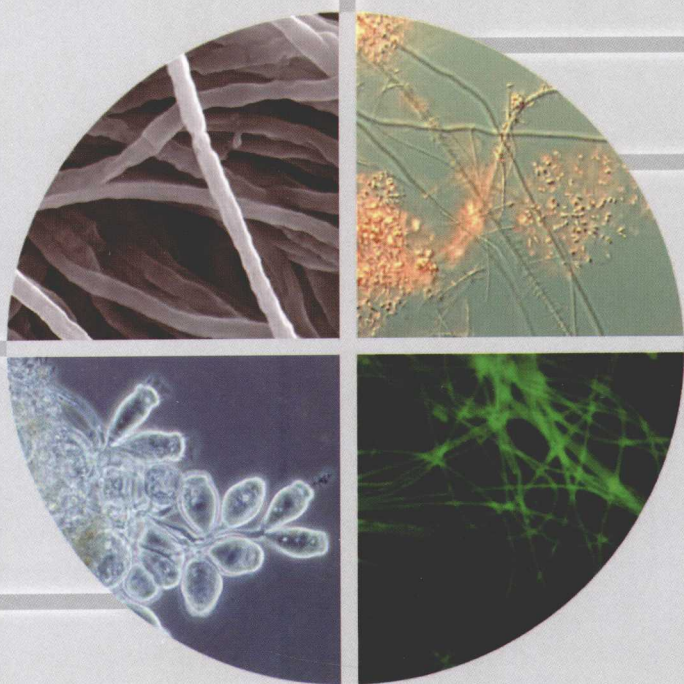




活性污泥膨胀 机理、成因及控制

彭永臻 郭建华/编 著



科学出版社

013025243

X703
175

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

活性污泥膨胀机理、成因及控制

彭永臻 郭建华 编著



科学出版社

北京



北航

C1632060

X703
175

内 容 简 介

本书是关于活性污泥膨胀的成因、机理、预防与控制研究方向的专著,由国内从事该领域研究近 20 年的专家撰写而成。全书共分 10 章,系统总结和归纳了国内外目前在污泥膨胀领域取得的研究成果和最新进展,在重点阐述丝状菌生理生态特性的基础上,详述污泥膨胀的成因和机理,客观评价和比较不同污泥膨胀的预防与控制方法,并提出针对不同污泥膨胀类型的不同控制方案。此外,还介绍专家系统和数学模型在污泥膨胀预防与控制中的应用。最后,为了给污泥膨胀研究领域的研究人员提供借鉴,本书还介绍了当前的研究热点,探讨了一些尚待解决的问题。

本书可供从事环境科学与工程、环境微生物学,特别是研究污水生物处理、污水处理厂优化运行与控制等方面的科研人员、高等院校师生阅读,也可作为污水处理厂运行管理人员、决策人员和工程设计人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

活性污泥膨胀机理、成因及控制/彭永臻,郭建华编著. —北京:科学出版社,2012. 12

ISBN 978-7-03-035139-5

I. ①活… II. ①彭… ②郭… III. ①活性污泥膨胀-研究 IV. ①X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 162775 号

责任编辑:朱 丽 杨新政 / 责任校对:张怡君
责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 12 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2012 年 12 月第一次印刷 印张: 23 3/4 插页: 4

字数: 462 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

目前,我国面临着水资源短缺、水生态破坏、水环境污染等问题,特别是含氮磷营养物的污水排放导致的水体富营养化,给人们的生活和生产造成了诸多不利影响和危害。为提高城市污水的处理率和改善城市水环境质量,我国投入了大量的资金解决水污染严重的问题。“十一五”期间,我国兴建了大批城市污水处理厂,全国污水处理率从2005年的52%已上升至2010年的75%以上。虽然城市污水处理厂的设施建设取得了突出的成绩,但城市污水处理行业,还存在一些亟待解决的问题,例如城市污水处理厂的高效稳定运行。

在我国大约有90%以上的城市污水处理厂和50%以上的工业废水处理站采用活性污泥法。对于采用活性污泥法的城市污水处理厂来说,其高效稳定运行首先离不开正常的泥水分离效果,而污泥膨胀是活性污泥法自问世以来在运行管理中,一直困扰人们的难题之一,不仅发生率高,而且普遍存在。据不完全统计,目前国内约三分之一的污水处理厂每年会遭遇污泥膨胀问题。污泥膨胀的出现会对污水处理厂的运行造成很大危害,被认为是活性污泥法的“癌症”,严重时会出现因污泥大量流失而导致整个污水处理厂运行崩溃的情况。因此,预防和控制污泥膨胀成了国内外研究的热点和难点问题。

