

巢湖流域农村生活污水处理技术模式调查和分析

黄治平¹, 张克强¹, 沈丰菊¹, 马友华², 翟中葳¹, 孙 丽²

(1.农业部环境保护科研监测所, 天津 300191; 2.安徽农业大学资源与环境学院, 合肥 230036)

摘 要:通过对巢湖流域 9 个县市典型的农村生活污水处理示范工程的调查分析, 结果表明: 目前巢湖流域生活污水处理主要有分散式厌氧-人工湿地集中处理、三水分离处理、污水收集集中处理和一体化设备集中处理等 4 种模式。其中分散式厌氧-人工湿地集中处理模式能减轻黑水管网布设的费用, 在规划良好的村庄是一种可持续性发展的污水处理模式; 三水分离模式主要是就地处理冲厕黑水, 该模式投资比较省, 无需完善的污水收集系统, 可在经济水平落后且远离河流等公共水域的村庄应用; 集中处理模式和一体化污水集中处理模式具有污水处理可控的优点, 但需要完善的污水管网收集系统, 投资费用高昂, 在经济发达且良好规划的新村能取得很好的效果。

关键词:农村生活污水; 处理模式; 巢湖流域

中图分类号: X703.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-2043(2012)01-0179-06

Investigation on Rural Domestic Wastewater Treatment Models in Chaohu Lake Basin

HUANG Zhi-ping¹, ZHANG Ke-qiang¹, SHEN Feng-ju¹, MA You-hua², ZHAI Zhong-wei¹, SUN Li²

(1. Institute of Agro-environmental Protection, Ministry of Agriculture, Tianjin 300191, China; 2. School of Resources and Environment, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: The purpose of this study is to investigate the typical demonstration projects of rural domestic wastewater treatment at nine different counties in Chaohu Lake Basin. Results showed that there were four kinds of rural domestic wastewater treatment models, which were decentralized sanitation anaerobic-constructed wetland centralized treatment system, three-kind wastewater separation treatment system, centralized treatment system and centralized treatment of integrated equipments system respectively at present in Chaohu Lake Basin. The decentralized sanitation anaerobic-constructed wetland centralized treatment system could reduce the capital costs of sewage pipe network construction, which would be a kind of sustainable model for the rural area with good planning. The three-kind wastewater separation treatment system could treat the toilet blackwater in situ, which could save investment cost and operate well with the poor-found wastewater collection system and provide application for the rural area far way from the public water body with undeveloped economy. The centralized treatment system and centralized treatment of integrated equipments system could control and manage the process of wastewater treatment very well, which need the well-found wastewater collection system and large amount of investment and both were suitable for the rural area with developed economy and good planning. According to the analyses of running effects and operational management of the four kinds of rural domestic wastewater treatment models, the design of rural domestic wastewater treatment for Chaohu Lake Basin could be provided and mitigate the pollutants brought by rural domestic wastewater.

Keywords: rural domestic wastewater; treatment models; Chaohu Lake Basin

巢湖流域位于安徽省中部、长江中下游左岸, 面积占安徽省国土面积(139 427 km²)的 9.7%, 湖区面

积 760 km², 流域面积 13 486 km², 包括 9 个区(市), 2 963 个行政村, 农户总数达 169.64 万户, 642.43 万农村人口, 是安徽省中部的大型湖泊。

农村生活污水包括黑水和灰水, 黑水主要是指冲厕废水、粪便和尿等营养盐含量较高的混合生活污水, 有时高污染物浓度的厨房废水也可归入该类; 灰水主要是指洗浴、盥洗、洗衣机等杂排水, 厨房废水通

收稿日期: 2011-06-21

基金项目: 国家水专项巢湖项目“巢湖水污染治理与富营养化综合控制技术及工程示范”(2009ZX07103-002)

