

城市污水处理厂除臭技术研究

吕小芳

苏州市环境科学研究所 江苏苏州 215123

摘要: 针对污水处理厂日常运行过程中产生的恶臭气体, 本文主要介绍了物理法、化学法、生物法等常用的除臭技术, 并对各种工艺进行了比较和分析。笔者认为, 生物法去除率高、运行费用低、无二次污染, 是一种较为经济有效的除臭技术, 将是今后除臭技术发展的主流工艺。

关键词: 污水处理厂; 恶臭; 除臭技术; 生物法

Research on deodorization technology in sewage treatment plant

Xiaofang Lv

Suzhou Institute of Environmental Science, Suzhou City, Jiangsu Province 215123

Abstract: This article primarily addresses the issue of foul-smelling gases generated during the routine operation of wastewater treatment plants. It introduces commonly used odor control techniques, including physical, chemical, and biological methods, and provides a comparative analysis of these processes. The author believes that biological methods, characterized by their high removal efficiency, low operating costs, and absence of secondary pollution, are a cost-effective odor control technique. They are expected to become the mainstream approach in the future development of odor control technologies.

Keywords: Sewage Treatment Plant; A Foul Smell; Deodorization Technology; Biological Method

一、臭气来源和标准

城市污水在处理过程中, 通常会向外界散发出恶臭气体, 主要产生环节来自于集水井、调节池、生化池、污泥浓缩池和污泥脱水间等。臭气污染物种类较多, 可分为以下三大类: 含硫化合物(硫化氢、硫醇、硫醚类等)、含氮化合物(氨、胺类、酰胺、吡啶等)和含氧有机物(醇、酚、醛、酮、有机酸等)。这些恶臭气体的危害主要体现在对呼吸系统、循环系统、神经系统、消化系统、内分泌系统等方面的影响, 而且对污水处理厂的构筑物及管道存在一定的腐蚀作用。近年来, 随着我国经济的快速发展和环保意识的增强, 市政污水处理厂的恶臭问题越来越成为公众关注的焦点。今年来我国在臭气排放方面也出台了相关标准:《恶臭污染物排放标准》(GB14554—93)、《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)等。

二、主要除臭技术分类

随着科技水平发展的不断提高, 目前较为常用的除臭技术大体可分为物理法、化学法、生物法和其他处理

方法^[1-2]。现分别介绍如下:

1. 物理法

物理法主要包括两种: 水清洗法和活性炭吸附法。

(1) 水清洗法

水清洗法是利用臭气中污染物可溶于水的特性, 达到水洗除臭的目的。但是由于这些物质在水中的溶解度有限, 不可能无限地增加, 一旦该物质在水中达到饱和, 清洗效果将会快速下降, 甚至完全失去作用, 因此需要经常更换清洗水, 从而导致清洗产生的废液量很大, 由于清洗废液必须经过处理之后才能排放, 必然会加重污水处理系统的负担。除此之外, 对于一些高分子的有机臭气物质来说, 水清洗法的去除效果比较差, 尤其对硫醇、脂肪酸等处理效果差。因此, 水清洗法经济性好, 投资和运行成本均较低, 但该工艺应与其他技术联合使用, 处理效果无法保证。

(2) 活性炭吸附法

活性炭吸附法是一种以活性炭为原料, 利用活性炭的吸附功能对臭气进行处理的除臭方式。活性炭吸附法

主要是通过活性炭的吸附作用,可将产生含VOC的臭气吸附在活性炭的微孔里,其中乙醛、吡啶、3-甲基吡啶等恶臭成分是通过物理吸附去除的;其他一些致臭成分(如硫化氢或硫醇等)则是在活性炭表面进行氧化反应而进一步吸附去除的。活性炭达到饱和后,需要经热空气、蒸汽或苛性碱浸没后进行再生、洗脱或替换。由于活性炭的吸附能力极易受臭气中的潮气、灰尘等杂物的影响而下降^[3],因此常需在脱臭管道上安装除湿、除尘等装置防止活性炭受潮、阻塞等。该工艺装置占地面积较小,脱臭效率相对较高,运行效果稳定,但运行费用高,需定期更换吸附介质,从而产生次生危险废物。此法适合于低浓度臭气的处理或者其他处理工艺的补充。

