

文章编号:1673-0062(2008)04-0084-04

生物除臭技术在南方某污水处理厂的应用研究

张 剑,曾凡勇*,谢水波,沃留杰,刘文碧,王志勇,包正垒

(南华大学 城市建设学院,湖南 衡阳 421001)

摘 要:南方某污水处理厂位于该市中心,污水处理厂的臭气问题严重影响周边居民的日常生活.为治理恶臭气体污染,本文根据老污水处理厂的具体情况,将格栅、沉砂池等处的臭气集中起来,采用生物滤池法进行处理,达到了较理想的技术、经济目标.

关键词:恶臭气体;除臭技术;生物滤池;应用

中图分类号:X703 **文献标识码:**A

Research on Using the Technology of Biofilter to Eliminate the Odor in a Wastewater Plant

ZHANG Jian, ZENG Fan-yong*, XIE Shui-bo, WO Liu-jie, LIU Wen-bi, WANG Zhi-yong, BAO Zheng-lei

(School of Urban Construction, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: The odor from the wastewater plant in the downtown of a city in south China influences the daily life of people around it seriously. In order to get rid of the problem, we collect the odor from grille, desilting tank ect and use the technology of biofilter to eliminate it. The result is very good in the aspects of technology and economy.

Key words: Odor; Elimination of odor; biofilter; Application

南方某污水处理厂位于该市中心,距离火车站不到1 km,是一座有着近20年历史的老厂.同国内许多老污水处理厂一样,由于建厂初期周围都是鱼塘,荒地,所以并未考虑污水厂恶臭气体污染的问题,但由于城市的不断发展,城区面积的迅速扩大,污水处理厂的恶臭气体污染问题已给周边的居民带来了很大的困扰,同时也与美丽的市容市貌很不协调.因此,解决污水处理厂的臭气污染问题势在必行.

1 污水处理厂恶臭气体的来源

南方某污水处理厂是处理以生活污水为主的混合污水的二级污水处理厂,服务面积达10.2 km²,服务人口30余万,日平均处理污水能力14万t,其中最高日达17万t,待处理的臭气流量约为81 600 m³/d.污水处理采用改良型氧化沟工艺,出水达《污水综合排放标准》(GB8978-1996)II级标准.该工程曾在1994年被国家建设

收稿日期:2008-09-02

作者简介:张 剑(1981-),男,江西九江人,南华大学城市建设学院硕士研究生.主要研究方向:水处理理论与技术.*通讯作者.

部授予“全国城市环境治理优秀工程”称号。

一般说来,污水处理厂恶臭气体的成分相当复杂,但从其组成可以分为五类:1)含硫的化合物,如硫化氢,硫醇类,硫醚类;2)含氮的化合物,如胺类,酰胺类,吡啶类;3)卤素以及衍生物,如氯气,卤代烃;4)烃类,如烷烃,烯烃,炔烃,芳香烃;5)含氧的有机物,如醇,酚,醛,酮,有机酸等。而在污水处理厂的致恶臭的气体主要是氨气,硫化氢,硫醇,挥发性脂肪酸等^[1]。

污水处理厂恶臭气体的来源也很多。在污水处理阶段,污水经过长距离的管网输送,进入泵站、粗格栅、细格栅等构筑物,由于水流湍动剧烈,常会有带气味的气体从污水中散逸。这些气体含有 H_2S 、 NH_3 等,因此是恶臭源。当污水进入沉淀单元时,恶臭在初沉池的进水廊道、出水廊道等水流湍动处也会产生。由于初沉池的水流主体是相当平稳的,仅有少量的恶臭排放,但污水处理厂经常在低于设计流量下运行,污水在初沉池停留时间较长导致硫化物的产生而影响其它处理单元。生化处理单元的曝气过程常常伴随着恶臭问题,这一阶段产生的恶臭强度虽然比前两阶段弱,但如果曝气不足,在流量过高时就会出现厌氧区,从而产生 H_2S 、 NH_3 、乙酸、硫醇等恶臭气体。在污泥处理阶段,由于污泥中污染物浓度大,产生的恶臭强度也非常大。进行污泥浓缩、脱水处置时,使用压滤或化学絮凝剂都可能引起湍动并释放恶臭气体,使用带式压滤机或重力压滤机时尤为突出。如果最后进行污泥堆肥处置,在最初的1~5 d中会释放大量的无机硫化物、有机硫化物和氨等气体^[2]。

