

曝气生物滤池技术研究进展及其工艺改良

管志华 (海南汉地流体材料有限公司, 海南 儋州 571700)

摘要: 本文通过介绍曝气生物滤池的工作原理、结构、技术特点及影响曝气生物滤池运行效果的因素, 分析传统曝气生物滤池技术在实际污水处理应用中的现状, 阐述曝气生物滤池对有机、固体悬浮物、氨氮、磷等各类污染物净化效果的研究进展及其工艺改良, 希望对提高曝气生物滤池对污水的净化处理效果。

关键词: 曝气生物滤池; 研究进展; 工艺改良

曝气生物滤池新型生物膜法污水处理技术起源于欧美发达国家, 既可有效净化污水中的固体悬浮物和有机污染物, 也可有效净化污水中的硝、氮、磷及其他有害污染物, 是一种具有工艺相对简单、运行成本较低、运行效率高等优点的水处理技术, 随着其工艺的不断改良, 曝气生物滤池在城市污水和工业污水处理等领域被使用。但传统的曝气生物滤池技术在处理成分复杂的污水时存在或多或少的不足, 甚至不能满足现状的要求, 因此相关技术人员需要进一步掌握曝气生物滤池技术的去污净化工艺原理、技术特点、工艺参数以及运行现状的基础上, 在实际污水处理的应用中对曝气生物滤池的结构进行优化设计和对其技术工艺进行改良, 不断发展和完善曝气生物滤池技术, 提高其对污水的净化处理效率, 使曝气生物滤池技术在实际污水净化处理中发挥更大的作用。

1 曝气生物滤池的工作原理、结构及工艺特点

目前曝气生物滤池的主要原理是污水通过滤池内填充比表面积大、生化性质稳定的颗粒状滤料、布水系统、曝气系统、出水系统以及反冲洗系统, 进行污水驯化培养使滤料挂膜, 附着在滤料上的微生物会吸取污水中的有机营养物和无机盐类等, 并利用曝气产生的溶解氧将其氧化分解, 最终使污水中的有机成分最终转化成无害的 CO_2 和 H_2O 等。且随着微生物的持续大量繁殖, 曝气生物滤池中的滤层厚度增加, 于是滤层的生物膜就形成了好氧、缺氧及厌氧区域, 使曝气生物滤池对污水的同时进行硝化及反硝化脱氮, 且在曝气生物滤池运行的相应阶段投加适量的除磷剂, 就能达到较好的污水除磷效果。曝气生物滤池的另一个净化污水的运行原理是通过滤料对污水的物理吸附和截留实现的, 曝气生物滤池的滤料表面能够有效吸附和截留污水中的固体颗粒与悬浮物, 被吸附、截留的固体颗粒、悬浮物与滤料表面的微生物产生的黏性胶体物质黏结形成絮状物质, 再通过添加适当的絮凝剂进行絮凝沉降或反冲洗将固体颗粒、悬浮物去除, 达到污水净化的效果。曝气生物滤池污水处理技术的优点主要在于曝气生物滤池占地面积小, 工艺流程简单, 节省基建和运行成本, 管理维护方便, 不存在污泥膨胀问题, 微生物不易流失, 能同时发挥微生物

