



水污染 控制工程

主编 © 陈群玉 高红

中央民族大学出版社
China Minzu University Press

水污染控制工程

主 编 陈群玉 高 红
副主编 王兴鹏 董艳萍 李发永

中央民族大学出版社
China Minzu University Press

图书在版编目 (CIP) 数据

水污染控制工程 / 陈群玉, 高红主编. —北京: 中央民族大学出版社, 2018. 6

ISBN 978-7-5660-0803-9

I. ①水… II. ①陈…②高… III. ①水污染-污染控制
IV. ①X520.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 209926 号

水污染控制工程

作 者 陈群玉 高 红

责任编辑 李苏幸

出 版 者 中央民族大学出版社

北京市海淀区中关村南大街 27 号 邮编: 100081

电话: 68472815 (发行部) 传真: 68932751 (发行部)

68932218 (总编室) 68932447 (办公室)

发 行 者 全国各地新华书店

印 刷 厂 北京荣玉印刷有限公司

开 本 787×1092 (毫米) 1/16 印张: 21.5

字 数 516 千字

版 次 2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5660-0803-9

定 价 68.00 元

版权所有 翻印必究

前 言

为适应环境保护事业的发展和社会对环境专业人才特别是具有从事环境保护工作的综合职业能力，在生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者的需求，本书正是依据《基本要求》和《目标及规格》编写的。编写时对水污染控制技术的基本概念和机理由浅入深，循序渐进，力求阐述清楚，避免过多的理论推导，注意吸收污水处理的新工艺、新技术、新材料和新设备，重视工程的实用性和可操作性，旨在培养读者的专业素质和专业综合应用能力。

本书可以作为污水处理厂（站）操作及管理岗位技术人员参考。

此外，书稿在编写过程中参考借鉴了大量国内业科技文献资料（参考文献列于书后）。在此谨向上述各位专家及参考文献的原作者表示衷心的感谢。

限于编者水平，书中遗漏和错误在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2018年5月

目 录

第一篇 水污染控制工程基本方法

项目一 污水的物理处理	1
任务一 筛滤	1
任务二 均和调节	6
任务三 除油	9
任务四 沉淀	13
任务五 过滤	27
任务六 离心分离	32
任务七 高梯度磁分离	35
项目二 污水的化学处理	40
任务一 混凝	40
任务二 中和	55
任务三 化学氧化还原	62
任务四 化学沉淀	69
任务五 消毒	75
任务六 电解	81
项目三 污水的物理化学处理	90
任务一 吸附	90
任务二 气浮	101
任务三 膜分离法	111
任务四 离子交换	120
任务五 吹脱	131
任务六 萃取	134
项目四 污水的好氧生物处理	146
任务一 污水生物处理的基本理论	146
任务二 污水的好氧生物处理	159

任务三 生物膜法	196
任务四 污水的自然生物处理	224
任务五 生物-膜法	233
项目五 污泥、污水的厌氧生物处理	240
任务一 概述	240
任务二 污水的厌氧消化	244
任务三 污泥的厌氧消化	260
任务四 污泥处理和处置	271
 第二篇 污水处理工程设计 	
项目六 某城市污水处理厂二级处理工艺设计	293
任务一 设计任务书	293
任务二 工艺流程选择	296
任务三 构筑物设计及计算	297
任务四 平面布置	314
任务五 水力及高程计算	314
项目七 某啤酒厂污水处理站工艺设计	317
任务一 设计任务书	317
任务二 工艺流程选择	319
任务三 构筑物设计计算	319
任务四 水力计算	323
项目八 某表面处理车间电镀含铬废水处理工艺设计	325
任务一 设计任务书	325
任务二 处理工艺的确定	326
任务三 离子交换系统工艺计算	326
任务四 离子交换系统水力计算	331
参考文献	336

第一篇 水污染控制工程基本方法

项目一 污水的物理处理

项目概述

借助于物理作用分离和除去污水中不溶性悬浮物体或固体的方法叫物理处理法,又称之为机械治理法。这种方法的最大优点是简单易行,效果良好,费用也较低。

项目要点

- 筛滤
- 均和调节
- 除油
- 沉淀
- 过滤
- 离心分离
- 高梯度磁分离

任务一 筛滤

筛滤是污水处理厂中的第一个处理单元,筛是一个有孔眼的过滤装置,主要用于除去水中较大的漂浮物和悬浮物,目标是:①减轻后续处理构筑物的处理负荷;②防止堵塞水泵或管路;③回收有用物质。

