

# 基于GIS技术的兴城市生态敏感度评价分析与规划策略

徐艳芳, 张婧靓, 葛天宇, 董博雯

山东建筑大学艺术学院, 山东 济南

收稿日期: 2024年7月24日; 录用日期: 2024年10月2日; 发布日期: 2024年10月9日

## 摘要

本文通过对生态敏感性进行评价分析, 为城乡建设中划定生态红线、制定区域生态环境保护条例提供依据。文章以兴城市为研究区域, 采用GIS空间分析技术, 选取研究区域的高程、坡度、坡向和水文四大因子作为评价指标, 对生态敏感区进行了等级分类, 针对不同敏感区提出了相应的优化建议策略, 为兴城市今后的生态规划设计提供参考和依据。结果表明: 兴城市生态敏感度通过GIS的叠加分析, 可以划分为不敏感区、轻度敏感区、中度敏感区、高度敏感区和极度敏感区五个层次。最后, 根据不同的生态敏感度分区, 提出分区治理方案和保护对策, 以期为兴城市的环境保护规划提供技术支持和依据。

## 关键词

GIS, 生态敏感度, 设计, 兴城市

# Ecological Sensitivity Evaluation Analysis and Planning Strategy of Xingcheng City Based on GIS Technology

Yanfang Xu, Jingliang Zhang, Tianyu Ge, Bowen Dong

School of Art, Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong

Received: Jul. 24<sup>th</sup>, 2024; accepted: Oct. 2<sup>nd</sup>, 2024; published: Oct. 9<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Ecological sensitivity assessment and analysis are carried out to provide a basis for delineating ecological redlines and formulating regional ecological and environmental protection regulations in urban and rural construction. Taking Xingcheng City as the study area, GIS spatial analysis technology was used to select the four factors of elevation, slope, aspect, and hydrology of the study area as

evaluation indexes, and the ecologically sensitive areas were classified into different levels, and corresponding optimization suggestions were put forward for different sensitive areas, which provided reference and basis for the future ecological planning and design of Xingcheng City. The results show that the ecological sensitivity of Xingcheng City can be divided into five levels: insensitive area, mildly sensitive area, moderately sensitive area, highly sensitive area and extremely sensitive area through GIS superposition analysis. Finally, according to the different ecological sensitivity zones, the zoning management scheme and protection countermeasures are proposed, in order to provide technical support and basis for the environmental protection planning of Xingcheng.

## Keywords

GIS, Ecological Sensitivity, Design, Xingcheng City

Copyright © 2024 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

生态敏感性是指在自然条件下,生态系统对自然条件下发生生态环境问题的易发性和可能性[1]。一般认为,当外界干扰发生时,生态敏感程度较高的区域更易发生恶化[2]。

生态敏感系统是一种多层次、多要素的复杂系统,开展生态敏感性评估可以为生态环境损害与生态平衡的分析与预测、生态功能区划、生态系统脆弱性评估等领域具有重要的应用价值。生态敏感度评估是生态系统建设规划、生态环境效应评估的基础,也是生态文明建设和国土空间规划的重要依据[3]。基于 GIS 强大的数据处理能力和空间分析能力,国内外学者开展了大量的生态灵敏度评价研究,多数已取得较好的效果。在此基础上,利用 GIS 技术对兴城市进行了生态环境敏感度评价[4]。

## 2. 研究区概况

兴城市地处辽宁省西南部,辽西走廊的中心地带,属暖温带半湿润大陆性气候,总面积 2113 平方千米。地理坐标为 40°16'N~40°50'N、120°06'E~120°50'E,是由葫芦岛市代为管理的县级市。从西北到东南,地形大致可以划分为:西北低山、中部砂岗丘陵、东南近海平原三种地形,自然概貌为“六山一水三分田”。东南海岸是平原,中间是丘陵,西北是山区,松岭山脉绵延起伏,有 130 多座高山,渤海海岸是一片狭长的滨海平原。境内有大小河流 151 条,其中兴城河、烟台河、六股河等距分布,纵贯南北。

## 3. 数据来源及研究方法

### 3.1. 数据来源及处理

该研究所采用的遥感卫星影像图和 DEM 数字高程模型数据均来自地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn>),通过 ArcGIS 10.8 软件计算并提取得到高程、坡度、坡向、水环境等数据[5]。建立相应的模型;最后,通过运用 GIS 技术、因子叠加、重分类的方法,分别对兴城市从高程、坡度、坡向和水文四大因子方面进行生态敏感性评价,并建立合理有效的生态评价体系[6]。

