

基于改进TOPSIS法的生态清洁小流域建设发展水平评价

——以磨石沟小流域为例

张雁^{1,2*}, 魏媛媛^{3#}, 陈永朋⁴, 房舒^{1,2}

¹秦岭南麓生态水文陕西省野外科学观测研究站, 陕西 商洛

²商洛学院城乡规划与建筑工程学院, 陕西 商洛

³商洛市自然资源局高新区分局, 陕西 商洛

⁴商洛市商州区水利工作站, 陕西 商洛

收稿日期: 2026年5月11日; 录用日期: 2026年6月18日; 发布日期: 2026年6月29日

摘要

为科学评估秦岭山区生态旅游型生态清洁小流域建设成效, 以国家水土保持示范工程——镇安县磨石沟小流域为研究对象, 参照SL/T 534-2023《生态清洁小流域建设技术规范》, 构建生态保护、生态治理、人居环境、产业发展4个准则层16项指标评价体系。采用AHP-熵权组合赋权的TOPSIS模型, 对2016~2025年流域建设成效进行动态评价。结果表明: 研究期内流域综合贴近度由0.0000提高至1.0000, 评价等级由“差”跃升为“优秀”; 2025年生态保护、生态治理和人居环境贴近度均达1.0000, 但产业发展维度(0.8620)成为显著短板, 主要表现为2025年日均游客量仅0.09万人。生态旅游型小流域在巩固生态治理成果的同时, 亟需建立“建设-运营”全生命周期思维, 通过生态产品价值实现机制破解“有资源无流量”的困局, 为秦岭山区同类小流域高质量发展提供借鉴。

关键词

生态清洁小流域, 改进TOPSIS法, 组合赋权, 指标体系, 贴近度

Evaluation of the Construction and Development Level of Ecological and Clean Small Watersheds Based on the Improved TOPSIS Method

—A Case Study of the Moshigou Small Watershed

*第一作者。

#通讯作者。

Yan Zhang^{1,2*}, Yuanyuan Wei^{3#}, Yongpeng Chen⁴, Shu Fang^{1,2}

¹Shaanxi Field Research Station of Ecohydrology at the Southern Qinling Mountains, Shangluo Shaanxi

²School of Urban and Rural Planning and Architectural Engineering, Shangluo University, Shangluo Shaanxi

³High-Tech Development Zone Branch, Natural Resources Bureau of Shangluo City, Shangluo Shaanxi

⁴Shangzhou District Water Conservancy Station of Shangluo City, Shangluo Shaanxi

Received: May 11, 2026; accepted: June 18, 2026; published: June 29, 2026

Abstract

To scientifically evaluate the construction effectiveness of ecotourism-oriented small watersheds in the Qinling Mountains, this study selected the Moshigou small watershed, a National Soil and Water Conservation Demonstration Project, as the research area. Referring to the technical specification SL/T 534-2023, an evaluation index system was constructed covering ecological protection, ecological governance, human settlements, and industrial development. An improved TOPSIS model based on AHP-entropy combined weighting was employed to conduct a longitudinal assessment from 2016 to 2025. The results indicated that: The comprehensive closeness coefficient increased significantly from 0.0000 to 1.0000, indicating a transition from “poor” to “excellent” levels, signifying a fundamental restoration of the degraded ecosystem. While the dimensions of ecological protection, governance, and living environment reached optimal levels (closeness = 1.0000), the industrial development dimension (0.8620) lagged substantially, with the average daily tourist volume in 2025 (0.09 million) falling far below the threshold of 0.5 million. This study suggests shifting from a project-based construction logic to an integrated “construction-operation” management model to achieve the ultimate goal of “ecological beauty and people’s prosperity”.

Keywords

Ecological and Clean Small Watershed, Improvement of the TOPSIS Method, Combined Weighting, Indicator System, Closeness Degree

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

生态清洁小流域是中国新时代水土保持建设的关键实践单元，也是统筹山水林田湖草沙系统治理的重要途径之一[1][2]。自《关于加强新时代水土保持工作的意见》[1][2]等政策出台以来，以“山青、水净、村美、民富”为目标的生态清洁小流域多元建设模式已在全国广泛推进，成为保障水源地水质、改善农村人居环境、促进生态产品价值实现的关键路径[3][4]。秦岭作为我国重要生态安全屏障，其境内小流域更是南水北调中线工程的核心水源涵养区，建设成效直接关系到南水北调中线工程水源涵养区水质安全保障[2][5]。秦岭山区生态旅游型小流域[2][6]依托自身资源禀赋，积极发展乡村特色产业，以期实现生态保护与地方经济发展的双赢。