总之,污水处理厂内的恶臭气体成分复杂,来源广泛,给我们的除臭技术提出了很大的挑战。

2 目前恶臭气体的主要处理方法及特点

除臭根据反应原理可分为以下几种方法:物理除臭法,化学除臭法和生物除臭法。

物理除臭法包括大气稀释扩散法,活性炭吸附除臭法,沸石吸附除臭法等。采用较多的活性炭吸附除臭法,由于其交换再生周期受气体的种类、流量、温度、水分的影响较大,难以确保,以及填充吸附层容易堵塞、设备易受腐蚀,因而运行费用较高。

化学除臭法主要是利用化学药剂与恶臭气体成分起反应,生成无臭物质而达到除臭目的的方法。目前采用较多的包括湿法化学吸收法,直接燃烧法,催化燃烧法等。化学除臭法有反应速度快,

处理量大等优点,但有时反应设备较复杂,反应条件不易控制,易生成副产物造成二次污染。

生物除臭法是依据产生恶臭的活性基团经过各种微生物的分解后,生成稳定的、无臭的硝酸盐或硫酸盐化合物来进行臭气处理的。生物除臭法因而具有投资省、运行费用低、维护管理方便、处理效果好而得到较快的发展。

3 该污水处理厂的特点和除臭方案的确定

3.1 特点

1)该某污水处理厂位于人口密集的市中心地区,一旦出现事故或处理不达标,受影响的人群范围广,造成的影响大,因此对处理效果和事故保证率都有很高的要求。

2)由于污水处理厂日处理污水量比较大(1.4×10^5 t/d),又是一个运行多年的老厂,导致不但要除臭的地方多(节制闸、粗、中、细格栅、沉砂池、2个氧化沟、4个二沉池、脱水机房、贮泥池),而且面积比较大(12 000 m²左右);要治理的地方不但有室内也有室外的。所以无论是设计还是施工难度都比较大。

3)鉴于土地、资金的情况,所采用的方案要求土建工程、占地面积要小,可操作性要强;一次性投入要小,运营费用要低,使用要简单,性价比要高。

3.2 除臭方案的确定

根据该污水处理厂的实际情况,对于氧化沟、二沉池、脱水机房、贮泥池等处,进行臭气的集中收集处理实有困难,而采用喷洒天然植物提取液的方法除臭,能够达到较好的效果;而在恶臭气体排放面积相对较小,如节制闸、粗、中、细格栅、沉砂池等处,将它们密闭起来,通过抽风机集中收集,经过生物滤池处理后,进行有组织排放。本文将主要对生物滤池除臭工艺进行讨论。

4 节制闸、粗、中、细格栅、沉砂池等处的除臭

为控制污水厂的恶臭气体污染,在臭气较集中,容易密封收集的处理段(包括节制闸、粗、中、细格栅、沉砂池等处)采取了高效的生物滤池工艺处理恶臭气体。

4.1 生物过滤法除臭的原理及流程图

生物过滤法处理恶臭气体的基本原理是:气体中引起臭味的污染物(如 H_2S 、 NH_3 等)通过传

质扩散过程进入填料表面的生物膜中,然后这些污染物通过微生物的代谢作用被转化为无臭味的

代谢产物(如 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 H_2O)。其整个的除臭过程流程图如图1。

