中国农村地区生活污染调查及控制模式探讨

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

摘 要: 由于农村地区的经济发展不平衡、居住分散等原因, 农村环境治理难以采用集中处理方式。根据对当前全国农村环境状况的抽样调查结果,以及对农村地区生活污染特征的分析,得出了适合农村地区的生活污染控制模式,并据此选择北京市某行政村开展了示范工程研究。

关键词: 农村生活污染; 生态卫生; 微型湿地; 垃圾分类处理
中图分类号: X703.1 文献标识码: B 文章编号: 1000-4602(2008)20-0020-04

Investigation of Domestic Pollution in Rural Areas in China and Discussion on Its Control Mode

WANG Huan-sheng WANG Kai-jun, CUI Zhi-feng DONG Na
(*Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection, Beijing* 100037, *China*)

Abstract Because of uneven economic development, dispersed living and so on in rural areas, the centralized treatment mode is difficult to be used for control of rural environmental pollution. Based on a sample investigation of current nationwide rural environmental status, as well as the analysis of domestic pollution characteristics in rural areas, a domestic pollution control mode suitable for rural areas is put forward. Based on the mode, the research of demonstration projects is carried out in the suburban areas of Beijing City.

Key words: rural domestic pollution; ecological sanitation; small wetland; waste classification treatment

近年来,农村环境问题得到了较多关注,因为农村地区的生活污染是面源污染的重要因素之一。由于缺乏合适的村镇生活污染控制技术,使得村镇污染治理中出现各种问题:或沿用城市的集中处理方式投资太高;或放任污染排放造成更严重的环境危害。针对农村的环境污染问题,开展了全国农村污染调查和研究。在北京市昌平区某村组织实施北京地区生态卫生系统示范工程,开展了村镇环境污染控制示范工程的研究工作。

1 全国村镇污染抽样调查

2005年 11月开展了对全国村镇污染的抽样调查,调查对象为部分省市的村庄和集镇。本文所指农村地区主要为建制镇以下的集镇、乡和行政村,一般不包括建制镇。调查样本共 99份,有效数为 96份,其中东北地区 15份、华北地区 22份、西北地区 9份、西南地区 14份、华中地区 9份、华东地区 18份、华南地区 9份。主要调查了农村地区环境污染和污染治理情况。调查方式为填写调查表及问询,完成“村镇环境污染源以及公民环境意识调查问卷”一套,调研内容包括卫生、垃圾、给排水和能源设施的基本情况。

1.1 调查村镇的基本情况

村镇居民的居住情况较为分散(占 70%),采用单独分散供水,庭院面积较大,一般栽植蔬菜、本地

基金项目: 北京市科委科技计划项目

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

观赏植物或果树。经济类型以农业为主, 平均农田为 144.7 hm^2, 90% 以上饲养畜禽, 个别村存在大型企业和集中养殖农场。村镇人均收入为 1 000~10 000 元/a。

1.2　生活污水污染状况

①　厕所现状

调查结果显示, 研究区居民使用的厕所主要有三种类型: 第一类是室外旱厕, 全部采用旱厕的村庄占 85%。根据问卷调查统计, 旱厕粪便多被作为农肥入田, 占 94.8%; 第二类是室内水冲厕所 (占 15%), 其中采用中水冲厕的占 30% ~ 80%。水冲厕所一般自建简易化粪池, 粪便及污水流入化粪池抽出后农用的约占 88%, 上清液大部分流入沟渠或河流; 第三类是公共厕所, 村庄以旱厕为多, 公厕数较少, 部分村庄无公厕。

②　生活污水现状

农村生活污水的水质见表 1。生活污水大部分随意排放, 部分村内有自然土渠或雨水渠。排放最终地点为河流、池塘或下渗到土壤中。根据问卷调查统计, 排入附近河流和池塘的占 40.2%、渗入地下的占 38.6%、随意排放的占 14.4%、排入农田的占 4.3%、其他占 2.5%。