2. 化学法

化学法主要有化学吸收法、化学氧化法、燃烧法等^[4]。

(1) 化学吸收法

化学吸收法是利用吸收液中的溶质与恶臭气体中的污染物发生化学反应,从而去除恶臭气体中污染物的除臭方法。例如利用氢氧化钠溶液去除硫化氢,利用盐酸溶液去除氨等等。该方法对 H_2S 、 NH_3 等去除效率较高,但对硫醇、挥发性脂肪酸或其它有机化合物去除效率较低。一般臭气中含有多种污染物成分,通常采用多级串联工艺,如第一级用水或硫酸吸收去除氨气,然后用氢氧化钠提升pH值,再用双氧水或次氯酸钠等氧化剂吸收和氧化硫化氢、硫醇等其它恶臭气体。该方法具有化学反应速度快、占地面积小、处理稳定性好以及工作方式灵活等优点,但也存在投资和运行费用较高、易产生二次污染物、对装备、管道腐蚀严重等的缺点,适用于处理大气量、高浓度的恶臭气体。

(2) 化学氧化法

化学氧化法是指利用氧化能力极强的氧化剂,使臭气中某些化学物质直接被氧化分解,以达到除臭的目的。化学氧化法有气相和液相之分,由于氧化剂发生化学反应的速度较慢,一般先通过化学清洗法,去除大部分恶臭物质,然后再进行氧化。该方法具有除臭效率高和稳定可靠的优点,但设备一次性投资和日常运行费用较高,一般适用于高浓度的恶臭气体。

(3) 燃烧法

燃烧法是通过焚烧或催化燃烧等方式将恶臭污染物转化为其它无污染物质。燃烧法适合于臭气源集中、污染物浓度较高且有热源的场所,多用于石油化工工业。该方法存在需连续运行、投资及运行管理费用高等缺点。

3. 生物法

生物法是利用微生物的新陈代谢活动,将有机污染物分解为无机物或二氧化碳、水等物质。在好氧条件下,微生物利用有机物作为营养源进行繁殖;在厌氧条件下,微生物利用污水中溶解的有机物和空气中的氧气作为能源来生存繁衍。因此通过控制好氧和厌氧条件下的微生物数量及其代谢过程就可达到去除恶臭气体的效果。生物除臭主要包括曝气池法、土壤法、生物滤池等。

(1) 曝气池法

在污水生化处理的曝气池中,投加一定量的微生物制剂,在好氧条件下进行好氧分解,使有机污染物被分解为无机物质。同时利用微生物自身分泌的生物活性酶对有机物产生氧化作用、还原作用以及吸附作用等,从而达到去除恶臭气体的作用。

(2) 土壤法

土壤法可分为物理吸附和生物分解两类^[5]。易溶于水的恶臭气体如胺类、硫化氢、低级脂肪酸等,可以被土壤中的水分吸收去除,而不易溶于水的恶臭气体则可以被土壤吸收,然后被微生物分解。土壤除臭法维护的费用比较低,除臭效果也不错,但占地较多,且不适合多雨雪的地区,另外对高温、高湿和含水率高的恶臭气体需要进行预处理。与其他方法相比较,不需要药剂投加装置等附属设施,一次性投资和日常运行费用较低,但占地面积很大且处理效果不够稳定。适用于臭气浓度较低及土地资源充裕的地方。

(3) 生物滤池

生物滤池除臭装置是目前研究最多、技术成熟,在实际中也最常用的一种处理恶臭气体的方法^[6]。生物滤池是一种利用微生物降解有机物和恶臭物质的废水处理技术。微生物通过吸附和降解废水中的有机物和恶臭物质,使其转化为无害的产物,如水、二氧化碳和无机盐等。这些产物可以通过沉淀、过滤等方法去除,从而达到对恶臭气体处理的目的。微生物在生物膜上大量繁殖,形成一个微生物群落,对废水中的有机物和恶臭物质进行降解和转化。生物滤池的除臭效果与微生物的种类、数量和活性等因素有关。在适宜的条件下,生物滤池可以去除废水中99%以上的有机物和恶臭物质。且整个工艺简单、运行费用低、无二次污染和操作管理方便^[7-8]。如成都第一污水处理厂、青岛市团岛污水处理厂、广州猎德污水处理厂均采用生物滤池除臭^[9]。

4. 其他处理工艺

(1) UV光解脱臭

UV光解净化工艺利用特制的波段在181-245左右的高能高臭氧UV紫外线光束,在一定照射时间段内,使有机、无机高分子恶臭化合物中的分子链在高能紫外线光束的照射下直接降解为低分子化合物、CO₂和H₂O,从而达到除臭的目的。

