

文章编号:1673-9981(2010)04-0402-04

# 污水处理厂中常用的除臭技术

李聪暖, 卿 宁, 罗儒显

(五邑大学化学与环境工程学院, 广东 江门 529020)

**摘要:**近年来, 除臭技术发展迅速, 本文主要就除臭效果较好的生物脱臭法和几种新型的除臭方法做一些简要综述。

**关键词:**污水处理; 除臭; 生物除臭

**中图分类号:** X512

**文献标识码:** A

污水排放与处理过程中挥发的恶臭(异味气体)作为环境公害之一, 直接危害着人们的健康。除臭技术的开发与应用能有效地遏止污染的扩大与蔓延。近年来, 除臭技术发展迅速, 已由最初的活性炭吸附法、臭氧氧化法、燃烧法, 发展到生物除臭法以及国内外目前较为广泛的离子法除臭技术和天然植物液除臭技术等。

## 1 臭气污染成分分析

城市污水处理厂溢出的恶臭物质一般可以分为五类<sup>[1]</sup>: 第一类为含硫化合物; 第二类为含氮化合物; 第三类为由碳、氢或碳、氢、氧组成的烃类化合物; 第四类为含氧有机化合物; 第五类为卤素及其衍生物。对于城市污水处理厂, 常常以氨(NH<sub>3</sub>)、硫化氢(H<sub>2</sub>S)的浓度作为恶臭污染状况的代表指标。

恶臭处理法从除臭的原理上<sup>[2]</sup>可概括成物理法、化学法和生物除臭法三类。

## 2 生物除臭法

生物除臭法主要有生物吸收法、生物过滤法、生物土壤法和生物滤床法等。

### 2.1 生物吸收法

生物吸收法(又称生物洗涤法)多采用活性污

泥, 先将恶臭成分转移到水中, 再对污水进行微生物处理。按气液接触方式可分为洗涤式活性污泥法和曝气式活性污泥法两种形式。

#### 2.1.1 洗涤式活性污泥法

该法的原理是将恶臭气体和含悬浮物的泥浆混合液充分接触, 在吸收器中把恶臭物质从恶臭气体中去除掉, 形成洗涤液, 再将洗涤液送到反应器中, 通过微生物的代谢活动降解溶解恶臭物质。此方法可以处理大气量的臭气, 对脱除复合型臭气效果很好, 而且能脱除很难治理的焦臭, 操作条件易于控制, 占地面积较小, 压力损失也较小。但设备费用大, 操作复杂而且需要投加营养物质, 因而其应用受到了一定的限制<sup>[3]</sup>。

#### 2.1.2 曝气式活性污泥法

该法是将臭气以曝气的形式分散到活性污泥混合液中, 通过悬浮生长的微生物的代谢作用来降解臭气物质。所用设备通常是曝气罐, 该方法对多种臭气物质如 H<sub>2</sub>S、胺类化合物、低级醇、低级醛、低级脂肪酸等的处理效果都很好。该法系统简单, 十分经济。

### 2.2 生物过滤法

该法是目前工艺最成熟、应用最广泛的生物除臭方法。在适宜的条件下, 使收集到的废气通过长满微生物的填料, 臭源物质先被填料吸收, 然后被微生物氧化分解为无臭味的产物(如 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>,

收稿日期: 2010-10-20

作者简介: 李聪暖(1983—), 女, 陕西渭南人, 硕士研究生。

H<sub>2</sub>O),使臭味得以除去。根据滤料的不同,生物过滤法分为生物滤池法和生物滴滤塔。

### 2.2.1 生物滤池法

该法把收集的臭气先经过加湿处理,再通过生物滤层,利用微生物对恶臭物质的吸附、吸收和降解功能,将恶臭物质吸附后分解成CO<sub>2</sub>和其他无机物。生物滤池主要包括增湿器和生物处理装置两部分(图1)<sup>[4]</sup>,由鼓风机收集的臭气经增湿装置预处理(有的预处理还包括温度调节、去除颗粒物等)后进入生物处理装置,气体中的污染物从气相主体扩散到填料外层的水膜并被填料所吸附,最终降解为CO<sub>2</sub>和水等,处理后的气体从生物滤池的顶部排出。生物滤池的填料层是具有吸附性的滤料,如土壤、堆肥、活性炭等。堆肥生物滤池因有较好的通气性和适度的通水和持水性,以及丰富的微生物群落,能有效地去除烷烃类化合物如丙烷、异丁烷等,对酯及乙醇等生物易降解的物质处理效果更佳。

