

水处理设施设计计算丛书

# 城市污水处理厂 处理设施设计计算

崔玉川 刘振江 张绍怡 等编



化学工业出版社

水处理设施设计计算丛书

---

# 城市污水厂 处理设施设计计算

---

崔玉川 刘振江 张绍怡 等编



化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

城市污水厂处理设施设计计算/崔玉川, 刘振江, 张绍怡等编. —北京: 化学工业出版社, 2004  
(水处理设施设计计算丛书)  
ISBN 7-5025-5585-4

I. 城… II. ①崔…②刘…③张… III. 城市污水-污水处理-水处理设施-设计计算 IV. X703.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 042956 号

---

水处理设施设计计算丛书  
城市污水厂处理设施设计计算  
崔玉川 刘振江 张绍怡 等编  
责任编辑: 郭乃铎 王蔚霞  
文字编辑: 刘莉璐  
责任校对: 郑捷  
封面设计: 于兵

\*  
化学工业出版社出版发行  
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)  
发行电话: (010) 64982530  
<http://www.cip.com.cn>

\*  
新华书店北京发行所经销  
北京市管庄永胜印刷厂印刷  
三河市宇新装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 17¼ 插页 1 字数 459 千字

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5585-4/X·479

定 价: 38.00 元

---

版权所有 违者必究  
该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 水处理设施设计计算丛书编委会

主 任 崔玉川

副主任 杨崇豪 张绍怡

委 员 (按姓氏笔画排序)

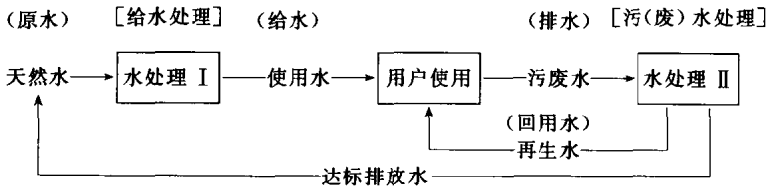
安沁生 李思敏 李福勤 员 建

张东伟 陈宏平 郜宏漪 管 满

# — 序 —

随着我国社会主义现代化建设的深入进行、城市化进程的加快以及人民生活水平的不断提高，不仅用水量将迅速增加，而且对水质的要求也会越来越高。

从水质角度考虑，人类社会上的水大致可分为三大类，即天然水（地表水与地下水）、使用水（生活与生产用水）和污废水（生活与生产使用过的水）。水处理则是这三种水质类型转化的重要手段，从而构成了水的社会循环，这种关系可如下图所示。



水处理是对水质成分的变革，亦即采用各种必要的物理、化学或生物学的工艺技术，将水中的污染物质分离出去，使水质达到所要求水质标准的一种加工净化过程。按照原水水质性质类别的不同，水处理通常分为给水处理和污（废）水处理两大类。近些年来，由于天然水源水质不断污染以及污水资源化的逐步实施，使原来两类水处理工艺技术的隶属关系正在模糊，从而也使两类水处理技术的界限日渐淡化。

水处理工艺是由若干不同功能的水处理工序和输配水联络管渠所组成。每个处理工序都有一种主要处理构筑物或设备。水处理技术的不断发展，使同一功能处理设施的类型在不断增多。在水处理工艺流程及其处理构筑物（设备）类型确定后，水处理工艺的设计计算任务主要是确定有关构筑物（设备）及管渠的几何尺寸和数量，以及附属装置、材料和药品等的规格及用量，从而为水处理厂（站）的布置等提供依据。因此，每个单元处理设施（构筑物或设备）的设计计算，不单是各处理工序的重要计算内容，也是整个水

处理工艺和水处理厂(站)的设计计算基础。

进行《水处理设施设计计算丛书》的整体设计时着眼于全局,内容较为完善,基本涵盖了各类水处理主要单元设施的重要设计计算课题。《丛书》由如下分册组成:

1. 《给水厂处理设施设计计算》(含计算例题 85 个)
2. 《工业用水处理设施设计计算》(含计算例题 100 个)
3. 《纯净水与矿泉水处理工艺及设施设计计算》(含计算例题 37 个)
4. 《城市污水厂处理设施设计计算》(含计算例题 95 个)
5. 《城市污水回用深度处理设施设计计算》(含计算例题 95 个)

