

生物处理一体化装置 在处理恶臭气体中的应用

刘雪梅^{1*}, 王宇航^{1,2}, 万娟娟¹, 陈嘉玮¹

(1. 华东交通大学土木建筑学院, 江西 南昌 330013;

2. 江西卓新环保工程有限公司, 江西 萍乡 337000)

摘要:采用预处理+高效生物净化的联合一体化处理方法处理污水处理站构筑物的恶臭气体。按 3 500 m³/h 及 25 000 m³/h 各设计一套除臭设备。装置对硫化氢的去除率在 99% 以上, 对氨气的去除率在 85% 以上, 排放气体达到《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—93) 二级排放标准。介绍了工艺流程设计, 给出了主要设计参数及设备参数, 以及主要恶臭气体的去除效果。

关键词:污水处理厂; 生物滤池; 除臭工艺

中图分类号: X703

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2017)06-0166-04

DOI: 10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2017.06.039

Application of biological treatment integrated device in the treatment of odor gas

LIU Xue-mei^{1*}, WANG Yu-hang^{1,2}, WAN Juan-juan¹, CHEN Jia-wei¹

(1. School of Civil and Architecture Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China;

2. Jiangxi Zosin Environment Protection Project Co., Ltd., Pingxiang 337000, China)

Abstract: The combining integration process of pretreatment and high efficiency biological purification is adopted to deal with the stench of sewage treatment station structures. Two deodorant devices with capacity of 3 500 m³/h and 25 000 m³/h respectively are designed and manufactured. By using these two devices alone, removal rate of hydrogen sulfide is above 99%, that of ammonia exceeds 85%, and the discharged gas reaches the second grade emission standard of "Emission Standards for Odor Pollutants" (GB 1455493). This paper introduces the process design, and presents the main design parameters and equipment parameters, and removal efficiency of main odor gases.

Key words: sewage treatment plant; biological filter; odor removal process

山东某污水处理厂的隔油池、气浮池、水解酸化池、厌氧池、好氧池、污泥脱水间等工序产生难闻的恶臭气体, 主要由碳、氮和硫元素组成, 大多数是有机物。通过对污水处理厂生产过程中物料平衡及参考同行业废水处理站运行情况, 可以判断废水处理站所产废气的主要成分包括烷烃类、醛类、醇类、酮类、羧酸类、酯类、醚类、苯类、烯烃类、多环芳烃类、卤素类化学物质以及硫化物、NH₃ 和挥发性有机物等。以上混合气体若不采取有效治理措施, 任凭其四处逸散, 势必会影响污水处理站区和周边环境的空气质量, 对人体危害极大^[1]。为此, 本文中采用预处理+高效生物净化的联合一体化处理方法, 以确保处理后废气的排放达到当地及国家环保部门所规定的排放标准。

1 设计标准

1.1 臭气成分浓度

根据甲方提供的数据及石化行业的特点可知, 污水处理场产生的废气主要为 VOCs (含 H₂S、NH₃ 等), 成分十分复杂。主要臭气成分浓度如表 1。

表 1 臭气成分浓度一览表 mg/m³

序号	1	2	3	4
臭气成分	H ₂ S	NH ₃	VOCs	臭气浓度
浓度	≤50	≤10	≤50	5000~8000

1.2 臭气排放标准

治理后排放气体达到《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—93) 二级排放标准, 恶臭污染物排放标

收稿日期: 2016-11-14

基金项目: 江西省自然科学基金 (20151BAB207009); 江西省科技支撑计划项目 (20142BDH80021); 华东交通大学博士科研启动基金 (26441028)

作者简介: 刘雪梅 (1978-), 女, 博士, 副教授, 研究方向为环境监测和固体废物处理与处置, 通讯联系人, 0791-87046110, lyumu@ecjtu.edu.cn。

准见表2,厂内臭气消除,周围环境明显改善。

表2 恶臭污染物排放标准 mg/m^3

控制项目	一级	二级		三级	
		新扩改建	现有	新扩改建	现有
NH_3	1.0	1.5	2.0	4.0	5.0
H_2S	0.03	0.06	0.10	0.32	0.60
臭气浓度	10	20	30	60	70

