

生物转膜分散式污水处理技术在农村的应用

张科,肖波,李永强,王吉白

(四川环能德美科技股份有限公司,四川成都 610045)

摘要:针对农村分散式或中小水量污水处理现状,采用分散式生物转膜污水处理(BIOTM)技术进行农村污水处理。结果表明,以自动充氧式生物转膜一体化设备为核心,以低投资费用、低运行费用、操作维护管理简单、处理效果高效稳定为目标的分散式生物转膜污水处理(BIOTM)技术,在农村村镇(小区)生活污水治理工程中运行效果良好。

关键词:村镇污水;分散式处理;生物转膜;BIOTM

中图分类号:X703

文献标志码:A

文章编号:1004-6933(2016)S1-0098-04

1 农村分散式污水处理现状

中国农村地区生活污水的排放呈现出排放量大且集中排放的发展态势,农村地区的生活污水已成为各流域水体的主要污染源之一。然而目前村镇地区的水污染治理工作尚处于起步阶段,村镇地区水污染治理投资少,生活污水处理率低,生活污水多未经过处理而直接排放,导致水体污染严重。我国农村分布广,各村人口相差较大,多则上千户,少则几十户,而且污水日变化系数大,日污水流量不连续。农村地形复杂,布局分散,增加了污水收集处理的难度,而且污水在运送过程中还会发生跑、冒、渗、漏现象,对管网沿线的土壤与水体造成二次污染^[1]。不同地域的农村污水排量也有很大差异,北方农村人均污水排放标准低于南方。即使同一地区的农村污水流量,日变化波动也较大,季节性变化更为明显^[2]。

由于我国多数农村没有污水收集系统,只采用明渠和自然沟排放污水,居民洗衣、洗菜污水直接泼洒地面,因此大部分生活污水渗入土壤中,而由排水沟渠能收集到的污水少之又少^[3]。由于该污水中含有大量的有机物及N、P等元素,排入水体后,会引起水体中叶绿素a的含量呈现出数量级的上升,导致水体中的藻类大量繁殖,引发富营养化现象,造成受纳水体的水质恶化,严重影响了农村地区的生态环境,并对当地居民饮用水安全构成威胁^[4]。据2005年对全国部分农村的调查显示,96%的农村没有污水处理及收集系统,80%的村庄垃圾堆放在路

边甚至水源地、泄洪槽及水塘边,这严重危害饮用水源安全,影响居民身体健康^[5]。

我国农村人口基数庞大,大部分村庄远离城镇,且相对独立、人口规模小、居住密度低,适宜采用分散处理的方式进行污水治理^[6]。相对而言,农村经济发展水平相对较低,污水分散处理,用户种类单一,进水流量往往不连续且波动性较大,污染物组成相对简单。针对这些特征,分散式污水处理往往在经济性、操作简便性、抗冲击性等方面有更高的要求。

2 农村分散式污水处理技术发展状况

据文献^[7]记载,国内现有的适用于污水分散处理的主要技术主要分为初级处理工艺和主体处理工艺。其中,初级处理工艺包括化粪池、初沉池、Imhoff池,主要用于部分去除SS;主体处理工艺包括人工湿地、稳定塘、曝气池、生物滤池、膜反应器、一体化设备等,以及快速渗滤处理^[8]结合生态治理法等,主要用于去除COD、SS或N、P。各种具体技术的优缺点比较^[9-21]见表1。

总的来说,一体化设备较之分离式系统,建造方便,投入使用快,见效快,节省占地面积,但是缺少灵活性,维修相对麻烦。厌氧技术在一定条件下比好氧技术节能,但是由于单独使用厌氧技术的出水水质达不到国家规定的二级排放标准,所以此处没有提及。自然系统相对人工系统造价低,运行管理方便,能耗低,但是受气候条件和土地面积的限制,并且出水水质不如人工系统。在自然系统中土壤系统

