

# 新型农村污水处理技术的适用性分析

张翠荣<sup>1</sup> 王晓苗<sup>2</sup>

(1. 菏泽市东鱼河流域工程管理处, 山东 菏泽 274000;  
2. 北京化工大学, 北京 100029)

**【摘要】** 根据当前农村水污染现状及农村生活污水排放的特点, 本文归纳了几种新型农村污水处理技术并对其可行性进行分析, 对农村污水治理提出了相应的建议和对策。

**【关键词】** 农村污水; 处理技术; 适用性

中图分类号: TV213.4

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2017)06-0018-05

## Analysis on applicability of novel rural sewage treatment technology

ZHANG Cuirong<sup>1</sup> WANG Xiaomiao<sup>2</sup>

(1. Heze Dongyu River Basin Engineering Management Office, Heze 274000, China;  
2. Beijing Chemical Industry University, Beijing 100029, China)

**Abstract:** In the paper, several novel rural sewage treatment technologies are summarized and analyzed, the feasibility is analyzed, and corresponding suggestions and countermeasures are proposed for sewage treatment in rural areas according to current situation of rural water pollution and characteristics of rural domestic sewage discharge.

**Key words:** rural sewage; processing technology; applicability

我国大多数农村没有排水管网和污水处理设施, 农村生活污水随意排放, 造成环境污染, 影响居民的生存环境和身体健康, 制约农村经济健康可持续发展。不同于城市, 农村污水在水质水量以及收集等方面有其自身的特点, 因此必须根据农村实际情况, 综合考虑每种技术的适用性选择污水处理方式。

## 1 农村污水处理特点

### 1.1 水质特点

生活废水是农村污水的主要来源, 各种污染物浓度相对较低, 其成分包含有机物、氮、磷及悬浮物等污染物, 基本不含重金属和有毒物质, 此外还包括一些

细菌、病毒、寄生虫等, 可生化性好<sup>[1]</sup>; 厕所排放的污水水质较差, 但可以进入化粪池用作肥料; 不同地区生活习惯习俗、经济发展状况和发展潜力对水质有较大影响。

### 1.2 水量特点

农村居民居住分散, 水量较小; 居民生活很有规律, 具有早中晚不同时段相对集中排放的特点, 而其他时间的排放量小, 特别是夜间, 还可能发生断流现象, 水量变化系数大<sup>[2]</sup>; 水量受村镇的人口规模、生活条件(给排水系统、水资源利用方式等)以及生活习惯等因素直接影响<sup>[2-3]</sup>。

### 1.3 收集处理难度

我国农村污水处理难主要受以下几个因素的影响<sup>[4]</sup>:不同地区经济发展水平差异较大,经济承受能力不同;农民知识文化水平普遍不高,缺乏技术人员;污水成分复杂,且各种污染物浓度相对较低,波动性很大,难以正确评估生活污水的污染负荷及其昼夜、季节性变化;不同地区自然生态条件(温度、雨量等)不同,对处理工艺的选择有影响。

### 1.4 农村污水处理现状

目前,我国农村污水处理模式主要包含两种:分散处理模式和集中处理模式。大多农村采用的是城镇的排放标准,缺乏针对农村特点的排放标准。农村污水处理得不到有效解决,主要原因是:资金短缺;污水处理技术的局限性;村民环保意识薄弱;相应政策以及监管不足等。

## 2 不同农村污水处理技术特点

本文分析介绍了八种新型农村污水治理技术。

### 2.1 分散处理模式

分散式处理主要是针对广大农村以及偏远地区,受自然及排水收集管网缺乏的影响而采用的农村污水处理模式。其出水水质稳定,水资源回用可以缓解用水紧张;施工简单,节约管网建设,运行管理维护费用低,投资少;可以结合当地自然条件、经济水平、人口规模等灵活选取合适的处理技术。但分散处理技术日常运行做不到统一管理;总占地面积相对较大(净化槽除外),在人口密度大、用地紧张的农村难以推广。

### 2.2 快速渗滤土地处理系统

快速渗滤土地处理系统(RI系统)是将污水有控制地投配到具有良好渗滤性能的土壤系统中,污水在向下渗透过程中由于生物氧化、硝化、反硝化、过滤、沉淀、氧化和还原等一系列作用而得到净化的一种污水土地处理工艺,如图1所示。RI系统对COD、SS、TN和TP有着较高的去除率;具有较高的水力负荷,处理

