

活性污泥模型应用指南

国际水协 (IWA) 良好建模实践工作组 (GMP)

[加] 莱弗·里格尔 [法] 西尔维·吉洛 [奥] 冈特·朗格格拉贝尔

[日] 大槻孝之 [美] 安德鲁·肖 [法] 伊姆雷·陶卡奇 编

[奥] 斯特凡·温克勒

施汉昌 胡志荣 杨殿海 操家顺 译

活性污泥模型应用指南

国际水协(IWA)良好建模实践工作组(GMP)

[加]莱弗·里格尔

[法]西尔维·吉洛

[奥]冈特·朗格格拉贝尔

[日]大槻孝之

编

[美]安德鲁·肖

[法]伊姆雷·陶卡奇

[奥]斯特凡·温克勒

施汉昌 胡志荣 杨殿海 操家顺 译

中国建筑工业出版社

著作权合同登记图字:01-2015-0279 号

图书在版编目(CIP)数据

活性污泥模型应用指南/国际水协(IWA)良好建模实践工作组(GMP)等编;施汉昌等译. —北京:中国建筑工业出版社, 2014. 12

(科学与技术报告 No. 22)

ISBN 978-7-112-17394-5

I. ①活… II. ①国…②施… III. ①活性污泥处理-化学动力学-指南 IV. ①X703-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 257580 号

Guidelines for Using Activated Sludge Models/Leiv Rieger, Sylvie Gillot and Gunter Lange-graber, ISBN 978-1843391746

Copyright©2013 IWA Publishing

This translation of *Guidelines for Using Activated Sludge Models*, which is part of the Scientific and Technical Report Series is published by arrangement with IWA Publishing of Alliance House, 12 Caxton Street, London, SW1H 0QS, UK, www.iwapublishing.com

Chinese Translation Copyright©2014 China Architecture & Building Press

Through Vantage Copyright Agency of China

All rights reserved.

本书经广西万达版权代理中心代理, IWA Publishing 正式授权中国建筑工业出版社独家翻译、出版

责任编辑:于莉 董苏华 施佳明

责任设计:董建平

责任校对:李美娜 张颖

科学与技术报告 No. 22

活性污泥模型应用指南

国际水协(IWA)良好建模实践工作组(GMP)

[加] 莱弗·里格尔

[法] 西尔维·吉洛

[奥] 冈特·朗格格拉贝尔

[日] 大槻孝之

[美] 安德鲁·肖

[法] 伊姆雷·陶卡奇

[奥] 斯特凡·温克勒

施汉昌 胡志荣 杨殿海 操家顺 译

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:15 字数:360千字

2015年1月第一版 2015年1月第一次印刷

定价:45.00元

ISBN 978-7-112-17394-5

(26174)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)



前 言

良好建模实践工作组 (GMP)

2004 年，国际水协 (IWA) 世界水大会在马拉喀什顺利召开。在这次大会上，一个新的专家研究组应运而生。这个新成立的专家研究组，以构建污水处理厂模型的应用指南为明确目标，主要由以下四个小组组成：①Hochschulgruppe Simulation (HSG)，由一群德国的博士研究生和研究员组成；②一些服务于水环境研究基金会 (WERF)，致力于“活性污泥反应模型中污水特性的研究方法”的模型构建工作者；③荷兰的水研究基金 (STOWA)；④来自比利时根特大学的生物数学研究组。

为了指导从业者更好地应用活性污泥模型，解决更多的实际应用问题，我们组建了一个小团队，专门负责收集活性污泥模型的相关知识和实际应用经验。该团队的每一个成员都具有丰富的国际建模经验，能有效地承担起这一重任。一开始团队成员包括 Stefan Winkler (奥地利)，ImreTakács (加拿大，后为法国国籍)，Paul Roeleveld (荷兰) 和 Sylvie Gillot (法国)，并且选举 LeivRieger (瑞士，后为加拿大国籍) 为主要负责人。之后，为了能更好地引入和借鉴国际经验，Takayuki Ohtsuki (日本) 也加入了这个团队，Günter Langergraber (奥地利) 则负责团队各项事务的协调工作。在 2006 年，由于时间问题，Paul Roeleveld 离开了团队，之后 Andrew Shaw (美国) 加入并承担其相应工作。