氧化、絮凝以及滤料的物理吸附与截留过滤作用, 污水的处理效率较高等优点。

因其污水净化处理的原理、构造结构及工艺特点, 曝气生物滤池在污水处理过程也存在或多或少的缺陷, 传统曝气生物滤池对污水进水水质变化波动的适应性差, 处理效果不稳定, 主要体现在曝气生物滤池对污水中悬浮物含量范围较小, 过高的悬浮物含量会对处理效率产生较大的影响, 污水进水的固体悬浮物浓度通常要低于 60mg/L , 因此, 对污水进水悬浮物含量超过 60mg/L 时, 需要对污水进水进行混凝沉淀预处理; 在较高的有机物含量情况下, 传统曝气生物滤池的硝化过程也会因异养菌的大量繁殖而导致污水氨氮的净化效率降低; 传统曝气生物滤池在污水净化处理运行一段时间后, 由于滤层内的生物膜、固体颗粒及悬浮物的持续增多, 会导致滤池的过滤阻力增加, 导致污水净化处理的效果和效率降低, 通常为了解决这一问题, 就需对滤池进行反冲洗, 以清除滤层内生物膜、固体颗粒及悬浮物, 恢复滤池的净化处理效果和效率; 传统曝气生物滤池本身无较好的除磷效果, 为增加传统曝气生物滤池的除磷作用, 技术研发人员在实际污水处理过程会通过增加组合工艺或在污水进水预处理阶段投加化学除磷剂, 虽然提高了传统曝气生物滤池的除磷效果, 但同时也增加了设备设施及污水处理运行成本。因此, 通过对曝气生物滤池的结构和运行方式进行工艺改良, 以提升曝气生物滤池对高有机物、固体悬浮物浓度的污水的处理能力及增长持续运行时间是曝气生物滤池技术发展在的重要研究方向。

2 曝气生物滤池的研究进展及工艺改良

滤料的选择, 不同种类和粒径的滤料, 因其表面结构和物化特征均会影响曝气生物滤池的处理效果和运行周期。目前对于滤料的选择研究进展及改良方式为, 通过使用石灰岩中的 CaCO_3 成分调节污水进水的 pH, 因其具备 pH 缓冲能力, 石灰岩能够很好地适应污水进水 pH 的变化, 更有利于滤池内硝化细菌的繁殖, 在处理低 pH 或者 pH 不稳定的污水进水的氨氮时具有很大的优势, 而且其脱氮效果要比陶粒滤料效果更好。但沸石比陶粒和石灰岩等滤料具备更好的离子交换和吸附性

能,所以沸石滤料对氨氮的净化效率要比陶粒和石灰岩更高。滤料的粒径越小,曝气生物滤池的硝化性能越好,但由于过小粒径滤料会降低滤料的纳污能力,且易被堵塞,缩短曝气生物滤池的整体运行周期;而粒径较大的滤料虽然增加了纳污能力,延长了曝气生物滤池的运行周期,但会降低滤池对固体悬浮物和氨氮的净化处理效率。

污水进水的有机污染物含量会让滤池内的异养菌的过量繁殖,由于竞争效应,会抑制硝化细菌的繁殖和降低其生物活性,降低氨氮的净化效果,过高的有机污染物含量也会影响去 COD 效果。在高滤速和低停留时间运行模式下,固体悬浮物的去除率是相对稳定的且可以接受的,处理效率达到 80% 以上,而 COD 的处理效率也可达 70% 以上。目前对于有机污染物含量的研究进展及改良方式为适当浓度的调整有机污染物含量,这样能有效的提高曝气生物滤池的 COD 和氨氮的净化效果。因此对曝气生物滤池有机污染物含量净化技术进行改良,以实现曝气生物滤池技术对污水进水有机污染物含量的大范围适应,从而提升滤池的硝化、去氨氮和抗有机污染物的能力。

水力负荷的大小也会影响曝气生物滤池的净化处理效果,目前的研究进展及改良方法为适当增大滤池的水力负荷能力,提高曝气生物滤池内的传质速率,使滤池内微生物得到充足的营养,加快繁殖速度,增强其生物活性,提升曝气生物滤池的 COD 和氨氮净化效率;但污水进水的水力负荷不宜过大,过大的水力负荷会加快反应器的滤速,加大污水进水对滤料的冲击,导致滤池内生物膜脱落,降低曝气生物滤池的净化处理效率。研究及实际运行发现,当水力负荷在 0.6~1.4m/h 变化时,曝气生物滤池对 COD 和固体悬浮物的处理效率分别在 76.3%~80.3% 和 86.3%~90% 范围。所以曝气生物滤池在实际净化运行时,要根据企业对污染物的去除效果和处理要求来设优化、改良、确定最佳的进水水力负荷。

