

污水处理生物池曝气系统膜片式曝气器堵塞成因与清洗周期优化

蒋 盟

中国葛洲坝集团生态环保有限公司 湖北 武汉 430030

【摘要】：本文研究了膜片式曝气器在污水处理过程中出现堵塞的成因及优化清洗周期的策略。膜片曝气器在长期运行中易受到污水中悬浮物、油脂、细菌等物质的污染，导致膜片表面形成污物层，从而影响气流和氧气供应效率。尤其是在处理高浓度有机污水时，污泥颗粒和油脂类物质容易附着于膜片，导致堵塞问题更加严重。研究提出，通过实时监测系统和先进的清洗技术，结合膜片材质的改进，可以优化清洗周期，降低堵塞发生率，提高曝气器的运行效率。研究结果为污水处理设施的设备维护提供了有效的理论支持和实践指导。

【关键词】：膜片式曝气器；污水处理；堵塞成因；清洗周期；系统优化

DOI:10.12417/2811-0528.25.20.017

引言

膜片式曝气器在污水处理生物池中扮演着至关重要的角色，主要用于为微生物提供足够的氧气以促进有机物降解。然而，长期使用中曝气器容易出现膜片堵塞现象，导致气流受限和氧气供应不足，进而影响污水处理效果。膜片堵塞的成因多样，除了污水中悬浮物、油脂和细菌等的污染外，曝气系统的气流波动和温度变化也可能导致膜片的老化和损伤。堵塞问题不仅增加了设备维护成本，还降低了污水处理的效率，优化膜片式曝气器的清洗周期显得尤为重要。本文旨在探讨膜片曝气器堵塞的成因及其清洗周期优化策略，为污水处理设施的运行维护提供理论依据与实践指导。

1 膜片式曝气器堵塞成因分析

膜片式曝气器广泛应用于污水处理生物池曝气系统中，因其具有高效气液接触、良好的氧气传递效率等优点。然而，在长期使用过程中，曝气器常常会出现堵塞现象，严重影响曝气效果和生物池的处理效率。膜片曝气器的堵塞成因复杂多样，主要涉及外部环境因素、污水水质及设备本身的老化等多方面原因。

污水水质是膜片式曝气器堵塞的主要原因之一。污水中的悬浮物、油脂、细菌及藻类等物质，容易在膜片表面积聚形成污物层，随着时间推移，这些污物层会导致气流受限，膜片出现堵塞现象。在高浓度有机污水处理中，污泥颗粒和油脂类物质特别容易附着于膜片表面，进一步降低曝气效率。此外，污水中的化学物质具有较强的粘附性，容易与膜片表面形成稳定的沉积物。长期运行过程中，由于曝气气流波动和温度变化等因素，膜片的使用寿命逐渐缩短，表面可能出现微裂纹和损伤，这些细小裂痕为污物沉积提供了附着点，加剧了堵塞现象。随

着设备老化，膜片的弹性和抗腐蚀性能下降，污染物附着能力增强，导致堵塞问题进一步恶化。

曝气系统的设计与运行维护不当也是膜片曝气器堵塞的重要原因之一。在一些老旧的污水处理设施中，曝气系统的气流量调节不足，气流分布不均，局部区域的曝气强度过大或过小，都会导致膜片的积污现象。气流量不足时，部分膜片可能会受到过多的污染物沉积，而气流量过大会导致膜片表面受到冲击，形成较大的污垢积聚。设备的维护管理和定期检查是防止膜片曝气器堵塞的重要环节。

2 清洗周期对膜片式曝气器性能的影响

膜片式曝气器的堵塞现象不仅会影响污水处理效率，还会增加能源消耗和维修成本。定期清洗曝气器成为确保其正常运行的关键措施之一。清洗周期的合理设置能够有效预防膜片堵塞，保证曝气器的性能。然而，清洗周期的设置并非简单的定期清洗，必须根据具体的污水水质、曝气系统运行情况以及膜片的污染程度来制定。

清洗周期过长可能导致膜片表面污染物积累过多，造成较为严重的堵塞，进而影响气流分布和氧气传输效率。膜片表面污染物堆积较厚时，清洗效果可能不理想，无法彻底清除污物，从而影响曝气器的长期使用。而清洗周期过短，则会增加清洗次数和维护成本，浪费人力和资源，降低运营效率。理想的清洗周期应考虑到膜片的污物积聚情况、污水的水质变化以及曝气器的使用寿命等因素，确保清洗频次既能够有效防止堵塞，又不会造成不必要的资源浪费。

