

● 现有净水厂、污水处理厂技术改造系列丛书

# 污水处理厂 改扩建设计

(第二版)

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司 组织编写

张辰 主编

李春光 副主编

中国建筑工业出版社

现有净水厂、污水处理厂技术改造系列丛书

# 污水处理厂改扩建设计

## (第二版)

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司 组织编写

张辰 主编

李春光 副主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

污水处理厂改扩建设计/上海市政工程设计研究总院  
(集团)有限公司组织编写. —2版. —北京:中国建筑  
工业出版社, 2014.12

(现有净水厂、污水处理厂技术改造系列丛书)

ISBN 978-7-112-17393-8

I. ①污… II. ①上… III. ①污水处理厂-改建-设计 IV. ①X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 251202 号

责任编辑: 于 莉

责任设计: 张 虹

责任校对: 张 颖 姜小莲

现有净水厂、污水处理厂技术改造系列丛书

**污水处理厂改扩建设计**

(第二版)

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司 组织编写

张 辰 主 编

李春光 副主编

\*

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

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京富生印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 46 $\frac{3}{4}$  字数: 1101 千字

2015 年 1 月第二版 2015 年 1 月第三次印刷

定价: 145.00 元

ISBN 978-7-112-17393-8

(26221)

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)

谨以此书献给上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司  
成立 60 周年（1954 年～2014 年）

## 内容摘要

本书是一本以设计实践为主题的专著，主要阐述在污水处理厂脱氮除磷达标以及节能改造过程中的改扩建工程设计，包括污水处理厂设计的基本理论和实践经验。根据作者长期从事设计工作的研究和实践，对污水处理厂改扩建工程必须执行的标准进行分析，提出污水处理厂升级改造工艺设计、污泥处理、除臭设计等理论知识，更主要的是介绍了国外和国内污水处理厂的升级改造实例，通过工程实例，系统介绍了污水处理厂工艺设计、主要设计参数的确定、各处理构筑物的设计等，本书还就污水污泥处理处置设计，除臭设计和电气自控设计进行了分析。全书共分上篇和下篇两部分，上篇为基本理论和工艺，包括绪言、污水处理厂标准执行和综合评价、污水处理设计、污泥处理处置设计、除臭工程设计、电气和自控改扩建设计六章；下篇为污水处理厂改扩建工程实例，分国外污水处理厂改扩建工程实例和国内污水处理厂改扩建工程实例两章，分别介绍了 12 座国外和 20 座上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司研究设计的污水处理厂改扩建实例。

本书可供从事给水排水专业的工程决策领导人员、工程设计人员、研究人员、运行管理人员和大专院校师生参考。

## 第二版前言

本书由上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司组织编写，由张辰任主编并负责审稿，李春光任副主编。第1章、第2章由李春光、谭学军，第3章由谭学军、王盼，第4章由孙晓、王逸贤，第5章由陈和谦，第6章由陆继诚、李滨，第7章由李春光、石为民，第8章由各工程实例的设计负责人（上海市白龙港城市污水处理厂由张欣、杜炯，上海市石洞口污水处理厂污泥完善工程由胡维杰、生骏，郑州市王新庄污水处理厂由高陆令、王锡清，昆明第五污水处理厂由邱明海，广州市大坦沙污水处理厂由曹晶、司马勤，常州市城北污水处理厂由高陆令，上海市松江污水处理厂由王彬，唐山市西郊污水处理厂由周娟娟、沈勇，深圳市光明污水处理厂由彭弘、王彬，重庆市鸡冠石污水处理厂由杜炯，上海市天山污水处理厂由王锡清，厦门市筭筭污水处理厂由彭弘、徐昊旻，杭州市七格污水处理厂加盖除臭工程由陈和谦，上海市白龙港污水处理厂污泥应急工程由邹伟国、刘巍，宁波市南区污水处理厂由曹晶、吴悦，苏州市中心城区福星污水处理厂由卢义程，青岛市海泊河污水处理厂由金彪，福州市洋里污水处理厂由彭弘、王彬，兰州市西固污水处理厂由乔勇，即墨市污水处理厂由金彪、金敦）和李春光、石为民等编写。

