

李秋红, 王凯, 吴金华. 农村生活污水对水环境的影响——以老沂河为例[J]. 净水技术, 2026, 45(1): 84-92.

LIU Q H, WANG K, WU J H. Impact of rural domestic wastewater on water environment——Taking Laoyi River as a case[J]. Water Purification Technology, 2026, 45(1): 84-92.

## 农村生活污水对水环境的影响——以老沂河为例

李秋红, 王 凯\*, 吴金华

(江苏省环境科学研究院, 江苏南京 210036)

**摘 要** 【目的】农村生活污水处理是制约我国美丽乡村建设的一大障碍,严重影响区域水环境质量的改善。【方法】为探究农村生活污水对河道水环境的影响,本文以徐州市老沂河汇水范围为例,对24条主要入河支流及老沂河干流开展水环境质量检测,以乡镇作为划分单元,初步讨论了区域生活污水收集率大小排序与水环境质量的相关性。【结果】各单元的污水收集率大小排序为草桥镇(48.26%)>窑湾镇(43.08%)>陈楼镇(38.51%)>炮车街道(30.62%),区域生活污水收集率与优Ⅲ类水体占比呈正相关线性关系,线性拟合度指标达0.977 1。从区域水环境指标氨氮及总磷的浓度来看,氨氮质量浓度均值大小排序为炮车街道(0.46 mg/L)>草桥镇(0.37 mg/L)>窑湾镇(0.26 mg/L);总磷质量浓度均值大小排序为炮车街道(0.28 mg/L)>草桥镇(0.25 mg/L)>窑湾镇(0.21 mg/L),同样表现出农村生活污水收集率越低,区域河道污染程度越高,这也进一步证明农村生活污水排放给区域水环境质量带来较为严重的污染。【结论】老沂河干流高锰酸盐指数、氨氮、总磷均表现出下游水环境劣于上游水环境质量,总氮的异常表现可能与华沂闸闭闸、上游生态流量不足及水草淤积腐败发酵有关。

**关键词** 老沂河 汇水范围 水环境质量 收集率 农村生活污水

中图分类号: X799.3 文献标志码: A 文章编号: 1009-0177(2026)01-0084-09

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2026.01.010

## Impact of Rural Domestic Wastewater on Water Environment——Taking Laoyi River as a Case

LI Qiuhong, WANG Kai\*, WU Jinhua

(Jiangsu Institute of Environmental Sciences, Nanjing 210036, China)

**Abstract** [Objective] The treatment of rural domestic wastewater is the most significant obstacle hindering the construction of beautiful countryside in China, severely impacting the improvement of regional water environment quality. [Methods] In order to explore the influence of rural domestic wastewater on river water environment, this paper took the catchment area of the Laoyi River as an example, conducting water environment monitoring on 24 main tributaries and the main stream of the Laoyi River, using townships as the division units to preliminarily discuss the correlation between the regional domestic wastewater collection rate and water environment quality. [Results] The wastewater collection rate of each unit obeyed the order of Caoqiao Town (48.26%)>Yaowan Town (43.08%)>Chenlou Town (38.51%)>Paoche Street (30.62%), presenting a positive linear correlation between the collection of rural domestic wastewater and the proportion of superior class Ⅲ water bodies in the region, the index of fit degree reached 0.977 1. From the pollution factors of ammonia nitrogen and total phosphorus pollution degree, the mean ammonia nitrogen mass concentration in four townships obeyed the order of Paoche Street (0.46 mg/L)>Caoqiao Town (0.37 mg/L)>Yaowan Town (0.26 mg/L); Mean total phosphorus mass concentration obeyed the order of Paoche Street (0.28 mg/L)>Caoqiao Town (0.25 mg/L)>Yaowan Town (0.21 mg/L). The lower collection rate of rural domestic wastewater, the higher pollution degree of regional rivers. The fact further proved that the discharge of rural domestic wastewater brought more serious pollution to regional water environment quality. [Conclusion] The permanganate index, ammonia nitrogen and total phosphorus of the main stream of Laoyi River show that the water

[收稿日期] 2024-11-20

[基金项目] 江苏省碳达峰碳中和科技创新专项资金(BE2022861)

[作者简介] 李秋红(1991—),男,工程师,主要从事地表水水生态修复技术研究等工作,E-mail:924907230@qq.com。

[通信作者] 王凯(1995—),男,工程师,主要从事地表水水生态修复技术研究等工作,E-mail:2323338471@qq.com。

environment quality of the lower reaches is worse than that of the upper reaches, the abnormal performance of total nitrogen may be caused by the closure of Huayi Gate, the insufficiency of upstream ecological flow, and water grass putrefactive fermentation.