2 工艺流程

针对污水处理场废气的来源和组分情况,结合工程技术人员的相关设计及施工经验,分别对2股废气采用预处理+高效生物净化的联合一体化处理方法,工艺流程如图1。

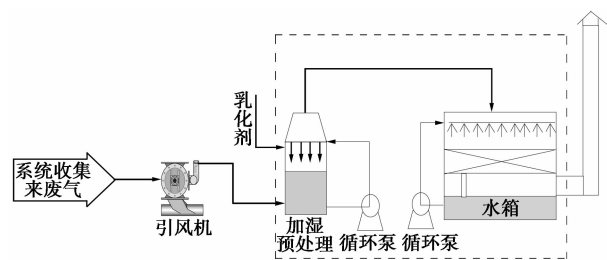


图1 工艺流程图

各单元废气经密封加盖收集后经引风机送入加湿预处理系统,该预处理主要采用雾化喷嘴和大水气比,将水充分雾化后与气流充分混合,同时视情况适当在喷淋液中添加一定浓度的乳化剂,最大限度地减少液体的表面张力,迅速使待处理的气体中的固体颗粒、可溶成分、油珠微粒和轻质烃类组分由气相移到液相,提高臭气以及洗涤废液的可生化性,为后续生物处理创造条件,之后恶臭有机废气高效生物净化装置进行深度脱臭处理^[2]。该恶臭废气高效生物净化技术是根据各种有毒恶臭气体的生化特点,采用微生物选育,能有效处理含多种成分有毒恶臭废气的高效生物净化装置。采用本装置只需在装置微生物驯化前期投加少量的诱导性营养源,待系统启动后不需要添加其他任何化学物质^[3-5]。该技术可用于降解废气中的挥发性有机物和恶臭物质,且其在实际应用中具有明显的性价比优势,不仅解决了其他废气净化装置运行费用高、维护管理麻烦等问题,而且对恶臭废气的减量及达标排放具有优良的效果。在实际运行过程当中,当含有气、液、固三相混合的多种化合物、挥发性有机物等有毒有害臭废气经密封加盖收集并通过管道导入本高效生

物净化装置,通过培养生长在生物净化床层内的专属微生物形成的生物膜,此生物膜一方面以废气中的污染物为营养源进行生长繁殖,另一方面对废气中有毒恶臭物质及挥发性有机物进行生物分解和脱臭处理,将其降解成为二氧化碳和水等无毒无味的物质后再排出,以达到净化废气之目的^[5-9]。

3 生物除臭系统及设计参数

3.1 预处理部分

预洗装置是生物滤池除臭系统的重要处理单元,要使生物过滤装置内生物填料保持高效的活性,其本身有一定的水分要求,一般不低于95%,为满足生物过滤除臭系统的湿度要求,防止气体在通过滤床时填料自身水分流失,需要对气体进行增湿处理,以准确控制气体的湿度。根据系统要求,控制气体湿度保持在设定范围。

预洗装置内装生物洗涤填料,本身就是一个生物洗涤器,可在生物洗涤填料上形成生物膜,有效去除气体中的致臭分子,大大增加整个系统的抗冲击负荷,有效地减轻生物过滤单元的负担,提高整个系统运行稳定性。

预洗装置布置在整个一体化除臭系统前端,臭气在预洗装置的表面负荷在 $600 \sim 1\,500 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,根据臭气的性质,取其表面负荷为 $962,947 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,则其尺寸:(隔油、气浮区)1[#],ZX-YX-2.5 K,3.0 m(长)×1.0 m(宽)×3.0 m(高),数量1座;(生化区)2[#],ZX-YX-25 K,6.0 m(长)×5.5 m(宽)×3.0 m(高),数量1座。

臭气通过气体分布器将臭气送到ZX-YX预洗装置,ZX-YX预洗装置采用雾化喷嘴,将水充分雾化后与气流混合,迅速使待处理的气体湿度达到饱和状态,臭气由上而下穿过生物填料层,臭气在穿过生物填料的过程中,致臭分子受填料表面的生物膜作用,被生物分解,为生物过滤工序的稳定运行创造了良好的条件。

净化后的气体进入下一深度处理单元。

为保证ZX-YX预洗装置的正常运行,需要及时补充系统消耗的水分,同时对塔底流出含有脱落生物膜的溶液进行过滤,防止溶液补充和循环装置堵塞,过滤后的出水循环使用。

3.2 深度处理部分

生物滤池装置是整个除臭系统的最关键的深度处理单元。该段的表面负荷一般在 $200 \sim 500 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,根据臭气的性质,取其表面负荷为 417

$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 则其尺寸: (隔油、气浮区) 1[#], ZX-SG-2.5 K, 3.0 m (长) × 2.2 m (宽) × 3.0 m (高), 数量 1 座; (生化区) 2[#], ZX-SG-25 K, 6.0 m (长) × 10.0 m (宽) × 3.0 m (高), 数量 1 座。