本书在第一版的基础上，对污水处理厂执行的各类标准进行了补充，补充了污泥处理处置和除臭工程设计的相关技术，还着重对下篇的工程实例进行了调整，国外的污水处理厂主要以节能改造为主，为我国今后污水处理厂的发展提供了借鉴参考；国内的污水处理厂增加了污水处理厂的实际运行数据，并对运行情况进行了客观的评价。

由于作者水平有限，污水处理厂改扩建又有相当的难度，既要进行达标改造，又要考虑污水处理厂的正常运行，同时作者的文字理论方面也难免有不足之处，尚请读者批评指正。

本书在编写过程中也得到了全国同行，特别是相关污水处理厂众多同行的支持和配合，不但在研究过程中给予很多的帮助，又能接受上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司的设计理念和方案，并提供了相当宝贵的实际运行数据，在此表示衷心感谢。

还要再次感谢国际水协主席 Glen, T. Daigger 教授，2012年11月在上次为上海市政总院授课的10年后再次莅临，将宝贵的发展理念和国际经验传授给设计师们，为中国的污水处理工艺技术发展贡献了他的智慧。

主编：张辰

2014年9月于上海

# 前 言

本书是上海市政工程设计研究总院近年来开展污水处理厂改扩建工程研究和设计实践成果的总结，是全体排水设计人员共同努力的体现。

随着污水处理日益得到重视，在建设资源节约型和环境友好型社会过程中，充分重视科学发展观，建设和谐社会。体现在节能减排上，污水处理厂的设计运行既存在着大量节能途径，又是减排的主力军。由于污水处理厂排放标准的不断完善，虽然在标准的制定上应充分考虑流域特点和建设运行合理经济等因素，但标准的执行应该是不折不扣的。因此，随之而来的就是污水处理厂的不断达标改造和不断地改扩建。

上海市政工程设计研究总院承担的这些改扩建工程在决策和实施前，得益于总院研发中心的建立，能开展必要的前期研究和工艺方案策划。前期工作包括对水质的全面分析，为确定合理的技术路线创造条件；工艺方案的优化主要得益于引进消化吸收，在国外污水处理厂改造的经验基础上，不断引进消化吸收再创新。本书中有一些污水处理厂改扩建是国际合作的成果，如上海天山污水处理厂、厦门污水处理二厂等；有的利用研发中心的研究成果，在原污水处理厂的范围内，将出水水质由常规活性污泥法的二级标准提升为具有脱氮除磷功能的一级 B 标准，如采用双污泥系统的上海市曲阳污水处理厂；有一些工业废水含量较多的污水处理厂达标改造工程，也值得探讨，如绍兴污水处理厂三期扩建、上海桃浦污水处理厂改扩建工程等就属这类；另外，还特别介绍一座全新理念的污水处理厂设计，如深圳光明污水处理厂，在低碳高氮的南方污水特殊情况下，既要达到一级 A 标准，又要考虑初期雨水处理，保证污水处理率，这在国内是全新的尝试。总之，12 座国内污水处理厂的改扩建各具特点，参与编写的作者在污水处理厂研究设计过程中，深切感受到污水处理厂改扩建工程设计是一项综合性很强的技术工作，在排放标准日益严格的今天，如何开展污水处理厂改扩建工程，选择稳定的、先进的、实用的、便于运行操作管理的工艺技术，在充分考虑建设的同时还要保证运行，是每一个设计人员的职责。设计师也是在设计实践中不断得到锻炼，在取得大量实践经验的基础上，不断总结，不断发展。

同时，得益于国际交流的频繁，国外知名学者专家对上海市政工程设计研究总院的关注，特别是得到美国污水处理的著名学者 Glen, T. Daigger 教授的悉心指导，将他精心编撰的《UPGRADING WASTEWATER TREATMENT PLANT》一书赠与上海市政工程设计研究总院，并亲自讲解，为上海市政工程设计研究总院污水处理厂升级改造工程设计提供了重要的帮助。因此我们也列举了 10 座国外污水处

