

# Ecological Geological Environment Quality Evaluation and Zoning of Taihang Mountain Revolutionary Base in Shijiazhuang

Longlong Nie

Environmental Geological Survey Institute Hebei Coalfield Geological Bureau, Shijiazhuang, Hebei, 050085, China

## Abstract

Located at the junction of the North China Plain and the Taihang Mountains, the Shijiazhuang Taihang Mountain Revolutionary Old Area serves as both a vital ecological barrier and a key component of the ecological civilization development under the Beijing-Tianjin-Hebei coordinated development strategy. This study employs Analytic Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information System (GIS) technologies to evaluate the ecological-geological environmental quality of the region. Through comprehensive analysis of topography, soil types, vegetation coverage, hydrological conditions, and mineral distribution, an evaluation index system was established, with zoning implemented into three categories: excellent, good, and poor. The findings provide a basis for ecological conservation efforts in the area, offering valuable references for future ecological management and policy-making.

## Keywords

Taihang Mountains; Shijiazhuang; Revolutionary base areas; Ecological-geological environment; Quality assessment; zoning

## 石家庄太行山革命老区生态地质环境质量评价与分区

聂龙龙

河北省煤田地质局环境地质调查院, 中国·河北 石家庄 050085

## 摘要

石家庄太行山革命老区地处华北平原与太行山区的交接地带, 该地区不仅承载着重要的生态屏障功能, 也是京津冀协同发展战略中生态文明建设的重要组成部分。文章运用层次分析法及 GIS 技术方法, 研究了石家庄太行山革命老区的生态地质环境质量, 从地形地貌、土壤类型、植被覆盖度、水文条件以及矿产分布等方面入手进行综合考量, 建立生态地质环境质量评价指标体系, 按优、良、差3类实施分区。并以此为依据, 指导该地区进行生态保护, 旨在为今后的生态管理工作与决策提供参考。

## 关键词

石家庄太行山; 革命老区; 生态地质环境; 质量评价; 分区

## 1 引言

石家庄太行山革命老区地处北方丘陵—低山地带, 地质结构复杂, 生态环境相对敏感, 承载能力有限。长期的人类活动及历史开发对生态地质环境产生了多层次影响。随着区域经济社会发展对土地、矿产及水资源需求的增加, 系统评估区域生态地质环境质量, 明确空间分布特征与等级划分, 对指导科学管理、优化资源配置和制定生态修复措施具有重要意义。

## 2 石家庄太行山革命老区概况

石家庄太行山革命老区地处华北平原与太行山交接

地带, 地貌类型以中低山、丘陵及部分盆地为主, 地势起伏较大, 岩层褶皱与断裂发育。区域属暖温带半湿润气候, 降水时空分布不均, 夏季集中性降雨易引发山地地质过程。河流水系沿断裂带展布, 以滹沱河及其支流为主要汇水通道, 地表径流与地下水补给关系密切。植被类型随地形和海拔变化呈明显分异, 低山丘陵以落叶阔叶林为主, 高山地区以针阔混交林和灌丛草甸为主。土壤发育受母岩和地形影响显著, 以褐土、棕壤为主, 局部地段伴生石灰性土壤, 土层厚薄不均, 为区域生态地质格局提供了物质基础。

## 3 石家庄太行山革命老区生态地质环境质量评价指标与方法

### 3.1 指标体系构建

在开展石家庄太行山革命老区生态地质环境质量评价时, 需要构建合理的评价指标体系, 才能开展该区的生态地

【作者简介】聂龙龙(1989—), 女, 中国河北衡水人, 本科, 工程师, 从事水工环地质调查、评价等研究。

质状况的量化工作评价。根据地质情况、地理特征以及实际情况的可操作性和全面性的要求，由多名学科专家来进行评价因素重要程度的排序，充分考虑选择重要和敏感因素，最后依据野外调查和资料搜集的结果对所设计指标进行检验、归纳，构建了具有3个一级指标、11个二级指标的指标体系（见图1），可以为太行山革命老区生态地质环境质量的综合评价以及今后定量分析工作奠定数据基础与方法基础<sup>[1]</sup>。

