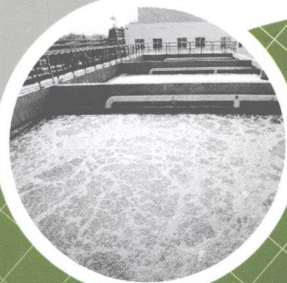
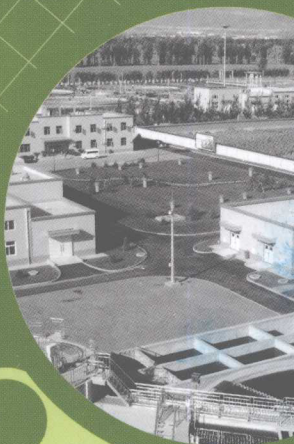


【净水厂、污水处理厂非常规处理技术与工程实例详解系列丛书】



污水处理厂深度处理 与再生利用技术

甘一萍 白宇 编著



中国建筑工业出版社

净水厂、污水处理厂非常规处理技术与工程实例详解系列丛书

污水处理厂深度处理与再生利用技术

甘一萍 白 宇 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

污水处理厂深度处理与再生利用技术/甘一萍等编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2010

(净水厂、污水处理厂非常规处理技术与工程实例详解系列丛书)

ISBN 978-7-112-11965-3

I. 污… II. 甘… III. ①污水处理②废水综合利用 IV. X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 054011 号

将污水进行再生并加以利用是解决我国水资源紧缺的重要途径。本书针对污水再生利用发展迅速并受到高度重视的现实情况,在开展大量科学研究并结合实际工程的基础上,讨论了污水再生利用的诸多问题。主要包括再生水水质特性及检测方法;再生水利用途径及研究分析;城市污水再生水相关标准解析;再生水处理工艺技术;再生水处理新技术;再生水的安全评价与风险分析;国内外再生水处理工程实例。

本书适合我国再生水处理及回用的工程技术人员作为参考书,也可供高等院校学生和 design、研究部门作为参考。

* * *

责任编辑:于莉

责任设计:张虹

责任校对:王雪竹

净水厂、污水处理厂非常规处理技术与工程实例详解系列丛书

污水处理厂深度处理与再生利用技术

甘一萍 白宇 编著

*

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

北京红光制版公司制版

世界知识印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:36 字数:876 千字

2010年7月第一版 2010年7月第一次印刷

定价:88.00 元

ISBN 978-7-112-11965-3

(19236)

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

水是人类赖以生存的宝贵资源，是社会可持续发展的重要因素。没有水，就没有生命的存在。同世界其他国家相比，我国属于贫水国家，水资源紧缺形势日益加剧。全国 660 多个城市中有 400 多个存在不同程度的缺水问题，其中有 136 个缺水情况严重，一些城市已经出现水资源危机。仅以北京为例，近 10 年来，北京地区连续干旱，年平均降水量仅为 450 毫米，相当于多年平均降水量的 77%，低于北京地区多年平均降水量 585 毫米，也低于全国其他主要城市年平均降水量。水资源问题已经成为制约我国经济快速发展的突出因素。

一般来说，城市可利用的水资源有地表水、地下水、雨水、远距离调水、海水（苦咸水）、再生水。同其他水源相比，再生水利用比远距离调水费用低，既节约了水资源也可以削减环境污染负荷，同时它还具有水源稳定、水质安全、供水系统可靠等特点。再生水根据用户需要可以利用在农业、工业、景观娱乐、城市杂用及地下回灌等方面。目前世界再生水利用率最高的国家是以色列，其回用率已经高达 78%。我国近几年也在逐年加快再生水利用的步伐。北京市为从根本上解决水环境问题，达到水的可持续利用，提出将北京市区全部污水再生处理后达到地表Ⅳ类水水质标准的水战略，彻底治理北京水污染，为北京提供稳定可靠的新水源。

再生水大范围推广使用，从技术、经济、安全性使用、标准建立等诸多方面有待于更多的尝试和研究。为了更好地解决再生水生产及利用工程中实际遇到的问题，本书在编写过程中注意理论联系实际，充分结合我国再生水发展的国情，并引用国内外大量实际工程案例进行详尽分析，使本书的内容适合不同层次的相关人员阅读；也有助于从事再生水利用工作的参考借鉴读者更好地去创造我国再生水回用的崭新局面。