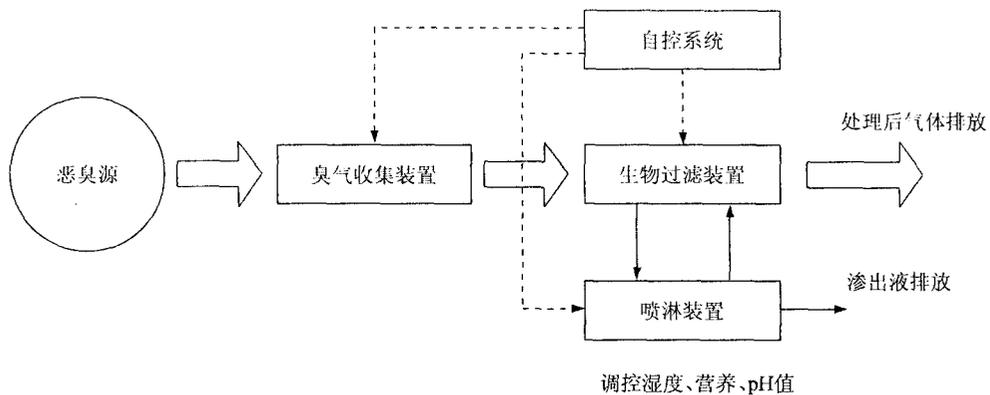


图1 生物过滤除臭系统流程图

Fig.1 Deodorizing system by biofilter

生物滤池法对污水处理过程产生的富有 N、S 成分臭气的处理效果优良,同时对臭气浓度变化幅度大、以及其他方法难处理的高浓度臭气均具有很强的适应性。该法因具有除臭效率高、装置简

单、成本低廉、运行维护方便、无二次污染等优点,在除臭应用中前景看好。

4.2 工程设计

除臭设计流程如图2。

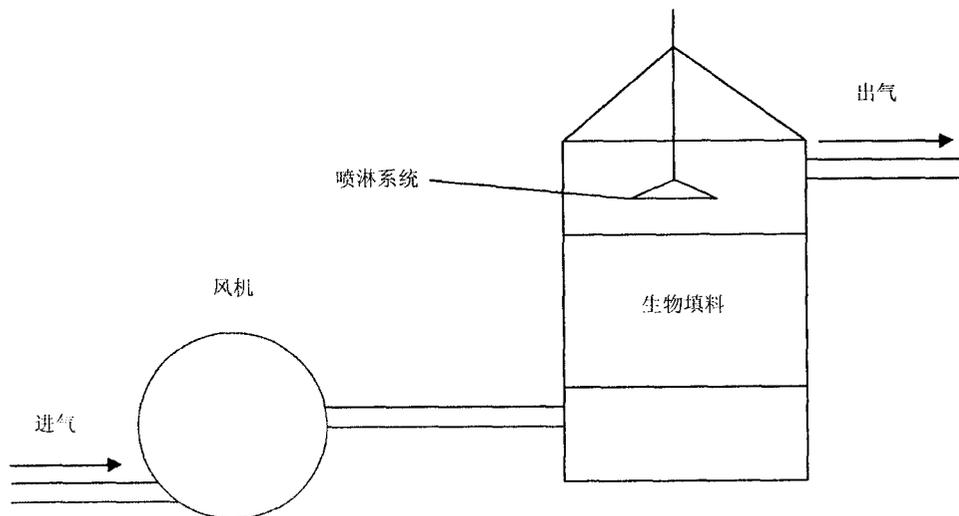


图2 生物滤池除臭设计构造流程图

Fig.2 Processing of deodorizing by biofilter

1) 密闭装置:恶臭源密封采用阳光板(规格:6#),覆盖区域包括:节制闸、粗、中、细格栅、沉砂池等处。

2) 处理臭气流量:首先按照设计污水水位考虑臭气空间大小,确定出各臭气空间体积,再用公式:处理臭气流量(m^3/h) = 产生恶臭工艺单元总体积(m^3) × 流量系数(h^{-1}),计算出待处理的臭气流量。考虑到各构筑物内污水流动和受扰动情况不同,臭气散发速率也各不相同,流量系数选 12 h^{-1} ,

则计算出待处理的臭气流量约为 $3400 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

3) 生物过滤池有效容积:取臭气停留时间为 30 s ,则生物过滤除臭的有效体积为: $(3400/3600) \times 30 = 28.3 \text{ m}^3$,实际设计取 28 m^3 。

4) 生物过滤池尺寸与材质:设1个矩形过滤池,尺寸为 $3.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$ (长 × 宽 × 高),填料层填装高度 2.0 m 。为减轻装置总重量,生物过滤池采用钢板建造。过滤池底部采用 2% 坡度坡向底部排水口。过滤池内部应进行防腐处理。

