

日照市农村生活污水治理现状调查与思考

焦自美^{1,*}, 李丽¹

1. 日照市生态环境局, 山东 日照, 276826

摘要: 为了对前期农村生活污水治理进行总结, 更精准开展进一步工作, 本文通过对日照市以 20 吨以上农村生活污水治理设施和 2023 年以来农整村庄为调查对象, 开展现场调查, 并通过访谈、咨询, 对调研中存在的农村生活污水治理成效不稳固隐患的村居进行了深入剖析研究, 找到了 4 个关键矛盾点: 一是资金短缺与亟需资金的矛盾; 二是资源化成为主流和资源化模式管控难的矛盾; 三是统一运维管理与运维不理想的矛盾; 四是农村生活污水与农民群众息息相关和村民参与难的矛盾。结合“他山之石”提出了 6 条破解路径: 一是通过争取市级运维资金、广泛建立项目库争取上级资金、部门联动开拓“环保+产业”融资解决资金困境; 二是搭农村人居环境整治和城镇污水治理顺风车, “借钱”“借队伍”变相解决资金困境; 三是实施混合运维, 降低运维费用, 同时提高村民参与; 四是以用促治资源化, 实现“便利”资源化, 得到村民认可; 五是全程质量监管, 避免设施带病投入运行; 六是通过共建共维护、群众监督和宣传, 增强农民群众对农村生活污水治理的认同感。

关键词: 农村生活污水治理; 治理成效; 日照市

Investigation and Thoughts on the Current Situation of Rural Domestic Sewage Treatment in Rizhao City

Zimei Jiao^{1,*}, Li Li¹

1. Rizhao Ecological Environment Bureau, Rizhao, Shandong, China 276826

Abstract: In order to summarize the previous rural domestic sewage treatment efforts and carry out further work with greater precision, this paper conducts an on-site investigation in Rizhao City, focusing on rural domestic sewage treatment facilities with a capacity of 20 tons or more and villages that have undergone agricultural consolidation since 2023. Through interviews, consultations and an in-depth analysis and research on the villages and communities where the effectiveness of rural domestic sewage treatment is unstable and potential risks existing. Four key contradictions were identified: first, the contradiction between funding shortage and urgent need for funds; second, the contradiction between resource utilization becoming mainstream and the difficulty in controlling resource utilization models; third, the contradiction between unified operation and maintenance management and unsatisfactory operation and maintenance; fourth, the contradiction between the close relationship between rural domestic sewage and farmers and the difficulty in villagers' participation. Based on "learning from others' experiences", six solutions are proposed: first, solving the funding dilemma by obtaining municipal-level operation and maintenance funds, establishing a project library to seek funding from higher authorities, and exploring "environmental protection + industry" financing through departmental collaboration; second, leveraging the momentum of rural human settlement environment improvement and urban sewage treatment to indirectly solve the funding dilemma by "borrowing money" and "borrowing teams"; third, implementing hybrid operation and maintenance to reduce operation and maintenance costs while enhancing villagers' participation; fourth, promoting resource utilization through use, achieving

"convenient" resource utilization and gaining villagers' recognition; fifth, implementing full-process quality supervision to avoid putting facilities into operation with defects; sixth, enhancing farmers' recognition of rural domestic sewage treatment through joint construction and maintenance, mass supervision, and publicity.

Keywords: rural domestic sewage treatment; treatment effectiveness; Rizhao City

自 2008 年以来,农村生活污水治理工作陆续开展,大量的农村生活污水项目落地,农村生活污水处理率得到大幅提升。为了农村生活污水治理更精准,国家层面上,生态环境部 2022 年 10 月开始,梳理问题和对策,经过各地市实地调研、多次专家咨询、座谈交流和全社会公开征求意见,在 2023 年做出了政策重大调整。具体到日照市这个层面,为了精准开展农村生活污水治理新增任务和前期工程更新改造工作,从 2024 年 10 月起,对全市农村污水治理总体情况进行了全面摸底,并以 20 吨以上农村生活污水治理设施和 2023 年以来农整村庄为调查对象,开展了现场调查。本文首先分析了日照市农村生活污水的总体情况、建设渠道和资金来源和设施运维情况;再者,对调研村居进行深入剖析,将“农村生活污水治理工作中到底存在哪些问题”找实找细;最后,正视资金困境、新趋势不利、运维不理想、村民参与不够现状,探讨破解方法。