现针对生态清洁小流域评价的研究主要集中在两方面：一是构建多层次评价指标体系。学者们从“坡

面-沟道-村庄”[7]“生态-生产-生活”[1][2][8][9]“生态-经济-社会”[10]等不同维度构建评价指标体系,指标数量多集中在10~24项,均覆盖水土保持功能、林草覆盖率、水质状况、生活污水处理率、居民人均收入等核心要素。二是建设成效综合评价,主要包括权重确定、数据标准化处理、综合判定等3个关键环节。权重确定常用层次分析法(AHP)[8]-[12]或熵权法[9]等方法,也可通过主客观结合赋权[9][12]提升权重科学性;多选模糊隶属函数法[10][11]、极差标准化法[11][13]等消除不同指标量纲、量级的差异;最后借助指数加权综合法[13]-[15]、模糊综合评价法[11]等开展综合评价。总体来看,现有研究尚未形成统一的评价指标体系,各评价方法也各有优劣。

生态清洁小流域建设是国家生态文明政策从宏观政策落地到地方流域治理的具体实践。TOPSIS法通过测算评价对象与正负理想解的相对欧式距离,以贴进度反映发展水平或达标程度,适合评价多指标、可用于多区域多方案横向或长时序纵向成效对比评价,已成为政策成效评估的重要工具[16]-[18]。现有研究多以改进TOPSIS法,即结合AHP-熵值法组合和传统TOPSIS法[16]-[18],已广泛应用于乡村振兴[16]、农业现代化[17]等政策场景,评价结果客观、贴近实际,但在秦岭山区生态旅游型小流域长时序成效评定中的应用仍相对薄弱。

鉴于此,本文以国家水土保持示范工程磨石沟生态旅游型小流域为研究对象,参考SL/T 534-2023《生态清洁小流域建设技术规范》中水土流失治理、面源污染控制、人居环境改善、特色产业培育四大建设要求,构建评价指标体系,采用AHP-熵权组合赋权的TOPSIS模型,对研究区2016~2025年建设成效开展定量分析与达标判定,了解其优势维度与制约因素,提出生态增效路径。研究结果可为秦岭山区同类生态清洁小流域建设成效评价及规划建设提供参考。

2. 材料与方法

2.1. 研究区概况

磨石沟小流域位于陕西省镇安县城南部青铜关镇、柴坪镇境内,涉及2个行政村,地处丹江口库区上游、汉江乾佑河流域,属于南水北调中线工程水源涵养区与秦岭山地重点预防保护区,流域总面积30 km²。地势西高东低、北高南低,海拔490~1535 m;多年平均降雨量833 mm,汛期降雨占年降雨量的80%;区域以水蚀为主,局部存在滑坡、泥石流等重力侵蚀。

2015年以来,先后实施丹治二期、童话磨石沟生态旅游景区建设、生态清洁流域水保示范等工程;随后整合水利专项资金、吸引社会资本投入,于2022年成功创建国家水土保持示范工程,现已形成山水林田湖草沙一体化治理格局的“小流域+生态旅游”的融合治理模式,已成为秦岭山区生态清洁小流域与乡村振兴融合发展的实践案例。

2.2. 数据来源与处理

本文基础数据主要来源于镇安县磨石沟生态清洁小流域创建国家水土保持示范工程材料及方案等行业管理资料、村镇资料及相关研究论文;土壤侵蚀模数、地表水水质等来自流域监测站点;部分指标采用实地调查、访谈,并对所有数据核查校正,确保评价结果真实可靠。

2.3. 指标体系构建

我国生态清洁小流域评价指标体系尚未形成统一标准,本文参考《生态清洁小流域建设技术规范》SL/T 534-2023,结合磨石沟小流域生态旅游型功能定位,构建生态保护、生态治理、人居环境、产业发展等4个准则层16项代表性指标的综合构建评价体系(表1)。

Table 1. Evaluation index system and weightings for the Moligou small watershed
表 1. 磨石沟小流域评价指标体系及权重