迄今为止,国外对污泥膨胀的机理、控制与预防进行了大量深入的研究,研究主要集中在丝状菌的分离与鉴定上,目前已经鉴别出了存在于不同条件下的各种优势丝状菌,并对各种丝状菌形态和生理特性进行了大量研究,认识到了丝状菌在活性污泥絮体的组成、结构和形态上发挥了重要作用,提出了丝状菌增殖的理论解释,进行了大量关于污泥膨胀的控制与预防和数学模型的研究。由于活性污泥膨胀长期困扰污水处理厂的稳定运行,国内对此也投入了大量的研究,研究方向和国外的大致相同,多集中在污泥膨胀的机理以及如何控制与预防污泥膨胀等方面。本课题组在过去和现在进行的试验研究中,经常遇到丝状菌污泥膨胀问题,对此本课题组对污泥膨胀的成因、机理和控制条件进行了系统的研究,经多年积累对各种类型的污泥膨胀的成因、基本机理与控制方法等有较坚实的理论基础。及时总结现有的研究成果,更全面地挖掘污泥膨胀发生的原因,有利于预防和控制污泥膨胀。

本书除了总结和分析国内外对活性污泥膨胀问题在不同时期的研究结果之外,还在重点阐述丝状菌生理生态特性的基础上,详述污泥膨胀的成因和机理,客观评价不同污泥膨胀的预防与控制方法,并提出针对不同污泥膨胀类型的不同控

制方案。此外,还介绍专家系统在污泥膨胀预防与控制中的应用,并对解释污泥膨胀的数学模型进行汇总和归纳。最后,为了给从事相关方面研究的人员提供借鉴,本书还介绍当前的研究热点,探讨一些尚待解决的问题。

本书共 10 章,第 1 章简述活性污泥法中污泥膨胀的一些基础知识;第 2、3 章从微生物学的角度阐述活性污泥微生物的基本组成,以及常见的引发丝状菌污泥膨胀的丝状菌的形态特点、生理生态和分类鉴定的方法;第 4 章总结国内外现有的污泥膨胀的理论和学说;第 5、6 章系统分析可能引发污泥膨胀的因素,并探讨针对不同因素引发污泥膨胀的预防与控制措施;第 7 章介绍预防与控制污泥膨胀专家系统的开发过程和专家系统在污泥膨胀预防与控制中的作用和应用前景;第 8 章总结对比目前国内外公认的几个解释污泥膨胀的数学模型;第 9 章归纳世界各国预防和控制污泥膨胀的实践经验,包括不同国家污泥膨胀的成因、控制预防措施及所取得的效果;第 10 章总结截至发稿前国内外最新的污泥膨胀研究进展及研究热点,包括一些新技术在污泥膨胀控制中的应用。

彭永臻教授编写了本书的第 1、4、5、6 和 10 章,郭建华博士编写了第 2、3、6、7、8 和 9 章,四川大学的陈滢博士参与了第 1、4、5 和 6 章部分内容的编写,北京工业大学的杨雄、郑雅楠、黄慧珺和王中玮参与了本书的部分编辑校对与图表绘制工作,在此深表谢意。多年来,课题组的 10 余名博士和硕士研究生先后直接参与相关的试验研究工作,为本书的内容提供了大量素材,在此一并表示感谢。

本书得到了 2012 年度国家科学技术学术著作出版基金资助,本书内容涉及的研究工作得到了国家科技支撑计划、国家 863 计划、国家自然科学基金和北京市自然科学基金的支持,在此表示感谢。

本书的部分内容参考了国内外学者或者工程师的研究成果或者实际运行经验,在此向有关作者表示衷心感谢。由于作者水平有限,在诸多问题的研究和认识上尚欠深刻,书中难免有缺点和不妥之处,恳请读者批评指正。

作 者

2011 年 9 月

彩 图



图3-2(g)

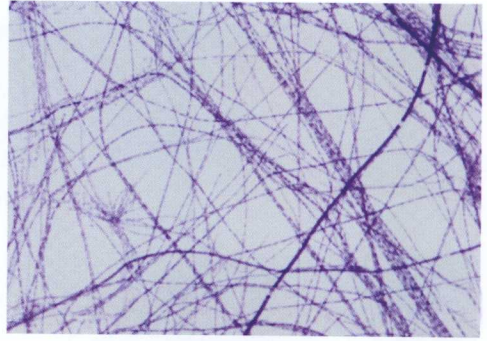


图3-2(h)

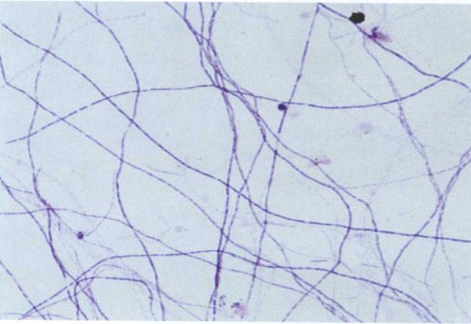


图3-10(a)

