

# 基于农民满意度的农村水环境治理绩效研究

——以湖北省部分县市的调查为例

吕天宇<sup>1</sup>, 赵微<sup>1</sup>, 李娜<sup>2</sup>, 曾晨<sup>1</sup>

(1. 华中农业大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430070; 2. 湖北省水利水电规划勘测设计院, 湖北 武汉 430064)

**摘要:** [目的] 开展农村水环境治理绩效研究, 为优化农村水环境治理提供理论参考。[方法] 以湖北省嘉鱼县、天门市、公安县的 551 份样本为例, 通过农民满意度调查开展农村水环境治理绩效的有效测度。从“过程”和“结果”两个维度定量分析农村水环境治理绩效的影响因素, 并运用代理变量法和工具变量法解决计量模型中潜在的内生性问题。[结果] ① 受访者对当前农村水环境治理的总体满意度评价中, 认为治理“一般”的农民最多, 占比 36.30%, 认为治理“非常满意”的农民最少, 占比 3.27%; ② “过程”维度中, 生活垃圾集中收运、村庄旱厕改造、农作物秸秆处理、生活污水管网整修、生活垃圾设施整修、河道整修、工作人员队伍建设、水环境治理宣传、公众参与程度对农村水环境治理绩效的影响显著; ③ “结果”维度中, 沟渠水质洁净度、坑塘水质洁净度对农村水环境治理绩效的影响显著。[结论] 乡村振兴战略实施背景下加大河流生态整治力度、加快铺设农村污水管网, 并加强专业化人员队伍建设, 畅通让农民参与治理的渠道是提升农村水环境的重要路径。

**关键词:** 水环境; 农村; 治理; 农民; 绩效; “过程—结果”

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2020)06-0137-09

中图分类号: X821

**文献参数:** 吕天宇, 赵微, 李娜, 等. 基于农民满意度的农村水环境治理绩效研究[J]. 水土保持通报, 2020, 40(6): 137-145. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2020.06.020; Lü Tianyu, Zhao Wei, Li Na, et al. A study on rural water environment governance based on farmer's satisfaction [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2020, 40(6): 137-145.

## A Study on Rural Water Environment Governance Based on Farmer's Satisfaction

—Taking Some Counties of Hubei Province as Study Areas

Lü Tianyu<sup>1</sup>, Zhao Wei<sup>1</sup>, Li Na<sup>2</sup>, Zeng Chen<sup>1</sup>

(1. College of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China;

2. Hubei Institute of Water Resources, Survey and Design, Wuhan, Hubei 430064, China)

**Abstract:** [Objective] The performance of rural water environment governance was studied in order to provide theoretical supports for optimizing rural water environment governance. [Methods] The rural water environment management performance was assessed based on the satisfaction survey of farmers, by using 551 samples from Jiayu, Tianmen and Gong'an of Hubei Province. Based on the conception of “process-result”, the influencing factors of rural water environment governance performance were explored, from the dimensions of “process” and “result”. Agent variable and instrumental variable methods were employed to solve the potential endogenous problems in the econometric model. [Results] ① In the overall satisfaction evaluation of the current rural water environment treatment, most respondents rated it as “moderate”, accounting for 36.30%, and only 3.27% of respondents considered it as “very satisfied”; ② Among the variables of process performance, the centralized collection and transportation of domestic waste, improvement of village dry toilet, treatment of crop straw, renovation of domestic waste facilities, riverway renovation, professional staff, publicity of water

收稿日期: 2020-07-20

修回日期: 2020-09-05

资助项目: 湖北省水利重点科研项目“江汉平原农户生活节水减排模式研究”(HBSLKY202012)

第一作者: 吕天宇(1997—), 女(汉族), 山东省潍坊市人, 硕士研究生, 研究方向为生态环境治理机制。Email: lvtianyu97@126.com。

通讯作者: 赵微(1980—), 男(汉族), 浙江省安吉县人, 博士, 副教授, 主要从事自然资源可持续利用和农村治理方面的研究。Email: zhaow@mail.hzau.edu.cn。

environment management, public participation and renovation of domestic sewage pipe network had significant influences on the performance of rural water environment governance; ③ For the variables of results performance, the water quality of ditches and ponds also had significant impacts on the performance of rural water environment governance. [Conclusion] In the context of the implementation of the rural revitalization strategy, it is an important path to enhance the rural water environment by reinforcing river ecological reestablishment, speeding up the laying of rural sewage pipeline network, and strengthening the group management of professional personnel, as well as smoothing the channels.

**Keywords:** water environment; rural area; governance; farmers; performance; process-results

党的十九大报告中提出乡村振兴战略,《关于实施乡村振兴战略的意见》指出“乡村振兴,生态宜居是关键,良好生态环境是农村最大优势和宝贵财富”。在大力倡导生态宜居的时代背景下,我国政府高度重视农村水环境治理,先后出台《水污染防治行动计划》《农村人居环境整治三年行动方案》《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》《关于推进农村黑臭水体治理工作的指导意见》等文件,明确要求开展农村生活垃圾、厕所粪污和生活污水治理,全面建设生态型农村水环境。农村水环境治理的必要性和重要性得到进一步凸显。农村水环境治理绩效是对农村水环境治理行为和效果的科学评价。对其影响因素开展研究,可以不断提升公共部门的农村水环境治理水平,破解建设美丽乡村美好愿景与农村水环境污染的现实矛盾。国外水环境绩效研究起步较早,已形成较为成熟的体系<sup>[1]</sup>。借鉴国外研究成果,国内学者开始探索具有本土特色的农村水环境治理绩效研究路径。黄征<sup>[2]</sup>基于平衡计分卡,以财务指标、顾客指标、内部运营指标和学习与成长为目标层构建了农村水环境治理的绩效体系。郑开元和李雪松<sup>[3]</sup>基于公共物品理论,提出摒弃由政府为农村水环境治理买单的单一治理机制,引入经济激励机制与公众参与机制,把相关者活动对环境造成的不利影响降到最低。杜焱强等<sup>[4]</sup>对农村水环境多元治理主体进行非合作博弈均衡分析,得出多元参与是农村水环境可持续发展的关键,并指出农民是水环境治理的内生动力。师荣光等<sup>[5]</sup>基于组织机构建立、管理运行机制、工作履行、公众参与和实际效果5方面构建农村水环境治理绩效研究体系。黄森慰等<sup>[6]</sup>从参与农村水环境治理的地方政府、企业和农户三方博弈主体出发,得出“地方政府引导、企业净化、农户参与治理”模式是有利于农村水环境质量提升的最优模式。对相关文献进行梳理发现,尽管已有学者开始关注农村水环境治理绩效及影响因素,但现有研究多关注项目完工后的结果绩效,而忽略了治理过程中的过程绩效。此外,尽管学者们普遍认可农民对农村水环境治理绩效有着更加直观的感受,认为农

