

氟化废水臭气处理工程实例

王雄¹, 郑泽鑫²

(1. 南京大学环境规划设计研究院股份公司, 江苏 南京 210093; 2. 江苏奥尼斯环保科技有限公司, 江苏 南京 210046)

摘要: 某氟化企业污水处理厂臭气处理工程, 针对臭气成分复杂、浓度高的特点, 以两级碱洗+生物滤池+植物液喷淋为主体工艺, 合理配置附属设备, 处理效果稳定, 处理后的气体满足《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993)的二级排放标准。

关键词: 氟化企业; 污水处理; 臭气; 生物滤池; 植物液

中图分类号: TU993 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)08-0106-04

Example of a Fluoride Wastewater Odor Treatment Project

WANG Xiong¹, ZHENG Ze-xin²

(1. Academy of Environmental Planning & Design Co. Ltd., Nanjing University, Nanjing 210093, China; 2. Jiangsu Honest Environmental Protection Technology Co. Ltd., Nanjing 210046, China)

Abstract: The odor treatment project of a fluoride enterprise sewage treatment plant is aimed at the complex and high concentration of odor. The main process uses two stages of alkali washing, biological filter, and plant extract spray. The ancillary equipment is rationally allocated, and the treatment effect is stable. The emissions could meet the second level criteria in *Emission Standards for Odor Pollutants* (GB 14554-1993).

Key words: fluoride enterprise; sewage treatment; odor; biological filter; plant extract

1 工程概况

浙江某氟化企业污水处理厂采用“调节池+ A/O+沉淀”工艺对厂区内生产废水进行处理, 在污水厂运行过程中, 自池内逸散出大量臭气, 其主要成分可分为3类: ①含硫化合物, 包括硫化氢、硫醚、硫醇等; ②含氮化合物, 包括氨、酰胺、吡啶等; ③含氧有机物, 包括醇、醛、有机酸等^[1,2]。其中以 H₂S、氨居多, 这些恶臭气体不仅严重污染厂区内及周边居民的工作和生活环境, 危害人体健康, 同时对污水处理厂内的设备具有强烈腐蚀性^[3]。

为有效解决恶臭气体所带来的污染问题, 企业新建配套生物除臭系统对污水处理厂运行过程中所产生的恶臭气体进行净化。系统设计臭气处理量为 85 000 m³/d, 主要包括臭气收集系统和生物净化系统两部分, 此工程于 2015 年 11 月开工建设, 2016

年 1 月建成并投入使用, 经测试臭气处理效果显著, 运行情况良好。

2 恶臭物质浓度值及排放标准

该污水处理厂位于交通、办公、居民生活混合区, 属环境空气质量功能二类区, 根据《环境空气质量标准》(GB 3095—1996)的规定, 其环境空气质量执行二级标准。主要恶臭污染物浓度设计值: NH₃ 为 3.0~7.0 mg/m³, H₂S 为 5.0~15.0 mg/m³, 臭气浓度为 3 000~6 000。臭气处理后根据《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)、《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993), 按照从严的原则确定排放标准, 具体如下: NH₃ ≤ 1.50 mg/m³, H₂S ≤ 0.06 mg/m³, 臭气浓度 ≤ 20。

3 工艺流程及原理

根据恶臭污染物浓度值、相关废气处理技术总

结和排放标准要求,结合实际,该生物除臭系统采用“两级碱洗+一体化高效生物除臭装置+植物液喷淋”的三级组合处理工艺,具体工艺流程见图 1。

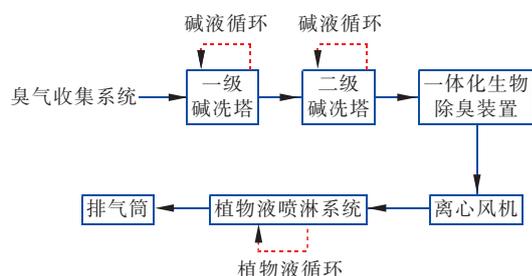


图 1 恶臭处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of odor treatment process