作者简介: 黄治平(1972—), 男, 博士, 副研究员, 主要从事农村污水处理与资源化研究和农业资源生态研究。

E-mail: bjhuangzp@126.com

常归类于灰水,灰水的特点是水中SS、 NH_4^+-N 、TKN和TP等污染物的浓度很低^[1]。巢湖流域农村大多采用旱厕,生活污水主要为厨房污水、洗浴和洗衣污水等灰水,部分经济条件较好的农村地区包括冲厕黑水。研究表明,巢湖流域农村生活污水产生量为 $26.31 \text{ L}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{人}^{-1}$,生活污水中污染物含量如下:COD为 $18.91 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{人}^{-1}$,TP为 $0.08 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{人}^{-1}$,TN为 $0.63 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{人}^{-1}$, NH_4^+-N 为 $0.16 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{人}^{-1}$ 。污水利用率为38%,排放到户外比例为62%,污水排放量系数为 $16.31 \text{ L}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{人}^{-1}$,COD为 $11.72 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{人}^{-1}$,TP为 $0.05 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{人}^{-1}$,TN为 $0.39 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{人}^{-1}$, NH_4^+-N 为 $0.10 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{人}^{-1}$ 。按照上述人均污染物日产生量推算,巢湖流域年产生农村生活污水6169万t,农村生活污水中污染物COD、TN和TP分别为44341t、1477t和187t。巢湖流域农村生活污水处理率低,大量的生活污水已经成为巢湖水体富营养化的重要贡献来源^[2]。

因此,调查研究巢湖流域农村生活污水处理技术模式及应用现状,对于探索如何充分考虑巢湖流域的自然、经济、社会条件,因地制宜地采用投资省、运行费用和能耗低、维护管理方便、处理效果好的污水处理工艺和模式,以及对巢湖流域农村污水处理工艺的设计和农村水污染控制具有重要的现实意义。

1 调查研究方法

1.1 时间及地点

调研时间为2011年5月,调查地点为肥东县、肥西县、包河区、舒城县、桐城市、庐江县、居巢区、含山县和县等9个县市建有农村生活污水示范工程的典型示范村,每个区县调研1~4个示范点。

1.2 调查内容

调查内容主要为示范工程基本情况、主要工艺类型和关键技术、运行、管理和维护情况、区域的社会、经济和环境条件以及示范工程适应性,并对部分示范工程出水进行采样、分析。

1.3 监测项目及方法

水质分析指标除了重点流域农村生活污染源普查工作要求监测的COD、 NH_4^+-N 、TP、pH值等指标外^[3],还监测了SS、 NO_3^--N 、硫酸盐、浊度、色度等指标。由于调研过程中水样保存不便且不能立即送实验室分析,采用便携式HACH水质测定仪进行了水样的实地测定分析。

2 结果及分析

巢湖流域各县市的农村污水处理技术应用现状

见表1。

2.1 污水收集

由表1可知,作为本文调查对象的巢湖流域各区县村级经济水平总体为中等以上,个别村经济比较发达或为新农村建设示范点或移民新村,农村生活污水处理工程示范点90%以上建有完善的污水收集管网,雨污分流,示范工程运转有保障,100%示范工程采用了无动力自流方式,30%的示范工程有出料提升装置,最终出水均为农田灌溉或景观补水进行综合利用。

2.2 农村生活污水处理技术模式应用现状

由表1可知,巢湖流域目前主要应用以下4种技术模式来处理农村生活污水:

2.2.1 分散式厌氧-人工湿地集中处理模式

该模式主要在包河区、庐江县、居巢区和含山县进行示范推广。

该模式的特点是每户农户建有1座三格式化粪池或1个窖井,对冲厕黑水和灰水分别进行厌氧处理,厌氧出水通过出水管统一进行集中式人工湿地处理,人工湿地水力负荷为 $0.32\sim 0.64 \text{ m}^3\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 。

该模式的优点为:生活污水分质排污及资源化处理系统在污染物产生点附近对废水、废物进行分类收集、处理,再进一步对出水和生物固体加以回收利用,降低了污水的处理难度,可以使处理工艺、设备多样化,使污染物对环境的影响降到最低。该模式不足之处是检修时增加了检查池(井)的数量。

2.2.2 三水分离处理处置模式

该模式为冲厕污水、洗涤废水和雨水三水分离,冲厕污水采用三格式厌氧池处理,洗涤废水和雨水直排处置。该模式主要在肥东县、肥西县、舒城县、桐城市和居巢区进行推广示范。

该模式的主要特点是对黑水、灰水和雨水分别处理和处置。黑水直接处理,但达标排放难度非常大,由于黑水营养物是污水生物处理微生物的理想营养物,将黑水预处理后用于农业灌溉,通常是农村解决黑水问题的可行方法之一^[4]。