本《丛书》重在突出实用性。撰写中均以设计计算为主,通过例题形式对各种水处理基本单元设施设计计算的内容、步骤、方法和要求,进行具体深入的介绍。例题大部分源于实际工程设计计算,作者在大量收集实例的基础上,从中筛选出最具代表性的典型实例,继再加以整理、精辟分析而成文。例题计算过程中所需的公式、插图和表格,在演绎计算过程的同时加以引用和简要说明。计算例题的表述形式一般分为“已知条件”和“设计计算”两大部分。对某些新型水处理设施或暂无法规性设计文件的设施,在进行具体计算之前,于“设计概述”中先行简要介绍其构造组成、工艺原理和主要设计参数等,以方便读者不必再到他处进行查找。

本《丛书》除可作为水处理设施设计计算的实用性参考书之外,还可作为设计人员的入门读物。读者只要仿照例题的模式即可完成主要的设计计算,对年轻工程技术人员和大专院校的高年级学生,亦甚实用。

21 世纪是全球经济一体化、各个国家竞相发展壮大的大好时机,但同时也显现出淡水资源日益匮乏,乃至呈现水荒的危机状态。在一定程度上,“水”已经成为制约国家经济发展、关系城市建设迫在眉睫的重大问题。本《丛书》的诸位作者力求通过自己的工作,在水处理这一水质类型转化的课题上起到一点推动作用,倘能如此,实感欣慰。

2003 年 1 月于太原

## —— 前 言 ——

随着城市和工业的飞速发展，污、废水的排放量与日俱增。据统计资料，我国城市污水的年排放量已达400多亿立方米，但在我国680多个城市中，仅有200余座在建和建成的污水处理厂，并且集中在近100个城市中，全国污水处理率只有25%左右。污水的大量排放，导致了水环境的污染和水资源可利用性的降低。根据中国环境保护远景目标纲要的要求，到2010年全国的污水平均处理率为：设市城市和建制镇不小于50%，设市城市不小于60%，重点城市不小于70%。按照《污水综合排放标准》的要求，为了满足出水排放标准，绝大多数城镇污水处理厂都必须采用二级生化处理或深度处理工艺技术。然而，我国城市平均每100万人才占有1座污水处理厂，而美国等发达国家则为1万人就占有1座（至20世纪70年代末，美国已有城市污水处理厂18000多座，英国、法国、德国兴建有7000~8000座）。所以，为了保护环境和充分利用水资源，污、废水的处理与再用已迫在眉睫，大力兴建城市污水处理厂势在必行。

本书意在通过计算例题的形式，主要对城市污水常规处理工艺中的单元处理设施的工艺设计计算内容、方法和要求进行具体介绍，以使读者仿照例题即可完成一般的设计计算工作。书中共编写了污水和污泥单元处理等设施的设计计算例题95个，内容包括调节池、配水池、格栅、沉砂池、初沉池、强化一级处理设施、好氧活性污泥法处理设施、生物膜法处理设施、自然净化设施、二沉池、消毒设施以及污泥处理设施等。关于膜处理装置及污水深度处理的有关内容，请见本丛书的《城市污水回用深度处理设施设计计算》一书，本书不另赘述。

该书系污、废水处理设计参考书，也是一本设计方法入门读

物。可供给水排水工程、环境工程等专业的工程技术人员和大专院校师生使用参考。

本书由崔玉川主持编写，刘振江和张绍怡为副主编。各章节的编写人员为：第一章为崔玉川教授，第二、三、四、五章为安沁生高工，第六章的第一、五、六节和附录为刘振江高工，第六章的第二、四节为管满高工，第六章的第三节为石虹高工，第七、八章为张绍怡教授级高工、韩燕高工、安沁生高工，第九、十、十一章为郜宏漪高工。全书由崔玉川教授统稿。

目前，我国对一些新型污水处理工艺设施的设计尚无颁布法规性技术文件，所以本书的某些设计计算例题只是一种探索性的尝试，期待同仁进一步修改完善。由于我们的水平以及收集到的资料所限，书中难免会有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

**编者**

**2004年4月**



## 内 容 提 要

本书为《水处理设施设计计算丛书》中的一本。

本书主要通过设计计算例题的形式，具体介绍城市污水处理厂常规处理工艺中，主要处理设施的设计计算内容、方法和要求。例题内容包括调节池、配水池、格栅、沉砂池、初沉池、强化一级处理设施、好氧活性污泥法处理设施、生物膜法处理设施、自然净化设施、二沉池、消毒设施以及污泥处理等单元设施的设计计算，共计 95 个例题。

