

● 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

上海市政工程设计研究总院组织编写

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

上海市政工程设计研究总院组织编写

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组织编写;
张辰主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008

(现有净水厂、污水处理厂技术改造系列丛书)

ISBN 978-7-112-10349-2

I. 污… II. ①上…②张… III. 污水处理厂-技术改造-
设计 IV. X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 142108 号

责任编辑: 于 莉

责任设计: 郑秋菊

责任校对: 安 东 关 健

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

上海市政工程设计研究总院组织编写

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

北京天成排版公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 36½ 字数: 1024 千字

2008 年 10 月第一版 2008 年 10 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 92.00 元

ISBN 978-7-112-10349-2

(17152)

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)

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改造过程中的改扩建工程设计，包括污水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需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12座国内和10座国外污水处理厂的升级改造工程以及3项除臭工程实例，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，本书还就污泥处理处置设计，除臭设计和电气自控设计进行分析。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、除臭设计、电气和自控改扩建设计等六章，下篇为污水处理厂改扩建工程实例，分国外污水厂改扩建工程实例和国内污水厂改扩建工程实例两章，分别介绍了10座国外和12座上海市政工程设计研究总院研究设计的污水处理厂改扩建实例，还介绍了3项污水厂除臭工程实例。

本书可供从事给水排水专业的工程设计人员、运行管理人员和大专院校师生参考。

前 言

本书是上海市政工程设计研究总院近年来开展污水厂改扩建工程研究和设计实践成果的总结，是全院排水设计人员共同努力创新的成果。

随着污水处理日益受到重视，在建设资源节约型环境友好型社会过程中，提出了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。由于污水厂排放标准的不断完善，虽然在标准的制定上应充分考虑该流域特点和建设运行经济合理等因素，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；工艺方案的优化也得益于引进消化吸收，在国外污水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曲阳污水处理厂；有一些工业废水含量较多的污水厂达标改造工程，也值得探讨，如绍兴污水厂三期扩建，上海桃浦污水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，即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，这在国内是一次全新的尝试。总之，12 座国内污水厂的改扩建各具特点，参与编写的作者在污水厂研究设计过程中，深切感受到污水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，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 WASTERWATER TREATMENT PLANT》一书赠与本院，并亲自讲解，为上海市政工程设计研究总院污水厂升级改造工程研究设计提供了重要的帮助。因此我们也例举了 10 座国外污水处理厂改扩建的经验，学习国外的技术，结合各地的特点，实施污水厂的改扩建工程。

在污水厂污水升级改造的同时，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，由张辰担任主编并负责审稿，李春光担任副主编。第一章、第二章由李春光、谭学军，第三章由谭学军，第四章由孙晓，第五章由陈和谦，第六章由陆继诚、王敏、李滨，第七章由李春光、徐晓宇，第八章由各工程实例的设计负责人(上海白龙港污水处理厂由张欣、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由曹晶、司马勤，常州城北污水处理厂由高陆令、王蓉，上海松江污水处理厂由张亚勤、熊建英，唐山西郊污水处理厂由张亚勤、熊建英，深圳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，厦门污水处理二厂由王蓉，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。

本书编写过程中也得到全国同行，特别是相关污水厂众多同行的支持和配合，既在研究过程中给予很多的帮助，又能客观地接受上海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

Abstract

This book is a summary of the research of wastewater treatment plant expansion project and the outcome of the design practice of Shanghai Municipal Engineering Design General Institute in recent years. It's also the joint efforts of all the drainage design staffs.

As wastewater treatment becomes more and more important in the process of building an energy-saving and environment-friendly society, paying full attention to the scientific development concept and building a harmonious society become very necessary. Reflected in the emission reduction on energy conservation, there is a large number of energy-saving ways to reducing emissions, the design and operation of wastewater treatment plant become the main force of emission reduction. Because of the continuous improvement of wastewater treatment plant emission standards, the standards should be implemented without the consideration of the basin characteristics and reasonable economic factors during the stage of formulating these standards. Therefore, the result is continuously rebuilding and expanding the wastewater treatment plants.