理厂改扩建的工程实例，学习国外的技术，结合各地的特点，实施污水处理厂的改扩建工程。

在污水处理厂升级改造的同时，更应注重污泥处理的达标，除臭设计的完善和电气自控设计的配套等，本书在这些方面进行了论述并介绍了工程实例。

在全体编写人员的支持和共同努力下，在工程设计特别繁重的今天，大家能团结一心，共同努力，充分发挥上海市政工程设计研究总院的优势，将改扩建的理论和实例汇集成书，以期全国的读者能共享取得的成果和经验。

本书由上海市政工程设计研究总院组织编写，由张辰任主编并负责审稿，李春光任副主编。第1章、第2章由李春光、谭学军，第3章由谭学军，第4章由孙晓，第5章由陈和谦，第6章由陆继诚、王敏、李滨，第7章由李春光、徐晓宇，第8章由各工程实例的设计负责人（上海市白龙港城市污水处理厂由张欣、杜炯，上海曲阳污水处理厂由邹伟国，郑州市王新庄污水处理厂由王锡清、高陆令，绍兴污水处理厂三期由王锡清、高陆令，广州大坦沙污水处理厂三期由曹晶、司马勤，常州市城北污水处理厂由高陆令、王蓉，上海市松江污水处理厂三期由张亚勤、熊建英，唐山市西郊污水处理二厂由张亚勤、熊建英，深圳市光明污水处理厂由彭弘、王彬，上海桃浦污水处理厂由邹伟国，上海天山污水处理厂由王锡清、贺骏，厦门市第二污水处理厂由王蓉，臭气治理由陈和谦）和李春光、徐晓宇等编写。

由于作者水平有限，污水处理厂改扩建又有相当的难度，既要进行达标改造，又要考虑污水处理厂的正常运行，同时作者的文字理论方面也难免有不足之处，尚请读者批评指正。

本书在编写过程中得到了全国同行，特别是相关污水处理厂众多同行的支持和配合，不但在研究过程中给予很多的帮助，又能客观接受上海市政工程设计研究总院的设计理念和方案，在此表示衷心感谢。

主编：张辰

2008年8月于上海



# 目 录

上篇 基本理论和工艺 .....	1
第1章 绪言 .....	3
1.1 污水处理厂现状 .....	3
1.1.1 城镇污水处理发展 .....	3
1.1.2 城镇污水排放量和处理现状 .....	5
1.2 污水处理厂改扩建必要性 .....	5
1.2.1 城镇建设快速发展 .....	5
1.2.2 排放标准不断严格 .....	6
1.2.3 节能减排日益重视 .....	10
1.3 污水处理技术发展 .....	12
1.3.1 生物处理技术发展 .....	13
1.3.2 化学氧化处理技术发展 .....	18
1.3.3 传统技术科学设计和优化组合 .....	20
第2章 污水处理厂标准执行和综合评价 .....	23
2.1 污水处理厂标准执行 .....	23
2.1.1 污水排放标准 .....	23
2.1.2 污泥排放标准 .....	38
2.1.3 再生水利用标准 .....	41
2.1.4 其他排放标准 .....	47
2.2 污水处理厂综合评价 .....	50
2.2.1 污水处理厂综合评价 .....	50
2.2.2 污水处理厂改扩建规模和内容 .....	52
第3章 污水处理设计 .....	57
3.1 污水组成和特性 .....	57
3.1.1 污水组成 .....	57
3.1.2 污水特性 .....	57
3.1.3 污水处理主要污染物控制指标 .....	63
3.1.4 污水水质替代参数研究 .....	64