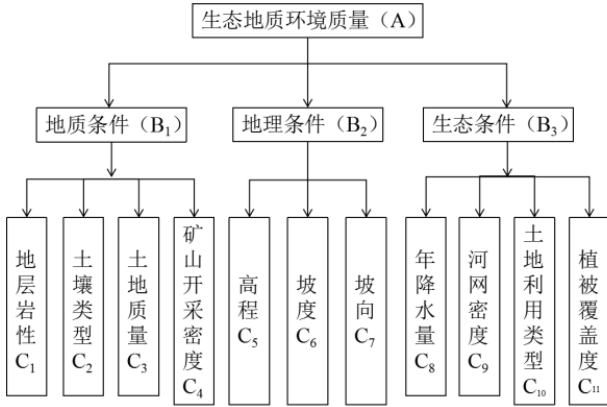


图1 生态地质评价指标体系图

### 3.2 权重确定方法

此次研究运用层次分析法 (AHP) 对评价因子进行权重赋值，目的是量化各个指标对于总评价结果的相对贡献率。具体操作如下，第一，组织包括生态地质环境方面的研究和其他领域的专家成立专家小组，以共同排序和赋值各评价因素的重要性。第二，构建两两比较判断矩阵，将同层指标相对于上层指标重要性进行量化描述，专家依据1-9标度法来评价矩阵内每一元素，划分其重要性。第三，通过特征值与特征向量计算得到初始权重，并且对初始权重做归一化处理，得到各个指标的标准化权重值。并且通过判断矩阵做一致性检验，求得一致性指标 CI 和随机一致性比率 CR (当  $CR < 0.1$  时，认为判断矩阵具有满意的一致性，说明权重分配是合理的)，确保该矩阵统计学的合理性与准确性。第四，基于层次递阶赋权法把底层指标权重按其所占贡献率组合成高一层指标权重，进而完成高一层指标权重组合的累计过程直至得到最高层目标的综合权重，可实现地质条件、地理条件和生态条件二级指标的量化精准定位<sup>[2]</sup>。

通过上述步骤计算，得出评价区各指标因子权重值，详见表1。计算结果均进行并通过了一致性检验。

### 3.3 综合评价模型与分级标准

综合评价模型是以量化表现生态地质环境质量的的空间差异为目的，通过多指标加权叠加来综合表征。此次研究根据已有指标体系与权重，利用层次分析法，首先将各二级指标的数据标准化之后，使得其量纲一致，对同一评价体系内的不同属性指标具有可比性。其次基于专家打分情况以及权重分配，建立综合评价函数，采用地质、地理及生态条件等多源数据进行线性加权叠加，求得各待测体综合得分。

表1 各指标因子权重汇总表

一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标单级权重	二级指标综合权重
地质条件 (B1)	0.3389	地层岩性 (C1)	0.0632	0.0214
		土壤类型 (C2)	0.1259	0.0427
		土地质量 (C3)	0.2121	0.0719
		矿山开采密度 (C4)	0.5989	0.203
地理条件 (B2)	0.1472	高程 (C5)	0.5056	0.0744
		坡度 (C6)	0.2911	0.0429
		坡向 (C7)	0.2033	0.0299
生态条件 (B3)	0.5139	年降水量 (C8)	0.151	0.0776
		河网密度 (C9)	0.0968	0.0497
		土地利用类型 (C10)	0.1643	0.0844
		植被覆盖度 (C11)	0.5879	0.3021

根据工作区生态地质环境评价相关的预期目标，针对各评价指标对生态地质环境质量优劣的影响程度，将各指标划分为优质、良好、中等、较差四级，采用8分制对各指标的不同等级进行赋值，分值从高到低对应的级别由好到差，其中优质、良好、中等、较差四级分别对应8分、6分、4分、2分。

在为每个指标分配权重和分数后，加权分配的计算方法是将每个标准的权重乘以其分数，然后将结果值相加。在 ArcGIS 平台中，将影响工作区生态地质环境质量的11个单因子评价结果以栅格形式构建空间数据库，通过空间分析模块实施加权叠加运算，获得研究区各空间单元的生态地质环境综合指数。依据综合指数的分布特征，采用分级阈值法进行重分类处理，当指数大于6.5时划定为生态地质环境优等区，介于6.0~6.5之间划为良好区，低于6.0的区域则归为较差区，从而将工作区生态地质环境质量定级为三个生态地质环境质量等级区。

表2 生态地质环境质量分级标准

等级	优等	良好	较差
SS	> 6.5	6-6.5	< 6

## 4 评价结果与分区分析

### 4.1 总体特征

在多源地质、地形、水文和生态等要素综合约束下，石家庄太行山革命老区生态地质环境质量空间上呈现出分异明显、级别分级的特征。综合评价表明，研究区生态地质环境质量等级可分为优等地质环境质量区、良好地质环境质量区和较差地质环境质量区3类；区域内部的地质环境质量分布受地貌单元、岩性组合、降水量梯度以及人类工程活动强度等的综合控制作用，总体上可形成中部西高、东部次之、