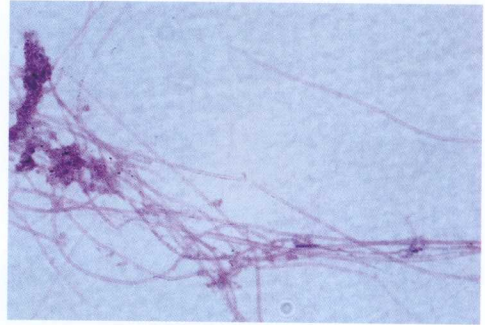


图3-10(b)



图3-10(c)

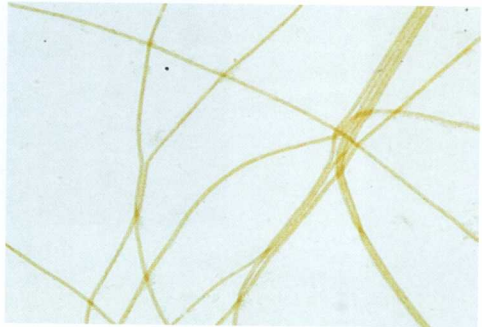


图3-10(d)

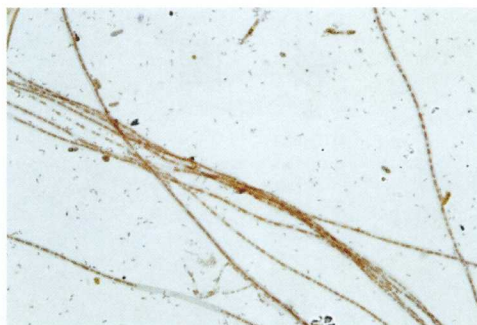


图3-10(e)



图3-14(a)

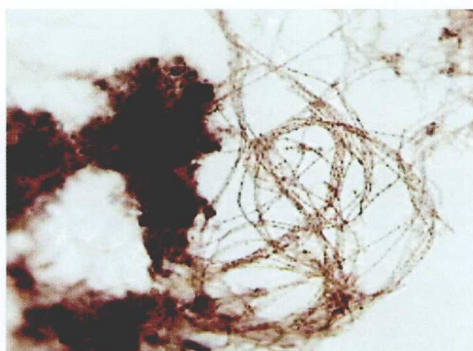


图3-14(b)

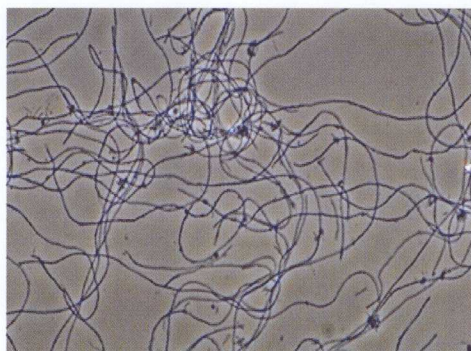


图3-14(c)