1 基本情况

1.1 总体情况

截止 2025 年,日照市共计 1331 个村完成农村生活污水治理,治理率 56.67%。按治理模式划分,主要为采用建设处理设施的 288 个,占比 21.79%;采用纳管处理模式的 280 个,占比 21.64%;采用集中拉运的 584 个,占比 43.88%;采用资源化利用该模式的 176 个,占比 13.22%。2023 年 12 月,国家层面《关于进一步推进农村生活污水治理的指导意见》出台,明确要求优先采取资源化利用的治理模式。相应的,日照市新增农村生活污水治理任务采用分散就地利用和黑灰分离+简易处理资源化模式的村居在 2024 年以后大幅增加,见表 1。

表 1 2023 年以来日照市累计已完成农村生活污水治理验收的行政村对比表

Tab.1 Comparison of Administrative Villages in Rizhao City That Have Completed Rural Domestic Sewage Treatment Since 2023

年份	乡镇 街道 (个)	行政 村 (个)	累计治理情况			治理方式(累计个)					
			累计 治理 验收 行政 村(个)	累计治 理验收 行政村 占比(%)	分散处 理就地 利用 (个)	纳管 处理 (个)	集中 拉运 (个)	建设污 水处理 站(个)	户建设小 型污水处 理设施 (个)	集中 生态 处理 (个)	黑灰分 离+简易 处理(个)
截止到 2023 年	48	2349	1102	46.91	13	265	528	293	1	2	0
截止到 2024 年	48	2349	1235	52.96	48	274	565	292	1	2	53
截止到 2025 年	48	2349	1331	56.67	57	280	584	288	1	2	119

注: 数据依据山东省农村生态环境保护综合管理平台数据整理

Note: The data is sourced from the comprehensive management platform for rural ecological environment protection in Shandong Province

1.2 建设渠道和资金来源

日照市农村生活污水治理由不同时期、不同主体建设而成，2019年以前，市生态环境、农业农村、水利、住建等部门和乡镇政府不同时期组织实施，治理行政村数量为146个，占完成治理总数的10.96%；2019年开展农村人居环境整治以来，按照“统一规划、统一建设、统一运维”模式治理行政村数量1185个，占完成治理总数的89.04%。2019年后，累计投入建设、运维资金118702.46万元，十四五期间共计资金缺口66167万元（市住建部门2024年初测算），见表2。目前，各区县、功能区均已采用市场化运营，通过EPC、PPP、特许经营等方式，选定农村生活污水建设运维单位。

表2 各区县、功能区建设渠道和资金来源

Tab.2 Construction channels and funding sources for county-level divisions

区县	生活污水治理组织模式	投入建设、运维资金	资金来源（单位：万元）	所需运维费用（万元/年）	十四五资金缺口（万元）
东港区	ppp模式	47213.66	各级财政（各部门）3343.13; 银行融资34164.4; 社会资本9706.13	1534	5989
岚山区	EPC+OM模式	12062.54	各级财政（各部门）662.54; 专项债11400	940	18897
莒县	特许经营模式	19895	各级财政（各部门）4895; 专项债15000	666	15556
五莲县	EPC模式	30281	各级财政（各部门）4181; 专项债26100	200	18119
经开区	EPC模式	830.68	各级财政（各部门）198.68; 专项债632	161	677
高新区	EPC模式	6231.91	各级财政（各部门）1531.91; 专项债4700	316	2987
山海天	EPC模式	2187.67	各级财政（各部门）187.67; 专项债2000	130	3942
合计		118702.46		3947	66167

注：数据依据市住建部门2024年3月工作报告整理

Note: The data is summarized based on the work report of the municipal housing and urban-rural development department in March 2024

1.3 设施运行管理情况

2019年印发了《日照市农村人居环境整治生活污水实施方案》，要求以区县为单位、实行农村生活污水处理统一规划、统一建设、统一管理。但实际工作中，各区县、功能区在执行中有差异，工作不平衡。目前，东港区、岚山区、五莲县、经开区、高新区已将2019年不同主体建设的和2019年以后采用“三统一”模式建设的农村生活污水处理设施全部委托给第三方专业化机构进行运行维护管理；莒县、山海天尚未将2019年不同住建主体建设的生活污水处理设施纳入统一管理，部分设施交给镇村运维管理，管理人员多为乡镇社区工作人员或者村干部兼职，缺少专业运维管理人员，运维管理水平低，未真正建立专业运维管护机制，见表3。