气水比高低也是影响曝气生物滤池污水净化处理的关键因素之一,所谓的气水比是指滤池曝气量与污水进水的流量之比,气水比直接影响着曝气生物滤池反应器的溶解氧含量。目前关于气水比的研究进展主要为:若气水比过低,会导致滤池内溶解氧不足,微生物繁殖缓慢,降低曝气生物滤池的净化处理效率。而通过适当调节气水比,提高水中的溶解氧含量,增强微生物活性,能提高滤池对污染物的净化效率;然而气水比也不能过高,过高的气水比会增加设备能耗和对滤料的冲击,导致生物膜外层的好氧菌脱落,也不利于生物膜形成厌氧环境,这样会降低滤池对污染物的净化处理效果。研究发现,通过设置曝气生物滤池的气水比通常在 3:1 以内,会加大曝气生物滤池的污水净化处理效果。若曝气生物

滤池仅用于处理有机污染物时,则适当减小滤池的气水比;而主要用于硝化除氨氮的滤池,则要适当增大气水比,但最大一般不要超过 10:1。

曝气生物滤池随着净化处理运行时间增加,其滤池内的生物膜厚度和滤床截留的固体悬浮物不断增加,降低滤池的净化处理效率,因此,需要定期对滤池进行反冲洗,以恢复滤池的纳污及截留净化处理能力。而目前对曝气生物滤池的反冲洗研究进展表明,不充分的反冲洗,会缩短滤池的运行周期,无法达到滤池对污水的净化处理目的;而过量或过频的反冲洗,可能会导致滤料表面的生物膜脱落,降低微生物的数量和活性,降低了滤池的净化处理效果。因此,适当调整 and 选择反冲洗方式、强度及时间对曝气生物滤池的净化起到至关重要的作用。对其改良的建议为,先设计 2~3min 的冲洗强度为 $10\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 气冲,再进行 3~5min 气水联合冲洗,最后以 9~11min 的水冲。通过水气联合反冲洗方式能够很好的使曝气生物滤池在短时间内恢复净化效果。

曝气生物滤池的硝化性能研究也是曝气生物滤池污水处理技术的核心之一,国内外对滤池的去消化技术进行了深入研究。目前的研究进展主要通过控制和调整滤速、气水比、水力负荷、有机污染物含量等,以提高滤池的污水处理效率。研究发现,通过改良曝气生物滤池的气水比不大于 3:1、水力负荷为 $5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 左右、氨氮容积负荷小于 $1.65\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,且采用两级串联曝气生物滤池技术,可对污水进水的对氨氮的平均净化效率达到 93%。研究还表明表明,在氨氮容积负荷为 $1.5\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 左右、滤速分别为 4~10m/h 的情况下,曝气生物滤池对氨氮的处理效率也能保持在 80%~100%。

3 结语

曝气生物滤池处理水技术作为一种高效、经济污水处理新技术,在实际应用中应不断地发展和改良。就目前的应用和研究现状来看,可以通过对曝气生物滤池的运行特点、改良优化运行参数等方面,以及对曝气生物滤池技术与其他工艺进行组合而进行工艺优化改良,将会增加曝气生物滤池的应用领域和净化污水类型,让曝气生物滤池在污水处理中的进一步发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 唐少宇,周如金,钟华文,等.曝气生物滤池技术的研究进展[J].现代化工,2013,33(2):24-27.
- [2] 付丹,刘柳.填料对曝气生物滤池影响的概述[J].环境科学与管理,2008,33(3):101-103.
- [3] 李志峰,张志宏,李宏,等.气水比对曝气生物滤池处理生活污水的影响研究[J].广州化工,2013,41(16):156-157.