**Keywords** Laoyi River range of catchment water environment quality collection rate rural domestic wastewater

从改革开放至今,我国经济社会发展取得巨大进步,农村区域经济持续发展<sup>[1]</sup>。随着广大农村地区生活习惯的改变,生活中废物、废料缺乏资源回收利用途径,农村的自然环境遭到了不同程度的破坏<sup>[2-3]</sup>。加之生活集聚区土地硬化率不断提高,农村生活污水、初期雨水等缺乏漫渗途径,农村区域生活污水收集率普遍偏低。2022 年底,广东省自然村生活污水纳管率为 53.4%,设施正常运行率为 82.2%<sup>[4]</sup>。江苏省计划到 2025 年底,全省农村生活污水治理(管控)率达 65%,治理设施正常运行率稳定在 90%以上。我国农村生活污水治理情况不容乐观,主要问题为治理率低下、治理强度分散、治理地域分布不均、运维资金难以保障<sup>[5]</sup>,给汇水区域内河道水环境带来极大负面影响。农村生活污水治理是制约我国美丽乡村建设发展的最大障碍,严重影响区域水环境质量。

## 1 国内外农村生活污水收集治理现状及经验

### (1) 国外农村生活污水的治理

为了研发出高效的农村生活污水治理工艺,国外学者进行了长时间的探索与研究。欧美国家对生活污水治理的研究主要集中在两方面:污水处理工艺技术和污水治理模式。美国 Oswald 创新提出“高效藻类塘”,利用菌藻共生原理对传统稳定塘进行改进以处理水体中污染物<sup>[6]</sup>;澳大利亚与日本分别开发出不同的小型污水处理设施,如澳大利亚的“FILTER”污水处理及再利用技术、日本的净化槽技术,对于生活污水的化学需氧量(COD)去除率稳定在 75%以上<sup>[7]</sup>;韩国的农村人口区域聚集度较低,农户之间距离较远,结合这一特点,韩国广泛采用植物拦截-土壤渗滤的净化方式<sup>[8]</sup>,该处理模式具有系统简单、性价比高、农村区域适用的特点。上述处理工艺普遍存在吨水处理单价高、除磷作用效果不理想、受悬浮物(SS)和外界气候条件等因素影响较大。

### (2) 国内农村生活污水的治理

日常餐饮废水、洗漱、沐浴、衣物洗涤等活动产生的污水(灰水)及水冲式厕所产生的冲厕污水(黑水)共同构成了农村生活污水<sup>[9]</sup>。目前,我国大部

分农村污水收集治理率较低,经济欠发达的农村区域生活污水经化粪池简单处理后就直接排入河道和农田,部分地区生活污水直排河道的现象仍较为常见,生活污水的低收集率与低治理率极易对周边环境造成污染<sup>[10]</sup>。

在一些污水收集率相对较高的农村区域,生活污水管网建设工作浮于完成上级主管部门下派任务,设计单位未针对村庄实际情况开展充分调研便进行生活污水治理方案设计工作<sup>[11]</sup>,为了快速推进工作,工作人员往往结合区域统计年鉴单纯按照村庄户籍人口或者户籍户数进行生活污水处理设施、管网建设等设计工作,这一粗放式的理论设计与农村区域青壮年人口大量外流相悖,部分工程在施工中质量把关不严,造成农村区域污水收集率低、处理设施运营成本高。针对上述问题,2021 年有学者<sup>[12]</sup>提出了利用数字化、智能化赋能农污治理,降低管理及运营成本。另有学者<sup>[13]</sup>提出利用农村废弃沟渠建设低影响开发生态沟渠的方式将污水净化并实现资源化利用。国内农村生活污水处理处于成长发展阶段,多数区域正在经历从无到有的转变阶段,下一步国内农村生活污水收集治理将从有到优,收集能力也会不断得到增强。

## 2 研究区域与方法

本文以老沂河汇水范围及主要支流为研究对象,如图 1 所示。老沂河是骆马湖的 3 条主要入湖河流之一,全长为 21.3 km,流经邳州市、新沂市。其中上游在邳州市境内长为 12.7 km,为邳州、新沂界河,下游 8.6 km 为新沂市内河。老沂河入河支流数量为 24 条,其中邳州段 9 条,新沂段 15 条。本文研究范围包括 1 个街道办事处(炮车街道)、3 个镇(陈楼镇、草桥镇、窑湾镇),建设范围内户籍人口约为 24.80 万人,区内平均人口密度为 779 人/km<sup>2</sup>。

老沂河汇水范围内土地利用类型中,耕地面积最大,为 100.1 km<sup>2</sup>,占总面积比例为 31.4%。建设用地总面积为 66.1 km<sup>2</sup>,占总面积比例为 20.8%。根据地方统计年鉴以及相关部门提供资料,建设范围内共有规模化养殖场 95 家,非规模化养殖场 201 家,小散养殖户 878 家,生猪 36 612 头,家禽