工作内容

MogensHenze 作为 ASM 课题专家组的组长，一直都很关心我们团队的工作，并且给予了我们很多实质性的建议。Mogens 觉得我们工作组的任务主旨和挑战不仅仅是单纯的编写指导方针、指南，更多的应该是致力于积极推动“模拟实践” (Good Modelling Practice)。我们采纳了这个建议，并且采取了一系列的方法用于征求世界各地模型用户的建议和经验。研究组为此重新组建或利用现有的团队 (例如：MEGA 和 HSG)，并且通过这些团队向社会发放调查问卷，采访一些杰出的建模工作者，如：Peter Dold, George Ekama, Willi Gujer, MogensHenze, Mark van Loosdrecht。此外，为了能更好地讨论各项工作，我们组织了大量有关活性污泥模型的专题讨论会，学术会议和讲座。例如，我们参与了废水处理模拟研讨会 (WWTmod) 的前期筹备工作。同样在构建 IWA Model Notation Sys-

tem (Corominas 等人, 2010) 的研究工作中, 我们研究组也发挥了重要的作用。该研究工作的详细内容请参照附录 D。

工作形式

为了解决“如何针对具体目标建立和校准模型”、“什么是校准时应该考虑的首要因素”这两个问题, 我们历经了无数个漫漫长夜激烈并且深入地讨论。这些讨论给了我们一个彼此了解, 互相学习的机会, 为北美和欧洲的建模工作者们架起了一座桥梁。

长时间的会议无疑是件绝对辛苦的工作, 却也是高效的, 良好的精神状态让我们朝着最终的目标大步迈进。当然美味的食物也是源动力之一, 无法忘记日本的生马肉和法国的牡蛎。每次长会议, 我们都会利用网站, 进行线上交流。网上的讨论话题往往围绕如何更高水平地应用活性污泥模型、设计和运营污水处理厂等。特别感谢这样的线上讨论, 感谢所有参与讨论的污水处理厂, 与你们的互动, 不仅仅给我们研究组带来了巨大的乐趣, 也解答了我们的很多问题。

科学和技术报告

最初, 我们希望能够给出一个简单易懂的指南来描述活性污泥模型。但是很快我们发现, 许多必要的信息我们是无法获得的, 并且一个简单的报告不能够反应所有的研究内容。我们犹豫再三, 也无法在一本参考书和一个简明的指南之间做出抉择。在 John Copp 先生和其他评审员的建议下, 我们把工作分成两个不同的部分: 第一部分是正式的指南, 第二部分是几个不同情况的工程实例。

另外, Mark van Loosdrecht 建议我们大胆假设废水处理模型中利用率、变量和参数的特殊值。我们采纳了 Mark 先生的建议, 在这篇报告中, 我们研究组经过多次研讨, 假设了利用率、变量和参数的初值, 之后依据反复实验后的结果修正这些假设初值。

2011 年春, 报告的第一版付梓, 这一版包含有附录和一些专业网站上的附加材料。考虑到这有可能是最终版, 我们邀请了 20 多位专家对报告进行审阅。非常感谢他们利用自己宝贵时间阅读我们初稿, 并给出重要的反馈信息。在他们的建议下, 我们决定完全重建 STR。

John Copp 博士作为编辑在后期工作中付出了巨大的努力, 他的悉心编排使得报告的内容组织更为合理, 增强了报告的可读性。研究组非常感谢 Copp 博士为此付出的时间和努力。

写在最后的话

在污水处理模型迅速发展的当今社会, 我们根本无法预料 10 年后这本书的价值。一段时间以后, 我们会建议对此书进行重新审核和认定。但是, 我们 GMP 课题组成员之间的友情永远都不会随着时间而褪色!

感谢您的阅读! 真心地希望这份报告能给你带来快乐!

