

景观生态环境质量评价体系建设的研究

张千伟

甘肃煤田地质局综合普查队 甘肃 天水 741000

摘要:以藉河流域为对象,围绕景观生态环境质量评价体系建设展开研究。先梳理流域景观结构、生态功能、环境敏感性核心特征,再从本底调查、指标筛选原则、评价维度、数据标准化奠定基础。进而设计三级指标框架,用AHP与熵权法组合定权重,划分“优、良、中、差”等级,构建综合指数模型并提验证优化路径。研究可为该流域生态管理供工具,也为同类小流域评价供参考。

关键词:景观生态环境;质量评价体系;指标筛选;权重确定

引言

藉河流域是渭河流域支流,地处黄土高原丘陵沟壑区,以耕地、林地、草地为主要景观。虽有水土保持、水源涵养功能,但土壤抗蚀性弱、水资源时空不均,生态敏感性高,且人为干扰加剧景观生态压力。当前该流域景观生态评价零散,缺乏系统体系,难精准把握生态状况,构建科学可操作的评价体系十分必要。

1 景观生态环境的核心特征

藉河流域景观生态环境核心特征可从景观结构、生态功能、环境敏感性三方面体现。从景观结构看,流域以耕地、林地、草地为主要景观类型,耕地集中于河谷阶地,林地、草地分布于丘陵坡地,景观斑块破碎度较高,廊道以河流、道路为主,河流廊道串联各类斑块,对景观连通性起关键作用。生态功能层面,流域林地、草地具备水土保持、水源涵养功能,可减少水土流失、调节流域径流;河谷耕地为区域农业生产提供支撑,同时河流生态系统承担水质净化、生物栖息地功能,维系流域生物多样性。环境敏感性方面,流域地处黄土区,土壤抗侵蚀能力弱,雨季易发生水土流失;部分区域因人为活动干扰,植被覆盖度下降,景观生态系统稳定性降低,且流域水资源时空分布不均,干旱季节易出现水资源短缺,进一步加剧生态环境敏感程度,这些特征共同构成流域景观生态环境评价的基础依据^[1]。

2 景观生态环境质量评价体系的构建基础

2.1 流域景观生态本底调查

景观生态本底调查是评价体系构建的前提,需全面获取藉河流域景观生态基础数据。调查内容涵盖景观类型与格局,通过遥感解译、实地踏勘,明确耕地、林

地、草地等各类景观的面积、分布及斑块特征,计算景观破碎度、连通性等格局指数;同时调查流域土壤、水文、植被等自然要素,包括土壤类型、厚度、有机质含量,河流径流变化、水质指标,以及主要植被群落类型、覆盖度、生长状况等,为后续指标筛选与体系构建提供数据支撑。

2.2 评价指标筛选原则

指标筛选需遵循四项核心原则,确保评价体系科学有效。(1)科学性原则要求指标能客观反映藉河流域景观生态环境本质特征,基于景观生态学、生态学理论,避免主观随意性,如选取植被覆盖度、水土流失强度等与流域生态状况直接相关的指标。(2)代表性原则强调指标需聚焦流域关键生态问题,在众多影响因素中筛选对景观生态质量起主导作用的指标,避免指标冗余,例如以河流廊道连通性反映景观结构完整性,以水源涵养能力反映生态功能水平。(3)可操作性原则要求指标数据易获取、可量化,结合藉河流域现有数据条件,优先选择可通过遥感监测、实地采样等常规手段获取数据的指标,如通过遥感数据计算植被覆盖度,通过实验室检测获取土壤养分含量。(4)敏感性原则需选取对景观生态环境变化响应明显的指标,当流域生态状况发生改变时,指标能快速体现变化趋势,如水土流失强度可灵敏反映植被破坏或修复带来的生态变化,便于及时识别生态问题。

2.3 评价维度确定

结合藉河流域景观生态特征,确定四大评价维度,全面覆盖景观生态质量核心内容。(1)生态结构维度聚焦景观格局完整性与合理性,包括景观类型多样性、斑块破碎度、廊道连通性等,反映流域景观系统的空间组织状况,结构稳定是生态功能发挥的基础,如廊道连通性差会阻碍物质循环与物种迁移。(2)生态功能维度关