表 1　农村生活污水的水质

Tab.1　Domestic wastewater characteristics

mg·L^{-1}

水质指标	灰水 (不含粪便污水)	生活污水	黑水 (粪便冲洗水)
COD	100~200	300	300~600
TN	10~20	20~40	100~300
氨氮	5~15	15~25	>30
TP	≤1.5	3.0	>3.5

③　生活垃圾现状

农村生活垃圾中有机垃圾的含量较高, 占 50% 以上; 灰土建筑垃圾占 20%; 塑料、玻璃、金属及其他垃圾约占 28%。垃圾以混合收集为主, 收集率不高, 就地倾倒现象严重。

1.3　农村环境存在的主要问题

根据调查分析, 农村地区环境状况存在以下问题:

第一, 现有卫生系统带来较大健康风险。无论是水冲厕所还是传统旱厕, 由于粪便未腐熟就用于农田, 大部分病原体仍存在, 可能通过水循环和农作物进入食物循环链。第二, 水冲厕所代替旱厕则冲洗用水增加。随着农村集中供水的增加, 水冲厕所数量也有所增加。在询问调查过程中, 部分住户有新建水冲厕所意向。污水处理方式多为经过简易化粪池后直排河流, 出水水质不达标, 污染地表水体或地下水。第三, 有机垃圾引起的水污染。有机垃圾包括化粪池粪便、厨余垃圾以及其他纸张等垃圾。有机垃圾任意倾倒, 污染物随着地表径流进入地下水体或地表水体, 是水体富营养化的重要污染源。第四, 相关的法律法规不健全, 管理体制不完善。

2　国内外农村生活污染治理方式

2.1　粪便及生活污水处理

村镇地区的特点决定了其污染治理不能沿用城市的污水处理模式。国内外研究机构相继提出了多种处理模式, 如: 分散污水处理模式, 其中主要提倡人工湿地处理技术、土地处理技术、小型污水处理技术、沼气池和沼气净化池处理技术等, 其技术特点是以低能耗生物处理和自然处理为基础, 但仍存在以下缺点:

第一, 投资仍旧很高, 部分设备运行管理存在问题。小型污水处理装置、人工湿地的总体投资运行费用较高 (见表 2), 需要专职的技术人员支持。

表 2　各种污水处理的投资、成本

Tab.2　Investment and operational cost for wastewater treatment

工　艺	吨水投资/(元·m^{-3})	吨水处理费用/(元·m^{-3})	配套管网费用/(元·m^{-1})
厌氧净化沼气池	550	0.007	100~300
小型污水处理装置	3 000~5 000	0.2~0.4	
人工湿地	350	0.08	

第二, 仍然以末端处理为出发点。采用末端收集为主的再处理方式, 需要配套大量污水以及雨水管网。

第三, 厌氧技术对处理低温、低浓度污水所存在的缺陷成为技术的限定因素。湿地等自然处理系统的较大占地面积难以适应越来越密集的人类居住区。微型化的传统生物工艺的开发带来的是高能耗和二次污染, 也阻碍了微型化装置在村镇地区的应用。

第四, 目前各部门分别投资建设设施, 没有从整体角度考虑环境治理。职能部门分管范围不同, 如卫生部门考虑疾病、卫生控制, 解决人体排泄物污染, 但较少关注其他污水处理; 环保部门在解决污水

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

问题时, 容易忽视垃圾处理问题, 因为垃圾收运处理属于市政部门分管, 因此环境污染仍然不能有效解决。

第五, 村镇地区污水排放标准要求较低, 一般只要求到城镇污水排放标准的二级标准, 甚至是三级标准, 难以达到减轻水体富营养化的效果。

2. 2 生活垃圾处理

目前, 我国农村垃圾的处理主要采取临时堆放、焚烧、随意倾倒三种方式。农村一般是利用现有的沙坑或者低洼地直接进行倾倒和掩埋。事实上, 城市周边农村可纳入城市垃圾处理系统, 一般进入城市垃圾处理厂处理。目前, 国家和地方政府倡导“村收集—镇运输—县(市)处理”模式。