污水处理厂运行过程中所产生的恶臭气体,在离心风机的作用下,经由臭气收集系统输送至两级碱洗塔,在自下而上通过碱洗塔时,与塔内顶部设置的循环喷淋碱液相接触,调节气体 pH 值至微碱性的同时润湿气体,从而完成一级和二级碱洗处理。经碱洗后的臭气进入一体化高效生物除臭装置。该装置分为预洗段和生物滤池段两部分,预洗段内填充聚丙烯球作为填料,上部设置喷淋管。臭气首先通过预洗段,在预洗的过程中去除臭气内的颗粒物,并进行调温调湿;生物滤池段填充具有生物活性的介质(生物炭填料),填料均含有一定水分,填料表面附着生长着各种微生物,当臭气通过滤床时,臭气中的污染物可在微生物作用下得到分解,转化为二氧化碳、水和无机盐类等无害物质,微生物所需的营养物质则由填料介质供给,从而完成二级处理^[4]。经生物处理后的恶臭污染物浓度大幅降低,再进入植物液喷淋系统内,与经雾化后的植物液相接触,以吸附、去除臭气中的污染成分,完成三级处理。通过三级处理后的气体由排气筒进行高空排放。

该工程生物除臭系统运行原理主要包括以下两方面:

① 生物炭填料表面的微生物在一定的条件下,经一定时间后,在填料表面通过结合化固定的方式形成生物膜并逐渐生长成熟。气体进入生物滤池后在分压推动力作用下,臭气中的污染物分子通过气膜被吸附在湿润的生物膜表面;在浓度推动力的作用下,污染物分子通过液膜被生物膜内部的微生物捕获并吸收降解,最终转化为无害的化合物及微生物自身的物质。代谢产物以与基质传递相反的方向

向由生物膜内部及时向外层生物膜、生物膜表面及液相传递^[1,3,4]。

② 天然植物提取液的成分中含有多个共轭双键体系,其具有较强的提供电子对的能力,对异味分子的反应活性高^[2,3]。吸附在天然植物提取液溶液表面的异味分子与空气中的氧气接触,此时异味分子的反应活性增大,改变了与氧气反应的机理,从而可以在常温下与氧气发生化学反应得到去除^[5]。

4 除臭工程设计

由于污水处理厂内空间较小,且部分构筑物布置分散,为保证工艺可行性及去除效率,该工程生物除臭系统分为三套平行处理系统。

系统 1:初沉池、污泥池臭气处理系统,设计处理风量为 25 000 m³/h。

系统 2:均质池、事故池臭气处理系统,设计处理风量为 30 000 m³/h。

系统 3:缺氧池、好氧池臭气处理系统,设计处理风量为 30 000 m³/h。

4.1 臭气收集系统

臭气收集系统是除臭工艺的重点,其设计依据是对污染源在最小范围内进行封闭和收集,常规做法是对污染源构筑物进行加盖封闭,将污水水面罩住,封盖高度一般不大于 1 m。

本工程臭气收集系统 1 中池体由于跨度较大,采用反吊氟碳纤维膜加盖封闭形式;系统 2 和系统 3 中池体的跨度较小,采用玻璃钢加盖的封闭形式,3 个系统均采用玻璃钢管道输送臭气。

4.2 两级碱洗塔

生物除臭系统设置串联两级碱洗塔,碱洗塔整体为玻璃钢结构,每级碱洗塔配备一套碱加药装置(NaOH 溶液)、两台卧式单级化工循环泵(1 用 1 备),以及 pH 在线监测仪、磁翻板液位计。

系统 1 中两级碱洗塔尺寸为 $\varnothing 1.7 \text{ m} \times 6.5 \text{ m}$,循环泵 $Q = 52 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 210 \text{ kPa}$, $N = 5.5 \text{ kW}$,由压力传感液位器控制启停。系统 2 与系统 3 共用两级碱洗塔,两级碱洗塔尺寸为 $\varnothing 2.8 \text{ m} \times 7.0 \text{ m}$,循环泵 $Q = 112 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 210 \text{ kPa}$, $N = 11.0 \text{ kW}$,由压力传感液位器控制启停。

4.3 一体化高效生物除臭装置

一体化高效生物除臭装置是该工程去除恶臭污染物的主要设备,由预洗段和生物滤池段两部分构成。箱体整体框架采用 60 mm × 60 mm × 2.5 mm

方钢管焊接而成,方钢管表层涂刷树脂进行防腐处理,箱体壁层由4~6 mm厚玻璃钢板内外包夹而成,夹层内填充岩棉进行保温。

预洗段位于箱体前段,主要用于调温调湿,去除颗粒物,从上到下依次为进风室口、喷淋层、填料层、配风室、水箱层。填料选用聚丙烯球,填料层高为1.45 m,水箱层高为0.55 m,水箱配备加热器、压力传感器、液位计、卧式单级化工循环泵。

