

The Applied Study of Strengthen Biochemical-Membrane Technique in Landfill Leachate Treatment Project

Bo Li¹, Xiuhui Zhu², Mingjun Shan³, Yanqiu Wang¹, Haifeng Zhang⁴

¹University of Science and Technology Liaoning, Anshan

²Yingkou Institute of Technology, Liaoning, Yingkou

³Beijing Normal University, Beijing

⁴Sinosteel Anshan Research institute of Thermo-Energy Co. Ltd., Anshan

Email: ty1039513238@163.com

Received: Mar. 3rd, 2014; revised: Mar. 12th, 2014; accepted: Mar. 17th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

This paper introduces the biochemical-membrane technique in landfill leachate treatment engineering examples. The results show that strengthened biochemical method is able to remove COD and NH₃-N. The removal rate respectively reached 76% and 99.5%, which can avoid pollution on the subsequent membrane. The subsequent double membranes can further remove chromaticity, SS and organic matter. The removal rate of COD was above 95%, and the removal rate of the chromaticity reached 99.4%. The effluent can reach "life landfill pollutant discharge standard" (GB16889-2008). The biochemical-membrane technique in landfill leachate treatment project has better development prospects.

Keywords

Landfill Leachate, Biochemical, Nanofiltration, Reverse Osmosis, Double Membrane Method

强化生化法和双膜组合工艺处理垃圾渗滤液的应用

李 博¹, 朱秀慧², 单明军³, 王艳秋¹, 张海峰⁴

¹辽宁科技大学, 鞍山
²营口理工学院, 营口
³北京师范大学, 北京
⁴中钢集团鞍山热能研究院有限公司, 鞍山
Email: ty1039513238@163.com

收稿日期: 2014年3月3日; 修回日期: 2014年3月12日; 录用日期: 2014年3月17日

摘要

本文介绍了生化法 + 双膜工艺在垃圾渗滤液处理工程中的运行实例, 结果表明, 强化生化法能够很好地去除COD、NH₃-N等, 去除率分别达到76%和99.5%, 从而减少对后续膜的污染。生化出水经过后续膜处理后, 色度、SS、有机物进一步被去除, COD去除率达95%以上, 色度去除率达99.4%, 最终出水能稳定达到《生活垃圾填埋场污染物排放标准》(GB16889-2008)。生化与双膜组合工艺应用于垃圾渗滤液的处理具有较好的发展前景。

关键词

生活垃圾渗滤液, 生化, 纳滤, 反渗透, 双膜法

1. 引言

随着中国经济的快速发展、人口增长和人民生活水平的不断提高, 城市垃圾的产量日益增大, 已经对环境产生巨大危害, 垃圾的妥善处理已成为一项十分迫切的任务。卫生填埋法以其工艺简单、成本较低、处理量大、对垃圾成分要求低等优点成为垃圾主要的处理方式, 处理量占我国垃圾处理总量的80%以上[1][2], 然而卫生填埋会形成高浓度的有机废液, 由于外界因素渗滤液的性质会在一个相当大的范围内变动[3], 如果得不到有效处理, 会对环境产生二次污染。并且随着垃圾渗滤液排放标准的实施, 我国大部分垃圾渗滤液处理工程面临着技术升级改造问题。在颁布的《生活垃圾填埋场污染物排放标准(GB16889-2008)》中, 现有和新建的生活垃圾填埋场渗滤液排放标准为: 化学需氧量排放浓度不超过100 mg/L, 生化需氧量不超过30 mg/L, 氨氮排放浓度不超过25 mg/L, 总氮浓度不超过40 mg/L。在现有标准的要求下, 对垃圾渗滤液处理技术的需求显得非常迫切[4]。生化法与膜技术结合工艺处理垃圾渗滤液的方法, 其主要是基于对垃圾渗滤液的成分进行分类处置的原理[5], 通过微生物的逐步培养和驯化, 使经过厌氧和好氧处理阶段的可生物降解有机物和氨氮得到有效去除, 剩余部分不能生物降解的大分子物质则通过膜技术进行有效过滤, 从而保证出水能够稳定达到排放标准[5]。

2. 工艺简介

鞍山市某垃圾场渗滤液处理站位于鞍山市某垃圾填埋场内, 占地面积2058平方米, 拥有9个处理车间, 设计的规模为日处理能力300 m³/d, 处理工艺为: 生化处理 + MBR + NF + RO。