该模式的优点为:(1)改变了传统的末端治理模式,从源头上控制,对废水进行分类收集、处理和回用,实现了水资源的循环;(2)污水分质处理,降低了处理难度;(3)无需大量排水管网,可节约大量管道及维修费用;(4)在废水产生点附近进行废水、废物处理,便于资源回收利用。该模式的缺点是不能对洗涤污水等进行处理。

表 1 巢湖流域生活污水处理技术模式应用现状

Table 1 Application situation of rural domestic wastewater treatment model in Chaohu Lake Basin													
地点	污水特征	收集方式	处理工艺	建设时间	样本数/个	处理规模/ m ³ ·d ⁻¹	总投资/ 万元	吨水投资/ 万元	流动方式	最终出水利用方式	区域经 济水平	设计出水水质标准	备注
肥东县	洗浴、洗涤和厨房污水	雨污渠	格栅-沉淀—一级厌氧—二级厌氧—生物滤池	2006	1	24	6	0.25	自流和提 升	灌溉	中等	《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)二级标准	—
	冲厕污水	污水管	厕所—收集—三格厌氧—滤池—消毒—排水	2010	1	100	60	0.60	自流	排放,灌溉	发达	《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)二级标准	三水分离:洗涤污水直排;雨水—直排
包河区	冲厕污水、洗浴、洗涤和厨房污水	污水管	分散厌氧—集中湿地	2009	2	70	92	1.31	自流	灌溉沟渠	发达	《国家城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 标准	—
肥西县	冲厕污水	污水管	三格式化粪池	2009	1	0.5	900 元·池 ⁻¹	0.18	自流	灌溉沟渠	中等	—	每户建一个,洗菜水等通过下水道直排
	冲厕污水、洗浴、洗涤和厨房污水	污水管	格栅池—厌氧池—沉淀池—沉淀池—消毒池—湿地	2009	1	700	200	0.29	自流、提升	灌溉沟渠	发达	《国家城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 标准	集中处理
舒城县	冲厕污水	污水管	三瓮式化粪池	2009	2	0.5	1 600 元·池 ⁻¹	0.32	自流	农田	中等	—	每户建一个,洗菜水等通过下水道直排
	冲厕污水、洗浴、洗涤和厨房污水	污水管	沉淀池—活性污泥—砂滤池—排水	2011	2	20	20	1.00	自流、提升	达标排放,景观补水	发达	《国家城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 标准	集中处理;新农村改造
桐城市	洗浴、洗涤和厨房污水	污水管	农户—污水收集—三格池;厕所黑水进沼气池	2011	2	3	2	0.67	自流	灌溉沟渠	发达	农田灌溉水水质标准(GB 5084—1992)	—
庐江县	洗浴、洗涤和厨房污水	污水管	格栅井—厌氧三格池—潜流人工湿地—生态净塘—排放	2009	2	130	155	1.18	自流	排放,景观补水	中等	《国家城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 标准	厕所黑水进沼气池进行分散厌氧
居巢区	冲厕污水、洗浴、洗涤和厨房污水	污水管	农户—窖井—沼气池—三格厌氧池—人工湿地	2007	1	16	5.5	0.34	自流	灌溉沟渠	中等	《国家城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 标准	新农村改造
	洗浴、洗涤和厨房污水	污水管	农户—污水收集—三格池;厕所黑水进沼气池	2006	1	8	2.5	0.31	自流	灌溉沟渠	中等	农田灌溉水水质标准	新农村改造
含山县	冲厕污水、洗浴、洗涤和厨房污水	污水管	农户—三格化粪池—全村污水管网—厌氧池—沉淀布水—人工湿地—集水池—三级净化池—生态塘—灌溉	2010	2	32	48	1.50	自流	灌溉沟渠	中等	《国家城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 标准	新农村改造
和县	冲厕污水、洗浴、洗涤和厨房污水	污水管	化粪池—一体化设备—出水	2011	1	120	40	0.33	自流、提升	灌溉沟渠	中等	《国家城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 标准	移民新村