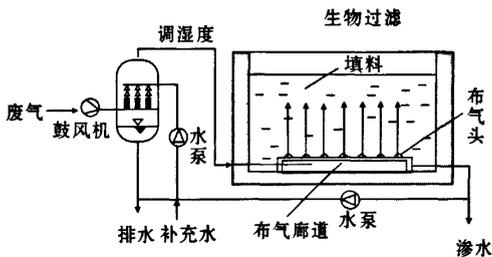


图1 生物滤池工艺流程图<sup>[4]</sup>

王声东等人<sup>[5]</sup>采用此法对国内某污水厂沉砂池的臭气进行生物过滤处理,H<sub>2</sub>S和NH<sub>3</sub>的去除率均达80%以上。罗芳污水处理厂二期工程厌氧池<sup>[6]</sup>除臭设备进气H<sub>2</sub>S的浓度为0.0075 mg/m<sup>3</sup>、NH<sub>3</sub>-N的浓度为0.5 mg/m<sup>3</sup>,经生物滤池除臭,H<sub>2</sub>S和NH<sub>3</sub>-N的去除率分别为93.3%和90%。青岛市团岛污水处理厂、深圳污水处理厂二期工程的厌氧池<sup>[7]</sup>均采用生物滤池除臭。

### 2.2.2 生物滴滤塔

生物滴滤塔主体为填充塔,内有一层或多层填料,填料表面是由微生物区系形成的几毫米厚的生物膜,含可溶性无机营养液的液体从塔上方均匀地喷洒在填料上,液体自上向下流动,然后由塔底排出并循环利用。有机废气由塔底进入生物滴滤塔,在上升的过程中与润湿的生物膜接触而被净化,净化后

的气体由塔顶排出<sup>[8]</sup>。在欧美、日本等国家,生物滴滤塔工艺被广泛应用于污水厂臭气处理工程中。在国内也有应用的工程实例,如广州大坦沙污水处理厂采用生物滴滤塔,运行1年后,排气口的臭气浓度为17~19 μg/L<sup>[9]</sup>。

### 2.3 生物土壤法

生物土壤法是以土壤层作为生物滤床的载体,当具有恶臭物质的废气通过生物滤床中的土壤层时,水溶性恶臭气体(如胺类、硫化氢、低级脂肪酸等)被土壤中的水分吸收去除,而非水溶性臭气则被土壤表面物理吸附,在孔道表面、微生物细胞表芯或薄膜水层中,被微生物完全氧化并转化为CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O和微生物细胞物质等,以达到除臭的目的。此种方法主要是利用生物土壤除臭过滤器,其工作原理见图2所示<sup>[10]</sup>。从各构筑物收集的臭气首先被鼓风机至穿孔管分配系统,然后缓慢地向上通过生物土壤滤层,臭气中的硫化氢和有机气体被吸附在土壤滤层颗粒表面及滤层中的微生物细胞表面上,通过微生物代谢作用氧化为二氧化碳和水,最终以扩散气流的形式从生物土壤滤层表面离开,臭气得到处理。土壤除臭技术受土壤床体、填料、湿度、温度和设计负荷等的影响<sup>[11]</sup>。苏州城东污水处理厂、广州大坦沙污水处理厂等污水厂部分污水处理单元采用土壤除臭技术。

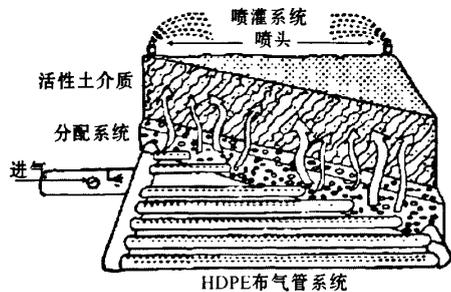


图2 土壤除臭系统原理示意图<sup>[10]</sup>

### 2.4 生物滤床法

将气体收集并加湿后通过管道输入生物滤床底部,使其扩散于土壤内,臭气中多种污染成分溶于水后吸附于土壤颗粒表面,经过一段时间在土壤颗粒表面可逐渐培养出针对致臭物质的微生物,并可不断将致臭物质分解,完成除臭<sup>[12]</sup>。生物滤床法的工艺流程为:臭气收集→风管输送→抽风机→预洗池

加湿→生物滤池→排气. 滤床填料可采用海绵、干草、贝壳、果壳及其混合物等<sup>[12-13]</sup>.

### 2.5 洗涤-生物滤床过滤联合除臭

臭气在前洗涤区完成了除尘及加湿的预处理, 再进入多级生物滤床过滤区, 通过生物滤床时, 恶臭

污染物从气相中转移至水微生物混合相(生物层), 由附着生长在填料上的微生物的代谢作用而被分解为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  等无臭产物后排入大气, 达到无污染排放. 洗涤-生物滤床联合除臭工艺流程如图 3 所示.

