

村镇生活污染控制技术研究

崔志峰, 王凯军, 宋英豪, 王焕升
(北京市环境保护科学研究院, 北京 100037)

摘 要: 村镇污染问题成为造成面源污染的一个重要组成部分, 针对村镇污染物的特点, 提出区别于传统集中式处理生活污水、固体废弃物的控制技术方案, 使村镇污染治理走可持续发展之路。并对村镇污染控制方案的技术特点及其适用形式进行了研究。

关键词: 村镇污染; 控制; 源分离; 分散处理; 循环经济; 厌氧; 湿地

1 概述

党的十六届三中全会提出了“统筹城乡发展”, 其目的是统筹城乡社区和基础设施规划建设, 促进城乡建设一体化。把城乡的居民社区、基础设施和生态环境作为整体进行规划和建设, 着力形成中心城市、县城、中心镇、中心村、居民社区、基础设施、生态环境相配套的规划体系 and 建设格局。是贯彻和落实科学发展观, 构建和谐社会的重要内容。

近年来, 国家连续发行上千亿国债项目改善城市环境, 我国城市污水处理达到举世瞩目的成绩, 城市污水处理率已达 40%, 一些重点城市超过 50%。但是, 随着我国经济水平的迅猛增长, 环境污染的问题也在逐渐增加, 并且有所转移。环境污染正从局部的点源污染扩大至面源污染, 从工业污染扩大到农业、生活的污染, 从城市污染扩展到农村乡镇的污染。从整体水环境质量上看, 并没有得到根本改善, 这都是面源污染造成的。造成面源污染的原因有: 村镇生活污染(包括生活污水和垃圾污染)、农业生产过程污染(农药和化肥污染)和畜禽养殖污染等。其中村镇生活污染逐渐成为主要的污染源。

村镇污染在该面源污染中的重要位置可以从最新的统计数据中看出。农村生活污染对整个流域污染物磷的贡献率达到了 8%, 对氮的贡献率达到了 10%, 城乡结合部面源对污染物的贡献率达到 1/5。而工业和城市生活点源对整个流域污染物磷的贡献率只有 16%, 对氮的贡献率只有 17%, 由此可见包括城乡结合部和农村生活污染的村镇污染对整个流域营养型污染物的贡献率已经超过了工业和城市生活点源污染。因此, 面源污染控制必须把村镇污染的控制放在主要的位置上加以考虑^[1]。

目前, 我国村镇生活污染问题缺乏研究, 没有针对小型村镇污水处理的政策和法规, 也缺乏相关的设计规范和标准。因此加紧修订符合当前和未来我国村镇污染治理的规范法规显得尤为重要。

近年来, 村镇污染日益受到国内外专家的重视。在国外, 对于村镇污水通常利用体积小、操作简便、低成本的装置。比如, 韩国农村农业用水占 53%, 采用湿地污水处理系统, 实现污水处理后的就地利用; 在欧洲应用较多的则是地下潜流系统, 种植有芦苇、菖蒲、香蒲等湿地植物, 此类系统趋向于近 1000 人口当量的乡村级社区二级处理; 根据挪威环境管理局规定, 1 ~ 7 户家庭组成的小型社区可以使用自己的就地处理系统。该系统一般包括化粪池、配水系统和土地渗滤系统。近年来在欧洲和北美开始普遍推广源分散处理技术, 如垃圾分类回收和生态厕所等等。既达到节水和污染治理目的, 又能资源循环利用。厌氧处理从最初的化粪池, 到厌氧消化池, 再到厌氧接触反应器、厌氧滤池、上流式污泥床(UASB)等。人们成功地进行了农业和工业方面的污水处理, 之所以取得成功是因为农业和工业污水水温较高或有机物浓度较高的特点。

在国内，城镇生活污水净化沼气池发展迅速，并逐步形成沼气发酵工艺、装置（池型）、综合利用系列技术以及将这些技术与农业生产技术配套组装起来的能源生态模式。截至 1998 年，全国已经建成农村户用沼气池 688 多万口、大中型沼气工程 748 处、生活污水净化沼气池 49322 处。