用于污水处理的筛滤装置通常有两种类型,分别是格栅和筛网。格栅的间隙一般在3~100mm,用于去除粗大的漂浮物和悬浮物,筛网的有效孔径一般小于6mm。

筛滤元件可由平行的金属棒(条)、金属丝、尼龙格网、金属网或穿孔板组成,孔眼通常是圆形或长(正)方形缝隙。由平行的棒或条构成的筛称为格栅,用于去除较大的悬浮物,如毛发、碎屑、果皮、塑料制品等,其去除物叫栅渣;由楔形金属丝、穿孔板和金属丝织物等构成的叫筛网,用于去除不易沉淀的较小的悬浮物,如纤维、纸浆、藻类等,其去除物叫筛余物。

一、格栅

(一) 格栅的安装位置、作用及类型

在城市污水处理中,格栅通常由一组或多组平行金属棒(条)制成的框架组成,倾斜或直

立地设立在进水渠道中,或在泵站的集水池入口处,拦截粗大的悬浮物,以保护水泵、阀门、管道和其他附件,使其不受破布或较大物体的堵塞和损伤。工业污水处理厂是否需要则取决于废水的特性。

按照的清除方法不同,可将格栅分为两大类:人工清理格栅和机械格栅。

(1)人工清理格栅 适用于小型污水处理厂。此类格栅用直钢条制成,为方便清渣作业,避免清渣过程中栅渣掉回水中,安装角度取 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 为宜(安装角度为格栅平面与水平面的夹角)。

(2)机械格栅 当栅渣量大于 $0.2\text{m}^3/\text{d}$ 时,采用机械格栅。其安装角度为 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$,有时也成 90° 角安置。图 1-6 是几种常用的机械格栅。

按格栅栅条的净间隙,可分为粗格栅($50 \sim 100\text{mm}$)、中格栅($10 \sim 40\text{mm}$)、细格栅($3 \sim 10\text{mm}$)3 种。在大型污水处理厂(站),一般应设置两道格栅,一道筛网。第一道粗格栅(间隙 $40 \sim 100\text{mm}$)或中格栅(间隙 $4 \sim 40\text{mm}$);第二道中格栅或细格栅($4 \sim 10\text{mm}$);第三道为筛网(小于 4mm)。

处理构筑物前置格栅和筛网,栅条间隙根据污水种类、流量、代表性杂物种类和大小来确定。一般应符合下列要求:最大间隙 $50 \sim 100\text{mm}$;机械清渣 $5 \sim 25\text{mm}$;人工清渣 $5 \sim 50\text{mm}$;筛网 $0.1 \sim 2\text{mm}$ 。

水泵前置格栅,栅条间隙应根据水泵要求来确定,一般可参照表 1-1。

表 1-1 污水泵型号、栅条间隙与栅渣量的关系

污水泵型号	栅条间隙 /mm	栅渣量 /[L/(人·d)]	污水泵型号	栅条间隙 /mm	栅渣量 /[L/(人·d)]
2.5PW、2.5PWL	≤ 20	4~6	32PWL	≤ 150	<0.5
4PW、4PWL	≤ 40	2.7	20ZLB-70	≤ 60	1.0
6PW	≤ 70	0.8	28ZLB-70	≤ 90	0.5
8PW	≤ 90	0.5	14Sh	≤ 20	5~6
10PWL	≤ 110	<0.5	20Sh	≤ 25	4.0
12PWL	≤ 110	<0.5	24Sh	≤ 30	3.2
14PWL	≤ 120	<0.5	32Sh	≤ 40	2.7
16PWL	≤ 130	<0.5			

(二) 格栅的运行和管理

(1)过栅流速的控制 合理地控制过栅流速,能够使格栅高效地发挥拦截作用。一般认为,污水过栅越缓慢,拦污效果越好,但当缓慢至砂在栅前渠道及栅下沉积时,过水断面会缩小,反而使流速变大。污水在栅前渠道流速一般应控制在 $0.4 \sim 0.8\text{m/s}$,过栅流速应控制在 $0.6 \sim 1.0\text{m/s}$ 。具体控制在多少,应视处理厂来水中污物的组成、含砂量以及格栅间距等具体情况而定。运行人员应在运转实践中摸索出本厂的过栅流速控制范围。

栅前流速和过栅流速的计算公式如下所述。

栅前流速。

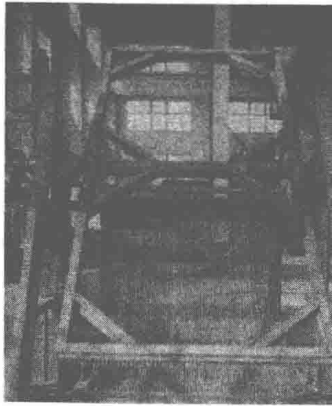
$$v_1 = \frac{Q}{BH_1} \quad (1-1)$$

式中 v_1 ——栅前渠道内水流速度, m/s ;