生物滤池装置由过滤器壳体、支架、气体分布器、微加湿装置、生物填料等组成。

生物过滤装置设置在系统后段, 气体进入该系统后, 经引风机引到排气管排放。

经预洗后的臭气经气体分布器由下而上进入 ZX-SG 生物滤池装置, 增湿水由生物过滤装置上部雾化后均匀地分布到填料层上面, 并由上而下进入填料表面, 在气体由下而上运动时, 气体中的异味分子穿过填料层, 与填料表面形成的生物膜充分接触, 被微生物氧化、分解, 致臭分子被转化为二氧化碳、水、无机盐、矿物质等, 从而达到异味净化的目的。

3.3 主要设备参数

1[#]部分: 循环水泵, $Q = 15 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 20 \text{ m}$, 数量 4 台; 玻璃钢风机风量 $3\ 500 \text{ m}^3/\text{h}$, $P = 2\ 500 \text{ Pa}$, 带变频 1 台。

2[#]部分: 循环水泵 $Q = 50 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 20 \text{ m}$, 数量 4 台; 玻璃钢风机量 $25\ 000 \text{ m}^3/\text{h}$, $P = 2\ 500 \text{ Pa}$, 带变频 1 台。

3.4 加盖密封收集部分

3.4.1 一级气浮废气收集

一级气浮池由于行车式刮渣机在上面行走, 故宜采用不锈钢为骨架, 上覆耐力板的局部密封形式。密封形式如图 2。



图 2 一级气浮池密封形式

采用该种密封形式与整体密封相比具有如下优点: 不锈钢骨架和耐力板耐腐蚀性好, 经久耐用, 寿命长; 该密封罩维护简便。

3.4.2 平流隔油池及生化单元

综合考虑各种密封形式的耐久性、美观性和工程经济性之后, 本方案中平流隔油池、二级气浮、污泥斗及生化单元设计采用玻璃钢拱形板密封对池体进行密封。密封罩设计充分考虑雨雪, 选择适当的拱高和覆盖板厚度, 在密封罩的适当位置预留检修

口, 以方便日常的观察、检修和不影响污水处理设备的正常运行。

3.5 臭气输送管线部分

集气系统主要包括密封罩与集气管路。针对隔油池、气浮池、污泥间及 H/A/O 池各个不同的臭气源, 采取不同的密封与集气方式, 汇总至集气总管送入废气处理设备。

本项目输送管道采用玻璃钢材质, 所有工艺管道连接所需的管架、紧固件、垫片及必要的阀门等均在供货范围内; 同时提供与所有阀门相连接所需的紧固件; 负责各处理构筑物的工艺管道系统检验、试压和正常运行。同时考虑到隔油池、气浮池所输送废气含有油气, 存在爆炸危险, 在输送此 2 处废气时, 管线考虑静电接地。

4 结果与分析

4.1 除臭系统主要影响因素

4.1.1 pH

污水处理场除臭系统的 pH 不需要进行刻意调整, 由于混合气体中硫化氢浓度相对较高, 运行过程的 pH 维持在 2.0~4.0 时, 硫化氢和氨的去除效果较好且在稳定范围内波动。同时, pH 降低, 氨去除率会提高, 而对硫化氢的去除率没有影响。分析认为, 氨的去除主要因素是化学吸收和吸附作用。所以在对氨去除效果需要更高的要求时, 可以采取降低 pH 来提高去除效果。

4.1.2 填料湿度

填料湿度对生物滤池影响较大, 填料湿度影响到微生物的附着、代谢和地物与微生物之间的传质作用, 工程采用 PP 球、树皮、竹炭混合填料, 适宜湿度为 40%~60%, 运行经验得出, 阀门开度为 0.3 即可保证系统的正常运行, 喷淋周期选择 1 周最佳^[10]。

4.1.3 温度

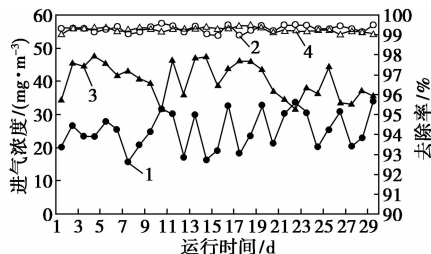
温度的控制涉及到微生物的培养, 因此保证适宜的温度以确保除臭系统的稳定运行效果。最适宜微生物生存的温度为 20~40℃, 当环境温度低于 10℃ 时, 臭气去除效率下降, 环境温度低于 0℃ 就不适于微生物的生长, 由于山东冬天气候原因, 为保证运行效果, 为除臭系统建造钢构房, 冬天供暖保证温度不低于 10℃。