注:a,吨水投资根据设计规模且示范工程建设当年投资计算;“—”表示无相关内容。

2.2.3 污水收集集中处理模式

该模式主要在肥西和舒城等经济发达地区的村庄进行推广示范。

该模式的特点是具有完善的污水收集管网,将所有住户的污水集中收集,统一建设污水处理设施进行

集中处理,厌氧段水力停留时间为 1 d,人工湿地水力负荷为 1.56 m³·m⁻²·d⁻¹。

该模式优点为:(1)可以减少污水处理厂(站)的建设数目,形成较大的规模,总体上较便于集中管理,可以节省 80%以上人力,电费、药剂费用也可大

幅度减少,能较好降低运行成本;(2)可以配备少而精的专业管理人员,以确保处理系统的运行稳定,从而保证获得最好的处理效果,取得最好的环境效益。

该模式的缺点为:(1)污水管网安装费用几乎高出处理设施建设费用一个数量级;(2)污水长距离管道输送存在渗漏问题;(3)各种废水的混合,使得污水高级处理和污水中 useful 物质的回收困难。

2.2.4 一体化设备集中处理模式

该模式主要在和县新规划的移民新村进行推广示范,该示范点管网布设完善。

一体化污水处理设备的特点和优点主要有^[9]:(1)设备结构紧凑、安装方便、操作简单、便于移动,可设于地面上,也可埋于地下。埋于地下时,上部覆土可用于绿化或广场用地,厂区占地面积少,地面构筑物少;(2)设备的AO生物处理工艺一般采用推流式生物接触氧化池。它的处理优于完全混合式或二、三级串联完全混合式生物接触氧化池,并且比活性污泥池体积小,对水质适应性强,耐冲击性能好,出水水质稳定,不会产生污泥膨胀。接触氧化池内的填料多为组合软填料,其质轻、高强、物理化学性质稳定,比表面积大,生物膜附着能力强,污水与生物膜的接触效率高,充填率一般为70%~80%;(3)具有脱氮除磷能力,并可以通过调节设备的构造,达到处理工业废水、生活污水、城市污水的能力;(4)出水水质稳定,污泥产量少并易于处理;(5)设备配套全自动电器控制系统及设备损坏报警系统,平时无需专人管理,只需每月(或季度)的例行维护和保养。

该模式的不足主要有:(1)尽管调研点的污水处理系统吨水投资较低,为0.33万元,但由于一体化设备结构紧凑、工艺先进,总体上单体设备价格较高,需进一步研发出低成本、强度高和物化稳定性良好的设备材料;(2)相对大型污水处理厂,一体化设备处理水量相对较小,不太适合大规模的污水处理。

2.3 成本分析

由表1可知,农村污水处理工程的69.23%的吨水投资低于1万元,其中以三格式化粪池吨水投资低,仅为0.18万元,一体化设备集中污水处理模式吨水投资为0.33万元。尽管肥西县的污水大型集中处理吨水投资为0.29万元,但其总投资高达200万元。而30.77%的示范工程为较完备的厌氧-人工湿地处理工艺,吨水投资在1~2万元之间,其中分散式厌氧-人工湿地集中处理模式吨水投资为1.18~1.5万元之间,其总投资在40~160万元。根据2006年新农

村污水处理的实践和2007年整体推进情况的分析,确定农村污水处理工程投资标准为:山区农村污水处理吨水投资3.5万元;平原农村污水处理吨水投资3万元^[9]。调查表明,巢湖流域的农村污水处理系统吨水投资低于该文献报道标准。由于农村污水处理工程投资较大,所调查的示范工程都依托新农村建设或移民新村建设等项目才得以筹建。由此可见,农村生活污水处理需要巨大的资金支持,按照巢湖流域农村目前的社会经济发展现状和村民的思想认识水平,单纯靠农民和农村自筹资金难以实现。因此,农村生活污水处理工程建设还需结合新农村建设、乡村清洁工程等项目统一规划和筹建。