5)生物过滤系统选址:生物滤池与风机拟建于细格栅与旋流沉砂池之间的空地上。

6)填料选择:根据小试对比试验的结果,选择沸石、粘土陶粒和珍珠岩作为生物滤池的填料。填装方案为:第一层0.1 m沸石,第二层0.9 m陶粒,第三层0.9 m珍珠岩,第四层0.1 m陶粒。

7)气体收集系统:包括气体收集管路、风机和凝结水收集装置。根据收集气量和风机位置设计气体收集系统中干管和支管的管径,应当在各干管和支管管路上设置风量调节阀门。采用防腐材料(如PVC塑料)作为气体收集管道或采用防腐涂料对风管进行处理。由于在气体输送过程中可能产生凝结水,因此管道铺设应当有1%的坡度,在风机两侧以及管道最低点考虑设置存水装置和积水排出阀门。气体从底部进入过滤池,输送管道应伸入过滤池,从中央管口朝下进行送气。设计流量为4 000 m³/h,风机风压取2 kPa。

8)喷淋系统:考虑到填料层需要定期喷淋加湿,并调节pH值和营养盐成分,在填料层顶部设置喷头。喷淋液采用二沉池出水。配备一台喷淋水泵向过滤池提供喷淋液,喷淋水泵流量5 m³/h,扬程16 m。

9)其他:应当在布置风机和设计凝结水收集装置时预留出加装加湿装置的空间,以备将来系统改造时使用。

4.3 影响生物滤池处理效果的因素的探讨

由于生物滤池的净化机理主要是靠生长在填料上的微生物的代谢作用,因此除臭效果的好坏很大程度上取决于运行参数的正确选取。

1) 填料的选择

选择填料时,应考虑填料的质地、团聚体和结构等因素,因为这些因素大大影响填料水分的保蓄能力、通气性、孔隙度和孔隙直径等。填料中的孔隙相互连通,可保持水分和气体的畅通,水分主要存在于直径为0.03~0.06 mm的小空隙中,气体一般在直径大于0.06 mm的空隙中运行^[2]。

2) 生物滤池内的pH值

生物滤池中的大部分微生物在接近中性的环境下生物活性较高,恶臭的去除率也较高。控制生物滤池的pH在7~8之间适宜细菌和放线菌生长。在一些情况下,处理含有H₂S气体时会产生酸性副产品,如H₂SO₄。如果长时间保持较高的H₂S负荷则会堆积大量的酸性物质,导致pH的下降破坏现有的菌种,如果未及时发现还会降低滤池的降解能力,在这种情况下,应添加化学缓冲

剂如石灰^[3]。本工程中的载体填料具有抗击高负荷,起到缓冲的作用,不需加化学缓冲剂。

3) 湿度

适宜的湿度对于除臭系统的正常运行非常重要,水分过多,填料空隙为水所滞留,导致运行受阻;水分过少,缺乏微生物代谢时所必须的水分,从而降解速率减弱,另外水分过少,还影响氧在水中的溶解,使耗氧细菌的代谢活动受阻,降低除臭效果。研究表明,填料湿度范围在40%~60%时为宜。增湿的方法:1)直接在填料的表面喷水。2)在进气口设置喷口或湿度交换器。若缺少增湿设备,填料很快被吹干,失去微生物生长的液体环境^[4]。

4) 恶臭气体停留时间

理论上,在一定范围内,随着气体停留时间的增加,生物滤池的净化效率和去除负荷呈增加趋势。有人研究发现,停留时间从10 s逐渐增加到50 s的过程中,硫化氢的净化效率提高并达到最大值95%,去除负荷达4.56 kg/(m³·d)。这是因为气体在滤池内的停留时间较短时,气体尚未与液相充分接触就被带出塔外,因此净化效率和去除负荷较低;随着气体在塔内停留时间增加,不仅有利于臭气在气液中的传质,而且有利于生物膜对液相中臭气的捕获、吸附和降解,净化效率和去除负荷均随之增加。但是气体停留时间的增加意味着设备的体积增大,因此,必须从技术经济角度考虑此参数的选取范围^[5]。