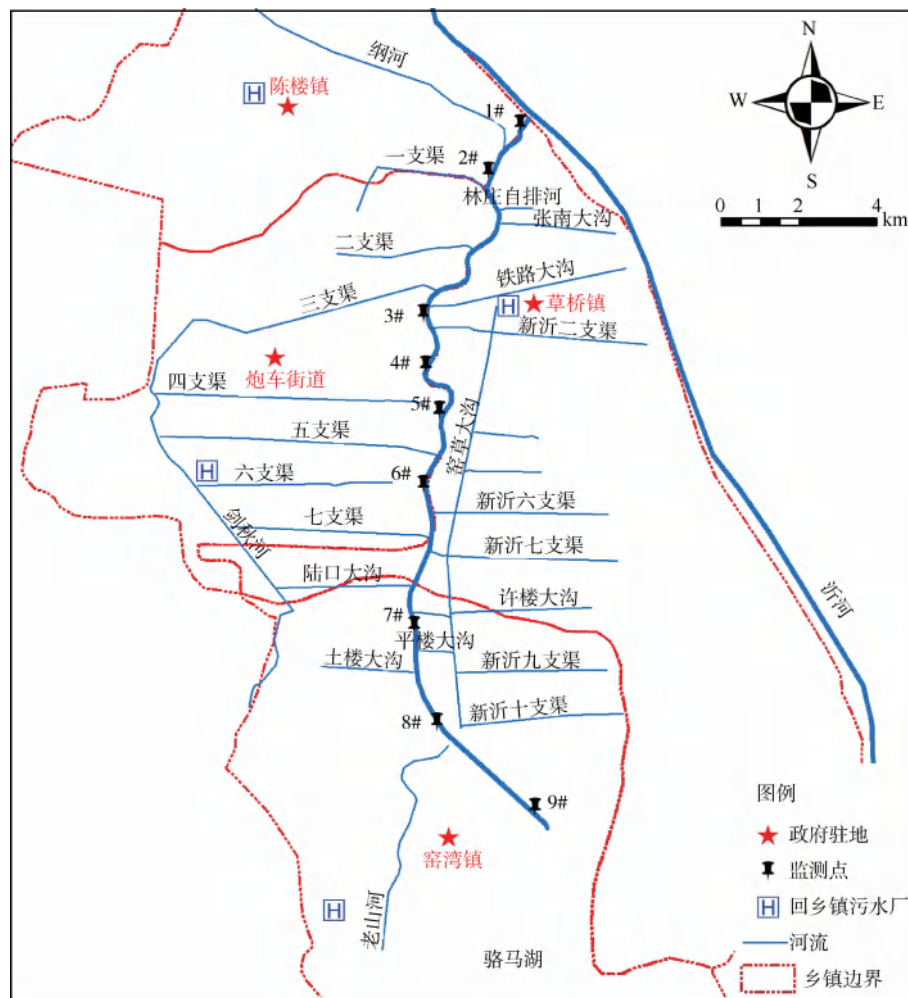


图 1 老沂河汇水范围及主要支流分布

Fig. 1 Catchment Area of Laoyi River and the Distribution of Main Tributaries

641 183 羽,水产养殖面积为 7 080.7 km<sup>2</sup>;结合新沂市与邳州市 2023 年度乡镇水污染物平衡核算,区域内生活污水收集率为 17.29%~30.80%。污染物产排当量和入河系数参照《全国水环境容量核定技术指南》《第二次全国污染源普查生活源产排污系数手册》确定,计算老沂河汇水范围内不同污染源污染占比贡献情况,由表 1 可知,生活污染源是影响老沂河汇水范围内最重要的影响因素,这也为本文开展农村生活污水治理与区域水环境质量之间的关系提供了基础。具体污染源污染贡献占比如表 1 及图 2 所示,老沂河两岸土地利用类型如图 2 所示。

结合研究区域农污收集处理分布现状,对汇水区 24 条支流开展水环境质量补充监测,如表 2 所示。监测数据显示,炮车街道所辖范围内二支渠、四支渠、五支渠均超Ⅲ类水标准,草桥镇铁路大沟、四

支渠、七支渠均超过Ⅲ类水标准,窑湾镇平楼大沟、土楼大沟、窑草大沟均超过Ⅲ类水标准。

本文对老沂河汇水范围内河道两侧 2 km 农村生活污水收集情况进行统计,统计范围内共涉及行政村 35 个,自然村 156 个,农户 28 585 户。其中已经完成生活污水接管的农户有 12 570 户,分散式生活污水处理设施总处理能力为 1 420 t/d,农村生活污水管网建设总长度为 135.574 km,农村生活污水平均收集率为 40.12%。为减轻农污对河道水环境的影响,区域内农村污水处理多为一体化处理设施,出水标准为一级 A 标准,各乡镇街道农污收集纳管情况如表 3 所示,结果表明:各乡镇污水收集率分别为草桥镇(48.26%)>窑湾镇(43.08%)>陈楼镇(38.51%)>炮车街道(30.62%)。老沂河汇水范围内农村居民住宅多沿河而建,沿河居住密度较大,两

表 1 建设范围内不同污染源的污染贡献  
Tab. 1 Pollution Contributions of Different Sources in Construction Scope

项目	COD/(t·a <sup>-1</sup> )	COD 占比	氨氮/(t·a <sup>-1</sup> )	氨氮占比	总氮/(t·a <sup>-1</sup> )	总氮占比	总磷/(t·a <sup>-1</sup> )	总磷占比
生活源	2 934. 6	72. 5%	282. 8	55. 7%	549. 0	41. 8%	37. 4	38. 3%
工业源	13. 8	0. 3%	0. 6	0. 2%	1. 5	0. 1%	0. 1	0. 1%
农业源	1 099. 4	27. 2%	224. 0	44. 1%	762. 4	58. 1%	60. 2	61. 6%
总计	4 047. 8	100. 0%	507. 4	100. 0%	1 312. 9	100. 0%	97. 7	100. 0%

