

(完整)环境工程学(蒋展鹏第三版)期末试题整理题库大全(word版可编辑修改)

## (完整)环境工程学(蒋展鹏第三版)期末试题整理题库大全(word版可编辑修改)

编辑整理:

尊敬的读者朋友们:

这里是精品文档编辑中心,本档内容是由我和我的同事精心编辑整理后发布的,发布之前我们对文中内容进行仔细校对,但是难免会有疏漏的地方,但是任然希望((完整)环境工程学(蒋展鹏第三版)期末试题整理题库大全(word版可编辑修改))的内容能够给您的工作和学习带来便利。同时也真诚的希望收到您的建议和反馈,这将是我们进步的源泉,前进的动力。

本文可编辑可修改,如果觉得对您有帮助请收藏以便随时查阅,最后祝您生活愉快 业绩进步,以下为(完整)环境工程学(蒋展鹏第三版)期末试题整理题库大全(word版可编辑修改)的全部内容。



## 《环境工程学》整理

考试时间：12—29 8：00—10：00 地点：上院 112

### 绪论与第一章 水质标准和水体净化

1、水质是指水和其所含的杂质共同表现出来的物理学、化学和生物学的综合性质。

水质指标则表示水中杂质的种类、成分和数量，是判断水质是否符合要求的具体衡量标准。主要分为化学性指标、物理性指标、生物性指标。

2、**COD**：化学需氧量的简称，指在一定严格的条件下，水中各种有机物质与外加的强氧化剂（如  $K_2Cr_2O_7$ 、 $KMnO_4$ ）作用时消耗的氧化剂量，结果用氧的  $mg/L$  数来表示。

**BOD**：生物化学需氧量的简称，指在有氧的条件下，水中可分解的有机物由于好氧微生物的作用被氧化分解，这个过程所需要的氧量叫做生物化学需氧量，结果用氧的  $mg/L$  数来表示。

3、**常用水质标准**：《生活饮用水卫生标准》GB 5749—2006、《饮用水净水标准》CJ94—1999、《地表水环境质量标准》GB 3838—2002、《废水综合排放标准》GB8978—1996、《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918—2002

4、**水体自净**：污染物质随污水排入水体后，经过物理的、化学的与生物学的作用，污染物质被分散，分离或分解，最后受污染的水体部分的或完全的恢复原状的现象。

**净化机理**：1) 物理过程：稀释、扩散、挥发、沉淀、上浮等。2) 化学和物理化学过程：中和、絮凝、吸附、络合、氧化、还原等。3) 生物学和生物化学过程：进入水体中的污染物质，被水生生物吸附、吸收、吞食消化等过程，特别是有机物质由于水中微生物的代谢活动而被氧化分解并转化为无机物的过程。

### 第二章（1—2）水的物理化学处理方法

1、**格栅**：格栅由一组（或多组）相平行的金属栅条与框架组成，倾斜安装在进水的渠道，或进水泵站集水井的进口处，以拦截污水中粗大的悬浮物及杂质。

**分类:**按格栅形状分:平面格栅、曲面格栅;

按栅条间隙分:粗格栅  $e=50—100\text{mm}$ 、中格栅  $e=10—40\text{mm}$ 、细格栅  $e=3—10\text{mm}$ ;

按清除方式分:人工清除格栅、机械清除格栅、水力清除格栅.

**格栅的清渣方法:** 1) 人工清除(与水平面倾角:  $45^\circ\sim 60^\circ$ ): 设计面积应采用较大的安全系数, 一般不小于进水渠道面积的 2 倍, 以免清渣过于频繁。2) 机械清除(与水平面倾角:  $60^\circ\sim 70^\circ$ ) 过水面积一般应不小于进水管渠的有效面积的 1.2 倍.

## 2、沉淀的四种类型:

**自由沉淀:**悬浮颗粒浓度不高; 沉淀过程中悬浮固体之间互不干扰, 颗粒各自单独进行沉淀, 颗粒沉淀轨迹呈直线. 沉淀过程中, 颗粒的物理性质不变. 发生在沉砂池中。

**絮凝沉淀:**悬浮颗粒浓度不高; 沉淀过程中悬浮颗粒之间有互相絮凝作用, 颗粒因相互聚集增大而加快沉降, 沉淀轨迹呈曲线。沉淀过程中, 颗粒的质量、形状、沉速是变化的。化学絮凝沉淀属于这种类型。

**区域沉淀或成层沉淀:**悬浮颗粒浓度较高 ( $5000\text{mg/L}$  以上); 颗粒的沉降受到周围其他颗粒的影响, 颗粒间相对位置保持不变, 形成一个整体共同下沉, 与澄清水之间有清晰的泥水界面。二次沉淀池与污泥浓缩池中发生。

**压缩沉淀:**悬浮颗粒浓度很高; 颗粒相互之间已挤压成团状结构, 互相接触, 互相支撑, 下层颗粒间的水在上层颗粒的重力作用下被挤出, 使污泥得到浓缩。二沉池污泥斗中及浓缩池中污泥的浓缩过程存在压缩沉淀。

**3、混凝:**一种改变胶体颗粒性质, 使它们能够彼此接近并附着, 从而产生较大的絮体颗粒的方法。这一过程包括凝聚和絮凝两个步骤。凝聚是指使胶体脱稳并凝集为微絮粒的过程; 而絮凝则指微絮粒通过吸附, 卷带和桥连而成长为更大的絮体的过程。

**原理:**(1) 压缩双电层作用: 混凝剂提供大量正离子会涌入胶体扩散层甚至吸附层, 使  $\xi$  电位降低。当  $\xi$  电位为零时, 称为等电状态。此时胶体间斥力消失, 胶粒最易发生聚结。

(2) 吸附架桥作用: 由高分子物质吸附架桥作用而使微粒相互粘结的过程。

(3) 网捕作用：沉淀物在自身沉降过程中，能集卷、网捕水中的胶体等微粒，使胶体粘结。

## 第二章 (3-5) 沉淀池特点与适用条件

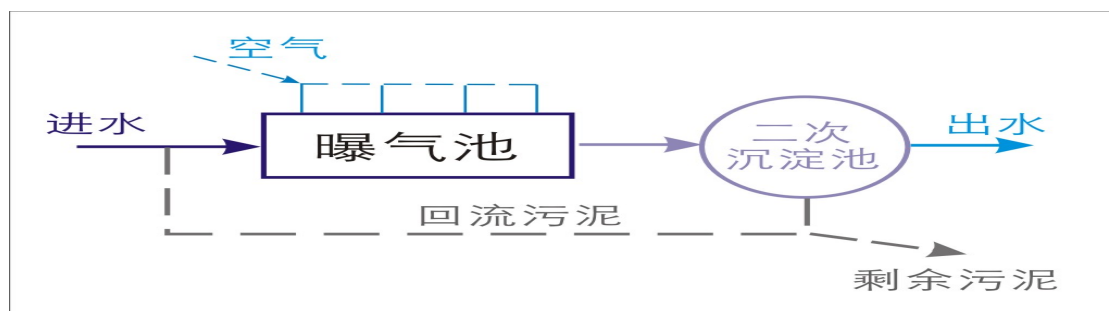
| 池型  | 优点                                 | 缺点   | 适用条件                                  |
|-----|------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 平流式 | 1. 对冲击负荷和温度变化的适应能力较强；2. 施工简单，造价低   | 采用多斗排泥，每个泥斗需单独设排泥管各自排泥，操作工作量大，采用机械排泥，机件设备和驱动件均浸于水中，易锈蚀 | 1. 适用地下水位较高及地质较差的地区 2. 适用于大、中、小型污水处理厂 |
| 竖流式 | 1. 排泥方便，管理简单；2. 占地面积较小             | 1. 池深度大，施工困难；2. 对冲击负荷和温度变化的适应能力较差；3. 造价较高；4. 池径不宜太大    | 适用于处理水量不大的小型污水处理厂                     |
| 辐流式 | 1. 采用机械排泥，运行较好，管理较简单；2. 排泥设备已有定型产品 | 1. 池水水流速度不稳定；2. 机械排泥设备复杂，对施工质量要求较高                     | 1. 适用于地下水位较高的地区；2. 适用于大、中型污水处理厂       |

## 第三章 (1-4) 水的生物化学处理方法

1、**废水处理中的生物**: 1) 细菌: 单细胞微生物, 是废水生物处理工程中最主要的微生物。2) 真菌: 处理某些特殊工业废水; 固体废弃物的堆肥处理。3) 原生动物、后生动物: 原生动物主要以细菌为食; 其种属和数量随处理出水的水质而变化, 可作为指示生物, 后生动物以原生动物为食; 也可作为指示生物, 如轮虫。4) 藻类: 具有光合作用的自养型微生物, 为单细胞或多细

胞生物.藻类能通过光和作用放出氧气,对污水的净化具有重要的作用。

2、**活性污泥**:由细菌、菌胶团、原生动物、后生动物等微生物群体及吸附的污水中有机和无机物质组成的、有一定活力的、具有良好的净化污水功能的絮绒状污泥。G: N: P=100:5:1



3、**序批式活性污泥法(SBR法)**:SBR工艺的基本运行模式由进水、反应、沉淀、出水和闲置五个基本过程组成,从污水流入到闲置结束构成一个周期,在每个周期里上述过程都是在一个设有曝气或搅拌装置的反应器内依次进行的。