民是农村水环境治理的主要利益相关者和直接受益人,但基于农民视角开展农村水环境治理绩效的测度研究较少。因此本文的主要任务是,针对农村水环境治理的现实问题,构建农民视角下的农村水环境治理绩效研究框架,从“过程—结果”维度出发研究水环境绩效影响因素及其作用机理,从而完善农村水环境治理的研究体系,并为农村水环境治理的改革实践提供理论支持。

## 1 研究区域与数据来源

### 1.1 研究区概况

湖北省位于我国中部,地处长江流域中心位置。近年来湖北省大力促进绿色发展,按照《湖北省乡村振兴战略规划(2018—2022年)》《湖北省乡村振兴促进条例》的要求积极开展农村水环境治理工作。2017年全省开展生活污水治理的行政村比例达15%,进行生活垃圾治理的行政村比例达81.3%,进行旱厕改造的行政村比例达58.9%,畜禽粪污综合利用率为67%<sup>[7]</sup>。

嘉鱼县、天门市和公安县是湖北省开展农村水环境治理的典型地区。嘉鱼县位于湖北省东南部,境内水系发达,长江横穿过境。该县以长江大保护为抓手,持续推进农户无害化厕所改革,加快推进乡镇污水处理厂及管网建设,积极开展农村生活垃圾集中整治行动,有效改善农村水环境。天门市位于湖北省中部,该市不断深入推进水环境治理与河湖长制,持续加强河湖治理和农村黑臭水体治理。公安县位于湖北省中南部,该县积极推进农村垃圾集中收运,设立秸秆打包回收点,严禁秸秆焚烧污染环境,通过建设县、乡镇两级河湖库长制责任体系严控河湖库污染。

### 1.2 数据来源

研究人员于2019年4月30日至5月9日赴湖北省嘉鱼县、天门市和公安县开展实地调研,依据分层随机抽样的原则选取了3个县(市)的11个镇、73个行政村的609位农民作为调查对象。调查区域具

体包括嘉鱼县新街镇的7个行政村、潘家港镇的11个行政村、渡普镇的5个行政村、官桥镇的5个行政村、天门市麻洋镇的4个行政村、多祥镇的7个行政村、张港镇的5个行政村、公安县孟嘉溪镇的11个行政村、章田寺镇的8个行政村、甘家厂镇的7个行政村、毛家港镇的3个行政村。实地调研最终获得551份有效问卷,问卷有效率90.48%。

## 2 研究方法

### 2.1 治理绩效的测度

在不同的学科背景下,农村水环境治理绩效存在多元化的表达形式。顾客满意度理论认为,消费者的使用感受是评价产品好坏的重要判断依据,该理论已应用于公共项目绩效评价<sup>[8]</sup>。对于本研究而言,农村水环境治理具有公共品性质,作为农村水环境治理的利益相关群体<sup>[9]</sup>,农民可以被视为农村水环境治理的“消费者”。他们见证了农村水环境治理的全生命周期,对治理效果有更加深刻的感知,因此其主观满意度更加接近农村水环境治理的实际绩效水平,采用农民满意度对农村水环境治理绩效进行测度具有较强的科学依据。

### 2.2 模型设定与变量选择

“过程—结果”绩效观是对环境治理绩效进行科学评价的经典方法,目前已广泛应用于流域水环境治理项目<sup>[10]</sup>、生态政策绩效评价等<sup>[11]</sup>多个研究领域。农村水环境治理是由一系列阶段和工序共同作用的复杂系统,在治理过程中既需要对污染源头开展防治、加大基础设施供给,也需要必要的人才、资金投入作为保障,还需要对治理效果开展监控并获得反馈,因此农村水环境治理绩效研究与“过程—结果”的基本理念相对一致。根据已有学者的研究<sup>[12-13]</sup>和《湖北省乡村振兴战略规划(2018—2022年)》指出的农村水环境治理困境,“过程”维度的影响因素包括水污染源头治理、水环境基础设施建设以及水环境治理制度等,考虑到观测农村水环境是否改善是评价农村水环境治理绩效的关键指标<sup>[2]</sup>,故选取水体水质洁净度和野生动物增加程度作为“结果”维度主要影响因素。“过程”维度指标包括水污染源头治理、水环境基础设施建设和水环境治理制度3方面。已有研究发现,化肥农药、农作物秸秆、生活垃圾、生活污水、旱厕粪水等<sup>[14-16]</sup>都是造成农村水污染的重要因素,这些因素也是乡村振兴战略中实现生态宜居的障碍所在。其中,土壤中的化肥农药残留、未经生态处理的秸秆、随处丢弃的生活垃圾以及未经改造的旱厕会随降雨产生

污水径流和下渗,造成土壤水和地下水污染。此外,在缺乏生活污水排水管网的现实背景下,大多数农村地区的生活污水是通过简易的明沟或暗管排放至户外,直接形成径流或者入渗至地下污染农村水环境。针对农村水环境污染的主要因素,本文选取农村水污染源头治理的主要指标包括生活污水集中处理 $X_{11}$ ,生活垃圾集中收运 $X_{12}$ ,村庄旱厕改造 $X_{13}$ ,测土配方施肥普及 $X_{14}$ ,农作物秸秆处理 $X_{15}$ 。在水环境基础设施治理方面,除与水污染源头治理相配套的生活污水管网和生活垃圾收运设施以外,农村地区常见的坑塘、河道、沟渠也亟需整修。对坑塘进行整修主要包括实施清淤疏浚等,以保障坑塘发挥正常的蓄水功能。对农村河道进行整修主要包括开展河道生态护坡、清淤工程等<sup>[17]</sup>。沟渠整修主要包括传统水泥硬化、定期清淤、建设生态沟渠等。因此本文选取农村水环境基础设施治理的主要指标包括生活污水管网整修 $X_{21}$ ,生活垃圾设施整修 $X_{22}$ ,坑塘整修 $X_{23}$ ,河道整修 $X_{24}$ ,沟渠整修 $X_{25}$ 。此外,健全的农村水环境乡村治理体系离不开“党委领导、政府负责、社会协同、公众参与、法治保障”,实现管理主体、经费保障、人员配备的制度化、规范化,并积极做好村民宣传和教育工作、提高农村居民对农村水环境治理的积极性和参与度对农村水环境治理同样十分重要<sup>[18-20]</sup>。因此,在农村水环境制度建设方面,本文选取工作人员队伍建设 $X_{31}$ ,资金使用公开程度 $X_{32}$ ,水环境治理宣传 $X_{33}$ 和公众参与程度 $X_{34}$ 。“结果”维度包括水体水质洁净度和野生动物增加程度。水体水质洁净度主要选取与过程绩效中相对应的河道、坑塘和沟渠作为评价对象,主要包括坑塘水质洁净度 $R_{11}$ ,河道水质洁净度 $R_{12}$ ,沟渠水质洁净度 $R_{13}$ ;野生动物增加程度主要包括野生水禽增加程度 $R_{21}$ 以及野生鱼类增加程度 $R_2$ 。借鉴相关研究<sup>[21]</sup>,控制变量包括受访农民性别 $Z_1$ ,年龄 $Z_2$ ,职业 $Z_3$ ,受教育程度 $Z_4$ 以及家庭总收入 $Z_5$ (表1)。

