

氧化沟/MBR 一体化装置在村镇污水处理中的应用

梁 珊, 于 龙, 刘旭军, 肖 伟, 张忠波

(云南水务投资股份有限公司, 云南 昆明 650106)

摘 要: 采用氧化沟/MBR 一体化装置处理某村镇生活污水($100 \text{ m}^3/\text{d}$), 考察了其约 3 个月的连续运行效果。结果表明, 在进水 COD、 BOD_5 、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、TN、TP 浓度分别为 (345.5 ± 25.2) 、 (212.6 ± 21.4) 、 (28.9 ± 3.4) 、 (44.1 ± 4.3) 、 $(4.5 \pm 0.7) \text{ mg/L}$ 的条件下, 该装置对上述指标的去除率分别为 88.2% ~ 95.7%、95.4% ~ 98.7%、81.7% ~ 94.4%、78.1% ~ 90.3% 和 80.0% ~ 87.8%, 出水中除了 TP 浓度仅能达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 的一级 B 标准外, 其他指标均能稳定达到一级 A 标准。通过向膜池内投加 FeSO_4 或聚合氯化铝 (PAC) 进行化学辅助除磷, 出水 TP 浓度均可达到一级 A 标准, 但 FeSO_4 的除磷效果更佳。

关键词: 氧化沟/MBR 一体化装置; 村镇生活污水; 化学辅助除磷

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)03-0093-04

Application of Oxidation Ditch/MBR Integrated Equipment in Treatment of Rural Sewage

LIANG Shan, YU Long, LIU Xu-jun, XIAO Wei, ZHANG Zhong-bo

(Yunnan Water Investment Co. Ltd., Kunming 650106, China)

Abstract: Rural sewage from a village ($100 \text{ m}^3/\text{d}$) was treated by an oxidation ditch/MBR integrated equipment, and the effect of continuous operation for 3 months was investigated. The results showed that the removal rates of COD, BOD_5 , $\text{NH}_4^+ - \text{N}$, TN and TP were 88.2% - 95.7%, 95.4% - 98.7%, 81.7% - 94.4%, 78.1% - 90.3% and 80.0% - 87.8%, when the influent concentration of those indexes were $(345.5 \pm 25.2) \text{ mg/L}$, $(212.6 \pm 21.4) \text{ mg/L}$, $(28.9 \pm 3.4) \text{ mg/L}$, $(44.1 \pm 4.3) \text{ mg/L}$ and $(4.5 \pm 0.7) \text{ mg/L}$, respectively. The effluent quality stably reached the first class level A of *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002), except that the TP could only meet the first class level B standard. The effluent TP could meet the first class level A standard when FeSO_4 or polyaluminium chloride (PAC) was added to the MBR for chemical-aid phosphorus removal, but it was found that FeSO_4 had better TP removal efficiency.

Key words: oxidation ditch/MBR integrated equipment; rural sewage; chemical-aid phosphorus removal

由于我国村镇污水的特殊性, 受限于传统处理技术(如絮凝沉淀、CAST、 A^2/O 等工艺)运行管理复

杂、缺乏专业技术人员运行维护、TN 和 TP 去除率较低等问题, 传统污水处理技术不适合在村镇污水

基金项目: 云南省科技厅科技惠民计划项目(2014RA016)

通信作者: 刘旭军 E-mail: 922974381@qq.com

处理中推广应用。膜生物反应器(MBR)是膜分离技术与传统活性污泥法有机结合而成的新型污水处理工艺,具有占地面积小、出水水质好、产泥率低等特点,在污水处理及回用中发挥着越来越重要的作用^[1]。但要达到脱氮除磷的目的,将MBR与其他工艺相组合运用于村镇污水处理工程实践中不失为一种好方法,如A/O—MBR工艺、UCT—MBR工艺、A/A/O—MBR工艺等^[2]。鉴于此,笔者将氧化沟与MBR工艺相结合,构建了一种新型的一体化村镇污水处理装置,并将其用于处理大理某村镇生活污水(规模为100 m³/d),研究了该装置的长期运行效果,以为村镇污水处理技术的工程实践提供参考。

1 试验装置与方法

氧化沟/MBR一体化村镇污水处理装置建于大理某村镇,见图1。装置处理规模为100 m³/d,水力停留时间(HRT)为13.62 h,其中氧化沟和MBR的HRT分别为11.28、2.34 h,污泥停留时间为30 d。选用亲水性聚偏氟乙烯(PVDF)中空纤维帘式膜组件(EF系列),平均膜孔径为0.2 μm。