**优点**:(1)工艺系统组成简单,不设二沉池,曝气池兼具二沉池的功能,无污泥回流设备;

(2)耐冲击负荷,在一般情况下(包括工业污水处理)无需设置调节池;

(3)反应推动力大,易于得到优于连续流系统的出水水质;

(4)运行操作灵活,通过适当调节各单元操作的状态可达到脱氮除磷的效果;

(5)污泥沉淀性能好,能有效地防止丝状菌膨胀;

(6)该工艺的各操作阶段及各项运行指标可通过计算机加以控制,便于自控运行。

**缺点**:(1)容积利用率低;(2)水头损失大;(3)出水不连续;(4)峰值需氧量高;

(5)设备利用率低;(6)运行控制复杂;(7)不适用于大水量。

4、**水力负荷计算**: $L_w=ET-P_R+P_w$   $L_w$ —最大允许污水水力负荷,cm/a;  $ET$ —土壤水分蒸发损失量 cm/a;  $P_R$ —降水量, cm/a;  $P_w$ 最大允许渗滤率,cm/a

5、**生物膜法**:当有机污水或由活性污泥悬浮液培养而成的接种液流过载体时,水中的悬浮物及微生物被吸附于固相表面上,其中的微生物利用有机底物而生长繁殖,逐渐在载体表面形成一层粘液状的生物膜。这层生物膜具有生物化学活性,能进一步吸附、分解污水中呈悬浮、胶体和溶解状态的污染物。**降解机理**:物质的传递:①空气中的氧溶解于流动水层中,通过附着水层

传递给生物膜；②有机污染物则由流动水层传递给附着水层，然后进入生物膜；③微生物的代谢产物如  $H_2O$  等则通过附着水层进入流动水层，并随其排走；④ $CO_2$  及厌氧层分解产物如  $H_2S$ 、 $NH_3$  以及  $CH_4$  等气态代谢产物则从水层逸出进入空气中。在处理系统的工作过程中，生物膜不断生长、脱落和更新，从而保持生物膜的活性。

**6、生物滤池的工作原理：**含有污染物的废水从上而下从长有丰富生物膜的滤料的空隙间流过，与生物膜中的微生物充分接触，其中的有机污染物被微生物吸附并进一步降解，使得废水得以净化；主要的净化功能是依靠滤料表面的生物膜对废水中有机物的吸附氧化作用。生物滤池主要由池壁、池底、滤料、布水器等部分组成。**滤料**，即组成滤层的过滤材料。常以花岗石、安山岩、闪绿岩等较硬的岩石以及无烟煤等材料制成。

### 有机物的厌氧分解过程

(1) 水解发酵阶段(也称酸化)：通过兼性水解发酵细菌(即产酸菌)的代谢活动，将复杂有机物——碳水化合物、蛋白质和脂类等发酵成为有机酸，醇类， $CO_2$ ， $H_2$ ， $NH_3$  和  $H_2S$  等。

(2) 产氢产乙酸阶段：通过专性厌氧的产氢产乙酸细菌的生理活动，将第一阶段细菌的代谢产物——丙酸及其它脂肪酸、醇类和某些芳香酸转化为乙酸， $CO_2$  和  $H_2$ 。

(3) 产甲烷阶段：由产甲烷菌利用第一阶段和第二阶段产生的乙酸， $CO_2$  和  $H_2$  为主要基质(还有甲酸、甲醇及甲胺)最终转化为甲烷和  $CO_2$ 。产甲烷菌包括两种特异性很强的细菌：一种产甲烷菌主要利用  $H_2$  把  $CO_2$  还原为  $CH_4$ ；另一种产甲烷菌主要以乙酸为基质(也可利用甲醇和甲胺)，把它分解为  $CH_4$  和  $CO_2$ 。

**7、厌氧与好氧技术的联用：**有些废水含有很多复杂的有机物，对于好氧生物处理而言是属于难生物降解或不能降解的，但这些有机物往往可以通过厌氧菌分解为较小分子的有机物，而那些较小分子的有机物可以通过好氧菌进一步分解。采用缺氧与好氧工艺相结合的流程，可以达到生物脱氮的目的(A/O法)。厌氧-缺氧-好氧法(A/A/O法)和缺氧-厌氧-好氧法(倒置A/A/O法)，可以在去除BOD和COD的同时，达到脱氮、除磷的效果。

### 第三章 (5—8)水的生物化学处理方法

1、**水体富营养化**,是指在人类活动的影响下,氮、磷等营养物质大量进入湖泊、河口、海湾等缓流水体,引起藻类及其他浮游生物迅速繁殖,水体溶解氧量下降,水质恶化,鱼类及其他生物大量死亡的现象。这种现象在河流湖泊中出现称为水华,在海洋中出现称为赤潮。

#### 2、《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)

|       | CODCr | BOD5 | SS | NH3-N | TN | TP  | 单位:  |
|-------|-------|------|----|-------|----|-----|------|
| 一级A标准 | 50    | 10   | 10 | 5(8)  | 15 | 0.5 | mg/L |
| 一级B标准 | 60    | 20   | 20 | 8(15) | 20 | 1   |      |

3、**生物脱氮**:氮的转化包括氨化、硝化、反硝化作用和同化作用,其中氨化可在好氧或厌氧条件下进行,硝化作用是在好氧条件下进行,反硝化作用在缺氧条件下进行。生物脱氮是含氮化合物经过氨化、硝化、反硝化,最终转变为  $N_2$  而被去除的过程。

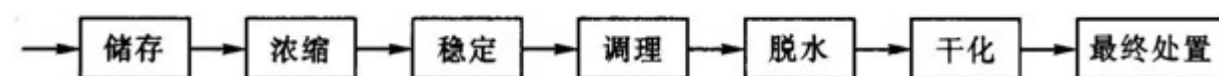
**硝化反应**,是在好氧条件下,将  $NH_4^+$  转化为  $NO_2^-$  和  $NO_3^-$  的过程。**反硝化反应**,是指在无分子氧的条件下,反硝化菌将硝酸盐氮 ( $NO_3^-$ ) 和亚硝酸盐氮 ( $NO_2^-$ ) 还原为氮气的过程。

4、**生物除磷**:在厌氧-好氧或厌氧-缺氧交替运行的系统中,利用聚磷微生物具有厌氧释磷及好氧(或缺氧)超量吸磷的特性,使好氧或缺氧段中混合液磷的浓度大量降低,最终通过排放含有大量富磷污泥而达到从污水中除磷的目的。

**生物强化除磷工艺**: 1) 利用聚磷菌在好氧条件下对污水中溶解性磷酸盐过量吸收作用,沉淀分离而除磷。2) 普通活性污泥法通过同化作用可去除磷 12%~20%。具生物除磷功能的处理系统排放的剩余污泥中含磷量可以占到干重  $\frac{1}{V_2} = \frac{s_2}{P_s} = \frac{100 - P_w}{P_s}$  5%~6%,去除率可达 70%~80% 满足排放要求。

5、污泥体积与脱水率计算公式:

#### 6、城镇污水二级处理厂污泥处理典型流程



7、**污水土地处理系统**的净化机理十分复杂,它包含了物理过滤、物理吸附、物理沉积、物理化学吸附、化学反应和化学沉淀、微生物对有机物的降解、植物吸收等过程。因此,污水在土

地处理系统中的净化是一个综合净化过程。主要为:BOD 的去除、磷和氮的去除、悬浮物质的去除、病原体的去除、重金属的去除

## 8、土地处理工艺类型

**慢速渗滤系统:**适用于渗水性能良好的土壤、砂质土壤及蒸发量小、气候润湿的地区。污水净化效率高,出水水质优良。污水进入系统后,部分被作物吸收,部分渗入地下,部分蒸发散失,流出处理场地的水量一般为零。

**快速渗滤系统:**快速渗滤土地处理系统是一种高效、低耗、经济的污水处理与再生方法。适用于渗透性能良好的土壤,如砂土、砾石性砂土、砂质垆姆等。灌水与休灌反复循环进行,使滤田表面土壤处于厌氧——好氧交替运行状态,依靠土壤微生物将被土壤截留的溶解性和悬浮有机物进行分解,使污水得以净化。

**地表漫流系统:**地表漫流系统适用于渗透性的黏土或亚黏土,地面最佳坡度为2%~8%。废水以喷灌法或漫灌法有控制地在地面上均匀地漫流,流向设在坡脚的集水渠,少量废水被植物摄取、蒸发和渗入地下。地面上种牧草或其他作物可防止土壤流失,尾水收集后可回用。

