

水处理设施设计计算丛书

给水处理设施设计计算

● 崔玉川 员建 陈宏平 编



化学工业出版社

水处理设施设计计算丛书

给水厂处理设施设计计算

崔玉川 员 建 陈宏平 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

给水厂处理设施设计计算/崔玉川,员建,陈宏平编.
北京:化学工业出版社,2003.5
(水处理设施设计计算丛书)
ISBN 7-5025-4439-9

I. 给… II. ①崔… ②员… ③陈… III. 水厂-
水处理设施-设计-计算方法 IV. TU991.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 030873 号

水处理设施设计计算丛书
给水厂处理设施设计计算
崔玉川 员 建 陈宏平 编
责任编辑:郭乃铎 王蔚霞
文字编辑:周 红
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
化学工业出版社印刷厂印刷
三河市前程装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 18¼ 插页 2 字数 494 千字
2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-4439-9/X·283
定 价: 37.00 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

处理工艺和水处理厂(站)的设计计算基础。

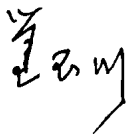
进行《水处理设施设计计算丛书》的整体设计时着眼于全局,内容较为完善,基本涵盖了各类水处理主要单元设施的重要设计计算课题。《丛书》由如下分册组成:

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 90 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它处进行查找。

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—

给水厂是城镇供水的生产工厂，按照水源不同，分地下水和地表水两类水厂。地下水水厂的处理工艺较简单，一般只经消毒处理即可。若地下水中所含铁、锰或氟超标时，还需进行除铁、除锰或除氟处理等。

地表水厂也叫净水厂，其常规处理工艺为：原水-混凝-沉淀（澄清或气浮）-过滤-消毒-饮用水。主要是利用物理-化学作用使浑水变清并去除致病菌，使水质达到生活饮用水水质标准。由于水源水质的千差万别，所以处理工艺可有多种组合和选择。但过滤和消毒是不可缺少的。

20世纪70年代以来，由于水源成分更为复杂，特别是有机物污染，采用常规处理工艺是不能去除的。为此，对常规工艺往往还增加预处理或深度处理的工艺技术措施才行。

本书意在通过计算例题的形式，对给水厂工艺中的各类基本处理构筑物的设计计算内容、方法和要求进行具体深入介绍。以使读者仿照例题即可完成一般的设计计算工作。书中共有单元处理构筑物设计计算例题85个，内容包括水的混凝、沉淀、澄清、气浮、过滤、消毒、除铁、除锰、除氟，以及微污染水源水的生物预处理和活性炭吸附、膜分离等深度处理所需各种主要单元处理设施的设计计算。同时，对净水厂常规工艺的系统设计计算，还列出4种实例。这些例题，不少是在实际工程资料基础上加工整理而成的。

本书系给水处理设计参考书，亦是一本设计方法入门读物。可供给水排水、电厂化学和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。

本书由崔玉川主编。各章执笔人为：第一、二、三章为员建；

第四、八、九章为陈宏平；第五、六、七章为崔玉川。全书由崔玉川统稿。

由于我们水平所限，书中错误和不妥之处，请读者批评指正。

编者

内 容 提 要

本书通过设计计算例题的形式，具体介绍给水厂处理构筑物和设备的主要设计计算内容、方法和要求。例题内容包括水的混凝、沉淀、澄清、气浮、过滤、消毒、除铁、除锰、除氟以及微污染水源水的生物预处理和活性炭吸附、膜分离等深度处理所需的各种主要单元处理设施的设计计算例题，共计 85 个例题。同时，对净水厂常规工艺的设计计算，还列出 4 种实例。

