

# 广东省山区农村生活污水处理技术研究

尹倩婷<sup>1\*</sup>, 丁劲新<sup>2</sup>, 张路路<sup>1</sup>

(1. 广东省环境科学研究院, 广东 广州 510045;

2. 云安县可持续发展实验区工作领导小组办公室, 广东 云浮 527500)

**[摘要]**广东省山区农村生活污水治理工作较为滞后, 面对日益增加的污水来源和有限的财力物力, 选择合适的山区农村生活污水处理技术具有迫切的现实意义。文章通过分析广东省山区农村生活污水特点、经济发展水平等因素, 提出了广东省山区农村生活污水处理工艺选择原则, 并根据不同的人口密度和经济情况提出了三种分散式、低成本、易管理的山区农村生活污水处理工艺方案, 并从技术原理、管理方法和适用范围等方面对三种方案进行了详细分析。

**[关键词]**山区农村地区; 生活污水; 适用技术

**[中图分类号]**X

**[文献标识码]**A

**[文章编号]**1007-1865(2013)03-0114-02

## Study on Mountainous Rural Sewage Treatment Technology in Guangdong Province

Yin Qianting<sup>1\*</sup>, Ding Jingxin<sup>2</sup>, Zhang Lulu<sup>1</sup>

(1. Guangdong Provincial Academy of Environmental Science, Guangzhou 510045;

2. Office of the Leading Group for Yunan Country Sustainable Development Experimental Area, Yunfu 527500, China)

**Abstract:** Mountainous rural sewage treatment in Guangdong Province relatively lagged behind. Because of the increasing sewage and the limited financial and material resources, chosen appropriate mountainous rural sewage treatment technology had the realistic meaning. In the paper, the factors of sewage characteristics and economic development level were researched, and three kinds of dispersed, low cost and easy managed rural sewage treatment processes were proposed according to local conditions. The processes were detailed analyzed via introductions of technical principle, management method and application scope.

**Keywords:** mountainous rural area; sewage; appropriate technology

随着广东省农村人口不断增长, 经济发展规模日益扩大, 生活污水排放量亦迅速增加。由于资金、技术、管理等多方面的原因, 长期以来广东省农村生活污水处理工作进展较为缓慢。截至2008年4月, 广东省农村生活污水处理设施数量总共274处, 仅占全省自然村总数的0.19%<sup>[1]</sup>。近年来, 社会主义新农村建设工作不断推进, 部分经济条件较好的农村修建了生活污水收集系统和处理设施。但粤西、粤北山区农村的生活条件和习惯相对落后, 地形地理条件复杂, 污水收集、处理困难, 加之缺少足够的财力和技术支持, 生活污水治理工作仍较为滞后。本研究根据广东省山区农村的生活污水特征及经济承受能力等情况, 科学选择符合山区农村特点的生活污水处理技术, 为全面开展山区农村水污染防治工作提供技术参考。

### 1 广东省山区农村生活污水特征

广东省山区农村生活污水可分为黑水和灰水。黑水是指水冲式厕所产生的高浓度粪便污水及家庭圈养禽畜产生的粪尿污水。灰水是指厨房炊事、洗衣和洗浴等污水, 以及黑水经化粪池或沼气池处理后的上清液。广东省山区农村生活污水具有以下几点特征:

(1)山区农村人口密度小, 分布受地形地势影响大, 污水排放管网敷设难度大;

(2)与经济条件较好的农村地区相比, 山区农村生活污水的有机物含量较高, 重金属等有毒有害物质含量低, 含一定量的氮、磷营养物质和大量细菌和病原体, 可生化性强;

(3)山区农村人生活污水量都较小, 人均用水量约为70~100/(人·d), 排水量约为50~70 L/(人·d);

(4)生活污水排放与居民生活规律有关, 污水排放呈间歇状态, 在早、中、晚都有一个高峰时段, 水量水质波动大。

结合广东省山区农村地区实际情况, 表1给出了排水水质参考值。

**表1 广东省山区农村生活污水水质参考值**

Tab.1 The reference for water quality of mountainous rural sewage in Guangdong Province

指标	COD <sub>Cr</sub>	SS	NH <sub>3</sub> -N	TP
浓度(mg·L <sup>-1</sup> )	100~400	60~150	5~15	1~3

### 2 农村生活污水排放要求

我国目前还没有专门针对农村污水处理的排放标准, 但应根据不同区域环境敏感度差异以及处理出水用途采用相应的标准, 见表2。

**表2 农村生活污水排放标准**

Tab.2 Emission standard of rural sewage

排水用途	参考标准
直接排放	城镇污水处理厂污染物排放标准 GB18918-2002 广东省地方标准水污染物排放限值 DB44/26-2001
灌溉用水	农田灌溉水质标准 GB5084-2005
渔业用水	渔业水质标准 GB11607-89
景观环境用水	城市污水再生利用景观环境用水水质 GB/T 18921-2002