Before Shanghai Municipal Engineering Design General Institute's commitment to the expansion of these projects, it was benefited from establishing the Research & Development Center, and the following necessary preliminary studies and planning are force on these projects. Those studies include the preliminary work on a comprehensive water quality analysis, determining a reasonable line of technology and creating the conditions for the optimization of the project. The process is also benefited from the digestion and absorption of foreign countries' wastewater treatment plants' rebuilding experience. All the wastewater treatment plants expansion projects introduced by this book is the result of international cooperation: such as Shanghai Tianshan wastewater treatment plant; Xiamen second wastewater treatment plant; some plants use the research result from the Research & Development Center of SMEDI, upgrade the outcome water quality of conventional activated sludge from standard II to a standard function of nitrogen and phosphorus removal standard B within the scope of the original sewage treatment plant, such as the dual sludge system of Quyang wastewater treatment plant. Industrial wastewater in some wastewater treatment plant standard reconstruction projects also worth exploring, such as Shaoxing Wastewater Treatment Plant expansion project stage III, and Shanghai Taopu Wastewater Treatment

Plant expansion project, and the book also introduced a new concept of the wastewater treatment plant design, which is Shenzhen Guangming Wastewater Treatment Plant, low-carbon with high nitrogen in the south sewage exceptional circumstances, it is necessary to achieve standard A, but also consider the initial handling of rainfall to ensure that the sewage treatment rate, which is a brand-new attempt in our country. In short, the twelve domestic wastewater treatment plant expansion projects have their respective features, the authors deeply feel wastewater treatment plant expansion project is a comprehensive technical work during the design process of the wastewater treatment plants. Nowadays, the emission standards are increasingly stringent, therefore, it is every designer's duty to select a stable, advanced, practical, easy operating and managing process technology, and give full consideration to ensure the operation during the construction of the wastewater treatment plant expansion project. Designers also gain a great deal of practical experience during the design constantly training, they will constantly sum up and continue to develop.

At the same time, benefited from the frequent international exchanges, Shanghai Institute was concerned by a couple of foreign well-known scholars and experts, particularly from the United States well-known sewage treatment scholar Prof. Glen, T. Daigger, he gave his carefully compiled book "UPGRADING WASTERWATER TREATMENT PLANT" to Shanghai Municipal Engineering Design General Institute as a gift, and he personally explained and specified a clear design direction for the Shanghai Institute how to design and upgrade the wastewater treatment plants. Therefore, the author also pointed out ten foreign wastewater treatment plants as examples to study their experience, and implement different characteristics of the wastewater treatment plant extension projects.

During the wastewater treatment plant upgrading projects, we should also pay more attention to the standards for sludge treatment, improvement of deodorant system and the design of electrical equipment. This book covered these areas and discussed some engineering examples as well.

With the supports and continuous efforts from the compiling team, particularly with heavy engineering design task today, we still can unite as one, work together to show the full advantages of the Shanghai Municipal Engineering Design General Institute. We will also diverted the theory and examples of the expansion project into a book, let the readers sharing the results and experience achieved so far.

The book was generally compiled by Shanghai Municipal Engineering Design General Institute, Zhang Chen is editor-in-chief and is responsible for checkout, Li Chunguang is deputy editor-in-chief. Li Chunguang and Tan Xuejun compiled Chapter 1 and Chapter 2, Tan Xuejun also compiled Chapter 3, Sun Xiao compiled Chapter 4, Chen Heqian compiled Chapter 5, Lu Jicheng,

