

# Construction and Analysis of Environmental Impact Assessment Model Based on GIS

Hailan Yang

Xinjiang Boyan Water Conservancy, Hydropower and Environmental Technology Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830017, China

## Abstract

Against the backdrop of rapid regional economic development in Xinjiang, the contradiction between resource development and ecological protection is becoming increasingly prominent, and there is an urgent need for scientific and efficient environmental impact assessment tools to support it. Geographic Information Systems (GIS) have demonstrated significant advantages in environmental assessment due to their powerful spatial analysis and visualization capabilities. This article focuses on the regional characteristics and ecological sensitivity of Xinjiang, and explores the construction path of an environmental impact assessment model based on GIS. Through systematic analysis of spatial data integration, evaluation index system design, model algorithm selection, and other aspects, a spatial evaluation framework that adapts to the diverse ecological pattern of Xinjiang is established. The model application and verification research are carried out using typical regions as examples to evaluate its applicability and effectiveness in practical management and risk control, providing technical support for improving the scientific and forward-looking nature of regional environmental governance.

## Keywords

GIS; Environmental Impact Assessment; Spatial analysis; Model construction; Xinjiang region

## 基于 GIS 的环境影响评估模型构建与分析

杨海兰

新疆博衍水利水电环境科技有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830017

## 摘要

在新疆区域快速经济发展的背景下, 资源开发与生态保护之间的矛盾日益凸显, 亟需科学、高效的环境影响评估工具予以支撑。地理信息系统 (GIS) 以其强大的空间分析与可视化能力, 在环境评价中展现出显著优势。本文围绕新疆地域特点与生态敏感性, 探讨基于 GIS 的环境影响评估模型构建路径, 通过对空间数据整合、评价指标体系设计、模型算法选择等环节的系统分析, 建立适应新疆多样生态格局的空间评价框架, 并以典型区域为例开展模型应用与验证研究, 评估其在实际管理与风险控制中的适用性与成效, 为提升区域环境治理的科学性和前瞻性提供技术支持。

## 关键词

GIS; 环境影响评估; 空间分析; 模型构建; 新疆地区

## 1 引言

新疆地区具有典型的干旱半干旱气候与地貌多样性, 生态系统脆弱且环境容量有限, 随着矿产资源开发、基础设施建设和城市化推进, 局地环境风险持续加剧。在环境保护政策不断强化的背景下, 需构建面向新疆复杂生态背景的环境影响评估技术体系。通过构建融合新疆本地地理因子与环境敏感指标的 GIS 评价模型, 不仅能够提升空间异质性识别的精度, 也为科学制定分区管控策略提供了数据基础和决策支持。本文旨在分析适用于新疆环境管理需求的 GIS 模型构建思路, 并探索其在典型区域的评估应用成效。

【作者简介】杨海兰 (1996-), 女, 中国广西桂平人, 硕士, 工程师, 从事环境影响评价研究。

## 2 新疆区域环境特征与评价需求背景

### 2.1 自然地理与生态环境异质性特征

新疆地处亚欧大陆腹地, 地域辽阔, 横跨多个自然带, 地貌类型多样, 涵盖高山、盆地、戈壁、沙漠和绿洲, 生态系统呈现高度空间异质性。区域内水热条件差异显著, 导致植被覆盖率和生物多样性在不同地带分布不均。天山山脉将新疆分为南北两部分, 水资源空间分布极不均衡。地理空间结构的多样性直接影响环境要素的时空分布特征, 决定了环境影响评价需具备较强的空间辨识与分区管理能力。<sup>[1]</sup>

### 2.2 资源开发强度与环境敏感性并存局面

新疆资源禀赋丰富, 是国家重点的能源、矿产开发区域, 油气开采、煤炭运输、风光发电等项目布局密集, 对生态环境构成巨大压力。在资源开发不断推进的过程中, 部分区域生态红线交错、环境容量紧张, 沙漠边缘带、河源补给

区等环境敏感地带频繁受到人为扰动,系统稳定性面临严峻挑战。部分开发活动缺乏精细化生态管理支撑,土地利用方式粗放,造成土壤退化、水源涵养功能减弱等连锁反应。同时,区域气候干旱、水资源短缺等背景下,环境恢复周期长、承压能力弱,突显了生态敏感性与资源开发强度之间的结构性矛盾。

### 2.3 区域环境管理中空间数据支撑的紧迫性

新疆地域辽阔,地形复杂,传统环境管理手段在获取、处理和解释地理环境数据方面存在明显局限。在多源环境问题交织影响下,依靠常规数据分析方法难以识别污染源扩散路径、生态系统风险分布格局等关键问题。现有管理实践缺乏对空间异质性规律的量化把握,导致政策制定与执行效率低下。GIS技术在大范围数据集成、动态更新和空间模式识别方面具备显著优势,能够提供环境评价所需的高精度、可视化分析基础。构建以GIS为核心的数据支撑体系,有助于提升区域环境监测能力、风险预测精度和管理决策的科学性<sup>[2]</sup>。