本书可供给水排水、环境工程及电厂化学等专业的工程技术人员和大专院校师生使用参考。

— 目 录 —

第一章 混凝设施	1
第一节 药剂配制投加设备	2
例 1-1 药剂溶解池和溶液池的计算	3
例 1-2 压缩空气搅拌调制药液的计算	5
例 1-3 压力式孔板计量投药器的计算	9
例 1-4 投药水射器的计算	11
例 1-5 药剂仓库的计算	16
第二节 混合设备	17
例 1-6 管道式混合的计算	18
例 1-7 分流隔板式混合槽的计算	21
例 1-8 桨板式机械混合池的计算	24
第三节 絮凝设备	26
例 1-9 往复式隔板絮凝池的计算	28
例 1-10 回转式隔板絮凝池的计算	31
例 1-11 单级旋流式絮凝池的计算	36
例 1-12 穿孔旋流式絮凝池的计算	37
例 1-13 折板絮凝池的计算	45
例 1-14 竖流式隔板絮凝池的计算	52
例 1-15 圆锥形涡流式絮凝池的计算	54
例 1-16 栅条絮凝池的计算	57
例 1-17 水平轴式等径叶轮机械絮凝池的计算	64
例 1-18 垂直轴式等径叶轮机械絮凝池的计算	69
第二章 沉淀池	75
第一节 平流式沉淀池	76
例 2-1 平流式自然沉淀池的计算	78
例 2-2 按沉淀时间和水平流速计算平流式沉淀池	79
例 2-3 按面积负荷计算平流式沉淀池	81
例 2-4 人工排泥平流式沉淀池的计算	83

例 2-5	平流式沉淀池污泥斗的计算	87
例 2-6	平流式沉淀池穿孔排泥管的计算	88
例 2-7	平流式沉淀池进水穿孔墙与出水三角堰的计算	96
第二节	辐流式沉淀池	97
例 2-8	辐流式沉淀池的计算(按浓缩池计算沉淀池的面积)	98
例 2-9	辐流式自然沉淀池的计算	104
第三节	斜板与斜管沉淀池	106
例 2-10	上向流斜管沉淀池的计算	109
例 2-11	上向流矩形断面木质斜管沉淀池系统设计计算	115
例 2-12	横向流斜板沉淀池的计算	123
例 2-13	同向流斜板沉淀池的计算	127
第四节	迷宫式斜板沉淀池	138
例 2-14	侧向流迷宫式斜板沉淀池的计算	138
第三章	澄清池和气浮池	144
第一节	悬浮澄清池	146
例 3-1	无穿孔底板悬浮澄清池的计算	149
例 3-2	有穿孔底板圆形双层式悬浮澄清池的计算	156
第二节	脉冲澄清池	162
例 3-3	真空式脉冲澄清池的计算	165
例 3-4	虹吸式脉冲澄清池部分的计算	174
例 3-5	钟罩式虹吸脉冲发生器的计算	178
第三节	机械搅拌澄清池	183
例 3-6	机械搅拌澄清池池体部分的计算	186
例 3-7	机械搅拌澄清池搅拌设备工艺计算	194
例 3-8	水力驱动机械搅拌澄清池动力计算	197
第四节	水力循环澄清池	204
例 3-9	水力循环澄清池的计算	207
例 3-10	辐射穿孔管-环形集水槽式出水系统的计算	213
第五节	气浮池	220
例 3-11	平流部分回流压力溶气气浮法的计算	220
第六节	浮沉池	232
例 3-12	侧向流斜板浮沉池的计算	232
第四章	过滤池	239
第一节	普通快滤池	242
例 4-1	普通快滤池池体的计算	245

例 4-2	普通快滤池的计算	246
例 4-3	固定管式表面冲洗系统的计算	252
例 4-4	旋转管式表面冲洗系统的计算	256
例 4-5	压力滤池大阻力配水系统的计算	261
第二节	虹吸滤池	264
一、	工况概述	264
二、	设计参数	266
例 4-6	矩形虹吸滤池的计算	267
例 4-7	虹吸滤池水力自动控制装置的计算	274
第三节	无阀滤池	281
一、	工况概述	281
二、	设计参数	282
例 4-8	方形重力式无阀滤池的计算	285
例 4-9	无阀滤池主虹吸管的计算	288
例 4-10	压力式无阀滤池的计算	291
第四节	移动罩滤池	300
一、	工况概述	300
二、	设计参数	302
例 4-11	泵吸式移动罩滤池的计算	304
例 4-12	虹吸式移动罩滤池的计算	310
第五节	单阀滤池	314
一、	工况概述	314
二、	单阀滤池的特点及设计参数	316
例 4-13	设池顶水箱的单阀滤池的设计计算（反冲洗时不停止进浑水）	316
例 4-14	在清水池内设冲洗水箱的单阀滤池的设计计算（反冲洗时停止进浑水）	323
第六节	V 型滤池	329
例 4-15	V 型滤池的设计	329
第七节	滤池的气水反冲洗	347
例 4-16	气水反冲洗大阻力配气系统的设计	347
第八节	微滤机	356
例 4-17	微滤机的设计选用	356
第五章	消毒设施	362
第一节	液氯消毒	362