本书由甘一萍、白宇编著。各章编著分工为：绪论甘一萍；第 1 章陈虎、念东；第 2 章赵颖、王佳伟、白宇、杨健、常江；第 3 章胡俊、白宇、陈虎；第 4 章白宇、卢长松、刘秀红、柏永生、高金华、许燕、李鑫玮、李魁晓、张静慧、卢爱国、刘金瀚、甘一萍、常江、胡俊、周军；第 5 章张辉、杨岸明、张道友、周军；第 6 章李魁晓、周军、陈虎；第 7 章杨岸明、王佳伟、刘秀红、常江、张道友；第 8 章王佳伟、李鑫玮、胡俊。

本书的编写过程中，要特别感谢北京城市排水集团有限责任公司的大力支持，感谢相关技术公司提供的技术资料，感谢所有参与工作的同事和朋友们。

编著者水平有限，书中缺点在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

绪论	1
0.1 城市污水再生和利用现状	1
0.1.1 中国的水资源状况	1
0.1.2 再生水回用的可行性	1
0.1.2.1 技术可行性	1
0.1.2.2 再生利用的可靠性	2
0.1.2.3 经济可行性	2
0.1.2.4 卫生安全性	2
0.1.2.5 环境可行性	3
0.1.3 国内外再生水的利用现状	3
0.2 再生水的回用途径和水质要求	5
0.2.1 城市河湖景观环境用水	5
0.2.2 城市绿化用水	6
0.2.3 工业用水	7
0.2.4 冲厕及道路浇洒	7
0.2.5 再生水标准的完善	8
0.3 再生水工艺技术的发展	8
0.3.1 再生水的典型处理工艺	9
0.3.2 对营养物的深度去除工艺	9
0.3.3 再生水的安全控制技术	10
第1章 再生水水质及检测方法	11
1.1 再生水水质	11
1.1.1 不同再生水生产工艺下的水质特性	11
1.1.1.1 常规混凝沉淀+臭氧工艺的再生水水质	11
1.1.1.2 超滤+臭氧工艺的再生水水质	12
1.1.1.3 MBR+臭氧工艺的再生水水质	13
1.1.1.4 双膜法(MBR+RO+臭氧)工艺的再生水水质	14
1.1.2 再生水中重点关注有机物	14
1.1.2.1 内分泌干扰物在再生水中的分布及含量水平	14
1.1.2.2 抗生素类物质在再生水中的分布及含量水平	15
1.1.2.3 个人护理品麝香类物质在再生水中的分布及含量水平	17
1.2 再生水水质检测方法	17
1.2.1 城市污水再生利用系列标准水质指标检测方法	17

1.2.1.1	回用于城市杂用水水质检测方法	18
1.2.1.2	回用于景观环境用水水质检测方法	18
1.2.1.3	回用于工业用水水质检测方法	22
1.2.1.4	回用于农田灌溉用水水质检测方法	23
1.2.1.5	回用于地下水回灌用水水质检测方法	25
1.2.2	未列入标准的常用指标	31
1.2.2.1	总有机碳	31
1.2.2.2	UV ₂₅₄	31
1.2.2.3	高锰酸盐指数	32
1.2.2.4	几种有机污染综合指标之间的关系	32
1.2.3	重点关注有机物检测技术	33
1.2.3.1	重点关注有机物介绍	33
1.2.3.2	重点关注有机物分析检测技术	35
1.2.3.3	重点关注有机物分析检测方法	38
第2章	再生水利用途径及研究	39
2.1	城市杂用	39
2.1.1	城市杂用的历史	40
2.1.2	再生水城市杂用的必要性	40
2.1.2.1	生活冲厕	41
2.1.2.2	城市洗车	41
2.1.2.3	道路冲洗及降尘	41
2.1.2.4	城市绿化	42
2.1.3	再生水回用于城市绿化	42
2.1.3.1	再生水中对植物有影响的物质	42
2.1.3.2	再生水浇灌对灌木植物生长影响	43
2.1.3.3	再生水浇灌对绿化植物的品质影响	44
2.1.3.4	再生水灌溉对绿地土壤的影响	45
2.1.3.5	再生水灌溉对地下水的影响	46
2.1.3.6	再生水灌溉关键水质指标	46
2.2	工业回用	50
2.2.1	再生水工业回用的历史	50
2.2.2	再生水回用于工业的必要性	52
2.2.2.1	钢铁冶金行业	52
2.2.2.2	石油化工业	52
2.2.2.3	造纸行业	54
2.2.2.4	热电行业	54
2.2.3	再生水工业回用的方式	55
2.2.4	再生水工业利用的示范工程	56
2.2.4.1	生产性试验的条件	57