表 1 污水分散处理技术的比较

方法	对污染物的去除效果			能否除氮、磷	抗冲击性能	运行管理方便	节能	中水回用	污泥减量	占地需求	其他限制因素
	BOD ₅	SS	病原体								
延时曝气	好	好	好	否	✓✓				✓	较小	温度
氧化沟	好	好	好	是	✓✓				✓	一般	
SBR	好	好	好	是	✓				✓	较小	
接触氧化	好	好	好	可除 NH ₃ -N	✓	✓	有一些			一般	
曝气生物滤池	好	好	好	是	✓		✓			一般	
MBR	很好	很好	很好	决定于工艺配置	✓			✓✓	✓	很小	
稳定塘	一般	一般	好	兼性塘有一定去除效果		✓	✓			较大	温度
人工湿地	一般	较好	好	否		✓	✓			较大	土地面积
慢速砂滤	好	好	一般	去除效果不稳定	有一些	✓	✓			较大	滤料性质、土地面积
地表漫流	较好	很好	不好	除磷效果好		✓	✓		✓	较大	温度、湿度、坡度
净化槽	好	好	好	是	✓			✓		小	
沼气净化池	较好	较好	较好	否		✓	✓		✓	很小	
一体化设备	好	好	好	是				✓	✓	很小	

较之水体系统去除污染效果好,可靠性强。在人工系统中,MBR 较之传统工艺出水水质好,污水可再生回用,占地面积小,但是运行管理费用高。在传统工艺中,与以活性污泥法、氧化沟和 SBR 为代表的悬浮生长生物系统相比,附着生长生物系统(如生物膜法和曝气生物滤池)污泥产量少,系统结构简单,但是出水水质不稳定且会有臭味问题^[22]。

这些传统工艺投资费用大、运行费用高、操作维护较复杂,在农村地区应用限制较多,推广较困难。目前,针对我国村镇社会发展状况和管理水平,以及污水水质、水量特点的分散式污水治理技术,其开发与应用依然滞后,适应不了我国新农村建设的需要。

3 生物转膜(BIOTM) 分散式污水处理技术

3.1 自动充氧式生物转膜污水处理一体化设备

针对中小水量或分散式污水处理的现状,分散式生物转膜污水处理(BIOTM) 技术被采用。该技术以自动充氧式生物转膜一体化处理设备(图 1) 为核心,而自动充氧式生物转膜一体化处理设备通过筛选新型改良生物载体材质及表面预处理技术,实现微生物挂膜性能、抗冲击负荷能力、载体表面性能及脱膜效果大幅度提升。新型旋转式高效生物膜结构和组装模式(图 2),可确保在水质水量波动大的工况条件下,无需外部供氧装置仍然能够保证出水水质。自动充氧式生物转膜一体化处理设备有效挂膜面积为相同尺寸的生物转盘或其他生物膜法的 3 ~ 5 倍,能实现良好的生物富积效应,生物量高达 7000 ~ 10000 mg/L,处理负荷为传统工艺的 2 ~ 3

倍。

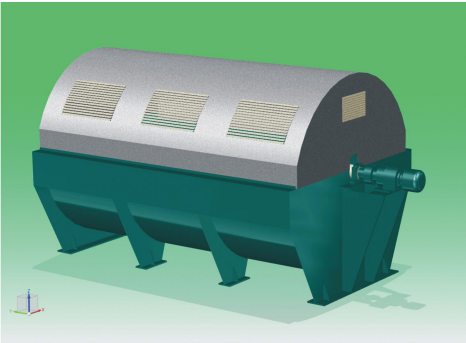


图 1 生物转膜污水处理一体化设备



图 2 生物膜形态

3.2 生物转膜(BIOTM) 分散式污水处理流程

针对村镇污水处理面临的“波动大、水量小、投资运行费效要求高”特点,四川环能德美科技股份有限公司以自主研发的自动充氧式生物转膜一体化设备为核心,以低投资费用、低运行费用、操作维护管理简单、处理效果高效稳定为目标,为城市区域扩增污水、县镇中小水量污水和农村分散式污水治理量身研发出分散式生物转膜污水处理(BIOTM) 技术。该技术具有高效稳定的特点,能有效去除污水