目标层	准则层	指标层(C)	单位	指标属性	AHP 主观权重	熵权客观权重	组合权重
生态清 洁小流 域建设 达标评 价(A)	生态 保护 B1	土壤侵蚀模数 C1	t/(km ² ·a)	-	0.1196	0.0602	0.0899
		林草覆盖率 C2	%	+	0.0909	0.0638	0.0774
		水土保持功能 C3	-	+	0.0958	0.0572	0.0765
	生态 治理 B2	水质状况 C4	类	+	0.0749	0.0557	0.0653
		化肥使用强度 C5	kg/hm ²	-	0.0492	0.0622	0.0557
		农药使用强度 C6	kg/hm ²	-	0.0473	0.0574	0.0524
	人居 环境 B3	规模化畜禽养殖废水处理率 C7	%	+	0.0738	0.0617	0.0678
		生活污水处理率 C8	%	+	0.0492	0.0671	0.0582
		生活垃圾无害化处理率 C9	%	+	0.0576	0.0623	0.0600
		卫生厕所普及率 C10	%	+	0.0447	0.0653	0.0550
		生态岸线比例 C11	%	+	0.0396	0.0645	0.0521
		水系连通状况 C12	-	+	0.0361	0.0572	0.0467
		村庄绿化美化 C13	%	+	0.0357	0.0814	0.0586
	产业 发展 B4	居民人均收入 C14	元/年	+	0.0667	0.0768	0.0718
		年游客累计数量 C15	万人·d	+	0.0666	0.0500	0.0583
		特色产业发展 C16	-	+	0.0523	0.0572	0.0548

2.4. 评价方法

本研究采用 AHP-熵值法的 TOPSIS 法, 评价磨石沟小流域发展水平和达标程度, 计算过程如下:

(1) 采用极差标准化法对原始数据进行正负向化与无量纲化处理。因方法常规, 公式就不赘述。

(2) 采用 AHP 确定主观权重, 本文邀请 5 位水土保持、生态经济等领域专家进行两两比较, 构建判断矩阵; 各准则层、指标层内判断矩阵 CR 均 < 0.10, 满足一致性检验要求, 所得权重结果详见表 1。

由于评价指标数量较多, 本文以专家 1 对一级指标 B1~B4 的打分及权重为例展开说明, 其打分情况、权重结果及一致性检验结果详见表 2, 其余指标权重依此类推。

Table 2. Scoring of primary indicators B1~B4 by expert 1

表 2. 专家一对一级指标 B1~B4 的打分情况

评价指标	B1	B2	B3	B4	相对权重	λ_{\max}	CI	CR
B1	1	1/3	1/2	1/4	0.0883	4.1351	0.0450	0.0506 < 0.1 一致性检验通过
B2	3	1	2	1/2	0.2571			
B3	2	1/2	1	1/7	0.1201			
B4	4	2	7	1	0.5345			

(3) 熵权法确定客观权重(表 1), 公式如下:

$$p_{ij} = r_{ij} / \sum_{i=1}^m r_{ij} \quad (1)$$

$$e_{ij} = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (2)$$

$$w_{ij} = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} \quad (3)$$

(4) 采用线性加权法确定最终权重:

$$w_j = aw_j^A + (1-a)w_j^E \quad (4)$$

式中: a 为主观偏好系数, 本文取 $a = 0.5$, 即认为主观经验于客观数据同等重要。

(5) 构建加权标准化矩阵 V :

$$v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j \quad (5)$$

(6) 确定正负理想解:

$$v^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+) \quad (6)$$

$$v^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) \quad (7)$$

其中, $v_j^+ = \max(v_{ij}), v_j^- = \min(v_{ij})$ 。

(7) 贴近度计算公式:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (8)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (9)$$

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (10)$$

其中, $C_i \in [0,1]$, 其值越接近 1, 表明该小流域建设水平越接近理想状态, 达标程度越高。

2.5. 等级划分与达标判定

为了科学反映磨石沟生态清洁小流域建设的整体水平, 本研究参照《生态清洁小流域建设技术规范》(SL/T 534-2023)及相关研究成果, 将改进 TOPSIS 模型计算出的贴近度划分为优秀、良好、中等、差 4 个等级(表 3)。

Table 3. Criteria form meeting standards and evaluation grade classification

表 3. 达标及评价等级划分标准

贴近度 C_i	评价等级	达标判定	等级特征描述
≥ 0.85	优秀	达标	各项指标均优于标准要求, 生态系统良性循环, 人居环境优美, 产业效益显著。
$(0.85, 0.70]$	良好	达标	主要指标达到标准要求, 生态、治理、人居、产业协调发展, 无明显短板。
$(0.70, 0.60]$	中等	基本达标	大部分指标达到标准, 但个别引导性指标存在不足, 需进一步优化提升。
< 0.60	差	不达标	多项指标未达到标准要求, 生态系统较为脆弱, 人居环境或产业发展存在明显瓶颈。

