23.2	采样系统	338
23.3	营养物检测传感器的设计	339
23.4	溶解氧的测量	340
23.5	酸度的测量	341
23.6	有机物浓度	343
23.7	营养物分析器	345
23.8	光学探头 (光学传感器)	347
23.9	呼吸仪	348
23.10	微生物特性的检测	349
23.11	小结	350
23.12	辅助阅读	350
23.13	练习	350
第 24 章	执行器和控制器	352
24.1	执行器	352

24.2	信号传递过程.....	357
24.3	基本控制仪器.....	360
24.4	显示和报表.....	363
24.5	系统信息通讯.....	365
24.6	小结.....	368
24.7	辅助阅读.....	368
24.8	练习.....	368

第5部分 展 望

第25章	展望	370
25.1	社会的需要和工业发展的趋势.....	370
25.2	SWOT 分析	371
25.3	管理政策.....	372
25.4	团队系统职责.....	373
25.5	ICA 系统	373
25.6	2025 年的城镇废水系统	374
25.7	研究和开发 (R & D)	374
25.8	系统的教育.....	375
25.9	小结.....	376
25.10	辅助阅读	376
附录	377	
附录 A	MATLAB 支持软件	377
附录 B	简单的有机碳去除模型	378
词汇表	381	
参考文献	386	

第 1 章 概 述

本章将向你介绍：本书的主旨，各部分包括的内容，以及使用它的一些建议。尽管是概述，我们也会照顾到读者的多样性。

1.1 本书简介

这是一本关于污水生物处理过程自动控制的书籍。首先必须弄清楚什么是控制。由图 1.1 可知，控制系统一般由四部分组成：被控过程、测量、决策、执行。

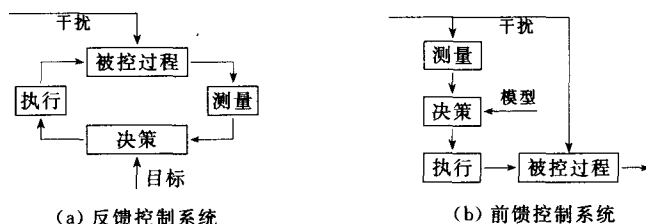


图 1.1 反馈和前馈控制系统的示意

一种极端的做法是：管理者凭“感觉”测量，“试探性”决策，靠“经验”来执行。另一种极端的做法是：使用相当高级的复杂的化学分析仪器进行测量，用基于模型的优化算法来决策，通过自动化仪器来执行，整个过程不需要人的参与。在这两种情形中，我们尽量摒弃来自周围环境的干扰，完成对过程的调控，争取达到预期目标。图 1.1(a) 所示为经典的“反馈控制系统”，通过对过程状态的测量，调整决策，使被控过程向其目标前进。

图 1.1(b) 所示为另一种经常使用的“前馈（补偿）控制系统”。即当能够测量干扰的时候，根据测量结果采取措施来补偿或抵消干扰带来的后果。需要建立描述干扰的数学模型，利用操作变量来完成执行。举例来说就是：当我们淋浴时，反馈控制相当于在感觉到温度变化之后再去调节水龙头；前馈控制相当于在听到马桶冲水的声音的同时就预先调节水龙头。当然在问题发生之前能够预见是最好的，但是这需要一个数学模型来告诉我们应该预先补偿多少。如果可能的话，可以经常使用前馈控制来完成快速预测，而反馈控制只用来补偿前馈控制补偿模型的不足，此时不用测量干扰。

本书将对这两种控制系统进行深入的讲解，并且介绍如何使用简单控制器、高级控制器和人的监督管理来完成执行的过程。

控制的关键是对被控过程的描述。这里的被控过程是污水生物处理过程。重点是应用活性污泥法净化生活污水的过程，该过程也经常被称作污染物的生物去除（Biological Nutrient Removal, BNR，译者注：在污水生物处理领域，BNR 有时指的是污水生物脱氮除磷），它也涉及到污水生物膜处理过程和污水厌氧处理过程的一些内容。虽然本书没有特别提到工业废水，但是这些基本原理都是可以应用到工业废水处理上的。

人们对不理解的过程基本上无法进行有效的控制，这就是为什么本书第 1 部分为“建模”的原因。第 2 部分是“诊断”，即开环控制，在控制环中有人的参与。这部分包括探测，探测被控过程中正在发生什么。诊断过程就是找出被控过程的干扰来源。对干扰有所了解，

操作者就可以通过各种措施来消除干扰带来的影响。第3部分是“控制”，亦可称为闭环控制，在控制环中没有人的参与。前面已经说过对无法测量的过程无法进行控制，因此，本书的第4部分就是“仪器”，在这部分介绍传感器技术以及测量原理。本书的最后一部分是“展望”，作者将自己的头放在砧板上，斗胆来预测无法预测的未来。

1974年在美国克莱姆森大学（Clemson University）召开了非常具有指导意义的“废水处理系统自动控制的研究需求”大会（Buhr等，1975）。此次会议聚集了美国污水处理界104名工程技术人员、承建商和学术人员，还有少数的海外学者。当时美国大多数污水处理厂已经开始考虑传感器、计算机、自动化和控制等问题，这次会议对前一阶段的工作进行了回顾，并对未来进行了展望。25年后的今天来回顾当时所作的展望，未免有些失望，因为很多工作仍未进行，需要我们继续努力。下面将讨论为什么污水生物处理过程的自动控制进展如此痛苦和缓慢，1974年这次会议所作的展望包括：