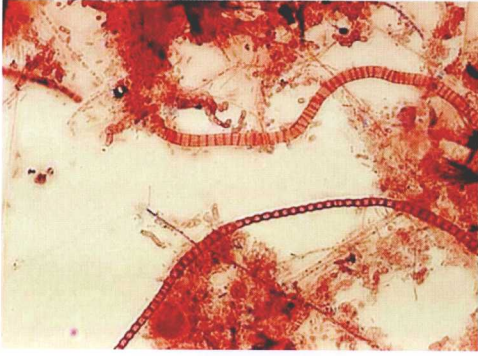


图3-15(a) 革兰氏染色

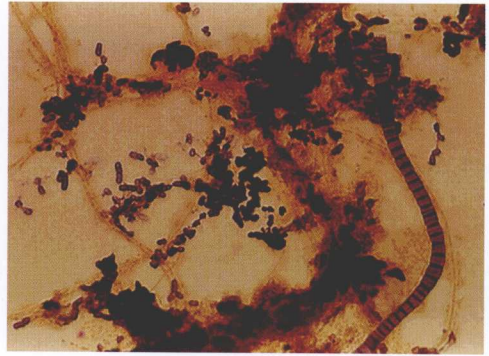


图3-15(b) 纳氏染色

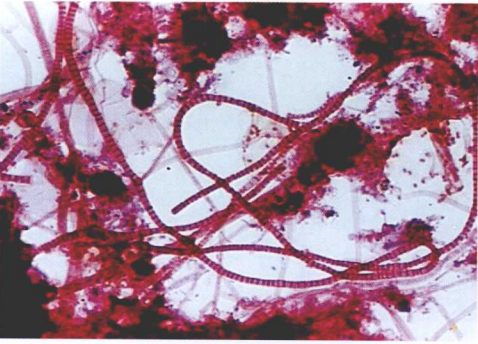


图3-16(a) 革兰氏染色

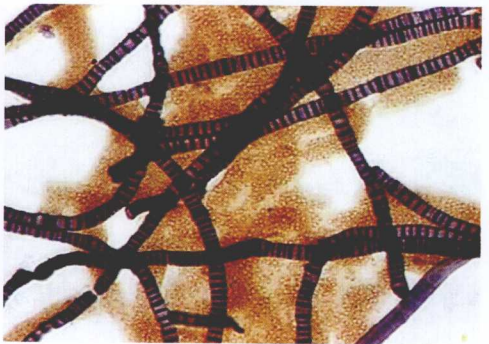


图3-16(b) 纳氏染色



图3-17(a) 普通镜检

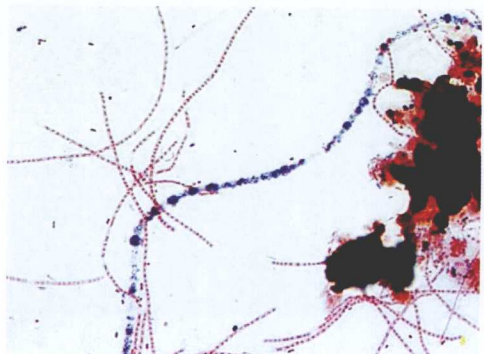


图3-17(b) 革兰氏染色

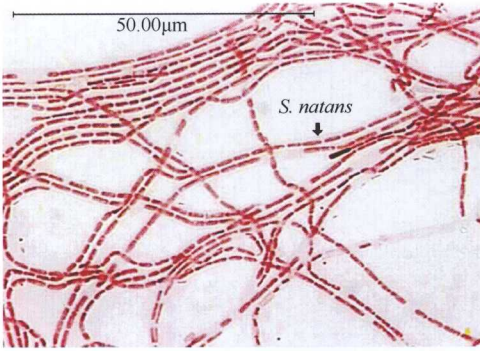


图3-18(a) 革兰氏染色

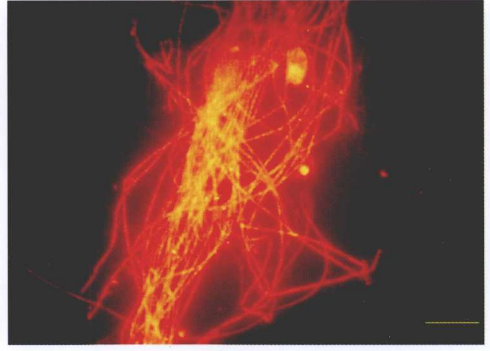


图3-18(b) FISH照片(Bar =20µm)

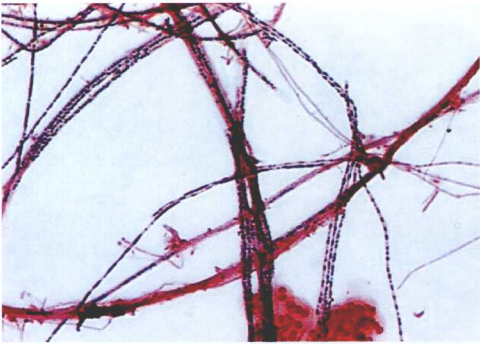


图3-19(a)

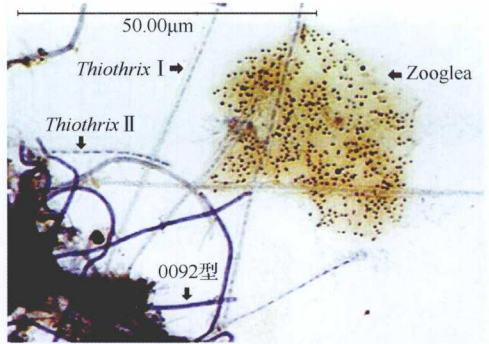


图3-19(b)

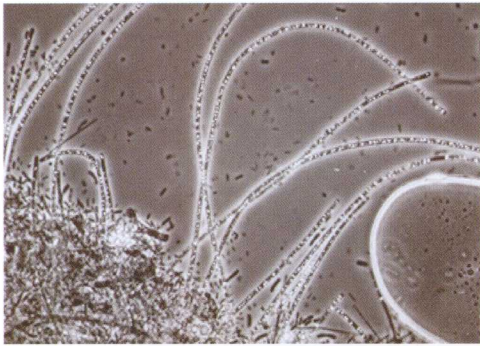


图3-19(c)