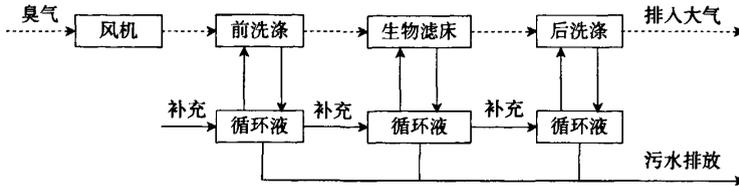


图 3 洗涤-生物滤床联合除臭工艺流程<sup>[14]</sup>

广州猎德污水处理厂采用洗涤-生物滤床联合除臭工艺对污泥浓缩池、脱水间臭气进行处理,  $\text{NH}_3$  的去除率大于 90%,  $\text{H}_2\text{S}$  的去除率大于 99%<sup>[14]</sup>.

## 3 几种新型的除臭方法

### 3.1 纯天然植物提取液喷洒除臭法(ECOLO 技术)

20 世纪 90 年代末期, 植物提取液除臭剂开始应用于国内城市污水处理厂臭气处理, 而最近几年其应用范围进一步扩大. 其除臭机理为臭气中的异味分子被喷洒分散在空间的植物提取液液滴吸附, 在常温下发生各种反应, 生成无味无毒的分子<sup>[15]</sup> 反应最终产物为水、氧和氮等无害的分子. 植物提取液除臭剂具有高效性、安全无毒性、无二次污染的特性, 用途广泛、除臭效果独特.

国内天山污水厂采用此法去除恶臭气体中的  $\text{H}_2\text{S}$ , 平均去除率达到 96% 以上, 符合二级排放要求<sup>[16]</sup>. 此技术在浙江省桐乡污水处理厂<sup>[17]</sup>、北小河污水处理厂脱泥车间<sup>[18]</sup>、武汉龙王嘴污水处理厂的污泥脱水车间得到了应用. 肇启明<sup>[19]</sup> 用柑橘皮处理废水, 发现臭气大部分被橘皮果香中和或吸附, 水样带有果皮的芳香.

### 3.2 高能离子除臭法(BENTAX 技术)

该法的原理是由置于室内的离子发生装置发射出高能正、负离子, 与室内空气中的有机挥发性气体分子(VOC)接触, 将其分解成二氧化碳和水, 高能离子对硫化氢、氨同样具有分解作用. 同时, 离子发生装置发射的离子与空气中的尘埃粒子及固体颗粒

碰撞, 使颗粒荷电产生聚合作用, 形成较大的颗粒, 依靠自身重力沉降, 可达到净化除尘的目的. 发射离子还可以与室内静电、异味等相互发生作用, 同时有效地破坏空气中细菌生存的环境, 降低室内细菌浓度, 并将其完全消除<sup>[20]</sup>. 最常用的是离子氧除臭技术.

上海竹园第二污水处理厂的除臭工程设计<sup>[21]</sup> 中利用了离子氧除臭技术, 恶臭气体中的硫化氢, 甲硫醇, 氨等的平均去除率达 78%.

### 3.3 光电离子除臭<sup>[22]</sup>

该法的设备主要包括高效吸附材料、负载在高效材料上的宽谱纳米光复合催化以及紫外光源等. 材料上的催化剂在吸收光能后, 能在其表面产生催化反应的物质. 当一定波长的紫外光照射光催化触媒材料时, 其表面受到激发生成电子( $e^-$ )和空穴( $\text{H}^+$ )对, 有空气和水蒸汽存在时, 空穴分解催化剂表面吸附的水产生强氧化性的羟基自由基( $\text{OH}^-$ )、臭氧( $\text{O}_3$ )及过氧化氢( $\text{H}_2\text{O}_2$ )等, 这些物质具有很强的氧化作用, 可将其所接触到的各种污染物氧化, 达到净化空气的作用.

该法的除臭率为 80%~90% 左右; 具有净化空气功能; 可连续运行也可间断运行, 设备体积小、自重轻, 适合于布置紧凑、场地狭小等特殊条件的改造项目.