### 3.2. 评价因子敏感等级划分

构建评价因子等级指标体系是进行生态敏感性评价最关键的步骤。鉴于生态系统的多样性与综合性,

同时为了降低各评价因子之间的关联性,依据研究区《生态功能区划技术暂行规程》中各种因素对生态敏感程度的大小和生态环境的现状,提出了相应的等级划分方法,将其划分为5个等级,即:极敏感、高度敏感、中度敏感、轻度敏感、不敏感[7],然后分别赋值为5、4、3、2、1代表区域的敏感性程度,各单因子分级与赋值情况(如表1所示)[8]。

**Table 1.** Single factor evaluation system grading criteria  
**表 1.** 单因子评价体系分级标准

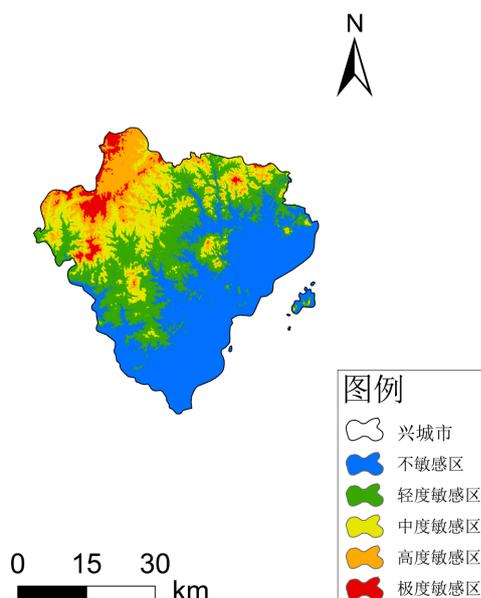
| 分级    | 高程/m    | 坡度/°  | 坡向    | 水域缓冲区   | 分级赋值 |
|-------|---------|-------|-------|---------|------|
| 不敏感区  | -1~50   | 0~10  | 平地、正南 | >400    | 1    |
| 轻度敏感区 | 50~150  | 10~20 | 东南、西南 | 300~400 | 3    |
| 中度敏感区 | 150~300 | 20~30 | 正东、正西 | 200~300 | 5    |
| 高度敏感区 | 300~450 | 30~40 | 东北、西北 | 100~200 | 7    |
| 极度敏感区 | 450~678 | >40   | 正北    | <100    | 9    |

## 4. 单因子景观生态敏感度分析

### 4.1. 高程

海拔由两部分组成:一是绝对高度,二是相对高度。城区的降水、温、湿度都将随海拔高度的改变而改变,植被的垂向分布将更为明显。所以,海拔是进行景观生态学评估的一个十分重要的指标。随海拔上升,温度将逐步下降,造成生物多样性下降,加剧了生态系统的脆弱性和适合度。

基于兴城市的高程模型,可以得出其最高海拔为678 m,最低海拔为-1 m,最高值与最低值之间相差679 m,相对来说高差较大。基于海拔因子的景观适宜性等级分布,以50、150 m高差为间隔等分可分为5个等级:即不敏感区(-1~50 m)、轻度敏感区(50~150 m)、中度敏感区(150~300 m)、高度敏感区(300~450 m)和极度敏感区(450~678 m),从而可以得出基于高程因子的生态敏感度分级分布图(图1和表2)。



**Figure 1.** Distribution of ecological sensitivity based on elevation factors  
**图 1.** 生态敏感度基于高程因子的分布

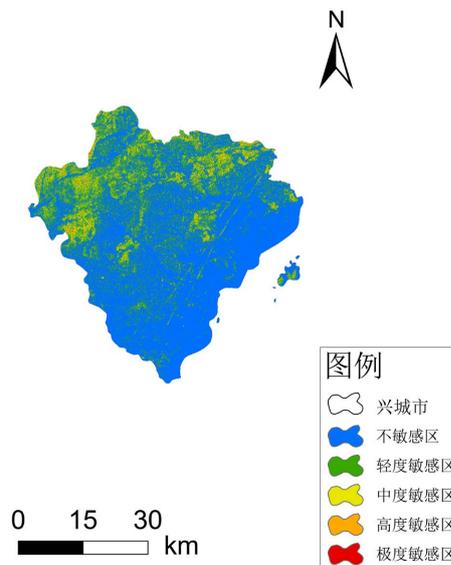
**Table 2.** Classification based on elevation factors  
**表 2.** 基于高程因子的分级