UV光解除臭设备主要有三部分组成,一是前置过滤网,二是UV紫外线灯管,三是特制催化剂。UV光解净化工艺处理效率有待进一步论证,从目前的市场判定,UV光解性能稳定,运行成本低,设备耗能低,无需专人管理和维护,需定期检查并及时更换UV灯管等。

(2) 天然植物液法

天然植物液除臭的基本原理是采用先进的植物提取技术,从多种植物的根、茎、叶、花、果中提取有效成分。植物汁液具有活性,能迅速与各种有害、有气味的分子发生化学反应,使其成为无毒无味的物质。植物液除臭剂不受温度等气候因素的限制,不会因温度和环境的变化而无法发挥作用。在不同区域均可充分发挥其除臭作用;无论在潮湿或干旱地区,其除臭效果基本不受影响。天然植物液可用普通喷雾瓶或专业喷雾设备喷洒。除臭液被雾化到空间中,形成带有小颗粒的雾状颗粒。雾状颗粒具有较大的比表面积,能有效吸附空气中的异味分子后发生反应,然后生成无味无毒的其他物质。

(3) 活性氧技术

活性氧技术除臭原理是指在常温常压下高压脉冲放电使得空气中的氧分子电离成臭氧(O₃)、原子氧(O)、羟基自由基(OH)等活性氧,活性氧中离子氧有极强的氧化能力(是氧气的上千倍),可以将氨、硫化氢、硫醇等污染物以及其它恶臭异味有机物迅速氧化,活性氧的寿命也只有数秒。该工艺反应停留时间是特别重要的参数,与恶臭浓度及去除效率的要求有关。该工艺过程电子能量高,几乎可以和所有的恶臭气体分子产生作用;运行费用较低;反应较快,设备启动、停止十分迅速,可随用随开。

(4) 多种工艺结合

山东临沂青龙河净水厂产生臭气的主要部位为污水预处理、生物和污泥处理段。其中,预处理、污泥处理段产生的臭气浓度较高,其采用离子和生物相结合的除臭方式;生物段产生的臭气浓度较低,其采用生物除臭

方式。该厂运行三年来,由检测数据可知,外排废气达《恶臭污染物排放标准》(GB14554—1993)和《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)中的排放限值。经核算,该净化厂每处理1m³污水,除臭系统直接运行成本为0.05元。

三、结论

城市污水处理厂在选择不同的除臭工艺时,可根据臭气成分、不同浓度特征和设计风量等,综合考虑一次性投资和日常运行费用等经济因素,经综合比选后选择更合适的处理工艺。通过对几类除臭技术的分析比较,各种除臭技术均有各自的特点和适用场合。笔者认为,生物法是一种利用微生物对恶臭物质进行分解的除臭方法,具有去除率高、效果稳定、适应性好、环境友好,且不存在二次污染、运行费用低、管理方便等优点,相信该方法今后将成为城市污水厂除臭技术发展的主流工艺。

参考文献:

- [1]孙政,周建忠,王胤等.城市污水处理厂除臭技术.西南给排水,2006,28(5):5-8.
- [2]杜海春.城市污水处理厂及泵站除臭技术研究.低碳世界,2017,23(8):12-13.
- [3]尹军,王晓玲,赵玉鑫等.城市污水处理厂除臭技术.环境污染治理技术与设备,2006,7(8):90-94.
- [4]侯铁,奉桂红,刘世文.城市污水处理厂恶臭气体净化技术.西南给排水,2004,26(4):23-25.
- [5]吕宝兴,李松.杭州七格污水处理厂的土壤除臭系统.中国给水排水,2007,23(22):69-72.
- [6]刘晓刚,杨三明,廖正军.土壤生物滤床在城市污水处理厂中的应用.甘肃科技,2006,22(9):79-81.
- [7]张洪.污水处理厂的恶臭污染控制技术.污染防治技术,2008,21(4):81-83.
- [8]张玲凤,周新民.污水处理厂几种除臭技术的效果比较.污染防治技术,2004,17(2):43-45.
- [9]陈贻龙,隋军,汪传新等.生物除臭在污水处理厂的应用.中国市政工程,2007(3):48-50.
- [10]李墨爱,李帅.离子-生物除臭技术在全地理式城市污水处理厂的应用.中国资源综合利用,2021,39(3):176-178.