本书可供给给排水工程、环境工程等专业的工程技术人员和大专院校师生参考。

# — 目 录 —

<b>第一章 城市污水处理的内容、方法和工艺</b> .....	1
<b>第一节 城市污水的水质及危害</b> .....	1
一、城市污水的组成 .....	1
二、城市污水的水质 .....	2
三、城市污水中污染物质的危害 .....	6
<b>第二节 城市污水处理方法</b> .....	7
一、物理处理法 .....	7
二、化学处理法 .....	8
三、生物处理法 .....	9
<b>第三节 城市污水处理的级别与工艺</b> .....	10
一、城市污水处理的程度 .....	10
二、污泥的处理方法 .....	13
三、城市污水处理厂的工艺流程 .....	15
<b>第二章 调节池及配水井</b> .....	17
<b>第一节 调节池</b> .....	17
一、设计概述 .....	17
二、计算例题 .....	19
<b>例 2-1 按逐时流量曲线计算水量调节池</b> .....	19
<b>例 2-2 按累计流量曲线计算水量调节池</b> .....	22
<b>例 2-3 用于 SBR 池的水量调节池设计计算</b> .....	24
<b>第二节 配水井</b> .....	27
一、设计概述 .....	27
二、计算例题 .....	28
<b>例 2-4 堰式配水井设计计算</b> .....	28
<b>第三章 预处理设施</b> .....	31
<b>第一节 格栅</b> .....	31
一、设计概述 .....	31

二、计算例题 .....	32
<b>例 3-1 格栅设计计算</b> .....	32
<b>例 3-2 格栅除污机设备选用计算</b> .....	35
第二节 沉砂池 .....	37
一、平流式沉砂池 .....	37
<b>例 3-3 平流式沉砂池设计计算</b> .....	38
二、竖流式沉砂池 .....	41
<b>例 3-4 竖流式沉砂池设计计算</b> .....	42
三、曝气式沉砂池 .....	44
<b>例 3-5 曝气式沉砂池设计计算</b> .....	45
四、涡流式沉砂池 .....	46
<b>例 3-6 涡流式沉砂池选型计算</b> .....	48
<b>第四章 初次沉淀池</b> .....	49
第一节 平流式初次沉淀池 .....	51
一、设计概述 .....	51
二、计算例题 .....	54
<b>例 4-1 平流式初次沉淀池设计计算</b> .....	54
第二节 竖流式初次沉淀池 .....	57
一、设计概述 .....	57
二、计算例题 .....	58
<b>例 4-2 竖流式初次沉淀池设计计算</b> .....	58
第三节 辐流式初次沉淀池 .....	61
一、设计概述 .....	61
二、计算例题 .....	63
<b>例 4-3 辐流式初次沉淀池设计计算</b> .....	63
第四节 斜板(管)初次沉淀池 .....	66
一、设计概述 .....	66
二、计算例题 .....	68
<b>例 4-4 斜板(管)初次沉淀池设计计算</b> .....	68
<b>第五章 强化一级处理设施</b> .....	71
第一节 水解(酸化)工艺 .....	71
一、设计概述 .....	71
二、计算例题 .....	74

例 5-1 水解(酸化)池设计计算 .....	74
第二节 化学絮凝强化工艺 .....	75
一、设计概述 .....	75
二、计算例题 .....	77
例 5-2 化学絮凝强化设施计算 .....	77
第三节 AB 法 A 段工艺 .....	79
一、设计概述 .....	79
二、计算例题 .....	80
例 5-3 A 段曝气池及沉淀池设计计算 .....	80
第六章 好氧活性污泥法处理设施 .....	83
第一节 传统活性污泥法 .....	83
一、设计概述 .....	83
二、设计例题 .....	85
例 6-1 按污泥负荷法设计推流式曝气池 .....	85
例 6-2 按污泥龄法设计推流式曝气池 .....	98
例 6-3 完全混合式曝气池设计 .....	101
例 6-4 阶段曝气活性污泥工艺设计计算 .....	106
例 6-5 吸附再生活性污泥工艺设计计算 .....	114
第二节 脱氮除磷活性污泥法 .....	117
一、 $A_1/O$ 生物脱氮工艺 .....	118
例 6-6 $A_1/O$ 生物脱氮工艺设计计算 .....	119
二、 $A_2/O$ 生物除磷工艺 .....	134
例 6-7 $A_2/O$ 生物除磷工艺设计计算 .....	135
三、 $A^2/O$ 生物脱氮除磷工艺 .....	143
例 6-8 $A^2/O$ 生物脱氮除磷工艺设计计算 .....	145
第三节 吸附-生物降解活性污泥法 .....	156
一、工艺特点 .....	156
二、设计参数及设备 .....	158
三、计算例题 .....	158
例 6-9 AB 法工艺设计计算 .....	158
第四节 氧化沟 .....	173
一、概述 .....	173
二、技术特点 .....	174