3.2	设计流量和设计水质 .....	65
3.2.1	设计流量 .....	65
3.2.2	设计水质 .....	68
3.3	生物脱氮除磷工艺 .....	77
3.3.1	生物脱氮工艺 .....	77
3.3.2	生物除磷工艺 .....	79
3.3.3	生物脱氮除磷工艺 .....	81
3.3.4	氧化沟工艺 .....	84
3.3.5	序批式活性污泥法工艺 .....	90
3.4	生物脱氮除磷工艺设计 .....	92
3.4.1	生物脱氮工艺设计 .....	92
3.4.2	生物除磷工艺设计 .....	94
3.4.3	生物脱氮除磷工艺设计 .....	96
3.4.4	氧化沟工艺设计 .....	99
3.4.5	序批式活性污泥法工艺设计 .....	102
3.5	化学除磷工艺 .....	106
3.5.1	一级强化工艺 .....	107
3.5.2	前置投加 .....	107
3.5.3	同步投加 .....	107
3.5.4	后置投加 .....	108
3.6	化学除磷工艺设计 .....	109
3.6.1	化学药剂选择 .....	109
3.6.2	化学药剂投加量 .....	110
3.6.3	加药设施设计 .....	111
3.6.4	化学除磷泥量 .....	113
3.7	再生水处理工艺 .....	115
3.7.1	污水深度处理方法 .....	116
3.7.2	混凝沉淀和过滤消毒 .....	118
3.7.3	活性炭吸附工艺 .....	119
3.7.4	臭氧氧化工艺 .....	121
3.7.5	膜分离工艺 .....	123
3.7.6	高级氧化工艺 .....	124
3.7.7	臭氧和生物活性炭联用工艺 .....	126
3.7.8	人工湿地工艺 .....	127
3.7.9	膜生物反应器 .....	128
3.7.10	曝气生物滤池 .....	135
3.7.11	反硝化滤池 .....	138

<b>第4章 污泥处理处置设计</b> .....	145
4.1 污泥处理处置分析 .....	145
4.1.1 污泥处理处置现状 .....	145
4.1.2 污泥量预测 .....	148
4.1.3 污泥处理处置主要任务 .....	151
4.2 污泥处理处置标准 .....	154
4.2.1 污泥泥质 .....	155
4.2.2 污泥处置分类 .....	155
4.2.3 污泥园林绿化 .....	156
4.2.4 污泥土地改良 .....	158
4.2.5 污泥农用 .....	159
4.2.6 污泥林用 .....	161
4.2.7 污泥混合填埋 .....	162
4.2.8 污泥用于水泥熟料生产 .....	163
4.2.9 污泥制砖 .....	164
4.2.10 污泥单独焚烧 .....	166
4.3 污泥处理处置工艺 .....	167
4.3.1 污泥浓缩 .....	167
4.3.2 污泥脱水 .....	172
4.3.3 污泥厌氧消化 .....	175
4.3.4 污泥好氧消化 .....	184
4.3.5 污泥堆肥 .....	189
4.3.6 石灰稳定 .....	193
4.3.7 污泥干化 .....	195
4.3.8 污泥焚烧 .....	205
4.3.9 污泥土地利用 .....	211
4.3.10 污泥建筑材料利用 .....	216
4.3.11 污泥填埋 .....	224
4.4 污泥处理处置技术发展 .....	230
4.4.1 污泥处理技术发展分析 .....	230
4.4.2 国外污泥处理处置发展趋势 .....	233
4.4.3 我国污泥处理处置发展趋势 .....	237
<b>第5章 除臭工程设计</b> .....	240
5.1 恶臭来源 .....	240
5.1.1 污水处理厂恶臭来源 .....	240
5.1.2 恶臭种类和特征 .....	243

5.1.3	恶臭影响 .....	244
5.2	恶臭治理标准 .....	245
5.2.1	国外相关标准 .....	246
5.2.2	国内相关标准 .....	248
5.3	恶臭扩散和评价 .....	250
5.3.1	影响评价 .....	251
5.3.2	浓度评价 .....	251
5.3.3	模拟评价 .....	254
5.4	除臭工程设计规模 .....	263
5.4.1	除臭风量确定 .....	263
5.4.2	恶臭浓度确定 .....	265
5.5	恶臭气体收集 .....	266
5.5.1	集气罩 .....	266
5.5.2	污水处理厂集气罩常用形式 .....	272
5.5.3	集气罩发展趋势 .....	274
5.5.4	集气罩基本技术要求 .....	275
5.5.5	常用集气罩评价 .....	277
5.6	恶臭气体输送 .....	278
5.6.1	恶臭气体管道输送系统 .....	278
5.6.2	动力设备系统 .....	281
5.7	恶臭气体处理 .....	282
5.7.1	燃烧除臭 .....	282
5.7.2	化学氧化除臭 .....	283
5.7.3	洗涤除臭 .....	283
5.7.4	吸附除臭 .....	287
5.7.5	生物除臭 .....	294
5.7.6	其他除臭技术 .....	301
5.7.7	常用除臭技术评估 .....	303
5.8	除臭工程监测 .....	305
5.8.1	除臭工程的运行控制指标 .....	305
5.8.2	除臭工程的污染物指标 .....	307
<b>第6章</b>	<b>电气和自控改扩建设计 .....</b>	<b>308</b>
6.1	电气改扩建设计 .....	308
6.1.1	改扩建负荷变化 .....	308
6.1.2	供配电系统现状 .....	308
6.1.3	改扩建设计 .....	310