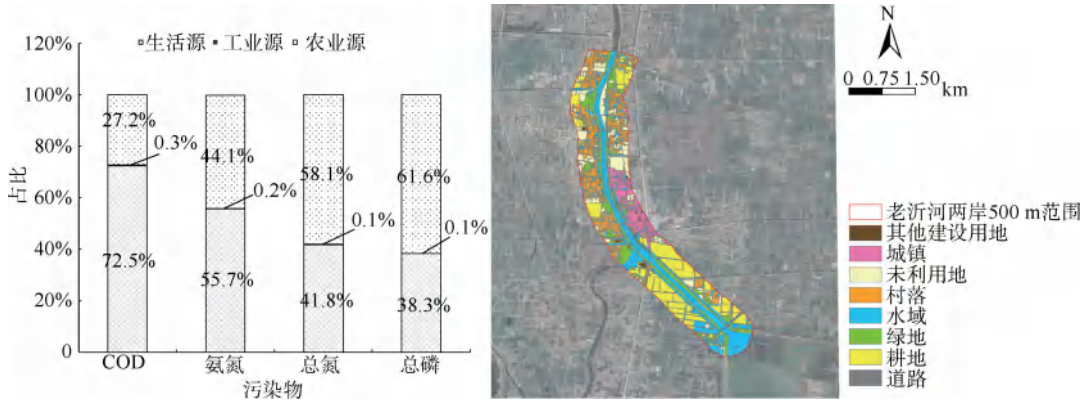


图 2 老沂河汇水范围内污染源占比及土地利用类型

Fig. 2 Pollution Sources Proportion and Land Use Type in the Catchment Area of Laoyi River

表 2 老沂河汇水范围支流水质监测统计  
Tab. 2 Statistics of Water Quality Monitoring of Tributaries in Laoyi River Catchment Area

属地	河流	溶解氧/ (mg·L <sup>-1</sup> )	高锰酸盐指数/ (mg·L <sup>-1</sup> )	氨氮/ (mg·L <sup>-1</sup> )	总磷/ (mg·L <sup>-1</sup> )	总氮/ (mg·L <sup>-1</sup> )	水质类别	优Ⅲ类 占比	优Ⅳ类 占比
陈楼镇	纲河	10. 06	5. 2	0. 160	0. 16	2. 42	Ⅲ	100. 0%	100. 0%
炮车街道	一支渠	8. 35	4. 2	0. 570	0. 18	2. 81	Ⅲ	50. 0%	75. 0%
	董场北沟	4. 08	4. 7	0. 370	0. 19	1. 57	Ⅳ		
	二支渠	8. 44	4. 7	0. 830	0. 74	7. 47	劣Ⅴ		
	三支渠	10. 28	4. 3	0. 360	0. 12	1. 18	Ⅲ		
	四支渠	7. 19	5. 1	0. 300	0. 46	1. 03	劣Ⅴ		
	五支渠	4. 78	4. 5	0. 260	0. 29	0. 89	Ⅳ		
	六支渠	5. 25	3. 8	0. 550	0. 16	2. 08	Ⅲ		
	七支渠	9. 35	4. 8	0. 430	0. 13	1. 66	Ⅲ		
草桥镇	林庄自排河	5. 94	4. 7	0. 110	0. 12	1. 68	Ⅲ	62. 5%	62. 5%
	张南大沟	7. 91	4. 3	0. 170	0. 11	1. 70	Ⅲ		
	铁路大沟	1. 87	6. 0	0. 950	0. 51	3. 26	劣Ⅴ		
	二支渠	3. 17	4. 6	0. 140	0. 19	0. 99	Ⅲ		
	四支渠	0. 98	12. 5	0. 480	0. 38	1. 79	劣Ⅴ		
	五支渠	7. 23	5. 3	0. 690	0. 17	1. 87	Ⅲ		
	六支渠	8. 90	5. 0	0. 100	0. 17	1. 06	Ⅲ		
	七支渠	4. 67	5. 6	0. 300	0. 34	4. 18	Ⅴ		
窑湾镇	九支渠	8. 44	4. 7	0. 160	0. 13	1. 69	Ⅲ	57. 1%	85. 7%



(续表2)

属地	河流	溶解氧/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	高锰酸盐指数/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	氨氮/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	总磷/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	总氮/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	水质类别	优Ⅲ类 占比	优Ⅳ类 占比
	许楼大沟	3.32	4.2	0.270	0.12	1.02	Ⅲ		
	平楼大沟	3.70	5.6	0.530	0.27	1.61	Ⅳ		
	东十支渠	5.19	5.7	0.280	0.17	1.03	Ⅲ		
	土楼大沟	9.02	5.3	0.310	0.30	0.98	Ⅳ		
	窑草大沟	9.79	8.7	0.141	0.35	1.29	Ⅴ		
	陆口大沟	8.44	4.7	0.161	0.13	1.69	Ⅲ		

岸生活污水直排下河,垃圾倾倒堵塞河道,菜市场生产污水均未收集下河,沿河厕所私搭乱建,粪污水溢流下河屡见不鲜,生活污染严重影响老沂河支流水环境;部分区域虽然开展了部分截污工作,但因村民住宅紧邻河道,污水收集管网多为露天架空敷设,无保护措施,管网极易破损,污水收集系统末端为聚氯乙烯材质收集池,缺乏生化处理装置,收集池漏损生活污水直排下河,对入河支流水体产生较大污染。

表 3 老沂河汇水区范围农村生活污水收集  
Tab. 3 Rural Domestic Wastewater Collection of Laoyi River Catchment Area