三、氧化沟的类型和基本形式 .....	174
四、奥贝尔氧化沟 .....	176
<b>例 6-10 奥贝尔氧化沟工艺设计计算</b> .....	178
五、帕斯维尔氧化沟 .....	187
<b>例 6-11 帕斯维尔氧化沟工艺设计计算</b> .....	189
六、交替工作式氧化沟 .....	197
<b>例 6-12 三沟式氧化沟工艺设计计算</b> .....	198
七、卡鲁塞尔氧化沟 .....	205
<b>例 6-13 卡鲁塞尔氧化沟工艺设计计算</b> .....	207
第五节 间歇式活性污泥法 .....	215
一、设计概述 .....	215
二、计算例题 .....	216
<b>例 6-14 经典 SBR 工艺设计</b> .....	216
<b>例 6-15 CASS 工艺设计计算</b> .....	222
第六节 应用活性污泥数学模型设计生物反应器 .....	229
一、活性污泥数学模型 (ASM1) 简介 .....	229
二、活性污泥模型的作用 .....	236
三、应用 ASM1 进行设计的步骤 .....	237
四、计算例题 .....	237
<b>例 6-16 用 ASM1 设计完全混合曝气池</b> .....	237
<b>例 6-17 用 ASM1 设计阶段曝气工艺曝气池</b> .....	251
<b>例 6-18 用 ASM1 计算推流式曝气池</b> .....	257
<b>例 6-19 用 ASM1 计算吸附再生工艺</b> .....	261
<b>例 6-20 用 ASM1 计算 A/O 脱氮工艺</b> .....	266
第七章 生物膜法处理设施 .....	272
第一节 生物滤池 .....	272
一、滤池种类及参数 .....	272
二、普通生物滤池 .....	272
<b>例 7-1 用容积负荷法计算普通生物滤池</b> .....	273
<b>例 7-2 用动力学公式法计算普通生物滤池</b> .....	274
三、高负荷生物滤池 .....	276
<b>例 7-3 用面积负荷法计算高负荷生物滤池</b> .....	276
<b>例 7-4 用容积负荷法计算高负荷生物滤池</b> .....	278

四、塔式生物滤池 .....	279
例 7-5 塔式生物滤池计算 .....	279
五、生物滤池需氧量 .....	281
例 7-6 生物滤池需氧量计算 .....	281
六、生物滤池布水系统 .....	283
例 7-7 固定式喷嘴布水器计算 .....	284
例 7-8 旋转式布水器计算 .....	287
七、生物滤池排水通风系统 .....	292
八、生物滤池污泥量 .....	292
例 7-9 高负荷生物滤池污泥量计算 .....	292
第二节 生物转盘 .....	294
一、设计概述 .....	294
二、计算例题 .....	296
例 7-10 生物转盘计算 .....	296
第三节 生物接触氧化法 .....	300
一、设计概述 .....	300
二、计算例题 .....	301
例 7-11 二段式生物接触氧化池计算 .....	301
例 7-12 接触沉淀池计算(二段式) .....	305
例 7-13 一段式生物接触氧化池计算 .....	309
第四节 曝气生物滤池 .....	311
一、设计概述 .....	311
二、计算例题 .....	313
例 7-14 DC 型曝气生物滤池计算 .....	313
例 7-15 N 型曝气生物滤池计算 .....	318
第五节 生物流化床 .....	321
一、设计概述 .....	321
二、计算例题 .....	322
例 7-16 好氧三相流化床容积计算 .....	322
第八章 自然净化设施 .....	324
第一节 稳定塘 .....	324
一、稳定塘的种类和选用 .....	324
二、好氧塘 .....	325