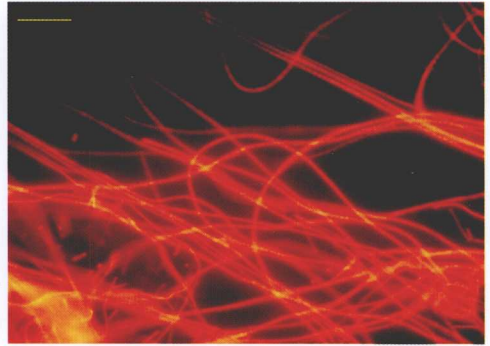


图3-19(d)



图3-20(a)

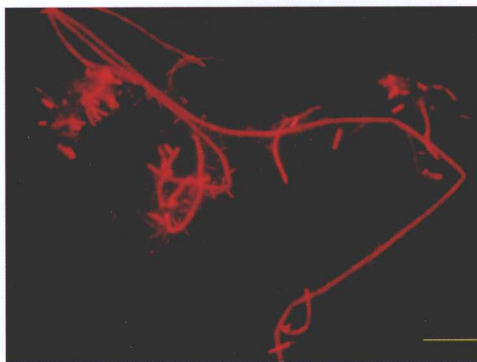


图3-20(b)

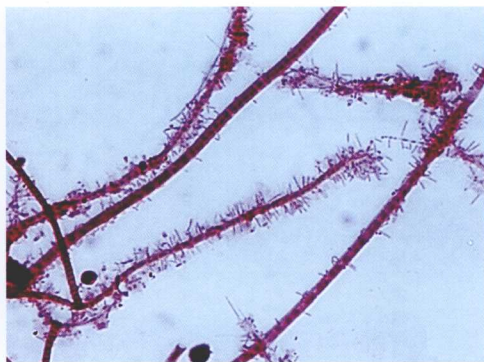


图3-20(c)

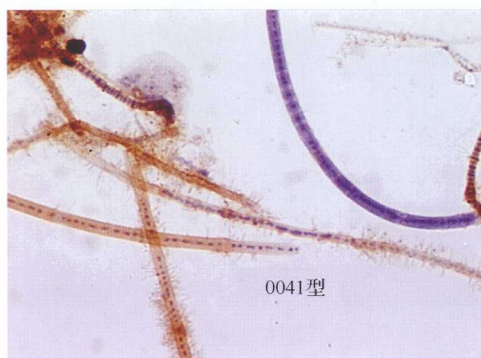


图3-20(d)

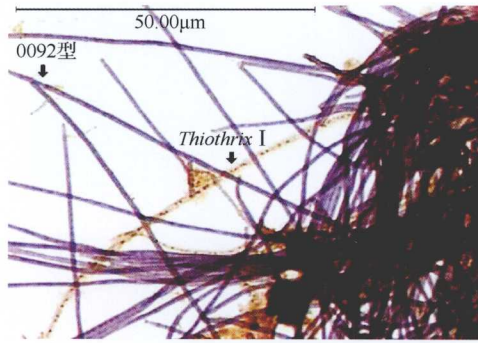


图3-21(a)

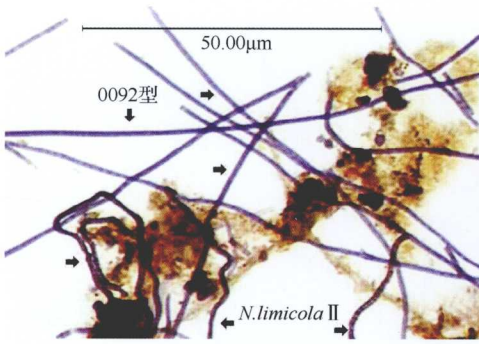


图3-21(b)

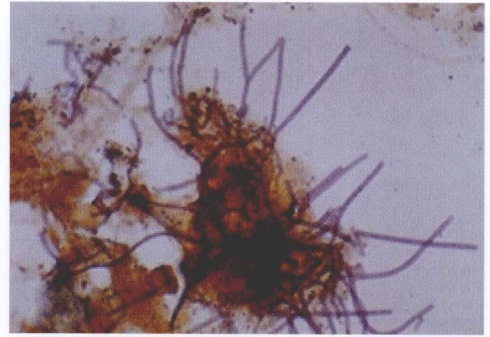


图3-21(c)

