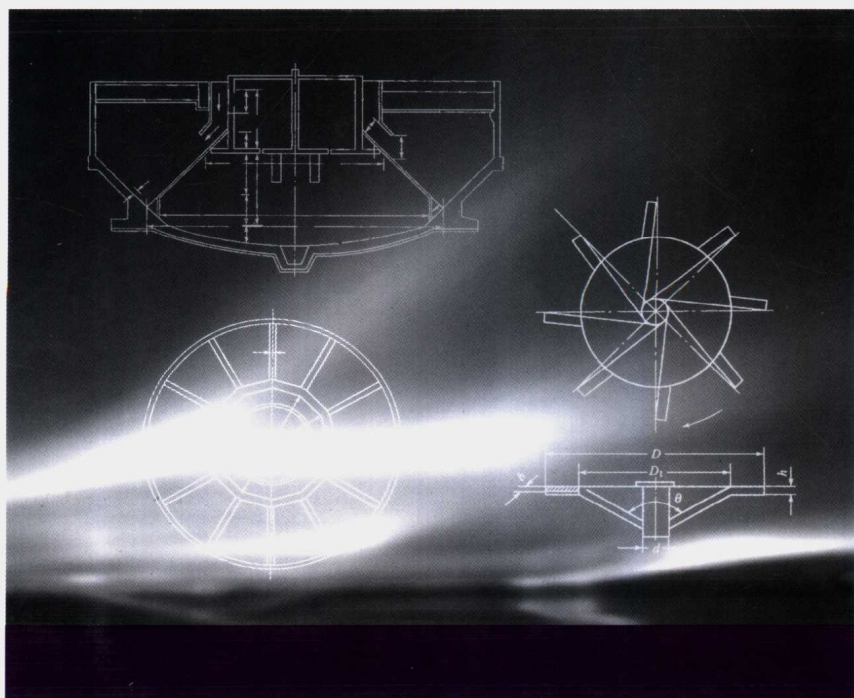


尹士君 李亚峰 等编著

水处理构筑物 设计与计算



Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

水处理构筑物设计与计算

尹士君 李亚峰 等编著



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

水处理构筑物设计与计算/尹士君, 李亚峰等编著. —北京:
化学工业出版社, 2004. 3
ISBN 7-5025-5313-4

I. 水… II. ①尹…②李… III. ①水处理设施-设计②水
处理设施-计算方法 IV. TU991.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 020463 号

水处理构筑物设计与计算

尹士君 李亚峰 等编著
责任编辑: 董琳 管德存
文字编辑: 麻雪丽
责任校对: 李林
封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
环境科学与工程出版中心

(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
北京管庄永胜印刷厂印刷
三河市东柳装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 24¼ 字数 602 千字

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5313-4/X·405

定 价: 52.00 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

前 言

随着社会经济的发展和人口的不断增加，水资源短缺已成为一个全球化的问题。我国的缺水形势更为严重，人均水资源占有量仅相当于世界人均占有量的 1/4，在全国 600 多个城市中就有约 400 个城市缺水。同时水环境污染日益严重，全国 7 大流域地表水普遍受到污染，特别是流经城市的河段有机污染较重，主要湖泊富营养化问题严重，许多城市地下水受到不同程度的污染。保护水资源、防治水污染、改善水环境是保护环境和实施可持续发展的重要内容。

水处理技术是保护水资源、改善水环境必不可少的手段，广泛应用于净水处理、中水回用和废水处理领域，在国民经济中起着越来越重要的作用。净水处理与废水处理在原理和方法上并无区别，只是应用对象有所差异。本书按水处理的方法进行分类，以水处理构筑物为对象，主要介绍各种水处理构筑物的设计方法、设计参数及其工艺特点和适用条件。本书不以介绍水处理原理为主，而是只对各种构筑物的基本构造和工作原理做扼要的阐述，并附有大量设计例题，为从事水处理和环境保护方面的工程设计、科学研究人员以及高等院校相关专业的师生提供参考。

本书分为上、下两篇，上篇介绍用物理和化学方法处理构筑物的设计和计算方法，下篇介绍用生物法处理构筑物的设计和计算方法。本书第一章（第三节除外）、第四章第一节由李亚峰编写；第一章第三节、第二章、第三章、第四章（第一节除外）、第十三章由杨辉编写；第五章、第六章、第十一章、第十四章由马兴冠编写；第七章由王春敏、李亚峰编写；第八章由陈健、李亚峰编写；第九章、第十章、第十二章、第十六章由徐丽编写；第十五章、第十七章、第十八章、第十九章由尹士君编写。全书由尹士君负责统编定稿。

限于编著者水平，书中可能有疏漏或不足之处，敬请专家、读者不吝指教。

编著者

2003 年 12 月

内 容 提 要

本书分为上、下两篇，共19章，重点介绍各种水处理构筑物的设计和计算方法，在不同情况下如何进行水处理工艺流程的选择、设计参数的选取和池型的确定，各种构筑物主要细部构造的设计，辅助配套设施、设备的选择和设计等。本书阐述了各种构筑物的工艺特点、适用条件、基本构造和工作原理，并提供大量图表和设计举例，力求简明易懂。