快乐建模—

LeivRieger Takayuki Ohtsuki

Sylvie Gillot Andrew Shaw

Günter Langergraber Imre Takács

中文版前言

活性污泥系统的数学模拟已经在国际上得到了广泛应用，已成为污水处理工艺研究、设计、运行和技术人员培训中的常用工具。2004 年在摩洛哥举行的第四届 IWA 世界水大会上，来自世界各地的污水处理模拟工作研究团队相聚，并提出建立一套国际化的通用框架，以此来规范 ASM 类模型在实际中的应用。为此，国际水协（IWA）成立了 GMP（良好建模实践工作组），通过研究建立了一套简明扼要的导则，使建模和模拟直观化、系统化，并于 2013 年出版了《活性污泥模型应用指南》一书，为污水处理模型与模拟技术的推广应用做出了重要的贡献。

《活性污泥模型应用指南》主要介绍了污水处理生物反应动力学模型的发展历史、主要工程应用和未来的发展趋势；介绍了 GMP 统一指南的构成与使用方法；通过典型案例分析介绍了应用矩阵的用途以及使用中的常见问题。案例分析为特定目标下，所需数据的质量和数量以及校正/验证工作给出了示例。这些内容有助于对模拟结果的质量进行判断，能为模拟质量的评估提供方法，从而促进模型的正确使用。因此，《活性污泥模型应用指南》对于污水处理领域的工程技术人员和研究人员尤为有用。

近年来，我国的污水处理事业发展迅速，特别是由于对污水脱氮除磷的要求日益严格，迫切需要提高污水处理厂设计运行人员的技术水平。2013 年经由加拿大 EnviroSim Associates Ltd 公司的胡志荣博士介绍并与国际水协出版社（IWA publishing）协调，中国建筑工业出版社获得了翻译《活性污泥模型应用指南》和出版中文译本的授权。随后中国建筑工业出版社委托施汉昌教授和胡志荣博士组织工作组进行翻译，旨在为国内污水处理领域的学者、工程技术人员和在校研究生提供一本运用活性污泥模型与模拟的指导书。

《活性污泥模型应用指南》的中文译本由施汉昌负责统稿；施汉昌、胡志荣、杨殿海和操家顺负责对译文初稿进行了仔细的审阅和详细修改以及最后定稿。清华大学的郭泓利、张明凯、施慧明；同济大学的沈昌明、鲁骏、刘巍、沈翼军和河海大学的方芳、陈学

明、肖玉冰、鲍凡参加了部分初稿的翻译工作。在此对所有参加翻译工作人员的辛勤劳动表示衷心感谢。

施汉昌，清华大学

胡志荣，加拿大 EnviroSim Associates Ltd

杨殿海，同济大学

操家顺，河海大学

2014 年 8 月

致 谢

我们有太多的感谢要给予我们任务组成员所工作的机构。感谢他们在这项工作开展以来一直给予我们的关心和支持。

我们要给予 Hélène Hauduc 最诚挚的感谢。这位最敬业的博士研究生，奉献了无数的时间和精力来支持我们 GMP (Good Modelling Practice) 的工作。我们要感谢我们的两个赞助商：加拿大的海曼迪环境软件咨询顾问公司（詹姆斯南街 1 号，160 号，汉密尔顿，安大略省，加拿大，L8P4R5，www.hydromantis.com）和比利时的 MOSTforWATER 公司。很难想象如果没有这两个公司的支持，我们课题组不可能完成这项工作。

GMP 任务组的工作由国际水协（IWA）资助。GMP 任务组的成员衷心感谢我们在 IWA 总部的主要联系人李红女士和尊敬的 IWA 执行会长 Paul Reiter 先生。感谢 David Burns, Maggie Smith, Michelle Jones 和 Chloe Parker 在书籍出版过程中给予我们的众多指导。

感谢那些帮助我们组织了各种会议的组织和个人。在这里，我们要特别提及的是 Krishna Pagilla 教授。为了确保我们的工作顺利进行，Krishna Pagilla 教授曾经把我们邀请到他的家里。还有 Cemagref（现在的 Irstea）研究室至今依然保持着承办 3 次会议的纪录。