垃圾处理中心的渗滤液通过管网收集到渗滤液调节池, 实现均质均量, 渗滤液中的有机物在调节池中发生水解作用, 提高了废水的可生化性。渗滤液均质均量后由调节池提升泵提升至生化系统, 通过微生物的作用, 完成污染物的降解, 将废水中的有机物转化为CO₂, 氨氮转化为硝态氮后又在缺氧段转化为氮气。由于需要考虑国家相关新标准颁布后渗滤液处理出水要求达到总氮排放限值40 mg/L的要求,

因此设计二级反硝化和二级硝化作为后续的总氮达标保障，当前置反硝化和一级硝化脱氮不完全时，在二级反硝化和二级硝化反应器中进行深度脱氮反应，通过控制硝化和反硝化反应的完全程度来控制出水中的总氮。当反硝化和硝化脱氮完全时，二级反硝化和二级硝化可以被超越[6]。生化系统出水进入 MBR 系统实现泥水分离后，经纳滤反渗透系统处理达到标准排放，浓缩液经罐车外拉回灌到填埋场或者通过螺杆泵排入调节池内。

处理过程中的污泥主要来自生化系统，含水(98~99)%的污泥通过叠螺式污泥脱水机处理后，泥饼外运，其上清液回到滤液池，再过滤液提升泵至一级硝化池进行循环处理。

整套系统生化处理是最重要的处理工艺段，其主要作用是最大程度的处理污水中存在的有机物及氮类，将其转化为 CO₂ 及 N₂，实现污染物的处理。NF 及 RO 系统是系统出水的最终保障系统，其设计的重点在于运行的稳定性及 75%出水率的保证。MBR 系统是承接生化系统和 NF-RO 系统的保障性阶段，其作为 NF 系统的预处理单元，是保证后续 NF/RO 系统稳定运行的关键，另一方面 MBR 系统作为生化系统的末端起到了泥水分离的作用，有效地保证了生化系统的污泥负荷，是生化系统运行效果的重要保障。

具体的工艺流程见图 1。

具体操作：在中控室内启动电脑，打开控制画面，在控制画面主页内启动风机，调节到合适的频率，保证溶解氧在 2.0~3.0 mg/L 之间，再启动厌氧池内的潜水搅拌器、一级硝化池到以及反硝化池的循环泵和硝化池内的提升泵，然后启动进水泵，并设置进水流量。启动 MBR 系统，通过调整污泥回流阀门实现运行压力至正常范围，膜后压力 0.05 Mpa~0.15 Mpa，膜前压力 3 Mpa~5.5 Mpa。污泥回流一级 O 池的流量通过调整污泥回流阀门的大小实现，需保证 MBR 总的污泥回流流量大于 90 m³/h，膜后压力小于 0.15

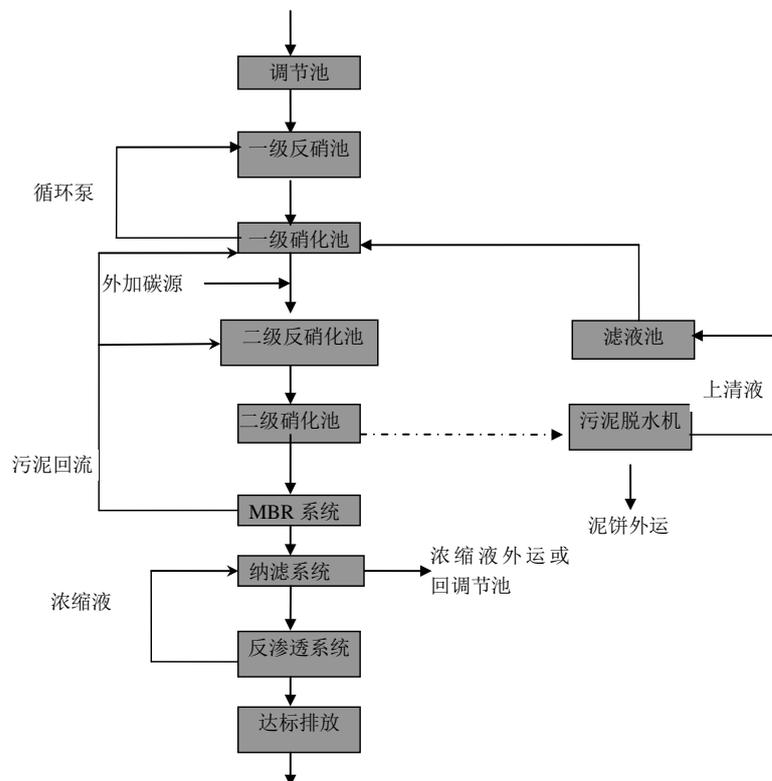


Figure 1. Leachate treatment process
图 1. 渗滤液处理工艺流程图

Mpa。循环泵至二级反硝化池污泥循环流量保证在 55 m³/h~60 m³/h。最后启动 NF/RO 处理系统。采用生化与膜深度处理相结合，生化处理后出水除 NH₃-N 浓度已达回用水标准外，剩下的 COD、BOD 及 SS 需利用膜处理技术进一步净化，处理后出水可以达到回用水水质标准，不存在渗滤液外流污染地表水或地下水的问题，实现渗滤液的零排放要求，具有良好的环境效益；同时处理后的回用水又解决了生产用水供应不足的问题，节省了生产投资费用，增加了填埋场的经济效益。

