



新编

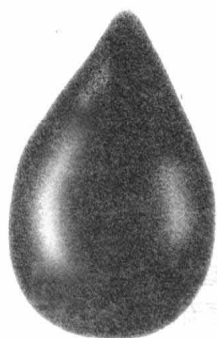
废水处理过程及设备

来关根 主编



浙江科学技术出版社

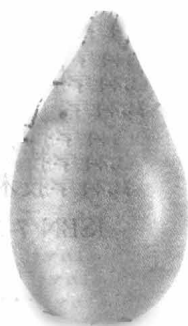
1007123



新编

废水处理过程及设备

来关根 主编
谭天恩 主审



浙江科学技术出版社

责任编辑:吕粹芳

封面设计:詹良善

新编废水处理过程及设备

来关根主编

谭天恩主审

*

浙江科学技术出版社出版

浙江印刷集团公司印刷

浙江省新华书店发行

开本:787×1092 1/32 印张:16.875 字数:377 000

2000年12月第1版

2000年12月第1次印刷

ISBN 7-5341-1397-0/X·2

定 价:28.00 元

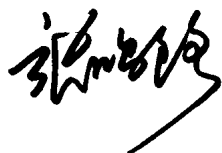
序

众所周知,水,既是包括人类在内的所有生命形式存在的载体——生物圈的基质、材料,又是生物圈的物质、能量转换、循环的载体、媒介。有无生物圈的水,没有无水的生物圈,因此,水是万物之源,同时,也是极其宝贵的自然资源。

随着经济和社会的发展,水的矛盾,特别是水环境污染的加剧,已成为制约我国可持续发展的一大因素。据不完全统计,目前,我国年排放废水达 $4 \times 10^{10} \text{m}^3$,其中,工业废水占 55 % 左右,生活废水占 45 % 左右,工业废水的处理率为 88 %,而生活废水的处理率只达 20 % 左右。大量未达标或未经处理的废水排入天然水体,使我国的江河湖泊和近岸海域大多受到了不同程度的污染,严重损害了经济社会可持续发展的环境和发展环境,成为环境保护工作的当务之急。

为了加快水污染治理步伐,必须要学习、研究和大力推广先进高效、节能低耗的废水治理新技术、新工艺和新设备。《新编废水处理过程及设备》一书,就是为此编写的。

本书内容新颖、分析严谨、实用性强、应用面广。全面系统地阐述了废水处理的六大类基本处理过程及设备,首次提出:“可以把任何一种废水处理工艺,看成是由若干基本处理过程和典型设备组合而成的”。只要熟悉了这些过程和设备,就易于了解任何一种废水的处理工艺;深入研究这些过程及设备,就可进一步提高废水处理效果,降低处理成本;对发展废水处理的新工艺和新设备,推动废水处理新学科的建立和发展,有着重要的现实意义。在此书即将出版之际,应作者之邀,写此短序,以表示对本书出版的支持与祝贺。



2000年6月于杭州



主 编 简 介

来关根，高级工程师，浙江省杭州市人。自1986年起，担任浙江省科委、轻工业部等重点科研项目负责人，已获得“科研成果奖”、“优秀论文（著作）奖”、“先进科技工作者奖”等各项奖励20多项，发表论文50余篇，编写、出版科技专著6本。获浙江省第一届青年科技奖。1998年入选浙江省跨世纪学术和技术带头人“151人才工程”。1999年经国务院批准享受国家政府特殊津贴。2000年入编《世界名人录》、《世界优秀专家人才名典》。

获奖成果：《氮杂环共缩聚氨基树脂皮革鞣剂的研制及应用》获1986年度浙江省科学技术进步奖；《混凝土高效能减水剂复合密胺树脂的研制及应用》获1989年度浙江省科学技术进步奖；《新型皮革填充树脂鞣剂——密胺芳香族磺酸盐的研制及应用》获1992年度浙江省科学技术进步奖；《白色软革新工艺研究》获1992年度轻工业部科学技术进步奖；《新型皮革填充剂密胺芳香族磺酸盐的研制及应用》获1992年度轻工业部科学技术进步奖。科研成果商品化并产业化后，产生显著的经济效益、社会效益和环境效益。《中国化工报》、《浙江日报》、《衢州日报》、《杭州日报》等先后报道。在全省科技大会上受到省长的表扬。