本书可作为从事水处理和环境保护方面的工程设计、科研人员，以及高等院校师生的学习参考书。

目 录

上篇 物理和化学法处理构筑物

第一章 重力分离	1	二、混凝剂的配制	55
第一节 沉砂池	1	三、混凝剂的投加	55
一、沉砂池的作用与分类	1	四、加药间及药库	56
二、沉砂池设计的一般规定	1	五、设计计算举例	56
三、平流式沉砂池的设计与计算	1	第二节 混合	57
四、竖流式沉砂池的设计与计算	4	一、管式混合	57
五、圆形涡流式沉砂池的设计与计算	7	二、水力混合	58
六、多尔沉砂池的设计与计算	9	三、水泵混合	60
七、曝气沉砂池的设计与计算	11	四、机械混合	61
第二节 废水处理中的沉淀池	13	第三节 絮凝反应	63
一、沉淀池的作用与分类	13	一、隔板絮凝池	63
二、沉淀池设计的一般规定	13	二、折板絮凝池	67
三、平流式沉淀池的设计与计算	14	三、网格絮凝池	70
四、竖流式沉淀池的设计与计算	20	四、机械絮凝池	74
五、辐流式沉淀池的设计与计算	24	五、涡流絮凝池	79
六、斜板(管)沉淀池的设计与计算	30	第三章 澄清	82
七、迷宫斜板沉淀池的设计与计算	33	第一节 机械搅拌澄清池	82
第三节 给水处理中的沉淀池	34	第二节 水力循环澄清池	94
一、平流式沉淀池	34	第三节 脉冲澄清池	103
二、斜管(板)沉淀池	35	第四节 悬浮澄清池	105
三、沉淀池排泥与放空计算	38	第四章 筛滤	107
第四节 污泥浓缩池	41	第一节 格栅	107
一、重力浓缩池的设计与计算	42	一、格栅的分类与构造	107
二、气浮浓缩池的设计与计算	45	二、格栅的设计与计算	107
第五节 隔油池	50	第二节 滤池	112
一、平流式隔油池的设计与计算	50	一、普通快滤池	112
二、斜板式隔油池的设计与计算	52	二、虹吸滤池	121
三、小型隔油池	53	三、虹吸式双阀滤池	128
第六节 二次沉淀池	53	四、无阀滤池	128
一、二次沉淀池的两项负荷	54	五、移动罩滤池	134
二、二次沉淀池的设计流量	54	六、V型滤池	137
三、池边水深的建议值	54	七、多层滤料滤池	139
四、二次沉淀池的污泥区容积	54	八、压力滤池	140
第二章 混凝	55	九、除铁除锰滤池	141
第一节 混凝剂配制及投加	55	十、网滤	142
一、常用混凝剂	55	十一、微滤机	143

第五章 氧化还原	145	二、中和处理设备计算	184
第一节 药剂氧化还原法	146	第三节 药剂中和法	185
一、氧化法	146	一、酸性废水的药剂中和处理	185
二、还原法	148	二、碱性废水的药剂中和处理	188
三、氧化消毒	149	第四节 过滤中和法	189
第二节 电解法	150	一、普通中和滤池	189
一、电解槽的结构与设计	150	二、升流式膨胀中和滤池	191
二、脉冲电解	152	三、过滤中和滚筒	193
三、电解氧化	153	第九章 化学沉淀法	194
第三节 臭氧氧化	154	第一节 氢氧化物沉淀法	194
一、臭氧消毒	154	第二节 硫化物沉淀法	195
二、臭氧氧化处理系统	154	第三节 碳酸盐沉淀法	197
第四节 其他氧化还原法	157	一、石灰软化法	197
一、空气氧化	157	二、石灰纯碱软化法	197
二、光氧化	161	三、石灰石膏软化法	197
三、金属还原	161	第四节 其他沉淀法	197
第六章 吸附	162	一、钡盐沉淀法	197
第一节 吸附反应器	162	二、卤化物沉淀法	198
一、固定床	162	三、铁氧体沉淀法	198
二、移动床	163	四、磷酸盐沉淀法	198
三、流化床	164	第十章 膜分离法	200
四、计算公式	164	第一节 反渗透	200
五、计算实例	166	第二节 超滤	205
第二节 吸附剂的再生	168	第三节 纳滤	208
一、加热再生	168	第十一章 离子交换	211
二、药剂再生	170	第一节 离子交换剂	211
三、化学氧化	171	一、离子交换树脂的制造与命名	211
第七章 气浮	172	二、离子交换剂的选择性	211
第一节 散气气浮	172	三、废水水质对离子交换树脂交换能力的影响	212
一、散气气浮装置与设备	172	四、离子交换树脂的选择、保存、使用和鉴别	213
二、散气气浮装置的设计与计算	172	五、离子交换树脂的再生	214
第二节 溶气气浮	175	第二节 离子交换设备	215
一、加压溶气气浮	175	一、固定床离子交换器	215
二、溶气真空气浮	180	二、移动床、流动床离子交换器	216
第三节 电解气浮	180	三、设计计算	217
第八章 中和处理	183	第三节 电镀废水离子交换法	218
第一节 废水的中和处理及常用的中和剂	183	一、含铬废水离子交换法	218
一、废水的中和处理功能	183	二、含镍废水离子交换法	221
二、中和处理方法	183	第十二章 相转移分离法	223
三、常用的中和药剂	183	第一节 吹脱法	223
第二节 酸碱废水中和法	184	第二节 汽提法	225
一、酸性或碱性废水需要量计算	184		