### 3.4 等离子法杀菌除臭工艺

该法主要是通过垂直电极棒的往复运动产生高压电场, 在高压电场下, 采用分子共振原理, 在常温下将污水中的异味有机碳氢化合物分子、及无机化

合物如  $H_2S$  和  $NH_3$  等电离,变成  $H^+$ ,  $C^{4+}$ ,  $S^{4+}$  和  $N^{3+}$  等离子体,这些等离子体进入催化剂反应罐,被氧化成为水、二氧化碳、 $SO_4^{2-}$  和  $NO_3^-$ 。由于空气在中频高压电场的作用下同时也产生强紫外线,因此等离子除臭系统在去除异味气体的同时,对周围空气具有强烈的杀菌消毒功能。广州市大坦沙污水处理厂污水提升泵房的格栅、脱水机房的储泥仓均采用了这种除臭设备。

#### 4 结束语

各种恶臭处理技术各有其优缺点,就目前我国城市污水恶臭处理研究发展现状而言,综合经济因素,采用组合法会更加经济有效。建议污水处理厂结合具体环境特点,采取诸如:植物提取液-生物滴滤塔、植物提取液-生物滤床、生物滴滤塔-活性炭吸附、化学除臭-活性炭吸附等组合技术,节约成本,提高除臭效率。各种新型的除臭技术也相继使用在恶臭气体的治理中。相信随着科学技术的发展,还会有更环保无污染的除臭技术产生。

#### 参考文献:

[1] 董志权. 工业废气净化与利用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.

[2] 尚小清, 陈晓东. 污水处理厂除臭技术浅析[J]. 应用化工, 2010, 39(2): 273-275.

[3] 王珏, 黄天天. 生物除臭技术在处理城市污水中的应用[J]. 2008, 6: 213-226.

[4] 朱国营, 刘俊新. 污水处理的生物滤池除臭技术[J]. 中国给水排水, 2003, 19(8): 23-25.

[5] 王声东, 秦锋, 余毅, 等. 污水处理厂除臭工程设计[J]. 给水排水, 2005, 21(9): 20-23.

[6] 陈盼龙, 隋军, 汪传新, 等. 生物除臭在污水处理厂的应用[J]. 中国市政工程, 2007(3): 48-50.

[7] 蔡锦钱. 污水厂除臭技术及应用[J]. 资源与环境, 2006, 35: 116.

[8] 王爱杰, 徐潇文, 任南琪, 等. 污水厂臭气生物处理技术研究现状与发展趋势[J]. 中国沼气, 2005, 23(3): 15-19.

[9] 司马勤, 曹晶, 姚行平, 等. 广州大坦沙污水处理厂二期生物反应池加盖除臭工程设计[J]. 中国给水排水, 2007, 23(14): 52-55.

[10] 吕宝兴, 李松. 杭州七格污水处理厂的土壤除臭系统[J]. 中国给水排水, 2007, 23(22): 69-72.

[11] 吴荣芳, 米忠强. 生态除臭技术应用发展研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(10): 4231-4233.

[12] 罗春, 马立实, 吴坚, 等. 污水处理厂臭气的生物滤床处理[J]. 环境科学与管理, 2008, 33(1): 90-92.

[13] YANG Y, ALLEN E R. Biofiltration control of hydrogen sulfide: 1. Design and operational parameters[J]. J Air Waste Manage, 1994, 44: 863-868.

[14] 李亮, 赵忠福, 张明杰, 等. 猎德污水处理厂一二期污泥系统除臭工程设计[J]. 西南给水排水, 2007, 29(4): 6-9.

[15] 解清杰, 吴荣芳, 赵如今, 等. 国内植物提取液除臭剂的开发及其在污水厂的应用[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(23): 10161-10163.

[16] 卢义程, 李天琪, 金耀华. 天山污水厂除臭工程试验研究[J]. 能源环境保护, 2007, 21(7): 45-6.

[17] 盛金聪. 除臭技术在我国城市污水处理厂中的应用[J]. 能源与环境, 2007(6): 85-86.

[18] 刘立超, 赵文耕. 北小河污水处理厂脱泥车间采用喷洒天然植物提取液除臭[J]. 给水排水, 2003, 29(3): 2.

[19] 肇启明, 祝安, 陆占国. 柑橘果皮用于废水除臭的研究[J]. 贵州师范大学学报, 2008, 26(4): 6-8.

[20] 杨春梅. 浅谈城市污水处理厂除臭技术的经验[J]. 科技创新导报, 2009, 124(14): 124-127.

[21] 白海龙, 马小杰, 章或. 上海竹园第二次污水处理厂除臭工程设计[J]. 中国市政工程, 2009(6): 38-40.

[22] 王长勇. 臭气处理设备-光电子除臭装置[J]. 冶金动力, 2008(3): 65-67.

## Deodorization techniques in sewage treatment plants

LI Cong-nuan, QING Ning, LUO Ru-xian

(College of Chemical and Environmental Engineering, Wuyi University, Jiangmen, 529020)

**Abstract:** In recent years, deodorization techniques been rapidly developed. biological deodorization method and some new deodorization methods with good deodorization effect were reviewed.

**Key words:** sewage treatment; deodorization; biological treatment