**湿地处理系统:**湿地处理系统是一种利用低洼湿地和沼泽地处理污水的方法。污水有控制地投配到种有芦苇、香蒲等耐水性、沼泽性植物的湿地上,废水在沿一定方向流行过程中,在耐水性植物和土壤共同作用下得以净化。

**地下渗滤处理系统:**将污水投配到距地面约0.5m深,有良好渗透性的底层中,藉毛细管浸润和土壤渗透作用,使污水向四周扩散,通过过滤、沉淀、吸附和生物降解作用等过程使污水得到净化。地下渗滤系统适用于无法接入城市排水管网的小水量污水处理。

**9、人工湿地的类型:**按水流方式差异可分为:表面流湿地、水平流湿地、垂流湿地、由以上类型湿地自由组合而成的复合流湿地。

## 第四章 (1—3) 水处理工程系统与废水最终处置



**1、排水工程系统：**将污水、废水和城市降水系统有组织地排除与处理的一整套工程设施为排水系统。通常由管道系统和污水处理系统组成。

**排水系统的体制：**1) 合流制：将生活污水、工业废水和雨水混合在同一套沟道内排除的系统，分为：直排式和截留式；2) 分流制：将污水和雨水分别在两套或两套以上各自独立的沟道内排除的系统。分为：完全分流制（有污水排水系统，又有雨水排水系统）、不完全分流制（只有污水排水系统，没有完整的雨水系统）、半分流制（既有污水排水系统，又有雨水排水系统。在雨水干沟上设雨水跳越并可截流初期雨水和街道冲洗废水入污水沟道）。

## 第五章 大气质量与大气污染

**1、大气结构：**由下至上依次为

**对流层：**大气最接近地面的一层，平均厚度 12km。大气总质量 90%集中在这一层。温度随高度增加而降低；空气对流；温度、湿度等各要素水平分布不均匀。

**平流层：**距地面高度为 50—60km。总质量只占大气总质量的 5%。35-45km 处为同温层，35km 以上气温随高度而上升。15-35km 处集中了大部分的臭氧  $O_3$ ，可吸收太阳辐射。

**中间层：**距地面 80-85km，气温随高度增加而下降，几乎没有水蒸气和尘埃，大气透明度好。

**暖层：**中间层顶到 800km 的高度，气体密度低，呈电离状，对无线电通讯极为重要。

**散逸层：**位于 800km 以上，气体粒子以高速运动逸向星际空间。

**2、大气污染**是指由于人类活动和自然过程引起某种物质进入到大气中，呈现出足够浓度达到足够的时间，并因此而危害了人群的舒适、健康和福利或危害了环境的现象。

**污染物种类：**颗粒污染物、气态污染物、一次大气污染物、光化学烟雾、细微颗粒物污染、酸沉降、全球变暖和气候变化、臭氧层破坏。

**3、中华人民共和国国家标准环境空气质量标准（GB3095—1996）**

**主题内容与适用范围：**规定了环境空气质量功能区划分、标准分级、污染物项目、取值时间及浓度限值，采样与分析方法及数据统计的有效性规定。适用于全国范围环境空气质量评价。

**环境空气质量功能区分类:**一类区为自然保护区、风景名胜区和其它需要特殊保护的地区。

二类区为城镇规划中确定的居住区、商业交通居民混合区、文化区、一般工业区和农村地区。

三类区为特定工业区。**环境空气质量标准分级** (环境空气质量标准分为三级): 一类区执行一级标准、二类区执行二级标准、三类区执行三级标准。

#### 4、废气排放控制系统

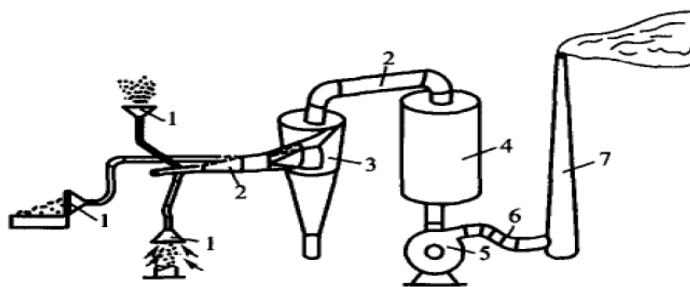


图 5-2 废气排放控制系统

1. 集气罩; 2. 管道; 3. 颗粒除尘器; 4. 气态污染物净化器; 5. 风机; 6. 烟道; 7. 烟囱

1) 污染物的捕集: 对工艺过程中散发的含污染物的气流进行收集。采用集气罩, 按污染物位置、围挡情况及气流方向可分为密闭集气罩、半密闭集气罩、外部集气罩及吹吸式集气罩。

2) 颗粒污染物的控制: 机械除尘器、过滤式除尘器、静电除尘器及湿式除尘器

3) 气态污染物的控制: 种类繁多, 其控制方法和设备可分为两大类: 分离法和转化法。

4) 污染物的稀释法控制: 采用烟囱排放污染物, 通过大气的输送和扩散作用降低其“着地浓度”, 使污染物的地面浓度达到规定的环境质量标准。

### 第六章 颗粒物污染控制技术

#### 1、文丘里洗涤器:

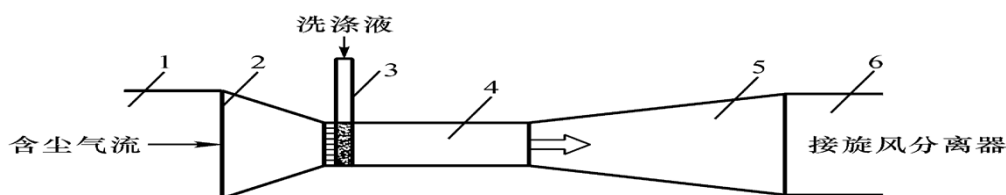


图 6-39 文丘里洗涤器示意图

1. 进气管; 2. 收缩管; 3. 喷嘴; 4. 喉管; 5. 扩散管; 6. 连接管

**除尘器系统的构成:**文丘里洗涤器、除雾器、沉淀池、加压循环水泵

**除尘过程:** 含尘气体由进气管进入收缩管后, 流速逐渐增大, 气流的压力能逐渐转变为动能;

在喉管入口处, 气速达到最大, 为 50~180m/s; 洗涤液 (一般为水) 通过沿喉管周边均匀分布的喷嘴进入, 液滴被高速气流雾化和加速; 充分的雾化是实现高效除尘的基本条件。

## 第七章 气态污染物控制

### 1、燃烧转化类型及特点

**直接燃烧:** 浓度高于爆炸下限的废气可在炉、窑中直接燃烧, 并可回收热能。在石油工业和化工中, 主要以“火炬”燃烧。将废气连续通入烟囱, 在末端进行燃烧。安全、简单、成本低, 但不能回收热能。

**热力燃烧:** 分为三步: a. 燃烧辅助燃料, 供预热能量; b. 高温燃气与废气混合达到反应温度; c. 废气在反应温度下充分燃烧。据废气与火焰接触状态不同, 分配焰燃烧和离焰燃烧两种。

**催化燃烧:** 催化剂存在使燃烧反应温度较低。优点: 温度低、燃料耗量小, 减少回火和火灾危险。缺点: 催化剂贵, 需再生, 投资大。预处理要求严格, 不能用于使催化剂中毒的气体。

表 7-5 各类燃烧的特点

| 燃烧种类 | 直接燃烧                           | 热力燃烧                        | 催化燃烧                         |
|------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 燃烧温度 | 自热至 1 100℃ 进行氧化反应              | 预热至 600 ~ 800℃ 进行氧化反应       | 预热至 200 ~ 400℃ 进行催化氧化反应      |
| 燃烧状态 | 在高温下滞留短时间, 生成明亮火焰              | 在高温下停留一定时间, 不生成火焰           | 与催化剂接触, 不生成火焰                |
| 特点   | 不需预热, 能回收废气中热能, 只用于浓度高于爆炸下限的气体 | 预热耗能较多, 燃烧不完全时产生恶臭, 适用于各种气体 | 预热耗能较少, 催化剂较贵, 不能用于使催化剂中毒的气体 |

## 第九章 固体废弃物管理系统

**1、固体废弃物:** 人类一切活动(包括生产与生活) 过程产生的、对原过程已不再具有使用价值而被废弃的固态或半固态物质, 通称为固体废物。

**2、危险废弃物,** 凡能引起或导致人类与动物死亡或严重疾病的废物称为危险废弃物 (或有毒有害废物), 具有易燃性、腐蚀性、化学反应性、浸出毒性、放射性与其它毒性

**鉴别与标准:** 1996 年, 我国开始实施《危险废弃物鉴别标准》(GB 5085. 1~5085. 3)

### 3、减少固体废物产量的途径:

- (1) 减少原料, 延长产品寿命: 产品设计改革与技术改进, 不影响产品性能, 适当降低单位产品材料用量, 并延长其使用寿命。如汽车寿命由 10 年 ↑ 12 年, 美国可节约钢材 540 万 t/a
- (2) 废物回收: 回收垃圾中可利用的成分, 如废纸类、金属类与玻璃等。
- (3) 提高产品用次: 主要体现在城市居民生活中商品包装物的重复使用。如商品包装袋 (盒)

## 第十章 城市垃圾处理技术

1、**压实**, 是为了减小固体废弃物表现体积、提高运输与管理效率的一种操作技术。

压实机械分为: 水平压实器、三向垂直压实器、回转式压实器。

2、**破碎**, 是减小垃圾的粒度, 使之质地均匀, 从而降低孔隙率、增大密度的过程。意义: 破碎可使垃圾密度增加 25%~60%, 且易于压实, 还可减少臭味, 防止鼠类繁殖, 破坏蚊、蝇滋生条件。对于大规模运输, 物料回收、最终处置及提高城市垃圾管理水平, 具有重要意义。