2.2.4.2	石灰投药量对出水水质影响的研究	58
2.2.4.3	石灰法系统运行稳定性研究	64
2.2.4	小结	69
2.3	农业回用	70
2.3.1	再生水农业回用的历史	70
2.3.1.1	美国	70
2.3.1.2	日本	71
2.3.1.3	捷克	71
2.3.1.4	以色列	71
2.3.1.5	突尼斯	72
2.3.2	再生水农业回用的必要性	72
2.3.3	再生水农业回用的关键问题	73
2.3.3.1	环境安全性	73
2.3.3.2	食用安全性	73
2.3.4	农业回用水对于农作物的影响	74
2.3.4.1	再生水灌溉对作物生长与产量影响	75
2.3.4.2	再生水灌溉对作物品质的影响	77
2.3.4.3	再生水灌溉作物生理、生化指标的影响	78
2.3.4.4	再生水中微量元素在作物体内中吸收与迁移	79
2.3.5	再生水灌溉对农田土壤环境的影响	83
2.3.5.1	土壤微生物多样性	83
2.3.5.2	土壤常规养分和理化性	83
2.4	景观环境回用	84
2.4.1	再生水景观利用的历史	84
2.4.2	再生水景观利用的必要性	84
2.4.3	再生水景观利用维护方式	86
2.4.4	再生水景观利用的设计和运行	88
2.4.5	再生水景观利用示范工程	89
2.4.5.1	示范工程背景介绍	89
2.4.5.2	示范工程效果	90
2.4.5.3	再生水景观湖藻类特征	91
2.4.5.4	影响再生水景观水体爆发的因素	92
2.4.5.5	再生水景观湖水力循环及水生植物的作用	107
2.5	再生水地下回灌	111
2.5.1	地下回灌的必要性	111
2.5.2	国内外再生水地下回灌发展历史及研究应用情况	112
2.5.3	地下水回灌方式	119
2.5.4	地下水回灌工程设计和运行	120
2.5.4.1	土壤地质条件勘察	120

2.5.4.2	室内实验模拟	121
2.5.4.3	预处理工艺设计	121
2.5.4.4	回灌工程设计	122
2.5.4.5	地下水回灌运行	123
2.5.4.6	地下水回灌监测	125
2.5.4.7	地下水回灌数值模拟	126
2.5.5	高碑店再生水地下回灌示范工程介绍	127
2.5.5.1	土壤岩性特征	127
2.5.5.2	水文地质特征	129
2.5.5.3	快速渗滤取水工程	133
2.5.6	再生水地下回灌水质分析	134
2.5.7	再生水地下回灌数值模拟	141
2.5.7.1	水文地质条件	143
2.5.7.2	污染物风险评价	145
2.5.7.3	小结	146
2.5.8	结论	147
第3章	再生水利用相关标准解析	148
3.1	景观回用水质标准解析	148
3.1.1	国外的再生水景观回用标准	148
3.1.2	国内的再生水景观回用标准	150
3.1.3	标准解析	154
3.1.4	标准建议	155
3.2	市政杂用	157
3.2.1	国外的再生水杂用水质标准	157
3.2.2	国内再生水杂用标准	160
3.2.3	国内外再生水杂用标准解析	163
3.2.4	标准完善建议	163
3.3	再生水回用于工业水质标准解析	167
3.3.1	再生水回用于工业相关标准	167
3.3.1.1	国外相关标准	167
3.3.1.2	国内相关标准	169
3.3.1.3	再生水回用于工业用水国家标准	170
3.3.2	工业用水国家标准解析	171
3.3.2.1	水质指标的选取原则	171
3.3.2.2	水质指标的取值	172
3.3.3	目前国家标准存在的局限及需注意问题	173
3.3.3.1	存在问题	173
3.3.3.2	执行中应注意事项	173
3.4	再生水用于农业灌溉水质标准解析	174