根据上述分析,农村水环境治理绩效的影响机理可由下式表示:

$$Y = C_0 + \sum_{i=11}^{15} \alpha_i X_i + \sum_{j=21}^{25} \beta_j X_j + \sum_{l=31}^{34} \delta_l X_l + \sum_{m=11}^{13} \lambda_m R_m + \sum_{n=21}^{22} \mu_n R_n + \sum_{k=1}^5 \omega_k Z_k + \zeta \quad (1)$$

式中: $Y$ 是农村水环境治理绩效; $X$ 为“过程”维度变量; $R$ 为“结果”维度变量; $Z$ 为控制变量; $C_0$ 为常数项; $\alpha, \beta, \delta, \lambda, \mu, \omega$ 为待估计的变量系数; $\zeta$ 为随机扰动项。

表 1 农村水环境治理绩效模型的变量

被解释变量	变量	定义	均值	标准差	
解释变量   过程维度	农村水环境治理绩效(Y)	非常不满意=1;相对不满意=2;一般=3;比较满意=4;非常满意=5;非常满意=5;	2.595	1.020	
	水污染 源头治理	生活污水集中处理( $X_{11}$ )		2.485	1.213
		生活垃圾集中收运( $X_{12}$ )	非常不满意=1;相对不满意=2;一般=3;比较满意=4;非常满意=5;	3.63	1.066
		村庄旱厕改造( $X_{13}$ )		3.042	1.323
		测土配方施肥普及( $X_{14}$ )	靠个人经验=1;个人学习掌握施肥量=2;测土配方=3	1.405	0.613
		农作物秸秆处理( $X_{15}$ )	焚烧=1;生态处理或收购=2;其他=3;	2.067	0.326
	水环境基础 设施治理	生活污水管网整修( $X_{21}$ )		1.906	1.119
		生活垃圾设施整修( $X_{22}$ )		3.352	1.204
		坑塘整修( $X_{23}$ )	没有修建或非常差=1;比较差=2;一般=3;比较好=4;非常好=5;	2.956	1.135
		河道整修( $X_{24}$ )		2.809	1.08
		沟渠整修( $X_{25}$ )		2.924	1.113
	水环境 治理制度	工作人员队伍建设( $X_{31}$ )		2.426	1.108
		资金使用公开程度( $X_{32}$ )		2.250	1.155
		水环境治理宣传( $X_{33}$ )	非常不满意=1;相对不满意=2;一般=3;比较满意=4;非常满意=5;	2.534	1.073
		公众参与程度( $X_{34}$ )		2.534	1.086
结果变量   结果维度	水体水质 洁净度	坑塘水质洁净度( $R_{11}$ )		2.831	1.073
		河道水质洁净度( $R_{12}$ )	非常差=1;比较差=2;一般=3;比较好=4;非常好=5;	2.757	1.058
		沟渠水质洁净度( $R_{13}$ )		2.608	1.098
	野生动物 增加程度	野生水禽增加程度( $R_{21}$ )		1.448	0.675
		野生鱼类增加程度( $R_{22}$ )	没有=1;略微增加=2;明显增加=3;	1.443	0.674
控制 变量	性别( $Z_1$ )	男=1;女=2;	1.481	0.500	
	年龄( $Z_2$ )	农民的真实年龄	60.408	11.084	
	职业( $Z_3$ )	农民=1;工人=2;商业(服务业)人员=3;事业单位或政府机关人员=4;其他职业=5;	1.359	1.033	
	受教育程度( $Z_4$ )	小学及以下=1;初中=2;高中或大专=3;大专及以上=4;	1.534	0.712	
	家庭总收入( $Z_5$ )	农民家庭的实际毛收入(单位:元/年)	99 862.890	69 579.370	

## 2.3 模型内生性检验

内生性是指计量模型中被解释变量与扰动项存在相关性,内生性会导致估计结果未收敛到真实的总体参数<sup>[22]</sup>。为了得到更加真实的回归参数,需要对模型内生性进行分析。在农村环境治理领域,已有学者专门研究了农村环境治理和农民参与行为之间的作用机理,如有研究指出农民的参与行为显著影响农村环境治理效果<sup>[6]</sup>;同时农民参与行为决策反过来也会受治理效果干预,治理效果越突出,农民参与的积极性越高<sup>[23]</sup>,由此可见“农村环境治理绩效”与“公众参与程度”存在潜在的双向因果关系。考虑到农村环境治理行为机理的一致性,本文认为“农村水环境治理绩效”和“农民参与行为”之间也存在潜在的双向因果关系。参考相关文献对内生性的处理方法,采用代理变量法和工具变量法<sup>[24]</sup>解决模型内生性问题。

2.3.1 代理变量法 计划行为理论是解释个体行为形成机理的重要理论基础<sup>[25]</sup>。根据该理论,农民的水环境意识可以表征行为态度,而行为态度进一步影响水环境保护的参与行为,因此农民环境意识和公众参与度具有高度相关关系。本文选择“农民环境

意识( $W_1$ )”作为“公众参与程度( $X_{34}$ )”的代理变量,其赋值规则如下:“农村水环境保护不重要=1;农村水环境保护一般重要=2;农村水环境保护十分重要=3”。

2.3.2 工具变量法 工具变量是一类不属于原解释方程并且与内生解释变量相关的变量,它既需要满足工具变量与内生变量的相关性,又需要满足工具变量与扰动项不相关的外生性<sup>[22]</sup>。利用工具变量法可以消除内生性导致的 OLS 估计量不一致。受杨卫兵等人<sup>[9]</sup>启发,本文使用“农民支付意愿(IV)”作为候选的工具变量,该变量反映了受访农民愿意为改善农村水环境的支付金额。实地访谈中发现,农民愿意为农村水环境支付的资金越多,表明农民参与治理的积极性越高,农民支付意愿(IV)与公众参与( $X_{34}$ )之间存在密切关系;从行为机理上分析,农民支付意愿与水环境治理绩效之间不存在直接的作用关系,但可能通过公众参与影响绩效水平。因此,农民支付意愿(IV)的选取初步满足工具变量相关性和外生性的双重要求。在此基础上,本文采用二阶段最小二乘法(2SLS)进行工具变量回归分析。