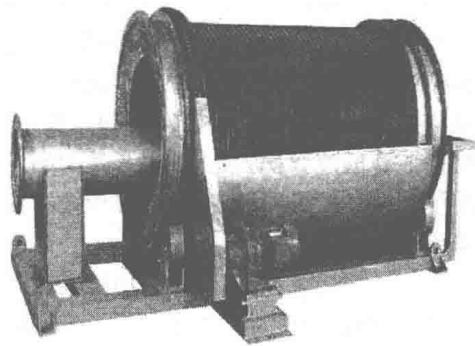
Q ——入流污水流量, m^3/s ;

B ——栅前渠道宽度, m;

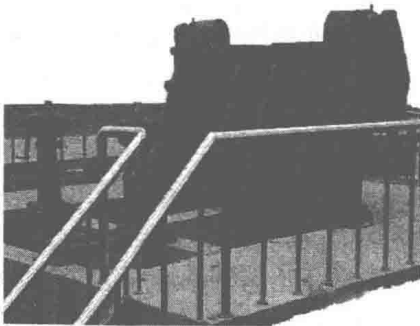
H_1 ——栅前渠道的水深, m。



(a) 弧形栅



(b) 鼓形栅



(c) 回转耙式格栅



(d) 阶梯式格栅

图 1-1 典型的细格栅

过栅流速:

$$v = \frac{Q}{b(n+1)H_2} \quad (1-2)$$

式中 v ——污水通过格栅时的水流速度, m/s;

b ——栅条净间隙, m;

n ——格栅栅条的数量;

H_2 ——格栅的工作水深, m。

污水流量可从厂内的流量测量设施得出, 水深可由液位计测得, 也可在渠道内设一竖直标尺读取。

过栅流速的控制可通过调整格栅的运行台数控制水流的过栅速度, 使过栅流速在所要求的范围内。

过栅流速太高或太低, 有时是由于进入各个渠道的流量分配不均匀引起的。流量大的渠道, 对应的过栅流速必然高, 反之, 流量小的渠道, 过栅流速则较低。应经常检查并调节栅前的流量调节阀或闸门, 保证过栅流量的均匀分配。

(2) 栅渣的清除 为使水流通过格栅时,水流横断面积不减少,应及时清除格栅上截留的污物。间歇式操作的机械格栅,其运行方式可用定时控制操作,或按格栅前后渠道的液位差的随动装置来控制格栅的工作程度,有时也采用上述两种方式相结合的运行方式。

格栅前后的液位差与污水流过格栅的水头损失相当,过栅水头损失与过栅流速、栅条形状及格栅的拦污状况有关,一般控制在 $0.08 \sim 0.15\text{m}$ 之间。

从清污来看,利用栅前液位差,即过栅水头损失来自动控制清污,是最好的方式。因为只要格栅上有栅渣累积,水头损失必然增大。缺点是在一些处理厂的冬季运行中,由于热蒸汽冷凝使液位计探头测量不准确,导致控制失误。定时开停的除污方式比较稳定,缺点是当栅渣量增多时,会使清污不及时。手动开停方式的缺点是操作工工作量较大,但能够保证及时清污。不管采用哪种清污方式,值班人员都应经常到现场巡检,观察格栅上栅渣的累积情况,并估计栅前后液位差是否超过最大值,做到及时清污。

(3) 定期检查渠道的沉砂情况 格栅前后渠道内积砂除与流速有关外,还与渠道底部流水面的坡度和粗糙度等因素有关系,应定期检查渠道内的积砂情况,及时清砂并排除积砂的原因。

(4) 机械格栅的维护管理 机械格栅是污水处理厂内最易发生故障的设备之一,巡检时应注意有无异常声音,栅条是否变形,应定期加油保养。

二、筛网

筛网用以截阻、去除污水中的纤维、纸浆等较细小的悬浮物。筛网一般用薄铁皮钻孔制成,或用金属丝编制而成,孔眼直径为 $0.5 \sim 1.0\text{mm}$ 。