### 3 广东省山区农村生活污水处理工艺选择

#### 3.1 选择原则

广东省山区农村生活污水治理不能盲目照搬或套用城镇生活污水的处理模式, 应遵循以下选择原则:

(1)因地制宜, 单户与多户处理并存。山区农村人口分布受地形地势影响大, 选择污水处理技术时应根据人口密度和村落地形, 选择单户型或多户型污水处理方案。此外, 山区农村生活污水的收集和输送应充分利用地势起伏, 减少动力消耗。

(2)经济实用, 生物和生态工艺结合。山区农村经济发展水平相对落后, 而且缺乏专业技术管理人员, 宜采用经济合理、成熟可靠、运行维护简便的污水处理技术, 主要以低能耗、厌氧、自然充氧、生态处理为主, 微动力为辅, 提倡采用生物-生态组合处理技术。

(3)卫生条件好, 不产生二次污染。应尽量选择卫生条件好、产生臭味少、不产生二次污染的工艺。可选择兼具生态景观效果的处理工艺, 提高村民的接受程度。

(4)污水处理, 兼顾资源化利用。在实行农村生活污水处理的同时, 应考虑生活污水的资源化利用, 出水尽量实现直接回用于生态用水、绿化用水和灌溉用水。

#### 3.2 建议方案

##### 3.2.1 地理式复合厌氧处理工艺

[收稿日期] 2013-01-06

[基金项目] 山区农村环境综合整治模式及技术研究(2010A030200006)

[作者简介] 尹倩婷(1986-), 女, 广州人, 硕士研究生, 主要从事环境管理与清洁生产技术研究工作。\*为通讯作者。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

厌氧生物处理法无需曝气供氧、剩余污泥产量少，是一种成本较低、管理简便的污水处理技术，能满足农村地区生活污水治理要求。本方案以厌氧生物处理技术为核心工艺，由二级厌氧处理单元串联而成，利用生活污水自流的方式，应用厌氧生物膜技术及推流原理，采用地下厌氧反应器为处理设备对农村生活污水治理，主要工艺流程见图1。根据农户的经济能力和用肥需求，1<sup>#</sup>厌氧处理单元可选用户化粪池或用户沼气池，而2<sup>#</sup>厌氧处理单元一般为厌氧生物接触池。

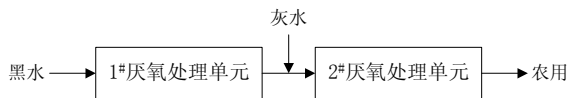


图1 埋地式复合厌氧处理工艺流程

Fig.1 Flow diagram of buried composite anaerobic reactor

1<sup>#</sup>厌氧处理单元的主要功能为沉淀截留水中大部分固体污染物，去除水中病原菌，并对固体污染物和部分溶解性有机污染物进行厌氧降解。为了提高1<sup>#</sup>厌氧处理单元的处理能力，最好实行黑水、灰水分流处理，即粪便污水进入1<sup>#</sup>厌氧处理单元，其余生活污水经管道进入2<sup>#</sup>厌氧处理单元。2<sup>#</sup>厌氧处理单元，即厌氧生物接触池，是通过以填料作为厌氧微生物附着载体强化厌氧处理效果的一种厌氧生物膜技术<sup>[2]</sup>。在厌氧生物接触池中，水中胶体性和溶解性有机污染物被厌氧微生物分解为甲烷和二氧化碳，从而实现污水净化的目的。正常运行时，该工艺对COD和SS的去除率约为50%~70%，但对氮、磷等营养物质基本无去除效果，因此出水不宜直接排放至池塘或河流，应作农用。

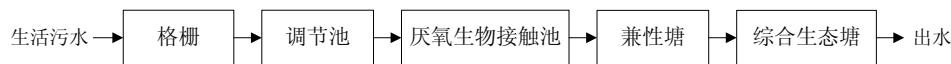


图2 厌氧生物接触池-兼性塘-综合生态塘工艺流程

Fig.2 Flow diagram of anaerobic biological contact reactor - aerobic pond - ecological pond

### 3.2.3 跌水充氧接触氧化池-人工湿地

好氧生物处理是利用好氧(兼性)微生物在有氧气存在的条件下进行生物代谢以降解有机物的方法，具有反应速度较快，散发的臭气较少等优点，是最常用的污水处理技术之一。考虑到农村地区缺乏资金进行设备运行管理和维护，本方案引入了跌水充氧接触氧化技术，并结合人工湿地进行农村生活污水治理，主要工艺流程见图3。