例 5-1 液氯消毒加氯量及设备选择的计算	362
第二节 漂白粉消毒	368
例 5-2 漂白粉消毒的计算	368
第三节 氯胺消毒	370
例 5-3 氯胺消毒的计算	370
第四节 次氯酸钠消毒	373
例 5-4 次氯酸钠消毒的计算	373
第五节 二氧化氯消毒	375
例 5-5 二氧化氯消毒的计算	375
第六节 紫外线消毒	377
例 5-6 横置光源水面式紫外线消毒设备的计算	377
第七节 臭氧消毒	380
例 5-7 臭氧消毒设备选用计算	381
第六章 除铁除锰设施	385
第一节 除铁	386
一、自然氧化法	386
例 6-1 自然氧化法除铁的计算	391
二、接触氧化法	397
例 6-2 接触氧化法除铁的计算	401
第二节 除锰	404
例 6-3 接触氧化法除铁、除锰的计算	404
第七章 除氟设施	412
第一节 混凝沉淀法	412
例 7-1 混凝沉淀法除氟的计算	412
第二节 吸附过滤法	414
例 7-2 活性氧化铝吸附过滤法除氟的设计计算	414
第八章 微污染源饮用水的附加处理设施	419
第一节 生物预处理设施	420
例 8-1 颗粒填料(陶粒滤料)生物接触氧化池的设计计算	424
例 8-2 人工合成填料(YDT 填料)生物接触氧化池的设计 计算	427
例 8-3 塔式生物滤池用于微污染源水处理的设计计算	429
第二节 活性炭吸附深度处理	433
例 8-4 颗粒活性炭吸附法用于饮用水深度处理的计算	435

例 8-5	活性炭吸附塔基本尺寸的计算	440
例 8-6	粉末活性炭补充量的计算	440
第三节	臭氧预处理、深度处理及臭氧-生物活性炭联合处理	442
例 8-7	臭氧-生物活性炭联合处理微污染水源水的计算	443
第四节	膜处理法	448
例 8-8	以城市自来水制取纯净水机组的设计计算	464
第九章	净水厂工艺设施系统设计计算实例	475
例 9-1	管道混合-单层往复式隔板反应池-平流沉淀池-双层滤料普通快滤池-氯氨消毒工艺水厂设计计算	475
例 9-2	套管跌落管道混合-立轴式机械反应池+双层隔板反应池-同向流斜板沉淀池-双虹吸滤池-氯消毒工艺水厂设计计算	491
例 9-3	水泵混合-孔室机械反应池-斜管沉淀池-重力式无阀滤池-氯消毒工艺水厂设计计算	520
例 9-4	机械搅拌澄清池-虹吸滤池-工业生产用水工艺水厂设计计算	537
主要参考文献		567