Wang Min, Li Bin compiled Chapter 6, Li Chunguang and Xu Xiaoyu compiled Chapter 7, Li Chunguang, Xu Xiaoyu and all the above example engineering design managers (Shanghai Bailonggang Wastewater Treatment Plants by Zhang Xin and Dujiong, Shanghai Quyang Wastewater Treatment Plant by Zou Weiguo, Zhengzhou Wang Xin Zhuang Wastewater Treatment Plant by Wang Xiqing, Gao Luling, Shaoxing Wastewater Treatment Plant stage 3 by Wang Xiqing, and Gao Luling, Guangzhou Da Tan Sha Wastewater Treatment Plant by the Cao Jing, and Sima Qin, Changzhou north of the city Wastewater Treatment Plant from Gao Luling and Wang Rong, Shanghai Songjiang Wastewater Treatment Plant By Zhang Yaqin and Xiong Jianying, Tangshan western suburb No. 2 Wastewater Treatment Plant by Zhang Yaqin and Xiong Jianying, Shenzhen Guang Ming Wastewater Treatment Plant by Peng Hong and Wang Bin, Shanghai Taopu Wastewater Treatment Plant by Zou Weiguo, Shanghai Tianshan Wastewater Treatment Plant by Wang Xiqing and He Jun, Xiamen Wastewater Treatment Plant by Wang Rong, 8. 13、 8. 14、 8. 15 by Chen Heqian) compiled Chapter 8.

As the authors' knowledge is limited and the wastewater treatment plant expansion projects have such level of difficulty. We have to consider not only the standard transforming, but also the normal operation of the plants. The authors' literary ability was also limited, we feel very sorry for any compiling mistakes and warmly welcome readers to criticize and make correction for us.

During the compiling process, we have also been supported and cooperated by our competitors in China, particularly those who related to the wastewater treatment plant. They not only give us the help during the research process, but also accept our basic objective and design concepts Shanghai Municipal Engineering Design General Institute. Many thanks to all of them.

Editor: Zhang Chen
August 2008 in Shanghai

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	11
1.3.1 生物处理技术发展	12
1.3.2 化学氧化处理技术发展	17
1.3.3 传统技术科学设计和优化组合	19
第2章 污水处理厂标准执行和综合评价	22
2.1 污水处理厂标准执行	22
2.1.1 污水排放标准	22
2.1.2 污泥排放标准	36
2.1.3 再生水利用标准	38
2.1.4 其他排放标准	44
2.2 污水处理厂综合评价	46
2.2.1 污水厂综合评价	47
2.2.2 污水厂改扩建规模和内容	49
第3章 污水处理设计	53
3.1 污水组成和特性	53
3.1.1 污水组成	53
3.1.2 污水特性	53
3.1.3 污水处理主要污染物控制指标	59

3.1.4	污水水质替代参数研究	60
3.2	设计流量和设计水质	61
3.2.1	设计流量	61
3.2.2	设计水质	64
3.3	生物脱氮除磷工艺	72
3.3.1	生物脱氮工艺	72
3.3.2	生物除磷工艺	73
3.3.3	脱氮除磷工艺	76
3.3.4	氧化沟工艺	79
3.3.5	序批式活性污泥法工艺	85
3.4	生物脱氮除磷工艺设计	87
3.4.1	生物脱氮工艺设计	87
3.4.2	生物除磷工艺设计	89
3.4.3	生物脱氮除磷工艺设计	91
3.4.4	氧化沟工艺设计	94
3.4.5	序批式活性污泥法工艺设计	97
3.5	化学除磷工艺	101
3.5.1	一级强化工艺	102
3.5.2	前置投加	102
3.5.3	同步投加	103
3.5.4	后置投加	103
3.6	化学除磷工艺设计	104
3.6.1	化学药剂选择	104
3.6.2	化学药剂投加量	105
3.6.3	加药设施设计	106
3.6.4	化学除磷泥量	108
3.7	再生水处理工艺	110
3.7.1	污水深度处理方法	111
3.7.2	混凝沉淀和过滤消毒	113
3.7.3	活性炭吸附工艺	115
3.7.4	臭氧氧化工艺	117
3.7.5	膜分离工艺	118
3.7.6	高级氧化工艺	119
3.7.7	臭氧和生物活性炭联用工艺	121
3.7.8	人工湿地工艺	122