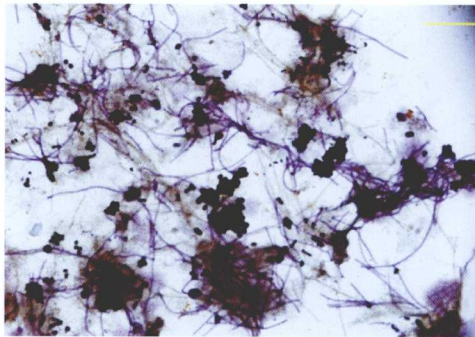


图3-21(d)

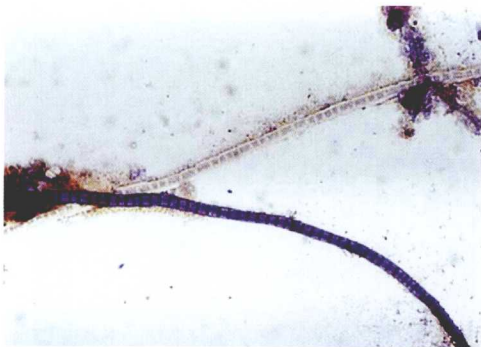


图3-22(a)

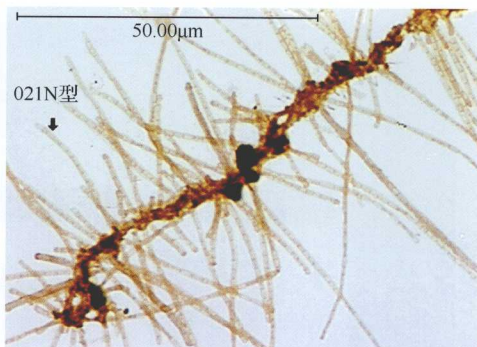


图3-22(b)

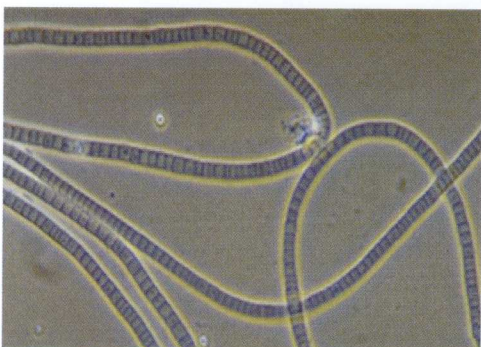


图3-22(c)

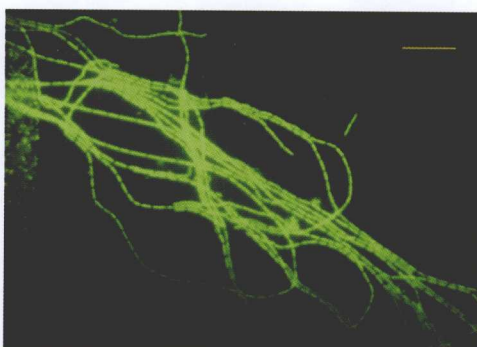


图3-22(d)

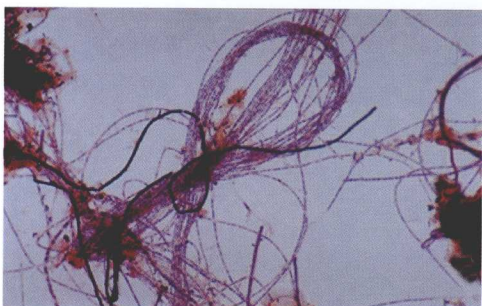


图3-27(b)

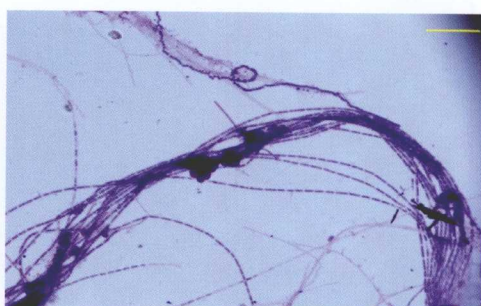


图3-27(c)