第三节 萃取法	228
第四节 结晶	231
第五节 蒸发	232
第十三章 消毒	235
第一节 概述	235
第二节 设计要求	237
一、液氯消毒	237
二、二氧化氯消毒	238
三、漂粉精消毒	239
四、次氯酸钠消毒	239
五、氯胺消毒	240
六、臭氧消毒	240

七、紫外线消毒	240
第十四章 污泥脱水	243
第一节 污泥调节	243
一、污泥加药调节	243
二、污泥淘洗调节	244
第二节 污泥机械脱水	245
一、真空过滤脱水机	245
二、加压过滤脱水机	246
三、带式过滤脱水机	248
四、离心脱水机	250
第三节 污泥干化场	252
第四节 污泥烘干	254

下篇 生物法处理构筑物

第十五章 活性污泥法	256
第一节 活性污泥法的分类与特点	256
第二节 活性污泥系统的设计方法	257
一、设计内容	257
二、设计方法及计算公式	258
第三节 曝气系统设计	260
一、需氧量计算	260
二、曝气装置	261
三、空气管道设计	270
第四节 完全混合式活性污泥系统	271
一、完全混合式曝气池	271
二、完全混合曝气沉淀池	273
三、延时曝气法	274
四、设计计算举例	274
第五节 推流式活性污泥系统	277
一、传统推流式曝气池	277
二、渐减曝气法曝气池	279
三、分段曝气法曝气池	279
四、污泥再生法曝气池	280
五、吸附再生法曝气池	280
六、高负荷法曝气池	282
七、设计计算举例	282
第六节 浅层曝气池、深层曝气池与深井曝气池	286
一、浅层曝气池	286
二、深层曝气池	286
三、深井曝气池	287
四、设计计算举例	287
第七节 纯氧曝气池	291
第八节 氧化沟	296

一、氧化沟的工作原理与特征	297
二、氧化沟的分类	297
三、卡罗塞氧化沟	297
四、交替运行式氧化沟	299
五、奥贝尔氧化沟	300
六、一体化氧化沟	301
七、氧化沟曝气设备	302
八、氧化沟工艺设计	303
九、设计计算举例	305
第九节 间歇式活性污泥系统	307
第十节 生物吸附降解法	312
第十一节 生物脱氮除磷系统	313
一、生物脱氮除磷的基本原理	313
二、生物脱氮工艺	315
三、生物除磷工艺	316
四、同步脱氮除磷工艺	318
五、工艺设计	320
第十六章 生物膜法	321
第一节 概述	321
第二节 生物滤池	322
一、普通生物滤池	323
二、高负荷生物滤池	326
三、塔式生物滤池	330
第三节 生物转盘	333
第四节 生物接触氧化法	338
第十七章 厌氧生物处理系统	342
第一节 厌氧生物处理法的特点和分类	342
第二节 厌氧生物处理构筑物	342
一、普通消化池	342
二、接触消化工艺	343

三、上流式厌氧污泥床	343	四、设计计算举例	361
四、厌氧颗粒污泥膨胀床	344	第二节 土地处理系统	361
五、厌氧生物滤池	344	一、土地处理系统的分类与特征	361
六、厌氧转盘	345	二、土地处理系统设计	363
七、厌氧流化床	346	三、设计计算举例	366
八、厌氧复合床反应器	346	第十九章 膜生物反应器	370
第三节 厌氧生物处理构筑物的设计	347	第一节 膜生物反应器的分类与特征	370
一、厌氧生物处理工艺的适用范围	347	一、膜生物反应器的分类	370
二、厌氧消化的影响因素	347	二、膜生物反应器的特点	371
三、厌氧消化的设计和控制因素	348	三、膜生物反应器的能耗	372
四、消化池的构造和配套设备	350	第二节 膜生物反应器的工艺流程	
五、设计计算举例	354	及设计	374
第十八章 自然生物处理系统	358	一、单池一体式 MBR 工艺	374
第一节 稳定塘	358	二、分置式 MBR 工艺	374
一、稳定塘的分类与特征	358	三、MBR 两级脱氮工艺	374
二、稳定塘工艺设计	358	四、序批式 MBR 工艺	375
三、稳定塘工艺流程	360	参考文献	375