筛网的形式有很多种。图 1-2 所示是用于从制浆造纸工业废水中回收纸浆纤维的转鼓式筛网,转鼓绕水平轴旋转,圆周转速约为 0.5m/s ,废水由鼓外进入,通过筛网的孔眼过滤,流入鼓内。纤维被截留在鼓面上,在其转出水面后经挤压轮挤压脱水,再用刮刀刮下回收。筛网孔眼的大小,按每 1m^2 筛网截留 $20 \sim 70\text{g}$ 纤维考虑确定。

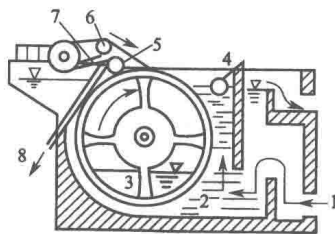


图 1-2 转鼓式筛网

- 1 - 进水; 2 - 转鼓池; 3 - 滤后水;
4 - 水位浮球; 5 - 滤渣挤压轮;
6 - 调整轮; 7 - 刮刀; 8 - 滤渣回收

图 1-3 所示为一种新型水力驱动转鼓式筛网。该装置设在水渠出口或水池入口处,当含有纤维的污水流入转鼓筛网上,随着转鼓旋转,纤维被带至转鼓上部,经加压力水冲洗后落在滑纤板上,滑落至集纤盘再由人工清理。转鼓的驱动是以水作动力,将冲网水分出一部分直接注入水斗,在水斗重力的作用下,使转鼓产生一个扭矩,致使转鼓旋转。这种形式的转鼓筛网优点是不需要电力,结构简单可靠,运行费用低。筛网及过水

部分均为不锈钢制作。

微滤机是一种筛网过滤器,用以截留细小悬浮物,如去除二级出水和稳定塘中的悬浮固体,图 1-4 所示是微滤机的工作示意图。

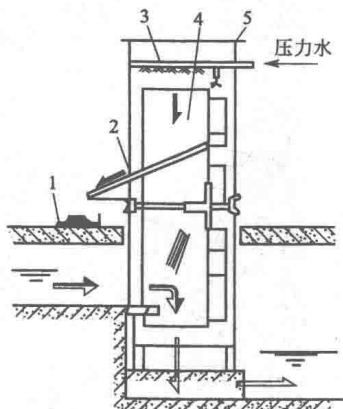


图 1-3 水力转鼓式滤网

1 - 集纤盘;2 - 滑;3 - 冲网水管;
4 - 筛网;5 - 箱体

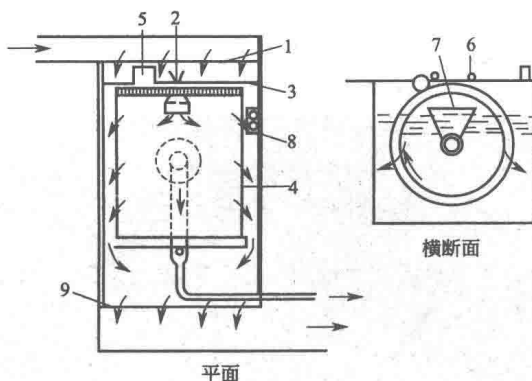


图 1-4 微滤机工作示意图

1 - 进水堰;2 - 进口阀门;3 - 放空阀门;4 - 转鼓;5 - 驱动装置;6 - 冲洗水管;7 - 冲洗水集水管;8 - 水位差测定仪;9 - 出水堰

滤前水由进水堰溢流到集水槽,并通过进口阀门流入转鼓中,转鼓的另一端是封闭的。滤网敷在转鼓周围,转鼓内水面较外侧为高,借助于转鼓滤网内外的水位差,使鼓内水能够滤流到转鼓外侧。滤后水经出水堰排出。转鼓在池内的浸水深度,一般为其直径的 3/5 左右。

在转鼓的正上方,与转鼓平行设置有带喷嘴的冲洗水管。每当转鼓转到对应于冲洗水管的位置时,鼓内的截留物便受到反向冲洗。冲洗后的水经转鼓内的集水斗通过排水管排出。排水管是通过转鼓的中空转轴连通到池外的。驱动装置附有变速装置。

转鼓上的滤网可用铜丝、镍丝、不锈钢丝或尼龙丝等织成,网眼多为 $20 \sim 40 \mu\text{m}$ 。

微滤机的主要运行参数包括转速、滤速和冲洗强度等。转鼓的转速一般介于 $3 \sim 20 \text{ r/min}$ 之间,滤率介于 $20 \sim 90 \text{ m/h}$ 之间,多采用 $20 \sim 25 \text{ m/h}$ 。冲洗水用量为滤过水量的 $3\% \sim 5\%$,冲洗水压力为 $0.05 \sim 0.2 \text{ MPa}$ 。过网水头损失不超过 0.25 m ,整个滤机的水头损失则不超过 0.45 m 。

