

嘉陵江流域农村生活污水处理细胞工程探索 ——以“农家乐生态肾”设计为例

袁兴中^{1,2}, 李波^{2,3}, 岳俊生¹, 梁海棠⁴, 徐长江⁴, 韦宝玉⁴, 代鑫⁴

(1. 重庆大学 资源及环境科学学院; 2. 重庆大学 山地城镇景观与生态修复研究中心;
3. 重庆大学 建筑城规学院, 重庆 400030; 4. 世界自然基金会成都项目办公室, 成都 610081)

摘要:最近十多年在我国西南地区农村迅速兴起乡村旅游度假新形式“农家乐”,其数量和规模都呈快速增长,影响越来越大,由于其粗放式经营其排放的生活污水对地表水环境质量的威胁因量大面广,日益带来不容忽视的问题。本文提出了农家乐“生态肾”概念,即专门用于农家乐生活污水处理的微型人工湿地系统。以位于嘉陵江上游的四川省广元市和平村农家乐为例,对农家乐生活污水处理的微型湿地生态经济系统进行设计和试验,对其综合效益进行了初步评估。研究表明,作为兼具多功能效益的农家乐微型湿地系统,以其环保经济、低碳高效,既解决了局部的环境保护和可持续发展问题,也为流域水环境保护和治理提供了借鉴,具有良好的示范作用和推广价值。

关键词:生活污水处理;微型人工湿地;生态肾;农村旅游

中图分类号:X171.4;X143

文献标识码:A

文章编号:1672-6693(2014)01-0051-03

“农家乐”在中国发端于20世纪80年代末期,以庭院、果园、堰塘、苗圃、农场、美食等乡村元素吸引休闲、体验和观光的游客,经过20多年的发展,农家乐已成为农村旅游经济发展的重要组成部分。然而,农家乐在经营规模急速膨胀的过程中,给环境造成了巨大的潜在威胁^[1]。目前,全国农家乐规模已超过150万家,以其发源地成都为中心的四川省农家乐年接待游客规模占全国农家乐接待规模的30%以上^[2]。这些农家乐大部分散布在长江上游的嘉陵江和岷江流域,产生的生活污水大多数直排进入溪流,对长江上游流域水环境造成了极大的威胁。作为城乡统筹发展战略的关键环节,统筹城乡环境基础设施建设是长江上游流域环境管理的重要内容,而针对农家乐生活污水的处理则是农村生活污水处理的重要细胞工程。重庆大学在WWF(世界自然基金会)的支持下,以位于嘉陵江上游的四川省广元市和平村农家乐为试验基地,采用人工湿地的手法,结合农家乐庭院生态经济发展,进行了农家乐生活污水处理的试验研究,提出了农家乐“生态肾”的概念^[3]。本文在阐述农家乐生态肾概念的基础上,对试验基地农家乐生活污水处理的微型湿地生态经济系统设计方案进行了分析,并对其综合效益进行了评估。

1 农家乐“生态肾”概念

长江上游嘉陵江流域湿地保护网络的范围内,山区地势崎岖,农户居住分散,生活污水很难像城镇一样集中收集进入管网,再通过污水处理厂或集中处理设施进行处理。长期以来,农户生活污水基本上未经处理就直接排放进入溪流,最终污染流域内的水环境。与普通农户相比,农家乐污水排放量显著增大,对水环境的污染日益严重。众所周知,湿地是净化污染的自然之肾,人工湿地是适合农村生活污水治理的高效、低耗处理技术。过去,人工湿地(包括表流型人工湿地和潜流型人工湿地)多用于小城镇生活污水处理^[4,5],但对大多数分散居住的农户,以及污水排放量较大的分散农家乐,人工湿地的运用非常少,更谈不上专门针对分散型农家乐而设计的人工湿地。基于分散型农家乐生活污水排放特点,本文提出了专门用于农家乐生活污水处理的“生态肾”概念,即在独立经营的农家乐建设用于处理生活污水的微型人工湿地,根据场地地形和面积大小,利用地势高差,设计无能耗、自流的多级植物塘床组合,配置净化功能强、景观效果好的湿地植物,经层层净化后,其出水进入最后一级

浅水湿地塘,在塘内种植具有经济价值的水生蔬菜、水生花卉,在最终排入自然溪流前,成为兼有环境功能、景观功能、经济效益的结构单元。这即是农家乐“生态肾”概念,是低碳、多功能的农村生活和旅游经营的污水处理细胞工程——农家乐生活污水处理微型生态经济湿地。