3.4.1	再生水回用于农业灌溉相关标准	174
3.4.1.1	国外相关标准	174
3.4.1.2	国内相关标准	177
3.4.1.3	国家标准	178
3.4.2	再生水回用于农业灌溉水质国家标准解析	179
3.4.2.1	城市再生水水质基本控制项目的确定	179
3.4.2.2	常规指标取值	180
3.4.2.3	痕量有害物质控制指标的取值依据 (Hg、Cd、As、Cr、Pb 等)	181
3.4.2.4	卫生学指标的取值依据 (粪大肠菌群数和蛔虫卵 2 项)	181
3.4.2.5	选择性控制项目的取值依据	181
3.4.2.6	灌溉水中有机痕量污染物的最大限值	181
3.4.3	目前国家标准存在的局限及应注意事项	181
3.4.3.1	存在问题	181
3.4.3.2	注意事项	182
3.5	地下回灌	182
3.5.1	国外地下水回灌水质标准	183
3.5.2	国内地下水回灌水质标准	191
3.5.3	国内外的地下水回灌水质标准解析	193
3.5.4	地下水回灌标准建议	195
第 4 章	再生水处理工艺技术	196
4.1	再生水工艺发展历史	196
4.2	再生水工艺分类	197
4.3	混凝沉淀工艺	198
4.3.1	工艺发展沿革	198
4.3.2	工艺机理	199
4.3.2.1	混凝机理	199
4.3.2.2	沉淀机理	204
4.3.2.3	澄清原理	204
4.3.3	工艺影响因素	207
4.3.3.1	水温	207
4.3.3.2	pH 值	208
4.3.3.3	碱度	208
4.3.3.4	水中悬浮物浓度	208
4.3.3.5	水力条件	208
4.3.4	混凝沉淀工艺分类及特点	209
4.3.4.1	普通混凝沉淀	209
4.3.4.2	石灰工艺	209
4.3.4.3	Actiflo™工艺	210
4.3.5	典型混凝沉淀工艺	211

4.3.5.1	混凝工艺分析与设计	212
4.3.5.2	澄清池工艺分析与设计	216
4.3.5.3	沉淀池工艺分析与设计	218
4.3.5.4	工艺运行与管理	223
4.3.6	石灰混凝沉淀工艺	223
4.3.6.1	工艺发展沿革及概况	223
4.3.6.2	工艺机理	225
4.3.6.3	工艺影响因素分析	226
4.3.6.4	工艺设计及运行管理	232
4.4	生物滤池工艺	234
4.4.1	曝气生物滤池	234
4.4.1.1	曝气生物滤池工艺原理及流程	234
4.4.1.2	曝气生物滤池工艺影响因素	235
4.4.1.3	曝气生物滤池工艺的设计、运行与控制	250
4.4.1.4	曝气生物滤池在再生水生产中需要注意的问题	253
4.4.2	反硝化生物滤池工艺	254
4.4.2.1	反硝化生物滤池工作原理	255
4.4.2.2	反硝化生物滤池稳定运行影响因素	260
4.4.2.3	新型反硝化生物滤池	266
4.4.2.4	反硝化生物滤池的设计、运行与控制	271
4.4.3	上向流连续脱氮过滤器	275
4.4.3.1	结构及原理	275
4.4.3.2	影响因素	277
4.5	物理过滤技术	279
4.5.1	深床过滤	279
4.5.1.1	深床过滤理论及发展	279
4.5.1.2	分类及性能	287
4.5.1.3	普通快滤池	292
4.5.1.4	V型滤池	296
4.5.2	转盘过滤	300
4.5.2.1	发展历程	300
4.5.2.2	转盘过滤工艺机理及工艺介绍	300
4.5.2.3	转盘过滤工艺参数	301
4.5.2.4	转盘过滤应用介绍	302
4.5.3	滤布滤池	303
4.5.3.1	发展历程	303
4.5.3.2	滤布滤池工艺介绍	304
4.5.3.3	滤布滤池应用介绍	307
4.5.4	盘片过滤	309