### 3 结果与分析

#### 3.1 绩效水平分析

实证区域农村水环境治理绩效普遍偏低,农民对农村水环境治理的满意度均值仅为 2.595,未达到“一般”的满意水平,其中,认为农村水环境治理“非常不满意”的农民占比 15.61%,认为治理“相对不满意”占比 30.31%,认为治理“一般”占比 36.30%,认为治理“比较满意”占比 14.52%,认为治理“非常满意”占比 3.27%,因此,有必要探究农民满意度的影响因素从而提高农村水环境治理绩效。

#### 3.2 影响因素分析

本文构建 6 组模型并采用 OLS 回归开展农村水环境治理绩效的影响因素研究。其中,模型 1 的解释变量仅为“过程”维度变量,模型三的解释变量仅为“结果”维度变量,模型五的解释变量为“过程”维度变

量和“结果”维度变量,模型 2,4,6 分别在模型 1,3,5 的基础上增加了控制变量。模型估计结果详见表 2。为了消除潜在的异方差可能性,采用稳健标准误。

由表 2 可以看出,6 组模型 F 值均通过 1% 的显著性检验,表明模型整体是显著的。“过程”维度中,生活垃圾集中收运( $X_{12}$ )、村庄旱厕改造( $X_{13}$ )、生活垃圾设施整修( $X_{22}$ )、河道整修( $X_{24}$ )、工作人员队伍建设( $X_{31}$ )、公众参与程度( $X_{34}$ )在模型一、模型二、模型五和模型六中均在 10% 水平上显著,而生活污水管网整修( $X_{21}$ )仅在模型六通过了 10% 的显著性水平检验。“结果”维度中,沟渠水质洁净度( $R_{13}$ )在模型 3—6 中均在 10% 的水平上显著,坑塘水质洁净度( $R_{11}$ )在模型 3 和模型 4 中均在 5% 的水平上显著,但在模型 5 和模型 6 中却未表现出显著性。总体而言,模型回归结果相对稳健,验证了本文构建农村水环境治理绩效研究框架的科学性。

表 2 农村水环境治理绩效影响因素的 OLS 回归结果

影响因素	变量	模型一	模型二	模型三	模型四	模型五	模型六
水污染 源头治理	生活污水集中处理( $X_{11}$ )	-0.043(0.046)	-0.042(0.047)	—	—	-0.055(0.047)	-0.056(0.047)
	生活垃圾集中收运( $X_{12}$ )	0.084*(0.043)	0.082*(0.043)	—	—	0.076*(0.042)	0.073*(0.042)
	村庄旱厕改造( $X_{13}$ )	0.065***(0.028)	0.067***(0.028)	—	—	0.066***(0.028)	0.069***(0.028)
	测土配方施肥普及( $X_{14}$ )	-0.083(0.063)	-0.081(0.064)	—	—	-0.072(0.063)	-0.071(0.064)
	农作物秸秆处理( $X_{15}$ )	-0.175(0.118)	-0.174(0.120)	—	—	-0.177(0.123)	-0.180(0.125)
过程 维度	生活污水管网整修( $X_{21}$ )	0.062(0.044)	0.068(0.044)	—	—	0.070(0.043)	0.077*(0.044)
	生活垃圾设施整修( $X_{22}$ )	0.075***(0.035)	0.071***(0.035)	—	—	0.076***(0.035)	0.070*(0.036)
	坑塘整修( $X_{23}$ )	0.005(0.049)	0.009(0.050)	—	—	-0.005(0.053)	-0.004(0.054)
	河道整修( $X_{24}$ )	0.147***(0.052)	0.137***(0.052)	—	—	0.138***(0.055)	0.127***(0.055)
	沟渠整修( $X_{25}$ )	0.049(0.040)	0.052(0.040)	—	—	0.045(0.041)	0.048(0.041)
水环境 治理制度	工作人员队伍建设( $X_{31}$ )	0.203***(0.060)	0.207***(0.060)	—	—	0.197***(0.062)	0.201***(0.061)
	资金使用公开程度( $X_{32}$ )	-0.059(0.056)	-0.063(0.055)	—	—	-0.071(0.053)	-0.077(0.053)
	水环境治理宣传( $X_{33}$ )	0.071(0.065)	0.069(0.065)	—	—	0.069(0.065)	0.064(0.065)
	公众参与程度( $X_{34}$ )	0.230***(0.054)	0.228***(0.055)	—	—	0.206***(0.054)	0.204***(0.055)
结果 维度	坑塘水质洁净度( $R_{11}$ )	—	—	0.144***(0.058)	0.147***(0.057)	0.033(0.053)	0.037(0.052)
	河道水质洁净度( $R_{12}$ )	—	—	0.054(0.063)	0.060(0.062)	-0.002(0.053)	0.011(0.053)
	沟渠水质洁净度( $R_{13}$ )	—	—	0.236***(0.052)	0.229***(0.052)	0.086*(0.045)	0.084*(0.045)
野生动物 增加程	野生水禽增加程度( $R_{21}$ )	—	—	0.101(0.105)	0.096(0.105)	0.033(0.096)	0.025(0.096)
	野生鱼类增加程度( $R_{22}$ )	—	—	-0.073(0.108)	-0.067(0.107)	-0.090(0.100)	-0.082(0.100)
控制变量		—	YES	—	YES	—	YES
常数项		0.617*(0.340)	0.794*(0.448)	1.381***(0.145)	1.527***(0.384)	0.584*(0.349)	0.731(0.460)
F 值		25.245***(0.340)	19.237***(0.448)	20.076***(0.145)	19.237***(0.384)	19.492***(0.349)	15.924***(0.460)
R <sup>2</sup>		0.382	0.387	0.174	0.387	0.392	0.398

注:①\*,\*\*,\*\*\* 分别表示 10%,5%,1% 的水平上显著;②括号内为标准误。下同。

3.2.1 “过程”维度 生活垃圾集中收运( $X_{12}$ )和生活垃圾设施整修( $X_{22}$ )对农村水环境治理绩效产生显著的正向影响( $p < 10\%$ ,  $p < 5\%$ ),即生活垃圾集中收运越及时、生活垃圾设施整修越完善,水环境治理绩

效越高。传统上农村地区生活垃圾主要以菜叶果皮等易降解的有机垃圾为主。随着农民生活水平的提高,塑料产品等难降解垃圾不断增多,随意丢弃垃圾对农村水环境造成了极大的压力,在雨水冲刷下对水

体造成了严重污染。随着乡村振兴工作的不断推进,“实施城乡生活垃圾无害化处理全达标行动”的要求促使农村地区垃圾桶、垃圾池等设施不断修建,大部分地区实现常态化的“村收集镇转运县处理”垃圾收运模式,减少了污水径流和下渗,一定程度上缓解了由垃圾造成的农村水环境污染。

村庄旱厕改造( $X_{13}$ )对农村水环境治理绩效产生显著的正向影响( $p < 5\%$ ),即村庄旱厕改造完成率越高、效果越好,水环境治理绩效水平越高。开展“厕所革命”是提高农民生活质量、提高农村卫生水平、改善村容村貌的根本要求。改造农村户厕和公厕可在一定程度上减少农村蚊虫,减少污水径流和下渗,从而对污染源进行有效治理。

