

生物除臭在污水处理厂的应用

陈貽龙 隋军 汪传新 牛樱 彭勃

(广州市市政工程设计研究院, 广州 510060)

摘要: 位于居民生活区的城市污水处理厂的除臭问题, 已是污水处理厂面临的突出问题。该文介绍了水清洗和药液清洗法、活性炭吸附法、臭氧氧化法、土壤脱臭法、填充式微生物脱臭法、燃烧法等 6 种除臭方法, 并通过比较, 指出微生物脱臭法是目前较为理想的方法。最后以广州市猎德污水处理厂投运的微生物脱臭法实例, H_2S 的去除率, 由进气口的 $1\sim 7\text{mg/m}^3$, 到出气口只有 $0.003\sim 0.009\text{mg/m}^3$ 。

关键词: 城市污水 生物处理 除臭 污水处理设备

1 前言

随着城市建设的不断发展, 可利用土地的不断减少, 城市污水处理厂的位置越来越靠近居民生活区。由于污水在输送和处理过程中会散发恶臭, 影响周围居民的正常生活, 因此污水处理厂的除臭问题已引起越来越多的关注。在一些发达国家, 如德国规定城市污水厂 300m 范围内不得建造生活设施, 否则污水处理厂内就要采取必要的防臭措施。目前, 我国兴建的城市污水厂很难避开居民区或村落, 如何科学、合理地污水处理厂进行除臭, 是污水处理行业面临的越来越突出的问题。

2 污水处理厂臭气的来源及主要成分

2.1 臭气的来源

在通常采用二级生物处理的污水处理厂中, 污水一般需经过的处理工段依次为粗格栅、提升泵站、细格栅及沉砂池、生物反应池、二沉池、消毒池。其产生的污泥一般在厂区内进行贮存、浓缩、脱水, 必要时还需进行消化稳定处理。各处理工段产生的臭气与气味值如表 1 所示。

从表 1 中可看出, 污水前处理部分(格栅井、提升泵房集水池、沉砂池)和生物反应池中的厌氧段和污泥处理部分(贮泥池、脱水间等)是除臭的重点; 曝气池负荷低, 一般可不考虑除臭措施。

2.2 臭气的成分

污水处理厂臭气的几种主要成分如表 2 所示。

3 除臭方法

3.1 水清洗和药液清洗法

水清洗是利用臭气中的某些物质能溶于水的特性, 使臭气中氨气、硫化氢气体和水接触、溶解, 达到脱臭的目的。

表 1 臭气的来源与气味值

处理工段名称	气味值	波动范围
进水井	45	25~80
格栅井、泵站集水池	85	32~136
沉砂池	60	30~90
一般负荷曝气池	50	21~101
延时曝气法曝气池	30	10~43
二沉池	30	12~50
二沉污泥提升	45	26~82
生活污泥存放	200	30~800
消化污泥存放	80	35~240
机械污泥脱水室	400	50~770
污泥脱水滤液		3300~95500
热预处理污泥	71000(浓缩池内测)	

表 2 主要臭气成分表

化合物	典型分子式	特性
胺类	CH_3NH_2 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$	鱼腥味
氨	NH_3	氨味
二胺	$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$ $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2$	腐肉味
硫化氢	H_2S	臭鸡蛋味
硫醇	CH_3SH CH_3SSCH_3	烂洋葱味
粪臭素	$\text{C}_8\text{H}_5\text{NHCH}_3$	粪便味

药液清洗是利用臭气中的某些物质和药液产生中和反应的特性, 如利用呈碱性的苛性钠和次氯酸钠溶液, 去除臭气中硫化氢等酸性物质, 利用盐酸等酸性溶液, 去除臭气中的氨气等碱性物质。与活性炭吸附法相比较, 它必须配备较多的附属设施, 如药液贮存装置、药液输送装置、排出装置等, 运行管理较为复杂, 与药液不反应的臭气较难去除, 效率较低。

3.2 活性炭吸附法

利用活性炭能吸附臭气中致臭物质的特点, 达

到脱臭目的。通常在吸附塔内设置各种不同性质的活性炭,吸附酸性物质、碱性物质和中性物质。臭气和各种活性炭接触后,排出吸附塔。该法具有较高的效率,常用于低浓度臭气和脱臭的后处理。但活性炭超过饱和期限,就必须进行更换。