2 设计方案

四川省广元市利州区和平村位于嘉陵江一级支流南河的支流万源河上游。该村的汇水直接进入下游的南河国家湿地公园。作为嘉陵江流域湿地保护网络的重要节点,南河水水质安全备受关注。和平村近年来积极发展农家乐,以其优质梨资源吸引了大量游客^[5]。位于和平村的“缤纷梨园”农家乐旺季最大游客接待量可达 90 人/d,淡季日均游客接待量约 20 人/d,日产生活污水最大量为 1.62m³/d。根据该农家乐生活污水产生量及排放不稳定等特征,本研究为其设计了低碳、多功能的污水处理微型生态经济湿地。“缤纷梨园”农家乐生活污水主要来源于游客餐饮废水和管理人员日常生活污水。其进水水质类比同类生活污水^[6],出水水质执行《城镇污水处理场污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级 B 标准(表 1)。

本研究采取“预处理+人工湿地+湿地生态经济塘”的组合工艺流程(图 1)。预处理阶段将厨房废水通过格栅滤除粗大杂质后与厕所冲洗废水一起排入改进型三格化粪池(三格容积比为 2:1:3)^[7],通过厌氧发酵处理使生活污水得到初步降解,提高其可生化降解性,同时实现水质、水量调节作用,从而降低人工湿地处理负荷。根据实际地形和可用土地面积,采用 6 级水平潜流人工湿地对化粪池出水进行深度处理,人工湿地平均宽度约 1m,总面积 20m²,湿地植物主要选择风车草(*Cyperus alternifolius*)、美人蕉(*Canna indica*)、鸢尾(*Iris tectorum*)等具有较强净化能力的本地常见植物。经潜流人工湿地处理后的出水,汇入小型湿地生态经济塘,该塘内种植蕹菜(*Ipomoea aquatica*)、水芹(*Oenanthe javanica*)、莲藕(*Nelumbo nucifera*)等水生蔬菜或水生花卉,发挥微型生态经济湿地的多功能价值。经净化后的出水最终进入溪沟。

表 1 和平村农家乐人工湿地设计进出水水质

Table 1 Design water quality of influent and effluent for the constructed wetland system in the farmer household tourism of Heping Village

指标项	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP
进水水质/(mg·L ⁻¹)	280	150	160	25	35	3.5
出水水质/(mg·L ⁻¹)	60	20	20	8	20	1.0

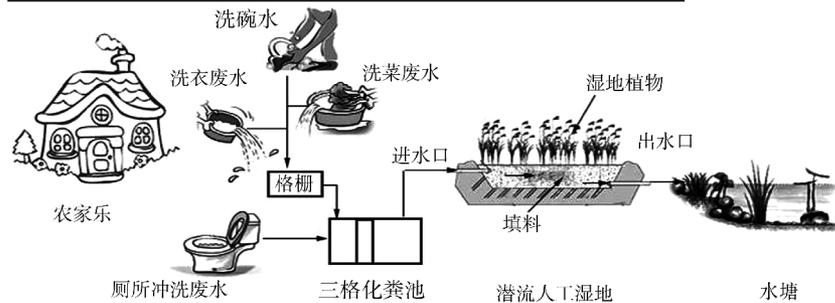


图 1 和平村农家乐生活污水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process of the farmer household tourism in Heping Village

破坏。同时采用潜流式人工湿地能够有效防止臭味散发和蚊虫孳生,从而改善农家乐居住环境。人工湿地中种植的湿地植物能够吸引蝴蝶、蜜蜂及其它昆虫,同时也为鸟类捕食提供了条件。此外,用于搜集人工湿地出水的小水塘还为蛙类、蜻蜓幼虫等湿地动物提供了良好的栖息生境。因此,农家乐微型人工湿地系统能够丰富农家乐周边的生物多样性。和平村“缤纷梨园”农家乐微型人工湿地系统的后期运行结果表明,所形成的微型湿地景观,增加了对游客的吸引力(参见封三彩图 2)。微型湿地系统出水进入最后一级浅水湿地塘,在其内种植具有经济价值的水生蔬菜、水生花卉,能够减少经营投入,增加农家乐的收入,同时利用处理过的水浇地还能有效节约水资源。