4.5.4.1	盘片过滤器结构	309
4.5.4.2	工艺机理	310
4.5.4.3	工艺特点	310
4.5.4.4	盘片过滤应用介绍	310
4.6	膜处理技术	310
4.6.1	膜分离技术概述	310
4.6.1.1	膜分离技术简介	310
4.6.1.2	膜分离技术优点	311
4.6.1.3	膜分离技术发展史及现状	311
4.6.1.4	膜分离技术在再生水回用领域的发展应用	312
4.6.1.5	膜分离技术的种类	313
4.6.1.6	膜分类	313
4.6.1.7	膜组件	314
4.6.1.8	市政污水再生处理领域膜生产供应商	315
4.6.2	微滤膜和超滤膜工艺	315
4.6.2.1	微滤和超滤技术历史、发展及现状	315
4.6.2.2	微滤膜和超滤膜的工艺原理	316
4.6.2.3	微滤膜和超滤膜工艺设计及计算	317
4.6.2.4	微滤膜和超滤膜工艺实验及生产运行	319
4.6.2.5	微滤和超滤工艺运行和维护	325
4.6.2.6	微滤/超滤膜作为反渗透预处理工艺	328
4.6.3	反渗透	328
4.6.3.1	反渗透技术的历史、发展及现状	328
4.6.3.2	反渗透工艺原理	329
4.6.3.3	反渗透工艺设计、计算	329
4.6.3.4	反渗透工艺实验及生产运行	332
4.6.3.5	反渗透膜工艺运行和维护	335
4.6.4	纳滤	337
4.6.4.1	纳滤技术的历史、发展及现状	337
4.6.4.2	纳滤工艺机理	337
4.6.4.3	纳滤工艺设计和计算	341
4.6.4.4	纳滤工艺试验及生产运行	342
4.6.5	膜生物反应器工艺	343
4.6.5.1	工艺历史发展	343
4.6.5.2	MBR 工艺的组成及特点	348
4.6.5.3	MBR 膜组件	351
4.6.5.4	MBR 工艺原理	354
4.6.5.5	浓差极化现象和膜污染	355
4.6.5.6	MBR 中试试验研究	361

4.7	臭氧氧化技术	376
4.7.1	概述	376
4.7.1.1	臭氧的基本性质	376
4.7.1.2	臭氧的毒性和腐蚀性	379
4.7.2	臭氧氧化技术在再生水处理中的应用	379
4.7.2.1	臭氧消毒	380
4.7.2.2	臭氧直接氧化污染物	384
4.7.2.3	臭氧化组合工艺	386
4.7.2.4	臭氧化副产物	389
4.7.3	臭氧制备及氧化反应器	390
4.7.3.1	臭氧发生器	390
4.7.3.2	臭氧反应器	392
4.8	消毒技术	393
4.8.1	再生水消毒的指标及标准	393
4.8.2	常用的再生水消毒技术	394
4.8.2.1	液氯消毒	394
4.8.2.2	次氯酸钠消毒	396
4.8.2.3	二氧化氯消毒	396
4.8.2.4	其他药剂消毒	397
4.8.2.5	臭氧消毒	397
4.8.2.6	紫外消毒	398
4.8.3	消毒方式的联合应用	398
第5章	再生水处理新技术	403
5.1	磁分离技术	403
5.1.1	发展历程	403
5.1.2	技术原理	405
5.1.3	磁分离设备	405
5.1.3.1	高梯度磁分离设备 (HGMS)	405
5.1.3.2	磁盘分离器	407
5.1.3.3	磁絮凝器	408
5.1.3.4	超导磁分离装置	408
5.1.4	磁分离技术在再生水处理中的应用	408
5.1.4.1	磁分离技术在国内外再生水处理中的应用	410
5.1.4.2	磁分离技术应用于再生水处理的处理效果	410
5.1.4.3	磁分离技术应用于再生水维护	411
5.1.5	发展及应用前景	412
5.2	磁树脂交换技术	413
5.2.1	离子交换技术	413
5.2.2	磁性树脂技术简介	414