3. 处理效果

3.1. 生化处理效果

生化调节的主要参数为：溶解氧为 2.0~3.0 mg/L，回流比为 1:5，生化部分对垃圾渗滤液的 COD、NH₃-N 处理情况下图 2、3 所示。系统进水 COD 为 5200~10,756 mg/L，出水 COD 为 992~3456 mg/L，平均出水 COD 为 1660 mg/L，COD 平均去除率达 76%。生化出水 COD、NH₃-N 较稳定，但在初始调试时 COD、氨氮的去除率较低，处理效果不太理想，后来根据检测结果分析得出的 COD、NH₃-N 的去除情况和污泥沉降状况，进而调整硝化池溶氧量，进水负荷，回流比。经过一系列调整之后，污泥形状良好，

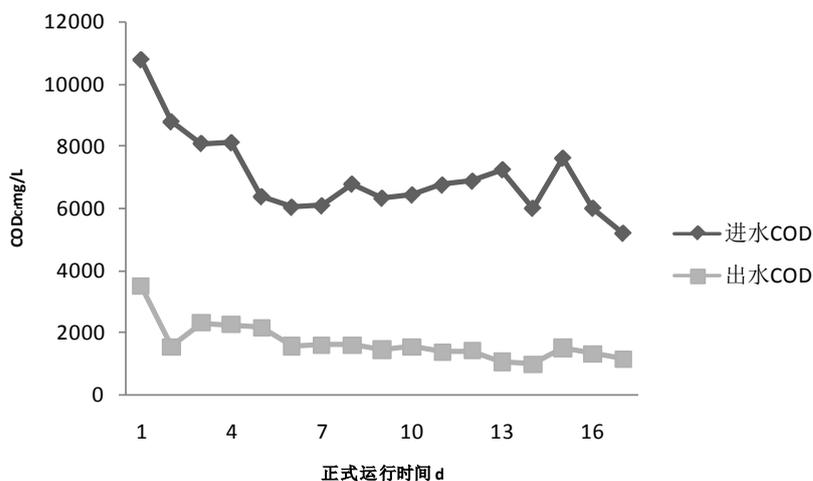


Figure 2. The biochemical system on COD removal
图 2. 生化系统对 COD 的去除效果

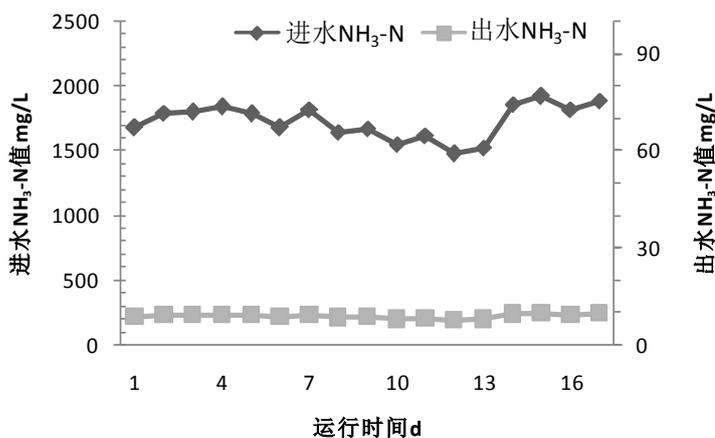


Figure 3. The biochemical system on NH₃-N removal efficiency
图 3. 生化系统对 NH₃-N 的去除效果

去除效果明显好转。此生化系统主要目的是去除氨氮，如果处理不好会对后续膜处理产生巨大影响。经过 2 个月的调试，生化出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率可以达到 99.5% 以上。