### 3、分选技术的分类

表 10-1 分选技术设备与应用评述

| 分选技术 | 分选的物料      | 预处理要求     | 应用评述   |
|------|------------|-----------|--|
| 风力分选 | 适于较轻的可燃物分离 | 不需要       | 利用垂直或水平气流分选轻质可燃物, 亦可用于重组分中金属、玻璃等物质的分选, 适用于大规模垃圾转运站和处置场 |
| 磁选   | 铁金属类       | 破碎、风选     | 利用各种物料磁性的差异, 在不均匀磁场中实施分选, 适用于大规模工业固体废物与城市垃圾转运站与填埋场     |
| 筛选   | 玻璃类        | 预先破碎与风选为宜 | 利用振动或滚动作用, 将碎玻璃由筛孔分离, 主要适用于熟肥中碎玻璃的筛分                   |
| 静电分选 | 玻璃与非铁金属类   | 破碎、风选与筛选  | 依据导电性能的差异, 由垃圾中分离出玻璃与铝等                                |
| 光电分选 | 玻璃类        | 破碎、风选     | 依据透明度的差异, 由垃圾中分离出玻璃                                    |

## 第十一章 固体废物资源化、综合利用与最终处置

1、**堆肥化处理**是指生活垃圾中有机废物依靠自然界广泛分布的细菌、放线菌、真菌等微生物, 有控制地降解作用而转化为腐殖质的生物化学处理技术。堆肥化制得的产品叫**堆肥**。

**原理:** 在一定的人工控制条件下, 通过生物化学作用, 使垃圾中的有机成分分解转化为比较稳

定的腐殖肥料的过程,其实质是一种发酵过程。

**分类:** 1) 好氧(气)堆肥:在有氧条件下,通过好氧微生物的作用,使垃圾中有机物发生一系列热分解反应,最终转化为简单而稳定的腐化质的过程. 2) 厌氧(气)堆肥:在与空气隔绝条件下,进行堆积发酵。分为酸性发酵与碱性发酵两个阶段。

**优点:**城市垃圾堆肥化处理,既对垃圾实施了稳定化与无害化处理,又实现了资源化,既经济,又简单,通常称为“天然处理过程”。

**意义:**堆肥法是一种充分利用有机物资源的好办法,依靠细菌、真菌等微生物作用,使可生化有机物转化为稳定物质,这种处理实现了生活垃圾的无害化、资源化,支援了农业,促进自然界物质的良性循环,是一种较好生活垃圾处理方法。

**2、焚烧技术:**焚烧是一种对城市垃圾进行高温热化学处理技术。将垃圾作为固体燃料送入炉膛内燃烧,在 800—1000°C 的高温条件下,垃圾中的可燃组分与空气中的氧进行剧烈的化学反应,释放出热量并转化为高温的燃烧气和少量性质稳定的固体残渣。焚烧技术是固体废物无害化、减量化和资源化的有效手段。

**主要优点:** 减容效果好:可使垃圾体积减少 80%—90%; 彻底消毒:彻底消灭细菌和病毒,分解恶臭气体; 有利于垃圾资源化:垃圾燃烧产生的高温烟气,被废热锅炉吸收,可由于供热或发电; 处理效率高:焚烧场占地面积小,可以靠近市区建厂,节约用地又可缩短运输距离。

**主要问题:**焚烧设备一次性投资大,占用资金周期长;焚烧尾气的处理需花费较大的代价,即使如此仍不能解决其对大气的污染,尤其是二恶英问题.二恶英是剧毒致癌物,严重危害人体健康。据估计,在英国 30—50%的二恶英是由固体废物焚烧炉排出;焚烧后的残渣占原始量的 10—20%,仍需填埋处置。

**发展:**早期垃圾焚烧主要采取露天方式;19 世纪末,英、美首先开展了垃圾集中焚烧处理;20 世纪初,欧美建立现代化垃圾焚烧炉系统;20 世纪 90 年代,我国开始研究适合于国情的城市垃圾焚烧技术,现已用于中小规模垃圾焚烧系统,对某些特殊垃圾已有较多应用。

**3、卫生填埋:**作为城市垃圾的最终处置手段,卫生填埋法是应用最早最广泛的处置技术,20

世纪 30 年代起源于英国, 被称为控制堆放法。卫生填理由最初的简易填埋逐步发展起来, 满足环境卫生工程要求, 具有防渗漏系统、集排水系统、导气系统和覆盖系统。

**优点:** 处理能力大, 初期投资较低, 运行费用也能够承受。

**干燥地区填埋场操作方法:** 1) 地面堆埋法 : 此法适于地形、地质条件不宜开挖的平原地区. 起始端先建土坝为外屏障, 于坝内沿坝长方向堆卸垃圾, 形成堆埋单元, 覆土邻近采集。

2) 开槽填埋法: 此法适用于地面有足够浓度的可采土壤且地下水位较深的地区. 典型沟槽开挖长度在 30~120m, 深 1~2m, 宽 4.5~7.5m。

3) 谷地(沟壑)填埋法: 此法适于有天然或人为谷地与沟壑地区. 若谷地较平, 第一层填埋可采用开槽式操作, 上面各层则用地面堆埋法操作。填埋完成时, 封场高度应稍高于谷口上沿, 以免积水。

**潮湿地区填埋场操作方法:** 沼泽、潮汐洼地、水塘、采土与采石场都可作为湿地卫生填埋场。

设计时需特别注意地下水污染与结构稳定性。需设地下水抽提、排泄系统与气体收集系统。

**卫生填埋的发展趋势:** 从发展方向上看, 填埋法有下降成为辅助手段的趋势, 成为一切不能再利用的物质的最终消纳场。原因有: 1) 垃圾中可燃成分的增加给焚烧奠定了物质基础, 在能源不足的情况下, 填埋大量可燃物显然是一种浪费。2) 占地面积大, 选择合适的场地困难。城市附近的填埋场趋于饱和, 远距离的填埋势必增加运输费用。3) 填埋场要求防渗、防漏、导气管, 技术要求较高, 稍不注意, 就造成污染。随着环保标准的提高, 其初期投资和填埋运行费用越来越高。

## 《环境工程学》试卷

### 一、名词解释(每小题 2 分, 共 20 分)

1. COD;
2. 厌氧生物处理法;
3. 泥龄;
4. 好氧硝化;
5. A/A/O 法;

6. 反电晕;
7. 二次扬尘;
8. 电场荷电;
9. FGD;
10. SCR 法。

## 二、选择题(每小题 2 分, 共 20 分)

1. BOD 是化学性水质指标之一, 其含义是 ( )。  
A 溶解氧;                    B 化学需氧量;        C 生化需氧量。
2. 废水处理方法很多, 其中混凝沉淀法可去除废水中的 ( )。  
A 可生物降解有机物;    B 不溶性有机物;    C 悬浮物质。
3. 废水二级处理技术属于 ( )。  
A 生物方法;                B 化学方法;        C 物理方法。
4.  $A^2/O$  法产生的污泥量比活性污泥法 ( )。  
A 多;                        B 少;                C 一样。
5. 下列哪种技术属于废水三级处理技术 ( )?  
A 臭氧氧化;                B 气浮;                C 好氧悬浮处理技术。
6. 脱硫技术很多, 跳汰选煤脱硫技术属于 ( )。  
A 炉前脱硫技术;        B 炉内脱硫技术;    C 炉后脱硫技术。
7. 电除尘器最适宜捕集的粉尘是 ( )。  
A 低比电阻粉尘;        B 中比电阻粉尘;    C 高比电阻粉尘。
8. 常被用来作为高效除尘器的前级预除尘器的是 ( )。  
A 机械力除尘器;        B 电除尘器;        C 过滤式除尘器。
9. 既能捕集颗粒污染物, 又能脱除部分气态污染物的除尘器是 ( )。  
A 机械力除尘器;        B 电除尘器;        C 湿式除尘器。
10. SCR 法烟气脱硝的主要机理是 ( )。  
A 催化转化;                B 化学吸收;        C 化学吸附。

## 三、填空题 (每题 2 分, 共 10 分)

1.                MLSS, MLVSS,                SVI,                SBR 分                别  
为 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
2. 活 性 污 泥 法 有 效 运 行 的 基 本 条 件  
为 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
3.                SCR 法                烟                气                脱                硝                机                理                分  
为 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
4. 影 响 湿 法 脱 硫 效 率 的 主 要 因 素 包  
括: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

5. 控制颗粒污染物的主要方法包括:\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

#### 四、简答题(每小题3分,共30分)

1. 什么是废水的一级处理,二级处理和深度处理?
2. 厌氧生物处理的基本原理是什么?
3. 曝气池在好氧活性污泥法中的作用是什么?
4. 简述污水中的氮在生物处理中的转化过程?
5. 什么是曝气?曝气的作用有哪些?
6. 控制废气中气态污染物的方法有哪些?
7. 评价除尘器性能的指标有哪些?
8. 实现电除尘的基本条件是什么?
9. 影响SCR法烟气脱硝效率的因素有哪些?
10. 影响湿法烟气脱硫效率的主要因素有哪些?

#### 五、计算题(每小题10分,共20分)

1. 某水处理厂在沉淀池后设置快砂滤池,滤池的设计负荷率为 $200\text{m}^3/(d\cdot\text{m}^2)$ 。试计算在设计流量 $0.5\text{m}^3/s$ 下,滤池表面积为多大?若每个滤池表面积限制在 $55\text{m}^2$ 以下,共需建多少个滤池?