4.2 运行结果分析

4.2.1 系统对硫化氢的去除效果

系统调试合格后, 连续监测 30 d 硫化氢的进出气质量浓度及其去除率的变化, 结果如图 3 所示。

分析表明,运行期间 1[#]处理单元进气硫化氢浓度在 15.7~34.1 mg/m³,出气浓度在 0.129~0.202 mg/m³,平均去除率为 99.3%。2[#]处理单元进气硫化氢浓度在 31.6~47.7 mg/m³,出气浓度在 0.251~0.346 mg/m³,平均去除率为 99.3%。系统对硫化氢的去除率在 99%以上,硫化氢出气浓度达到了 GB 14554—93 的二级厂界标准(0.06 mg/m³)。

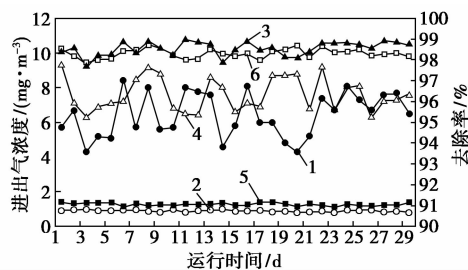


1—1[#]进气硫化氢浓度;2—1[#]去除率;
3—2[#]进气硫化氢浓度;4—2[#]去除率

图3 硫化氢进气质量浓度及其去除率

4.2.2 系统对氨气的去除效果

系统调试合格后,连续监测 30 d 氨气的进出气质量浓度及其去除率的变化,结果如图 4 所示。分析表明,运行期间 1[#]处理单元进气氨浓度在 4.3~8.4 mg/m³,出气浓度在 0.801~0.999 mg/m³,平均去除率为 85.5%。2[#]处理单元进气硫化氢浓度在 6.3~9.3 mg/m³,出气浓度在 1.101~1.397 mg/m³,平均去除率为 87.2%。系统对硫化氢的去除率在 85%以上,氨气出气浓度达到了 GB 14554—93 的二级厂界标准(1.5 mg/m³)。



1—1[#]进气氨;2—1[#]出气氨;3—1[#]去除率;
4—2[#]进气氨;5—2[#]出气氨;6—2[#]去除率

图4 氨进、出气质量浓度及去除率

5 主要经济技术指标

除臭装置总占地面积为 385.15 m²,其中 1[#]生物脱臭塔占地面积为 297 m²,2[#]生物脱臭塔占地面积为 88.15 m²。

工程总投资 556.16 万元,其中密封盖供货与安装投资为 292.78 万元,输送管道供货与安装投资为 68.78 万元,生物除臭装置投资为 194.6 万元。

运行费用不需专人管理,不需要补充任何化学或生物剂,后期运行费用仅为水费和电费。

6 结论

(1)该工艺对 H₂S、NH₄-N、VOCs、气味的去除效果远远高于设计排放标准。

(2)控制温度在 20~40℃、pH 在 2.0~4.0、填料湿度在 40%~60%,以确保装置稳定运行。

(3)此装置具有运行费用低,占地面积少等优点。

参考文献

- [1] 贾旭,封学军,蒋柳鹏.港口作业机械大气污染物排放研究[J].华东交通大学学报,2014,(3):12-17.
- [2] 刘建泉.生物除臭工艺原理及其应用[J].给水排水动态,2013,(2):23-26.
- [3] 朱国营,刘俊新.污水处理厂的生物滤池除臭技术[J].中国给水排水,2003,1(8):23-25.
- [4] 赵珊,邢旭,陈沉,等.城镇污水处理厂生物法除臭工艺优化方案[J].净水技术,2013,32(5):49-52.
- [5] 韩力超,刘建广,罗培.生物滤池去除污水处理厂臭气的应用及展望[J].山东建筑大学学报,2011,26(4):373-378.
- [6] 芮旭东,陈丹,龚文瑾.除臭工艺在城市污水处理厂中的应用和发展[J].中国给水排水,2012,28(6):21-23.
- [7] 蔡旺锋,谢乐,陈益清,等.生物滴滤塔净化恶臭气体研究进展[J].安全与环境学报,2014,(2):135-142.
- [8] 任锦荣.太原污水处理厂除臭工艺的选择与比较[J].山西建筑,2015,(36):133-134.
- [9] 潘吉洪.现场实测风速风压研究的进展[J].华东交通大学学报,2015,(5):73-86.
- [10] 刘建伟,马文林,黄力华.城市污水处理厂除臭生物滤池运行效果及影响因素研究[J].环境污染与防治,2010,32(12):4-8. ■