基金项目课题:天水市秦州区科技计划资助-张千伟、2001年3月10日、男、汉族、内蒙古自治区包头市、学士、助理工程师、地理信息科学。

注景观生态系统服务能力,涵盖水土保持、水源涵养、生物栖息地功能等,量化流域生态系统对自然与人类的支撑作用,例如水土保持功能可通过土壤侵蚀模数间接体现,水源涵养功能可通过植被截留量、土壤含水量等指标反映。(3)景观稳定性维度评估景观生态系统抵御干扰、维持自身状态的能力,包括植被群落稳定性、土壤理化性质稳定性、景观格局抗干扰能力等,稳定性强的景观系统在面对干旱、人为破坏等干扰时,更易保持生态平衡。(4)人类干扰维度衡量人类活动对流域景观生态的影响程度,包括耕地扩张、基础设施建设、资源开发等活动的强度与范围,人类干扰过强会导致景观破碎化加剧、生态功能退化,需通过指标量化干扰程度,为调控人类活动提供依据^[2]。

2.4 数据标准化方法

数据标准化是消除指标量纲差异、确保评价结果客观的关键步骤。针对藉河流域评价指标的不同属性,采用两类标准化方法。(1)对于正向指标(指标值越大,生态质量越好),如植被覆盖度、水源涵养量,采用极值法进行标准化,公式基于指标实际值与最大值、最小值的差值计算,将指标值转换为0-1区间,突出正向指标对生态质量的积极贡献。(2)对于负向指标(指标值越大,生态质量越差),如水土流失强度、景观破碎度,采用均值标准差法,结合指标均值与标准差,将指标值转换为0-1区间的标准化值,消除负向指标量纲差异的同时,准确反映其对生态质量的负面影响。通过数据标准化,使不同类型、不同量级的指标具备可比性,为后续权重计算与综合评价奠定基础。

3 景观生态环境质量评价体系的具体构建

3.1 评价指标体系框架设计

基于藉河流域景观生态特征与构建基础,设计“目标层-准则层-指标层”三级评价指标体系框架。目标层为“藉河流域景观生态环境质量综合评价”,明确评价的核心目标是量化流域景观生态环境整体状况。(1)准则层对应四大评价维度,即生态结构、生态功能、景观稳定性、人类干扰,每个准则层下细分若干指标层,形成完整的指标体系。生态结构准则层包含4项指标:景观类型多样性指数(反映景观类型丰富度)、斑块破碎度指数(体现景观斑块离散程度)、河流廊道连通性指数(衡量河流对景观连通的支撑作用)、林地草地斑块占比(反映优势生态景观的覆盖范围)。(2)生态功能准则层设置5项指标:土壤侵蚀模数(反向指标,反映水土保持能力)、植被截留量(体现水源涵养功能)、生物多样性指数(基于物种数量与分布计算,反映栖息

地功能)、水质达标率(衡量河流净化功能)、植被固碳量(反映生态系统碳汇功能)。(3)景观稳定性准则层包含3项指标:植被群落盖度年变化率(反映植被稳定性)、土壤有机质含量变异系数(体现土壤性质稳定性)、景观格局抗干扰指数(量化景观抵御干扰的能力)。(4)人类干扰准则层设置3项指标:耕地扩张速率(反向指标,反映农业活动干扰)、基础设施占地面积占比(体现建设活动干扰)、资源开发强度指数(衡量矿产、水资源开发对生态的影响)。指标层共15项指标,全面覆盖流域景观生态质量的关键影响因素,且符合科学性、可操作性原则。

3.2 指标权重确定方法选择与应用

(1)层次分析法(AHP)用于确定主观权重。首先构建判断矩阵,邀请景观生态学、流域生态学领域专家,依据藉河流域实际情况,对准则层各维度、指标层各指标的重要性进行两两比较,按照1-9标度法赋予相对重要性数值,形成判断矩阵;随后进行一致性检验,通过计算一致性指标(CI)与随机一致性比率(CR),确保判断矩阵逻辑一致(CR < 0.1时通过检验);最后通过矩阵运算计算各准则层、指标层的主观权重,例如生态功能准则层因直接关联流域生态服务价值,主观权重高于人类干扰准则层。(2)熵权法用于确定客观权重。基于藉河流域景观生态本底调查获取的指标原始数据,计算各指标的信息熵,信息熵越小,指标数据差异越大,对评价结果的贡献度越高,权重越大;通过信息熵计算各指标的客观权重,例如土壤侵蚀模数因在流域不同区域差异显著,信息熵小,客观权重较高。(3)组合权重计算采用加权平均法,设定主观权重与客观权重的权重系数均为0.5,将AHP得到的主观权重与熵权法得到的客观权重进行组合,得到最终的指标综合权重。组合权重既体现专家对流域生态关键问题的认知,又反映指标数据的客观差异,避免单一权重方法的局限性,确保各指标权重分配合理。