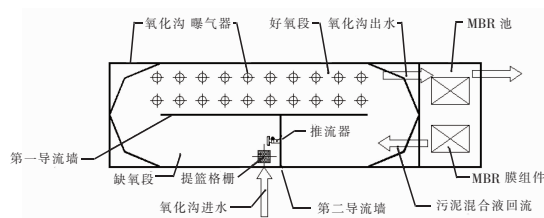


图1 氧化沟/MBR一体化村镇污水处理装置示意

Fig. 1 Diagram of oxidation ditch/MBR integrated equipment for rural sewage treatment

该装置的进水为村镇生活污水,其COD、BOD₅、TN、NH₄⁺-N、TP浓度分别为(345.5 ± 25.2)、(212.6 ± 21.4)、(44.1 ± 4.3)、(28.9 ± 3.4)和(4.5 ± 0.7) mg/L。所有水质指标均采用国家标准方法进行测定。

2 结果与讨论

2.1 对有机物的去除效果

污水的可生化性通常用BOD₅/COD来表示,一般认为BOD₅/COD > 0.3表示污水的可生化性良好。在试验装置稳定运行阶段,污水的BOD₅/COD平均值为0.62,具有良好的可生化性。试验期间装置对COD和BOD₅的去除效果见图2。可知,氧化沟/MBR一体化装置对COD和BOD₅的去除效果良

好。氧化沟的出水COD浓度在62.2 ~ 98.1 mg/L之间,MBR的出水COD浓度在16.1 ~ 39.6 mg/L之间,氧化沟对COD的去除率为71.4% ~ 82.3%,一体化装置对COD的去除率为88.2% ~ 95.7%。另外,氧化沟和MBR出水BOD₅浓度分别为21.3 ~ 51.2、2.1 ~ 9.9 mg/L,氧化沟对BOD₅的去除率为77.4% ~ 88.9%,一体化装置对BOD₅的去除率为95.4% ~ 98.7%。当装置运行至第30和60天进行排泥时,虽然氧化沟对COD和BOD₅的去除效果有所下降,但是MBR池超高的活性污泥浓度,保证了该装置的出水COD和BOD₅浓度稳定优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级A标准。

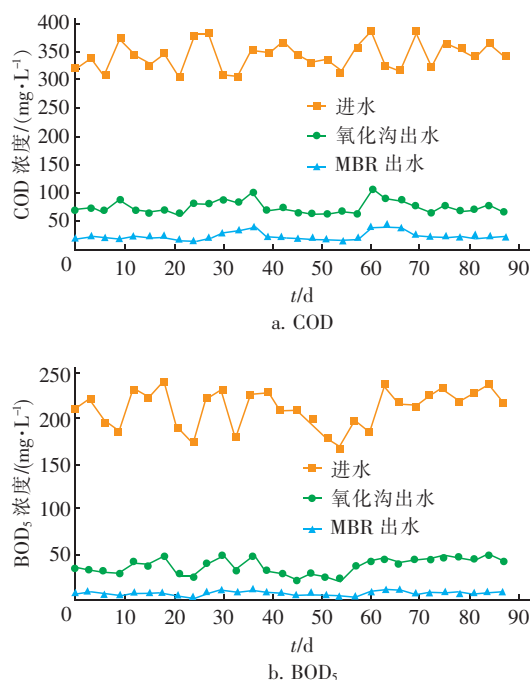


图2 COD和BOD₅的去除效果

Fig. 2 Removal efficiency of COD and BOD₅

2.2 对氮的去除效果

试验期间装置对NH₄⁺-N和TN的去除效果如图3所示。可知,氧化沟/MBR一体化装置具有良好的脱氮效果,出水TN和NH₄⁺-N浓度可稳定达到一级A标准。氧化沟和MBR的出水NH₄⁺-N浓度分别为4.3 ~ 9.7、1.6 ~ 4.6 mg/L,出水TN浓度分别为9.3 ~ 17.3、3.5 ~ 10.4 mg/L,氧化沟对氨氮和TN的去除率分别为68.1% ~ 83.8%、64.5% ~ 74.3%,装置对NH₄⁺-N和TN的去除率分别为81.7% ~ 94.4%、78.1% ~ 90.3%。当污泥外排时,

虽然氧化沟和 MBR 对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 和 TN 的去除效果均有所下降,但装置出水 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 和 TN 浓度仍能稳定在一级 A 标准限值以下。

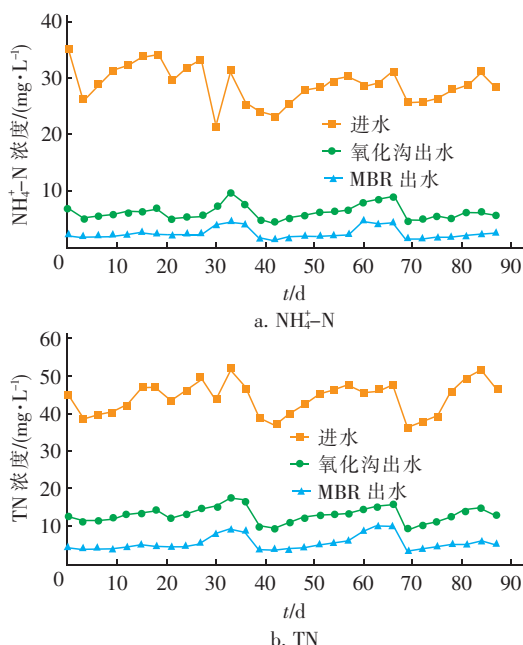


图 3 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 和 TN 的去除效果

Fig. 3 Removal efficiency of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ and TN