公众参与程度( $X_{34}$ )对农村水环境治理绩效产生显著正向影响( $p < 1\%$ ),即公众的农村水环境治理参与度越高,水环境治理绩效水平越高。农村水环境属于公共物品,通常在政府主导下进行综合治理。但由于农村水环境存在污染源复杂、基础设施薄弱、投入资金不足等问题,实施难度较大。普通农民由于缺乏相关的环保知识和责任意识,尤其是收入水平受限,经常会有搭便车的投机行为。当农民个人利益与水环境治理发生冲突时,往往会忽视环境治理而选择维护自身利益,这也对水环境治理工作带来极大阻碍。作为农村水环境治理的利益相关者,农民理应担负起农村水环境协同治理的责任。

工作人员队伍建设( $X_{31}$ )对农村水环境治理绩效产生显著正向影响( $p < 1\%$ ),即工作人员配备越齐全、专职程度越高,水环境治理绩效水平越高。农村水环境管理人员是农村水环境治理的专职工作人员,只有充分发挥其专业优势、科学合理制定农村水环境治理制度和实施细则、有效推进农村水环境治理进程,才能为水环境治理带来积极效应。

生活污水管网整修( $X_{21}$ )对农村水环境治理绩效产生显著正向影响( $p < 10\%$ )。相对于城镇地区,农村污水管网的建管工作比较薄弱。根据实地调查结果,研究区域农村生活污水大多未经生态化处理直接通过简易明沟或暗管排放至户外,严重污染农村水环境、损害村庄生态环境。修建完备的农村生活污水管网、实现雨污分流是当前农村地区水环境治理和美丽乡村建设的迫切需要。

河道整修( $X_{24}$ )对农村水环境治理绩效产生显著的正向影响( $p < 5\%$ ,  $p < 1\%$ ),即河道整修效果越好,对应水环境治理绩效水平越高。农村小型河流承担着农田灌溉、防洪防汛、休闲娱乐的重要功能,对河道

整修主要包括河道清淤和生态护岸。河道进行定期清淤可以保障河道排涝、防洪、灌溉功能的正常实现,而生态护岸可以把河堤改造成为水土资源、动植物相互涵养,适合生物生长的仿自然状态护岸<sup>[26]</sup>,不仅可以保护堤岸的安全,还可以提升河流两岸的生态景观功能。

3.2.2 “结果”维度 坑塘水质洁净度( $R_{11}$ )对农村水环境治理绩效产生显著的正向影响( $p < 5\%$ ),即坑塘水质越好,水环境治理绩效水平越高。当前调查地区面积较大的坑塘通常用于水产品养殖,但面积较小坑塘未被有效利用,水质逐渐恶化,对农村环境造成极大的负面影响。为改善农村生态环境,提高农村坑塘利用率,需要着重解决农村的黑臭坑塘问题。

沟渠水质洁净度( $R_{13}$ )对农村水环境治理绩效产生显著正向影响( $p < 10\%$ ,  $p < 1\%$ )。已有研究指出,水田水质决定毗邻沟渠水质<sup>[27]</sup>,农田施用化肥农药后毗邻沟渠内有机物含量将升高,有机物将通过沟渠流通到周围水体,引发农村水环境有机物含量增加从而加重水污染程度。

### 3.3 模型内生性分析

3.3.1 代理变量法 采用“农民环境意识( $W_1$ )”作为“公众参与程度( $X_{34}$ )”代理变量的回归结果详见表 3。结果显示,6 组模型都通过了 1% 的显著性检验,表明模型整体的显著性。“过程”维度中农作物秸秆处理( $X_{15}$ )、河道整修( $X_{24}$ )、工作人员队伍建设( $X_{31}$ )、水环境治理宣传( $X_{33}$ )和代理变量农民环境意识( $W_1$ )在模型 7、模型 8、模型 11 和模型 12 中均在 10% 水平上显著,生活污水管网整修( $X_{21}$ )、生活垃圾设施整修( $X_{22}$ )仅在模型 6 中在 10% 的水平上显著。其中,农作物秸秆处理( $X_{15}$ )、水环境治理宣传( $X_{33}$ )值得引起我们的进一步关注。虽然近年来基层政府推行秸秆粉碎还田等系列生态化处理方式,但农民仍然会采用焚烧方式处理农作物秸秆,对村庄空气质量和水环境产生较大的负面影响,收割季节如何处理秸秆成为了农村环境保护亟需解决的问题。水环境治理宣传是指通过宣传教育的方式,向农民普及和宣传水环境保护的重要性,提高农民水环境意识,引导农民参与水环境保护。“结果”维度中,沟渠水质洁净度( $R_{13}$ )在模型 9—12 中均通过了 10% 的显著性检验,而坑塘水质洁净度( $R_{11}$ )在模型 9 和模型 10 中通过了 5% 的显著性检验,在模型 11 和模型 12 中未表现出显著性。总体来说,采用代理变量法的回归结果与基准的 OLS 模型估计结果保持一致,模型稳健性得到了检验。