| 生态敏感等级 | 高程/m    | 面积/hm <sup>2</sup> | 百分比/% |
|--------|---------|--------------------|-------|
| 不敏感区   | -1~50   | 90794.8            | 42    |
| 轻度敏感区  | 50~150  | 77274.7            | 35    |
| 中度敏感区  | 150~300 | 38202.7            | 17    |
| 高度敏感区  | 300~450 | 7994.6             | 4     |
| 极度敏感区  | 450~678 | 998.8              | 2     |

#### 4.2. 坡度

斜度被用来表达一个倾斜的角度，也就是一个斜坡。用两点间的高差与两点间的水平距离的比值来表示最常见的斜率。随着坡度的增大，坡面的产流速率增加，土壤保水能力降低，植物受到的伤害也更大。反之，若坡度较小，则地表径流速率较慢，土壤不易流失。另外，随着坡度的增大，地势变陡，建设难度加大，景观适应性也随之降低[9]。

依据兴城斜坡栅格资料，可依兴城首山国家森林公园状况，将坡度划分为 5 类：即不敏感区(0°~10°)、轻度敏感区(10°~20°)、中度敏感区(20°~30°)、高度敏感区(30°~40°)、极度敏感区(>40°)，从而得出基于坡度因子生态敏感度分级分布图(图 2 和表 3)。



**Figure 2.** Distribution of ecological sensitivity based on slope factor  
**图 2.** 生态敏感度基于坡度因子的分布

**Table 3.** Grading based on slope factor  
**表 3.** 基于坡度因子的分级

| 生态敏感等级 | 坡度/°  | 面积/hm <sup>2</sup> | 百分比/% |
|--------|-------|--------------------|-------|
| 不敏感区   | 0~10  | 148568.3           | 69.3  |
| 轻度敏感区  | 10~20 | 50272.0            | 23.4  |
| 中度敏感区  | 20~30 | 12983.8            | 6.1   |
| 高度敏感区  | 30~40 | 2544.0             | 1.1   |
| 极度敏感区  | >40   | 222.6              | 0.1   |

### 4.3. 坡向

坡的坡度，也就是斜坡的方向。不同的方向，会影响日照的时间和日照的强弱，同时，还会对植物的生长产生一定的影响。中国地处北半球，日照最多，光照强度最大，植被生长状况也最好，东南部坡次之，西南坡次之，北坡接日照最少[10]。

根据兴城地形特点，将其坡向划分为平面型，正南坡，东南坡，西南坡，正东坡，正西坡，东北坡，西北坡，正北坡。在此基础上，将斜坡按敏感性等级划分为高敏感区(北坡)、高敏感区(东北坡和西北坡)、中敏感区(正东坡和正西坡)、低敏感区(东南坡和西南坡)、低敏感性区(平地 and 正南坡)，从而得出基于坡向因子的景观生态敏感度分布图(图3和表4)[11]。



Figure 3. Distribution of ecological sensitivity based on aspect factors  
图3. 生态敏感度基于坡向因子的分布

Table 4. Classification based on aspect factors

表4. 基于坡向因子的分级

| 生态敏感等级 | 坡向    | 面积/hm <sup>2</sup> | 百分比/% |
|--------|-------|--------------------|-------|
| 不敏感区   | 平地、正南 | 44049.3            | 20.52 |
| 轻度敏感区  | 东南、西南 | 44081.1            | 20.54 |
| 中度敏感区  | 正东、正西 | 44949.7            | 20.9  |
| 高度敏感区  | 东北、西北 | 43094.6            | 20.1  |
| 极度敏感区  | 正北    | 38413.1            | 17.94 |

### 4.4. 水文

水环境是植物和动物赖以生存的场所。在城市规划设计过程中，水文要素是最易受人类活动影响的

要素,因此,在对流域水生态系统进行全面保护的同时,也要兼顾周围水域的生态环境[12]。兴城市内有大量的水源,其中以河谷为主,溪流为辅。距离水源越近,感应能力就越强大,也就越容易被摧毁。根据距水体的远近,将其分为5类:距水体100米以下的是极端敏感区,100~200米是高度敏感区,200~300米是中度敏感区,300~400米是轻度敏感区,400米以上是非敏感区(图4和表5)[13]。