3. 结果与分析

3.1. 权重结果分析

从表 4、图 1 可以看出，主观权重值与客观权重值之间的差异明显。土壤侵蚀模数、林草覆盖率、水土保持功能等三个指标主观权重值明显大于客观权重值，而卫生厕所普及率、生态岸线比例、水系连通状况、村庄绿化美化等 4 个指标主观权重值小于客观权重值，其它指标的主客观权重值变化不大，这说明采用 AHP-熵权法相结合确定权重，可以减少专家打分的主观偏差，也避免客观数据信息偏差，权重更准确客观，能够保证后期评价结果的可信度。

Table 4. The weights of different weighting criterion layers

表 4. 不同赋权准则层权重

权重	生态保护	生态治理	人居环境	产业发展
主观	0.3063	0.2452	0.2818	0.1856
客观	0.2572	0.2618	0.3247	0.1563
组合	0.2818	0.2535	0.2938	0.1710

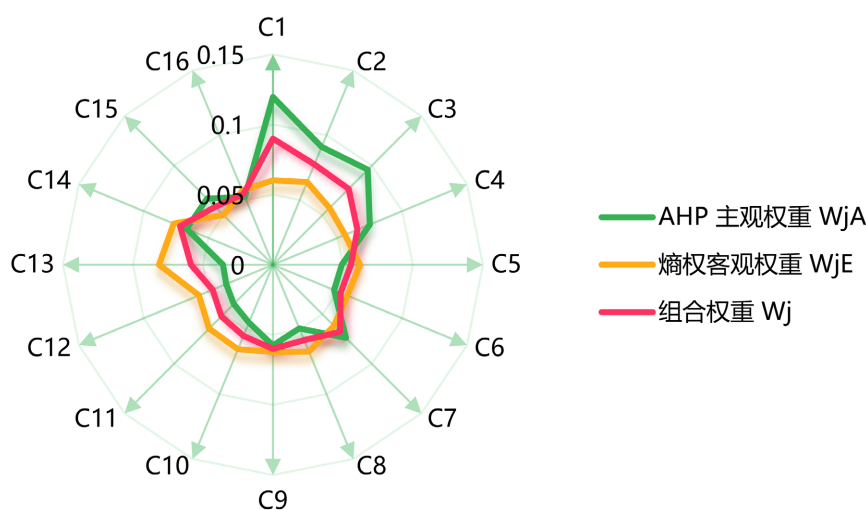


Figure 1. The weights of different weighted indicator layers

图 1. 不同赋权指标层权重

3.2. 准则层贴近度分析

从表 5 可以看出，2016~2025 年，磨石沟小流域各准则层贴近度均呈持续上升趋势。到 2025 年底，生态保护、生态治理及人居环境贴近度均达到 1.0000，这说明该流域在植被恢复、水土流失控制、面源污染防治、人居环境改善等方面均已达到最优水平。产业发展维度贴近度虽由 0.0000 提升至 0.8620，但仍为四大维度中的短板。实地调查显示，尽管居民收入显著提高，但旅游产业收入占比很少，2025 年日均游客量仅为 0.09 万人，远低于 0.5 万人/日的达标阈值，成为制约综合发展水平的核心因素。

3.3. 综合贴近度与等级评价

由表 6 可知，2016~2025 年磨石沟小流域综合贴近度由 0.0000 提升至 1.0000，评价等级由差跃升为优秀，说明长期综合治理取得显著成效。结合实际调查可知，2016~2019 年为基础设施建设期，贴近度缓慢提

升；2019~2022 年随着水利专项及社会资本投入加大，治理速度明显加快，接近理想状态；2025 年进入高质量巩固阶段，综合水平达到理想状态。这说明磨石沟小流域已实现从“水土流失严重、基础设施薄弱”向“山青、水净、村美、生态优良”的根本性转变。

Table 5. The proximity of criterion layer from 2016 to 2025

表 5. 2016~2025 年准则层贴近度

指标	2016 年	2019 年	2022 年	2025 年
生态保护	0.0000	0.4018	0.9273	1.0000
生态治理	0.0000	0.3410	0.9463	1.0000
人居环境	0.0000	0.1723	0.7965	1.0000
产业发展	0.0000	0.2045	0.7997	0.8620

