



生物法处理低温生活污水试验研究

侯世全¹, 水春雨¹, 程学友²

1. 铁道科学研究院环控劳卫研究所, 北京 100081;
2. 青藏铁路建设总指挥部工程部, 青海格尔木 816000)

摘要: 进行了生物法(SBR、MBR)处理低温生活污水的试验研究, 结果表明: 在常温条件下培养的污泥随着水温的降低, 微生物的种属经过自然的筛选和淘汰, 能够逐步适应低温的自然环境, MBR 处理低温污水的效果可接近正常温度的水平, SBR 低温运行由于泥水分离效果变差导致有机物去除率大幅降低。

关键词: SBR; MBR; 低温生活污水; 污水处理

中图分类号: X703 **文献标识码:** A

目前, 寒冷地区低温污水处理一直是水处理中的难点。在我国一些寒冷地区, 一年中的大部分时间处于低温环境, 排水温度一般在 10℃ 以下, 青藏铁路站区污水水温最低可达 5℃, 而生物处理一般要求水温在 13℃ 以上。为保证微生物的正常生长, 水温应为 10~35℃ (20~35℃ 最佳), 水温 10℃ 以下即属低温, 污水温度低于 10℃ 时, 污泥活性降低^[1]。有资料表明, 当温度低于 10℃ 时, 污水中的中温微生物已不能代谢外源物质, 这就给污水生物处理带来很大困难^[2]。但在实际工程中发现, 水温低于 10℃ 时, 活性污泥仍有一定去除有机物的能力^[3,4]。一般认为, 生物处理在低温时的效果不理想, 低温运行时, 应对处理设施采取加温或保温措施, 以维持生物反应池有较高处理效率。关于生物处理低温运行的实际效果如何; 水温低于多少度时, 生物处理会失去其工程意义; 水温低于 10℃ 时, 是否必须通过加温或保温

措施来保持正常运行的效果; 采用哪种生物处理工艺低温运行效果较好; 有必要做进一步的试验研究。

本研究的目的是探讨污水水温低于 10℃ 时, 采用生物法、选择适宜的生物处理工艺处理生活污水以达到污水综合排放一级标准的可行性, 为青藏铁路站区进行生活污水处理提供技术参考。

1 试验采用工艺流程

生物处理是生活污水处理中最常用的方法, 其主要优点是有机物去除率高, 运行成本低, 生物处理也是城市污水处理和可生物降解的工业废水处理的主导工艺。在以生物处理为基础发展起来的各种水处理技术中, 膜生物反应器 (Membrane Bioreactor, 简称 MBR) 是用膜组件代替传统二沉池进行固液分离的一种新型水处理技术, 在污水处理与回用中有良好的应用前景。与传统活性污泥法相比, 膜生物反应器具有固液分离效率高、出水水质好、污泥产量低、抗冲击负荷能力强、易于自动控制等优点^[5]。序批式活性污泥处理系统 (Sequencing Batch Reactor, 简称 SBR) 是近年来日益受到重视并得到较广泛应用的一种污水处理技术, 具有工艺系统组织简单、无需设污泥回流装置、不设二次沉淀池、曝气池容积小于连续式等特点^[6]。

SBR 和 MBR 工艺均属于生物处理, 微生物的活性、去除有机物的效能与水温有关。

综合考虑青藏铁路设备运行条件、污水排放

收稿日期: 2005-08-26

作者简介: 侯世全 (1951 -), 男, 河南辉县人, 硕士, 研究员, 从事环境保护工作。



要求达到 GB 8978 - 1996《污水综合排放标准》(一级)等因素,采用 SBR 和 MBR 工艺进行试验。

2 试验装置与方法

试验在格尔木进行,以格尔木铁路泰康小区生活污水为原水。

2.1 试验装置

SBR 反应器为小试装置,集储水、曝气和沉淀于一体,间歇进水,间歇排水,设计处理水量为 1 L/h;一体式 MBR 反应器连续进水,间歇出水(出水 8 min、停止出水 2 min),设计处理水量为 5 m³/d。

2.2 试验方法

试验所用接种污泥为兰州市雁儿湾污水处理厂二沉池回流污泥。该污泥性能良好,镜检发现

大量活跃钟虫和少量线虫,污泥上清液清澈透明。将接种污泥加入池中,并加入部分生活污水在低温(5~7℃)下闷曝 24 h,逐步加大进水负荷,间歇进水,间歇排水,逐步培养驯化活性污泥,至生物相逐步恢复正常,污泥性能稳定,经 20 d 后,污泥质量浓度达 5 g/L。待污泥培养驯化完成后,正式进行设备运行试验,考察在不同的技术参数下试验装置低温运行污水处理效率。

3 结果与分析

3.1 试验结果

SBR 反应器和 MBR 反应器两个试验装置在低温(5~7℃)下运行对生活污水 COD 的去除特性如表 1 所示。

表 1 SBR 和 MBR 低温运行对生活污水中 COD 的去除特性

类型	HRT/h	有机负荷 kgCOD/kgMLSS·d	进水 $\rho(\text{COD})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	出水 $\rho(\text{COD})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	COD 去除率/%
MBR	4	0.03	255	64	74.9
	8	0.03	255	48	81.2
	12	0.03	255	46	81.9
	6	0.06	228	52	77.2
	6	0.02	228	38	83.3
SBR	4	0.03	255	128	49.8
	8	0.03	255	118	53.7
	12	0.03	255	112	56.1