最后，让我们把诚挚的谢意送给为这本书投入了无数宝贵时间的评审专家，感谢他们辛勤细致的工作：

Youri Amerlinck 比利时 James Barnard 美国

Damian Batstone 澳大利亚 Evangelia Belia 加拿大

Marie Burbano 美国 Scott Bury 美国

John Copp 加拿大 Lluís Corominas 西班牙

George Ekama 南非 Güçlü Insel 土耳其

Bruce Johnson 美国 Dave Kinnear 美国

Henryk Melcer 美国 Eberhard Morgenroth 瑞士

Ingmar Nopens 比利时 Paul Roeleveld 荷兰

Oliver Schraa 加拿大 Kim Soerensen 法国

Ana-Julia Tijerina 美国 Peter Vanrolleghem 加拿大

GMP 任务组成员名单

Leiv Rieger (莱弗·里格尔, 组长)

EnviroSim 环境咨询公司 (2009~2012), 加拿大拉瓦尔大学 (2006~2009), 加拿大
蒙特利尔综合理工学校 (2005~2006), 加拿大
瑞士联邦水科学与技术研究所 (2004~2005), 瑞士

Sylvie Gillot (西尔维·吉洛)

Irstea (前 Cemagref 研究所), 法国

Günter Langergraber (冈特·朗格格拉贝尔)

维也纳天然物和应用生命科学大学 (BOKU), 奥地利

Takayuki Ohtsuki (大槻孝之)

栗田工业株式会社, 日本

Andrew Shaw (安德鲁·肖, 2006~2012)

博莱克·威奇, 美国

Imre Takács (伊姆雷·陶卡奇)

EnviroSim 环境咨询公司 (2004~2008), 加拿大

EnviroSim 环境咨询公司欧洲分公司 (2008~2010), 法国

Dynamita (2010~2012), 法国

Stefan Winkler (斯特凡·温克勒)

维也纳技术大学, 奥地利

Paul Roeleveld (2004~2006)

Grontmij 水和废物管理咨询公司, 荷兰

目 录

前言

中文版前言

致谢

第 1 章 概 述	1
1.1 STR 报告的必要性	1
1.2 STR 报告的范围	2
1.3 STR 报告的结构	2
1.4 模型的符号、术语、单位	3
1.5 推荐的阅读方法	4
第 2 章 活性污泥工艺模拟的现状	5
2.1 模型中所表达的实际	5
2.2 活性污泥工艺模型的发展史	7
2.3 活性污泥工艺模拟的应用实践	9
2.4 活性污泥工艺模拟的未来发展	11
第 3 章 现有指南	14
3.1 引言	14
3.2 已有指南	15
第 4 章 GMP 统一协议	19
4.1 统一协议的达成	19
4.2 GMP 统一协议——结构概述	20
第 5 章 统一协议的步骤	23
5.1 项目定义	23
5.2 数据采集和协调	26
5.3 建立污水处理厂模型	45
5.4 校准和验证	54
5.5 模拟和结果解释	60

第 6 章 GMP 应用矩阵	70
6.1 引言	70
6.2 应用举例	71
6.3 矩阵计分系统	73
6.4 应用矩阵	75
6.5 其他重要注意事项	76
6.6 基于应用矩阵的指南	77
第 7 章 GMP 统一协议的应用实例	83
7.1 概述	83
7.2 计算污泥产量	83
7.3 评估污水处理厂脱氮能力	88
7.4 特定污水处理厂员工培训模型的开发	94
7.5 用于 BEENYUP 污水处理厂升级设计的全流程模型	99
第 8 章 活性污泥模型在工业废水处理中的应用	105
8.1 引言	105
8.2 与统一协议步骤的联系	106
8.3 污水来源	107
8.4 进水组分	109
8.5 微生物组分的影响	116
8.6 运行条件的变化	118
8.7 工业应用中的实验方法	119
8.8 工业应用的误区和建议	119
第 9 章 常见问题	121
词汇表	124
附录 A 子模型说明	131
A. 1 水力和传质模型	131
A. 2 沉淀池模型	133
A. 3 生物动力学模型	134
A. 4 输入模型	134
A. 5 pH 值和碱度	139
A. 6 输出模型	139
A. 7 曝气模型	140
A. 8 磷的沉淀模型	142
附录 B 生物动力学模型表达—Gujer 矩阵	144
B. 1 介绍	144
B. 2 矩阵格式	144
附录 C 数值引擎—初学者的求解程序	150
C. 1 稳态求解器	150
C. 2 动态求解器	150