通常认为 BOD_5/TN 值 >4 代表污水中有足够的碳源来进行反硝化作用。本研究进水 BOD_5/TN 平均值为 4.9, 满足反硝化所需碳源。水质监测结果显示,氧化沟是主要的脱氮单元,氧化沟好氧段的硝化液以及 MBR 池回流液中富含大量硝酸根和亚硝酸根的硝化液,可以在氧化沟的缺氧段进行反硝化反应。MBR 池也具有部分脱氮的作用,一种可能是因为超高的活性污泥浓度使得底部的污泥溶解氧含量较低,具有发生同步硝化反硝化的条件,Fu 等人的研究也表明,在低氧条件下好氧区也具备发生同步硝化反硝化的条件^[3];另外也可能是由于 MBR 高效的截留作用使得污水中颗粒态和胶体态的 TN 被膜丝截留所致。

2.3 对 TP 的去除效果

试验期间装置对 TP 的去除效果如图 4 所示。可知,在进水 TP 浓度为 (4.5 ± 0.7) mg/L 的条件下,氧化沟出水 TP 浓度为 2.3 ~ 3.6 mg/L,MBR 出水 TP 浓度为 0.5 ~ 1.2 mg/L,氧化沟对 TP 的去除率为 31.0% ~ 35.7%,一体化装置对 TP 的去除率为 80.0% ~ 87.8%。通常认为 BOD_5/TP 值 >17 代

表污水中有足够的碳源来进行生物除磷作用。本研究进水 BOD_5/TP 平均值为 48.7, 满足生物除磷所需的碳源。虽然在该一体化装置中并没有设置厌氧段,但在氧化沟和 MBR 池中均发生了生物除磷作用,这种现象在很多研究中也得到了证实^[3-5]。与氧化沟相比,MBR 对 TP 的去除效果更好,除了聚磷菌的好氧吸磷作用外,MBR 池高效的截留作用也使得污水中颗粒态和胶体态的 TP 被膜丝截留而去除。总体而言,一体化装置的出水 TP 浓度可以稳定达到一级 B 标准,但不能稳定达到一级 A 标准,需投加化学药剂辅助除磷。

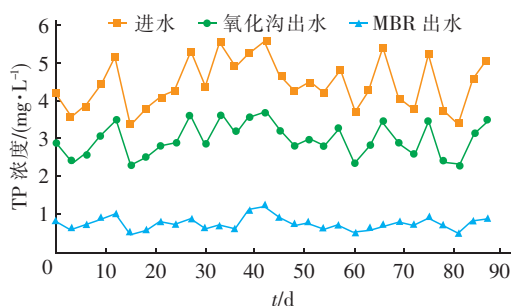


图 4 TP 的去除效果

Fig. 4 Removal efficiency of TP

试验中选择了两种药剂即 FeSO_4 和聚合氯化铝 (PAC) 分别进行化学除磷,药剂投加系数取 1.5,实际投药量为 8.5 ~ 15 mg/L,投药点为膜池。水质检测结果显示,投加 FeSO_4 后,装置对 TP 的去除率为 92.9% ~ 97.4%;而投加 PAC 后,装置对 TP 的去除率为 89.7% ~ 94.7%,说明 FeSO_4 的除磷效果较 PAC 要好。当投加 FeSO_4 时,装置出水 TP 平均浓度为 0.2 mg/L,明显优于一级 A 标准。

3 结论

采用氧化沟与 MBR 工艺相结合而成的新型一体化装置来处理大理某村镇的生活污水(规模为 $100 \text{ m}^3/\text{d}$),结果表明,在约 3 个月的连续运行中,该装置对 COD、 BOD_5 、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、TN 和 TP 的去除率分别 88.2% ~ 95.7%、95.4% ~ 98.7%、81.7% ~ 94.4%、78.1% ~ 90.3% 和 80.0% ~ 87.8%,出水中除 TP 浓度仅能达到国家一级 B 标准外,其他指标均优于国家一级 A 标准。通过向膜池中投加 FeSO_4 或 PAC 进行化学辅助除磷,均可使出水 TP 浓度稳定达到国家一级 A 标准,但 FeSO_4 的化学除磷效果更佳。

(下转第 100 页)