获奖论文：《异向流斜管沉淀池的设计和探讨》获1984年度浙江省化工学会优秀论文奖；《废水处理运行中COD升高问题的探讨》获1987年度浙江省自然科学优秀论文奖；《水溶性氨基树脂皮革鞣剂的研制及应用》获1989年度浙江省化工学会优秀论文奖；《TM-BMU型合成鞣剂鞣革机理的研究》获1992年度浙江省自然科学优秀论文奖；《CH-20高效减水剂及混凝土性能研究》获1995年度全国化学建材技术交流会优秀论文奖；《新型水性密胺系列砼高效能减水剂应用技术的研究》获1996年度中国化学建材委员会优秀论文奖；《密胺树脂在混凝土中的应用研究》获1997年度浙江省自然科学优秀论文奖；《新型高效能减水剂应用性能的研究》获1997年度美国CICSC优秀论文奖。《废水处理过程及设备》（浙江科学技术出版社出版，1986年第一版）获1988年度浙江省自然科学优秀论文（著作）奖及1999年度浙江省石化科技进步奖，并被中国科学技术协会选入《中国优秀科技书要览》。

前 言

环境科学是一门新兴的、综合性很强的边缘学科。它涉及面广,综合性强,体现了科学发展史上的一个新开端,成了当前科学技术重点研究的领域之一。

围绕着环境问题,出现了许多新学科,三废处理(即废水、废气与废渣处理)则是环境工程中的一个重要分支,其内容极为广泛。就废水处理而论,由于各行各业、各种各样的工业废水及生活污水的处理,方法多、种类繁,人们不易找到头绪,也很难在短期内掌握所有废水处理的全貌。如何对废水处理的现状进行系统地研究和分类,找出各种废水处理之间的内在联系与规律,促进废水处理学科的建设发展,以及科学技术的重大进步,是从事废水处理的科研人员及教学工作者迫切需要研究的课题。

通过对各种工业废水及生活污水的处理工艺和处理设备全面系统地分析研究,结果发现:任何一个工厂或车间的废水处理工艺,都是由一些应用较广而为数不多的若干基本处理过程所组成的。例如,在所有的废水处理工艺中,一般都要输送废水、混凝剂、助凝剂等液体物料,以及压缩空气等气体物料,而输送

设备则是泵和压缩机等。因此,输送这些相类似的流体,可看作一个基本单元过程。

按照上述分析,就可把各行各业种类繁多的废水处理工艺整理成为几个基本处理过程。同时,进一步研究发现,这些基本处理过程的原理有许多相同之处,所使用的设备可归纳为几种典型形式。换句话说,可以把任何一种废水处理工艺,看成是由若干基本处理过程和典型设备组合而成的。这样,只要我们熟悉了这些基本过程的原理和典型设备,就易于了解任何一种废水的处理工艺。

按照废水处理基本过程及设备的特点,我们将其分为以下6类:废水流体动力过程及设备;废水热量传递过程及设备;废水质量传递过程及设备;废水固-液分离过程及设备;废水化学处理过程及设备;废水生物降解过程及设备。

应该指出,上述的分类方法并非绝对的,一个过程常包含另一过程,某些设备也会随着使用目的的不同而产生不同的作用。其次,随着科学技术水平的日益提高,使许多典型过程及设备不断地推陈出新,但所遵循的仍然是流体力学、传热及传质学等学科的基本规律。

本书是在浙江科学技术出版社 1986 年出版的《废水处理过程及设备》的基础上修订扩容而成的。该书在 1986 年出版后,深受读者欢迎,首次发行量达 9 850 册,在当时我国环保类科技书的发行量中名列前茅。许多废水处理培训班都选用该书作为培训教材。许多厂矿企业学员边学边用,将学到的书本知识应用到本企业废水治理工作的实践中去,产生了显著的经济效益、社会效益与环境效益。为此,该书在 1988 年荣获浙江省自然科学优秀学术论著奖、1999 年荣获浙江省石化科学技术进步奖,并被中国科学技术协会列入《中国优秀科技书要览》。

该书的创新在于总结废水处理科学的内在规律,提出了“任何一种废水处理工艺,可以看成是由若干基本处理过程及设备组合而成的”学术理论。根据这一理论,可将各行各业、门类繁多的各种工业废水及生活污水的处理方法及设备,归纳总结成为六大类。这对于提高废水处理整体研究效益,推动废水处理新学科的建立和发展,促进环境科学与工程技术的进步,具有重要的意义。