3.3 评价等级划分标准制定

参考国内外小流域景观生态评价研究成果,结合藉河流域生态现状与管理需求,将景观生态环境质量划分为“优、良、中、差”四个等级,基于指标综合得分确定等级划分标准。首先计算指标综合得分,采用综合指数法,将各指标标准化值与对应综合权重相乘,求和得到准则层得分,再将准则层得分与准则层权重相乘,求和得到目标层综合得分(满分100分)。根据藉河流域历史数据、生态保护目标及专家论证,确定等级划分阈值:综合得分80-100分为“优”,此时流域景观结构完

整,生态功能强,稳定性高,人类干扰弱,植被覆盖度高,水土流失轻微,河流水质优良;60-79分为“良”,景观结构较完整,生态功能较强,稳定性较好,人类干扰较小,存在轻微生态问题但可自然恢复;40-59分为“中”,景观结构存在一定破碎化,生态功能有所下降,稳定性一般,人类干扰明显,出现水土流失、植被退化等问题,需采取干预措施;0-39分为“差”,景观结构破碎严重,生态功能弱,稳定性差,人类干扰强烈,存在严重水土流失、水质污染等问题,生态系统面临退化风险,需紧急修复。等级划分标准既符合藉河流域实际,又具备可操作性,可根据流域生态变化动态调整阈值,确保评价结果能准确反映不同时期的景观生态环境质量^[3]。

3.4 评价模型构建与运算逻辑

基于综合指数法构建藉河流域景观生态环境质量评价模型,模型运算逻辑分为三步,确保评价过程清晰、可追溯。第一步为指标数据预处理,对通过本底调查获取的15项指标原始数据进行筛选与校验,剔除异常值(如因测量误差导致的极端数据),确保数据准确性;随后按照2.4节确定的标准化方法,对正向、负向指标分别进行标准化处理,得到各指标的标准化值(范围0-1),消除量纲差异。第二步为准则层得分计算,根据3.2节确定的指标综合权重,将各指标标准化值与对应权重相乘,得到指标加权得分;对同一准则层下所有指标的加权得分求和,得到生态结构、生态功能、景观稳定性、人类干扰四个准则层的得分(范围0-25,因准则层权重均为0.25,满分25分)。第三步为目标层综合得分计算,将四个准则层得分分别与准则层综合权重(各0.25)相乘,求和得到目标层综合得分(范围0-100);根据3.3节制定的评价等级划分标准,依据综合得分确定藉河流域景观生态环境质量等级,完成评价过程。模型运算逻辑简单易懂,数据输入、处理、输出环节明确,可通过Excel、SPSS等工具实现运算,便于后续应用与推广,同时保留数据追溯路径,若需验证评价结果,可反向核查指标数据与运算过程。

3.5 体系验证与优化路径

(1)体系验证采用专家论证与数据回代相结合的方式。专家论证邀请景观生态、流域管理领域专家,从指标选取、权重分配、等级划分等方面对体系进行评审,提出修改建议,如调整人类干扰准则层指标的权重,增强对流域关键干扰因素的针对性;数据回代选取藉河流域不同区域(如上游林地集中区、中游农业区、下游城镇周边区)的历史生态数据,代入评价体系计算综合得分与等级,对比实际生态状况,验证评价结果与实际情况的吻合度,若吻合度低于80%,则需重新筛选指标或调整权重。(2)优化路径分为短期与长期两类。短期优化针对验证中发现的具体问题,如指标数据获取难度大,替换为可通过遥感监测获取的同类指标;权重分配不合理,重新开展AHP专家打分与熵权法计算,调整组合权重。(3)长期优化结合藉河流域生态变化与评价需求更新,随着流域生态保护措施推进,景观生态环境状况会发生改变,需每3-5年重新开展本底调查,补充新指标(如生态修复效果相关指标)、调整等级阈值,确保评价体系始终贴合流域实际;同时参考同类小流域评价体系的最新研究成果,引入新的评价方法(如机器学习辅助权重确定),提升体系的科学性与先进性,使评价体系能持续为藉河流域景观生态管理提供支撑。

结语

本研究以藉河流域为背景,先明确其景观生态核心特征,再从多方面夯实评价体系构建基础,最终形成含三级指标框架、组合权重、评价模型及验证优化路径的完整体系。该体系科学可操作,能量化流域生态质量,为生态保护修复决策供支撑。未来可依此开展动态监测,并将优化思路推广至同类小流域。

参考文献

- [1]王爱娟.生态环境监测实验室数据质量管理研究[J].清洗世界,2023,39(09):184-186.
- [2]朱志成.新形势下生态环境监测质量问题与对策[J].清洗世界,2023,39(09):163-165.
- [3]许文娟,罗芳.生态环境质量评价体系建设的探讨[J].环境与发展,2020,32(06):7+9.