3.2. 后续处理工段

3.2.1. MBR 系统

固液分离型膜 - 生物反应器是在水处理领域中研究得最为广泛深入的一类膜 - 生物反应器，是一种用膜分离过程取代传统活性污泥法中二次沉淀池的水处理技术。其最大的优势及特点是可以通过对活性微生物的完全截留使生化系统的活性污泥浓度上限得到大大提高，同时可以保证系统出水的水质稳定性。本工程用两组膜进行处理，膜前压力为 3.7~3.96 bar，膜后压力为 0.39~0.53 bar，膜后温度为 24.2℃~27.9℃，SS 去除率达 90% 以上，出水清澈透明，无明显悬浮物，降低了膜污堵情况，保证了后续纳滤膜进水水质要求。

3.2.2. 纳滤和反渗透双膜系统

纳滤及反渗透处理工艺作为常用的水处理手段，已经在许多水处理行业中得到成功应用[7]。纳滤及反渗透均属于膜分离技术范畴，纳滤采用的是过滤孔径为 1 nm 的纳滤膜，反渗透采用的是过滤孔径为 0.1 nm 的反渗透膜。为保证纳滤系统运行处于最佳状态，提高纳滤膜的使用寿命，须对原水进行预处理，使预处理后的水达到纳滤进水要求[8]。反渗透装置是一种高新的膜分离水处理技术设备，是本系统中最关键的设备。它不仅能连续去除水中绝大部份的无机盐离子，还能去除水中几乎全部的有机物、细菌、热源、病毒、微粒等。是目前世界上最先进的纯水制备技术之一。控制压力在 4 bar 左右，通过最优调配，实现生化和膜的有机结合，最终使出水达标。图 4、5 为纳滤对色度的去除情况和反渗透的脱盐率的变化情况和反渗透对 COD 的去除情况。

3.2.3. 后续膜对 COD 处理效果

后续膜处理过程 COD 去除率达 95% 以上，色度和 SS 基本完全去除，出水清澈透明。COD、氨氮、悬浮物、总氮、色度均达到《生活垃圾填埋场污染物排放标准》(GB16889-2008)(图 6)。

3.3. 生化和膜结合的总体效果

3.3.1. 进、出水水质情况

鞍山市某城市生活垃圾填埋厂渗滤液日处理量为 300 m³，渗滤液进出水质情况如表 1 所示。

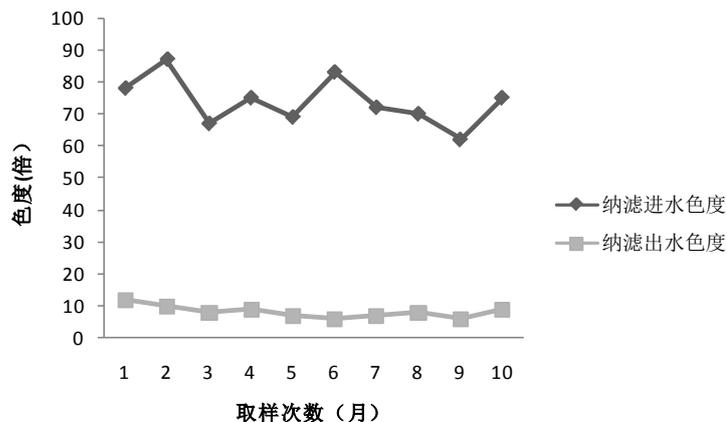


Figure 4. Nanofiltration system on the removal situation of chromaticity
图 4. 纳滤系统对色度的去除情况

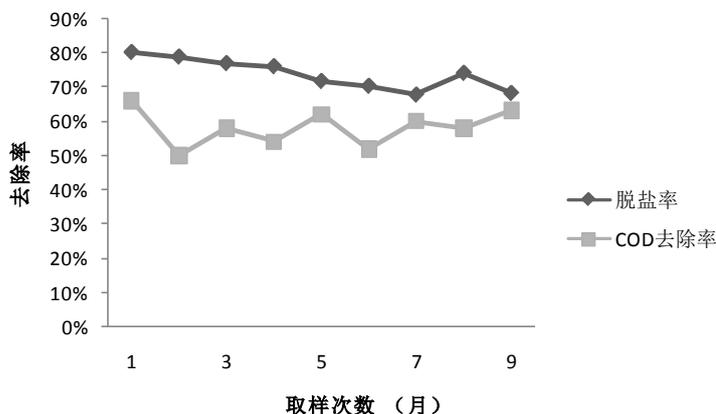


Figure 5. Reverse osmosis desalination rate and COD removal situation
图 5. 反渗透的脱盐率和 COD 去除情况