2. 已知某线一板式电除尘器的收尘面积 $A=6000\text{m}^2$ ,所处理的烟气量 $Q=684000\text{m}^3/\text{h}$ ,烟气粘度 $\eta=1.8\times 10^{-5}\text{Pa}\cdot\text{s}$ ,对其施加的平均电场强度 $E=3.0\text{kV}/\text{cm}$ ,试计算粉尘的平均粒径 $d_p=0.1\mu\text{m}$ 、 $1.0\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 时电除尘器的除尘效率?(取 $K_m=1.36$ , $\epsilon_0=8.85\times 10^{-12}\text{F}/\text{m}$ , $D=2.0$ )。

## 《环境工程学》习题集

### 第一篇 水质净化与水污染控制

#### 一、名词解释题

1. BOD: 水中有机污染物被好氧微生物分解时所需的氧量。
2. COD: 用化学氧化剂氧化水中有机污染物时所消耗的氧化剂量。
3. 泥龄: 即微生物平均停留时间,是指反应系统内的微生物全部更新一次所需要



的时间,工程上是指反应系统内微生物总量与每日排出的剩余微生物量的比值。

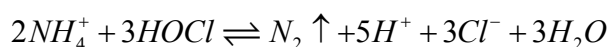
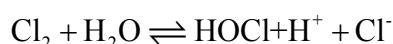
4. 好氧硝化: 在好氧条件下,将 $\text{NH}_4^+$ 转化成 $\text{NO}_2^-$ 和 $\text{NO}_3^-$ 的过程。

5. 反硝化: 在无氧条件下,反硝化菌将硝酸盐氮和亚硝酸盐氮还原为氮气的过程。

6. 污泥投配率: 日投入污泥与池容积比重。

7. 土地处理: 在人工调控下,微生物,土地,植物形成生态系统净化污水的处理方法。

8. 折点加氯: 折点加氯法是一种化学除氮的方法,在含氨氮的水中加氯时,



加氯曲线中出现两个折点,加氯脱氮时采用的加氯量应以折点相应的加氯量为准,通过适当控制,可完全去除水中氯气。

9. 氧垂曲线: 在水体受到污染后的自净过程中,水体中溶解氧浓度可随着水中耗氧有机物降解耗氧和大气中复氧双重因素变化,反映水中溶解氧浓度随时间变化的曲线被称为氧垂曲线。

10. 混凝和澄清: 由压缩双电层作用,吸附架桥作用和网捕作用产生的微粒凝结现象——凝聚和絮凝总称为混凝。

11. 生化反应速度: 生化反应中单位时间里底物的减少量,最终产物的增加量或细胞的增加量。

12. AB法: 由以吸附作用为主的A段和以生物降解作用为主的B段组成的污水处理工艺。

13. A/A/O法: 在原来A/O工艺的基础上,嵌入一个缺氧池,并将好氧池中的混合液回流到缺氧池中,达到反硝化脱氮的目的,这样厌氧-缺氧-好氧相串联的系统能同时除磷脱氮,简称A<sup>2</sup>/O法。

14. 污泥容积指数(SVI): 曝气池出口处混合液经过30min静置沉淀后,每千克干污泥所形成的沉淀污泥所占的容积。

15. 污泥回流比: 污泥回流量与曝气池进水量的比值。

16. 自由沉淀: 水中悬浮固体浓度不高,沉淀过程悬浮固体之间互不干扰,颗粒各自单独进行沉淀,颗粒轨迹呈直线,整个沉淀过程中,颗粒物理性质不发生变化,这种沉淀叫做自由沉淀。

17. 絮凝沉淀: 水中悬浮颗粒浓度不高,但沉淀过程中悬浮颗粒之间有互相絮凝作用,颗粒因相互聚集增大而加快沉降,沉淀的轨迹呈曲线。颗粒的物理性质也是变

化的。

18. 区域沉淀：悬浮颗粒浓度较高,颗粒的沉降受到周围其它颗粒影响,颗粒间相对位置保持不变,形成一个整体共同下沉.与澄清水之间有清晰的泥水界面。

19. 压缩沉淀：在高浓度悬浮颗粒的沉降过程中,颗粒相互之间已挤成团块结构,互相接触,互相支承,下层颗粒间的水在上层颗粒的重力作用下被挤出,使污泥得到浓缩。

20. 好氧呼吸：好氧呼吸是营养物质进入好氧微细胞后,通过一系列氧化还原反应获得能量的过程。

21. 厌氧呼吸：厌氧呼吸是在无分子氧的情况下进行的生物氧化,厌氧微生物只有脱氢酶系统,没有氧化酶系统,呼吸过程中,第五中的氢被脱氢酶活化,从底物中脱下来的氢经辅酶传递给除氢以外的有机物或无机物,使其还原。

22. 无氧呼吸：是指以无机氧化物,如 $NO_3^-$ , $NO_2^-$ , $SO_4^{2-}$ , $S_2O_3^{2-}$ , $CO_2$ 等代替分子氧,作为最终受氢体的生物氧化作用。

23. 污泥负荷：曝气池内单位重量的活性污泥在单位时间内承受的有机质的数量。

24. 容积负荷：单位有效曝气体积在单位时间内承受的有机质数量。

25. 厌氧生物处理：在厌氧条件下,由多种微生物共同作用,利用厌氧微生物将污水或污泥中的有机物分解并生成甲烷和二氧化碳等最终产物的过程。

26. 表面水力负荷：沉淀池单位时间内单位面积承受的水量。

27. 好氧生物处理：利用好氧微生物在有氧条件下将污水中复杂的有机物降解,并用释放出来的能量来完成微生物本身的繁殖和运动等功能的方法。

28. 污泥含水率：污泥中所含水分与污泥总质量之比的百分数。

29. 污泥好氧消化：在不投加有机物的条件下,对污泥进行长时间的曝气,使污泥中的微生物处于内源呼吸阶段进行自身氧化。

30. 污泥消化：利用微生物的代谢作用,使污泥中的有机质稳定化。

## 二、简答题

1. 简答:什么是污泥龄,为什么说可以通过控制排泥来控制活性法污水处理厂的运行?

微生物代谢有机物的同时自身得到增殖,剩余污泥排放量等于新增污泥量,用新增污泥量替换原有系统中所有污泥所需要的时间称为泥龄,如果排放的剩余污泥量少,使系统的泥龄过长,会造成系统去除单位有机物的氧消耗量增加,即能耗升高,二沉池出水的悬浮物含量升高,出水水质变差,如果过量排放剩余污泥,使系统的泥龄过短,活性污泥吸附的有机物后来不及氧化,二沉池出水中有机物含量增大,活性污泥吸附

的有机物后来不及氧化,二沉池出水中有机物含量增大,出水的水质也会变差。如果使泥龄小于临界值,即从系统中排出的污泥量大于其增殖量,系统的处理效果会急剧变差。

2. 简述生物滤池构造上分为哪几部分?对滤料有何要求?

典型的生物滤池由滤床,布水设备和排水系统三部分组成.要求滤料有以下特性:①能为微生物的栖息提供较大的比表面积;②能使废水以液膜状均匀分布于其表面;③有足够的孔隙率保证滤池通风良好,并使脱落的生物膜能随水流通过孔隙流到池底;④适合于生物膜的形成和黏附,且既不被微生物分解,有不抑制微生物的生长;⑤具有良好的机械强度,不易变形和破碎。

3. 试述厌氧生物处理法的基本原理?怎样提高厌氧生物处理的效能?

厌氧生物处理就是在厌氧条件下,由多种微生物共同作用,利用厌氧微生物将污水或污泥中的有机物分解并生成甲烷和二氧化碳等最终产物。要提高厌氧生物处理的效能应该控制PH值在6.8-7.2之间。控制温度在 $35^{\circ}\text{C}$ - $38^{\circ}\text{C}$ 或 $52^{\circ}\text{C}$ - $55^{\circ}\text{C}$ 。

4. 叙述A<sub>0</sub>法的脱氮机理,画出A<sub>0</sub>法的工艺流程图。

A/O法脱氮是在常规的好氧活性污泥法处理系统前增加一段缺氧生物处理过程.在好氧段,好氧微生物氧化分解污水中的BOD<sub>5</sub>,同时进行硝化。有机氮和氨氮在好氧段转化为消化氮并回流到缺氧段,其中的反硝化细菌利用氧化态氮和污水中的有机碳进行反硝化反应,使化合态氮变为分子态氮,获得同时去碳和脱氮的效果。

5. 活性污泥法有效运行的基本条件有哪些?