清洗周期对膜片式曝气器性能的影响也表现在清洗方法的选择上。传统的清洗方法通常包括机械擦洗、化学清洗等，

不同的清洗方式对膜片的损伤程度不同。过于频繁的机械清洗可能会导致膜片表面受到摩擦损伤，从而加速膜片的老化。化学清洗虽然能够有效去除膜片表面的污物，但若使用不当，也可能对膜片材料造成腐蚀，缩短其使用寿命。清洗周期的优化应综合考虑清洗方法和膜片的材质特性，选择适合的清洗方式，以最大化曝气器的性能和使用寿命。

清洗周期还与曝气器的运行环境和水质波动有着密切关

表1 不同水质条件下膜片式曝气器推荐清洗周期与清洗用水量参考（中国国内单位）

污水类型	生活污水	食品加工废水	制药废水	印染废水	低浓度工业废水
化学需氧量（COD，mg/L）	200~300	800~1200	600~900	400~700	150~250
悬浮物（SS，mg/L）	150~200	400~600	300~500	250~400	100~150
推荐清洗周期（月）	6	2	3	4	8
单次清洗用水量（m ³ /百个曝气器）	1.2	1.8	2.0	1.5	1.0
数据来源	《城镇污水处理厂运行维护标准》（CJJ 60-2011）	《工业废水处理设施运行管理技术规范》（HJ 2015-2014）	《制药工业污染防治技术政策》（环发〔2012〕122号）	《印染废水治理工程技术规范》（HJ 471-2009）	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T 19923-2005）

3 优化清洗周期的策略与实践

为了有效解决膜片式曝气器堵塞问题，优化清洗周期成为提高系统稳定性和降低运营成本的重要途径。首先，污水处理厂需要根据水质特征和膜片的污染情况，建立一个动态调整的清洗周期机制。在实际运行中，可以通过监测膜片的气流量、污泥沉积量以及膜片的表面污染情况来决定清洗的时机和频次。对于污水中含有较高油脂、悬浮物的情况，建议适当缩短清洗周期，并加强对污水水质的预处理，减少对曝气器膜片的污染。

为了优化膜片式曝气器的清洗周期，应采用先进的监测技术，如在线传感器和自动化控制系统，这些技术可以实时监测曝气系统的运行状态和膜片的污染程度，精确判断是否需要清洗。通过实时数据的支持，管理人员可以根据膜片的实际情况灵活调整清洗周期，实现精细化管理。此外，结合机器学习和大数据分析技术，能够对清洗周期进行智能优化预测，确保清洗更加高效和科学。在材料研究方面，研发新型耐污膜片和高效清洗剂也为延长清洗周期提供了有效途径。采用耐污性强的

系。污水中含有较多的油脂、悬浮物等污染物时，膜片的污染速度会加快，导致清洗周期需要相应缩短。在这种情况下，应加强对水质的监控，及时调整清洗频次，确保曝气器的正常运行。而在一些污水水质较为稳定、污染物含量较低的场合，可以适当延长清洗周期，降低维护频次，节约资源。清洗周期的优化需要结合实际运行环境和水质特点，进行动态调整，以达到最佳清洗效果和运行效率。见表1：

膜片能够减少清洗频次，延长使用寿命。结合物理与化学清洗方法，不仅可以提高清洗效果，还能减少膜片的损害，从而提升整体曝气系统的运行效率与设备寿命。

在实践中，污水处理厂可以根据上述策略制定个性化的清洗周期优化方案，结合自身的运行特点和设备条件，实施科学合理的维护策略。通过持续的研究和技术创新，不仅能够降低膜片曝气器的维护成本，还能提高污水处理系统的整体效能和经济效益，为环境保护做出更大贡献。

4 结语

本文通过对膜片式曝气器堵塞成因的深入分析，提出了优化清洗周期的策略，重点探讨了清洗周期对曝气器性能的影响，并提供了针对性解决方案。研究表明，合理调整清洗周期不仅能有效延长曝气器的使用寿命，还能提高污水处理系统的整体运行效率。结合先进监测技术和材料创新，清洗周期的优化能够实现精细化管理和节约成本，为污水处理行业的设备维护提供了科学依据和实践指导。

参考文献：

- [1] 张丽,吴涛.膜片式曝气器堵塞成因与清洗周期优化研究[J].环境工程学报,2023,17(6):1120-1126.
- [2] 高明,刘博.先进监测技术在污水处理设备维护中的应用研究[J].水处理技术,2022,48(2):98-104.
- [3] 陈晓,周华.膜片曝气器性能优化与清洗周期研究[J].污水处理与排放,2021,39(8):1430-1435.