3.7.9	膜生物反应器	124
3.7.10	曝气生物滤池	126
第4章	污泥处理处置设计	130
4.1	污泥处理处置分析	130
4.1.1	污泥处理处置现状	130
4.1.2	污泥量预测	132
4.1.3	污泥处理处置主要任务	135
4.2	污泥处理处置标准	138
4.2.1	污泥泥质	138
4.2.2	污泥处置分类	139
4.2.3	污泥园林绿化	141
4.2.4	污泥混合填埋或用作填埋场覆盖土	142
4.2.5	污泥建筑材料利用	143
4.3	污泥处理处置工艺	144
4.3.1	污泥浓缩	144
4.3.2	污泥脱水	148
4.3.3	污泥厌氧消化	152
4.3.4	污泥好氧消化	160
4.3.5	污泥堆肥	166
4.3.6	石灰稳定	171
4.3.7	污泥干化	172
4.3.8	污泥焚烧	180
4.3.9	污泥土地利用	186
4.3.10	污泥建筑材料利用	192
4.3.11	污泥填埋	201
4.4	污泥处理处置技术发展	207
4.4.1	污泥处理技术发展分析	207
4.4.2	国外污泥处理技术发展分析	208
4.4.3	我国污泥处理处置发展趋势	211
第5章	除臭工程设计	213
5.1	恶臭来源	213
5.1.1	污水厂恶臭来源	213
5.1.2	恶臭种类和特征	216

5.1.3 恶臭影响	217
5.2 恶臭治理标准	218
5.3 恶臭扩散和评价	220
5.3.1 影响评价	220
5.3.2 浓度评价	220
5.3.3 模拟评价	223
5.4 除臭工程设计规模	230
5.4.1 除臭风量确定	230
5.4.2 恶臭浓度确定	231
5.5 恶臭气体收集	232
5.5.1 集气罩	232
5.5.2 污水厂集气罩常用型式	238
5.5.3 集气罩基本技术要求	240
5.6 恶臭气体输送	241
5.6.1 恶臭气体管道输送系统	241
5.6.2 动力设备系统	244
5.7 恶臭气体处理	245
5.7.1 燃烧除臭	245
5.7.2 化学氧化除臭	246
5.7.3 洗涤除臭	247
5.7.4 吸附除臭	250
5.7.5 生物除臭	256
5.7.6 其他除臭技术	263
5.8 除臭工程监测	265
5.8.1 除臭工程的运行控制指标	266
5.8.2 除臭工程的污染物指标	267
第6章 电气和自控改扩建设计	268
6.1 电气改扩建设计	268
6.1.1 改扩建负荷变化	268
6.1.2 供配电系统现状	268
6.1.3 改扩建设计	270
6.1.4 改扩建工程实例	273
6.2 自控改扩建设计	283
6.2.1 仪表自控系统现状	283

6.2.2	设计要点	287
6.2.3	仪表和自控系统设计	287
6.2.4	自动控制系统设计	290
6.2.5	仪表和自控设计工程实例	293
下篇 污水厂改扩建设计实例		303
第7章 国外污水厂改扩建工程实例		305
7.1	挪威 Bekkelaget 污水厂	305
7.1.1	污水厂介绍	305
7.1.2	污水厂改造方案	306
7.1.3	运行效果	307
7.2	德国 Arnsberg 污水厂	308
7.2.1	污水厂介绍	308
7.2.2	污水厂改造方案	310
7.3	匈牙利 Southpest 污水厂	313
7.3.1	污水厂介绍	313
7.3.2	原有活性污泥系统改建	314
7.3.3	有关生物除磷研究	315
7.3.4	进一步改造计划	316
7.4	美国华盛顿 Blue Plains 污水厂	316
7.4.1	污水厂简介	316
7.4.2	污水厂改造方案	317
7.4.3	运行效果	319
7.4.4	进一步改造计划	321
7.5	德国汉堡市联合污水厂	322
7.5.1	污水厂介绍	322
7.5.2	污水厂改造方案	324
7.5.3	污水厂改造模拟方案	324
7.5.4	运行效果	325
7.6	美国田纳西州孟菲斯北部污水厂	326
7.6.1	污水厂介绍	326
7.6.2	污水厂改造方案	327
7.7	美国俄勒冈小石溪污水深度处理厂	328
7.7.1	污水厂介绍	328