(1)污水中含有足够的胶体状和溶解性易生物降解的有机物,作为活性污泥中微生物的营养物质。

(2)曝气池混合液中有足够的溶解氧。

(3)活性污泥在曝气池内呈悬浮状态,能够与污水充分接触。

(4)连续回流活性污泥,及时排除剩余污泥,使曝气池混合液中活性污泥保持一定浓度。

(5)污水中有毒害作用的物质的含量在一定浓度范围内,部队微生物的正常生长繁殖形成威胁。

6. 试叙述好氧生物处理与厌氧生物处理的基本区别及各自的适用场合。

厌氧生物处理是在厌氧条件下,由多种微生物共同作用,利用厌氧微生物将污水或污

泥中的有机物分解并生成甲烷和二氧化碳等最终产物的过程。好氧生物处理则是利用好氧微生物在有氧条件下将污水中复杂的有机物降解，并用释放出来的能量来完成微生物本身的繁殖和运动等功能的方法。好氧生物处理由于去除率高，一般都作为最终处理，厌氧生物处理适合处理高浓度废水，对高浓度废水几乎不需要稀释，由于出水  $BOD_5$  值偏高，因此，厌氧生物处理一般作为预处理。

7. 简述沉淀的基本类型，以及各自的适用场合。

**自由沉淀** 水中悬浮固体浓度不高，沉淀过程悬浮固体之间互不干扰，颗粒各自单独进行沉淀，颗粒轨迹呈直线，整个沉淀过程中，颗粒物理性质不发生变化，这种沉淀叫做自由沉淀。颗粒在沉砂池中的沉淀是自由沉淀

**絮凝沉淀** 水中悬浮颗粒浓度不高，但沉淀过程中悬浮颗粒之间有互相絮凝作用，颗粒因相互聚集增大而加快沉降，沉淀的轨迹呈曲线。颗粒的物理性质也是变化的。

化学混凝沉淀属于絮凝沉淀

**区域沉淀** 悬浮颗粒浓度较高，颗粒的沉降受到周围其它颗粒影响，颗粒间相对位置保持不变，形成一个整体共同下沉。与澄清水之间有清晰的泥水界面。二沉池与污泥浓缩池中的沉淀属于区域沉淀

**压缩沉淀** 在高浓度悬浮颗粒的沉降过程中，颗粒相互之间已挤成团块结构，互相接触，互相支承，下层颗粒间的水在上层颗粒的重力作用下被挤出，使污泥得到浓缩。二沉池污泥斗的浓缩过程以及在浓缩池中污泥的浓缩过程存在压缩沉淀

8. 试以兼性塘为例说明稳定塘降解污染物的机理。

兼性塘水深较大，通常由上层好氧区，中层兼性区和底部厌氧区组成。在上层的好氧区，藻类的光合作用和大气复氧作用使其有较高的溶解氧，由好氧微生物起净化污水作用，中层溶解氧逐渐减少，由兼性微生物起净化作用，下层塘水无溶解氧，沉淀污泥在塘底进行厌氧分解。

9. 什么是曝气?曝气的作用有哪些?

为了活性污泥法的正常运行，将空气中的氧强制溶解到混合液中的过程称为曝气。曝气的作用有：

(1)产生并维持空气有效的与水接触，在生物氧化作用不断消耗氧气的情况下保持水中一定的溶解氧浓度。

(2)在曝气区产生足够的搅拌混合作用，促使水的循环流动，实现活性污泥与废水的充分接触混合。

(3)维持混合液具有一定的运动速度,使活性污泥在混合液中始终保持悬浮状态.

10. 试以简图表示污泥中水分存在的形式,在污泥处理过程中各是通过哪些途径去除的?

游离水 70%左右 借助外力

毛细水 20%左右 物理方法

内部水 10%左右 只有干化(不完全)

11. 常用的沉淀池类型有哪些?各自得优缺点和适用条件是什么?

略

12. 简述离心分离的机理。为什么有些难以沉淀的悬浮物可用离心法从水中去除?离心分离处理废水是利用快速旋转所产生的离心力使废水中的悬浮颗粒从废水中分离出去的处理方法.当含有悬浮颗粒的废水快速旋转运动时,质量大的固体颗粒被甩到外围,质量小的留在内圈,从而实现废水与悬浮颗粒的分离。

13. 沉淀法与上浮法的根本区别及适用对象?试述四种类型的沉淀特性对沉淀池设计的主要影响(池深,池型,设计方案,停留时间)。

沉淀法是水处理中最基本的方法之一,它是利用水中悬浮颗粒的可沉降性能,在重力作用下产生下沉作用,以达到固液分离的一种过程.上浮法用于那些颗粒密度接近或小于水的细小颗粒的分离。将空气以微小气泡形式通入水中,使微小气泡与在水中悬浮的颗粒粘附,形成水—气—颗粒三相混合体系,颗粒粘附上气泡后,密度小于水即浮上水面,从水中分离出去,形成浮渣层。

14. 请写出米—门方程式,并说明该方程式及各个符号的意义.

$$v = \frac{v_{\max} \rho_s}{K_m + \rho_s} = v_{\max} \frac{\rho_s}{K_m + \rho_s}$$

式中: $v$ —酶反应速度

$v_{\max}$ —最大酶反应速度

$\rho_s$ —底物浓度

$K_m$ —米氏常数

15. 简述污水中的氮在生物处理中的转化过程

污水生物处理脱氮主要是靠一些专门细菌实现氮形式的转化,含氮有机化合物在微生物的作用下,首先分解转化为氨态氮  $\text{NH}_4^+$  或  $\text{NH}_3$ , 这一过程称为“氨化反应”。硝化细菌把氨氮转化为硝酸盐,这一过程成为“硝化反应”;反硝化细菌把硝酸盐转化为氮气,这一过程称为“反硝化反应”。含氮有机化合物最终转化为无害得氮气,从污水中去除。

16. 与好氧生物处理相比,哪些因素对厌氧生物处理的影响更大?如何提高厌氧生物处理的效率?

与好氧生物处理相比,厌氧微生物对温度, PH 等环境因素的变化更为敏感

17. 在混凝中,水力搅拌和机械搅拌促使颗粒相互碰撞聚结的原理有什么不同?如果整个混凝过程均采用同一种搅拌速度为什么不能很好的发挥混凝作用?

水力搅拌是利用水流断面上流速分布不均匀所造成的速度梯度,促进颗粒相互碰撞进行絮凝,机械搅拌则是利用机械设备的转动进行强烈搅拌。

18. 反渗透与超滤用于水处理的原理是什么?有什么相同和不同之处?

反渗透是借助压力促使水分子反向渗透,以浓缩溶液或废水.超滤法与反渗透法相似,但是超滤的过程并不是单纯的机械截留,物理筛分,而是存在着一下三种作用:①溶质在膜表面和微孔孔壁上发生吸附②溶质的粒径大小与膜孔径相仿,溶质嵌在孔中,引起阻塞③溶质的粒径大于膜孔径,溶质在膜表面被机械截留,实现筛分.

19. 根据双膜理论推导氧的转移速率公式,并说明影响氧转移速率的主要因素。

在废水生物处理的系统中,氧是难溶的气体,它的传递速率通常正比于溶液中的饱和

浓度差  $\frac{dm}{dt} = K_g A (\rho_{so} - \rho_o)$

$\frac{dm}{dt}$  气体传递速率;  
 $K_g$  气体扩散系数;

式中: A- 气体扩散通过的面积

而  $dm = V d\rho_o$  则前式可改写成为  $\frac{d\rho_o}{dt} = K_g \frac{A}{V} (\rho_{so} - \rho_o)$

$\rho_{so}$  - 气体在溶液中的饱和浓度  
 $\rho_o$  气体在溶液中的浓度

通常  $K_g \cdot \frac{A}{V}$  项用  $K_{La}$  来代替,该系数反应了传递气体的扩散性能和曝气的混合条件等因

素,对一定气体来讲,混合越强,紊动越剧烈,则气体的传递速率越大。

20. 以简图表示生物滤池的构造,并说明其各部分的功能及设计时要注意的主要问题。

生物滤池由滤床,布水设备和排水系统三部分组成

21. 城市污水厂的污泥为什么要进行消化处理?消化处理的方法有几种,各适用于什么场合?它们有哪些区别?

污泥消化是利用微生物的代谢作用,使污泥中的有机物质稳定化.主要有好氧消化法,氯化氧化法,石灰稳定法和热处理法。好氧消化法在曝气池中进行,依靠有机物的好氧代谢和内源代谢稳定污泥中的有机组成。氯气氧化法在密闭容器中进行,向污泥中投加足量石灰,使污泥的PH高于12,抑制微生物的生长。热处理法即可杀死微生物借以稳定污泥,还能破坏泥粒间的胶状性能,改善污泥的脱水性能.厌氧消化包括水解,酸化,产乙酸,产甲烷等过程。

22. 曝气池在好氧活性污泥法中的作用是什么?

好氧活性污泥法对废水中溶解性和胶体状的有机物去除就是在曝气池内完成的,通过机械,鼓风等曝气形式向曝气混合液通入氧,混合液中通入氧,混合液中的微生物在有溶解氧的情况下,对进水中的有机物进行氧化分解,使之无机化。

23. 试述由传统厌氧法发展出分段厌氧处理法的原理。

分段厌氧处理法是根据消化可分阶段进行的事实,将传统厌氧消化的水解酸化过程和甲烷化过程分开在两个反应器中进行,以使两类微生物都能在各自的最适条件下生长繁殖。第一阶段的功能是:水解和液化固态有机物为有机酸;缓冲和稀释符合冲击与有害物质,并将截留难降解的固态物质。第二阶段的功能是:保持严格的厌氧条件和PH值,以利于厌氧菌的生长;降解,稳定有机物,产生含甲烷较多的消化气,并截留悬浮固体,以改善出水水质。

24. 试述完全混合活性污泥法有哪些优缺点?

优点:①污泥回流比大,对冲击负荷的缓冲作用也较大,因而对冲击负荷适应能力较强,适于处理高浓度的有机污水。②曝气池内各个部位的需氧量相同,能最大限度地节约动力消耗,表面曝气机动力效率较高。③可使曝气池与沉淀池合建,不用单独设置污泥回流系统,易于管理。

缺点:①连续进出水的条件下,容易产生短流,影响出水水质。②与传统活性污泥法相比,出水水质较差,且不稳定。③合建池构造复杂,运行方式复杂。

25. 试述生物滤池高度的选择对生物滤池设计有哪些影响?