1987 年天津市环保所率先在我国建成了第一个占地 6 万 m^2 、日处理量为 0.14 万 m^3 的芦苇湿地工程。由北京环科院设计建造的安丘城市污水湿地处理系统日处理能力为 4 万 m^3 ，胶南城市污水湿地处理系统日处理能力为 8 万 m^3 ；处理生活污水，都取得了不错的效果。

根据国外成功经验以及国内成功技术，解决村镇水环境污染，应以循环经济为基础，分散处理技术为依托。推广生态厕所，减少有机物和营养物流入水体，剩余灰水部分经湿地处理排放。对有机垃圾及粪便等固体垃圾进行堆肥处理后，转化成肥料用于农田，增加经济效益^[2]。

2 村镇生活污染现状分析及问题

自从 1978 年到 2000 年，我国建制镇由 2173 个增加到 20312 个，乡村人口占 63.91%。到 2010 年，全国村镇自来水普及率达 65%，小城镇人均日用水量 180 L（村庄 110 L）。预计 2010 年城镇年废水量可能达到 270 亿吨。如果在小村镇的生活污水处理上投入较少的话，大量污水任意排放，将会造成严重污染。因此解决村镇生活污染的问题迫在眉睫。

由于小村镇污染物量少（100 ~ 4000 m^3/d ），浓度偏低（ $\text{COD} < 300 \text{ mg/L}$ ， $\text{BOD}_5 < 150 \text{ mg/L}$ ），污水的集中收集处理比较困难，需要大量的管道投资费用。村镇生活固体废弃物具有量小，分布面广的特点。垃圾处理处置管理较少，垃圾基本是就地倾倒，经雨水冲刷很容易随雨水汇入地表径流，或渗入地下水体，污染可用水资源。缺少收集装置，部分集中收集但没有最终处理。致使生活环境变差，形成“污水横流，垃圾遍地”的现象。

由于农村和中小型城镇污染量少、浓度低、分布广及变化大的特点，采用集中收集处理的方法，运行费用较高，因此并没有引起管理部门重视。但几年来，村镇经济的飞速发展，人员的流动性加强，特别是一些村镇工业、农业和旅游业的开发，村镇废水和垃圾的量都在急剧增加。如采取传统的控制方法，而现行的控制技术方法存在一些问题。

人们已经开始认识到现代化城市的集中污水处理系统（庞大的下水道收集系统和集中污水处理系统）严重的缺乏可持续性和强抗干扰能力。

首先，城市下水管网有恶臭、城市道路不定期开挖等麻烦问题；

其次，可能导致人排泄物中病原菌通过污水传输过程而在环境中散布；

接着，在暴雨情况下未经处理污水会溢流排入地表水；

同时，集中城市污水处理系统的概念对不间断的能源供应具有很强的依赖性。因此，从本质上讲是一个很脆弱的系统。所以，集中城市污水处理系统同时是一个产生问题的系统，不能代表村镇污染控制的正确方向。

另外，农村和中小型城镇具有人口少、水量小、水质变化大和经济发展水平偏低，经济承受能力弱，可供选择的适用技术范围小等特点。我国村镇污染不能延续城市污水集中收集和处理的旧路，村镇生活污水治理不能完全套用城市生活污水处理的模式，需要积极考虑新型模式可持续发展。

3 村镇生活污染控制方案

根据工业部门已经普遍实践的清洁生产和循环经济的原则，应当遵循废物和废水产生的最小化；避免废水大量传输和集中处理；废水与废物的低投资低能耗就地处理；资源循环利用和回收。具体

村镇生活污染控制的理论指导原则：

- ① 依据分散处理的技术原则^[3]：分散处理系统包括：污水预处理、污水收集、污水处理、出水回用或处置和生物固体管理。为村镇地区提供了污染物控制的有效解决办法。
- ② 源分离技术的原则：从污染物产生的源头进行控制、处理及再生利用的处置方式。村镇生活污染物一般为废水和固体废弃物。生活污水根据浓度高低可分为黑水（冲厕用水）和灰水（厨房、洗衣及其它杂用水）两部分，灰水经简单的土地处理后可回用；尿液与粪便分离后可直接用于农作物施肥；干粪便堆肥返回农田。
- ③ 低投资、低能耗的技术原则：由于村镇经济基础差，不可能选用能耗较高的处理技术，因此在技术选用上应采用低投资、低能耗的污水处理工艺。如改良的化粪池系统、高负荷厌氧处理、人工湿地、土地处理系统及可供选择的生物处理技术等。