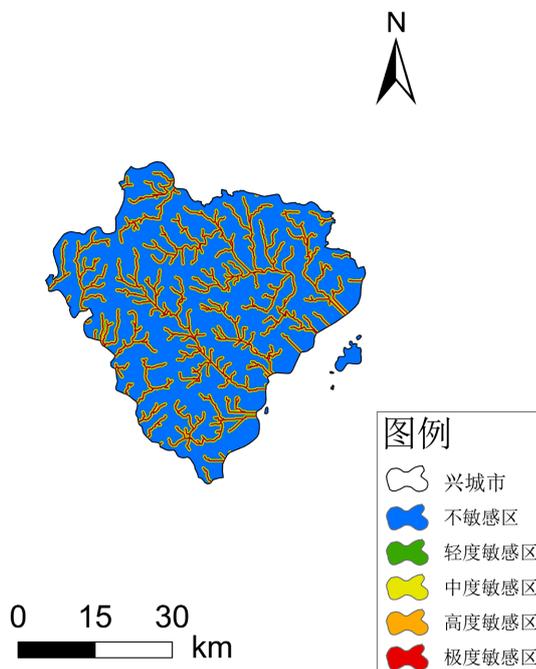


Figure 4. Distribution of ecological sensitivity based on hydrological factors  
图4. 生态敏感度基于水文因子的分布

Table 5. Classification based on hydrological factors  
表5. 基于水文因子的分级

| 生态敏感等级 | 水系缓冲    | 面积/hm <sup>2</sup> | 百分比/% |
|--------|---------|--------------------|-------|
| 不敏感区   | >400    | 144292.9           | 67.2  |
| 轻度敏感区  | 300~400 | 16828.8            | 7.8   |
| 中度敏感区  | 200~300 | 16698.6            | 7.7   |
| 高度敏感区  | 100~200 | 18290.1            | 8.5   |
| 极度敏感区  | <100    | 19162.9            | 8.8   |

## 5. 景观生态敏感度综合分析

研究发现,地形敏感性受海拔、坡度、坡向、水文等4种因子的影响程度不同。研究区的生态敏感性差异是多个单一因子共同作用造成的,所以,在进行景观生态敏感性综合评估时,既要明确各个指标的权重,又要研究各个指标的相对重要性及其对景观敏感性的作用大小[14]。因此,本项目拟利用 ArcGIS 中的层叠网格技术,利用空间分析技术,利用权重叠加法对兴城市的景观生态敏感性进行全面分析。在此基础上,对不同类型的空间用地进行了对比分析,得到了不同类型用地的综合分值,并对其进行了分类,并对其进行了分类。色彩愈深,效果就愈好[15]。

利用 GIS 中的聚类分析功能，将兴城首山国家森林公园划分为 3 个敏感区[16]：即高敏感区(3~4)，中敏感区(2~3)，低敏感区(1~2)，最终获得综合景观生态敏感度分布图[17](图 5)。通过对景观生态敏感度分级分布图的分析，可以看出兴城市生态敏感性总体来说较低，因此，该区域适合进行一些的基础设施建设与旅游开发活动，充分发挥城市的休闲游憩价值[18]。