上篇 物理和化学法处理构筑物

第一章 重力分离

第一节 沉砂池

一、沉砂池的作用与分类

沉砂池的作用是去除密度较大的无机颗粒。一般设在初沉池前，或泵站、倒虹管前。常用的沉砂池有平流式沉砂池、曝气沉砂池、竖流式沉砂池、涡流式沉砂池和多尔沉砂池等。平流式沉砂池构造简单，处理效果较好，工作稳定，但沉砂中夹杂一些有机物，易于腐化散发臭味，难以处置，并且对有机物包裹的砂粒去除效果不好。曝气沉砂池在曝气的作用下颗粒之间产生摩擦，将包裹在颗粒表面的有机物除掉，产生洁净的沉砂，同时提高颗粒的去除效率。多尔沉砂池设置了一个洗砂槽，可产生洁净的沉砂。涡流式沉砂池依靠电动机械转盘和斜坡式叶片，利用离心力将砂粒甩向池壁去除，并将有机物脱除。后3种沉砂池在一定程度上克服了平流式沉砂池的缺点，但构造比平流式沉砂池复杂。竖流式沉砂池通常用于去除较粗（粒径在0.6mm以上）的砂粒，结构也比较复杂，目前生产中采用较少。实际工程一般多采用曝气沉砂池。

二、沉砂池设计的一般规定

(1) 设计流量 沉砂池的设计流量应按分期建设考虑。当污水为自流进入时，设计流量为每期的最大设计流量；当污水为提升进入时，设计流量为每期工作泵的最大组合流量；对于合流制系统，设计流量应包括雨水量。

(2) 去除的砂粒 沉砂池按去除密度为 $2.65\text{g}/\text{cm}^3$ 、粒径为0.2mm以上的砂粒设计。

(3) 沉砂量与沉砂斗 城市污水的沉砂量可按每 10^6m^3 污水沉砂 30m^3 计算，其含水率为60%，容重为 $1500\text{kg}/\text{m}^3$ ；合流制污水的沉砂量应视具体情况确定。沉砂斗的容积应按不大于2天的沉砂量计算，砂斗的斗壁与水平的倾角不应小于 55° 。

(4) 除砂方法 除砂宜采用机械方法，并设置贮砂池和晒砂场。采用人工排砂时，排砂管直径不应小于200mm。

三、平流式沉砂池的设计与计算

(一) 平流式沉砂池的构造

平流式沉砂池平面为长方形，横断面多为矩形，一般是一渠两池。沉渣的排除方式有机械排砂和重力排砂。图1-1为多斗式平流式沉砂池工艺图。

(二) 平流式沉砂池设计与计算

1. 池长

$$L = vt \quad (1-1)$$

式中 L ——沉砂池长度, m;

v ——最大设计流量时水平流速, m/s, 一般取 0.3m/s;

t ——最大设计流量时流动时间, s, 不小于 30s, 一般采用 30~60s。

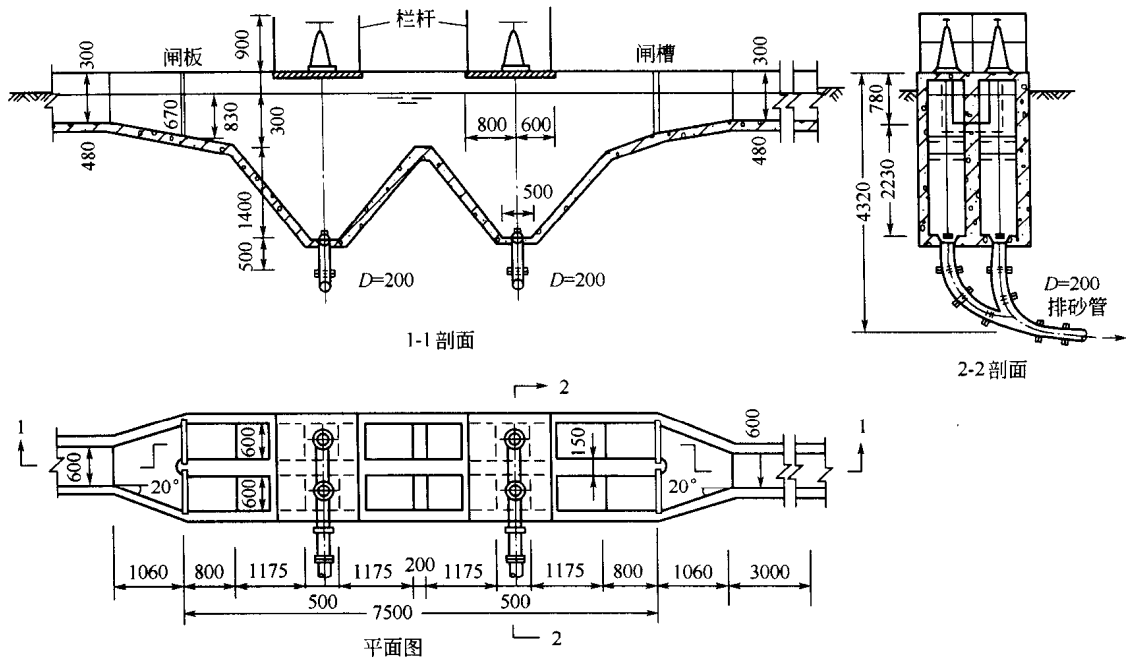


图 1-1 多斗式平流式沉砂池工艺图

2. 过水断面

$$A = \frac{Q_{\max}}{v} \quad (1-2)$$

式中 A ——沉砂池过水断面面积, m^2 ;

v ——最大设计流量时水平流速, m/s, 一般取 0.3m/s;