局部矿业集聚区和城镇附近低的地表地质环境质量格局,局部存在高一高低一高、高一中一低、中一高一低等地层三维分布特点。

#### 4.2 分区结果

分区结果以栅格叠加计算为基础,将研究区划分为优等、良好与较差三类生态地质环境质量单元,并以空间分布图形式呈现各类斑块格局。第一,优等区集中分布于中西部高程较高、植被覆盖率显著、河网发育完善的片状与带状地带。其地层以变质岩与碳酸盐岩为主,土壤有机质含量相对较高,矿山密度低,土地利用以林地和水体为主。第二,良好区主要位于东部丘陵台地与部分低山过渡带,该类区段以第四系覆盖与褐土分布为特征,坡度总体平缓,耕地分布广泛,局部矿山活动分布零散。第三,较差区呈点带并存格局,分布于县域北部交界、局部低海拔沟谷与矿山集聚区,该类单元的共性要素包括土层薄、水土流失强、矿山开采密集及河网密度偏低。

### 5 石家庄太行山革命老区生态地质环境质量优化与管控建议

#### 5.1 强化生态红线刚性约束

在石家庄太行山革命老区生态地质环境优化过程中,要以生态红线作为加强空间管控和资源管控的重要手段,结合生态地质分区成果,将优等生态区、重点水源涵养区、重要生物栖息地、自然保护区全部纳入生态红线之内,构建覆盖全域分级保护体系,并根据实际情况确立分区管控方案,明确各等级区域土地开发现行建设条件和限制条件,建立涵盖规划、审批、监管全过程的一体化管理体系。

#### 5.2 推动地质灾害综合治理

针对石家庄太行山革命老区特有的地质环境特征,应当全面建设区域范围内的地质灾害综合治理体系。一方面,从治理措施上要推行工程、生态防控兼用的模式。对高陡边坡区和矿山开采密集区使用挡土墙、护坡桩、排洪沟渠等工程措施强化区内地质稳定性,配以植被恢复、坡面绿化

等方式,增加土壤结合力、提高水源涵养能力;对于丘陵和低山区水土流失严重的地区,大力推广梯田建设、山地林网、植被覆盖度改进等,对坡面径流起到控制作用,实现坡面径流和水土保持的同步运行。另一方面,在制度方面,完善矿山开采、工程建设以及土地利用规划过程中的灾害风险控制,将防灾指标纳入地方年度考核范围,达到通过制度监管灾害风险的目的<sup>[3]</sup>。

#### 5.3 构建绿色城乡过渡带

在石家庄太行山革命老区,应通过城乡过渡带建设实现生态空间与生产生活空间的有机衔接。第一,针对城乡结合部、丘陵低山地区土地利用特点,划分片区明确生态缓冲带;沿主要河流、山脊、丘陵坡面配置绿化走廊及林带,形成连续性生态廊道。第二,针对过渡带内开展土地利用优化调整,其主体功能是林地、果园、生态农业用地,同时辅以水土保持措施调节地表径流和土壤侵蚀,实现坡面稳定与水源涵养。在保证合理的建设容量与非生态用地前提下,严格控制过渡带内过度开发,采用低影响开发技术以及分散式排水等方式避免对原有生态系统产生影响。

### 6 结语

通过石家庄太行山革命老区生态地质环境综合评价分区,明确了该地区不同区位的生态承载特征、资源开发利用情况,为其今后的生态保护、土地开发利用、地质灾害防治等提供基本的数据支撑。优等区可作为生态功能重点保护区域,良好区适合在生态友好型农业与乡村发展中实现生态利用兼顾,较差区则需要重点开展矿山生态修复与水土保持工作。

#### 参考文献

- [1] 王灵钰,赵睿成,范毅,等.地下空间开发地质环境质量评价指标体系研究[J].低碳世界, 2024, 14(4):112-114.
- [2] 张公,简康.层次分析与模糊数学综合评价在矿山地质环境质量评价中的应用[J].煤炭科技, 2024, 45(3):25-30.
- [3] 翟延亮.小流域尺度生态地质环境评价方法探讨[J].河北地质大学学报, 2023(6).