例 8-1	用面积负荷法计算普通好氧塘	326
例 8-2	用奥斯瓦德法 (Oswald) 计算普通好氧塘	327
例 8-3	用维纳-威廉法 (Wehner-Wiehelm) 计算普通好氧塘	329
三、	兼性塘	332
例 8-4	用面积负荷法计算兼性塘	333
例 8-5	用曲线图解法计算兼性塘	335
四、	厌氧塘	338
例 8-6	厌氧塘计算	338
五、	曝气塘	341
例 8-7	等容积串联好氧曝气塘计算	341
例 8-8	用去除率计算好氧曝气塘	344
六、	稳定塘污泥量	345
例 8-9	稳定塘污泥量计算 (1)	345
例 8-10	稳定塘污泥量计算 (2)	346
七、	稳定塘对氮和磷的去除	347
八、	稳定塘其他有关设计计算	347
例 8-11	稳定塘进出水口设计计算	347
第二节	土地处理	353
一、	土地处理的类型和参数	353
二、	慢速渗滤系统	355
例 8-12	慢速渗滤系统计算	355
三、	快速渗滤系统	360
例 8-13	快速渗滤系统计算	360
四、	地表漫流系统	364
例 8-14	地表漫流系统计算	364
五、	湿地处理系统	367
例 8-15	地表流湿地处理计算	367
六、	土地处理进出水设计	369
第九章	二次沉淀池	375
第一节	二次沉淀池的特点和设计要点	375
一、	二次沉淀池与初次沉淀池的区别	375
二、	池型选择	376
三、	设计要点	376

第二节 平流式二次沉淀池 .....	380
一、设计概述 .....	380
二、计算例题 .....	383
例 9-1 按沉淀时间和水平流速计算平流式二沉池 .....	383
例 9-2 平流式沉淀池进出水系统计算 .....	385
例 9-3 根据沉淀试验计算二次沉淀池面积 .....	387
第三节 辐流式二次沉淀池 .....	390
一、设计概述 .....	390
二、计算例题 .....	394
例 9-4 普通辐流式二次沉淀池设计计算 .....	394
例 9-5 向心流辐流式二次沉淀池设计计算 .....	396
第四节 斜板(管)二次沉淀池 .....	399
一、设计概述 .....	399
二、计算例题 .....	400
例 9-6 斜管二次沉淀池设计计算 .....	400
<b>第十章 消毒设施 .....</b>	<b>403</b>
第一节 液氯消毒 .....	404
一、设计概述 .....	404
二、计算例题 .....	407
例 10-1 液氯消毒工艺设计计算 .....	407
第二节 二氧化氯消毒 .....	409
一、设计概述 .....	409
二、计算例题 .....	410
例 10-2 二氧化氯消毒设计计算 .....	410
第三节 臭氧消毒 .....	412
一、设计概述 .....	412
二、计算例题 .....	415
例 10-3 臭氧消毒工艺计算 .....	415
第四节 紫外线消毒 .....	417
一、设计概述 .....	417
二、计算例题 .....	420
例 10-4 紫外线消毒工艺计算 .....	420
第五节 接触池 .....	421



一、设计概述 .....	421
二、计算例题 .....	422
<b>例 10-5 接触池工艺计算</b> .....	422
<b>第十一章 污泥处理设施</b> .....	424
<b>第一节 污泥产量计算</b> .....	425
一、设计概述 .....	425
二、计算例题 .....	427
<b>例 11-1 污泥含水率计算</b> .....	427
<b>例 11-2 污泥相对密度计算</b> .....	428
<b>例 11-3 消化污泥量计算</b> .....	429
<b>第二节 污泥的管道输送</b> .....	429
一、设计概述 .....	429
二、计算例题 .....	432
<b>例 11-4 污泥输送管道计算</b> .....	432
<b>第三节 污泥浓缩</b> .....	433
一、设计概述 .....	433
二、计算例题 .....	438
<b>例 11-5 用试验法设计连续式重力浓缩池</b> .....	438
<b>例 11-6 用污泥固体通量设计连续式重力浓缩池</b> .....	443
<b>例 11-7 气浮浓缩池设计计算</b> .....	445
<b>第四节 污泥的厌氧消化</b> .....	448
一、设计概述 .....	448
二、计算例题 .....	453
<b>例 11-8 消化池容积计算</b> .....	453
<b>例 11-9 中温污泥消化系统热平衡计算</b> .....	456
<b>例 11-10 消化池污泥气循环搅拌计算</b> .....	464
<b>例 11-11 污泥消化池沼气收集贮存系统设计</b> .....	467
<b>第五节 污泥的干化与脱水</b> .....	469
一、设计概述 .....	469
二、计算例题 .....	471
<b>例 11-12 污泥干化场设计计算</b> .....	471
<b>例 11-13 污泥真空转鼓过滤脱水机设计计算</b> .....	473
<b>例 11-14 污泥板框压滤机设计计算</b> .....	475