影响微滤机截留效果的因素很多,主要是悬浮杂质的物理化学性质和浓度。

三、栅渣或筛余物的处理和处置

收集到的栅渣或筛余物,经过压缩降低将含水率降至一定程度后,直接运到处置区填埋,或同城市垃圾一起处理;大型系统也有采用焚烧的方法彻底处理;或将栅渣破碎后返回污水中,随水流至后续污水处理构筑物进行处理。

破碎机可安装格栅后、污水泵前,作为格栅的补充,防止污水泵被阻塞并提高与改善后续处理构筑物的处理效能;也可安装在沉砂池之后,使破碎机的磨损减轻。图 1-5 是目前用的较多的栅渣脱水机,图 1-6 是目前用的较多的破碎机。

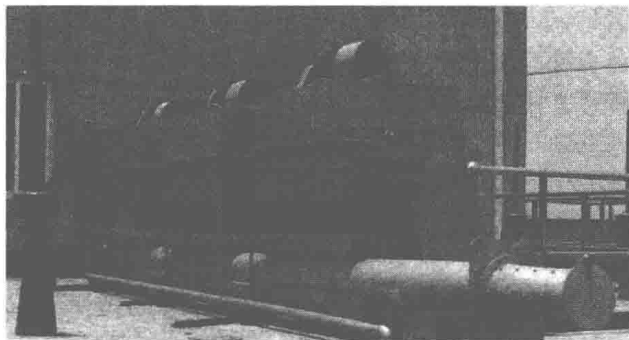


图 1-5 栅渣脱水机

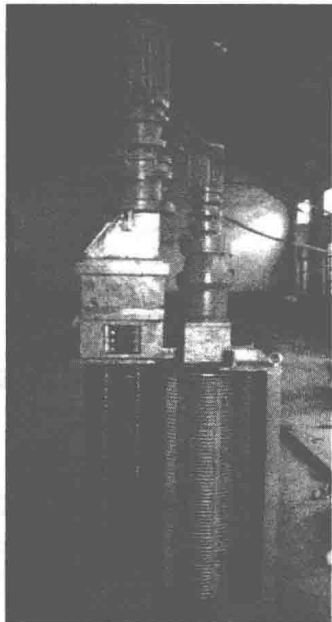


图 1-6 破碎机

任务二 均和调节

一、均和调节作用

污水的水质、水量常常是不稳定的,具有很强的随机性。尤其是当操作不正常或设备产生泄漏时,污水的水质就会急剧恶化,水量也大大增加,往往会超出污水处理设备的处理能力,给处理操作带来很大的困难,使污水处理设施难以维持正常操作,特别是对生物处理设备净化功能影响极大,甚至使整个处理系统遭到破坏。

调节的作用就是减少污水特征上的波动,为后续的水处理系统提供一个稳定和优化的操作条件。在调节的过程中通常要进行混合,以保证水质的均匀和稳定,这就是均衡。

通过调节和均衡作用主要达到以下目的:

- ①提供对污水处理负荷的缓冲能力,防止处理系统负荷的急剧变化;
- ②减少进入处理系统污水流量的波动,使处理污水时所用化学品的加料速率稳定,适合加料设备的能力;
- ③控制污水的 pH 值,稳定水质,并可减少中和作用中化学品的消耗量;
- ④防止高浓度的有毒物质进入生物化学处理系统;
- ⑤当工厂或其他系统暂时停止排放污水时,仍能对处理系统继续输入污水,保证系统的正常运行。

调节和均衡作用可以通过设在污水处理系统之前的调节池来实现。

二、水量调节

污水处理中单纯的水量调节有两种方式:一种为线内调节(见图 1-7),进水一般采用

重力流,出水用泵提升;另一种为线外调节(见图1-8)。调节池设在旁路上,当污水流量过高时,多余污水用泵打入调节池,当流量低于设计流量时,再从调节池回流至集水井,并送去后续处理。

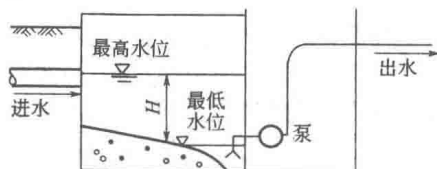


图1-7 线内调节池

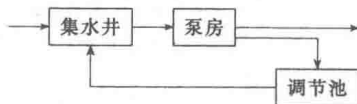


图1-8 线外调节池

线外调节与线内调节相比,其调节池不受进水管高度限制,但被调节水量需要两次提升,消耗动力大。

三、水质调节

水质调节的任务是对不同时间或不同来源的污水进行混合,使流出的水质比较均匀。水质调节的基本方法有两种。

(一) 外加动力调节

水质调节采用外加动力调节(见图1-9)。外加动力就是采用外加叶轮搅拌、鼓风空气搅拌、水泵循环等设备对水质进行强制调节,它的设备比较简单,运行效果好,但运行费用高。