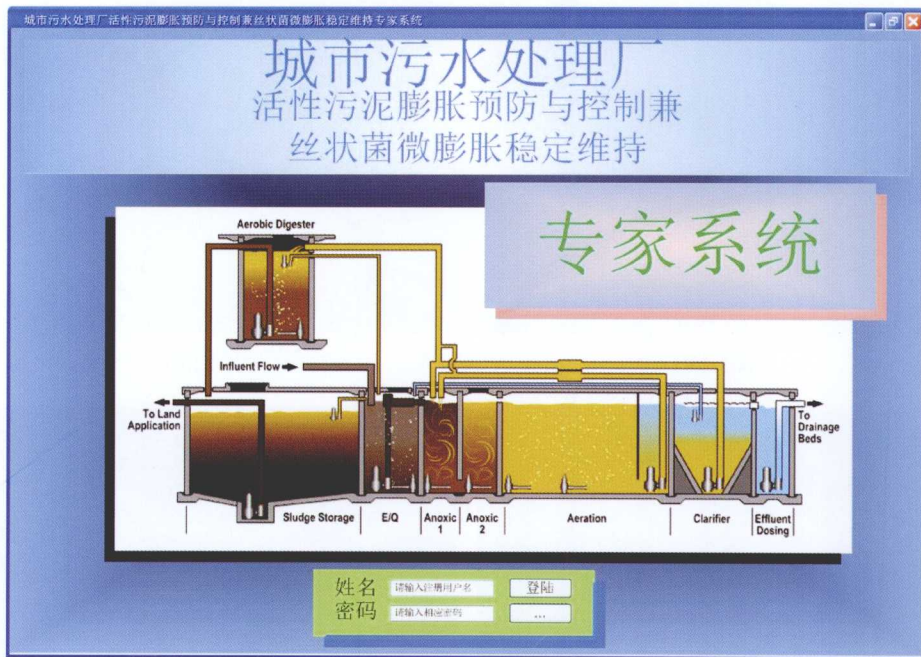


图7-9

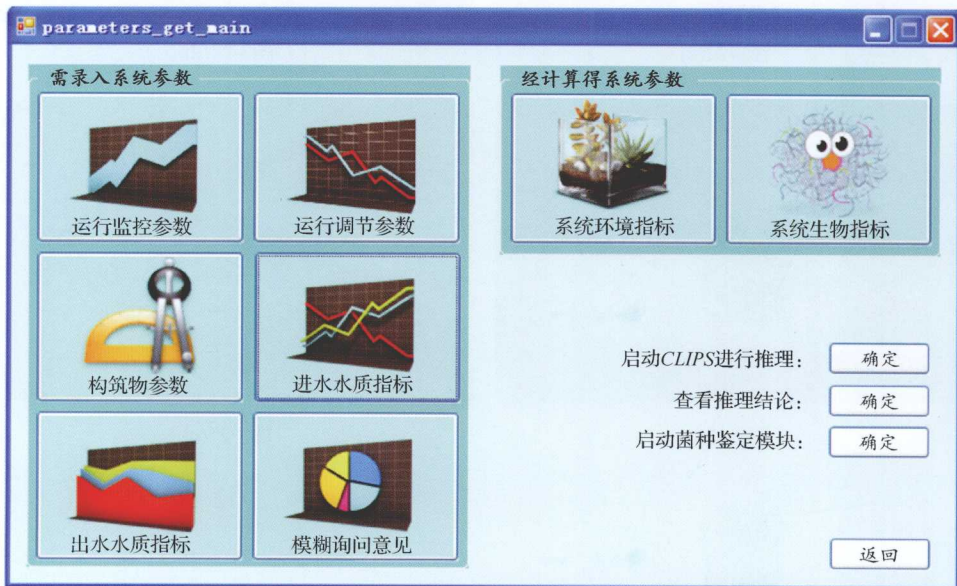


图7-10



目 录

前言

第 1 章 污泥膨胀的基本概念	1
1.1 活性污泥法	1
1.1.1 活性污泥法的起源	1
1.1.2 活性污泥法的应用	2
1.2 活性污泥的性质	3
1.2.1 活性污泥的组成和结构	3
1.2.2 活性污泥絮体的形成机理	6
1.2.3 活性污泥的特性	10
1.2.4 活性污泥的分类	13
1.3 污泥沉降性能指标	15
1.3.1 污泥沉降比	15
1.3.2 污泥容积指数	15
1.3.3 污泥成层沉降速度	18
1.3.4 丝状菌指数	19
1.3.5 丝状菌丰度	22
1.3.6 丝状菌长度	24
1.3.7 丝状菌数量	24
1.4 污泥膨胀及其危害	27
1.4.1 污泥膨胀的定义	27
1.4.2 污泥膨胀的范围	28
1.4.3 污泥膨胀的危害	31
1.5 污泥膨胀的分类	31
1.5.1 丝状菌污泥膨胀	32
1.5.2 非丝状菌污泥膨胀	33
1.6 泡沫问题	34
1.7 其他泥水分离问题	36
1.7.1 分散生长	36
1.7.2 针状污泥絮体	36
1.7.3 散落状絮凝物悬浮	36