3.3 臭氧氧化法

利用臭氧强氧化剂,使臭气中的化学成分氧化,达到脱臭的目的。臭氧氧化法有气相和液相之分,由于臭氧发生的化学反应较慢,一般先通过药液清洗法,去除大部分致臭物质,然后再进行臭氧氧化。

3.4 土壤脱臭法

利用土壤中微生物分解臭气中的化学成分,达到脱臭目的。属于生物脱臭法范畴。与前几种方法相比较,不需要加药等附属设施,运行管理费用较低廉,但需有宽阔的场地、定时进行场地修整、要设置散水装置,且处理效果不够稳定、总体效率较低。

3.5 填充式微生物脱臭法

在土壤脱臭法基础上,采用高效的生物脱臭技术。主要原理是:臭气中的某些成分溶解于水;臭气中的某些成分能被微生物吸附;吸附后的臭气能被微生物分解。

随着附着微生物载体的多年研究开发,使填充式微生物脱臭法得到广泛应用。目前应用的生物载体主要有天然有机纤维、硅酸盐材料、多孔陶瓷制品、发酵后的谷糠、PVA 粒子、纤维状多孔塑料等。这些材料都具有表面积较大、能保持较久水分、压力损失较小、吸附量较大、能保持丰富的微生物、不会产生副反应等特性。

填充式微生物脱臭法的工艺流程如图 1 所示,生物脱臭后的活性炭吸附塔可根据需要选择。

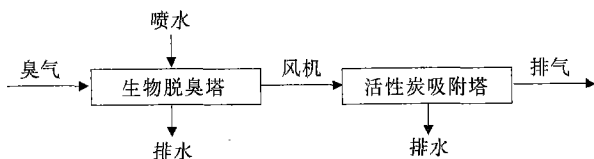


图 1 微生物脱臭法工艺流程框图

3.6 燃烧法

有直接燃烧法和触媒燃烧法。根据臭气的特点,当温度达到 648℃,接触时间 0.3 s 以上时,臭气会直接燃烧,达到脱臭的目的。

在污水处理厂内,常利用污泥消化后产生的沼气,使一些强烈的臭气燃烧。

3.7 除臭方法的比较

6 种除臭方法中,臭氧氧化法成本偏高,土壤脱

臭法效果不稳定,燃烧法应与消化产生的沼气一起燃烧才经济,因此,目前主要采用水清洗和药液清洗法、活性炭吸附法和填充式微生物脱臭法。它们的处理效果分别如表 3、表 4、表 5 所示。

表 3 水清洗药液清洗法臭气浓度比较

处理工段名称	原 臭	处 理 后 臭
泵 站	410	74
污水处理	4100	23
污泥处理	4100	35

表 4 活性炭吸附法臭气浓度比较

处理工段名称	原 臭	处 理 后 臭
泵 站	130~3100	10~98
污水处理	230~27300	10以下~410
污泥处理	4100~69000	10以下~950

表 5 微生物脱臭法臭气浓度比较

处理工段名称	填 料	原臭	处理后臭
污泥浓缩池	天然有机纤维	31000	130
进水池	硅酸盐填料(活性炭并用)	31000	170
污泥浓缩池和贮泥池	多孔陶瓷品	31000	980
污泥浓缩池和调整池	发酵后的谷糠制品	23000	2300
初次沉淀池曝气池	纤维状多孔塑料	12000	80

由于药液清洗法须配备较多的附属设施,运行管理较为复杂,而活性炭的使用寿命短于微生物法,运行费用也较高,因此,微生物脱臭法是目前较为理想的除臭方法。

4 工程应用

广州市猎德污水处理厂位于广州市天河区谭村附近,于 1999 年底建成投产运行。由于厂区用地紧张,污水厂的沉砂池布置在华南桥下,为了避免臭气对桥上来往车辆的影响,对沉砂池进行生物除臭。采用澳洲 Clean TEQ 生产的设备,以水溶和生物氧化法将气体中的臭气消化,达到除臭的效果。

4.1 除臭系统的构成

整个系统如图 2 所示。其构成如下:

1)气源收集系统:采用 2 台风机(1 用 1 备,可自动切换)对臭源进行抽风。

2)加湿系统:设 1 套加湿器,内置 1 台水泵,不停地为抽进的臭气加湿至含水率达 99%以上。加湿的作用一方面可防止抽进的空气风干生物滤芯,另一方面可使臭气冷却并尽量使水气相溶,以提升除臭的效果。加湿系统所用的水来自储水缸,由水泵提升进加湿器内,当水源因加湿消耗至设定水位时,水