4 研究展望

“生态肾”是解决分散、面广的农村生活污水处理难题的有效途径。作为兼具多功能效益的农家乐微型湿地

3 效益分析

农家乐微型人工湿地系统的多功能效益明显。在净化水质的同时,提供了多种功能,包括生境功能、生物多样性提升功能、景观美化功能、观赏功能、湿地生物产品功能、小型碳汇单元功能,等等。

农家乐较普通农村家庭产生的生活污水量更大,很难通过传统的化粪池工艺完全消纳。通过微型人工湿地系统对农家乐生活污水进行处理,能够有效减少农村分散式点源污染对流域水环境造成的

生态经济系统,以其环保经济、低碳高效,既帮助农民解决了环境和发展问题,也为流域水环境保护提供了借鉴,具有良好的示范作用和推广价值。农村生活污水处理细胞工程不仅为解决统筹城乡环境基础设施、美丽乡村建设提供了样板,也是长江上游生态文明建设的重要抓手。今后的努力方向是,在前期研究及示范的基础上,进一步形成农家乐生活污水处理微型人工湿地的成套技术体系,优化相关工艺参数,筛选污染净化效果更好、生态经济价值更高的湿地植物。

致谢:感谢四川省广元市利州区龙潭乡和平村在农家乐人工湿地建设过程中给予的大力支持和帮助。

参考文献:

- [1] 孙同光,贾宏涛. 农家乐发展带来的环境问题及其对策[J]. 环境科学与管理, 2012, 37(3):163-166.
Sun T G, Jia H T. Environmental problem caused by rural tourism and its countermeasures[J]. Environmental Science and Management, 2012, 37(3):163-166.
- [2] 许静. 四川农家乐产业规模效益全国第一[N]. 四川日报, 2013-02-20(09).
- [3] 彭富. 农家乐有了“生态肾”[N]. 人民日报, 2013-11-16(10).
- [4] Shao Y Y, Pei H Y, Hu W R. Bioaugmentation in a reed constructed wetland for rural domestic wastewater [J]. Fresenius Environmental Bulletin, 2013, 22:1446-1451.
- [5] Yu R, Wu Q P, Lu X W. Constructed wetland in a compact rural domestic wastewater treatment system for nutrient removal [J]. Environmental Engineering Science, 2012, 29(8):751-757.
- [6] 丁会请. 南方农家乐乡镇的污水处理工艺研究[J]. 能源与节能, 2013(04):73-74.
Ding H Q. On the wastewater treatment process of a southern farm stay country[J]. Energy and Energy Conservation, 2013(04):73-74.
- [7] 付婉霞, 秦晓晶, 汪燕. 改进型山区村庄三格化粪池污水处理效果的试验研究[J]. 给水排水, 2009, 35(S2): 283-285.
Fu W X, Qin X J, Wang Y. Experimental study on the effect of the improved three lattice septic-tank for treating mountainous village sewage[J]. Water and Wastewater Engineering, 2009, 35(S2): 283-285.

Resources, Environment and Ecology in Three Gorges Area

Exploring on the Cell Engineering of Rural Domestic Sewage Treatment in Jialing River Area: the Design of Ecological Kidney in the Farmer Household Tourism as Case Study

YUAN Xing-zhong^{1,2}, LI Bo^{2,3}, YUE Jun-sheng¹, LIANG Hai-tang⁴, XU Chang-jiang⁴, WEI Bao-yu⁴, DAI Xin⁴

(1. College of Resource and Environmental Science, Chongqing University;

2. Research Center of Mountain Urban Landscape and Ecological Restoration, Chongqing University;

3. School of Architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing 400030;

4. WWF Chengdu Project Office, Chengdu 610081, China)

Abstract: The farmer household tourism is an important way of Chinese rural economic development, but sewage discharged by the farmhouse produce the great threat to surface water environmental quality, which is not a concern to take lightly due to the enormous quantity wide. The farmhouse “ecological kidney” concept was proposed in this paper, which is the miniature artificial wetland system used for farmhouse sewage treatment specially. The farmer household tourism, which is located in the upper reaches of Jialing River, Heping village in Guangyuan City, Sichuan Province, its design system of the miniature constructed wetland system used for farmhouse sewage treatment was analyzed, and its comprehensive benefits was assessed. Studies show the farmhouse miniature constructed wetland system not only can solve the problems of environment and development for peasants, but also provide a reference for the basin water environmental protection, and a good potential of popularization.

Key words: domestic sewage treatment; miniature constructed wetland; ecological kidney; farmer household tourism

(责任编辑 李若溪)