中的有机物、氮、磷、悬浮物及色度,处理出水可达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)一级标准^[23]。生物转膜(BIOTM)分散式污水处理流程见图3。

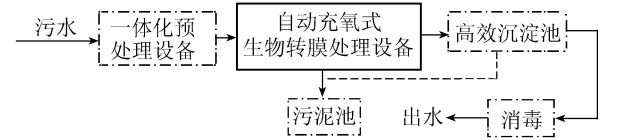


图3 生物转膜(BIOTM)分散式污水技术处理流程

处理流程说明如下:①村镇(小区)分散式污水经污水管网收集后,被输送到生物转膜污水处理(BIOTM)系统,首先在一体化预处理设备中,实现对大固体颗粒物及垃圾的截留和污水的均质调节。②预处理后的污水被提升至自动充氧式生物转膜一体化处理设备,通过微生物净化能力和自然空气充氧,实现好氧/兼氧/厌氧处理的同步进行,有效削减污水中的COD、BOD、NH₃-N、TN、TP等污染指标。③自动充氧式生物转膜一体化处理设备出水自流进入高效沉淀池,进一步去除悬浮物和色度,出水经过消毒达标排放或回用。

4 生物转膜(BIOTM)分散式污水处理技术特点

自动充氧式生物转膜一体化处理设备采用改进创新的材料作为设备的微生物载体填料,具有比表面积大、挂膜速度快、生物量大、微生物种群多、脱膜方便、价格低廉、运输方便等特点,技术经济性价比高。新型旋转式高效生物膜结构和组装模式,有利于转膜运作过程生物膜与污水及空气的间歇接触中的氧气及能源物质的传递,且装配方便,操作简单,利于填料的后期维护和更换。生物转膜(BIOTM)技术与传统处理工艺的经济技术对比见表2。

表2 生物转膜(BIOTM)技术与传统工艺的经济技术对比

序号	项目	单位	传统工艺	BIOTM	BIOTM的优势
1	占地面积	m ²		节约40%~50%	节约40%~50%
2	污泥浓度	mg/L	2000~4000	7000~10000	微生物富积效应明显
3	吨水电耗	kW/h		<0.12	自动充氧式生物转膜设备吨水电耗<0.12kW/h
4	产泥量			少	剩余污泥量减少30%~50%
5	操作管理		较复杂	简单	可实现分散式处理与集成化管理结合
6	运行维护		较复杂	简单	采用自动充氧式处理设备,故障点少,维护简单

生物转膜(BIOTM)分散式污水处理技术的主

要特点如下:①适应性强,广泛适应于各种场所的污水分散点源,如,生活小区污水处理、农村污水处理、企事业单位和院校生活污水处理等。②一体化设备为模块化设计,组合方便,根据水量现场布置简单,且占地面积小,建设费用省,运行能耗低,操作简单。③系统启动快,可实现自动化操作,调试周期短,耐冲击能力强,运行稳定。④停留时间短,生化处理部分停留时间仅为1~2h。⑤产泥量少,节约污泥处理处置费用。⑥管理维护简单,不需要专业技术人员操作管理,且无气味、噪音小,无二次污染产生。

5 生物转膜(BIOTM)分散式污水处理技术的应用效果

成都某农民聚居点(新村)现有居住人口1012人,每天生活污水排放量约为200m³。选用生物转膜(BIOTM)技术设备对该小区生活污水进行处理,处理工艺流程为“预处理-自动充氧式生物处理设备-沉淀-消毒”,处理出水稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918—2002一级A标准,出水部分回用于聚居点内部绿化及道路清洗,部分用于附近农田灌溉。处理工艺流程见图4。