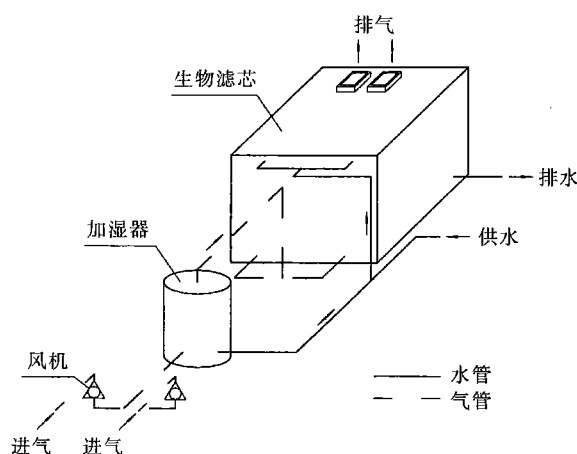


图2 生物除臭系统示意图

位控制器可自动补充水源调整储水缸的存水量。

3)生物滤芯系统:包括用于除臭的生物滤料和安装于滤芯顶部的用于保持滤料湿度的自动喷淋系统。

4)仪表:配置了一系列气体监测仪,用于测量进气的流量、硫化氢的浓度和通过加湿系统时的气体压差,可以24h不停地监测气体的质素。

5)气体收集、水源输送、滤液排放以及各部件的

连接和控制系统。

4.2 除臭效果

自除臭系统投入使用以来,从除臭系统监测数据来看,效果良好。以 H_2S 为例,进气口为 $1\sim 7\text{mg/m}^3$,而出气口为 $0.003\sim 0.009\text{mg/m}^3$ 。

5 结语

广州猎德污水处理厂实践证明,微生物除臭法是一种利用微生物(主要是细菌)对恶臭物质分解的除臭方法,具有去除率高、不存在二次污染、运行成本低、管理方便等优点,相信在污水处理厂的应用将会迅速得到推广。

参考文献

- 1 荆治严. 恶臭与恶臭污染. 环境杂志丛刊, 1990, 11(4): 1~10.
- 2 于尔捷等. 生物除臭技术发展趋势. 哈尔滨建筑大学学报, 1998, 31(1): 58.
- 3 Brauer H., Varma G. Air Pollution Control Equipment. New York: Berlin Heidelberg, 1981, 6(3): 30~40.
- 4 马红, 李国建. 固定化微生物处理含氮臭气的研究. 中国环境科学, 1995, 15(4): 302.

(收到修改稿日期: 2004—01—06)

(上接第47页)

5.2 轨道交通停车场线路的影响

轨道交通明珠线二期停车场线路隧道(开挖段)的线路从蒲汇塘排水系统规划雨水泵站用地北侧穿越。隧道也恰巧与系统规划泵站进水总管相碰。由于规划泵站与停车场线路隧道施工存在不同时性,为降低今后泵站工程施工难度、减少泵站进水总管倒虹管深度、节约泵站工程造价,进行设计优化,确定蒲汇塘排水系统泵站进水总管结合停车场线路隧道(开挖段)一并实施。水总管上下游的竖井也同步实施。

为避免泵站进水总管对地铁隧道的渗水影响、改善管道水力条件,进水管设计成套管形式,外部为 $3500\text{mm}\times 3500\text{mm}$ 矩形钢筋混凝土管,内部衬 $\phi 3000\text{mm}$ 塑料套管。

泵站工程进水总管(矩形管道)长约23m,埋深约16m,与二侧上下游竖井,采用不同的工法施工。地铁及地铁下的矩形管中间段结合地铁施工采用SMW工法,管道二侧采用搅拌桩作重力式挡墙挡土,管道中间段长度约13m,二端设沉降缝,二侧管道及竖井采用地下连续墙施工,连续墙800mm厚,内衬600mm厚,管道及竖井间设沉降缝。

5.3 轨道交通R4线规划地铁车站及线路的影响

规划中的轨道交通R4线沿宜山路向北在凯旋路南设一地下车站,其线路及站体与蒲汇塘排水系统规划雨水总管原规划管位正好重合。为避让地下车站,设计确定蒲汇塘排水系统规划总管在宜山路(凯旋路—蒲汇塘)段管位移至道路西侧红线边。