项目	行政村数量/个	自然村数量/个	总户数/户	收集户数/户	总处理能力/ ( $\text{t}\cdot\text{d}^{-1}$ )	管网建设 总长度/km	农村污水 收集率
陈楼镇	3	20	3 477	1 339	240	19.464	38.51%
炮车街道	4	5	1 558	477	185	3.954	30.62%
草桥镇	11	51	11 752	5 671	565	53.333	48.26%
窑湾镇	17	80	11 798	5 083	430	58.823	43.08%
小计	35	156	28 585	12 570	1 420	135.574	

### 3 分析与讨论

老沂河汇水区范围内炮车街道污水收集率最低为 30.62%,草桥镇农村生活污水收集率最高为 48.26%。因陈楼镇管辖范围内仅有纲河 1 条入河支流,且受华沂闸闸控影响,水质数据偶然性较大,故本次不再分析陈楼镇生活污水收集与入河支流水环境关联性。为深入分析农村生活污水收集情况与区域河道水环境质量的内在联系,在老沂河干流开展 9 个点位的水质监测。监测点位如图 1 所示。

#### 3.1 老沂河汇水区域内的生活污水收集率与入河支流水环境质量的关系

老沂河汇水区农村生活污水收集率最高的区域为草桥镇,草桥镇 8 条入河支流中有 3 条支流水环境质量不能达到Ⅲ类水标准,优Ⅲ类水体占比为 62.5%,优Ⅳ类水体占比为 62.5%,草桥镇农村污水收集率为 48.26%;炮车街道 8 条入河支流中有 4 条支流水环境质量超过Ⅲ类水标准,优Ⅲ类水体占比为 50.0%,优Ⅳ类水体占比为 75.0%,农村污水收集率为 30.62%;窑湾镇 7 条入河支流中有 3 条支流

水环境质量不能达到Ⅲ类水标准,优Ⅲ类水体占比为 57.14%,优Ⅳ类水体占比为 85.7%,农村污水收集率为 43.08%。分析表明:炮车街道农村生活污水收集率最低,区域优Ⅲ类河道水体占比最低,草桥镇、窑湾镇支流优Ⅲ类河道水体占比均高于炮车街道。

由图 3 区域优Ⅲ类水体占比、优Ⅳ类水体占比与农污收集率之间的线性关系可知:随着农村生活污水收集接管率的不断提升,生活污水直排下河现象减少,对区域水环境改善有着推动作用,区域优Ⅲ类水体占比越高,呈线性正相关关系,回归系数为 0.977 1。将水环境质量进一步放宽到Ⅳ类标准,分析表明:区域农村生活污水收集率与优Ⅳ类水体占比之间相关性表现较差,认为造成这一现象的原因可能与监测样本频次较少有关。

对比草桥镇、窑湾镇之间的水环境质量发现:农村生活污水收集率与区域水环境质量的正相关性变得愈发模糊。为此,于 2024 年 4 月再次前往两镇区超标支流进行现场踏勘调研,发现窑草大沟王楼桥

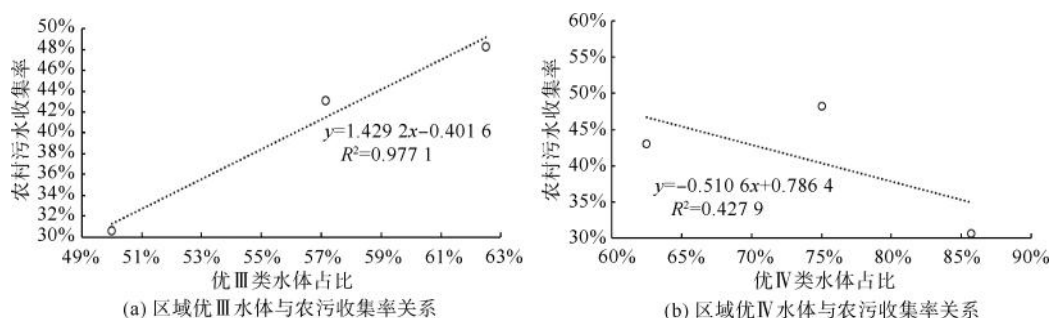


图3 区域水环境质量与农污收集率的线性拟合关系

Fig. 3 Linear Fitting Relationship between Regional Water Environment Quality and Agricultural Pollution Collection Rate

生活污水接管率较低,生活污水、农厕粪污水直排进入窑草大沟,平楼大沟与窑草大沟相连通,距离王楼桥直线距离不足 2 km,平楼大沟水环境不达标与王楼桥生活污水直排密不可分。

由前文污染源贡献核算可知,生活污染源在氨氮、总磷的污染贡献占比均较高。由图 4 可知:入河支流的氨氮质量浓度均值大小排序为炮车街道 (0.46 mg/L) > 草桥镇 (0.37 mg/L) > 窑湾镇

(0.26 mg/L);总磷质量浓度均值大小排序为炮车街道 (0.28 mg/L) > 草桥镇 (0.25 mg/L) > 窑湾镇 (0.21 mg/L)。25%~75%分位数变化同样表现出炮车街道>草桥镇>窑湾镇这一规律,结合三乡镇街道的农村生活污水收集率来看,农村生活污水收集率越低,区域河道氨氮、总磷浓度均值越高,这也进一步证明农村生活污水排放给区域水环境质量带来较为严重的污染。