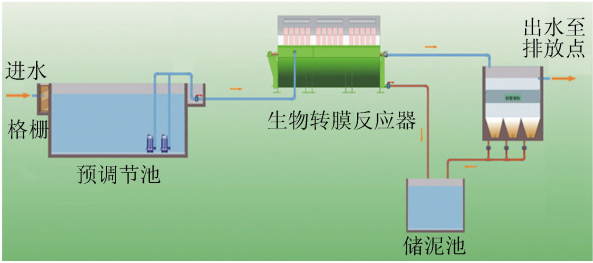


图4 200 m³/d 生活污水处理工艺流程

小区生活污水经过管网收集后进入生物转膜(BIOTM)污水处理系统,首先通过格栅将粗大固体颗粒物和垃圾进行截留后进入调节池,以保证污水的均质调节,然后提升至自动充氧式生物转膜污水处理设备,同步进行好氧/兼氧/厌氧处理,实现对污水中的碳有机物、氮污染物和磷营养盐的有效削减,出水进入高效沉淀池,进一步去除悬浮物和色度,沉淀池出水经过消毒后达标排放或回用。

生物转膜(BIOTM)分散式污水处理技术的运行效果见图5。

从图5可以看出,对COD、NH₃-N、TP、浊度的去除率分别为81.07%、78.13%、79.57%、89.6%,出水COD、NH₃-N、TP、浊度平均分别为:47.09mg/L、7.99mg/L、0.63mg/L、5.3mg/L;出水主要指标稳定达到GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级标准,可用于农田灌溉、绿化、路面清洗等。

农民新村生活污水治理项目自调试运行以来,

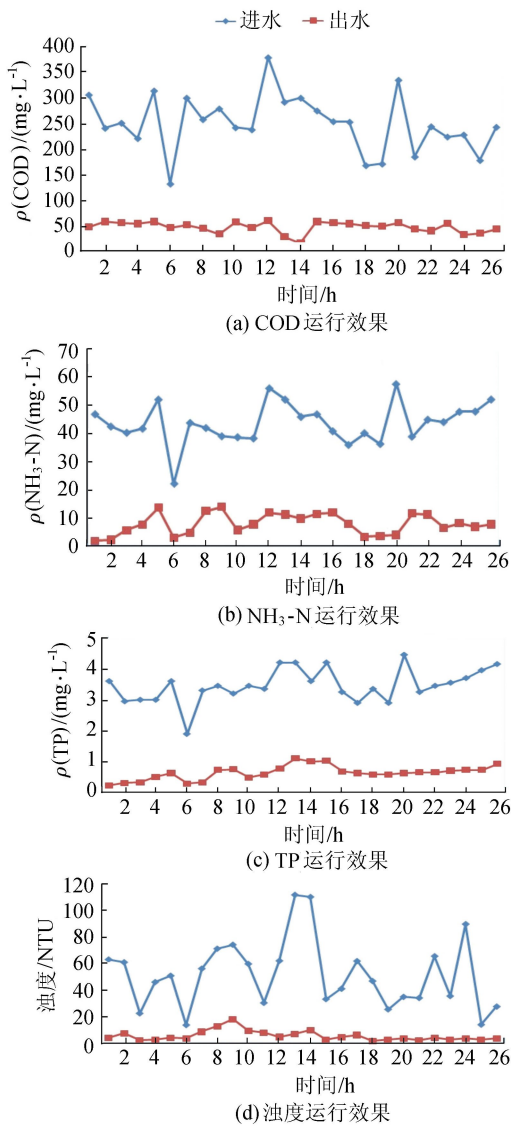


图5 运行效果

一直正常运行,出水水质满足设计标准,运行噪声小、无不良气味等二次污染,减少了小区的排污和污染,有效解决生活污水水质对周围环境带来的污染问题,为新农村建设提供了良好的示范效应。