农村生活污水分别流经格栅和调节池后，进入跌水充氧接触氧化池。跌水充氧是一种较为简单并运行费用较低的充氧装置，依据地势或利用微型污水提升泵一次提升污水，随后分级跌落而形成水幕及水滴进行自然充氧，可大幅削减污水生物处理能耗<sup>[4]</sup>。

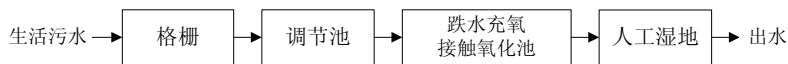


图3 跌水充氧接触氧化池-人工湿地工艺流程

Fig.3 Flow diagram of waterfall aeration contact oxidation reactor - constructed wetland

## 4 结语

加强山区农村生活污水治理工作，积极探索适应山区农村特点的生活污水处理可行方案，对全面提高我省农村环境质量有积极意义。山区农村人口密度分布不均，受地形地势影响大，且发展水平相对落后，缺乏专业技术管理人员，应因地制宜选择具有投资省、技术成熟、管理简单、卫生条件好等特点的生活污水处理工艺。通过分析研究，本文提出了广东省山区农村生活污水处理工艺选择原则，并根据不同的人口密度和经济情况，介绍了三种山区农村生活污水处理工艺建议方案，为我省山区农村生活污水处理提供参考借鉴。

本方案属于小型分散式处理工艺，无设备运行费用，管理维护简便，只需定期需对各单元进行清掏即可，较适于在管理水平较低、处理水量较小、管道敷设难度大的村落或农户应用。采用该工艺处理山区农村生活污水具有一定的可行性。

### 3.2.2 厌氧生物接触池-兼性塘-综合生态塘

生态处理法指运用生态学原理采用工程学手段对污水进行治理与水资源利用相结合的方法<sup>[3]</sup>，具有工艺简单、运行维护简便等优点，适用于农村生活污水处理。但生态处理法的净化速率较低，为了弥补这一缺点，本方案采用“生物+生态”处理模式，将厌氧生物膜技术和稳定塘技术相结合，提高生态处理法的实用性。主要工艺流程见图2。

农村生活污水首先经过格栅预处理和调节池后，进入厌氧生物接触池。生活污水经过厌氧处理后可使其中的悬浮物沉淀，降解部分有机污染物并将难降解有机污染物转化为小分子有机物，减轻后续处理单元的负荷。厌氧生物接触池出水进入兼性塘，利用兼氧微生物对水中有机污染物进一步分解，然后进入综合生态塘。综合生态塘是我单位在传统生态塘的基础上研发的新型生态处理技术，通过制备和投加复合微生物及微生物酶，营造复合微生物、水生植物和水生动物共生的生态系统。复合微生物酶能呈数量级倍数的提高微生物对有机物、氮、磷的去除效率，从而获得良好的除污效果。正常运行时，该工艺出水水质优于《城镇污水处理厂污染物排放标准(GB18918-2002)》二级标准。

本方案属于微动力污水处理工艺，复合微生物及微生物酶间歇投加且投药量较小，运行费用较低，适用于人口相对集中但经济欠发达的村落。山区农村地区在选址建造时，可充分利用村庄自然地势落差，减少动力消耗，进一步降低运行成本。

在跌水充氧接触氧化池中，微生物附着在填料表面生长，能有效去除水中有机污染物，并具有一定的脱氮效果。出水进入人工湿地进行深度处理，水中有机污染物和氮、磷等营养元素在人工湿地内经过滤、吸附、植物吸收及生物降解等作用得以进一步去除。正常运行时，该工艺整体出水水质优于《城镇污水处理厂污染物排放标准(GB18918-2002)》二级标准。

本方案属于多户型分散式处理工艺，适用于人口相对集中并具有一定经济条件的村落。山区农村地区可充分利用地势落差实现跌水充氧，降低运行成本。拥有闲置沟渠的村落可用接触氧化渠代替接触氧化池，充分利用土地资源。

## 参考文献

- [1]凌霄, 杨细平, 陈满, 等. 广东省农村生活污水治理现状调查[J]. 中国给水排水, 2009, 25(8): 8-10.
- [2]马传军, 费庆志, 许芝, 等. 厌氧生物滤池-好氧生物滤池联合处理生活污水[J]. 环境化学, 2007, 26(1): 69-72.
- [3]贾晓亮, 毕东苏, 周雪飞, 等. 农村生活污水生态处理技术研究与应用进展[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(31): 19307-19309.
- [4]吴磊, 吕锡武, 李先宁, 等. 处理农村污水的跌水充氧接触氧化技术设计研究[J]. 安全与环境工程, 2007, 14(3): 33-36.

(本文文献格式: 尹倩婷, 丁劲新, 张路路. 广东省山区农村生活污水处理技术研究[J]. 广东化工, 2013, 40(3): 114-115)