Q_{\max} ——最大设计流量, m^3/s 。

3. 池总宽度

$$B = \frac{A}{h_2} \quad (1-3)$$

式中 B ——沉砂池总宽度, m;

A ——沉砂池过水断面面积, m^2 ;

h_2 ——沉砂池有效水深, m, 不大于 1.2m, 一般采用 0.25~1m。

沉砂池的分格数不能少于 2 个, 每格的宽度不宜小于 0.6m。当水量较小时, 沉砂池也应采用 2 个格, 一个格工作, 一个格备用。但每个格应按最大设计流量计算。

4. 沉砂室所需容积

$$V = \frac{Q_p X T}{10^6} \quad (1-4)$$

式中 V ——沉砂室所需容积, m^3 ;

Q_p ——日设计流量, m^3/d ;

X ——城市污水沉砂量, $m^3/(10^6 m^3 \text{ 污水})$;

T ——清除沉砂间隔时间, d, 一般采用 2d。

5. 池总高度

$$H = h_1 + h_2 + h_3 \quad (1-5)$$

式中 h_1 ——沉砂池超高, m, 一般取 0.3m;

h_3 ——沉砂室高度, m。

6. 最小流速校核

$$v_{\min} = \frac{Q_{\min}}{n_1 w_{\min}} \quad (1-6)$$

式中 v_{\min} ——沉砂池最小流速, m/s, 一般取 0.15m/s;

Q_{\min} ——最小流量, m^3/h ;

w_{\min} ——最小流量时沉砂池中水流断面面积, m^2 ;

n_1 ——最小流量时工作的沉砂池数目, 个。

7. 其他设计要求

池底坡度一般为 0.01~0.02。当设置除砂设备时, 可根据设备要求考虑池底形状。

进水头部应采用消能和整流措施。

(三) 平流式沉砂池设计计算例题

【例题 1-1】 已知某城市污水处理厂的最大设计流量 $Q_{\max} = 0.6 \text{m}^3/\text{s}$, 日设计流量 $Q_p = 30000 \text{m}^3/\text{d}$, 最小设计流量 $Q_{\min} = 0.3 \text{m}^3/\text{s}$, 求沉砂池各部分尺寸。

【解】 平流式沉砂池计算草图见图 1-2。

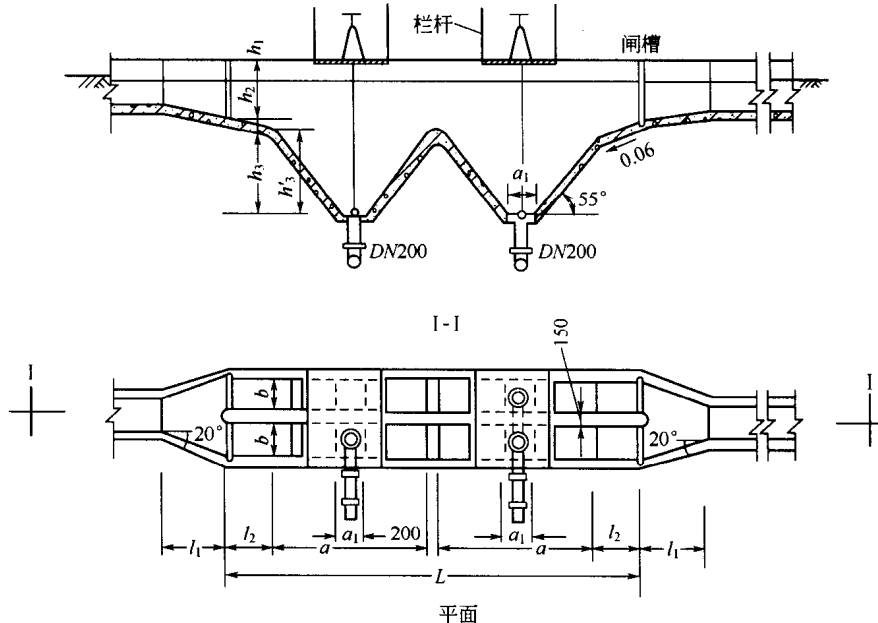


图 1-2 平流式沉砂池计算草图

1. 池子长度

设 $v = 0.20 \text{m/s}$, $t = 40 \text{s}$

$$L = vt = 0.20 \times 40 = 8 \text{ (m)}$$

2. 水流断面面积

$$A = \frac{Q_{\max}}{v} = \frac{0.6}{0.20} = 3.0 \text{ (m}^2\text{)}$$

3. 池总宽度

设有效水深 $h_2 = 1.0\text{m}$

$$B = \frac{A}{h_2} = \frac{3.0}{1.0} = 3.0 \text{ (m)}$$

共分为 4 格，每格宽

$$b = \frac{3.0}{4} = 0.75 \text{ (m)}$$

4. 沉砂斗所需容积

设 $T = 2\text{d}$, $X = 30\text{m}^3 / (10^6 \text{m}^3 \text{ 污水})$

$$V = \frac{Q_p X T}{10^6} = \frac{30000 \times 30 \times 2}{10^6} = 1.8 \text{ (m}^3\text{)}$$