7.7.2	污水厂改造方案	329
7.8	美国加州 SAN JOSE 污水厂	331
7.8.1	污水厂介绍	331
7.8.2	污水厂改造方案	332
7.9	加拿大 安大略省 KITCHENER 污水厂	333
7.9.1	污水厂介绍	333
7.9.2	污水厂运行分析	334
7.9.3	污水厂改造方案	334
7.10	美国加州 BENICIA 污水厂	334
7.10.1	污水厂介绍	334
7.10.2	污水厂运行分析	335
7.10.3	污水厂改造方案	335
第8章	国内污水厂改扩建实例	336
8.1	上海市白龙港城市污水处理厂升级改造工程	336
8.1.1	污水厂介绍	336
8.1.2	改扩建设计	339
8.2	上海曲阳污水处理厂改建工程	348
8.2.1	污水厂介绍	348
8.2.2	改扩建设计	351
8.3	郑州市王新庄污水处理厂改造工程	374
8.3.1	污水厂介绍	374
8.3.2	改扩建设计	377
8.4	绍兴污水处理厂三期续建工程	391
8.4.1	污水厂介绍	391
8.4.2	改扩建设计	393
8.5	广州大坦沙污水处理厂三期扩建工程	407
8.5.1	污水厂介绍	407
8.5.2	改扩建设计	410
8.6	常州市城北污水处理厂提标改造工程	425
8.6.1	污水厂介绍	425
8.6.2	改扩建设计	430
8.7	上海市松江污水处理厂三期扩建工程	443
8.7.1	污水厂介绍	443
8.7.2	改扩建设计	444

8.8	唐山市西郊污水处理二厂再生水工程	466
8.8.1	污水厂介绍	466
8.8.2	改扩建设计	468
8.9	深圳市光明污水处理厂工程	478
8.9.1	污水厂介绍	478
8.9.2	污水厂设计	480
8.10	上海桃浦污水处理厂改造工程	493
8.10.1	污水厂介绍	493
8.10.2	改扩建设计	495
8.11	上海天山污水处理厂改造工程	509
8.11.1	污水厂介绍	509
8.11.2	改扩建设计	513
8.12	厦门市第二污水处理厂扩建工程	536
8.12.1	污水厂介绍	536
8.12.2	改扩建设计	537
8.13	上海富国皮革有限公司污水处理站臭气治理工程	555
8.13.1	设计规模	555
8.13.2	工艺设备和总体布局	556
8.13.3	工程设计	556
8.14	上海曲阳污水处理厂臭气治理工程	557
8.14.1	工程介绍	557
8.14.2	设计规模	557
8.14.3	臭气收集输送系统	557
8.14.4	臭气处理设计	557
8.15	上海石化总厂污水处理厂曝气池臭气治理工程	558
8.15.1	工程介绍	558
8.15.2	设计标准	559
8.15.3	工程设计	559
	参考文献	564

上篇

基本理论和工艺

污水厂改扩建与标准的不断严格有关，随着环境状况的日益严峻，我国污水厂污染物排放标准不断严格，本篇对我国标准实施的严格进行分析，对污水处理和污泥处理处置工艺技术开展论述。除臭设计也是改善污水厂运行状况的重要内容，在改扩建设计中往往会涉及；在改扩建设计中还要注意相关配套设施，特别是电气和自动化控制设计。