效果稳定;可充分利用当地地形,选择不适于耕作的土坡、荒山、废弃河道等作为处理场地,投资少;管理方便,运行维护费用低,可以节省人力物力,适用于缺乏资金和专业技术人员的村镇;RI系统启动时间短,能够快速投入使用。但RI系统占地面积大,在土地资源较紧张的农村地区难以推广;RI系统受气候影响较大,寒冷地区由于微生物活性低导致处理效果大大降低,在一定程度上限制了其在北方地区的应用。

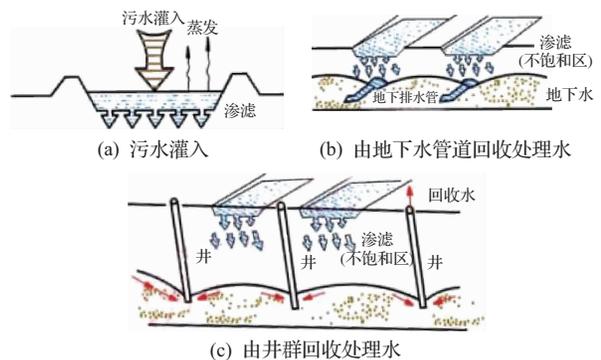


图1 RI系统处理工艺

### 2.3 膜生物反应器

膜生物反应器(MBR),是将膜分离技术和污水生物处理技术有机结合而形成的新型高效污水生物处理工艺。MBR主要由生物反应器和膜组件两个单元设备组成,如图2所示。

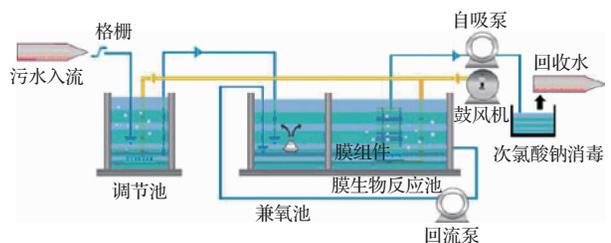


图2 MBR污水处理工艺

膜分离技术生化效率高,出水水质好,可以满足大部分的回用水标准要求,如:农田灌溉用水水质标准;反应室内微生物浓度高,抗负荷冲击能力强,且不受场所和气候的限制;流程简单,结构紧凑,占地面积小,节省用地;流程简短,模块化设计,易实现自动化控制;启动快,运行稳定。同时MBR也存在膜组件费用昂贵、

膜污染、膜驱动压力以及曝气导致的能耗高等问题,不利于 MBR 的推广应用。

### 2.4 改进生态塘处理技术

改进生态塘处理技术是在保持生态塘本身优点的基础上对其进行改进,如图 3 所示。改进生态塘处理技术具有更高的污水处理效率,其出水可作为中水回用;抗冲击负荷能力强,由于曝气的强制表面循环作用,使其在寒冷条件下能够正常运转;占地面积减少;污泥量少,二次污染小;此外在生态塘中还可以养鱼,集污水处理、美化环境、经济效益于一体。但改进的生态塘具有更深的塘深,其投资高,工程难度较大,运行过程中需要曝气,能量消耗较大。

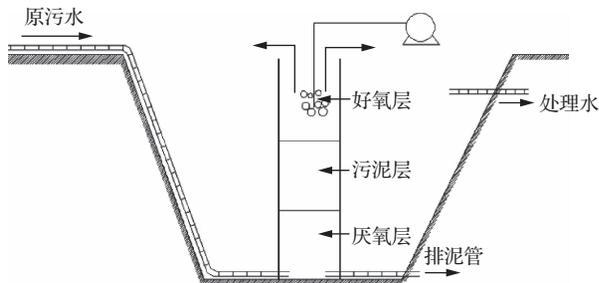


图 3 改进生态塘处理工艺

### 2.5 湿地处理技术

湿地处理系统分为自然和人工湿地处理系统。自然湿地处理系统主要是利用农村特有的荒地、沼泽池、废塘、洼地以及农田灌溉渠道等组成湿地。湿地处理技术出水水质好且能脱氮除磷;可以根据农村地形建造,结构简单,基建费用低,运行维护简单;耐冲击负荷能力强;可提供间接效益。湿地处理系统也存在很多问题,比如占地面积较大,易受病虫害及气候的影响,易堵塞,湿地系统成熟过程需要很长的时间,启动时间长。

### 2.6 一体化 A/O 处理技术

A/O 工艺是污水处理中最常用的工艺,也是应用最广泛的脱氮工艺。一体化 A/O 处理技术将固定膜及活性泥结合,其工艺流程为原水→一体化 A/O 处理→出水排放。如图 4 所示,污水进入处理系统,在初沉