表 3 农村水环境治理绩效影响因素的代理变量法回归结果

影响因素	变量	模型七	模型八	模型九	模型十	模型十一	模型十二	
水污染 源头治理	生活污水集中处理( $X_{11}$ )	0.002(0.046)	0.001(0.047)	—	—	-0.017(0.046)	-0.018(0.046)	
	生活垃圾集中收运( $X_{12}$ )	0.070(0.043)	0.069(0.043)	—	—	0.062(0.042)	0.060(0.041)	
	村庄旱厕改造( $X_{13}$ )	0.037(0.029)	0.039(0.029)	—	—	0.040(0.028)	0.043(0.028)	
	测土配方施肥普及( $X_{14}$ )	-0.084(0.061)	-0.076(0.061)	—	—	-0.066(0.062)	-0.061(0.062)	
	农作物秸秆处理( $X_{15}$ )	-0.281*** (0.117)	-0.264*** (0.120)	—	—	-0.264*** (0.123)	-0.253*** (0.126)	
过程 维度	水环境基础 设施治理	生活污水管网整修( $X_{21}$ )	0.058(0.044)	0.065(0.045)	—	—	0.072(0.044)	0.080* (0.044)
		生活垃圾设施整修( $X_{22}$ )	0.058* (0.052)	0.054(0.035)	—	—	0.060* (0.035)	0.055(0.035)
		坑塘整修( $X_{23}$ )	0.006(0.052)	0.012(0.053)	—	—	0.000(0.055)	0.003(0.056)
		河道整修( $X_{24}$ )	0.169*** (0.053)	0.157*** (0.054)	—	—	0.156*** (0.056)	0.143*** (0.057)
		沟渠整修( $X_{25}$ )	0.041(0.041)	0.042(0.041)	—	—	0.036(0.041)	0.038(0.041)
水环境 治理制度	工作人员队伍建设( $X_{31}$ )	0.203*** (0.062)	0.207*** (0.061)	—	—	0.196*** (0.062)	0.200*** (0.061)	
	资金使用公开程度( $X_{32}$ )	-0.041(0.057)	-0.044(0.056)	—	—	-0.056(0.054)	-0.061(0.053)	
	水环境治理宣传( $X_{33}$ )	0.210*** (0.056)	0.204*** (0.056)	—	—	0.186*** (0.057)	0.179*** (0.056)	
	农民环境意识( $X_{34}$ )	0.218*** (0.062)	0.219*** (0.063)	—	—	0.232*** (0.063)	0.231*** (0.063)	
结果 维度	水体水质 洁净度	坑塘水质洁净度( $R_{11}$ )	—	—	0.144** (0.058)	0.147** (0.057)	0.040(0.052)	0.044(0.052)
		河道水质洁净度( $R_{12}$ )	—	—	0.054(0.063)	0.060(0.062)	-0.001(0.054)	0.009(0.054)
		沟渠水质洁净度( $R_{13}$ )	—	—	0.236*** (0.052)	0.229*** (0.052)	0.103** (0.045)	0.100** (0.045)
野生动物 增加程度	野生水禽增加程度( $R_{21}$ )	—	—	0.101(0.105)	0.096(0.105)	-0.001(0.096)	-0.005(0.096)	
	野生鱼类增加程度( $R_{22}$ )	—	—	-0.073(0.108)	-0.067(0.107)	-0.107(0.098)	-0.103(0.097)	
控制变量	—	YES	—	YES	—	YES		
常数项	0.493(0.348)	0.722(0.450)	1.381*** (0.145)	1.527*** (0.384)	0.383(0.361)	0.559(0.469)		
F 值	25.269***	19.005***	20.076***	19.237***	19.764***	15.967***		
$R^2$	0.378	0.384	0.174	0.387	0.395	0.401		

3.3.2 工具变量法 以农民支付意愿(IV)作为工具变量,采用二阶段最小二乘法(2SLS)进行工具变量回归分析,回归结果详见表 4。由第一阶段 2SLS 回归可知,工具变量与内生变量之间存在正向影响关系( $p < 0.1$ )。进一步对工具变量的有效性进行检验,Kleibergen-Paaprk LM 统计量值为 2.913(Prob = 0.0879 < 0.1),在 10%的水平上拒绝不可识别的原假设,表明工具变量与内生解释变量相关;接下来分别采用 minimum Eigenvalue 统计量、CraggDonald Wald F 统计量、Kleibergen-Paaprk Wald F 统计量进行检验,均未通过“名义显著性水平”为 5%的沃尔德检验,接受“弱工具变量”的原假设。在怀疑有弱工具变量的情况下,改进估计方法是一个可行的经验策略<sup>[28]</sup>。为了解决弱工具变量带来的偏差,本文使用对弱工具变量更不敏感的 LIML 方法进行回归<sup>[22]</sup>。由表 4 可以看出,LIML 回归结果与 2SLS 回归结果基本一致。

在 2SLS 和 LIML 回归结果中,生活污水管网整修( $X_{21}$ )、河道整修( $X_{24}$ )、工作人员队伍建设( $X_{31}$ )、沟

渠水质洁净度( $R_{13}$ )等变量分别在 10%,5%,5%,10%水平下对水环境治理农民满意度产生显著的正向影响。2SLS 回归结果中显著的解释变量在之前构建的模型中均呈现出显著性,本文构建的基准模型的稳健性再次得到检验。

## 4 讨论

(1) 本文采用多元回归模型,将潜在影响农村水环境治理绩效的因素纳入模型,试图寻找影响农村水环境治理的显著因子,从而为多角度协同增进治理效果提供参考,符合刘勇多角度多措施农村水环境治理效果更佳的结论<sup>[29]</sup>。此外,农村水环境治理作为新兴话题,较少有学者对农村水环境治理绩效影响因素展开研究,但是从已有文献看,显著影响农民人居环境<sup>[30]</sup>、农业面源污染<sup>[31]</sup>、农地整治绩效<sup>[32-33]</sup>的因子与本文结果一致性较强,今后统筹推进农村水环境治理、面源污染治理、人居环境治理和农地整治是乡村振兴视角下实现生态宜居的重要导向,同时也是实现农村生产—生活—生态“三生”协调的重要路径。

表 4 农村水环境治理绩效影响因素的工具变量法回归结果

影响因素	变量	模型十三(2 SLS)		模型十四(LIML)	
		第一阶段	第二阶段		
水污染 源头治理	生活污水集中处理( $X_{11}$ )	0.102*** (0.039)	-0.006(0.106)	-0.006(0.106)	
	生活垃圾集中收运( $X_{12}$ )	-0.023(0.025)	0.062(0.046)	0.062(0.046)	
	村庄旱厕改造( $X_{13}$ )	-0.068*** (0.021)	0.036(0.065)	0.036(0.065)	
	测土配方施肥普及( $X_{14}$ )	0.101* (0.055)	-0.021(0.110)	-0.021(0.110)	
	农作物秸秆处理( $X_{15}$ )	-0.277*** (0.082)	-0.316(0.270)	-0.316(0.270)	
过程 维度	水环境基础 设施治理	生活污水管网整修( $X_{21}$ )	0.009(0.029)	0.080* (0.045)	0.080* (0.045)
		生活垃圾设施整修( $X_{22}$ )	-0.027(0.024)	0.057(0.047)	0.057(0.047)
		坑塘整修( $X_{23}$ )	0.029(0.039)	0.008(0.060)	0.008(0.060)
		河道整修( $X_{24}$ )	0.048(0.040)	0.153** (0.074)	0.153** (0.074)
		沟渠整修( $X_{25}$ )	-0.022(0.034)	0.038(0.047)	0.038(0.047)
水环境 治理制度	工作人员队伍建设( $X_{31}$ )	0.087(0.066)	0.244** (0.104)	0.244** (0.104)	
	资金使用公开程度( $X_{32}$ )	0.104** (0.049)	-0.027(0.101)	-0.027(0.101)	
	水环境治理宣传( $X_{33}$ )	0.552*** (0.066)	0.334(0.489)	0.334(0.489)	
	农民环境意识( $X_{34}$ )	—	-0.283(0.874)	-0.283(0.874)	
结果 维度	水体水质 洁净度	坑塘水质洁净度( $R_{11}$ )	0.010(0.051)	0.042(0.056)	0.042(0.056)
		河道水质洁净度( $R_{12}$ )	0.018(0.048)	0.019(0.060)	0.019(0.060)
		沟渠水质洁净度( $R_{13}$ )	0.026(0.039)	0.098* (0.052)	0.098* (0.052)
野生动物 增加程度	野生水禽增加程度( $R_{21}$ )	-0.063(0.061)	-0.007(0.115)	-0.007(0.115)	
	野生鱼类增加程度( $R_{22}$ )	-0.176** (0.069)	-0.168(0.180)	-0.168(0.180)	
控制变量		YES	YES	YES	
工具变量	农民支付意愿(IV)	0.0002* (0.000)	—	—	
常数		1.328*** (0.301)	1.400(1.300)	1.401(1.300)	
$R^2$		0.697	0.316	0.316	
Prob		0.000***	0.000***	0.000***	