Table 6. The comprehensive proximity, evaluation grade and compliance judgment

表 6. 综合贴近度、评价等级与达标判定

年份	D_i^+	D_i^-	C_i	评价等级	达标判定
2016	0.4896	0.0000	0.0000	差	不达标
2019	0.3995	0.1136	0.2214	差	不达标
2022	0.1311	0.4001	0.7532	良好	达标
2025	0.0000	0.4896	1.0000	优秀	达标

4. 讨论

磨石沟小流域近 10 年治理成效显著，综合贴近度从基准年的 0.0000 提升至 1.0000，从不达标到优秀的跨越式发展，说明“生态修复 - 综合治理 - 预防保护”三位一体模式在秦岭山区的适用性。这一结果与李林等[6]对同区域小流域的研究结论一致，表明在丹江口库区上游，通过系统性水土保持综合治理，能够有效减缓生态退化趋势。

研究区生态保护、生态治理维度率先达到最优水平(贴近度 = 1.0000)，这主要得益于小流域实施的工程措施和生物措施。如小流域通过坡改梯、谷坊与生态护岸建设，有效地控制土壤侵蚀模数；而大规模封禁管护显著提升其林草覆盖率。值得注意的是，人居环境维度的同步达标(贴近度 = 1.0000)，说明该流域破解“生态好、生活差”的传统困境，实现了 SL/T 534-2023 规范中“村美、水净”的耦合协调。

尽管综合评分优秀，但产业发展维度(0.8620)滞后于其他维度，呈现出典型的短板效应。根据实地调研，磨石沟小流域主要面临“有资源无流量、有产品无产业”的滞后的矛盾：流域虽具备 3A 级景区资质及年 60 万人次的接待能力(2022 年数据)，但 2025 年实际日均游客仅 0.09 万人，设施闲置率极高。这与秦巴山区多数生态景区类似，即重建设、轻运营，缺乏专业的市场营销与客源组织能力。

虽然流域生态产品供给充足，但由于缺乏碳汇交易机制、水权交易机制等市场化手段，生态优势未能转化为居民可支配收入。这与姜德文[4]所指出的一致，即当前生态清洁小流域建设多停留在“投入型治理”，尚未进入“产出型运营”阶段。磨石沟小流域案例也揭示出秦岭山区乃至全国同类生态旅游型小流域面临的共性挑战：生态建设具有短期突击性，而产业培育具有长期渐进性。

从政策时序上看，2016~2022 年是水利专项资金密集投入期，主要用于硬件设施与环境整治；而 2022 年后进入运维期，产业造血能力不足的问题开始暴露。这提示管理者，在规划初期应建立“建设 - 运营”

一体化的全生命周期思维。单纯依靠政府财政投入的水保工程，难以持续支撑乡村旅游的高运营成本。

尽管采用了组合赋权，但 AHP 法中专家对产业发展权重的打分偏低(主观权重 0.1856)，这可能导致模型对产业短板的敏感性略低于生态保护。未来研究可尝试引入变权理论，当某项指标严重不达标时自动提升其权重，以更准确地捕捉制约因素。

综上所述，生态旅游型小流域建设在完成水土流失治理和人居环境改善基础上，也需提前布局产业培育、运营机制与价值转化路径，必须通过业态创新、运营前置即生态产品价值实现机制，促成生态与产业的共赢，才能真正实现“民富”这一终极目标。

5. 结论与建议

5.1. 结论

(1) 2016~2025 年，磨石沟小流域通过实施“生态修复 - 综合治理 - 预防保护”三位一体模式，综合贴近度由 0.0000 跃升至 1.0000，评价等级由“差”逆转为“优秀”，实现了从水土流失严重区向国家水土保持示范工程的根本性转变。然而，这种“优秀”具有显著的维度异质性：生态保护、生态治理与人居环境三个维度均已触及理论最优值(贴近度 = 1.0000)，但产业发展维度(0.8620)滞后明显。这表明，当前的“优秀”可能更多体现为工程建设的达标，而非流域系统的全面振兴。

(2) 根据实地调研，制约磨石沟高质量发展的核心瓶颈并非生态本底或基础设施，而是旅游运营效能的缺失。2025 年流域日均游客量仅为 0.09 万人，远低于 0.5 万人/日的阈值要求，导致“有资源无流量、有产品无产业”的困局。这一结果也揭示出秦岭山区生态旅游型小流域的共性痛点：即其生态建设短期主要靠项目资金突击，而产业培育却缺乏长期运营能力。