2. 3 模式选择分析

由于农村地区污水排放分散, 需要在解决粪便污染的同时兼顾其他生活污水处理; 同时农村地区的垃圾以露天堆放为主, 经过雨水径流直接进入水体。因此, 解决农村水环境污染具有系统性要求。

根据农村污水的特点, 污水中粪便污染物所含的 COD、N、P 比例最大, 截留粪便将使得水体污染物浓度大大降低, 其余生活污水(也称灰水)的 COD、N、P浓度较低, 适应自然处理技术的低负荷要求, 并且可以降低处理设施占地面积, 满足分散处理系统的要求。

目前, 村镇生活垃圾数量大, 收集处理率极低。针对村镇垃圾, 有关部门提倡混合收集和填埋, 然而由于投资成本较高, 并且增大了垃圾中塑料、纸张、金属等废品的回收成本, 增加了填埋量和后续渗滤液处理等问题, 难以在村镇等分散地区贯彻执行。

目前, 适合农村地区的生活垃圾处理方式主要为转运+填埋[1]。其次, 实现垃圾分类收集与资源化是垃圾处理的必然措施。但是垃圾分类收集与分类处理应相互结合。分类过于复杂以及处理方式单一, 都会降低分类处理的效果。因此对于村镇生活垃圾的分类, 以有机物、剩余无机混合物的两分法为宜, 再结合转运和填埋进行处理。

3 农村生活污染控制示范工程

针对上述调查情况和存在的问题, 选取北京市昌平区某行政村作为示范工程基地, 开展了农村地区生活污染控制研究, 技术路线见图 1。控制工程采用国际上最新的生态卫生系统的理念, 以粪尿分离的生态厕所为关键技术, 采用适用于农村条件的微型湿地灰水处理技术和好氧垃圾、粪便、废弃物堆肥工艺。

采用粪尿分离的生态厕所结合堆肥技术, 使粪便达到无害化处理, 可直接作为农业利用, 避免了水冲厕所带来的污水排放、输送和处理问题。同时, 由于使用生态厕所技术, 生活污水为低浓度易降解的灰水, 经投资小、能耗低的湿地处理, 出水水质良好。

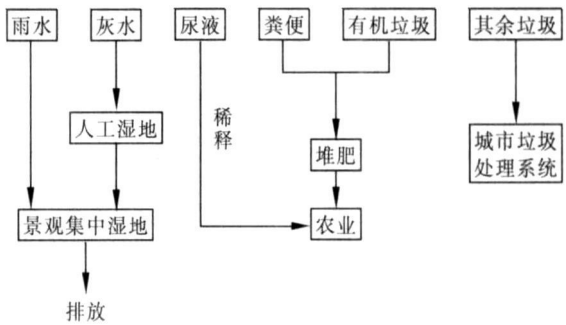

图 1 生态卫生系统工艺路线

Fig 1 Flow chart of eological sanitation system process

微型湿地试验装置见图 2, 进、出水水质见表 3。

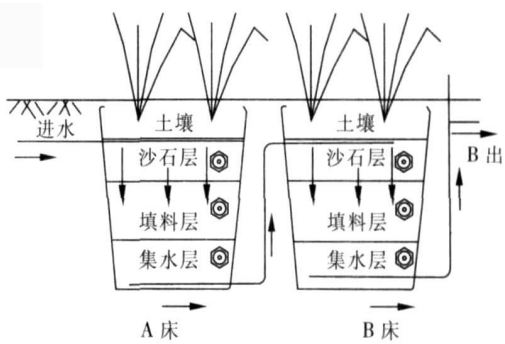

图 2 微型湿地示意

Fig 2 Sketch map of micro-wetland

表 3 微型湿地处理效果

Tab. 3 Effect of micro-wetland treatment

项目	进水/(mg·L^{-1})	出水/(mg·L^{-1})	平均去除率/%	备注
COD	140~180	30~40	76	水力负荷为 0.1~0.3 m^3/(m^2·d)
SS	25~35	5~8	57	
氨氮	10~30	0.3~0.8	43	
TN	10~50	0.5~1	97	
TP	1~5	0.1~0.35	85	