表3 各区县、功能区生活污水处理站运行管理现状

Tab.3 Current status of operation and management of domestic sewage treatment stations in county-level divisions

区县	2019年前 设施 设施(个)	设施累计 数量(个)	运维管理情况	运维团队
东港区	1	20	委托专业公司进行运维管护,实现了运维管理专业化	日照市东港区文泽水务发展有限公司、日照市农发集团有限公司
岚山区	12	21	委托专业公司进行运维管护,实现了运维管理专业化、运维管理智能化	山东东环环境科技有限公司运行维护;中国移动公司启动农污运维管理云平台
莒县	9	26	运维管理人员多为乡镇社区工作人员或村干部兼任,缺少专业运维管理人员,运维管理水平低,未建立专业运维管护机制	与莒县城发签订运维协议
五莲县	7	193	委托专业公司进行运维管护,实现了运维管理专业化	五莲县城发集团
经开区	17	19	委托专业公司进行运维管护,实现了运维管理专业化	经开区经济发展集团
高新区	22	7	建立了区监管、镇主管、村协管、专业运维单位专管的管理运维体制。实现了运维管理专业化、运维工作智能化	日照欧仁公司
山海天	3	2	街道环保办负责运行管理,运维管理水平低,未建立运维管理机制	街道环保办
合计	71	288		

注: 数据依据市住建部门 2024 年 3 月工作报告和山东省农村生态环境保护综合管理平台数据整理

Note: The data is collated based on the work report of the municipal housing and urban-rural development department in March 2024 and the data from the comprehensive management platform for rural ecological environment protection in Shandong Province

1.4 村居调研情况

共计调研 209 个村居,为保证调研有效性,调研村居选择上保证其农村生活污水治理类型占比与全市累计完成生活污水治理类型占比一致。调研对其中评估合格但存在农村生活污水治理成效不稳固隐患的 67 个村居进行了深入剖析,详见表 4 和表 5。

1.4.1 治理成效不稳固隐患情况

存在农村生活污水治理成效不稳固隐患的村居采取建站、集中拉运和资源化模式的最多,具体如下。

(1) 建站模式。存在隐患的村居共计 20 个。其中 10 个设施运行正常,但前期规划建设不合理的,设施仅收集厕所黑水,存在生活污水动态管控隐患;其中 5 个存在处理站技术性运行故障(其中东港区 4 个),1 个运行效果不好;另外,建设质量不合格 1 个,停运 1 个,同时存在管网破损和生活污纳入不全的 2 个。

(2) 集中拉运模式。存在隐患的村居共计 15 个。其中 10 个拉运不及时,集水池污水溢流;1 个建设治理不合格,2 个集水池破损,1 个管道破损(同时存在拉运不及时,污水溢流),7 个存在

生活污水纳入不全（其中 4 个同时存在拉运不及时，污水溢流）。

（3）纳管模式。存在隐患的村居共计 2 个。2 个都存在检查井破损、管道堵塞；同时生活污水纳入不全，存在生活污水管控隐患。

（4）资源化利用模式。调研中 30 个村居中都存在隐患。30 个村居采用黑灰分离+简易处理模式。其中 1 个是未设收集设施，污水直排灌溉沟渠；其他 29 个村居，存在生活污水动态管控隐患。

表 4 调研村居总体情况统计表

Tab.4 Statistical Table of Surveyed Villages and Residential Areas

污水治理类型	调研村居	存在隐患村居（个）	其中存在生活污水管控隐患的村居（个）
纳入管网	38	2	2
建设污水处理站	40	20	12
集中拉运	78	15	7
资源化利用	30	30	30
合计	209	67	51

表 5 67 个村居农村生活污水治理成效不稳固隐患统计表

Tab. 5 Statistical Table of Potential Risks of Unstable Achievements in Rural Domestic Sewage Treatment in 67 Villages and Residential Areas