5. 每个沉砂斗容积

设每一分格有 2 个沉砂斗，每个沉砂斗的容积为：

$$V_1 = \frac{V}{4 \times 2} = \frac{1.8}{4 \times 2} = 0.225 \text{ (m}^3\text{)}$$

6. 沉砂斗各部分尺寸及容积

设沉砂斗底的长和宽均为 $a_1 = 0.5\text{m}$ ，上口宽为 $a_2 = 1.2\text{m}$ ，斗壁与水平面的倾角为 55° ，则斗高为：

$$\begin{aligned} h'_3 &= \frac{1.2 - 0.5}{2} \text{tg}55^\circ \\ &= 0.4998 \approx 0.5 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_0 &= \frac{1}{3} h'_3 (f_1 + f_2 + \sqrt{f_1 f_2}) \\ &= \frac{1}{3} \times 0.5 \times [0.5^2 + 1.2 \times 0.75 + \sqrt{0.5^2 \times (1.2 \times 0.75)}] \\ &= 0.27 \text{ (m}^3\text{)} [\approx 0.225 \text{ (m}^3\text{)}] \text{ (符合要求)} \end{aligned}$$

7. 沉砂室高度

采用重力排砂，设池底坡度为 0.06，坡向砂斗，沉砂室高度为：

$$h_3 = h'_3 + 0.06L_2 = 0.5 + 0.06 \times 2.7 = 0.662 \text{ (m)}$$

8. 池总高度

设超高 $h_1 = 0.3\text{m}$

$$\begin{aligned} H &= h_1 + h_2 + h_3 \\ &= 0.3 + 1.0 + 0.662 = 1.962 \text{ (m)} \end{aligned}$$

9. 验算最小流速

在最小流量时，只用 2 格工作 ($n_1 = 2$)

$$v_{\min} = \frac{Q_{\min}}{n_1 w_{\min}} = \frac{0.3}{2 \times 1.0 \times 0.75} = 0.2 \text{ (m/s)} > 0.15 \text{ (m/s)} \text{ (符合要求)}$$

四、竖流式沉砂池的设计与计算

(一) 竖流式沉砂池的构造

竖流式沉砂池平面通常为圆形，竖向呈柱状，底部砂斗为圆锥体。沉渣的排除方式为重

力排砂。图 1-3 为竖流式沉砂池工艺简图。

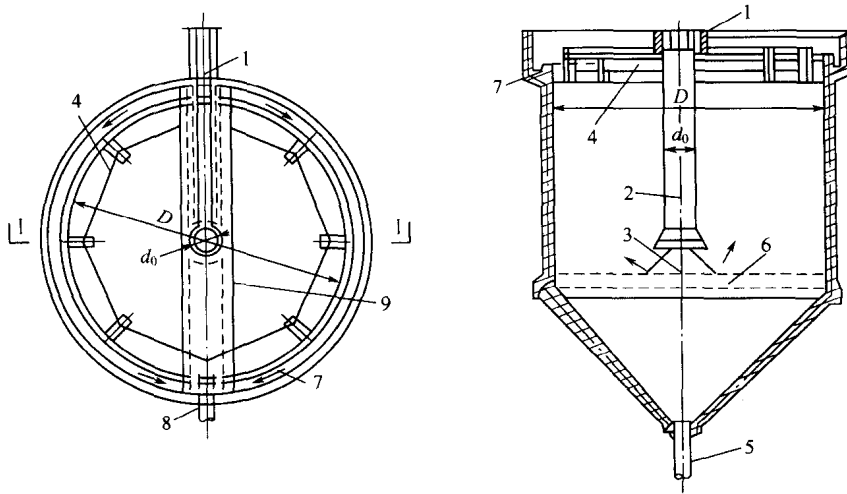


图 1-3 竖流式沉砂池工艺简图

1—进水槽；2—中心管；3—反射板；4—挡板；5—排砂管；
6—缓冲层；7—集水槽；8—出水管；9—过桥

(二) 竖流式沉砂池设计与计算

1. 中心管直径

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{\max}}{\pi v_1}} \quad (1-7)$$

式中 d ——中心管直径，mm；

Q_{\max} ——最大设计流量， m^3/s ；

v_1 ——污水在中心管中的流速，m/s，一般不大于 0.3m/s。

2. 池子直径

$$D = \sqrt{\frac{4Q_{\max}(v_1 + v_2)}{\pi v_1 v_2}} \quad (1-8)$$

式中 D ——沉砂池直径，m；

v_2 ——池内水流上升流速，m/s，最大为 0.1m/s，最小为 0.02m/s。

3. 水流部分高度

$$h_2 = v_2 t \quad (1-9)$$

式中 h_2 ——水流部分高度，m；

t ——最大设计流量时的流动时间，s，不小于 20s，一般采用 30~60s。

4. 沉砂室所需容积

$$V = \frac{Q_p X T}{10^6} \quad (1-10)$$

式中 V ——沉砂室所需容积， m^3 ；

Q_p ——日设计流量， m^3/d ；

X ——城市污水沉砂量， $\text{m}^3/(10^6 \text{m}^3 \text{污水})$ ；

T ——清除沉砂间隔时间，d，一般采用 2d。

5. 沉砂部分高度

$$h_4 = \left(\frac{D}{2} - r\right) \operatorname{tg} \alpha \quad (1-11)$$

式中 h_4 ——沉砂部分高度, m;
 D ——沉砂池过水断面面积, m^2 ;
 r ——圆截锥部分下底半径, m;
 α ——圆截锥部分倾角, ($^\circ$), 不小于 55° 。