参加本书编写的有(按姓氏笔划为序):冯亚光、朱良天、周慧、肖亚珍、高亮、谢先德、詹伯君等同志。由于本书涉及的知识面较广,而作者的学识水平有限,加之付稿时间仓促,书中定有许多疏漏甚至错误之处,敬请读者、专家批评指正,以期再版时进一步完善与提高。在本书编写过程中,我们参阅了大量的国内外文献资料,全面汇集了我国目前发布的全部水质标准及废水排放标准,在此谨向有关作者表示衷心的感谢。原全国化工原理教学指导委员会主任、浙江大学环境科学研究中心主任谭天恩教授主审了全书,并提出了许多宝贵的意见;浙江省环境保护局张鸿铭局长在百忙中为本书作序,谨此一并致以衷心感谢。

作 者

2000年6月于杭州

目 录

第一篇 废水流体动力过程及设备

第一章 流体力学基础.....	2
第一节 流体的静力学性质.....	2
(一) 流体静压强	2
(二) 流体密度	3
第二节 流体的动力学原理.....	4
(一) 流体的流量和流速	4
(二) 流体的粘度	6
(三) 流体流动的两种形态	7
(四) 流体流动时的压强	8
(五) 管路阻力	9
第二章 废水输送管路及设备	11
第一节 管路	11
(一) 管子.....	11
(二) 管子的选定.....	19
(三) 管子的连接.....	23
(四) 管件.....	24
(五) 阀门.....	28
(六) 法兰.....	33
(七) 垫片.....	34
(八) 紧固件.....	36

(九) 管路安装基本原则·····	37
第二节 离心泵·····	38
(一) 离心泵的构造及工作原理·····	38
(二) 离心泵的性能参数及选择方法·····	38
(三) 离心泵的安装及使用·····	41
(四) 离心泵常见故障及产生原因·····	42
第三节 常见类型泵·····	45
(一) IH 型泵·····	46
(二) IS 型泵·····	87
(三) AH、AHR 型泵·····	87
(四) HTB 型泵·····	88
(五) IHF 型泵·····	97
(六) F_V^P 、 $F_V^P Z$ 型泵·····	101
(七) FS 型泵·····	104
第四节 附属构筑物·····	106
(一) 检查井·····	106
(二) 水封井·····	108
(三) 跌水井·····	109
(四) 废水排出口·····	110
(五) 格栅·····	111
第三章 本篇设计计算应用实例·····	113
(一) 管径的计算·····	113
(二) 废水泵的选用·····	113
(三) 格栅的设计计算·····	116

第二篇 废水热量传递过程及设备

第四章 传热过程的基本原理·····	118
--------------------	-----

第一节 传导传热	119
第二节 对流传热	121
第三节 辐射传热	123
第五章 传热过程的典型设备	124
第一节 常见的换热设备	124
(一) 夹套式换热器	124
(二) 蛇管式换热器	125
(三) 套管式换热器	126
(四) 列管式换热器	127
(五) 列管式蒸发器	128
(六) 薄膜蒸发器	129
(七) 搅拌冷却结晶器	130
第二节 换热设备的工艺参数	130
(一) 热负荷与传热系数	131
(二) 传热平均温差	133
(三) 传热面积	135
第六章 本篇工艺计算应用实例	136
(一) 列管式换热器的设计计算	136
(二) 沉浸式蛇管换热器的工艺计算	147
(三) 套管式换热器的工艺计算	149

第三篇 废水质量传递过程及设备

第七章 传质过程的基本原理	153
第一节 相平衡和传质推动力	154
(一) 相平衡	154
(二) 传质推动力	155
第二节 传质速率	156

第八章 传质过程及典型设备	158
第一节 蒸汽蒸馏	158
第二节 吹脱	161
第三节 萃取	164
第四节 吸附	166
第五节 离子交换	168
第九章 本篇设计计算应用实例	172
(一) 蒸汽蒸馏法应用举例	172
(二) 吸附法应用举例	176
(三) 萃取法应用举例	177

第四篇 废水固—液分离过程及设备

第十章 固—液分离的基本原理	179
第一节 沉降规律	180
(一) 悬浮物在静水中的沉降规律	180
(二) 悬浮物在静水中的沉降曲线	180
(三) 理想沉淀池	182
第二节 气浮原理	185
第三节 过滤机理	187
(一) 原理概述	187
(二) 压头损失	188
(三) 过滤效率	188
(四) 过滤性指数	189
第十一章 固—液分离单元设备	191
第一节 沉淀分离设备	191
(一) 平流式沉淀池	191
(二) 圆形沉淀池	192