6.1.4	改扩建工程实例 .....	313
6.2	自控改扩建设计 .....	323
6.2.1	仪表自控系统现状 .....	323
6.2.2	设计要点 .....	327
6.2.3	仪表和自控系统设计 .....	328
6.2.4	自动控制系统设计 .....	331
6.2.5	仪表和自控设计工程实例 .....	333
<b>下篇 污水处理厂改扩建工程实例 .....</b>		<b>345</b>
<b>第7章 国外污水处理厂改扩建工程实例 .....</b>		<b>347</b>
7.1	奥地利 Strass 污水处理厂 .....	347
7.1.1	污水处理厂介绍 .....	347
7.1.2	污水处理厂改扩建方案 .....	348
7.1.3	运行效果 .....	348
7.2	美国威斯康星州 De Pere 污水处理厂 .....	349
7.2.1	污水处理厂介绍 .....	349
7.2.2	污水处理厂改扩建方案 .....	351
7.2.3	运行效果 .....	351
7.3	美国威斯康星州 Sheboygan 污水处理厂 .....	352
7.3.1	污水处理厂介绍 .....	352
7.3.2	污水处理厂改扩建方案 .....	353
7.3.3	运行效果 .....	354
7.4	美国加州 Oxnard 污水处理厂 .....	355
7.4.1	污水处理厂介绍 .....	355
7.4.2	污水处理厂改扩建方案 .....	356
7.4.3	运行效果 .....	357
7.5	美国罗得岛州 Bucklin Point 污水处理厂 .....	358
7.5.1	污水处理厂介绍 .....	358
7.5.2	污水处理厂改扩建方案 .....	359
7.5.3	运行效果 .....	360
7.6	美国马里兰州 Western Branch 污水处理厂 .....	361
7.6.1	污水处理厂介绍 .....	361
7.6.2	污水处理厂改扩建方案 .....	363
7.6.3	运行效果 .....	364
7.7	美国加州 San Jose 污水处理厂 .....	365
7.7.1	污水处理厂介绍 .....	365

7.7.2	污水处理厂改扩建方案 .....	366
7.7.3	运行效果 .....	367
7.8	美国德克萨斯州 WMARSS 污水处理厂 .....	368
7.8.1	污水处理厂介绍 .....	368
7.8.2	污水处理厂改扩建方案 .....	369
7.8.3	运行效果 .....	370
7.9	葡萄牙 Amarante 污水处理厂 .....	371
7.9.1	污水处理厂介绍 .....	371
7.9.2	污水处理厂改扩建方案 .....	371
7.9.3	运行效果 .....	374
7.10	奥地利 Hohenems 污水处理厂 .....	374
7.10.1	污水处理厂介绍 .....	374
7.10.2	污水处理厂改扩建方案 .....	375
7.10.3	运行效果 .....	376
7.11	美国纽约州 Walton 污水处理厂 .....	376
7.11.1	污水处理厂介绍 .....	376
7.11.2	污水处理厂改扩建方案 .....	377
7.11.3	运行效果 .....	378
7.12	美国华盛顿州 Post Point 污水处理厂 .....	378
7.12.1	污水处理厂介绍 .....	378
7.12.2	污水处理厂改扩建方案 .....	380
7.12.3	运行效果 .....	382
<b>第 8 章</b>	<b>国内污水处理厂改扩建工程实例 .....</b>	<b>383</b>
8.1	上海市白龙港城市污水处理厂改扩建工程 .....	383
8.1.1	污水处理厂介绍 .....	383
8.1.2	污水处理厂改扩建方案 .....	385
8.1.3	运行效果 .....	411
8.2	上海市石洞口污水处理厂污泥处理完善工程 .....	413
8.2.1	污水处理厂介绍 .....	413
8.2.2	污水处理厂改扩建方案 .....	414
8.3	郑州市王新庄污水处理厂改造工程 .....	425
8.3.1	污水处理厂介绍 .....	425
8.3.2	污水处理厂改扩建方案 .....	427
8.3.3	运行效果 .....	441
8.3.4	设计特点 .....	443
8.4	昆明市第五污水处理厂改扩建工程 .....	443