- 研发人员和工程人员之间的充分交流；
- 工艺现场培训；
- 研发简单有效的动力学模型；
- 模型确认技术；
- 控制策略的研发。

虽然这么多年来我们已经进行了许多工作，但是，现在这些仍然是亟需解决的问题。这也是为什么本人认为写这本书非常痛苦（夸张地说，有时是比较有趣的）的原因。因为污水处理过程的建模和控制的研发和应用刚刚开始，所以可将读者分为以下四部分。

(1) 污水处理和控制的专家 读者中的很少的一部分，如果你是，你可能不会买这本书，但是如果不买，你就不会知道这本书写的是什么。

(2) 控制专家而不是污水处理专家 你应该阅读本书的第一部分，关于污水处理过程的建模和例子。

(3) 对污水处理非常熟悉而对控制非常陌生的那些人 你可以阅读诊断、控制甚至传感器这几部分。

(4) 对污水处理和控制都非常陌生的人 阅读整本书。如果你是一名学生还要进行所有的练习。

所有人都可以阅读本书的最后一部分“展望”——开玩笑。如果在几年之内你重读此书，没准儿会觉得更有趣。

本书所有例题都是用MATLAB程序和函数来完成的。这些程序可以在MATLAB的完全版本和子版本上运行。这些都会增强你的学习能力，也会增加一点趣味。可以在程序中做一些不能在污水处理厂和实验室中实际操作的事情。这对过程的运行操作非常有帮助，尤其是MATLAB工具箱中的一些函数。当然MATLAB仿真工具箱也很有用，但是一定要小心使用。因此，你首先要仔细阅读本书，尤其是“模型拟合”这一章。一定要正确应用这些工具。在1.3节对本书各部分进行进一步地介绍。

1.2 本书的主旨

1.2.1 为什么要进行控制

“我们已经运行得很好了，为什么还要对污水处理厂进行控制？”污水从处理厂一端进入，从另一端流出，大部分污水在流出来的时候看起来已经很好了。至少，它比流入的时候

要好得多。但是这些都是表面现象。它到底好到什么程度？它会达到排放标准吗？你能调整你的运行费用吗？你的处理厂能够负担不可避免的日益上涨的负荷吗？在扩建之前，你的处理厂所能承担的最大负荷是多少？

排放标准会变得越来越严格。越来越多的迹象表明，今后很多国家的排放标准将是基于抽样调查而不是月平均检查。由于存在着一系列综合年排放限值，你就必须不断调整运行方式使处理厂达标和高效运行。不遵守要求就要付出昂贵的代价，尤其是当今在污水处理和政府调控干预日益独立的情况下。甚至周期性预算也越来越紧张，现在再也不那么容易拿到资金了。当你不得不为筹集资金而艰苦奋斗时，良好的公共形象或许可以帮助你从银行获得贷款。

高级控制不是你所有问题的答案，但是至少可以对你有所裨益。实际控制结果表明它至少可以从两方面甚至更多方面来提高过程品质。优良的控制可以节省 6% 的运行费用和缩短银行贷款的偿还周期（Marlin 等，1987）。

“高级控制虽然可以应用在炼油工业中，但是我的过程不同”，这是对控制工程师的最常见的抵触。奇怪的是，你可以从各行各业中听到类似的话，甚至炼油企业也会把这样的矛头指向其他产业。

活性污泥过程确实不同吗？与其他任何过程一样，答案是 NO 或 YES 吗？不，所有的过程都可以通过有效的控制而达到更好的效果。被控过程的信息、传感器技术、处理厂如何设计和建造，这一切导致了现今处理厂的运行现状。但是，有志者事竟成。事实上，废水处理过程确实具有一些独特的特征：

- 每日处理的废水量非常大；
- 与大多数工业过程相比每日水质水量的波动很大；
- 进水必须处理不存在将其返回供给者的情形；
- 污水中的污染物质的含量可以非常小，这对传感器也是一大挑战；
- 污水处理过程取决于微生物的生理功能，这是我们无法决定的；
- 将生物固体与出水有效分离，这也是一大挑战；
- 所得产品的市场价值非常非常的低。

当然其他过程也有其自身特征。对炼油工业而言，原油的组分相当复杂，有的含有致癌物质，有的还含有易燃和易爆物质。原油有的像臭水，有的在冷却时却像被锤打过一样坚硬。

实际上最主要的是不同工业对控制的态度和动机是非常不同的，当然态度取决于动机。我们对废水、食物、矿物质的态度和动机是非常不同的。到今天，人们才像 20 世纪 70 年代对待石油工业那样来对待废水、食物和矿物质，并且这些工业的发展一定比石油工业要快很多，当然这也少不了石油工业的贡献。在今后 10 年内，废水处理厂将与石油工业一样具有高级控制，并且由于污水处理具有以上的独特特征，污水处理过程甚至将具备更加复杂、更加高级的控制系统。

1.2.2 目标

IAWQ 污水处理 ICA（仪器、控制和自动化）工作小组（Olsson，1993）给出以下目标。

出水水质标准 与日俱增的公共意识将是最直接最有效的推动力。国家水质管理策略的形成将推动污水处理系统不断发展。在许多国家，对污染违规的处罚日益严格。因此必须保