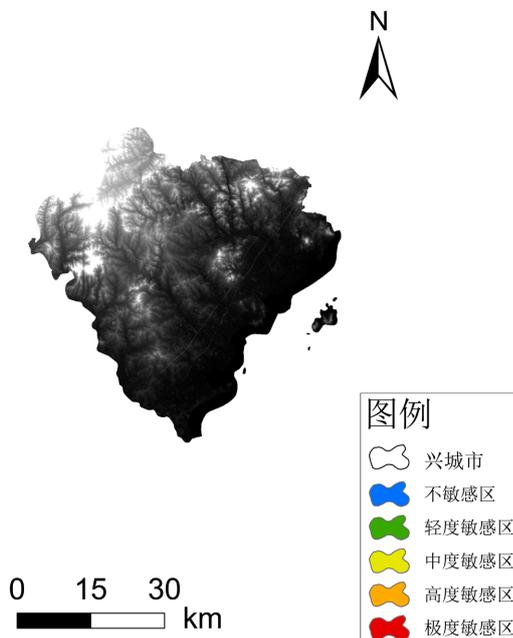


Figure 5. Landscape ecological sensitivity distribution map  
图 5. 景观生态敏感度分布图

## 6. 研究结果与设计策略

### 6.1. 研究结果

在前期研究中发现，景观的生态敏感性较高的地区具有较高的保护价值，可以体现高敏感区的重要性，高敏感地区与高等级的保护区也是相对应的。为此，在兴城市的规划和经营中，应该注重科学合理的规划，对于不同的景观生态敏感区，采取以下几种不同的保护管理和规划设计对策：

#### 6.1.1. 单因子生态敏感性评价结论

基于单因子生态敏感性评价得到以下结论：① 场地高差大，生物群落复杂；② 地上河资源宝贵，应保护好现有水资源；③ 兴城首山国家森林公园地形起伏变化显著，城镇、村落地势平坦；④ 兴城首山国家森林公园为供水源，应保护景区水质水量；⑤ 研究区自然景观资源较多，集中于兴城首山国家森林公园处，集聚度高；⑥ 村落的开发强度低，生态系统较敏感。

#### 6.1.2. 综合生态敏感性评价结论

① 在高敏感地区，以城市为中心，以山区为主，需强化生态保护与生态恢复，对景观视野范围内的土、石、草等进行严密保护。加强防护林建设，加强生态公益林保护，减轻土壤侵蚀，使石漠化治理水平进一步提高[19]。② 中等敏感性保护区，尽管对人类活动和自然灾害具有较强的抗压性和抗压性，但其整体生态环境较为脆弱，应当在遵循生态保护优先的原则的基础上，适当地、适度地发展，并加强其生态恢复能力。③ 对低敏感的保护区来说，它是一个相对稳定的区域，它的植被覆盖程度比较低，具有很

高的抗干扰性，可以进行多功能的开发和建设，但是要一直保持将生态放在首位的发展战略地位，并与农商旅的融合发展相结合。

## 6.2. 设计策略

基于 GIS 空间分析软件分析兴城市场地生态敏感性的前提下，将“基于自然的解决方案”的理念引入到兴城市的活化设计中，以恢复城市生态服务的供应能力为主线，以城市生态系统服务的供需匹配为主线，实现小城镇生态系统服务的稳态平衡。

### 城市活化设计策略

#### 1) 街巷改造策略

对街巷进行了空间改造，对破损的路面进行了修复，形成了完整的路网。充分挖掘街巷中的有效空间，创造出城市特有的风貌。通过竖向绿化、见缝插绿等手段，对街巷道旁环境进行优化，营造地方风貌特征的街巷空间，提升街巷空间环境质量。以当地的本土材料和现代表现手法，增强了建筑的艺术表现力。

#### 2) 滨水、滨海改造策略

滨水空间改造将村庄内的河流、建筑风格等进行改造，并通过对其进行生态处理，从而创造出一种可体验的滨水景观。

滨海的区域要保留好现有的生态景观，加强保护海岸线动植物的生境，为居民与动植物提供可供欣赏、能够更好生存、生长的优美空间环境[20]。

#### 3) 整体风貌改造策略

为提高城市观光体验的趣味性，在都市中营造多样化的休闲娱乐功能空间。增设或改建特色家庭旅馆，注意生活舒适度，强调与兴城首山国家森林公园的视线通廊和新鲜空气。植入旅游服务设施茶馆、树屋、葫芦等特色。

## 7. 结论

在生态敏感度的研究中，评价灵敏度因素的选取已由单一因素分析逐渐向多因素综合评价方向发展[21]。本研究选择 4 种典型的评估因子，但因数据获取困难，多采用自然因子，忽略了人为、外界扰动等因素，从而影响了研究区生态敏感度的辨识与判别，同时，因子权重的确定也带有主观性，有待于进一步完善。以期对促进该地区转型发展、提升资源利用率、保护与修复生态环境、为旅游者提供更多、更健康的旅游休闲体验具有重要意义。然则，这些策略的实施需要多方面的支持和配合，资金投入、技术研发、群众参与。未来将对问题进行更深入的研究，并探讨更为有效的解决方案，以期为该地区经济社会发展与生态环境保护做出更大的贡献。同时，也期望通过此项研究，引起社会各界对环境问题的关注，为促进我国生态文明建设与可持续发展提供有益的参考。