污水首先进入填料层的上部, 这个部位填料上的生物膜中微生物营养物质充分, 因而微生物繁殖速度较快, 种类以细菌为主, 因此此处生物膜量大, 对有机物的去除量也较大. 随着填料层深度的增加, 污水中有机物的含量减少, 生物膜量也减少, 高级的原生动物和后生动物等微生物种类在生物膜中逐渐增多, 对有机物的去除量却逐渐降低. 因此, 生物滤池中有机物的去除效果随填料层深度增加而提高, 但去除率却逐渐降低, 在达到一定深度时, 处理效率就难以有大的提高。

滤床的高度同滤料的密度也有密切关系, 一方面由于孔隙率低, 滤床过高会影响通风; 另一方面由于太重, 过高将会影响排水系统和滤池基础的结构。

26. 试述由三段生物脱氮工艺发展出 Bardenpho 生物脱氮工艺的原理

三段生物脱氮工艺是将有机物氧化, 硝化及反硝化段独立开来, 每一部份都有其自己的沉淀池和各自独立的污泥回流系统. 使除碳, 硝化和反硝化在各自的反应器中进行, 并分别控制在适宜的条件下运行. Bardenpho 生物脱氮工艺取消了三段脱氮工艺的中间沉淀池, 该工艺设置了两个缺氧段, 第一段利用原水中的有机物为碳源和第一好氧池中回流的含有硝态氮的混合液进行反硝化反应, 第二阶段的反硝化反应器中利用内源呼吸碳源进行反硝化, 最后的曝气池用于吹脱废水中的氮气, 提高污泥的沉降性能, 防止在二沉池发生污泥上浮现象。

27. 试述在污泥消化中搅拌的作用。

通过搅拌, 使底部的污泥(包括水分)翻动到上部, 这样, 由于压力降低, 原有大多数有害的溶解气体可被释放逸出; 其次, 由于搅拌时产生的振动也可使得污泥颗粒周围原先附着的小气泡被分离脱出. 此外, 微生物对温度和 PH 值的变化也非常敏感, 通过搅拌还能使这些环境因素在反应器内保持均匀。

28. 厌氧生物处理的基本原理是什么? 与好氧生物处理法相比, 厌氧生物处理的优点体现在哪里?

在厌氧条件下, 由多种微生物共同作用, 利用厌氧微生物将污水或污泥中的有机物分解并生成甲烷和二氧化碳等最终产物的过程。

与好氧生物处理相比, 厌氧生物处理的有机负荷是好氧工艺的 5-10 倍, 而合成的生物量仅为好氧工艺的 5%—20%, 而剩余污泥产量要少得多。厌氧微生物对营养物质的需要量较少, 仅为好氧工艺的 5%-20%, 而且厌氧微生物的活性比好氧微生物要好



维持的多。

29. 简述生物法除磷的机理。

生物法除磷是利用微生物在好氧条件下对污水中溶解性磷酸盐的过量吸收作用，然后沉淀分离而除磷。含有过量磷的污泥部分以剩余污泥形式排出系统，大部分和污水一起进入厌氧状态，此时污水中的有机物在厌氧发酵产酸菌的作用下转化为乙酸苷；而活性污泥中的聚磷酸在厌氧的不利状态下，将体内积聚的磷酸分解，分解产生的能量部分供聚磷酸生存，另一部分能量供聚磷菌主动吸收乙酸苷转化为 PHB 形态储藏于体内。

30. 污水中所含污染物的物理性指标有哪些？

温度 色度 嗅和味 固体物质

### 三、计算题

1. 一降落的雨滴中，最初没有溶解氧存在。雨滴的饱和溶解氧浓度为  $9.20\text{mg/L}$ 。假设在降落  $2\text{s}$  后雨滴中已经有  $3.20\text{mg/L}$  的溶解氧。试计算雨滴中的溶解氧浓度达到  $8.20\text{mg/L}$  需要多长时间？

解 首先计算降落  $2\text{s}$  时溶解氧的未饱和量和溶解氧达到  $8.20\text{mg/L}$  时的未饱和量：

$2\text{s}$  时的未饱和量： $(9.20 - 3.20)\text{mg/L} = 6.00\text{mg/L}$

$t\text{s}$  时的未饱和量： $(9.20 - 8.20)\text{mg/L} = 1.00\text{mg/L}$

$\ln \frac{[A]}{[A_0]} = -kt$ ，速率变化与未饱和量成正比关系，由于  $[A] = (C_s - C)$ ，

且  $[A_0] = (9.20 - 0.00)\text{mg/L}$ ，因此得： $\ln \frac{6.00}{9.20} = -k(2.00\text{s})$ ， $k = 0.2137\text{s}^{-1}$

解得  $k$  值后，即可计算时间  $t$ ： $\ln \frac{(9.20 - 8.20)}{9.20} = -0.2137 \times t$   
 $t = 10.4\text{s}$

2. 一水处理厂在沉淀池后设置快砂滤池，滤池的设计负荷率为  $200\text{m}^3/(d \cdot \text{m}^2)$ 。试计算在设计流量  $0.5\text{m}^3/\text{s}$  下，滤池表面积为多大？若每个滤池表面积限制在  $55\text{m}^2$  以下，共需建多少个滤池？

解  $A_s = \frac{Q}{V_a} = \frac{(0.5\text{m}^3/\text{s})(86400\text{s}/d)}{200\text{m}^3/(d \cdot \text{m}^2)} = 216\text{m}^2$ ， $\frac{216\text{m}^2}{55\text{m}^2} = 3.9$ ，即 4 个滤池可满足要求

3. 某地计划将其一级污水处理厂升级为二级处理厂,以达到 30。 0mg/L  $BOD_5$  及 30。 0mg/L SS 的出水标准. 选择完全混合活性污泥系统。假设 SS 中的  $BOD_5$  等于 SS 浓度的 63%, 试估算曝气池所需体积。已知该一级处理厂出水特性:  $q = 0.150m^3/s$   $BOD_5 = 84.0mg/L$   $MLVSS = 2000mg/L$ 。生长系数值为:  $K_s = 100mg/L BOD_5$ ;  $\mu_m = 2.5d^{-1}$ ;  $k_d = 0.050d^{-1}$ ;  $Y = 0.50mgVSS/mg BOD_5$ 。

解  $S = 30.0mg/L - 0.63 \times 30.0mg/L = 11.1mg/L$

$$11.1 = \frac{100.0(1 + 0.050\theta_c)}{\theta_c(1 + 0.050 \cdot 5.00)} \Rightarrow \theta_c = 5.00d$$

$$MLVSS = 2000 = \frac{5.00 \times 0.50 \times (84.0 - 11.1)}{\theta(1 + 0.050 \times 5.00)}$$

$$\theta = 1.8h$$

$$1.8h = \frac{V}{0.150m^3/s \times 3600s/h}$$
$$v = 972m^3$$

4. 现有一种直径, 高均为 1cm 的圆柱体颗粒在静水中自由沉淀, 已知该种颗粒密度  $\rho_s = 1.8g/cm^3$ , 水的密度  $\rho_w = 1g/cm^3$ , 则这种颗粒在水中自由沉淀时最小沉速为多少?

(重力加速度为  $980cm/s^2$ , 绕流阻力系数  $C_D = \frac{\sqrt{2}}{2}$ )

$$v = \pi \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot 1 = \frac{\pi}{4}$$

$$F_g = G - F_{浮} = v \cdot g(\rho_s - \rho_L) = \frac{\pi}{4} \times 9.8 \times (1.8 - 1) = \frac{\pi}{4} \times 9.8 \times 0.8$$

$$F_{阻} = C_D \cdot A \cdot \frac{u_s^2}{2} \cdot \rho_L = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot \frac{u_s^2}{2} \cdot 1 = \frac{\sqrt{2}\pi}{8} u_s^2$$

当  $F_g = F_{阻}$  时, 颗粒的沉速

$$u_s = \sqrt{\frac{\frac{\pi}{4} \times 9.8 \times 0.8}{\frac{\sqrt{2}}{8} \pi}} = 3.3m/s$$

5. 含水率 99.5% 的污泥, 当其含水率降为 98.5% 时, 体积有何变化?