5.2. 对策建议

(1) 持续开展封禁管护、疏林补植及坡面防护，稳定水土保持率与林草覆盖率，加强面源污染防控，保障流域出口水质长期保持 II 类以上标准。做好“政府 + 村集体 + 运营公司”三位一体的管护模式，明确生态护岸、景观坝体、污水站等工程设施的管护责任与资金来源，加强常态化日常巡查、维修和养护，确保工程长期发挥效益。

(2) 针对年游客量不足的突出问题，依托童话磨石沟品牌优势，联动镇安塔云山景区打造精品旅游线路，提升研学、亲子、民俗体验等文旅产品；随着西康高速即将投用，尽快完善停车场、旅游标识、休闲步道等配套设施，加大宣传力度；根据旅游季节性特点，鼓励农家乐及时经营。

(3) 依托流域生态资源优势，发展特色种植、林下经济与生态农产品加工，推动“生态 + 旅游 + 农业”深度融合。积极对接生态产品价值实现政策，盘活水土保持碳汇、生态旅游经营权等资源，拓宽增收渠道，实现生态与产业协同发展。

基金项目

本文系商洛学院博士基金项目(19SKY028)、陕西省自然科学基金基础研究计划(2025JC-YWGCZ-03)以及商洛学院专业带头人项目(409)资助。

参考文献

- [1] 丛佩娟, 张文星, 元子龙. 生态清洁小流域水土保持生态产品价值实现发展与思考[J]. 亚热带水土保持, 2025, 37(4): 13-16.
- [2] 崔艳平, 李林, 王海生, 等. 陕西省南水北调中线工程水源地生态清洁小流域治理模式与经验[J]. 中国水土保持, 2025(10): 88-91.

- [3] 兰立军. 甘肃省生态清洁小流域高质量发展探讨[J]. 中国水土保持, 2025(8): 109-112.
- [4] 姜德文. 生态产品价值实现背景下生态清洁小流域建设[J]. 亚热带水土保持, 2025, 37(4): 1-4.
- [5] 王书吟, 刘玉茹. 南水北调的陕西使命: 保水、护水、送水[J]. 陕西档案, 2025(2): 13-15.
- [6] 李林, 崔艳平, 齐苑儒. 镇安县磨石沟生态清洁小流域治理模式研究[J]. 陕西水利, 2025(10): 5-7.
- [7] 谢磊, 武晓峰, 段淑怀. 北京市山区小流域生态清洁程度评价指标体系研究[J]. 中国水土保持, 2012(10): 1-2+35+75.
- [8] 陈家东, 刘少栋, 卢旭东, 等. 海南儋州文柏生态清洁小流域评价[J]. 中国水土保持科学(中英文), 2025, 23(6): 186-196.
- [9] 肖娟花, 于兴修, 马方正, 等. 生态清洁小流域综合效益评价研究进展[J]. 中国水土保持, 2020(3): 62-65.
- [10] 周子赫, 颜婷燕, 王姣, 等. 北京市北部山区生态清洁小流域综合效益及其影响因素[J]. 水土保持通报, 2025, 45(2): 114-123+135.
- [11] 周萍, 文安邦, 严冬春, 等. 基于模糊数学理论的川南地区典型小流域生态清洁度综合评价[J]. 水土保持通报, 2019, 39(1): 114-119+124.
- [12] 莫明浩, 沈发兴, 谢林波, 等. 江西省水土保持监测站网运行管理与优化布局设计方案探讨[J]. 中国水土保持, 2025(7): 18-21+54.
- [13] 高春泥, 程金花, 陈晓冰. 基于灰色关联法的北京山区水土保持生态安全评价[J]. 自然灾害学报, 2016, 25(2): 69-77.
- [14] 李双喜, 龚旭昇, 耿旭, 等. 鄂西北箭流铺小流域生态清洁程度综合评价[J]. 人民长江, 2022, 53(9): 37-42.
- [15] 郑国权, 杨宪杰, 温美丽, 等. 广东省小流域综合治理效益的定量评价——以清远市瑶安小流域为例[J]. 水土保持通报, 2016, 36(4): 237-243.
- [16] 张焱, 赵鸭桥, 周铝, 等. 基于改进 TOPSIS 法的乡村振兴评价及地区比较[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(2): 207-217.
- [17] 鲁春阳, 文枫, 张宏敏, 等. 基于改进 TOPSIS 法的河南省农业现代化发展水平评价[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(1): 92-97.
- [18] 张一达, 刘学录, 范亚红, 等. 基于改进 TOPSIS 法的兰州市土地利用多功能性评价[J]. 干旱区地理, 2019, 42(2): 444-451.