5) 滤料压降

滤料在使用过程中不断被压实,孔隙度降低,气体通过滤料的阻力不断增大,压降和能耗也随之加大。在大部分滤池中,整个滤床的压降可由监测器连续测定以便更换滤料。生物滤池的压力损失一般为400~2 000 Pa^[6]。

6) 温度

生物滤池内微生物进行好氧呼吸,所适应的温度范围较大,不需进行特殊操作(温度低于5℃时,净化效率会有所降低,但影响不大)^[7]。

5 除臭效果及结论

从2007年7月,该除臭系统启动运行后,对该厂内的主要恶臭源排放状况进行了连续监测。监测因子选取H₂S和NH₃这两种典型的恶臭污染物,采用检知管对空气中的H₂S和NH₃浓度进行测定。为了反映恶臭污染的总体状况,在测定H₂S和NH₃浓度的同时还采用鼻嗅法粗略评估了

(下转第91页)

若取 0.7 MPa 的接地压力,则上式成为:

$$I_g DS = 7.0565 - 0.7095T$$

以 60℃ 的标准试验温度为例,按上式计算的动稳定度随温度变化的情况显示,试验温度升高 1℃,动稳定度降低 15%;试验温度降低 1℃,动稳定度增加 18%,可见试验温度对动稳定度的影响很大。

试验轮的橡胶硬度虽然随温度变化的幅度不大,但在相同荷载时的轮印面积变化幅度很大。有数据表明,从 20~60℃ 相应的轮印面积变化幅度可达 50%,因此试验轮的接地压力变化幅度可达 60%。

因此,笔者认为在车辙试验时,要注意研究养护时间,且同一组试件相差不能太大,以免影响变异系数,规程养护试件区间范围也应缩小。

4 结语

本文主要讨论了沥青混合料车辙试件成型压实次数,动稳定度指标的选择,养护时间等二方面

问题。提出了确定试件成型压实次数的方法;探讨了衡量沥青混合料高温稳定性的两个指标:动稳定度和相对变形指标。比较结果认为使用相对变形指标较为合理;研究了试件养护时间对试验结果的影响,认为养护试件的时间范围应缩小。

参考文献:

- [1] 张登良. 沥青路面[M]. 北京:人民交通出版社,1998.
- [2] 沙庆林. 高速公路沥青路面早期破坏现象及预防[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
- [3] 交通部公路科学研究所. JTJ 052-2000 公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S]. 北京:人民交通出版社,2000.
- [4] 沈金安. 沥青及沥青混合料路用性能[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
- [5] 交通部公路科学研究所. JTJ 058-2000 公路工程集料试验规程[S]. 北京:人民交通出版社,2000.

(上接第 87 页)

臭气的强度。从最后检测出的数据分析,该某污水处理厂排放的气体均能达到国家 GB14554-93《恶臭污染物排放标准》和 GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物大气排放标准》。

随着居民对环境质量的要求日趋提高和环保法规的日益强化,污水处理厂恶臭气体控制将迅速增加。由于除臭装置大都属于非标设备,因此要因地制宜地慎重选用各类除臭方案。在选取除臭工艺设施时,应充分考虑各类除臭设施的不同性能和特点。生物滤池除臭工艺具有操作管理简单、运行方式灵活、处理效果好等优点,较适合于市政污水行业恶臭气体净化。

参考文献:

- [1] 惠杨杨. 生物法去除污水处理厂恶臭的研究[D]. 天津:天津大学环境工程学院,2005.

- [2] 鲁如坤. 土壤-植物营养学原理和施肥[M]. 北京:化学工业出版社,1998.
- [3] 尚 魏,王启山,郭 静. 生物过滤除臭技术在城市污水处理厂中的应用[J]. 天津城市建设学院学报,2006,7(2):121-123.
- [4] 杨卫英,褚莲清. 城市固体废弃物臭气的生物过滤处理法简介[J]. 再生资源研究,2001,8(1):30-32.
- [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.
- [6] Gero Leson, Arther, Winer. Biofiltration: an innovative air pollution control technology for VOC emissions[J]. Air Waste Manage Assoc,1991,41(8):1045-1054.
- [7] 何厚波,郑金伟,金 彤,等. 生物滤池工艺处理污水厂恶臭气体[J]. 环境科学与技术,2006,29(6):87-89.