C.3	模拟速度与时间步长	151
C.4	代数求解器	151
C.5	优化器	151
附录 D1 污水处理模型的标准符号新框架		152
D1.1	引言	153
D1.2	通用框架	154
D1.3	状态变量	155
D1.4	模型参数	160
D1.5	动力学参数	163
D1.6	新框架的作用	165
D1.7	总结	166
D1.8	致谢	166
附录 D2 根据新符号分级实例		171
附录 E 一种系统化的模型验证方法—应用于七种已出版的活性污泥模型		173
E.1	引言	173
E.2	怎样追踪在模型开发和软件应用中的印刷错误及不一致性	174
E.3	常见出版错误	176
E.4	已出版模型的印刷错误、不一致性和差异性	177
E.5	总结	183
E.6	致谢	183
附录 F 活性污泥模型：实用数据库的开发与使用潜力		187
F.1	引言	188
F.2	结果	189
F.3	综合讨论	195
F.4	结论	196
F.5	致谢	196
附录 G 测量误差的典型来源		207
附录 H 不确定性的来源		210
H.1	定义	210
H.2	不确定性来源	210
附录 I 物料平衡		214
I.1	物料平衡类型	214
I.2	特定过程变量的应用	214
I.3	平衡期	215
I.4	污水处理厂物料平衡的不确定性	215
I.5	重叠物料平衡	215
I.6	注意事项及相关建议	217

第 1 章

概 述

1.1 STR 报告的必要性

活性污泥系统的数学模拟已经成为污水处理厂设计和运行，工艺工程师和运行人员培训中广泛接受的工具，同时在研究中也广泛使用。但是，只有在模型预测是可靠的时候，模拟结果在实际工程中才是有用的。

模拟研究所要求的详细内容和质量水平变化很大，取决于模拟的目标，项目可获得的资源和专长。不一致的方法和不完全的资料会使得模型的质量评价和模拟结果的比较非常困难。

由国际水协（IWA）“好的模拟实践（GMP）——活性污泥模型应用指南任务组（课题组）”寄出的一份调查问卷识别出了在促进活性污泥模型在实际工程的广泛应用中所遇到的主要障碍。这些结果如下所列（Hauduc 等人，2009，详情参见 GMP IWA WaterWiki 网站转载）：

（1）费用和时间。

（2）模型结构：

1) 缺少模型限制方面的信息。

2) 已有模型之间比较的需求。

3) 缺乏模型可靠性方面的信息。

4) 模型太复杂或者功能不足以满足一些具体目标。

（3）模型应用：

1) 现有的模型无法适应特定的目标或者运行条件。

2) 需要改善模型知识和经验的转让方式。

3) 需要改善软件功能。

（4）建模的方法：

1) 数据收集和协调：太耗时间，缺少一些专门测量（如污水特性）和数据协调的标准化方法。

2) 模型校准/验证：缺少建模的标准化方法。

任务组的工作是通过专家组、专题讨论会、问卷调查、建模课程和网络论坛讨论的方式获得这个领域已有的知识和经验。通过这些知识和经验的整合来克服这些障碍。所有这

些经验和知识都记录在这本国际水协（IWA）的科学技术报告中。

1.2 STR 报告的范围

这本科学技术报告（STR）是为从业者量身打造的。给出了模拟项目在计划和实施阶段的指南，也可以用作学习活性污泥模拟实际应用方面的入门书，对于没有模拟背景的工艺工程师应该对本书具有特别的兴趣。

这本科学技术报告（STR）提出了一个框架以解决常用的工艺模型的实际应用问题。如国际水协开发的活性污泥模型——ASM 系列模型（Henze 等人，2000），以及使用类似结构的其他模型，如：Barker & Dold 模型（Barker 和 Dold，1997）、ASM3+BioP 模型（Rieger 等人，2001）、ASM2d+TUD 模型（Meijer，2004）和 UCTPHO+ 模型（Hu 等人，2007）。