生物滤池段主要功能是降解、去除臭气中硫化氢、硫醚、硫醇和氨等物质,结构从下到上依次为配气室、填料层、喷淋层、出风口。填料选用生物竹炭,填料层高为1.45 m,臭气由下而上通过填料层。

系统1中一体化高效生物除臭装置设计尺寸为9.4 m×6.0 m×3.0 m(高),其中预洗段长为2.4 m,生物滤池段长为7.0 m。预洗段水箱配备4台卧式单级化工循环泵,单台 $Q=25\text{ m}^3/\text{h}$, $H=200\text{ kPa}$, $N=3.0\text{ kW}$,其中两台水泵用于预洗段臭气水洗(1用1备),两台用于生物滤池段填料喷淋加湿(1用1备)。生物段填料过滤面积为 42 m^2 ,过流速度为 0.16 m/s ,停留时间为 8.8 s 。

系统2与系统3中一体化高效生物除臭装置设计尺寸均为 $12.4\text{ m}\times 6.0\text{ m}\times 3.0\text{ m}$,其中预洗段长为 3.4 m ,生物滤池段长为 9.0 m 。系统2预洗段水箱配备2台卧式单级化工循环泵,单台 $Q=79\text{ m}^3/\text{h}$, $H=200\text{ kPa}$, $N=7.5\text{ kW}$ (1用1备),用于系统2及系统3预洗段臭气水洗;系统3预洗段水箱配套2台卧式单级化工循环泵,单台 $Q=79\text{ m}^3/\text{h}$, $H=200\text{ kPa}$, $N=7.5\text{ kW}$ (1用1备),用于系统2及系统3生物滤池段填料加湿。系统2与系统3预洗段水箱通过DN250玻璃钢管道相连通。生物滤池段中填料过滤面积为 54 m^2 ,过流速度为 0.154 m/s ,停留时间为 9.4 s 。

4.4 离心风机

采用玻璃钢高压风机,系统1配套风机 $Q=10\,500\text{ m}^3/\text{h}$, $P=3.5\text{ kPa}$, $n=1\,837\text{ r/min}$, $N=18.5\text{ kW}$,共两台;系统2和系统3共用两台风机, $Q=30\,000\text{ m}^3/\text{h}$, $P=3.7\text{ kPa}$, $n=1\,170\text{ r/min}$, $N=55.0\text{ kW}$ 。风机均配备玻璃钢面板隔音箱。

4.5 植物液雾化喷淋塔

植物液雾化喷淋塔整体为玻璃钢结构,配备一套植物液雾化柜系统,主要功能是进一步去除臭气中异味成分,确保臭气达标排放。系统1植物液雾

化喷淋塔尺寸为 $\varnothing 1.7\text{ m}\times 4.0\text{ m}$,系统2和系统3共用1座植物液雾化喷淋塔,尺寸为 $\varnothing 2.8\text{ m}\times 4.7\text{ m}$ 。植物液雾化喷淋塔顶部出风口接排气筒。

4.6 排气筒

排气筒采用玻璃钢材质,系统1中排气筒尺寸为 $\varnothing 0.6\text{ m}\times 15.0\text{ m}$,系统2及系统3中排气筒尺寸均为 $\varnothing 0.8\text{ m}\times 15.0\text{ m}$ 。

5 运行效果

该除臭工程现已运行2年多,现场设备运转正常,经现场分析检测,除臭效果完全满足设计要求,污水厂周边地带基本无异味,检测数据见表1。对 NH_3 、 H_2S 和臭气浓度指标的去除效果,系统1分别为79.73%、99.7%和99.67%,系统2分别为73.73%、99.45%和99.6%,系统3分别为84.95%、99.13%和99.57%。

表1 运行效果检测数据

Tab. 1 Monitoring data of performance

项 目	$\text{NH}_3/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$	$\text{H}_2\text{S}/(\text{mg}\cdot\text{m}^{-3})$	臭气浓度
系统1	进气	5.850	14.700
	出气	1.186	0.047
系统2	进气	3.750	10.480
	出气	0.985	0.058
系统3	进气	6.830	5.950
	出气	1.028	0.052

6 结论

① 采用两级碱洗+一体化高效生物除臭装置+植物液喷淋的三级组合工艺,在充分考虑现场地形条件基础上,设置3套平行处理系统对某氟化企业污水处理厂臭气进行处理,在保证厂区内及周边居民的工作和生活环境达标的同时,解决了臭气中酸性成分对污水处理厂内设备的腐蚀性问题。