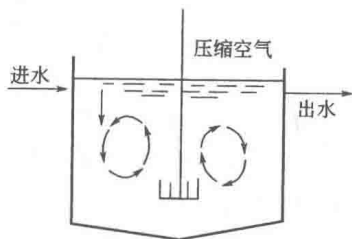


图1-9 外加动力水质调节池

(二) 采用差流方式调节

水质调节采用差流方式进行强制调节,使不同时间和不同浓度的污水进行水质自身水力混合,这种方式基本上没有运行费用,但设备较复杂。

(1) 对角线调节池 差流方式的调节池类型很多,常用的是对角线调节池(见图1-10)。对角线调节池的特点是出水槽沿对角线方向设置,污水由左右两侧进入池内后,经过一定时间的混合才流到出水槽,使出水槽中的混合污水在不同的时间内流出,即不同时间、不同浓度的污水进入调节池后,就能达到自动调节均和水质的目的。

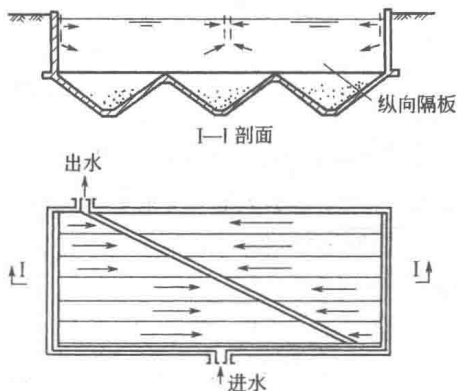


图1-10 对角线调节池

为了防止污水在池内短路,可以在池内设置若干纵向隔板。污水中的悬浮物会在池内沉淀,

这样可考虑设置沉渣斗,通过排渣管定期将污泥排出池外。如果调节池的容积很大,需要设置的沉渣斗过多,这样管理太麻烦,可考虑将调节池做成平底,用压缩空气搅拌,以防止沉淀。空气用量为 $1.5 \sim 3 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 调节池的有效水深采取 $1.5 \sim 2 \text{ m}$,纵向隔板间距为 $1 \sim 1.5 \text{ m}$ 。

如果调节池采用堰顶溢流水,则这种形式的调节池只能调节水质的变化,而不能调节水量和水量的波动。如果后续处理构筑物要求处理水量比较均匀和严格,以利投药的稳定或控制良好的微生物处理条件,则需要使调节池内的水位能够上下自由波动,以便贮存盈余水量,补充水量短缺。

(2) 折流调节池 折流调节池(见图 1-11)在池内设置许多折流隔墙,污水在池内来回折流,充分在池内得到混合、均衡。折流调节池配水槽设在调节池上,通过许多孔口流入,投配到调节池的前后各个位置内,调节池的起端流量一般控制在 $1/3 \sim 1/4$ 流量,剩余的流量可通过其他各投配口等量地投入池内。

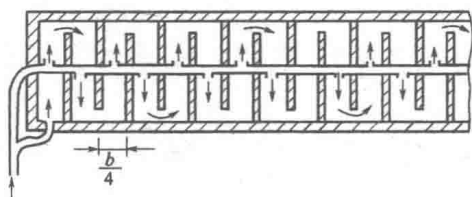


图 1-11 折流调节池

外加动力的水质调节池和折流调节池,一般只能调节水质而不能调节水量,调节水量的调节池需要另外设计。

四、调节池容积的计算

调节池的容积可按污水浓度和流量变化的规律和要求的调节均和程度来计算。在一般场合,用于工业废水的调节池,其容积可按 $6 \sim 8 \text{ h}$ 的污水水量计算,若水质水量变化大时,可取 $10 \sim 12 \text{ h}$ 的流量,甚至采取 24 h 的流量计算。采用的调节时间、越长,污水水质越均匀,应根据具体条件 and 处理要求来选定合适的调节时间。污水经过一定的调节时间后的平均浓度可按下式计算:

$$c = \frac{(c_1 Q_1 t_1 + c_2 Q_2 t_2 + \cdots + c_n Q_n t_n)}{qT} \quad (1-3)$$