6. 圆截锥部分实际容积

$$V_1 = \frac{\pi h_4}{3} (R^2 + Rr + r^2) \quad (1-12)$$

式中 V_1 ——圆截锥部分容积, m^3 ;
 R ——池子半径, m;
 r ——圆截锥下部半径, m;
 h_4 ——沉砂室截锥部分高度, m。

7. 池子总高度

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (1-13)$$

式中 H ——池子总高度, m;
 h_1 ——沉砂池超高, m, 一般取 0.3m;
 h_3 ——中心管底至沉砂室砂面距离, m, 一般采用 0.25m。

(三) 竖流式沉砂池设计计算例题

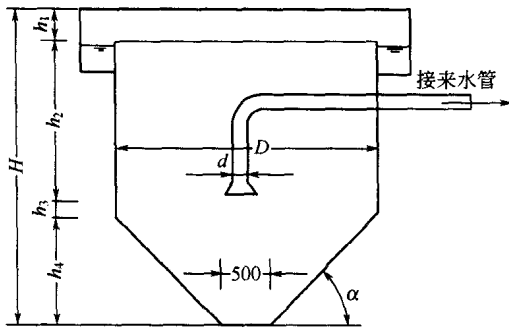


图 1-4 竖流式沉砂池计算草图

【例题 1-2】 已知某城市污水处理厂的最大设计流量 $Q_{\max} = 0.3 \text{ m}^3/\text{s}$, 日设计流量 $Q_p = 18000 \text{ m}^3/\text{d}$, 求竖流式沉砂池各部分尺寸。

【解】 竖流式沉砂池计算草图见图 1-4。

1. 中心管直径

采用两个池子, 每个池子的设计流量为:

$$q_{\max} = \frac{Q_{\max}}{2} = \frac{0.3}{2} = 0.15 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

设中心管中的流速 $v_1 = 0.3 \text{ m}^3/\text{s}$, 每个池

子中心管直径为:

$$d = \sqrt{\frac{4q_{\max}}{\pi v_1}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.15}{3.14 \times 0.3}} = 0.798 \approx 0.8 \text{ (m)}$$

2. 池子直径

设池内水流上升速度 $v_2 = 0.05 \text{ m/s}$

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{4q_{\max}(v_1 + v_2)}{\pi v_1 v_2}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0.15 \times (0.3 + 0.05)}{3.14 \times 0.3 \times 0.05}} \\ &= 2.11 \approx 2.2 \text{ (m)} \end{aligned}$$

3. 水流部分高度

设最大停留时间 $t = 30 \text{ s}$

$$h_2 = v_2 t = 0.05 \times 30 = 1.5 \text{ (m)}$$

4. 沉砂室所需容积

设贮砂时间 $T=2\text{d}$, 沉砂室所需容积

$$V = \frac{Q_p X T}{10^6} = \frac{18000 \times 30 \times 2}{10^6} = 1.08 \text{ (m}^3\text{)}$$

每个沉砂斗所需容积

$$V_0 = \frac{V}{2} = \frac{1.08}{2} = 0.54 \text{ (m}^3\text{)}$$

5. 沉砂部分高度

设沉砂斗锥底直径 $r=0.5\text{m}$, 沉砂斗斜壁与水平面的夹角为 55° , 沉砂部分高度

$$\begin{aligned} h_4 &= \left(\frac{D}{2} - r \right) \operatorname{tg} \alpha \\ &= \left(\frac{2.2}{2} - 0.5 \right) \operatorname{tg} 55^\circ \\ &= 0.857 \approx 0.86 \text{ (m)} \end{aligned}$$

6. 圆截锥部分实际容积

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{\pi h_4}{3} (R^2 + Rr + r^2) \\ &= \frac{3.14 \times 0.86}{3} \times (1.1^2 + 1.1 \times 0.5 + 0.5^2) \\ &= 1.81 \text{ (m}^3\text{)} > 0.54 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

7. 池子总高度

设超高 $h_1=0.3\text{m}$, 中心管底至沉砂室砂面距离 $h_3=0.25\text{m}$

$$\begin{aligned} H &= h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \\ &= 0.3 + 1.5 + 0.25 + 0.86 \\ &= 2.91 \text{ (m)} \end{aligned}$$

8. 排砂方法

采用重力排砂或水射器排砂。

五、圆形涡流式沉砂池的设计与计算

(一) 圆形涡流式沉砂池的构造

圆形涡流式沉砂池利用水力涡流原理除砂。图 1-5 为圆形涡流式沉砂池水砂流线图。污水从切线方向进入, 进水渠道末端设有一跌水堰, 使可能沉积在渠道底部的砂粒向下滑入沉砂池。池内设有可调速桨板, 使池内水流保持螺旋形环流, 较重的砂粒在靠近池心的一个环形孔口处落入底部的沉砂斗, 水和较轻的有机物被引向出水渠, 从而达到除砂的目的。沉砂的排除方式有 3 种: 第一种是采用砂泵抽升; 第