8.4.1	污水处理厂介绍	443
8.4.2	污水处理厂改扩建方案	445
8.4.3	运行效果	452
8.5	广州市大坦沙污水处理厂三期扩建工程	454
8.5.1	污水处理厂介绍	454
8.5.2	污水处理厂改扩建方案	457
8.5.3	运行效果	473
8.6	常州市城北污水处理厂提标改造工程	475
8.6.1	污水处理厂介绍	475
8.6.2	污水处理厂改扩建方案	480
8.6.3	运行效果	492
8.7	上海市松江污水处理厂三期扩建工程	494
8.7.1	污水处理厂介绍	494
8.7.2	污水处理厂改扩建方案	496
8.7.3	运行效果	518
8.8	唐山市西郊污水处理厂改造工程	519
8.8.1	污水处理厂概况	519
8.8.2	污水处理厂改扩建方案	523
8.9	深圳市光明污水处理厂工程	541
8.9.1	污水处理厂介绍	541
8.9.2	污水处理厂改扩建方案	542
8.9.3	运行效果	554
8.10	重庆市鸡冠石污水处理厂二期工程	556
8.10.1	污水处理厂介绍	556
8.10.2	污水处理厂改扩建方案	558
8.10.3	运行效果	575
8.11	上海市天山污水处理厂提标改造工程	577
8.11.1	污水处理厂介绍	577
8.11.2	污水处理厂改扩建方案	581
8.11.3	运行效果	602
8.12	厦门市筭筭污水处理厂后续完善工程	602
8.12.1	污水处理厂介绍	602
8.12.2	污水处理厂扩建方案	607
8.12.3	运行效果	615
8.13	杭州市七格污水处理厂三期加盖除臭工程	619
8.13.1	污水处理厂介绍	619
8.13.2	污水处理厂改扩建方案	620

8.13.3	运行效果 .....	627
8.14	上海市白龙港污水处理厂污泥应急工程 .....	628
8.14.1	污水处理厂介绍 .....	628
8.14.2	污水处理厂改扩建方案 .....	629
8.14.3	运行效果 .....	633
8.15	宁波市南区污水处理厂二期工程 .....	634
8.15.1	污水处理厂介绍 .....	634
8.15.2	污水处理厂改扩建方案 .....	634
8.15.3	运行效果 .....	642
8.16	苏州市中心城区福星污水处理厂提标改造工程 .....	645
8.16.1	污水处理厂介绍 .....	645
8.16.2	污水处理厂改扩建方案 .....	646
8.16.3	运行效果 .....	652
8.17	青岛市海泊河污水处理厂改扩建工程 .....	653
8.17.1	污水处理厂介绍 .....	653
8.17.2	污水处理厂改扩建方案 .....	655
8.17.3	运行效果 .....	670
8.18	福州市洋里污水处理厂工程 .....	672
8.18.1	污水处理厂介绍 .....	672
8.18.2	污水处理厂改扩建方案 .....	673
8.18.3	运行效果 .....	686
8.19	兰州市西固污水处理厂工程 .....	689
8.19.1	污水处理厂介绍 .....	689
8.19.2	污水处理厂改扩建方案 .....	691
8.19.3	运行效果 .....	708
8.20	即墨市污水处理厂升级改造工程 .....	709
8.20.1	污水处理厂介绍 .....	709
8.20.2	污水处理厂改扩建方案 .....	712
8.20.3	运行效果 .....	725
<b>参考文献</b> .....		728



上  
篇

基本理论和工艺