式中 c ——时间 T 内的污水平均浓度, mg/L ;

q ——时间 T 内的污水平均流量, m^3/h ;

$c_1, c_2, \cdots, c_n$ ——污水在各时间段 $t_1, t_2, \cdots, t_n$ 内的平均浓度, mg/L ;

$Q_1, Q_2, \cdots, Q_n$ ——相应于 $t_1, t_2, \cdots, t_n$ 时段内的污水平均流量, m^3/h ;

T —— $t_1, t_2, \cdots, t_n$ 时间间隔(时)总和。

调节池的容积可按下式计算:

$$V = qT \quad (1-4)$$

若采用对角线调节池,容积可按下式计算:

$$V = \frac{qT}{1.4} \quad (1-5)$$

式中 1.4 ——经验系数。

上述计算公式中的基本数据,是通过实测取得的逐时污水流量与其对应的污水浓度变化图表而来的。因此,污水流量和水质变化的观测周期越长,则调节池计算结果的准确性与可靠性也越高。

任务三 除油

一、含油污水的特征

污水中的油品以四种状态存在。

(1)浮油 浮油一般指在 2h 静止状态下可浮于水面的油珠,直径在 $100 \sim 150\mu\text{m}$,在污水中呈悬浮状态,可以依靠它与水的密度差而从水中分离出来。浮油是含油污水的主要组分。

(2)分散油 悬浮于水中的微小油珠,粒径一般在 $10 \sim 100\mu\text{m}$,不稳定,静止一定时间后往往形成浮油。

(3)乳化油 油晶是非常细小的油滴,油珠粒径小于 $10\mu\text{m}$,常以乳化状态存在,即使长期静置也难以从水中分离出来。这是由于油滴表面存在双电层或受乳化剂的保护阻碍了油滴的合并,使其保持稳定状态。乳化油必须先经过破乳处理转化为浮油,然后再加以分离。

(4)溶解油 在水中呈溶解状态的油微粒称溶解油,油珠粒径有的可小到几个纳米,其溶解度很小,如脂肪烃的溶解度一般仅为 $5 \sim 15\text{mg/L}$ 。

二、除油池的类型和构造

隔油主要用于对污水中浮油的处理,它是利用水中油品与水密度的差异与水分离并加以清除的过程。隔油过程在隔油池中进行,目前常用的隔油池有两大类:平流式隔油池与斜流式隔油池。

(一)平流式隔油池

平流式隔油池的构造如图 1-12 所示,污水自进水管流入,经配水槽进入澄清区。密度小的油品上浮在水面,经池另一端的集油管收集并导出池外。密度大的固体杂质则沉到池底,然后经污泥斗排出。大型隔油池内还设有链带式刮油泥机,利用链带上刮板的作用,将水面的浮油和油库的污泥分别刮到集油管和污泥斗中。

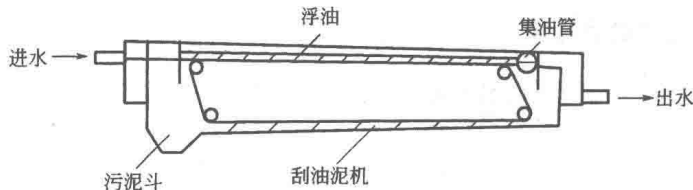


图 1-12 平流式隔油池

污水在池内停留时间一般为 $1.5 \sim 2\text{h}$,水平流速很低,一般为 $2 \sim 5\text{mm/s}$,最大不超过 10mm/s ,以利于油品的上浮和泥渣的沉降。池长和池深之比不小于 4,池上应加盖板,以防止石油气味的散发,同时还起着防雨、防火和保温作用。

平流式隔油池除油率一般为 60% ~ 80%, 粒径 150 μm 以上的油珠均可除去。它的优点是构造简单, 运行管理方便, 除油效果稳定。缺点是体积大, 占地面积大, 处理能力低, 排泥难, 出水中仍含有乳化油和吸附在悬浮物上的油分, 一般很难达到排放要求。

(二) 斜板式隔油池

图 1-13 所示的是一种 CPI 型波纹板式隔油池。池中以 45° 倾角安装许多由聚酯玻璃钢制成的波纹板, 污水在板中通过, 使所含的油和泥渣进行分离。斜板的板间距为 20 ~ 50mm, 层数为 24 ~ 26 层。设计中采用的雷诺数为 $Re = 360 \sim 400$, 这样即使水处理量突然增大数倍, 板间水流仍然处于层流状况。