5.2.2.1	磁性树脂技术的发展沿革	414
5.2.2.2	磁性树脂技术原理	414
5.2.2.3	磁性树脂技术构造	415
5.2.3	磁性树脂技术去除效果	417
5.2.3.1	磁性树脂技术对 DOC 的去除作用	417
5.2.3.2	磁性树脂技术对消毒副产物的去除作用	420
5.2.3.3	MIEX [®] 技术对色度、硝酸盐、TP 的去除效果	420
5.2.4	磁性树脂技术经济分析及前景	422
5.3	GFH(Granulated ferric hydroxide)技术	422
5.3.1	GFH 技术介绍	422
5.3.2	GFH 特性及吸附原理	423
5.3.3	GFH 除磷研究	424
5.3.3.1	GFH 除磷试验条件	424
5.3.3.2	GFH 除磷吸附等温线	425
5.3.3.3	GFH 吸附除磷穿透曲线	426
5.3.4	GFH 的再生	427
5.3.5	GFH 除磷效果	428
5.4	硅藻土技术	429
5.4.1	硅藻土简介	429
5.4.2	硅藻土的生产与应用现状分析	431
5.4.3	硅藻土技术用于污水处理的原理	432
5.4.4	硅藻土技术用于城市污水领域的发展历程	433
5.4.5	硅藻土技术的典型工艺分析	434
5.4.6	硅藻土技术在国内的成功案例	436
5.4.7	硅藻土技术的应用前景及需要解决的问题	438
第 6 章	再生水的安全性分析与风险评价	440
6.1	再生水特征及水回用的公共卫生与环境问题	440
6.1.1	再生水中的组分	441
6.1.2	水回用的公共卫生与环境问题	441
6.1.2.1	化学物质风险	441
6.1.2.2	微生物风险	445
6.1.2.3	水体富营养化风险	447
6.1.3	再生水风险因素影响途径	448
6.2	再生水安全性指标体系	449
6.2.1	再生水安全指标体系的制定原则	449
6.2.2	再生水安全指标体系的确立	449
6.2.3	再生水不同用途安全性指标体系	453
6.3	再生水安全性分析方法	455
6.3.1	再生水中化学物质分析方法	455

6.3.2	再生水中病原微生物分析方法	457
6.3.3	再生水中富营养化风险分析方法	457
6.4	再生水风险评价	458
6.4.1	暴露评价的有关模式	459
6.4.2	风险表征的计算模式	461
6.4.3	风险评价中不确定性分析的评价模式	465
6.4.3.1	蒙特卡罗方法 (Monte Carlo Analysis)	465
6.4.3.2	泰勒简化方法 (Method of Moment)	465
6.4.3.3	概率树方法 (Probability Trees)	465
6.4.3.4	专家判断法 (Expert Judgement Method)	465
6.4.3.5	其他方法	465
6.4.4	生态环境风险评价研究	465
6.4.4.1	源分析	466
6.4.4.2	受体评价	466
6.4.4.3	暴露评价	467
6.4.4.4	危害评价	468
6.4.4.5	风险表征	469
6.5	风险评估在再生水回用中应用的局限	471
第7章	国内再生水处理工程实例	472
7.1	上海曲阳污水处理厂	472
7.1.1	再生水厂介绍	472
7.1.2	再生水厂工艺	472
7.1.3	运行效果	473
7.2	北小河污水处理厂 (MBR+RO)	474
7.2.1	再生水厂介绍	474
7.2.2	再生水厂工艺	474
7.2.3	MBR 单元	474
7.2.3.1	MBR 膜生物反应池单元	474
7.2.3.2	MBR 膜的清洗	476
7.2.4	RO (反渗透) 处理单元	478
7.2.5	MBR 处理效果	479
7.3	酒仙桥再生水厂 (混凝过滤)	480
7.3.1	再生水厂介绍	480
7.3.2	再生水厂工艺	480
7.3.2.1	工艺流程	480
7.3.2.2	再生水厂主要构筑物设计参数	481
7.3.3	运行情况	482
7.3.3.1	混凝单元	482
7.3.3.2	过滤及消毒单元	482