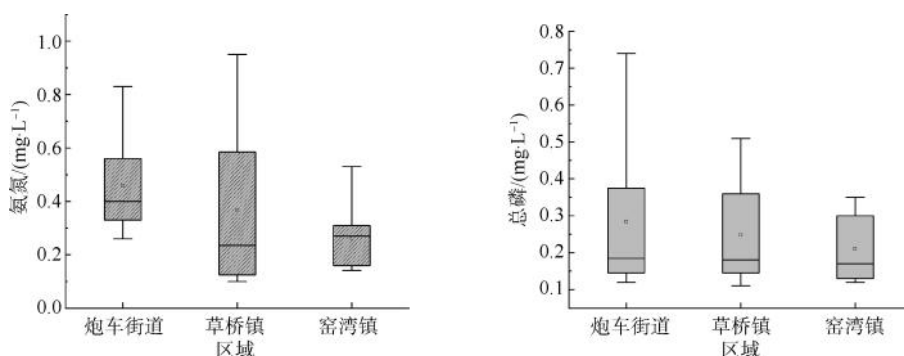


图4 区域水环境质量箱型图

Fig. 4 Boxplot of Regional Water Environment Quality

### 3.2 老沂河汇水区域内的农村生活污水收集与干流水环境质量间的关系

老沂河干流水环境质量情况如表 4 所示。从上游到下游的空间变化来看,溶解氧浓度呈现先升高后降低的变化趋势,下游溶解氧浓度总体低于上游,老沂河桥溶解氧质量浓度 (12.01 mg/L) 最高,许楼大桥溶解氧质量浓度 (3.88 mg/L) 最低。高锰酸盐指数变化较为稳定,质量浓度为 4.0~5.7 mg/L,由区位关系来看,中下游高锰酸盐指数浓度高于上游。氨氮浓度呈现先下降后波动升高趋势,下游氨氮浓度总体高于上游,质量浓度峰值为 0.302 mg/L,出现在下游许楼大桥断面。

总氮浓度总体呈现先降低后波动升高的变化趋势,下游总氮浓度总体低于上游,质量浓度最高点 (2.80 mg/L) 出现在华沂闸下。总磷浓度整体呈现波动升高的变化趋势,下游总磷浓度总体高于上游,质量浓度最高点 (0.23 mg/L) 出现在许楼大桥。结合监测结果可以看出,除总氮因子外,老沂河干流水环境呈现出上游好-中下游恶化-入骆马湖口处改善的趋势。中下游水环境恶化与老沂河生活污染源、农业面源污染排入有关,下游入骆马湖口处水环境质量出现改善与骆马湖 25.83 m 洪水位的顶托有关,老沂河下游入骆马湖口处水体为骆马湖顶托湖水倒灌。

表 4 老沂河干流水环境质量情况  
Tab. 4 Water Environment Quality of Laoyi River Main Stream

序号	断面名称	所属区县	溶解氧/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	高锰酸盐指数/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	氨氮/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	总磷/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	总氮/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	水质 类别	区位
1#	通沂河处	邳州新沂交界	5.34	4.0	0.161	0.07	2.07	Ⅲ	上游
2#	华沂闸下	邳州新沂交界	9.34	4.5	0.161	0.1	2.80	Ⅲ	
3#	草桥西	新沂市	9.79	4.8	0.094	0.1	1.59	Ⅲ	
4#	老沂河桥	邳州新沂交界	12.01	4.6	0.099	0.17	0.58	Ⅲ	中游
5#	炮刘线桥	邳州新沂交界	8.03	4.8	0.068	0.19	0.77	Ⅲ	
6#	房场村西	邳州新沂交界	7.79	4.7	0.178	0.18	1.23	Ⅲ	
7#	许楼大桥	新沂市	3.88	5.2	0.302	0.23	1.02	Ⅳ	下游
8#	王楼桥	新沂市	7.89	5.7	0.293	0.19	0.99	Ⅲ	
9#	古镇大道桥	新沂市	6.33	4.8	0.26	0.14	1.79	Ⅲ	

注:监测断面排序按照由上游至下游。

将老沂河干流按照上中下游进行区段划分,每个区段选取 3 个点位为代表:上游(1#~3#)、中游(4#~6#)、下游(7#~9#)。分析对比三区段的水环境质量单因子变化规律,由图 5 可知,除总氮因子外,老沂河干流高锰酸盐指数、氨氮、总磷均表现出下游水环境劣于上游水环境质量,老沂河上游总氮浓度较高区段集中在华沂闸上游,中游总氮有所改