村镇生活污染有生活污水、固体垃圾（包括生活垃圾及农田花园垃圾）及粪便三类。污染物循环控制存在以下几个途径：

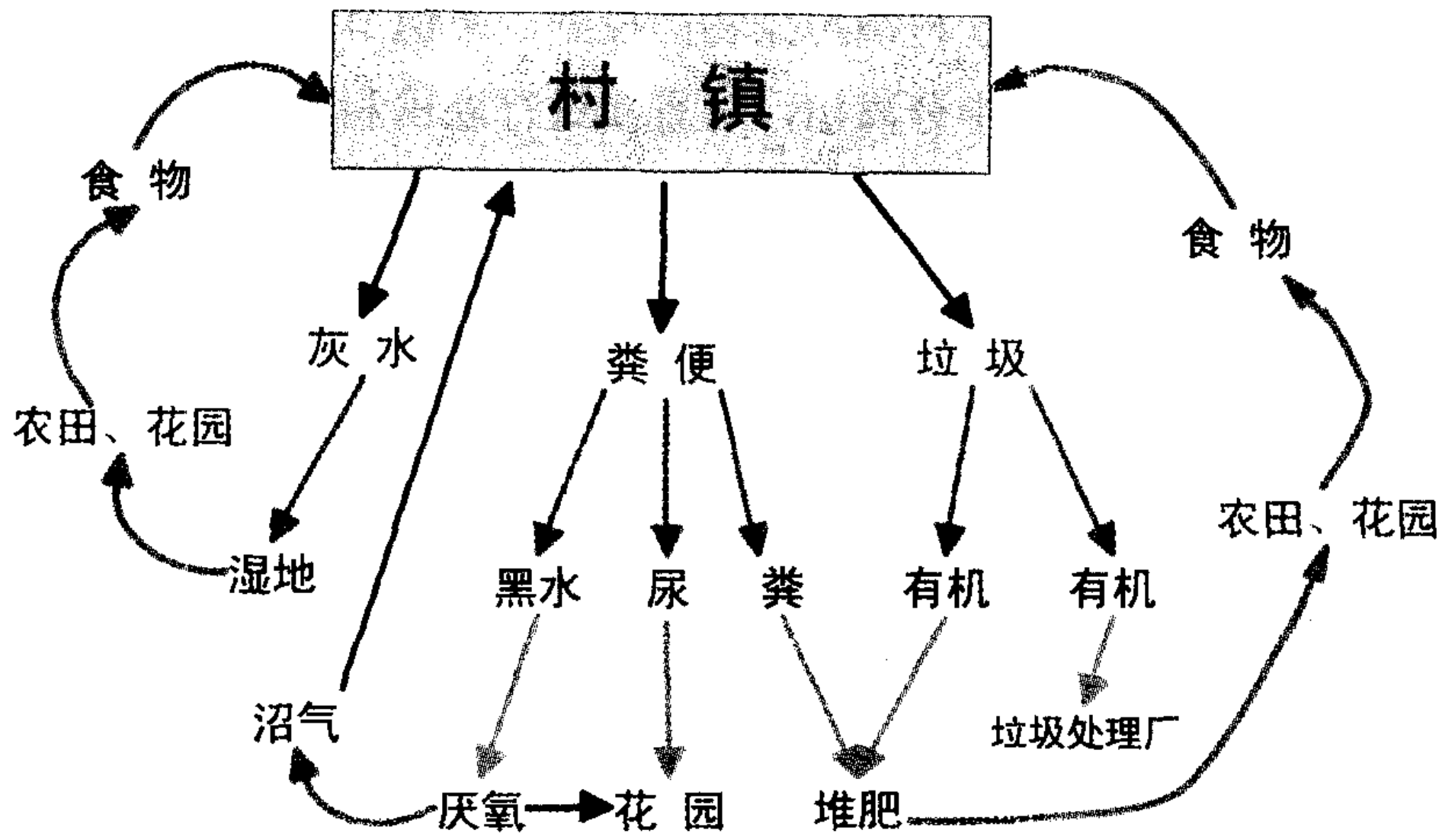


图1 村镇污染控制原理流程

生活污水：生活污水中家庭用的低浓度灰水经湿地或土地处理系统，可直接排放或回用于农田灌溉^[4]；固体垃圾：固体垃圾分为有机垃圾和无机垃圾后，有机垃圾与干粪便一起进行堆肥，产出有机肥料用作农田肥料。粪便：通过干式厕所技术将粪尿分离后，尿液可直接用于农田或花园中，粪便经堆肥熟化后，杀死致病微生物也可作为有机肥料^[5]。部分分离的黑水经厌氧处理，可直接排放。产出沼气清洁资源可替代村镇中的煤炭能源。鉴于以上原则，提出以下村镇污染控制技术路线。

4 村镇生活污染控制技术特点：

村镇污染综合控制方案具有以下特点：

① 应用循环经济理念解决村镇污染问题

循环经济概念从环境角度来说，就是废物的产生与处理过程中，遵循“废物—处理—资源”的过程。将循环经济和清洁生产理念应用到村镇污染物治理中，在治理污染物同时达到废物的资源化、减量化和无害化的要求。

② 生活污染物分散式处理

根据村镇污染物自身特点，加以周边环境和村镇居民的生活方式，采用分散式处理概念，对污染物进行源分离，即灰水分离、垃圾分类、粪尿分离。分别采用生态干厕、湿地、厌氧和堆肥处理

技术。

村镇污染控制的分散式处理技术可以达到节约资金,最大限度的发挥现有污水处理设施的能力,为低密度社区或农村提供了适当的解决方案,针对当地实际提供可行的替代方案,为生态敏感区域提供了有效的解决办法。

③ 村镇低浓度生活污水的湿地处理

湿地技术是利用种植芦苇、香蒲等植物的土地去除污染物的处理系统,具有投资小、能耗低、节水、运行管理方便等特点。

④ 村镇高浓度生活污水的厌氧处理