6 几点体会

1)排水系统管网设计布置,应在查明暴雨积水点及其成因后,通过核算系统原有总、干管泄水能力,分析原有系统的管网布局,制定排水系统管网改造方案。

2)排水工程设计中通常会套用以往污水治理工程原有的规划成果。随着近几年来中心城区改造力度的加大,工厂向城市边缘转移,地区污水量变化很大,因此必须实地核实变化的情况,作出正确判断。

3)工程设计中选用380V低压电机的国外进口FLYLET泵,采用玻璃纤维增强塑料夹砂管施工,可做到快速施工,不干扰或少干扰交通,减少地下管线搬迁,降低工程造价,有明显的经济效益、社会效益。

4)通过优化管道工程方案,在寸土如金的中心城区内必须协调好与轨道交通线路的关系。

(收到修改稿日期: 2004—01—09)

Abstracts

type, has been used more and more in bridge construction, not only being used for arch bridges but also for other bridges and other parts of bridges. In this paper, examples of the application of steel-tube concrete in bridge pier, continuous rigid structural bridge, cable-stayed bridge and arch bridge are introduced, and suggestions are proposed for perfecting the relative contents of bridge design specifications to promote the application and development of steel-tube concrete in bridge construction.

Key words: steel-tube concrete, application, example, bridge engineering, specification

Soundness Monitoring System for Segmental Girder Bridges in 2nd Phase of Humin Viaduct Project

Feng Xiao Wang Yirong

(Shanghai Construction Engineering Administration Co Ltd, Shanghai 200031)

Bridge soundness monitoring system is made for continuous segmental box girder structure in the 2nd phase of Humin Viaduct Project. The concept and method of monitoring system are introduced hereby. Based on the monitoring results of the rustiness of inner cables and the cable force and deflection of outer cables of continuous segmental box girder structure, the administration and maintenance agencies could research and judge the soundness conditions of the bridges, providing a new inspection means for the administration and maintenance of bridges.

Key words: segmental girder, soundness monitoring, concept, method, explore

On Determination of Return Period in Design of Urban Drainage and Flood Control & Draining

Hu Bin

(Luoyang Urban Construction Survey, Design and Research Institute, Luoyang 471000)

The urban drainage and flood control & draining is a fundamental engineering for city security and environment protection. However, the return periods are different in water & drainage field and water conservancy field, and there is no unified standard for the design of water discharging in a city. Based on taking methods of the samples, analysis is made on producing causes of different return periods, and it is found out that for a certain area, the corresponding relations of return periods in same rainfall durations

could be calculated according to storm intensity formulas computed from maximum value method by water conservancy people and from annual multiple method by municipal engineering people respectively.

Key words: drainage, flood draining, design of water and drainage, return period, joining

On Design of Shanghai Puhuitang Drainage System Reconstruction Project

Zhang Xin

(Shanghai Water Planning, Design and Research Institute, Shanghai 200232)

Shanghai Puhuitang Drainage System Reconstruction Project is of the reconstruction project of Shanghai central district low-standard drainage system. To raise the rainwater drainage level and clear up the serious pools zones, the drainage system network distribution and the sizes of pump stations have been modified based on detailed investigations, and the design of system trunk and pump stations have been optimized combined with surrounding urban track traffic construction, for reference of other reconstruction projects of low-standard drainage system.

Key words: drainage system, track traffic, design, optimization

Application of Biological Deodorization in Sewage Treatment Plants

Chen Yilong Sui Jun Wang Chuanxin Niu Ying Peng Bo
(Guangzhou Municipal Engineering Design & Research Institute, Guangzhou 510060)

For urban sewage treatment plants located in residential districts, the deodorization is becoming a serious problem to face. Based on the introduction of six deodorization methods and comparisons, microbial deodorization method is recommended as a relatively ideal one at present. In the example of microbial deodorization in Guangzhou Liede Sewage Treatment Plant, the removing ratio of H₂S has been decreased from 1~7 mg/m³ of inlet air to 0.003~0.009 mg/m³ of outlet air.

Key words: urban sewage, biological treatment, deodorization, sewage treatment equipment

On Water Supply Index of Development Zone

Wang Jiaping Yue Jianwei