善,下游段呈现恶化趋势。上游总氮污染浓度高可能与华沂闸闭闸有关,上游水流不畅,且有水草腐败堆积发酵,导致总氮浓度较高。

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

结合研究区域生活污水收集率、老沂河 24 条入河支流水环境质量及老沂河干流 9 个监测点位水环

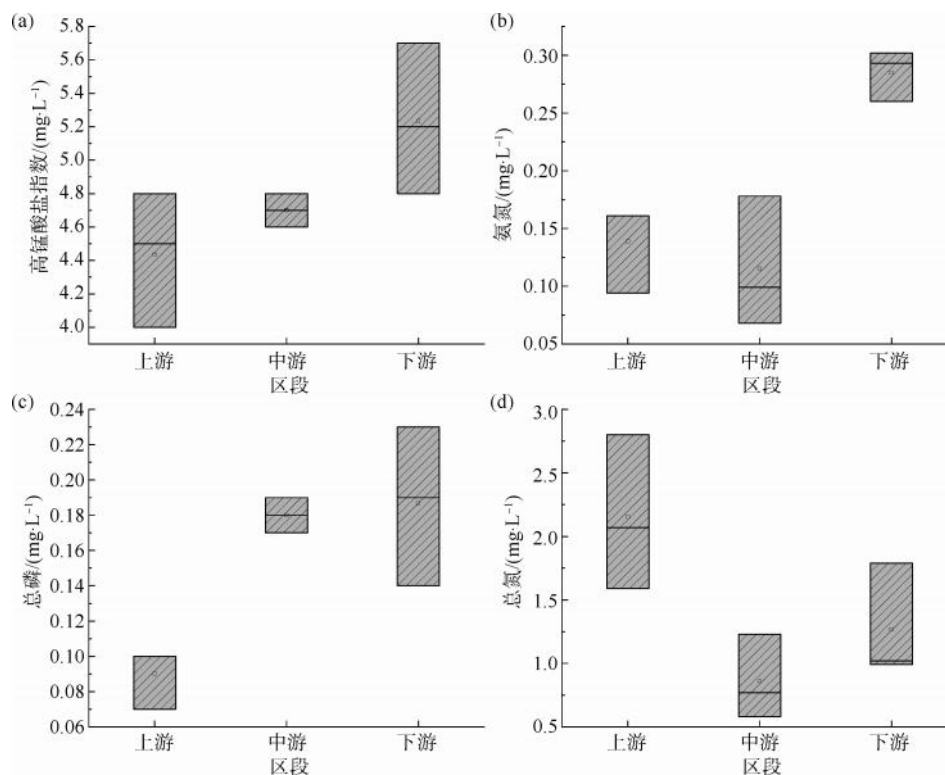


图 5 老沂河水环境变化趋势

Fig. 5 Changing Trend of Water Environment in Laoyi River

境状况,分析了生活污水收集率对老沂河汇水区水环境的影响。结果表明:生活污水收集率与区域水环境质量有较为紧密的联系。此外,生活污水管网建设质量、运维状况、生活污水排放方式(直接排放/间接排放)等也影响区域水环境。

农村地区幅员广阔,人口居住密度较低,多处坑塘处于闲置状态,被动接纳生活污染,可利用村庄废弃河沟坑塘构建生态净化塘,配合分散式污水处理一体化设施,强化对生活污水的深度净化处理,用作河沟及灌溉补水,加强水资源的再利用率。

## 4.2 建议

(1)老沂河汇水范围内生活污水收集率较低,平均收集率为40.12%。区域水环境质量与农村生活污水收集率存在紧密联系,但生活污水排放方式、区域农业面源污染治理情况同样也影响着水环境质量。

(2)老沂河汇水范围内入河支流水环境质量的变化与生活污水收集率呈现正相关性,优Ⅲ类河道占比与农污收集率之间的趋势线拟合程度的指标达0.977 1,生活污水直排下河污染通量的降低,对区域水环境改善有着推动作用。

(3)老沂河干流水环境质量上游相对较好,下游段呈现恶化趋势,总氮指标则表现为上游较差,这说明河道水环境质量除受生活污染源影响外,与河道生态流量情况、水体流动性、内源污染(水草腐败)等因素影响有关。

(4)农村生活污水的治理模式要因地制宜,利用好村庄废弃河沟坑塘构建生态净化塘,配合分散式污水处理一体化设施,强化对生活污水的深度净化处理。

## 参考文献

[1] 张丹. 多中心治理视角下B市L县农村生活污水治理研究[D]. 西安: 长安大学, 2015.  
ZHANG D. Study on rural domestic wastewater management in County L of City B from the perspective of polycentric governance [D]. Xi'an: Changan University, 2015.

[2] 程方奎, 巩子傲, 汪思宇, 等. 农村生活污水低耗资源化处理工艺应用[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2020, 50(6): 1076-1083.  
CHENG F K, GONG Z A, WANG S Y, et al. Application of low-consumption resource-recovery process for rural domestic sewage treatment[J]. Journal of Southeast University (Natural

Science), 2020, 50(6): 1076-1083.

[3] 马静颖, 詹建益. “五水共治”背景下浙江省农村生活污水处理现状分析研究[J]. 环境科学与管理, 2016, 41(2): 64-68.  
MA J Y, ZHAN J Y. Status of rural domestic sewage treatment in Zhejiang Province[J]. Environmental Science and Management, 2016, 41(2): 64-68.

[4] 赵修敏, 张丙珍, 庞博, 等. 徒骇河聊城段干支流水质分析[J]. 四川环境, 2023, 42(3): 101-105.  
ZHAO X M, ZHANG B Z, PANG B, et al. Water quality analysis of main and tributaries in liaocheng section of Tuhai River[J]. Sichuan Environment, 2023, 42(3): 101-105.

[5] 贾小梅, 于奇, 王文懿, 等. 关于“十四五”农村生活污水处理的思考[J]. 农业资源与环境学报, 2020, 37(5): 623-626.  
JIA X M, YU Q, WANG W Y, et al. Considerations for rural domestic sewage treatment during the 14th Five-Year Plan[J]. Journal of Agricultural Resources and Environment, 2020, 37(5): 623-626.