表中可见,在试验条件下,采用 MBR 工艺,COD 的去除率在 74.9%~83.3%之间,出水 COD 质量浓度低于一级排放标准限值 100 mg/L;采用 SBR 工艺,COD 的去除率在 49.8%~56.1%之间,出水 COD 质量浓度高于一级排放标准限值 100 mg/L。

3.2 分析与讨论

3.2.1 从试验结果可以看出,MBR 反应器低温(5~7℃)下运行对污水中有机物去除效率较常温情况有所降低,但仍能保持较高的去除率,出水水质可以达到一级排放标准。分析原因,在常温条件下培养的污泥随着水温的降低,微生物的种属经过了自然的筛选和淘汰,逐步适应了低温的自然环境,建立了新的生物平衡关系。当温度在 5℃时,运转过程中未发生质的变化,在镜检中并未见到新的生物种属,未见到微生物的数量有明显减

少和减弱,只要长时间保持较稳定的低温运转,经过一段时间,污水温度与微生物建立稳定的平衡关系后,MBR 处理效果可接近正常温度的水平。

3.2.2 MBR 反应器处理低温生活污水,在相同温度、相同进水 COD 浓度下,在最初的 4 h 内表现出较高的 COD 去除效率,随着水力停留时间的增长,去除效率增加不多,到 8 h 后基本保持稳定。分析其原因,认为可能是因为低温条件下活性污泥的活性大部分来自冷适应微生物(耐冷菌、嗜冷菌),这类耐冷菌、嗜冷菌能降解的有机物种类有限,不能降解生活污水中的全部有机物。根据试验结果,用 MBR 处理低温生活污水,水力停留时间控制在 4~8 h 是适宜的。

3.2.3 考虑到低温情况下生物活性降低,试验采用了较低的污泥有机负荷,污泥有机负荷范围控制在 0.02~0.06 kgCOD/kgMLSS·d。试验结果表



明,有机负荷较低时,污染物去除率较高,但差距不大。

3.2.4 SBR 反应器低温(5~7℃)下运行对污水中有机物去除效率较常温情况降低,SBR 反应器去除效率比 MBR 反应器下降的幅度要大的多,出水不能达到一级排放标准要求。分析原因,是由于低温运行的条件下,污泥沉降性能不好,活性污泥比较细碎,不易形成大块絮凝体,沉降后的上清液仍有细小的悬浮颗粒随水流出,且低温环境下,水的粘滞性增加,固体颗粒沉降阻力加大,降低了泥水分离效果,而膜生物反应器有效地克服了与污泥沉降性能有关的限制条件。

4 结论

4.1 可以推断,在低温条件下,活性污泥含有冷适应微生物嗜冷菌和耐冷菌的存在,低温条件下活性污泥的活性大部分来自冷适应微生物。

4.2 采用 MBR 反应器处理低温生活污水,污染物去除率较常温情况低,但出水水质可以达到 GB 8978-1996《污水综合排放标准》一级标准要求。推荐污泥有机负荷 0.02 kgCOD/kgMLSS·d;水力

停留时间 HRT 6 h。

4.3 采用 SBR 反应器处理低温生活污水,由于污泥沉降性能不好,污染物去除率较常温情况下降较多,出水水质不能达到 GB 8978-1996《污水综合排放标准》一级标准要求。建议在 SBR 反应器后增加过滤单元,以解决污泥沉降性能较差的问题,确保满足污水综合排放一级标准要求。

参考文献:

- [1] 孟雪征,曹相生,姜安玺,等.利用耐冷菌处理低温污水的研究[J].山东建筑工程学院学报,2001,16(2):53~57.
- [2] 桑义敏,尹焱,何绪文.CASS 工艺在处理低温生活污水中的应用研究[J].环境工程,2002,20(2):16~18.
- [3] 裴保安,张慧利,易军.接触氧化低温运行研究[J].河南科学,1997,15(3):343~346.
- [4] 李长胜,孙东,梁和平,等.低温生物膜技术处理营区生活污水及再利用项目研究[J].辽宁化工,2004,33(1):50~51.
- [5] 顾国维,何义亮.膜生物反应器在污水处理中的研究和应用[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [6] 汪大群,雷乐成.水处理新技术及工程设计[M].北京:化学工业出版社,2001.

The Experimental Research on the Biological Technology Treating the Low Temperature Sewage

HOU Shi-quan¹, SHUI Chun-yu¹, CHENG Xue-you²

(1. Environmental Control & Occupational Health Research Institute, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China; 2. Qinghai-Tibet Railway Building Headquarters, Geermu 816000, China)

Abstract: To treat the low temperature sewage using the biological technology (SBR, MBR) was studied, the research findings show as follows: As the water temperature decending, after going through natural filter and washing out, species of microorganism cultivated in normal temperature conditions could adapt the low temperature environment, the effect of MBR treating the low temperature sewage is close to the level in normal conditions. In low temperature conditions, the efficiency of SBR eliminating organism declines famously due to the difficulty of separating soil from water.

Keywords: SBR; MBR; low temperature sewage; sewage treatment