第一章

混凝设施

水的混凝是指水中杂质微粒和混凝剂进行混合、絮凝形成较大絮凝体（即矾花、绒粒或絮状物）的过程。它是近代水质净化处理的首要环节。

混凝剂的投加分干投法与湿投法两种，我国多采用后者，采用湿投法时，混凝处理的工艺流程如图 1-1 所示。

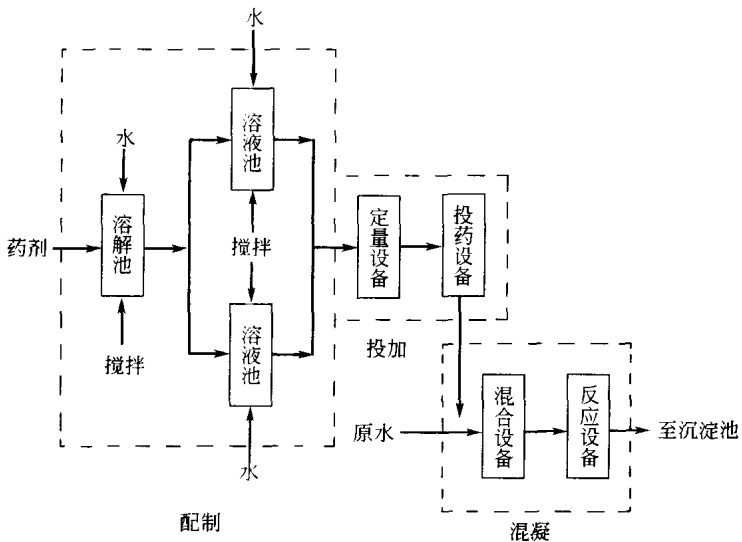


图 1-1 湿投法混凝处理工艺流程示意

混凝处理的工艺计算内容主要包括：确定混凝药剂的用量，计算药溶液配置设备、定量投加设备、混合设备及絮凝设备的工艺几何尺寸等。

第一节 药剂配制投加设备

关于药剂种类的选择及最佳投药量的确定，目前尚不能用统一公式计算，这是由于各地区水源的水质情况不同，即使浊度度相同的两个水样，也往往会因造浑物质的成分、性质及影响因素不同，而使混凝效果相差很大。因此一般药剂的选用应通过实验确定，也可采用条件相似的已有水厂的运行数据。表 1-1 列出我国一些自来水管厂的投药量数据，可供设计参考。

表 1-1 部分水厂的投药量

水司名称	原水水质	凝聚剂	投加量/(mg·L ⁻¹)
武汉市	浊度 50~800 度,平均 219 度; 水温 1~30℃	碱式氯化铝	平均 26.1
株洲市	浊度 30~900 度,水温 3~30℃	硫酸铝	2~32
北京市	浊度小于 50 度	三氯化铁	5.0
上海市	浊度 12~460 度,平均 63 度; 水温 3.5~32.5℃,平均 17.9℃	碱式氯化铝、精制硫酸 铝、液铝等	15~30
天津市	浊度 4~60 度,平均 20~25 度; 水温 0~25℃	硫酸亚铁 铁:碱 = 1:1	10~20
广州市	浊度夏季为 60~150 度,冬季 为 20~40 度,平均 100 度; 水温 20~31℃	铝盐、铝式氯化铝	30~40 以 Al ₂ O ₃ 计
南昌市	浊度 20~800 度; 水温 4.5~37℃	精制硫酸铝,洪峰时加聚 丙烯酰胺助凝剂	8~12
南宁市	浊度 5~900 度;水温 11~32℃	碱式氯化铝、精制硫酸铝	20
福州市	浊度 7~300 度	硫酸铝、明矾	13.2~28.9
成都市	浊度 6~1200 度,平均 100 度; 水温 5~24℃	三氯化铁	22
		碱式氯化铝 高浊度时加聚丙 烯酰胺助凝剂	32
大连市	浊度 10~300 度; 水温 3~29℃	精制硫酸铝	5~60

续表

水司名称	原水水质	凝聚剂	投加量/(mg·L ⁻¹)
无锡市	浊度 6~200 度; 水温 0~30℃	液铝 精制硫酸铝 三氯化铁	13~30
宜昌市	浊度 10~3000 度	碱式氯化铝	3~5
厦门市	浊度 20~300 度; 水温 5~35℃	精制硫酸铝	10~28
长春市	一水厂进水浊度 10~10000 度; 水温 1~26℃	硫酸铝、碱式氯化铝, 加活化硅助凝	50~85 活化硅 5.0~8.5
	二水厂进水浊度 8~1800 度; 水温 3~26℃	硫酸铝	25~70
吉林市	浊度 5~6000 度; 水温 0~22℃	硫酸铝	30
南通市	浊度 60~1000 度; 水温 0~33℃	三氯化铁	10~13, 平均 11
随州市	浊度 20~15000 度; 水温 10~35℃	碱式氯化铝	8~9
辽源市	浊度 5~24000 度; 水温 1~25℃	碱式氯化铝、精制硫酸铝	5~150, 平均 45
攀枝花市	浊度 150~1500 度; 水温 18~30℃ (取用电厂尾水)	碱式氯化铝、三氯化铁	0.7~13.7, 平均 7.0
潮州市	浊度 10~4000 度; 水温 10~50℃	碱式氯化铝	3~15
松江县	浊度 40~100 度; 水温 4~33℃	碱式氯化铝	14~20, 平均 18
绍兴市	浊度 10~150 度	硫酸铝	12~18

【例 1-1】 药剂溶解池和溶液池的计算

(一) 设计概述

在药剂湿投法系统中, 首先把固体(块状或粒状)药剂置入溶解池中, 并注水溶化。为增加溶解速度及保持均匀的浓度, 一般采用水力、机械及压缩空气等方法搅拌, 投药量较小的水厂也有采用人工进行搅拌调制的。

设计药剂溶解池时, 为便于投置药剂, 溶解池的设计高度一般