## 3 GIS技术在新疆环境影响评估中的适配性分析

### 3.1 地理空间数据获取与遥感融合手段

新疆地处偏远,地面调查受限,而遥感技术在大尺度、多时相数据获取方面展现出高效性,为GIS环境评估模型提供了核心数据来源。高分辨率遥感影像能够精细刻画地表变化过程,红外、雷达等多种传感手段使水体、植被、土壤和地貌信息提取具备高度准确性。通过无人机航测与卫星遥感的联合应用,实现局地精细调查与全域概览的互补融合,为不同尺度的环境问题提供多源数据支持。遥感数据在进入GIS平台后,经过坐标转换、影像增强和专题分类等处理,形成结构化地理数据库,为模型构建提供基础图层。新疆复杂地貌与频繁人类干预下的环境变化,对数据更新频率与覆盖精度提出更高要求,遥感与GIS融合技术恰好满足了这种动态分析的技术需求。

### 3.2 空间分析工具在环境因子建模中的功能优势

GIS空间分析功能包括缓冲区分析、叠加分析、可视域分析与空间插值等多种形式,能够处理复杂地理要素之间的空间关系,在环境因子建模中具有不可替代的作用。新疆区域尺度大、生态系统差异明显,要求模型能够反映不同区域的地理结构特征与环境响应机制,GIS平台在构建分区评价框架、提取地理统计因子及量化空间异质性方面具备显著优势。其分析结果不仅直观呈现风险空间分布,还可为决策提供分级分类支持<sup>[3]</sup>。

### 3.3 多源信息集成在动态监测与评价中的应用路径

环境影响评估模型需要整合气象、水文、地质、土地利用、生态调查等多维信息,GIS平台为多源数据的统一管理

与动态更新提供集成框架。新疆地处边疆,数据来源广泛但分散,构建标准化的数据接口与数据库结构是模型高效运行的前提。通过引入遥感数据、实地调查结果和历史监测记录,GIS能够在统一坐标系下融合不同数据格式,实现空间与属性信息的一体化管理。结合时间序列分析方法,可动态反映环境因子演变趋势,评估开发活动对生态系统的中长期影响。基于GIS的动态监测系统还可叠加政策管控区、土地用途规划等管理图层,实现从生态评价到监管执行的闭环管理,为新疆地区提升环境治理效率与空间管控能力提供精准支撑<sup>[4]</sup>。

## 4 基于GIS的环境影响评估模型构建方法

### 4.1 指标体系构建与地理因子选取标准

构建环境影响评估模型需要根据区域生态特征选择具备代表性的地理因子与评价指标,新疆地区干旱区特征明显,需重点考虑气候、地形、土地利用与生态敏感性等参数。在塔里木盆地模型中选取的12个指标包括年均降水量、蒸发量、地表温度、NDVI指数、地形起伏度、土壤质地、地下水埋深、人口密度、交通密度、土地覆盖类型、植被类型和土地利用强度。在地形起伏度因子中,坡度大于15°的区域面积达63.7%,反映地表侵蚀潜力强。NDVI值低于0.2的区域占比超过48%,表明绿洲与荒漠边界生态风险需高度关注。通过对各指标进行归一化处理与专家权重评分,构建评价矩阵并进行初步适应性测试,模型相关性系数达到0.84,具备较高的评估解释力。

### 4.2 空间数据库结构与数据标准化处理

构建GIS评估模型的首要任务是设计合理的数据结构体系,使各类空间数据具备一致性与可用性。模型中所用数据格式包括栅格数据34层、矢量数据28类,空间分辨率以30米为主,投影坐标系采用UTM WGS-84。数据库设计过程中,按照数据源分类建立五大数据库,包括基础地形库、生态资源库、环境质量库、社会经济库和风险因子库。数据处理阶段通过Python自动化脚本完成不同格式间的转化、缺值填补、坐标重投影与矢量拓扑修复,数据一致性检验通过率达到96.5%。地类编码采用GB/T 21010-2017标准,遥感影像分类精度达到89%。模型运行前对所有连续性变量进行Z值标准化处理,对分类变量进行One-hot编码转换,确保模型输入层的数值表达合理,提升算法的稳定性与可重复性。

### 4.3 评价模型算法构建与敏感性分析方法集成

环境影响评估模型采用加权叠加法与逻辑回归模型并行构建,在模型中权重通过AHP与熵值法结合确定,在典型区域中设定12个地理因子作为解释变量,环境风险指数作为被解释变量,逻辑回归拟合R<sup>2</sup>值为0.76。加权叠加模型结果与实地监测数据对比误差均值为8.3%,表现出较高一致性。为测试模型鲁棒性,构建敏感性分析框架,采用变量扰动法对每项因子进行±10%的扰动模拟,其中土地利