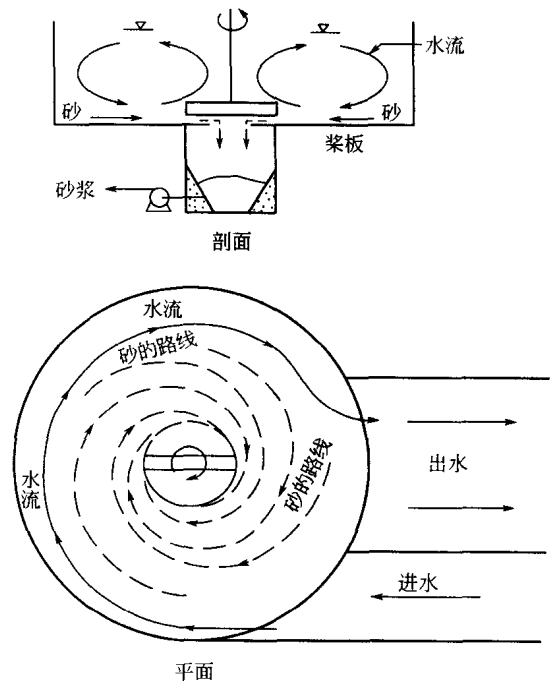


图 1-5 圆形涡流式沉砂池水砂流线图

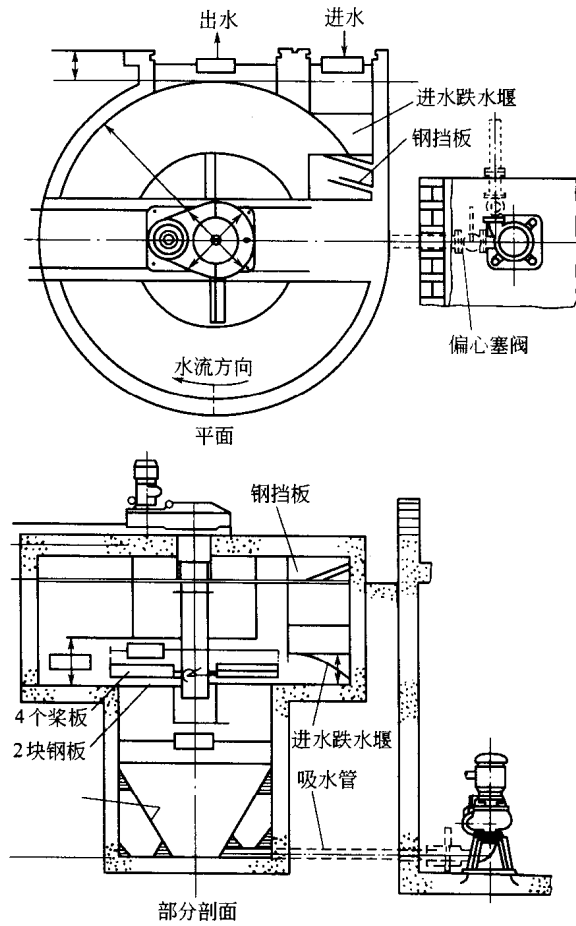


图 1-6 佩斯塔沉砂池

二种是用空气提升器；第三种是在传动轴中插入砂泵，泵和电机设在沉砂池的顶部。圆形涡流式沉砂池与传统的平流式曝气沉砂池相比具有占地面积小、土建费用低的优点，对中小型污水处理厂具有一定的适用性。

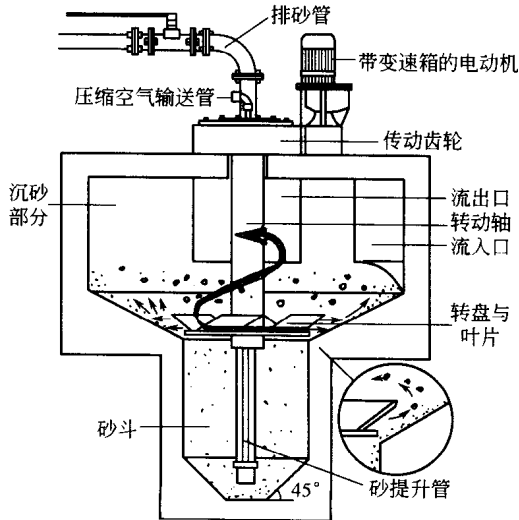


图 1-7 钟式沉砂池

圆形涡流式沉砂池有多种池型，目前应用较多的有美国 Smith & Loveless 公司的佩斯塔 (Pista) 沉砂池 (见图 1-6) 和英国 Jones & Attwod 公司的钟式 (Jeta) 沉砂池 (见图 1-7)。

(二) 圆形涡流式沉砂池设计与计算

圆形涡流式沉砂池设计应满足以下要求：

(1) 水力表面负荷约为 $200\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，水力停留时间约为 20~60s；

(2) 进水渠道流速在最大流量的 40%~80% 情况下为 0.6~0.9m/s，在最小流量时大于 0.15m/s，在最大流量时不大于 1.2m/s；