池进行初步自然分离与沉淀(必要时可安装格栅过滤),远程安装于地面的低噪声曝气鼓风机对系统进行曝气,污水以一定的流速流经被浸没的膜介质(填料),在膜介质(填料)上形成生物膜,通过微生物的新陈代谢,污染物得以去除,污水经处理后,透明无臭的水可按照标准或更高的要求进行直接或进一步处理。

处理效果高,可大大降低污水中的有害污染物及氮,出水可达到一级 A 标准;固定的膜介质提供了一个高比表面积,以便在低、中及高负荷运作时都能维持良好的微生物增殖,耐冲击负荷能力强;受气候影响小;占地面积小;安装、维护便捷,只需定期清理鼓风机中的空气过滤网即可;污泥产生量少,二次污染小;运行管理成本低;使用寿命长。但该处理技术投资较高,曝气带来的能耗也较高。



图 4 一体化 A/O 处理工艺

### 2.7 传统地理式处理技术

地理式生活污水处理技术是指将污水处理系统的主体构筑物完全或基本埋在地下的污水处理技术。地理式处理技术分为无动力和有动力处理技术。无动力地理式污水处理技术受气候影响小;没有动力消耗,无须运行费用,管理维护技术水平要求低,不需要专人管理;占地面积小;对周围环境影响小。但无动力地理式污水处理技术存在很多问题:水力停留时间短,处理效果不理想;对大水量冲击敏感,耐冲击负荷小;挖掘施工及大量使用建材,尤其对于北方,要使其在最大冻土层以下,因而增加投资。

## 2.8 生物转盘处理技术

生物转盘技术作为生物膜法处理工艺的一种,在污水处理方面有着广泛的应用。生物转盘法微生物浓度高,处理效果好;设备构造简单,无曝气和污泥回流装置,能耗低,操作管理方便;可以实现一体化设计;无泡沫和污泥膨胀问题。但也存在如下缺点:占地面积相对较大;生物膜易脱落,寒冷地区需做保温处理,水力停留时间短,耐冲击负荷能力不强。

## 3 不同农村污水处理技术的适用性分析

我国幅员辽阔,地形和气候条件复杂,地理环境差异较大,且不同地区的生活习惯、经济发展程度和发展潜力都不同,因此要因地制宜选择合适的污水处理工艺。

### 3.1 出水水质

MBR、RI 系统、改进生态塘、人工湿地以及一体化 A/O 处理等技术的出水达一级 A 标准,可作为中水回用,特别是分散处理中的净化槽处理后其出水可作为高级回用,因此适用于环境较敏感地区和水资源短缺地区,如西部和北方地区,可以缓解用水紧张,保护水生态环境。

### 3.2 运行稳定性

污水处理的运行稳定性非常重要,净化槽、MBR、改进生态塘、一体化 A/O 等处理技术耐冲击负荷能力强、受气候影响小,运行稳定性好。而 RI 系统、湿地处理以及生物转盘处理技术容易受气候影响,微生物在寒冷条件下活性降低,生物转盘难以挂膜,处理效果下降,因此在北方地区应用受限。无动力地埋式污水处理虽然受气候影响小,但容易受水量冲击影响,耐冲击负荷能力小,不适用于水量水质波动较大的地区。

### 3.3 投资运行费用

污水处理工艺能否得到应用与投资运行费用高低息息相关。在经济欠发达地区,如西部,要求所选用的污水投资省,运行费用低。RI 系统和湿地处理技术管

理方便,可以利用当地的地理条件,投资运行费用低。在北方如果应用传统地埋式处理技术,需要建在最大冻土层以下,投资相对增加,但基本不需要运行费用。

### 3.4 占地面积

不同地区人口聚集程度不同,可利用的空地也不一样。对于 RI 系统、湿地处理技术要求有较大的可用土地;改进生态塘和生物转盘处理技术占地面积相对较小;而净化槽 MBR、一体化 A/O 以及传统地埋式污水处理技术占地更小,适合于用地紧张地区。

### 3.5 模块化建设

模块化处理在将来的污水处理中有着巨大的发展前景,在本文所述的八种处理技术中,反应槽、MBR、一体化 A/O、生物转盘等污水处理技术可以实现模块化,节约空间,搬运拆装灵活,有效缓解排水管网建设的压力,可以快速适应农村发展。

### 3.6 启动速度

污水处理系统的启动时间关系到其是否能快速投入使用,在处理过程中,经常存在更换部件等问题,因此启动时间的长短对处理工艺的选用也至关重要。RI 系统净化槽启动后可立即发挥作用,MBR 在很短时间就能运行稳定,出水达标。一体化 A/O、改进生态塘、传统地埋式以及生物转盘处理技术等需要微生物生长繁殖到一定阶段才能发挥良好的净化作用,启动时间长。