(三) 上流式沉淀池	193
(四) 平板脉冲沉淀池	193
(五) 斜管沉淀池	194
第二节 气浮分离设备	196
(一) 溶解空气气浮设备	196
(二) 机械分散空气气浮装置	199
(三) 化学气浮装置	202
(四) 离子浮选装置	203
第三节 过滤分离设备	203
(一) 滤池分类	203
(二) 几种滤池(机)简介	204
第十二章 本篇工艺设计应用实例	207
(一) 斜管式沉淀池设计计算	207
(二) 气浮分离设计计算	209
(三) 过滤过程设计计算	212

第五篇 废水化学处理过程及设备

第十三章 废水化学概论	217
第一节 常用废水化学名词概述	218
(一) 酸碱度	218
(二) pH 值	219
(三) 色泽和浊度	219
(四) 化学耗氧量	219
(五) 生物耗氧量	220
(六) 总有机碳	220
(七) 悬浮物和固体物	221
(八) 溶解物	221

(九) 温度	221
(十) 嗅味	221
(十一) 油类	222
(十二) 重金属及其化合物	222
(十三) 其他有毒、有害物质	222
第二节 水及废水化学特性	223
(一) 水的循环和污染	224
(二) 水的结构和特性	225
(三) 水化学方程组成	227
(四) 工业废水简述	228
第十四章 化学处理过程及典型设备	231
第一节 酸碱中和处理	231
第二节 化学混凝处理	239
(一) 混凝剂的种类	239
(二) 各类混凝剂的作用机理	240
(三) 影响混凝的主要因素	242
(四) 处理流程及设备	243
第三节 氧化还原处理	247
(一) 氧化还原反应	247
(二) 物质的氧化还原与电极电位	248
(三) 废水处理中常用的氧化剂和还原剂	250
(四) 常用的化学氧化还原处理方法	252
第四节 电解	265
(一) 电解氧化法	267
(二) 电解还原法	269
(三) 电解气浮和电解凝聚处理	271
(四) 电解槽结构简介	272

第十五章 本篇设计计算应用实例	276
(一) 酸碱中和法应用举例	276
(二) 化学混凝法应用举例	278
(三) 氧化法应用举例	282
(四) 还原法应用举例	284
(五) 电解法应用举例	285

第六篇 废水生物降解过程及设备

第十六章 生物降解的基本原理	286
第一节 微生物的基本知识	287
第二节 微生物的代谢作用	290
第三节 酶与酶反应	295
第十七章 生物降解过程及典型设备	302
第一节 活性污泥法	302
(一) 活性污泥净化废水过程	305
(二) 活性污泥法的流程	306
(三) 曝气池池型的选择	313
(四) 活性污泥法曝气池的设计	315
第二节 生物膜法	321
(一) 生物滤池	323
(二) 生物转盘	330
(三) 接触氧化法	336
第三节 厌氧生物处理	339
第十八章 本篇设计计算应用实例	347
(一) 活性污泥法的设计计算举例	347
(二) 生物膜法的设计计算举例	371
(三) 厌氧发酵法设计计算举例	381

附 录

一、国家水质标准及废水排放标准(节选)	390
(一) 水质量标准	390
1. 地面水环境质量标准(GB 3838-88)	390
2. 海水水质标准(GB 3097-82)	397
3. 渔业水质标准(GB 11607-89)	399
4. 景观娱乐用水水质标准(GB 12941-91)	405
5. 农田灌溉水质标准(GB 5084-92)	409
6. 地下水质量标准(GB/T14848-93)	415
(二) 废水排放标准	421
1. 污水综合排放标准(GB 8978-96)	421
2. 船舶污染物排放标准(GB 3552-83)	441
3. 船舶工业污染物排放标准(GB 4286-84)	442
4. 海洋石油开发工业含油污水排放标准 (GB 4914-85)	446
5. 航天推进剂水污染物排放标准(GB 14374-93)	447
6. 兵器工业水污染物排放标准 火炸药 (GB 14470.1-93)	450
7. 兵器工业水污染物排放标准 火工品 (GB 14470.2-93)	453
8. 兵器工业水污染物排放标准 弹药装药 (GB 14470.3-93)	457
9. 纺织染整工业水污染物排放标准(GB 4287-92)	460
10. 造纸工业水污染物排放标准(GB 3544-92)	463
11. 钢铁工业水污染物排放标准(GB 13456-92)	469