治理模式	具体隐患	治理验收年份	数量（个）	问题分析	区县
建设污水 处理站	设施运行正常，设施仅收集厕所黑水，未收集生活污水	2020	10	规划设计不合理，存在生活污水动态管控隐患	五莲县
	主管网当时建设不全；管网破损	2021	1	污水收集系统建设质量问题	山海关
	管网破损；有生活污水直排	2019/2020	2	设施缺乏运维管理；存在生活污水动态管控隐患	莒县
	设施未运行，村居表示电费很贵	2020	1	缺乏运维资金	莒县
	设备运行报警，曝气工段有大量泡沫并溢出，基本无污泥	2020	1	设施缺乏运维管理	莒县
	设施运行不正常，出水黑臭或污水直排	2021/2019/2020(2 处)	4	设施缺乏运维管理	东港区
	污水处理设施处理效果差	2022	1	设施缺乏运维管理	莒县
	污水检查井破损；有生活污水直排	2023	1	设备缺乏维护；存在生活污水动态管控隐患	莒县
	污水检查井破损，部分污水管道堵塞，有污水外排。	2023	1	设备缺乏维护；存在生活污水动态管控隐患。	莒县
	未及时拉运，污水收集池污水溢流。	2024(3 处)/2020/2022	5	缺乏运维管理。	岚山区、 莒县
集中 拉运	未及时拉运，收集池污水溢流；有生活污水直排。	2024	1	缺乏运维管理；存在生活污水动态管控隐患。	岚山区

表 5 67 个村居农村生活污水治理成效不稳固隐患统计表 (续)

Tab. 5 Statistical Table of Potential Risks of Unstable Achievements in Rural Domestic Sewage Treatment in 67 Villages and Residential Areas (continue)

管道破损, 污水未进入收集池; 有生活污水直排。	2020	1	设施年久失修, 缺乏运维管理; 存在生活污水动态管控隐患。	莒县	
污水收集池污水溢流(2020 年建站, 2024 年改为集中拉运)	2024	1	缺乏运维管理, 未及时拉运	莒县	
污水集中收集池集水管堵塞, 溢流; 有生活污水直排;	2020(2 处)	2	设施年久失修, 缺乏运维管理; 存在生活污水动态管控隐患。	莒县	
未及时拉运, 污水收集池污水溢流; 多处生活污水直排。	2024	1	缺乏运维管理; 存在生活污水动态管控隐患。	山海天	
三处污水收集池, 损坏一处	2020	1	设备年久失修, 缺乏维修管理。	莒县	
污水收集池损坏	2023	1	设备缺乏维修管理。	五莲县	
污水设施截流堰设置不合理, 污水直排; 多处生活污水横流。	2020	1	建设质量问题; 存在生活污水动态管控隐患。	莒县	
生活污水直排。村居表示原来生活污水集中池仅收纳村 60%污水	2023	1	40%生活污水未纳入设施; 存在生活污水动态管控隐患。	岚山区	
资源化利用	管道破损, 污水直排。	2024	1	设备缺乏维修管理; 存在生活污水动态管控隐患。	莒县
用	多处生活污水直排。	2024	29	管控不到位, 存在生活污水动态管控隐患。	莒县

1.4.2 隐患剖析

(1) 长效运行管理是最大瓶颈

调研中各村居普遍存在长效运维缺乏, 存在隐患的 67 个村居中缺乏长效运维的为 57 个村居, 占比 85%。相关区县和乡镇告知, 前期工程竣工验收时都签订了运维合同或协议, 但是目前经济下滑, 缺少运维资金, 运维机构一般不再履行运维合同或协议。

(2) 生活污水管控为最大隐患问题

存在生活污水管控隐患的是 51 个村居, 占比 76%。其中采取资源化利用模式的 30 个村居, 全部存在动态管控生活污水管控隐患; 非资源化利用类型的 37 个村居, 生活污水管控隐患为 21 个, 即: 对于这 21 个村居来说, 即使其污水处理设施和设备及时进行了维修和管理, 仍旧可能因生活污水管控隐患导致评估不合格。

(3) 设施及管道管网损毁亟需更新改造

存在设施及管道损毁隐患的村居共计 15 个, 占比 22%。如果去掉没有设施的资源化利用模式, 设施及管道损毁率高达 39%。包括设施损毁 6 个, 检查井破损 2 个, 污水收集池损毁 2 个, 管网管道破损共计 5 个。

(4) 规划设计不合理和建设质量问题不容忽视

调研中, 存在农村生活污水治理工程中仅收集黑水的污水处理站共计 10 个, 污水治理与改厕没有统筹规划, 10 个村居耗费资金建了污水处理站, 生活污水治理成效却不稳固。另外, 本次调研中有 2 个村居存在建设质量问题。其中 1 个村居污水处理设施主干管没建全; 另外 1 个村居污水收集