### 3.7 经济发达程度

经济发达地区能够承担较高的投资运行费用,能配置专业技术人员负责运行管理,可以选择处理效果好、占地小的工艺,如净化槽、MBR 和一体化 A/O 处理技术等。RI 系统、湿地处理以及传统地埋处理技术则适用于经济基础薄弱、排水管网尚不完善、缺乏操作管理人员的地区。生物转盘和改进生态塘处理技术则受经济发达程度影响较小。

新型农村污水处理技术的可行性分析见下页表。

新型农村污水处理技术的可行性分析表

对比项目	RI 系统	MBR	改进生态塘处理	湿地处理	一体化 A/O 处理	传统地埋式	生物转盘处理	分散处理模式
出水水质	一级 A	一级 A	一级 A	一级 A	一级 A	二级标准	一级 B	大部分到一级
运行稳定性	不稳定	稳定	稳定	不稳定	稳定	较不稳定	较稳定	较不稳定
投资运行费用	低	高	高	低	高	低	较低	较低
占地	大	小	较小	大	小	小	较小	较大
是否模块化	否	是	否	否	是	否	是	否
启动速度	短	短	较长	长	较长	较长	较长	大部分较长
经济发达程度	不发达	发达	都可以	不发达	发达	不发达	都可以	较不发达

#### 4 建议与对策

从政府层面看,政府应该加大对农村污水处理的投资,同时完善相应的法律法规,形成完整、清晰、合理的治理责任体系;从个人层面看,村民对水环境的保护至关重要,要加强环保理念的宣传,增强村民的环保意识;从技术层面看,农村污水处理技术应根据农村具体条件以及相应政策要求,因地制宜选用合适的处理技术。从这些方面出发,推动农村污水治理工作快速、高效、有序进行。◆

(上接第 17 页) 2010—2020 年年均递减率为 0.67%, 2020—2030 年年均递减率为 0.45%。不会对水库的蓄水造成较大的影响。

#### 6 结语

从承德市水资源供需的分析来看,承德市的水资源是紧缺的,并已部分地成为制约经济发展的要素之一。随着水资源开发利用率的提高,水资源开发利用的难度越来越大。因此,建议首先要对现有用水户加强管理,减少污染,达标排放,使水资源最大限度地达到可持续利用。然后就是要合理规划社会经济发展,大力开展节约用水,同时规划兴建相应的蓄水供水工程,合理调度。这样才能使本区的水资源基本满足社会经济发展的需要,也不会对下游京津两大水源地造成过大的影响。◆

#### 参考文献

[1] 王喜峰,周祖昊,贾仰文. 水资源演变研究现状及进展[J].

#### 参考文献

[1] 陈明利,吴晓芙,陈永华,等. 景观性人工湿地污水处理系统构建及植物脱氮效应研究[J]. 环境科学,2010(31)3: 660-666.  
 [2] 钟永梅. 农村生活污水治理的现状分析与对策研究[D]. 杭州:浙江大学,2016.  
 [3] 孙瑞敏. 湖北省农村生活污水水量水质调查与分析[D]. 武汉:武汉理工大学,2010.  
 [4] 叶宏萌. 农村生活污水治理技术模式与进展[J]. 武夷学院学报,2013(2):15-20.  
 [5] 水电能源科学,2010,28(8):20-23.  
 [2] MICHAEL A Rawlins. Characterization of the Spatial and Temporal Variability in Pan-Arctic, Terrestrial Hydrology [D]. Canada:University of New Hampshire,2006.  
 [3] BOULAIN N, CAPPELAERE B, SEGUIS L, et al. Water Balance and Vegetation Change in the Sahe I: A Case Study at the Water shed Scale with an Eco-hydro logical Model[J]. Journal of Arid Envir onments,2009(73):1125-1135.  
 [4] MARK D Tomer, KEITH E Schilling. A Simple Approach to Distinguish Land-use and Climate-change Effects on Watershed Hydrology[J]. Journal of Hydrology,2009(376):24-33.  
 [5] 王苓如,薛联青,王思琪,等. 气候变化条件下洪泽湖以上流域水资源演变趋势[J]. 水资源保护,2015,31(3): 57-62.  
 [6] 仇亚琴,周祖昊,贾仰文,等. 三川河流域水资源演变个例研究[J]. 水科学进展,2006,17(6):865-872.  
 [7] 王启优. 甘肃省近 60 年来水资源演变及趋势预测研究[J]. 气象水文海洋仪器,2008(3):72-78.  
 [8] 承德市统计局. 承德市 2015 年国民经济和社会发展统计公报[R]. 承德:2015.