在村内每条街道设置两类垃圾桶, 分别收集有机垃圾(餐厨垃圾)和无机垃圾(建筑垃圾、尘土、金属类用品、废弃塑料袋及玻璃制品)。生活有机垃圾连同粪便堆肥后可农用。其余垃圾的体积大幅降

(下转第 30页)

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

沟槽开挖是比较困难的, 管道埋设结合防火通道的建设, 以堆为主、挖为辅。

阀门采用暗杆楔式闸阀, 阀门关闭时同时关闭的消火栓数量≤5个, 阀门关闭时间> 10 s, 以防止关阀水锤。消防系统最高点设置复合式呼吸阀, 最低点设置排水阀, 结合阀门、呼吸阀、排水阀的布置对系统分段, 以便于分段维修时泄水。同时为了防止水锤的影响, 水泵出口处设置多功能水泵控制阀来代替传统的缓闭止回阀和闸阀组合, 多功能控制阀是新型两阶段关闭阀门, 具有水力自动控制、启泵时缓开来保证水泵机组空载启动、停泵时先快闭后缓闭的防止水锤的特点, 大大提高了供水的安全性和可靠性。

5 推广应用

① 森林防火工程是一项系统工程, 森林的水消防灭火系统是其中的一个部分, 是其他森林消防方式的补充。早发现、早扑救、阻止其蔓延是森林消防原则, 虞山实行高科技监控火警与人海战术清除火患相结合的战术, 投资 1 000多万元建成红外线森林防火电子监控系统和自动报警装置, 使虞山森林防火监控率达到 100%。

② 虞山海拔相对较低, 且山顶无天然水源, 因此采用自下而上的消防供水方式, 在其他工程中可结合实际情况, 利用山顶湖泊或采用水池截取雨水, 自上而下供水, 能大大减少工程投资和运行成本。

③ 森林消防无现行规范, 消防水量的取值是值得探讨的问题, 虞山森林消防设计流量的推算只是针对其情况特点和现状条件的个例分析, 在其他工程的推广应用中可适当增大消防流量和火灾延续时间, 但盲目取大流量、大管径会造成在山地施工不便, 并使工程投资过大。

④ 山地林区消防管道应尽量埋地敷设, 因为在实际应用中发现架空管道的实际伸缩量要大于设计值, 从而造成部分支墩移位, 其次防火通道相对狭窄, 路边架设的管道易被车辆撞损。

参考文献:

[1] 虞山林场志编委会. 虞山林场志 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2004.

电话: (0512) 51578921

E-mail waterer@ qq. com

收稿日期: 2008- 05- 07

(上接第 22页)

低, 分拣出可回收物品后, 运往昌平区的填埋场填埋, 减少了运输成本和填埋费用。

为了保证项目有效运转, 在工程实施过程中组织了多次培训和宣传教育, 完善村庄环境污染整治的制度化建设。

4 讨论

农村地区具有人居面积大、居住分散、公共基础条件差、经济水平低等特点, 其污染控制应该摒弃末端处理的思维模式, 立足于可持续发展、循环经济、源头削减和全过程控制。示范工程通过生态卫生厕所的节水和减少粪便污染, 降低污水处理难度, 保证了采用小型湿地处理低浓度污水的经济性。采用垃圾分类收集, 减少了垃圾体积和运输成本。整体工程投资低, 运行费用少, 环境效益明显, 值得在农村地区推广。

参考文献:

[1] 李颖, 许少华. 适合我国农村生活垃圾处理方式的选择 [J]. 农业环境与发展, 2007, (3): 21- 24.

电话: (010) 88362293× 801

E-mail whs1172003@ tom. com

收稿日期: 2008- 03- 06

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net