② 一体化高效生物除臭装置具有去除效率高、无二次污染、运行管理方便、能耗较低的优点,经处理后臭气污染物指标均可满足《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993)的二级标准。

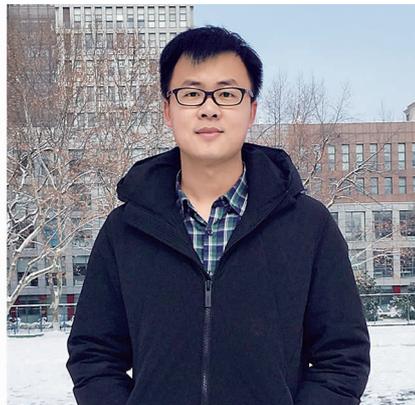
参考文献:

- [1] 王明健,李歆. 污水厂生物过滤除臭工艺及工程设计[J]. 中国给水排水,2009,25(16):32-35.
Wang Mingjian, Li Xin. Biofiltration deodorization process and project design in wastewater treatment plant[J]. China Water & Wastewater, 2009, 25(16):32-35 (in Chinese).

- [2] 赵忠富,张学兵. 生物除臭在污水处理厂中的应用[J]. 给水排水,2005,31(1):44-46.
Zhao Zhongfu, Zhang Xuebing. Application of biological deodorization in wastewater treatment plants[J]. Water & Wastewater Engineering, 2005, 31(1):44-46 (in Chinese).
- [3] 刘建伟,刘俊新,李琳. 复合式生物除臭反应器处理城市污水处理厂恶臭气体[J]. 环境工程学报,2007,1(7):78-82.
Liu Jianwei, Liu Junxin, Li Lin. Odors removal in sewage treatment plant using a combined bioreactor[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2007, 1(7):78-82 (in Chinese).
- [4] 李琳,刘俊新. 细菌与真菌复合作用处理臭味气体的试验研究[J]. 环境科学,2004,25(2):22-26.
Li Lin, Liu Junxin. Study on odors treatment by the combination of bacteria and fungi[J]. Environmental Science, 2004, 25(2):22-26 (in Chinese).
- [5] 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.

Wang Aijie, Xu Xiaowen, Ren Nanqi, et al. Application and developing trend in bio-deodorization in sewage plant [J]. China Biogas, 2005, 23(3):15-19 (in Chinese).



作者简介:王雄(1986-),男,湖北鄂州人,注册环保工程师,主要从事废水处理、黑臭河道治理、臭气治理的工艺设计和研究工作。

E-mail: astro8023@qq.com

收稿日期:2017-09-28

(上接第 105 页)

类 <30 mg/L。其中 COD 平均去除率 >95.10%,石油类污染物平均去除率 >95.25%,出水 SS 基本稳定在 40 mg/L,出水 pH 值最终也稳定在 7.0~7.5,达到市政管网三级纳管标准。

该工程相较于进水 COD 为 90 000 mg/L 的设计值而言,进水 COD 处于较低水平,部分污泥有老化的情况。不同含油废水混合后,增加了处理难度,因此需加快对含油废水分类技术的研究,提高废水处理效率。该项目运行成本为 29.79 元/m³,通过提高厂区废水的回收利用率,能有效降低运行成本。

参考文献:

- [1] 杨晓伟,汪洋,刘秀生,等. 含油污水处理技术研究进展[J]. 能源化工,2016,37(4):83-88.
Yang Xiaowei, Wang Yang, Liu Xiusheng, et al. Research progress on the technologies of oily wastewater treatment [J]. Energy Chemical Industry, 2016, 37(4):83-88 (in Chinese).
- [2] 诸林,潘亿勇. 含油污水处理技术进展[J]. 上海环境科学,1997,(8):38-41.
Zhu Lin, Pan Yiyong. Progress of oily wastewater treatment [J]. Shanghai Environmental Sciences, 1997, (8):

38-41 (in Chinese).

- [3] 魏平方,邓皓,邹斌. 含油污水处理技术与发展趋势[J]. 油气田环境保护,2000,10(1):34-36.
Wei Pingfang, Deng Hao, Zou Bin. The treatment technology and development trend about oily sewage [J]. Environmental Protection of Oil & Gas Fields, 2000, 10(1):34-36 (in Chinese).



作者简介:荆王松(1991-),男,安徽亳州人,硕士研究生,主要研究方向为水污染治理。

E-mail: 1027191148@qq.com

收稿日期:2017-11-21