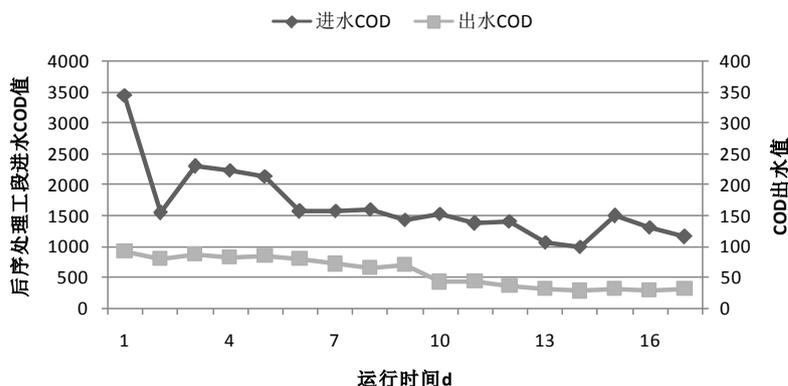


Figure 6. Subsequent section on COD removal efficiency
图 6. 后续工段对 COD 的去除效果

Table 1. A landfill leachate water quality in Anshan compared with the standard
表 1. 鞍山某垃圾填埋场渗滤液出水水质与标准比较

项目	COD(mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	NH ₃ -N(mg/L)	SS(mg/L)	TN	色度
进水水质	5260	3170	1495	910	1513.8	256
出水水质	45.4	1.8	2.02	6	39.1	4
国家标准	100	30	25	30	40	40

3.3.2. 最终效果

生化部分作为工艺前处理，能够很好的去除高浓度氨氮，去除率达 99.5% 以上，并且对 COD 的去除率也达到 75% 以上，通过与后续膜的有机结合，色度、SS、有机物能够得到有效的去除。并且通过 6 个月的监测和实验，出水指标比较稳定，没有太大波动，最终出水达到《生活垃圾填埋场污染物排放标准》(GB16889-2008)。

4. 结论和建议

1) 强化生化法和双膜组合工艺处理垃圾渗滤液，生化污泥经过 2 个月驯化处理，污泥状态保持良好，原水由调节池进入一级反硝化硝化和二级硝化反硝化池，处理后出水的 COD、NH₃-N 的去除率分别

达到 76%和 99.5%。生化处理能够很好地去除氨氮，从而为后续膜处理提供了保证。生化出水经过后续膜处理后，可有效地去除色度、浊度，并能去除绝大部分硬度和盐度，同时对 COD 也有较好去除效果。

2) 运用强化生化法和双膜组合工艺处理垃圾渗滤液工艺，最终出水色度为 4 倍，氨氮为 2.02 mg/L，COD 浓度为 45.4 mg/L，总氮浓度为 39.1 mg/L，总磷，悬浮物，六价铬，类大肠杆菌群也达到《生活垃圾填埋场污染物排放标准》(GB16889-2008)。

3) 鞍山处于东北地区，冬季气温很低，因此工程应加强保温措施，以便在天气不利的条件下，保证工艺能处于最佳运行状态。

4) 国内生活垃圾卫生填埋场垃圾渗滤液处理工艺选择应综合考虑处理技术的先进性、稳定性与经济性的协调。在实际运用中还需控制膜污染的问题，延长装置使用寿命，降低污水处理成本。

参考文献 (References)

- [1] 沈东升, 何若, 刘宏远 (2003) 生活垃圾填埋生物处理技术. 化学工业出版社, 北京, 1-5.
- [2] 郑晓宁, 徐琳琳, 李风 (2012) 垃圾渗滤液现状及处理工艺. *科技信息*, **13**, 417-418.
- [3] 法甜甜, 孙月华, 李屹, 等 (2012) MBR 在蓬莱市生活垃圾渗滤液处理工程中的应用. *中国给水排水*, **8**, 72-75.
- [4] 代晋国, 宋乾武, 张玥, 等 (2011) 新标准下我国垃圾渗滤液处理技术的发展方向. *环境技术学报*, **3**, 270-272.
- [5] 柯水洲, 欧阳衡 (2004) 城市垃圾填埋场渗滤液处理工艺及其研究进展. *给水排水*, **11**, 26-33.
- [6] 喻泽斌, 孙玲芳, 李瑞华, 等 (2013) 膜组合工艺在垃圾渗滤液处理的工程应用. *中国给水排水*, **6**, 84-87.
- [7] 刘守亮, 安文超 (2013) MBR + 纳滤 + 反渗透工艺处理垃圾渗滤液实验研究. *环境科学与管理*, **3**, 96-99.
- [8] 王薇, 张旭, 赖芳芳, 等 (2009) 纳滤技术处理垃圾渗滤液国内应用实例. *科技资讯*, **21**, 132-135.