这个框架的目的是使建模对于从业者来说更加直截了当，更加系统化。此外，应用矩阵方法的提出将有助于定义模拟结果的质量水平。它不仅提供了一种质量评价的方法，也是一种帮助正确使用模型的手段。将不同的模型应用按目标进行识别和分类，同时考虑模拟结果所需质量标准为达到模拟研究的目标带来的相应投入。

这本科学技术报告（STR）描述了一个以目标为导向的 ASM 模型应用方法。这个方法通过一个简洁的模拟项目和一些典型案例介绍给读者。这些案例介绍了与所定义的目标相对应的模型校正和验证所要求的数据质量和数量以及所需的工作量。

1.3 STR 报告的结构

在第 1 章概述之后，全报告由以下几部分组成：

第 2 章活性污泥工艺模拟的现状：主要介绍污水生物处理反应模型的发展历史和至今模型的主要实际工程运用以及未来的发展趋势。

第 3 章现有指南：主要讨论现存的各种模拟指南。

第 4 章 GMP 统一协议：介绍 GMP 统一协议的由来和发展。

第 5 章统一协议的步骤：详细介绍了国际水协 GMP 统一协议的五个步骤以及实施一个模拟项目的方法。

第 6 章 GMP 应用矩阵：介绍矩阵的概念，通过 14 个典型案例的分析介绍应用矩阵的用途。

第 7 章 GMP 统一指南的应用实例：通过案例分析详解 GMP 统一指南的应用。

第 8 章活性污泥模型在工业废水中的应用：介绍模型在工业废水处理中的应用以及应用时所需进行的模型修改

第 9 章活性污泥模型使用中常见的问题。

词汇表提供了本书所使用的专业用语的定义。

参考文献包括了整个报告中所使用的文献。

页码索引帮助读者找到特定的题目。

附录中包含了一些附加的信息，主要包括任务组的某些工作文件，有关测量误差及不确定来源的列表。

附录 A 详细介绍了报告中提到的子模型。

附录 B 介绍了生物动力学模型的矩阵方法（Gujer 矩阵法）。

附录 C 给出了求解器设置的一些小技巧。

附录 D 给出了国际水协（IWA）的模型符号和参数符号的命名系统。

附录 E 给出了七篇已经出版的常用活性污泥模型验证方面的文章的复制件。

附录 F 给出了讨论模型参数的文章复制件。

附录 G 列出了测量误差的主要来源。

附录 H 列出了由国际水协 DOUT 任务组（课题组）识别出的不确定性来源。

附录 I 讨论了作为错误识别工具的质量平衡方法。

此外，已经建立了一个网站以提供一些附加的资料。这个网站提供的信息包括一组案例分析、关于 Gujer 矩阵的错误检查的电子表格和以电子表格形式列出的各种建模工具。网络的网址如下：

<http://www.iwawaterwiki.org/xwiki/bin/view/Articles/GuidelinesforUsingActivatedSludgeModels>.

1.4 模型的符号、术语、单位

本报告采用由 Corominas 等人（2010，见附录 D）新制定的“生物动力学模型”符号系统，这个符号系统运用了系统化的命名规则，克服了之前文献中常采用的符号系统的缺陷和不足。对于熟悉国际水协（IWA）活性污泥模型符号系统的读者可以使用 IWA WaterWiki 网站上的这些符号系统的对照表。同样也可以在这个网址上找到这个报告中讨论的已经出版的 7 个活性污泥法模型的修正模型的 Gujer 矩阵。

此外，本报告还采用了一种独立的测量变量符号系统来清楚地区分测量变量和模型变量。表 1-1 列出了具有全名和单位的测量变量以及用作测量变量和模型变量时不同的名字。这个报告中使用的单位格式以在实际报告中普遍使用的单位为准。

所选变量的命名规则

表 1-1

变量全名	单位	测量变量	模型变量
总 COD	mg COD/L	COD_{tot}	T_{COD}
不溶 COD	mg COD/L	COD_{nit}	SC_{COD}
可溶 COD（经絮凝和过滤后）	mg COD/L	COD_{sol}	S_{COD}
总氮	mg N/L	N_{tot}	T_N
凯氏氮	mg N/L	TKN	T_{KN}
氨氮	mg N/L	$NH_4-N=NH_4-N+NH_3-N$	S_{NH_4}
硝酸盐/亚硝酸盐氮	mg N/L	$NO_3-N=NO_2-N+NO_3-N$	S_{NO_3}
总磷	mg P/L	P_{tot}	T_P
磷酸盐	mg P/L	PO_4-P	S_{PO_4}