7.3.4	处理效果	483
7.4	方庄再生水厂(石灰法)	484
7.4.1	再生水厂介绍	484
7.4.2	再生水厂工艺	484
7.4.2.1	再生水厂工艺	484
7.4.2.2	再生水厂主要构筑物设计参数	484
7.4.3	处理效果	486
7.5	清河再生水处理厂——超滤+臭氧技术	486
7.5.1	再生水厂介绍	486
7.5.2	工艺流程与技术参数	487
7.5.3	运行效果	489
7.6	天津纪庄子再生水处理厂——混凝沉淀+微滤+臭氧技术	490
7.6.1	再生水厂介绍	490
7.6.2	工艺方案	491
7.6.3	运行效果	492
7.7	无锡再生水处理厂——滤布滤池技术	492
7.7.1	再生水厂介绍	492
7.7.2	工艺方案	493
7.7.3	运行效果	494
7.8	天津泰达——双膜法(CMF+RO)+水体生态修复	494
7.8.1	再生水厂介绍	494
7.8.2	工艺方案	496
7.8.3	运行效果	497
7.9	淄博再生水厂	498
7.9.1	水厂介绍	498
7.9.2	工艺流程与技术参数	499
7.9.3	运行效果	499
第8章	国外再生水处理工程实例	502
8.1	美国 West Basin 再生水处理厂——微滤+反渗透+紫外技术/ 混凝+沉淀+过滤+加氯技术	502
8.1.1	再生水厂概况	502
8.1.2	工艺介绍	503
8.2	美国 21 世纪再生水处理厂——微滤+反渗透+紫外技术	504
8.2.1	再生水厂概况	504
8.2.2	工艺介绍	504
8.2.3	运行效果	505
8.3	美国 Howard F. Curren 再生水处理厂——反硝化滤池技术	506
8.3.1	再生水厂概况	506
8.3.2	工艺介绍	506

8.3.3	运行效果	508
8.4	美国 West Warwick 再生水处理厂——硝化滤池+反硝化滤池技术	509
8.4.1	再生水厂概况	509
8.4.2	工艺介绍	509
8.4.3	运行效果	510
8.5	美国锡拉丘兹 Metropolitan 再生水处理厂——硝化技术	511
8.5.1	再生水厂概况	511
8.5.2	工艺介绍	511
8.5.3	运行效果	512
8.6	澳大利亚堪培拉 Molonglo 再生水处理厂——砂滤+消毒技术	512
8.6.1	再生水厂概况	512
8.6.2	工艺介绍	513
8.7	加拿大卡尔加里 PineCreek 再生水处理厂——滤布滤池+消毒技术	514
8.7.1	再生水厂概况	514
8.7.2	工艺介绍	514
8.7.3	运行效果	515
8.8	以色列特拉维夫的 Shafdan 再生水处理厂——地下水回灌技术	515
8.8.1	再生水厂概况	515
8.8.2	工艺介绍	516
8.8.3	运行效果	517
8.9	美国 UOSA 污水处理厂——石灰法	518
8.9.1	污水处理厂介绍	518
8.9.2	工艺方案	518
8.9.3	运行效果	519
8.10	意大利 Brescia 污水处理厂——MBR 工艺	520
8.10.1	污水处理厂介绍	520
8.10.2	工艺方案	520
8.10.3	运行效果	521
8.11	德国 Nordkanal 污水处理厂——MBR 工艺	521
8.11.1	污水处理厂介绍	521
8.11.2	工艺方案	522
8.11.2.1	生物池膜组件布置方式	522
8.11.2.2	膜材料及关键运行参数	522
8.11.2.3	曝气方式	522
8.11.2.4	膜清洗方式	523
8.11.3	运行效果	523
8.12	希腊 Thessaloniki 再生水厂——砂滤+活性炭吸附+臭氧消毒组合工艺	523
8.12.1	再生水厂介绍	523
8.12.2	工艺方案	524

8.12.2.1 砂滤单元	524
8.12.2.2 活性炭吸附单元	524
8.12.2.3 臭氧消毒单元	524
8.12.3 运行效果	525
参考文献	526