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{100 - 98.5}{100 - 99.5} = 3$$

6. 已知某城市生活污水  $BOD_5 = 200mg/l$ , 经初沉池后进入曝气池, 若曝气池的设计流

量为  $3600\text{ m}^3/\text{h}$  要求出水  $BOD_5 \leq 30\text{ mg/l}$ 。试求曝气池的体积, 剩余污泥量及计算供气量。

已知:  $N_s = 0.3\text{ kgBOD}_5/\text{ kgMLVSS} \cdot \text{d}$   $X=3000\text{ mg/l}$

$$Y_{obs} = 0.3 \quad E_A = 8\% \quad a' = 0.6 \quad b' = 0.1$$

$$V \cdot X \cdot N_s = 3600 \times 24 \times (200 - 30)$$

$$V = \frac{3600 \times 24 \times (200 - 30)}{0.3 \times 3000} = 16320\text{ m}^3$$

$$\left(\frac{d\rho_x}{dt}\right) = y_{obs} \left(\frac{d\rho_s}{dt}\right)$$

$$\frac{d\rho_x}{dt} = 0.3 \times \frac{200 - 30}{dt}$$

$$d\rho_x = 51\text{ mg/L}$$

剩余活性污泥量:  $V \cdot d\rho_x = 16320 \times 51 = 832.32\text{ kg/d}$

$$BOD_L = \frac{BOD_5}{0.68} = \frac{q_v(\rho_{s0} - \rho_s)}{0.68} = 21600\text{ kg/d}$$

所需氧量:  $21600 - 1.42 \times 832.32 = 20418\text{ kg/d}$

7. 某厂拟采用鼓风曝气的活性污泥法处理其生产污水, 污水设计流量  $Q=10000\text{ 米}^3/\text{日}$ , 曝气池进水  $BOD_5=150\text{ 毫克/升}$ , 要求的去除率为 90%, 有关的设计参数为: 混合液挥发性污泥浓度  $X=2000\text{ 毫克/升}$ , 溶解氧  $C=2\text{ 毫克/升}$ , 水温  $T=25\text{ 度}$ , 有机物中用于产生能量的比值  $A=0.5$ , 污泥自身氧化率  $B=0.1\text{ 日}^{-1}$ , 氧转移的折算系数  $d=0.85$ , 氧溶解度折算系数  $\beta=0.95$ , 压力修正系数  $\rho=1$ , 氧转移效率  $E_A=10\%$ 。曝气池有效容积  $V=3000\text{ 米}^3$ , 扩散器安装在水深 4.5 米处, 气泡离开水面时氧的百分浓度为 19.3%, 求鼓风曝气时的供气量。

$$\text{需氧量: } R = AQL_r + BVX = \frac{0.5 \times 10000 \times 0.9 \times 150}{1000} + \frac{0.1 \times 3000 \times 2000}{1000}$$

$$= 1275\text{ 公斤/日}$$

清水中  $20^\circ\text{C}$  时氧的溶解度  $C_{s1} = 9.2\text{ 毫克/升}$ ,  $25^\circ\text{C}$  时氧的溶解度  $C_{s2} = 8.4\text{ 毫克/升}$

$$C_{Sm1} = 9.2 \left( \frac{1.483}{2.066} + \frac{19.3}{42} \right) = 10.8\text{ 毫克/升}$$

$$C_{Sm2} = 8.4 \left( \frac{1.483}{2.066} + \frac{19.3}{42} \right) = 9.88\text{ 毫克/升}$$

$20^\circ\text{C}$  时脱氧清水的需氧量为:

$$\frac{1275 \times 10.8}{0.85(0.95 \times 1 \times 9.88 - 2) \times 1.024^5} = 1948\text{ kg/d} = 81.2\text{ kg/h}$$

$$\therefore \text{供气量 } G = \frac{1948}{0.3 \times 10} \times 100 = 64933\text{ m}^3/\text{d}$$

8. 某城市污水设计流量  $Q=10000\text{m}^3/\text{d}$ , 一级处理出水,  $\text{BOD}_5=163\text{mg}/\text{L}$ ,  $\text{COD}=250\text{mg}/\text{L}$ ,  $\text{SS}=140\text{mg}/\text{L}$ ,  $\text{TN}=25\text{mg}/\text{L}$ ,  $\text{TP}=5\text{mg}/\text{L}$ , 设计水温 30 摄氏度, 要求二级出水水质  $\text{BOD}_5 \leq 20\text{mg}/\text{L}$ ,  $\text{SS} \leq 30\text{mg}/\text{L}$ ,  $\text{TN} \leq 5\text{mg}/\text{L}$ .

$$\frac{\text{COD}}{\text{TN}} = \frac{250}{30} = 8.3 > 8$$

因  $\frac{\text{TP}}{\text{BOD}_5} = \frac{5}{16} \approx 0.03 < 0.06$ , 故采用  $A^2/O$  工艺合适

### 1. 设计参数的确定

- ①水利停留时间 6h
- ②BOD 污泥负荷  $N_s=0$ 。  $16\text{kg}(\text{BOD}_5)/\text{kg}(\text{MLSS})\text{d}$
- ③回流污泥浓度  $X_R=8000\text{mg}/\text{L}$
- ④回流污泥比  $R=60\%$
- ⑤曝气池混合液  $X=R(1+R) \times R=3000\text{mg}/\text{L}$
- ⑥混合液回流比  $R_N$

因 TN 的去除率  $\eta_{\text{TN}} = \frac{T_{\text{No}} - T_{\text{Ne}}}{T_{\text{No}}} = \frac{25 - 5}{25} = 80\%$

### 2. $A^2/O$ 曝气池容积

有效容积  $V=Qt = (100000/24) \times 6 = 25000\text{m}^3$

9. 流量为  $5000\text{m}^3/\text{d}$  的废水, 其水质为  $\text{BOD}_5 210\text{mg}/\text{L}$ ,  $\text{SS} 140\text{mg}/\text{L}$ , 去除反应为一级, 反应常数为  $K_2=3 \times 10^{-4}$ , 拟用活性污泥法处理, 推流式曝气池 4h, 污泥回流率 25%,  $\text{MLVSS}$  为  $X=2000\text{mg}/\text{L}$ , 求 BOD 去除率, 若要求 SS 去除率为 90%, 问污泥生长量。

$$\eta = 1 - e^{-k_2 t} = 0.923$$

$$\text{池容积 } V = \frac{(1+0.25) \times 5000}{24} \times 4 = 1041.7\text{m}^3$$

据 BOD 去除要求得到污泥增量  $\Delta x = aQL_r - bVX = 0.64 \times 5000 \times 210 \times 10^{-3} \times 0.923 - 0.085 \times 1041.7 \times 2000 \times 10^{-3} = 443.2\text{kg}/\text{d}$

据悬浮物去除得到污泥增量  $\Delta x'$

$$\Delta x' = 5000 \times 140 \times 10^{-3} \times 0.9 = 630\text{kg}/\text{d}$$

$$\therefore \Delta x_{\text{总}} = \Delta x + \Delta x' = 1073.2\text{kg}/\text{d}$$

10. 废水处理量  $500\text{m}^3/\text{d}$ ,  $\text{BOD}_5$  浓度  $400\text{mg}/\text{L}$ , 经初沉去除 25%, 然后进入高负荷生物滤池, 滤池出水经混凝沉淀达到排放标准, 设计高负荷滤池, 取有机负荷为  $1.0\text{kgBOD}_5/\text{m}^3\text{d}$ , 滤料  $15\text{m}/\text{d}$ , 滤池高 2.5m.

求：滤料体积, 池总面积, 用几个滤池, 滤池直径, 回流比

$$\textcircled{1} \text{滤料体积: } V = \frac{\rho_{s0} Q_v}{N} \times 10^{-3} = \frac{400 \times \frac{75}{100} \times 500}{1.0} \times 10^{-3} = 150 \text{m}^3 / d$$

$$\rho_{s0} = 400 \times (1 - 25\%) = 300 \text{mg} / L = 300 \text{g} / \text{m}^3$$

②滤池深 2.5m, 则滤池总表面积  $A = 150 / 2.5 = 60 \text{m}^2$

$$\textcircled{3} \text{滤池直径 } D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 60}{\pi}} = 8.7 \text{m}$$

$$q_F = \frac{Q}{A} = \frac{500}{60} < 15$$

④ ∴ 需回流

$$q_F = \frac{(1+r)Q}{A} = \frac{(1+r) \times 500}{60} = 15 \Rightarrow r = 0.8$$

#### 四、综合题

1. 在水处理工艺中, 水中杂质分离常用下面的物理化学方法, 用最简单的一句话或几个字表示去除水中杂质的原理及影响去除效果的决定因素.

①金属筛网隔滤 ②颗粒滤料接触过滤 ③超滤 ④沉淀和气浮 ⑤化学氧化 ⑥活性炭吸附 ⑦离子交换 ⑧吸收, 吹脱 ⑨水的混凝 ⑩生物氧化。

2. 废水处理工艺中有哪几种固液分离技术? 扼要叙述各种技术实现固液分离的基本原理。

(1) 沉淀法: 沉淀法是水处理中最基本的方法之一, 它是利用水中悬浮颗粒的可沉降性能, 在重力作用下产生下沉作用, 以达到固液分离的一种过程。

浮上法 浮上法用于那些颗粒密度接近或小于水的细小颗粒的分离. 将空气以微小气泡形式通入水中, 使微小气泡与在水中悬浮的颗粒粘附, 形成水-气-颗粒三相混合体系, 颗粒粘附上气泡后, 密度小于水即浮上水面, 从水中分离出去, 形成浮渣层。

混凝法 混凝法是由压缩双电层作用, 吸附架桥作用和网捕作用产生的微粒凝结现象——凝聚和絮凝。

(2) 离心法: 离心分离处理废水是利用快速旋转所产生的离心力是废水中的悬浮颗粒从废水中分离出去的处理方法。当含有悬浮颗粒的废水快速旋转运动时, 质量大的固体颗粒被甩到外围, 质量小的留在内圈, 从而实现废水与悬浮颗粒的分离。

3. 什么是废水的一级处理, 二级处理和深度处理? 其各自的作用分别是什么?

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/587200011046006133>