池截流堰设置不合理，污水无法进入收集池。

2 存在的几个矛盾

2.1 资金短缺和亟需资金的矛盾

首先，目前经济下行，农村生活污水治理获得的钱很少，2024年以来，仅莒县获得3289万元中央资金。另外，中央农村环境整治资金“十五五”期间支持政策将有较大的变动，集中于大项目，项目总投资要在1.5亿元以上，支持项目数量为每个省有2-3个项目，由此，增加了争取中央资金的难度，操作层面上资金更加短缺。

再者，农村生活污水治理亟需资金，一是新增建设任务需要资金。2024年初，市住建部门对十四五期间，农村生活污水治理建设和运维资金进行了测算，预计从已实现的46.9%提高到十四五要求的55%（提高8.1个百分点），共计资金缺口为66167万元（详见表2）。而美丽乡村建设对生活污水治理目标要求是2027年70%（较2025年提升15个百分点），2035年90%（较2025年提升35个百分点）。二是原设施和新增治理设施运维需要资金。调研中85%的村居缺乏长效运维。按照市住建部门测算，原竣工验收的设施运维资金就需要每年3947万元（详见表2）。三是设施及管网更新改造需要资金。调研中设施及管道损毁率高达39%。

2.2 资源化成为主流和资源化模式管控难的矛盾

《关于进一步推进农村生活污水治理的指导意见》出台后，加上经济下行，新增生活污水治理模式中资源化成为主流。日照市2024年以来新增村居采取资源化利用模式共计163个，占新增任务数的71.17%（详见表1）。

2024年6月，《建立农村环境整治常态化摸排调研机制工作指南》印发，建立了“三基本”标准为导向的农村环境整治常态化摸排调研机制。常态化摸排中成效评估的“三基本”标准中“3处及以上污水横流”就判定为不合格，对“黑灰分离+简易处理”及分散就地利用类型的资源化利用模式极为不利。资源化模式管控难在本次调研中非常突出，调研资源化利用模式的30个村居，隐患占比100%。调研中非资源化利用类型的，生活污水管控隐患高达21个，占比57%，这其实属于生活污水治理村居局部资源化利用模式的管控隐患。

2.3 统一运维管理与运维不理想的矛盾

调研中显示，仅莒县和山海天未实现污水处理站设施统一运维管理（详见表3）。调查的隐患问题显示，建站模式中污水处理站存在技术性运行故障或运行效果不佳隐患问题是6个，分别是东港区4个、莒县2个，东港区占比高达66.7%（详见表5）。实现统一运维管理的东港区，其污水处理设施运维效果却不理想。

2.4 农村生活污水与农民群众息息相关和村民参与难的矛盾

农村生活污水治理是以改变污水造成的脏乱差状况和环境污染为导向的，与农民群众息息相关。而现场调查中管道堵塞、检查井破坏，以及污水治理管道建设过程中入户管网接入等产生的博弈，显示群众并不满意。

3 几点路径思考

针对调研中4大矛盾点，结合“他山之石”，包括借鉴农村改厕、城乡环卫一体化、清洁取暖等其他类型农村人居环境治理工作经验、参考其他地市农村生活污水治理经验，提出几点破解农村生活污水治理长效运维瓶颈的思考。

3.1 多元资金保障

(1) 加大财政扶持力度。积极争取市级奖补资金。可以参照农村清洁取暖工作,制定出台专门的农村生活污水治理长效运维管理扶持政策,每年向市财政列支对区县污水治理工作进行奖补和长效运维补助的专项资金。

(2) 包装项目争取上级环保资金。首先,以区县、功能区为单位,进行全方位调研摸底,建立县域农村生活污水治理项目库。项目库要对照环保部《农村生活污水治理项目实施方案编写指南》,细化到每一个村居,包括生活污水治理现状、治理必要性;思考治理方案可行性、项目实施与管理、运行维护方案;运维费用测算、工程投资预算、配套资金筹措、效益分析。同时,加强对上对接汇报,争取资金支持。

(3) “环保+产业”拓展融资渠道。市级层面组织开展部门联动,建立一个相互交流和沟通的平台,因势利导组织区县、乡镇将环境保护工作和产业发展整合起来,争取政策性银行国开行和农发行融资。发改部门的新型城镇化、住建部门的小城镇创新行动和农业农村部门的乡村振兴都有相关的试点,这些试点区县或试点镇进行产业项目融资,如果增加环境保护这个加分项更容易融资,而2024年新规明确要求政策性银行需对EOD项目环境效益进行专项评估,这相当于将环境保护工作交给市场运维“垂拱而治”。