(2) “过程”维度和“结果”维度中表现出显著性的变量与《湖北省乡村振兴战略规划(2018—2022年)》中提出的农村水环境相关治理举措具有较高契合度。生活垃圾集中收运( $X_{12}$ )、村庄旱厕改造( $X_{13}$ )、农作物秸秆处理( $X_{15}$ )、生活污水管网整修( $X_{21}$ )、生活垃圾设施整修( $X_{22}$ )、河道整修( $X_{24}$ )是提高农民生活质量、改善农村人居环境、扭转农村生活用水污染和农业面源污染的重要举措,对改善农村水环境有着重要影响。工作人员队伍建设( $X_{31}$ )、公众参与程度( $X_{34}$ )、水环境治理宣传( $X_{33}$ )则是治理制度层面的保障,体现了农村水环境治理现代化水平。坑塘水质洁净度( $R_{11}$ )和沟渠水质洁净度( $R_{13}$ )是“结果”维度中的显著变量,坑塘和沟渠是农村地区最常见的水环境载体,水质好坏与农村水环境质量息息相关,因此坑塘和沟渠治理效果是今后关注重点。虽然近年来湖北省农村水环境整治取得了积极成效,但总体形势依然严峻,相关影响因素可以为实现《湖北省乡村振兴战略规划(2018—2022年)》中预定目标提供科学参考。

(3) 在论文构建的多个模型中,一些解释变量未

表现出统计意义上的显著性。①在水污染源头治理中,生活污水集中处理( $X_{11}$ )未表现出显著性的原因可能是铺设农村生活污水管道是农民直观了解的收集农村污水的方式,由于生活经验的限制,尚未延续到生活污水收集后集中处理的环节。测土配方施肥普及( $X_{14}$ )未表现出显著性的原因可能是由于农民生产观念仍相对落后、农业推广工作不到位,仍然认为化肥高投入会带来高产出,未考虑化肥过量使用造成的农业面源污染。②水环境基础设施治理中的坑塘整修( $X_{23}$ )和沟渠整修( $X_{25}$ )未表现出显著性。当前研究区域坑塘多被私人承包用于发展养殖业,为了提高养殖效益承包户会主动开展坑塘清淤。因此大多农民认为农村坑塘整修对农村水环境影响不大。此外近年来以沟渠为代表的农业生产基础设施建设得到持续加强,农民认为当前沟渠修建状况能够满足农业需要,而未能意识到沟渠生态化改建可以发挥净化水体、增强景观效应的作用。③水环境治理制度方面,资金使用公开程度( $X_{32}$ )未表现出显著性。农村水环境治理通常直接由政府财政拨款,而农民没有参与投资,因此对治理资金使用不会过多关注。④水体



水质洁净度中,河道水质洁净度( $R_{12}$ )未表现出显著性,这可能是由于调查区域河道流通性较强、河道水体不易黑臭,且在当前“河长制”实施背景下河流水质相对稳定,农民的关注度下降。⑤野生动物增加程度中,野生水禽增加程度( $R_{21}$ )和野生鱼类增加程度( $R_{22}$ )均未表现出显著性,这可能是由于当前农民对水环境的生态服务功能需求不高,野生水禽和鱼类的增加与否并不能引发农民的重点关注。

## 5 结论与建议

本文基于农民满意度视角,从“过程”“结果”两方面对影响农村水环境治理绩效的影响因素展开分析。研究发现,过程绩效和结果绩效均是影响农村水环境治理绩效的重要方面。其中,“过程”维度的生活垃圾集中收运( $X_{12}$ )、村庄旱厕改造( $X_{13}$ )、农作物秸秆处理( $X_{15}$ )、生活污水管网整修( $X_{21}$ )、生活垃圾设施整修( $X_{22}$ )、河道整修( $X_{24}$ )、工作人员队伍建设( $X_{31}$ )、水环境治理宣传( $X_{33}$ )、公众参与程度( $X_{34}$ )和“结果”维度的坑塘水质洁净度( $R_{11}$ )、沟渠水质洁净度( $R_{13}$ )对农村水环境治理均产生显著正向影响,建议今后以完善农村垃圾收运系统和污水管网系统为重要导向,积极推进村庄旱厕改造,同时加大河道、沟渠、坑塘的生态修复力度,建设生态—防洪—灌溉于一体的生态型河道以及生态型沟渠和坑塘,以实现乡村振兴的生态宜居要求。此外,在加强农村水环境治理顶层设计的同时,通过宣传等手段加强公众参与,围绕乡村振兴总体目标形成政府统筹—村委实施—村民参与的农村水环境治理的新局面。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] Pires A, Morato J, Peixoto H, et al. Sustainability assessment of indicators for integrated water resources management[J]. *Science of the Total Environment*, 2017, 578: 139-147.
- [2] 黄征. 基于平衡计分卡的农村水环境治理绩效的指标体系设计及评价研究[J]. *环境科学与管理*, 2015, 40(12): 62-66.
- [3] 郑开元, 李雪松. 基于公共物品理论的农村水环境治理机制研究[J]. *生态经济*, 2012(3): 162-165.
- [4] 杜焱强, 苏时鹏, 孙小霞. 农村水环境治理的非合作博弈均衡分析[J]. *资源开发与市场*, 2015, 31(3): 321-326.
- [5] 师荣光, 周其文, 赵玉杰, 等. 农村水环境管理绩效考评指标体系的构建与思考[J]. *农业环境与发展*, 2011, 28(6): 7-10, 26.
- [6] 黄森慰, 唐丹, 郑逸芳. 农村环境污染治理中的公众参与研究[J]. *中国行政管理*, 2017(3): 55-60.
- [7] 湖北省人民政府. 湖北省乡村振兴战略规划(2018—2022年)[EB/OL]. [2019-05-17](2020-07-09). [http://www.hubei.gov.cn/zwggk/hbyw/hbywqb/201905/t20190517\\_1394193.shtml](http://www.hubei.gov.cn/zwggk/hbyw/hbywqb/201905/t20190517_1394193.shtml).
- [8] 罗文斌, 吴次芳, 倪尧, 等. 基于农户满意度的土地整理项目绩效评价及区域差异研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2013, 23(8): 68-74.
- [9] 杨卫兵, 丰景春, 张可. 农村居民水环境治理支付意愿及影响因素研究: 基于江苏省的问卷调查[J]. *中南财经政法大学学报*, 2015(4): 58-65.
- [10] 樊胜岳, 王贺. 以公共价值为基础的水环境治理项目绩效评价: 以云南省杞麓湖流域为例[J]. *地域研究与开发*, 2019, 38(4): 132-136, 152.
- [11] 樊胜岳, 陈玉玲, 徐均. 基于公共价值的生态建设政策绩效评价及比较[J]. *公共管理学报*, 2013, 10(2): 110-116, 142-143.
- [12] 何云, 胡啸, 王军, 等. 山东省农村水污染现状及治理对策[J]. *中国人口·资源与环境*, 2015, 25(S1): 221-223.
- [13] 张晓. 中国水污染趋势与治理制度[J]. *中国软科学*, 2014(10): 11-24.
- [14] 崔健, 马友华, 赵艳萍, 等. 农业面源污染的特性及防治对策[J]. *中国农学通报*, 2006, 22(1): 335-340.
- [15] 唐守寅, 孙敏, 段文慧, 等. 新农村建设背景下的沟渠污染治理效果及对策: 以湖北省涪市镇为例[J]. *农业环境与发展*, 2012, 29(6): 36-39.
- [16] 王永生, 刘彦随. 中国乡村生态环境污染现状及重构策略[J]. *地理科学进展*, 2018, 37(5): 710-717.
- [17] 朱伟, 姜谋余, 蔡勇, 等. 倡导“亲自然河道”治理模式: 对我国农村河道治理的思考[J]. *水资源保护*, 2015, 31(1): 1-7.
- [18] 柯坚, 赵晨. 我国水污染防治立法理念, 机制和制度的创新[J]. *长江流域资源与环境*, 2006, 15(6): 767-770.
- [19] 马鹏超, 朱玉春. 河长制推行中农村水环境治理的公众参与模式研究[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2020(4): 29-36.
- [20] 许玲燕, 杜建国, 汪文丽. 农村水环境治理行动的演化博弈分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(5): 17-26.
- [21] 钱文荣, 应一迪. 农户参与农村公共基础设施供给的意愿及其影响因素分析[J]. *中国农村经济*, 2014(11): 39-51.
- [22] 陈强. 高级计量经济学及 STATA 应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- [23] 唐林, 罗小锋, 黄炎忠, 等. 主动参与还是被动选择: 农户村域环境治理参与行为及效果差异分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2019, 28(7): 1747-1756.
- [24] 魏龙, 潘安. 出口贸易和 FDI 加剧了资源型城市的环境污染吗?: 基于中国 285 个地级城市面板数据的经验研究[J]. *自然资源学报*, 2016, 31(1): 17-27.