## 注 释

文中所有图片均为作者自绘。

## 参考文献

- [1] 赵迅, 徐艳芳, 王浩天, 等. 基于 GIS 的黔西市生态敏感性评价与分析[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(19): 64-68.
- [2] 余磊, 刘牧, 张绿水. 基于 GIS 技术的梅岭国家森林公园景观生态敏感度评价[J]. 绿色科技, 2022, 24(23): 46-51.
- [3] 梅堂军. 基于 GIS 技术的生态敏感度分区研究——以恩施州清江流域为例[J]. 中外建筑, 2014(1): 69-72.
- [4] Zhang, Q.Q. and Zhang, T.Z. (2018) Land Consolidation Design Based on an Evaluation of Ecological Sensitivity.

*Sustainability*, **10**, Article No. 3736. <https://doi.org/10.3390/su10103736>

- [5] 刘培亮, 曹雪莹, 毛慧娟, 等. 国家级重点生态功能区的生态敏感性变化分析: 以湖南省麻阳县为例[J]. 环境污染与防治, 2021, 43(9): 1151-1158.
- [6] 李坤洋, 杜营彬, 鲁琳. 基于 GIS 的生态敏感性评价与山体修复策略: 以青海同仁市隆务西山为例[J]. 湖南生态科学学报, 2021, 8(4): 72-83.
- [7] 唐毛玲. 怀化大峡谷景区生态敏感性评价及生态功能区划研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南林业科技大学, 2021.
- [8] 张浪, 贺中华, 夏传花, 等. 基于 GIS 的喀斯特地区生态环境敏感性评价[J]. 贵州科学, 2021, 39(2): 45-52.
- [9] 邹丹, 刘璐莹, 梁文全, 等. 基于 RS 与 GIS 的龙海市生态敏感性评价研究[J]. 龙岩学院学报, 2019, 37(2): 56-64.
- [10] 韦月玲. 基于 GIS 和 RS 的合肥市生态敏感性评价研究[J]. 科技风, 2020(14): 153-154.
- [11] 闫德洋, 王琳, 卫宝立, 等. 鲁西北农业小镇生态敏感性评价研究[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2018, 48(5): 102-110.
- [12] 杜婕, 韩佩杰. 基于 ArcGIS 区统计的陇南市生态敏感性评价[J]. 测绘与空间地理信息, 2018, 41(7): 99-102.
- [13] 鲁敏, 穆回港, 谭蕾, 等. 基于 GIS 的济西国家湿地公园生态敏感性评价[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2022, 52(12): 95-103.
- [14] 袁领兄, 李坤, 范舒欣, 等. 基于 GIS 的太原市土地生态敏感性评价[J]. 中国城市林业, 2021, 19(3): 19-24.
- [15] 李臻, 季民, 王映然. 山东省地理标志农产品空间分布及影响因素研究[J]. 湖北农业科学, 2022, 61(20): 203-210.
- [16] 张铭珺, 王艳鸽, 钱晶晶, 等. 基于 GIS 的政和县生态敏感性评价[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2023, 36(4): 13-17.
- [17] 郑湘明, 谢美, 彭耀辉, 等. 旅游型乡村生态敏感性评价——以茶陵县卧龙村为例[J]. 湖南工业大学学报, 2019, 33(2): 91-96.
- [18] 周晓玉, 蔡俊, 张文文. 基于 GIS 的国家级生态县的生态敏感性评价——以安徽省霍山县为例[J]. 云南农业大学学报(社会科学版), 2021, 15(4): 148-155.
- [19] 张伟, 王家卓, 任希岩, 等. 基于 GIS 的山地城市生态敏感性分析研究[J]. 水土保持研究, 2013, 20(3): 44.
- [20] 孙才志, 杨磊, 胡冬玲. 基于 GIS 的下辽河平原地下水生态敏感性评价[J]. 生态学报, 2011, 31(24): 7428.
- [21] 陈艳红, 于婧, 于兴修, 等. 山岳型风光旅游地生态敏感性研究: 以武陵源区为例[J]. 湖北大学学报(自然科学版), 2019, 41(4): 356.