1.5 推荐的阅读方法

为了便于读者阅读本报告，特制定了以下表格（见表 1-2），供读者根据自己的兴趣选择相应的章节进行阅读，当然，我们希望读者能喜欢本报告的每一个部分。

选择性阅读的建议

表 1-2

第 1 章： 概述	第 2 章： 活性污 泥工艺 模型的 现状	第 3 章： 现有的 各种 GMP 指南	第 4 章： GMP 的统一 指南	第 5 章 5.1： 确定 目标	第 5 章 5.2： 数据收 集和确 认	第 5 章 5.3： 构建污 水厂模 型	第 5 章 5.4： 校准和 检验	第 5 章 5.5： 模拟及 结果解 释	第 6 章： GMP 应 用矩阵	第 7 章： 基于 GMP 同意协 议的案 例分析	第 8 章： ASMs 在工业 废水处 理中的 应用	第 9 章： 常见问 题解答	词 汇 表
专业人员：从事建模细节工作													
顾问 初级 中级 专家	× × ×	×	×	× × ×	× × ×	×	× × ×	×	×	×	○ ○ ○	×	×
研究员	×	×		×	×	×					○		
教师	×	×		×		×		×			○		×
软件 开发员	×	×	×	×		×	×	×			○		
专业人员：从事相关高级工作													
项目经理	×			×	×	×							
WWTP 员工 操作员 经理	× ×			○ ×	×	×					○		×
政府/EPA/监 管/管理机构	×		×	×	×						○		×

注：X：推荐阅读全章；○：有兴趣可阅读。

第 2 章

活性污泥工艺模拟的现状

本章提要

本章主要提供有关活性污泥模型实际应用方面的一个概览。在“模型中所表达的实际”部分介绍了主要的模型组分和结构的定义与理念。在“活性污泥模型的发展史”、“活性污泥模型的应用实践”和“活性污泥模型与模拟的未来发展”部分则着重介绍了活性污泥模型的发展过程、应用现状和未来的发展趋势。

2.1 模型中所表达的实际

模型是对一个实体、事件和过程简化的表达。通常，所选系统的一个行为特征或者几个关键特征被表达在模型中。数学模型通常尝试用数学方程来描述实际情景（通常这要在计算机上才能完成）。而仿真则是使用数学模型软件包（即仿真器或模拟器）描述情景的行为。

数学模型在使用前需要用一组或多组数据进行校准。理想的话，为了保证模型可以预测系统在不同情况下的行为或结果，随后还要进行模型的验证。数学模型可被应用于预测（预测未来结果）、诊断（理解机制和进程）、教学（专家与非专家的交流/培训工艺工程师和操作人员）。这些不同的用途如图 2-1 所示。

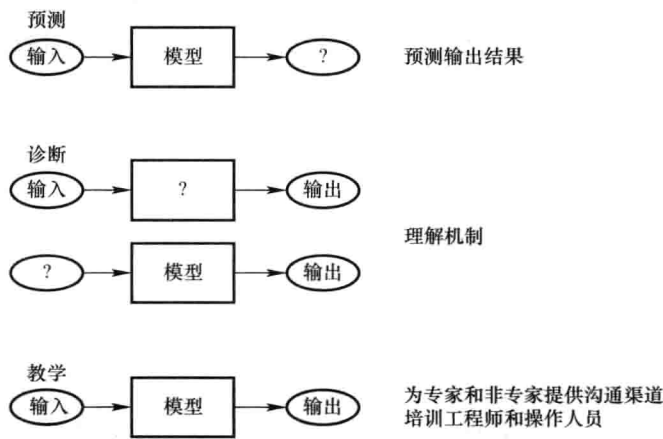


图 2-1 建模目的（摘自 Hug 等人，2009）