- Environmental Management, 2007, 40(4):649-665.
- [9] Norsuzila Yaa'cob, Zarith Nur Atikah, Noraisyah Tajudin, et al. Landslide possibilities using remote sensing and geographical information system (GIS) [J]. IOP Conference, 2020, 540(1):012084.
- [10] 龚健雅. 空间信息资源共享与互操作技术[J]. 国土资源信息化, 2003(5):15-21, 32.
- [11] 向喜琼. 区域滑坡地质灾害危险性评价与风险管理[D]. 四川 成都:成都理工大学, 2005.
- [12] 朱良峰, 吴信才, 殷坤龙, 等. 基于 GIS 的中国滑坡灾害风险分析[J]. 岩土力学, 2003, 24(S2):221-224.
- [13] 唐绪波. 基于信息量模型的神农架林区滑坡风险评价[J]. 水利与建筑工程学报, 2018, 16(4):115-119, 169.
- [14] 马慧. 湖南省怀化市地质灾害区划与防治规划研究[D]. 湖南 长沙:中南大学, 2009.
- [15] 任赞松, 李为乐, 王立娟. 攀枝花大河流域仁和街幅地质灾害遥感调查与分布规律分析[J]. 地质灾害与环境
- 保护, 2017, 28(1):12-19.
- [16] 高华喜, 殷坤龙. 降雨与滑坡灾害相关性分析及预警预报阈值之探讨[J]. 岩土力学, 2007, 28(5):1055-1060.
- [17] 李明波, 陈平, 陈植华, 等. 湖南雪峰山地区降雨型滑坡灾害敏感性区划[J]. 地质与资源, 2019, 28(1):78-84.
- [18] 杨顺泉, 李佐海. 湖南省地质灾害分布特征及防治对策[J]. 湖南地质, 1999(Z1):3-5.
- [19] 李敏. 论湖南省“四水”流域水土流失现状与治理对策[J]. 水土保持应用技术, 2001(2):43-45.
- [20] 吕楚江. 论地质勘察中如何防治滑坡问题[J]. 西部资源, 2019(4):117-118.
- [21] 岳自慧, 刘平, 杜辉, 等. 隆德县湫河流域水土保持生态环境治理模式探讨[J]. 世界生态学, 2020, 9(1):32-36.
- [22] 金江军, 潘懋, 李铁锋. 区域滑坡灾害风险评价方法研究[J]. 山地学报, 2007, 25(2):197-201.
- [23] 胡学翔. 湖南省水土保持工作现状与展望[J]. 中国水土保持, 2018, 441(12):67-69.

(上接第 145 页)

- [25] 王凤. 公众参与环保行为影响因素的实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(6):30-35.
- [26] 周跃. 植被与侵蚀控制: 坡面生态工程基本原理探索[J]. 应用生态学报, 2000, 11(2):297-300.
- [27] 张燕. 农田排水沟渠对氮磷的去除效应及管理措施[D]. 吉林 长春:中国科学院研究生院(东北地理与农业生态研究所), 2013.
- [28] 吴要武. 寻找阿基米德的“杠杆”:“出生季度”是个弱工具变量吗? [J]. 经济学(季刊), 2010, 9(2):661-686.
- [29] 刘勇. 环境管制、经济激励、促进绿色购买与环境质量动态响应:基于太湖流域水环境治理中农村面源污染整治的分析[J]. 南京工业大学学报(社会科学版), 2019, 18(4):75-86, 112.
- [30] 黄振华. 新时代农村人居环境治理:执行进展与绩效评价:基于 24 个省 211 个村庄的调查分析[J]. 河南师范大学学报(哲学社会科学版), 2020, 47(3):54-62.
- [31] 肖新成, 何丙辉, 倪九派, 等. 三峡生态屏障区农业面源污染的排放效率及其影响因素[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(11):60-68.
- [32] 汪文雄, 汪萍, 罗冰, 等. 农户有效参与提升农地整治项目绩效的机理研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(7):159-168.
- [33] 汪文雄, 罗冰, 杨帆, 等. 不完全与不确定信息条件下农地整治项目绩效评价研究[J]. 中国土地科学, 2015, 29(6):75-81.