3.2 加强部门协作“搭顺风车”

(1) 搭农村人居环境整治顺风车。一是与改厕有效衔接。仅纳入黑水的污水处理站和采用黑灰水统一治理的污水处理站模式,可以借助改厕后续运维资金,论证动态接纳生活污水的可行性。二是纳入环卫一体化。“黑灰分离+简易处理”和分散就地利用类型的资源化利用模式,治理关键为“看好”,保证农户不直排生活污水。其运维与管理垃圾相似,可以尝试动员区县、乡镇、村居将其纳入环卫一体化。

(2) 搭城镇污水治理顺风车。借鉴城乡环卫一体化等工作开展思路,鼓励区县、功能区在新增生活污水处理任务和原污水治理工程更新改造中,有条件的地区推行城乡污水处理一体化:统一规划、统一建设、统一运行、统一管理,实现“先期纳管”。

3.3 运维“能上能下”,分类实施混合运维

运维管理要分类实施,工艺复杂的污水处理站终端处理设施“上”,整体委托专业的第三方运维。管网系统维护重在及时和全面,选择“下”,实行村级自我运维或乡镇统一运维。为了进一步减低成本,终端处理设施上也可以进一步细化:“有动力设施委托第三方运维+无动力设施乡镇或村统一运维+分散设施村集体或农户自行运维”^[1]。

3.4 以用促治,实现“便利”资源化

资源化利用模式问题多,源于对资源化的理解不到位,资源化本质不是为了省钱,通过管控实现生活污水治理,而是把这些含有氮磷的生活污水循环利用,服务农业生产,污水成了资源,何愁治不好?因此,资源化利用要着力实现“以用促治”。一是宣传好,让农民群众意识到生活污水灌溉可以减少化肥用量,而粮食作物和蔬菜可以变成“有机生态型”^[2,4];二是创新地引入一定的“便民设施”,实现拧开龙头,打开开关就能浇地,老年人也能操作,基本可以实现后期低维护或免维护;再者,本次调查中集中拉运模式因为拉运费用高,拉运不及时占比达67%,其现有管道和集水池具有实现资源化利用的优势,要仔细论证其实现“便利”资源化利用可行性,通过变更模式,实

现一个措施解决两个问题。

3.5 全程质量监管

建管衔接，探索运维管理机构提前介入的做法，组织其参与规划设计、方案审核、施工质量监管，从源头上推动治理设施达标、稳定运行，严格工程项目移交制度，长效运维管理牵头部门接收前，对项目开展第二次验收，避免污水处理设施带病投入运行^{[1][5]}。

3.6 发动群众共建共享

(1) 共建共维护。让群众参与建设部分工程建设（户内工程和主路管道铺设等），并承担一定的运维管理责任，以农户接入主管干为节点，农户端的化粪池（如果黑水接入）、接户管、户用检查井由农户自行运维，营造全民参与、共建共享的氛围^{[1][3]}。

(2) 发动群众监督。学习“厕所革命”工作经验，公开反馈渠道，请农民群众监督污水治理建设和运维全过程，“遥感”监测，实现全民治污水。

(3) 加大宣传。通过群众喜闻乐见的形式，对生活污水资源化利用的好处进行宣传；对管网和处理设施使用要求和规范进行宣传，逐步形成对“生活污水资源化好，得保护好污水治理设施”的认同感。

参考文献

- [1] 陈宏伟.金华市农村生活污水治理长效运维管理的调查与思考[J].新农村, 2016 (5) : 5-6.
- [2] 顾浩, 梁文伯, 李永木, 等.农村生活污水处理与资源化利用及新污染物控制探讨[J].能源环境保护, 2024 (2) : 181-187.
- [3] 高生旺, 黄治平, 夏训峰, 等.农村生活污水治理调研及对策建议[J].农业资源与环境学报, 2022, 39 (2) : 276-282.
- [4] 王波, 何军, 车璐璐, 等.农村生活污水资源利用: 进展、困境与路径[J].农业资源与环境学报, 2023, 40 (5) : 1255-1264.
- [5] 颜安, 黄天寅, 许晓毅, 等.长江流域农村生活污水治理工程建设及运维现状分析[J].苏州科技大学学报(工程技术版), 2021 (9) : 17-22.

^{1,*} 作者简介: 焦自美 (1977-), 女, 硕士, 研究方向: 农村环境整治、乡村振兴、新型城镇化。

E-mail:haizeiwangqihang11@163.com。