6 结 语

生物转膜 (BIOTM) 分散式污水处理技术具有低投资费用、低运行费用、操作维护管理简单、处理效果高效稳定等特点,适应村镇分散式污水及县镇中小水量污水处理面临的“波动大、水量小、投资运行费效比高”的要求。工程实践证明生物转膜 (BIOTM) 分散式污水处理技术能有效削减污水中的 COD、NH₃-N、TP、浊度等污水指标,出水可到达 GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级标准,为新农村建设提供了良好的示范效应。

参考文献:

[1] 贾静,傅大放,马强,等. 苏南农村地区分散式污水的处

理与回用[J]. 中国给水排水,2007,23(6):31-34.
 [2] 王庆永. 农村污水处理现状及处理模式探讨[J]. 农技服务,2009,26(3):141-142.
 [3] 彭举威,汪诚文,付宏祥,等. 分散农村污水处理模式分析[J]. 环境与可持续发展,2010,35(1):28-30.
 [4] WANG M, WEBBER M, BARNETT B F. Rural industries and water pollution in China[J]. Journal of Environmental Management,2008,86(4):648-659
 [5] 谢良林,黄翔峰,刘佳,等. 北方地区农村污水治理技术评述[J]. 安徽农业科学,2008,36(19):8267-8269.
 [6] 范彬,武洁玮,刘超,等. 美国和日本乡村污水治理的组织管理与启示[J]. 中国给水排水,2009,25(10):6-10.
 [7] 钱海燕,陈葵,戴星照,等. 农村生活污水分散式研究现状及技术探讨[J]. 中国农学通报,2014(33):176-180.
 [8] 张增胜,杨耀芳,徐功娣,等. 农村生活污水分散处理技术研究进展[J]. 污染防治技术,2008,21(6):65-67.
 [9] 马悠怡. 小城镇污水处理实用工艺分析[J]. 环境保护科学,2006,32(6):44-46.
 [10] 杨鲁豫,王琳,王宝贞. 适宜中小城镇的水污染控制技术[J]. 中国给水排水,2001,17(1):23-25.
 [11] 王志标,王涛. 小区分散式废水处理技术发展现状[J]. 环境工程设计,2006,11(4):58-61.
 [12] HO G. Technology for sustainability: The role of onsite, small and community scale technology [J]. Water Sci Technol,2005,51(10):15-20.
 [13] GREEN W,HO G. Small scale sanitation technologies[J]. Water Sci Technol,2005,51(10):29-38.
 [14] TAYLER J P A K. Decentralized wastewater management In peri-urban areas in low-income countries [J]. Environ Urbaniza,2003,15(1):74-90.
 [15] HELLSTROM D, JONSSON L. Evaluation of small wastewater Treatment systems [J]. Water Sci Technol, 2004,48(11/12):61-68.
 [16] ALEMANY J,COMAS J,TURON C,et al. Evaluating the ap-plication of a decision support system in identifying ade-quatewaste water treatment for small communities. A case study:The Fluvia River Basin [J]. Water Sci Technol,2005,51(10):179-186.
 [17] 王然. 生活污水分散处理技术的进展[J]. 生物加工过程,2007,5(2):1-5.
 [18] 全向春,杨志峰,汤茜. 生活污水分散处理技术的应用现状[J]. 中国给水排水,2005,21(4):24-27.
 [19] 张真真,王龙,姜瑞雪. 小城镇污水处理实用技术研究 [J]. 水科学与工程技术,2006(6):48-50.
 [20] 荆肇乾,吕锡武. 小型污水处理工艺及其应用展望[J]. 江苏环境科技,2002,15(3):33-35.
 [21] 刘霞,陈洪斌. 村镇及小区污水的生态处理技术[J]. 中国给水排水,2003,19(12):32-35.
 [22] 齐瑶,常杪,小城镇和农村生活污水分散处理的适用技术[J]. 中国给水排水,2008,24(18):24-27.
 [23] 国家环境保护总局. GB18918—2002 城镇污水处理厂排放标准[S]. 北京:中国环境出版社,2003.

(收稿日期:2016-12-03 编辑:彭桃英)