2.4 处理效果分析

巢湖流域农村生活污水中COD浓度约为800~1200 mg·L⁻¹,TN浓度约为20~40 mg·L⁻¹,TP浓度约为4~6 mg·L⁻¹,NH₄⁺-N为10 mg·L⁻¹。污水中COD、TN、TP在冬、春两季含量较高,夏、秋两季因污水日产生量较大而COD、TN、TP含量较低。生活污水中COD四季浓度均值冬、春季最高,夏、秋季较低,但四季均值均在500 mg·L⁻¹以上,TP和TN春、冬两季分别高于4 mg·L⁻¹和30 mg·L⁻¹,TP夏、秋两季低于4 mg·L⁻¹,TN夏、秋季浓度均值接近20 mg·L⁻¹^[10]。

调查表明,所有示范点的村民对已建成的农村生活污水处理工程表示满意,经过治理后村庄的水塘和沟渠等水体水质变清,居民生活环境改善,基本解决了村庄内脏乱差、夏季蚊蝇滋生、臭气熏天的状况。由表1可知,农村污水处理示范工程设计标准为:污水通过人工湿地集中处理后的出水需达国家一级B标准,三格厌氧池处理出水需达农田灌溉水标准。由于调研过程中三格式化粪池黑水处理运行期间井盖被封死,以及一体化污水处理设备还未运行,未能对其采样,仅对部分分散式厌氧-人工湿地集中处理和污水收集集中处理示范工程出水进行了采样分析。由表2可知,分散式厌氧-人工湿地集中处理和污水收集集中式处理后的出水COD、NH₄⁺-N和磷酸盐等个别指标达不到国家一级B标准和综合排放二级标准,硫酸盐达不到综合排放二级标准,但所有指标均能达到农田灌溉水水质标准。

3 讨论

3.1 污水收集需村庄良好规划

调查的村庄均有新农村建设改造配套项目或移民新村改造项目相依托,污水管网完善,污水处理项

表 2 部分污水处理示范工程出水指标
Table 2 Effluent items of some demonstration projects

项目或指标		COD/ mg·L ⁻¹	NH ₄ ⁺ -N/ mg·L ⁻¹	NO ₃ ⁻ -N/ mg·L ⁻¹	磷酸盐/ mg·L ⁻¹	硫酸盐/ mg·L ⁻¹	pH 值 - ^a	浊度/ NTU	色度/ Unit
分散厌氧-集中湿地处理	包河区	31	2.6	0.1	0.9	65	7.38	6.65	76
	肥西	70	16.8	0.2	1.5	43	7.78	15.3	177
集中式处理	肥西	46	39.9	0.4	3.7	45	7.36	5.44	112
	含山	31	0.4	0.4	0.1	59	7.94	4.48	47
《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 标准 ^[7]		60	8	-	1	-	6~9	-	30
《污水综合排放标准》二级标准 ^[8]		120	25	-	1	1	6~9	-	80
农田灌溉水质标准 ^[9]	水作	200	-	-	5	-	-	-	-
	旱作	300	-	-	10	-	5.5~8.5	-	-
	蔬菜	150	-	-	10	-	-	-	-

注:a,“-”表示缺省值。

目能得到良好的实施。然而巢湖流域大多数农村经济不发达,没有新农村建设配套项目依托,地形复杂,布局分散,农村建房缺乏规划管理,居民住宅布局比较杂乱,基础设施建设滞后,超过 90%的农村没有污水收集及处理系统,居民洗衣、洗菜污水直接泼洒地面。大多数农村采用明渠或自然沟渠排放生活污水和雨水或就近排入水体,少数靠近城镇的农村虽建有污水收集管网,但多采用雨、污合流形式排水,且无处理设施,而部分民宅布局过于密集且间距狭窄,导致污水管网布设难以施工且费用高、效率低,从而曾加了污水收集和净化处理的难度,对地表水、土壤和地下水造成严重的污染^[10]。

管网收集在农村生活污水处理费用支出中占很大比例。有报道表明,由于农村居民居住分散、地形条件复杂等,污水收集管网投资占工程总投资的比例高达 70%~80%^[11]。因此,污水收集需要村庄良好的规划进行统一规划建设,节省投资成本。在统一规划中,农村居民在日常生活中排放的黑水和灰水,宜采用严格的“分流制”,即农村居民住宅粪便污水排水管和 life 杂排水(主要包括洗浴、洗衣和厨房污水等)管应分开。其中,粪便污水需先经化粪池或沼气池处理后,方可用于农田灌溉或进入污水收集与处理系统;洗浴、洗衣和厨房污水等杂排水直接进入污水收集与处理系统,充分发挥农村化粪池的功能,降低后续处理系统的污染负担^[12]。