[6] 杨婕. 重庆市涪陵区农村生活污水治理中存在的问题研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2021.  
YANG J. Study on the problems existing in the treatment of rural domestic sewage in J Town of Fuling District, Chongqing[D]. Chongqing: Chongqing University, 2021.

[7] HAM J H, VOON C G, JEON J H. Feasibility of a constructed wetland and wastewater stabilization pond system as a sewage reclamation system for agricultural reuse in a decentral ized rural area[J]. Water Science & Technology, 2007, 55(1/2): 503-511. DOI: 10.2166/wst.2007.014.

[8] 钟永梅. 农村生活污水治理的现状分析与对策研究—以浙江省安吉县为例[D]. 杭州: 浙江大学, 2015.  
ZHONG Y M. Historical analysis on the countermeasures of domestic sewage treatment in rural area——A case study on Anji County [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2015.

[9] 王俊能, 赵学涛, 蔡楠, 等. 我国农村生活污水污染排放及环境治理效率[J]. 环境科学研究, 2020, 33(12): 2665-2674.  
WANG J N, ZHAO X T, CAI N, et al. Pollution discharge and environmental treatment efficiency of rural domestic sewage in China[J]. Research of Environmental Sciences, 2020, 33(12): 2665-2674.

[10] SHENG X L, QIU S K, XU F, et al. Management of rural domestic wastewater in a city of Yangtze Delta Region: Performance and remaining challenges [J]. Bioresource Technology Reports, 2020, 11: 100507. DOI: 10.1016/j.biteb.2020.100507.

[11] 湛建宇, 骆其金, 黎京士, 等. 中国农村水污染防治实施过程的共性问题与对策研究[J]. 环境科学与管理, 2020, 45(3): 21-24.



- CHEN J Y, LUO Q J, LI J S, et al. Common problems and countermeasures in the implementation process of rural water pollution control in China [J]. *Environmental Science and Management*, 2020, 45(3): 21–24.
- [12] 温凯茵, 林彰文, 卢欢亮. 广东省农村生活污水治理存在问题及对策研究[J]. *安徽农业科学*, 2021, 49(11): 85–87, 131.
- WEN K Y, LIN Z W, LU H L. Problems and countermeasures for the treatment of rural domestic sewage of Guangdong Province [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2021, 49(11): 85–87, 131.
- [13] 邓国海, 陈波, 向秋实, 等. 基于主成分分析的水质考核排名研究——以涪江四川国省考断面为例[J]. *四川环境*, 2024, 43(4): 59–66.
- DENG G H, CHEN B, XIANG Q S, et al. Water quality assessment and ranking study based on main component analysis——Taking Sichuan guokao section of Fujiang River as an example[J]. *Sichuan Environment*, 2024, 43(4): 59–66.
- 
- (上接第9页)
- [35] PAN Y T, ZHANG H X, CUI Q Q, et al. Worldwide distribution of novel perfluoroether carboxylic and sulfonic acids in surface water [J]. *Environmental Science & Technology*, 2018, 52(14): 7621–7629.
- [36] GAO C, DRAGE D S, ABDALLAH A E, et al. Factors influencing concentrations of PFAS in drinking water; Implications for human exposure[J]. *ACS ES&T Water*, 2024, 4(11): 4881–4892.
- [37] 任洋洋, 金玉娥, 许慧慧, 等. 上海市饮用水中全氟化合物的污染现状及风险评估[J]. *环境与职业医学*, 2020, 37(11): 1089–1094.
- REN Y Y, JIN Y E, XU H H, et al. Assessment of contamination and health risk of perfluoroalkyl substances in drinking water in Shanghai[J]. *Journal of Environmental and Occupational Medicine*, 2020, 37(11): 1089–1094.
- [38] YU L, LIU X D, HUA Z L. Occurrence, distribution, and risk assessment of perfluoroalkyl acids in drinking water sources from the lower Yangtze River [J]. *Chemosphere*, 2022, 287: 132064. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.132064.
- [39] AO J, YUAN T, XIA H, et al. Characteristic and human exposure risk assessment of per- and polyfluoroalkyl substances; A study based on indoor dust and drinking water in China[J]. *Environmental Pollution*, 2019, 254: 112873. DOI: 10.1016/j.envpol.2019.07.041.
- [40] HE S, REN N Q. Occurrence and risk assessment of per- and polyfluoroalkyl substances in water source protection area of southeastern China [J]. *Frontiers in Environmental Science*, 2022, 10: 913997. DOI: 10.3389/fenvs.2022.913997.
- [41] 施静, 夏瑜, 许红睿, 等. 苏州市饮用水中全氟辛酸与全氟辛烷磺酸浓度分析及健康风险评估[J]. *食品安全导刊*, 2024(20): 39–43.
- SHI J, XIA Y, XU H R, et al. Concentration analysis and health risk assessment of perfluorooctanoic acid and perfluorooctane sulfonate in drinking water in Suzhou[J]. *China Food Safety Magazine*, 2024(20): 39–43.
- [42] LIU H, JIA R B, DU Z Q, et al. Characteristics, source apportionment and health risk assessment of perfluoroalkyl acids in typical drinking water sources of eastern China [J]. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 2023, 9(4): 1080–1089.
- [43] LU G, SHAO P, ZHENG Y, et al. Perfluoroalkyl substances (PFASs) in rivers and drinking waters from Qingdao, China [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(9): 5722.