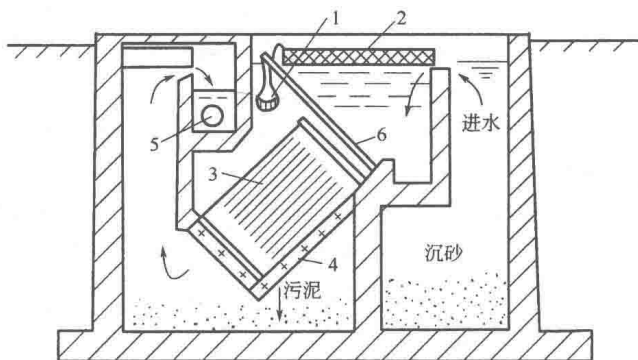


图 1-13 波纹板式隔油池

1 - 撇油管; 2 - 泡沫塑料浮盖; 3 - 支撑; 4 - 出水管; 5 - 整流板

经预处理(除去大的颗粒杂质)后的污水, 经溢流堰和整流板进入波纹板间, 油珠上浮到上板的下表面, 经波纹板的小沟上浮, 然后通过水平的撇油管收集, 回收的油流到集油池。污泥则沉到下板的上表面, 通过小沟下降到池底, 然后通过排泥管排出。经处理后的污水从隔油池上部的出水管排出。

波纹板隔油池可分离油滴的最小直径约为 60 μm , 污水在池中停留时间一般不大于 30min。

三、除油池的计算与设计

平流隔油池的设计可按油粒上升速度或污水停留时间计算。

(一) 按油粒上浮速度计算

油粒上浮速度 u (cm/s) 可通过实验求出(同沉淀的方法相同)或直接应用修正的 Stokes 公式计算。

$$u = \frac{\beta g d^2 (\rho_0 - \rho_1)}{18\mu} \quad (1-6)$$

式中, 水的密度 ρ_0 和绝对黏度 μ 分别由图 1-14 和图 1-15 查得; β 表示由于水中悬浮物影响, 使油粒上浮速度降低的系数。

$$\beta = \frac{4 \times 10^4 \times 0.8s^2}{4 \times 10^4 + s^2} \quad (1-7)$$

式中 s ——污水中悬浮物的浓度,mg/L。

隔油池的表面积 $A(\text{m}^2)$ 计算如下:

$$A=a\frac{Q}{u}$$

式中 Q ——污水设计流量, m^3/h ;

α ——考虑池容积利用系数及水流紊流状态对隔油池表面积的修正值,它与 v/u 的比值有关(v :水平流速),其值按表 1-2 选取。

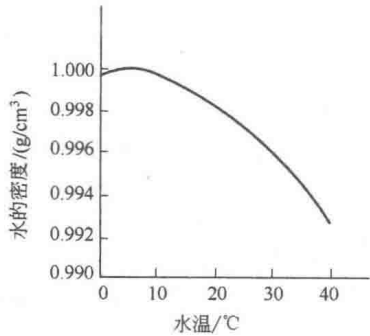


图 1-14 水的密度与温度的关系

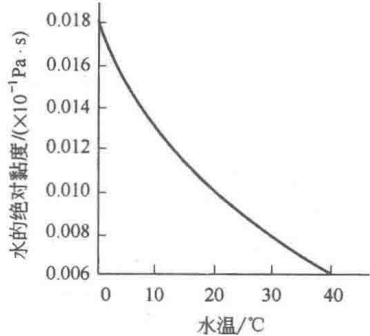


图 1-15 水的绝对黏度与温度的关系

表 1-2 隔油池表面积修正值

v/u	20	15	10	6	3
α	1.74	1.64	1.44	1.37	1.28

(二) 按污水的停留时间计算

污水在隔油池内的停留时间和水平流速是隔油池计算与设计的主要参数。停留时间一般为 1.5~2.0h,水平流速一般为 2~5mm/s。运行中的实际停留时间可按下式计算:

$$t=\frac{W}{Q}=\frac{Lbhn}{Q}\tag{1-8}$$

式中 t ——污水在隔油池内的停留时间,h;

Q ——污水流量, m^3/h ;

W ——隔油池总有效容积, m^3 ;

L ——隔油池有效长度,m;

b ——隔油池每个格间的宽度,m;

h ——隔油池的工作水深,m;

n ——隔油池格间数。

运行中的污水实际水平流速可按下式计算:

$$v=\frac{Q}{3.6A_e}=\frac{Q}{3.6bhn}\tag{1-9}$$

式中 v ——污水在隔油池内的水平流速,mm/s;

A_e ——隔油池的过水断面面积, m^2 。