生活污水中浓度较高的黑水高效厌氧系统进行处理,与好氧系统相比其去除同等负荷的有机物具有较大的优势。首先,采用高效厌氧反应器,处理污水所需反应器的体积很小;其次,厌氧处理能耗低,约为好氧处理工艺的 10%~15%;再次,厌氧处理污泥产量小(约为好氧工艺的 10%~15%)。

⑤ 村镇固体污染物高效堆肥处理技术

采用新型生态干式厕所技术应用于村镇污染物的控制,不但节约生活用水量,减少了污染物质和污水的排放量;而且将尿液从粪便中分离出,可直接进行农田利用,粪便与分类后的有机垃圾一起经堆肥化处理后作为农业有机肥料;既改善了环境,防止了疾病传染,同时为农田提供有机肥来源。这完全符合村镇污染控制的可持续发展概念,具有极大的应用前景。

5 结论

我国农村地区发展迅速,城市化进程加快。过快的城市化加重了环境污染,薄弱的经济实力很难完善基础建设。传统形式的污染治理方式在村镇地区是行不通的。本方案可为村镇污染控制提供切实可行的方案,带来良好的社会和环境效益。控制方案最大特点是利用分散技术,节约水资源,达到零污染排放,环境友好。

本项目的实施,昭示着我国在环境领域的又一大进步。从系统的角度考虑环境问题,而不是片面的强调某个方面。同时解决村镇发展带来的面源污染问题。

参考文献:

- [1] 陈荷生,华瑶青.太湖流域非点源污染控制和治理的思考.水资源保护,2004.1,33-36.
- [2] 段宁.清洁生产、生态工业和循环经济.环境科学研究,2001,14(6).
- [3] 王琳,王宝贞.分散式污水处理与回用.化学工业出版社,2003.
- [4] 陈长太,王雪,祁继英.国外人工湿地技术的应用及研究进展.中国给水排水,2003,19(12):105-106.
- [5] 王俊起,孙凤英,等.粪尿分集式厕所设计及粪便无害化效果评价.中国卫生工程学,2002,1(1):5-9.

崔志峰:(1976-),男,汉族,硕士研究生,助研,研究方向为环境污染控制及自动化控制。

电话:010-88362293-814;88361872

E-mail: cuizhifeng@vip.sina.com