3.2 农村污水处理技术模式的选择

与城市生活污水排放量相比,农村人均污水排放量少,但是随着农村经济的快速发展、农民生活水平的提高和生活方式日趋城镇化,生活污水排放量不断增加,且污水排放量日变化系数较大,污水排放

不连续,季节性变化更为明显^[13]。巢湖流域农村生活污水产生量在 2—8 月相对较高,污水人均日产生量超过 25 L,夏、秋季人均日产生量高达 40 L,9 至 1 月则低于 25 L。由于 2 月为春节所在月份,污水产生量较高,达到 35.24 L·d⁻¹·人⁻¹^[12]。

农村人口流动性较大,外出务工人员较多,如按最大规模设计将导致农村污水处理工程设计规模过大,因此应根据农村基本特征和要求,确立“因地制宜、生物生态、综合利用、系统集成”的农村污水综合处理理念。农村污水处理工程设计原则上以厌氧处理为主,采用无动力或微动力处理设施,辅以环境的自然净化能力,根据村庄的实际排水量,参考相关标准进行核定,避免盲目扩大工程规模造成污水处理能力的闲置,以减少投资浪费和影响污水处理效果^[14]。调研表明,100%的示范工程均采用厌氧技术和无动力自流方式,针对低处理成本、高氮磷去除要求,在具有明显的冬冷夏热气候特征等条件下,采用“生物”和“生态”相结合的处理方式,可达到较高的去除效果,形成具有显著优势的农村生活污水处理技术途径。

集中处理模式和一体化污水集中处理模式具有污水处理可控的优点,但需要完善的污水管网收集系统,投资费用高昂,在经济发达且良好规划的新村能取得很好的效果。作为集中式处理模式的补充,根据不同的水量、水质、环境因素等条件,选择合适的分散式处理模式,能最大程度地节约能源,满足不同的处理要求^[15]。

分散式厌氧-人工湿地集中处理模式采用小型厌氧处理设施和污水生态处理系统相结合,在各分散区内形成分散式分质排污及资源化处理,实现生活污水就地处理、回用,可减轻黑水管网布设的费用,又可美

化环境,在规划良好的村庄是一种可持续性发展的污水处理模式。

三水分离模式主要是就地处理冲厕黑水,对灰水和雨水基本未作处理或处置,通过沟渠或下水管直排于灌溉沟渠用于农田灌溉。该模式投资比较省,无需完善的污水收集系统,可在经济水平落后且远离河流等公共水域的村庄应用。

3.3 工程运行管理

农村生活污水处理工程要求处理效果稳定、结构简单、造价低廉、易于管理、实施方便,然而实际运行过程中还需定期管理。调查结果显示,大部分污水处理工程建成后暂由村委会统一管理,还未建立运行管理规范。由于地方财政困难,污水处理工程运行中管道疏通、处理设施清淤等养护费用紧缺,导致部分农村污水处理工程运行管理不善。因此,建立长效运行管理机制、完善村级物业管理办法,对于农村污水处理工程的有效运行至关重要。

4 结论

目前巢湖流域在经济较发达和规划良好的村庄主要采用分散式厌氧-人工湿地集中处理、三水分离处理、污水收集集中处理和一体化设备集中处理4种模式处理农村生活污水,取得较好的处理效果。而巢湖流域大部分农村地区经济欠发达,污水收集系统不完善,还应根据农村基本特征和要求,加强研究建设和运行费用低的农村污水收集系统和“因地制宜、生物生态、综合利用、系统集成”的农村污水综合处理模式,建立健全运行管理机制,消减农村污水入湖污染负荷。

参考文献:

- [1] 陈洪斌, 陈晨, 郑林静, 等. 半集中式分质供排水处理系统的最适规模探讨[J]. 给水排水, 2011, 31(1): 131-136.
CHEN Hong-bin, CHEN Chen, ZHENG Lin-jing, et al. Investigation on the optimal scale of semi-centralized separate supply and discharge treatment system[J]. *Water & Wastewater Engineering*, 2011, 31(1): 131-136.
- [2] 孙兴旺. 巢湖流域农村生活污染源产排污特征与规律研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2010.
SUN Xing-wang. Study on characteristics of polluted fountainhead of rural life in Chaohu Lake basin[D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2010.
- [3] 张玉华, 刘东生, 徐哲, 等. 重点流域农村生活污染源排污系数监测方法研究与实践[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(4): 785-789.
ZHANG Yu-hua, LIU Dong-sheng, XU Zhe, et al. Monitoring method of generation and emission coefficients of rural domestic waste in key basins[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2010, 29(4): 785-789.
- [4] 郑菊菊, 陈洪斌, 何群彪. 黑水处理与资源化进展[J]. 中国沼气, 2008, 26(5): 9-13, 25.
ZHENG Yong-ju, CHEN Hong-bin, HE Qun-biao. Review on blackwater treatment and resourcization[J]. *China Biogas*, 2008, 26(5): 9-13, 25.
- [5] 于慧卿, 田苗, 何延新, 等. 一体化设备在水处理中的研究及应用[J]. 化工之友, 2006, 11: 11-12.
YU Hui-qing, TIAN Miao, HE Yan-xin, et al. Research on the integrated equipments using for treating wastewater[J]. *Friend of Chemical Industry*, 2006, 11: 11-12.
- [6] 顾华. 北京市农村污水处理成效及经验探讨[J]. 中国建设信息(水工业市场), 2009, 6: 19-21.
GU Hua. Investigation on treatment effect of rural wastewater in Beijing city and experience[J]. *Information of China Construction (Water-Industry Market)*, 2009, 6: 19-21.
- [7] GB 18918—2002 国家城镇污水处理厂污染物排放标准[S].
GB 18918—2002 Discharge standard of pollutants for municipal wastewater treatment plant[S].
- [8] GB 8978—1996 污水综合排放标准[S].
GB 8978—1996 General standard for wastewater discharge[S].
- [9] GB 5084—1992 农田灌溉水水质标准[S].
GB 5084—1992 Standards for irrigation water quality[S].
- [10] 孙兴旺, 马友华, 石润圭, 等. 巢湖流域农村生活源污染现状与防治对策[J]. 中国农学通报, 2008, 24(增刊): 110-112.
SUN Xing-wang, MA You-hua, SHI Run-gui, et al. Status quo of pollution of rural household in Chaohu Lake basin and related counter-measures[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2008, 24(Suppl): 110-112.
- [11] 高华生, 杨晓仙, 陈宇辉, 等. 农村污水治理工程案例分析与难题破解[J]. 宁波大学学报(理工版), 2010, 23(2): 74-78.
GAO Hua-sheng, YANG Xiao-xian, CHEN Yu-hui, et al. Water pollution control in rural villages: Case study[J]. *Journal of Ningbo University (NSEE)*, 2010, 23(2): 74-78.
- [12] 张辰, 谭学军. 《上海市农村生活污水处理技术指南》介绍[J]. 中国给水排水, 2009, 25(24): 1-4, 10.
ZHANG Chen, TAN Xue-jun. Introduction to technical guide of rural domestic sewage treatment in Shanghai[J]. *China Water & Wastewater*, 2009, 25(24): 1-4, 10.
- [13] 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, 1: 28-30.
PENG Ju-wei, WANG Cheng-wen, FU Hong-xiang, et al. Investigation on decentralized sanitation models of rural wastewater treatment[J]. *Environment and Sustainable Development*, 2010, 1: 28-30.
- [14] 李先宁, 吕锡武, 孔海南, 等. 农村生活污水处理技术与示范工程研究[J]. 中国水利, 2006, 17: 19-22.
LI Xian-ning, LÜ Xi-wu, KONG Hai-nan, et al. Research on rural sewage treatment techniques and application in demonstration projects[J]. *China Water Resources*, 2006, 17: 19-22.
- [15] 李晓东, 孙铁珩, 李海波, 等. 小区生活污水处理模式的研究进展[J]. 生态学杂志, 2008, 27(2): 269-272.
LI Xiao-dong, SUN Tie-heng, LI Hai-bo, et al. Research progress on small district's domestic sewage treatment models[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2008, 27(2): 269-272.