用强度与地下水埋深对模型输出的敏感度最高,权重调整5%将引起综合风险评分变动2.1%。模型输出结果以热力图形式呈现,叠加行政区划边界与开发项目分布图层,可用于生成区域风险等级图谱。整体模型运行时长控制在6分钟以内,适用于中尺度环境动态管理任务。

## 5 新疆典型区域的模型应用与评估结果分析

### 5.1 塔里木盆地资源开发区的影响分布模拟

塔里木盆地油气资源开发活动密集,对周边生态系统干扰显著,模型模拟范围覆盖43.5万平方公里,地表类型主要为沙地、戈壁和低覆盖草地。根据模型输出,高风险区面积占比达28.4%,集中于塔中油田与轮南作业区周边,年均NDVI低于0.15区域重合度达71%。污染物扩散路径分析表明,管道走廊两侧10公里范围内的地下水风险指数平均提高1.6倍。沙漠边缘地带由于地表扰动频繁,土壤风蚀指数显著上升,沙尘频次较2020年提高17%。通过与历年环境监测数据比对,模型识别的风险高发区与实际生态退化区重合率超过82%。这些结果表明模型具备良好的空间适应性与预警能力,能够为资源开发区分区管理与项目环评审批提供科学支撑。

### 5.2 天山北坡城市群生态承载区的风险预测

天山北坡城市群分布密集,生态承载压力不断上升,模型应用范围涵盖乌鲁木齐、昌吉、石河子等城市及周边区域,覆盖面积约9.8万平方公里。通过模型分析发现,高强

度建设用地在10年间增长62%,绿地减少面积为2314平方公里,生态敏感区土地利用强度指数达到0.84。区域生态风险预测结果显示,中高风险区域面积约占总面积的34.7%,主要集中在水源涵养林退化带与丘陵缓坡区。土地利用变化驱动因子贡献度分析中,城市扩张变量解释力达0.68,位列第一。生态红线区域重叠度测算显示,超限开发区域与高风险区交叉面积达到402平方公里。模型预测2028年若无调控措施,高风险区将扩展6.2%。这些量化成果为城市规划限界划定与生态补偿政策提供了明确依据。

### 5.3 阿勒泰山区生态保护红线区域的环境敏感度评估

阿勒泰山区生态系统完整性高,属于重点生态功能区与生物多样性保护区,模型评估范围约为13.7万平方公里。根据模型敏感度计算,地形起伏度、年均温度和土壤湿度为前三位影响因子,其权重分别为0.24、0.18和0.16。生态敏感区面积估算为6.3万平方公里,占比达46%,其中极高敏感等级区域集中在喀纳斯、可可托海与阿尔泰山脉核心区。模型叠加分析结果显示,地形坡度超过25°区域与土地开发项目重合度低于12%,说明现行保护区边界具备一定合理性。在野生动植物栖息地模型中,核心栖息地破碎化指数上升0.31,主要与牧业活动过度扩展相关。风险模拟预测2026年生态干扰指数可能提升至0.63,亟需加强生态修复与生境连通性建设,模型评估结果可作为环境红线动态调整的重要依据,详见表1。

表1 阿勒泰山区环境敏感度评估表

序号	指标类型	评估面积(万 km <sup>2</sup> )	主因子权重值	极高敏感区占比(%)	生态干扰指数预测
1	评估范围	13.7	采用熵权法赋值	占生态区总量的比重	预测年为2026
2	地理因子	基于生态功能区划分	地形 0.24 温度 0.18 湿质	通过叠加分析得出	模拟值为0.63
3	敏感等级	覆盖6.3万 km <sup>2</sup> 敏感区	根据相关性排序	46	趋势图呈上升
4	干扰预测	评估区域为山地核心区	地形因子最敏感	模型拟合值来自敏感度函数	0.63

## 6 结语

通过构建与分析基于GIS的环境影响评估模型,能够有效整合新疆多源地理与生态数据,实现对区域资源开发影响的空间识别与生态风险的动态预测。模型不仅提升了评估的科学性与精准度,也为环境治理提供了量化决策依据。在天山北坡城市群和阿勒泰山区的实证分析中,模型表现出良好的适应性与敏感性,能够捕捉典型区域生态压力的演化趋势。未来可进一步拓展模型的时序分析功能,服务于新疆复杂环境下的全生命周期生态监管需求。

## 参考文献

- [1] 范斯娜. 城市空气污染源与生态环境影响评估模型构建研究[J]. 绿色中国, 2025, (01): 145-147.
- [2] 王昭桐, 刘子伊, 张心钰等. 环境影响评价中空气质量模型综述及其效果评估[J]. 三峡生态环境监测, 2025, 10(02): 1-14.
- [3] 李海燕, 杜文杰, 丁宗威, 等. 综合评价模型应用研究——以塞罕坝生态环境影响评估为例[J]. 郑州铁路职业技术学院学报, 2022, 34(03): 93-97.
- [4] 刘小艳, 张晓霞, 王润. 工业废水中有机污染物检测方法优化及其环境影响评估[J]. 实验室检测, 2025, 3(06): 131-133.