主要参考文献	38
第 2 章 活性污泥法微生物学基础	40
2.1 菌胶团菌	41
2.2 生物脱氮系统中的常见细菌	42
2.2.1 硝化细菌	42
2.2.2 反硝化细菌	46
2.2.3 氨氧化菌和亚硝酸盐氧化菌的竞争	51
2.3 强化生物除磷系统(EBPR)中的常见细菌	56
2.3.1 聚磷菌	56
2.3.2 聚糖菌	60
2.3.3 聚磷菌和聚糖菌的竞争	62
2.3.4 反硝化聚磷菌和反硝化聚糖菌	66
2.4 常见的微型生物	67
2.4.1 原生动物	68
2.4.2 后生动物	76
2.4.3 活性污泥中微型生物的作用	78
主要参考文献	81
第 3 章 丝状菌形态学与生态生理学	85
3.1 丝状菌的形态特性	85
3.1.1 分支	85
3.1.2 运动性	85
3.1.3 丝状菌形态	86
3.1.4 位置	87
3.1.5 附着生长	87
3.1.6 衣鞘	87
3.1.7 隔膜	90
3.1.8 丝状菌宽度	90
3.1.9 丝状菌长度	90
3.1.10 细胞形状	91
3.1.11 细胞大小	91
3.1.12 积硫情况	92
3.1.13 储存颗粒	93
3.1.14 染色反应	93
3.1.15 其他观察	95
3.2 丝状菌分类与鉴别	95

3.2.1 基于形态学的丝状菌分类	95
3.2.2 Jenkins 分类法	113
3.2.3 Eikelboom 分类法	116
3.2.4 Wanner 分类法	120
3.2.5 基于微生物学的丝状菌分类	120
3.2.6 传统的鉴定方法	122
3.2.7 基于现代分子生物学手段的鉴定方法	124
3.3 丝状菌的生理生态学特性	129
3.3.1 变形菌门丝状菌的生态生理学	129
3.3.2 拟杆菌门丝状菌的生态生理学	135
3.3.3 绿弯菌门丝状菌的生态生理学	137
3.3.4 TM7 菌门丝状菌的生态生理学	139
3.3.5 厚壁菌门丝状菌的生态生理学	140
3.3.6 放线菌门丝状菌的生态生理学	141
3.3.7 浮霉菌门丝状菌的生态生理学	145
3.3.8 未被鉴定的丝状菌	145
3.4 不同生长环境与运行条件下的优势丝状菌	145
3.4.1 多功能基于溶解性底物的丝状菌	148
3.4.2 专门基于复杂型底物生长的丝状菌	148
3.4.3 多代谢功能的泡沫型丝状菌	149
3.4.4 发酵型底物丝状菌	149
3.4.5 不同类型污水处理厂中的优势丝状菌	149
主要参考文献	150
第 4 章 污泥膨胀理论与学说	160
4.1 扩散选择理论	160
4.2 动力学选择理论	161
4.3 储存选择理论	162
4.4 饥饿假说理论	163
4.5 一氧化氮理论	165
4.6 动力-扩散双选择理论	166
4.7 扩展的选择理论	168
主要参考文献	169
第 5 章 污泥膨胀的成因和主要影响因素	172
5.1 水质条件	172
5.1.1 有机物	172

5.1.2	氮和磷营养物质	173
5.1.3	硫化物	174
5.1.4	有毒物质	175
5.1.5	腐化和酸化废水	176
5.1.6	脂类	176
5.2	环境条件	176
5.2.1	温度	176
5.2.2	pH	177
5.2.3	溶解氧	178
5.3	运行条件与工况	179
5.3.1	污泥负荷	179
5.3.2	反应器类型及流态	180
5.3.3	进水方式	181
5.3.4	曝气方法	181
5.3.5	污泥龄的控制	181
	主要参考文献	182
第 6 章	污泥膨胀的预防与控制	184
6.1	生物选择器	184
6.1.1	生物选择器的分类	184
6.1.2	生物选择器的设计	186
6.1.3	生物选择器的应用	189
6.2	低负荷污泥膨胀的控制	190
6.2.1	推流式反应器	191
6.2.2	序批式反应器	191
6.2.3	改良 A/O 工艺中低负荷引起的丝状菌污泥膨胀及控制	193
6.2.4	SBR 工艺中低负荷对活性污泥沉降性能的影响	195
6.3	低溶解氧污泥膨胀的控制	196
6.3.1	控制污泥膨胀的最低 DO 值与 F/M 的关系	196
6.3.2	改良 A/O 工艺中低溶解氧引起的丝状菌污泥膨胀及控制	197
6.3.3	SBR 工艺中低溶解氧引起的污泥膨胀及控制	198
6.4	营养物缺乏型污泥膨胀的控制	199
6.4.1	营养物质的生理功能及来源	199
6.4.2	缺乏营养物质引起的丝状菌污泥膨胀的状况	199
6.4.3	缺乏营养物质引起的丝状菌污泥膨胀机理	200
6.4.4	缺乏营养物质引起的丝状菌污泥膨胀的试验研究状况	202