

# Ecologic Sensitivity Analysis in Yanqing County Based on GIS

Jie Liu, Guanghu Liu, Chengyang Wang

Institute of Disaster Prevention, Sanhe Hebei  
Email: 2082919818@qq.com

Received: Oct. 22<sup>nd</sup>, 2018; accepted: Nov. 5<sup>th</sup>, 2018; published: Nov. 13<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

Yanqing County is located in the northwest of Beijing, as this area is rich in ecological resources, it plays an important role in water source protection and sand control for Beijing and adjacent areas. Therefore, the protecting of the ecological environment of the area is extremely important. In this paper, based on the ecological characteristics of Yanqing, we select topography, ecological security, and social economy as ecological environmental impact factors under the support of GIS technology. Finally, according to the level of ecological sensitivity determined by each factor, Yanqing County was divided into highly sensitive areas, moderately sensitive areas and ecologically weak sensitive areas, accounting for 48.4%, 18.31% and 33.29% of the total area of Yanqing, respectively. At the same time, the results of ecological sensitivity analysis were discussed, and suggestions for zonal protection and construction were put forward, which provided valuable reference for ecological environment protection and economic development of Yanqing area.

## Keywords

Yanqing, Ecological Sensitivity, Geographic Information System

---

# 基于GIS平台的北京市延庆县生态敏感性分析

刘 杰, 刘广虎, 王承洋

防灾科技学院, 河北 三河  
Email: 2082919818@qq.com

收稿日期: 2018年10月22日; 录用日期: 2018年11月5日; 发布日期: 2018年11月13日

---

## 摘 要

延庆县位于北京西北部山区。该县生态资源丰富, 承担着首都及周边地区水源保护和风沙治理职能。因

此, 保护该地区的生态环境显得极为重要。本文在GIS技术支持下, 并结合延庆地区生态特点, 选取影响该地区生态环境的地形地貌、生态安全、社会经济等3大类9个指标因子, 采用层次分析与因子叠加分析相结合的方法, 对延庆的生态敏感性进行了分析评价。最终, 依据各因子确定的生态敏感度的高低, 将延庆县分为生态高度敏感区、生态中度敏感区和生态弱敏感区, 分别占延庆总面积的48.4%、18.31%和33.29%。同时, 本文对生态敏感度分析结果进行了讨论, 并提出了分区保护与建设的建议, 为延庆生态环境保护和经济发展提供了有价值的参考。

## 关键词

延庆, 生态敏感性, 地理信息系统

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 引言

生态敏感性分析(Ecological sensitivity analysis)是指在不损失或不降低环境质量的情况下, 生态因子对外界压力或外界干扰适应的能力[1]。生态敏感性越强, 其对外界的压力或外界干扰越敏感, 越容易出现生态环境问题。生态敏感性分析目的在于, 确定不同生态级别敏感区域所占的比例和分布情况, 明确需要重点保护与修复的生态高度敏感区域。从而为今后城乡规划过程中, 确定城市发展的规模、发展方向、用地布局等提供依据。因此, 正确识别生态敏感区域至关重要。

根据具体情况的不同, 不同地区、不同研究尺度, 影响生态敏感度的因子也不相同。本文以北京市西部山区的延庆县为研究对象, 有针对性地选取了9个生态影响因子, 并利用GIS的空间分析和层次分析功能, 分析评价了延庆县的生态敏感性。并最终按照生态敏感性高低进行了区划, 并探讨了延庆地区实行分区保护与建设的方法。

## 2. 研究区概况

延庆县位于北京市西北部, 距北京市城区约74公里, 平均海拔500米以上, 县域面积1993.75平方公里, 其中山区面积1451.41平方公里, 占总面积的72.8%。全县有15个乡镇, 现有31.9万。该县东、南、北三面环山, 一面环水, 山、水之间是延庆平原, 是典型的盆地地形。2011年全县森林覆盖率达到63.76%, 林木绿化率达到65.84%, 湿地面积超过100平方公里。

延庆地处城市上风上水位置, 承担着水源保护和风沙治理职能, 是首都西部生态屏障中重要环节。作为北京市的后花园, 以及保障首都城市生态安全的关键区域, 保护延庆地区的生态环境极为重要。

## 3. 研究方法

### 3.1. 生态敏感因子选择

通过对延庆县生态环境现状的实地走访调研及资料收集, 本文认为该地区主要生态环境问题有: 用水需求不断增大, 水资源匮乏趋势加重; 旅游景区的环境保护任务加重; 控制环境噪声的任务难度加重等。本文以从延庆地区统计年鉴、生态环境保护计划和城市总体规划等获取的数据为基础, 选取了对该区域生态敏感度影响较大的地形地貌条件(高程、坡度、坡向等)、生态安全(包括河流、湖泊、自然保护

区、风景名胜区、断裂带等)、社会经济(包括道路交通、已建设用地开发强度)等 3 大类 9 个因子,对该区进行了生态敏感性分析。

#### 1) 地形地貌因子

地形条件是影响生态敏感度的一个重要地学因子,其主要包括高程、坡度和坡向三方面内容[2]。延庆地区山区面积占区域总面积的 72.8%,地形复杂,地形地貌因素对该区生态环境具有重要的影响。延庆的地貌骨架主要是由山地——平原构成,境内山地多、平原少,其东、北、南三面环山,西临官厅水库,山、水之间为延庆平原。该区西部高程 479 米以下区域属于官厅水库保护区,此范围内属禁止建设区。根据前人的研究成果,坡度是影响生态敏感度的重要因素。其中:坡度 25°以上为水土流失区,生态敏感度高;15°为水土流失的相对质变点,因此 15°~25°是生态中度敏感区域;坡度小于 15°的地区适宜建设用地,为生态弱敏感区。

#### 2) 地表水系因子

江河湖泊等水体在调节地区气候、美化环境等方面发挥着重要作用,是影响生态敏感度的另一个重要因素。延庆县境内湖泊河流众多:大-中型水库 3 座,即官厅水库(北京的备用水源)、白河堡水库(延庆水源补给源头)、古城水库;四级以上河流 18 条,并分属于北运河、永定河、潮白河三大水系[3]。延庆地区是北京及其周边地区重要的水源保护地,目前,随着工矿业用水需求的不断增大,该地区水资源匮乏趋势加重。此外,各类开发建设活动对水质、水量也会产生重要的影响。因此,该区是北京周边亟需重点保护的地区之一。

#### 3) 生态资源与人文资源因子

延庆县各类型生态资源丰富。区内分布有自然保护区 9 处,保护区总面积达 5.3 万余公顷,占全县总面积的 27%以上。2011 年,延庆县完成森林健康经营项目 11.4 万亩、重点公益林管理项目 2.2 万亩和低效林改造工程 1 万亩,全县绿化覆盖率达 63.76%,林木绿化率达 65.84% [4] [5]。人文资源方面,区内有八达岭长城、古崖居、古山戎墓群等多处古遗址。作为保障首都城市生态安全的关键区域,延庆县近年提出建设“首都生态涵养重地、国际旅游休闲名区、现代生态宜居新城”的发展目标,而各类生态与人文资源的保护无疑是实现上述目标的重要前提。

#### 4) 道路交通因子

交通流产生的大量空气污染、噪音污染等,会对其周围生态环境等造成负面影响。通常而言,距离道路交通越近,其生态敏感度越低,而距离道路交通越远,生态敏感度越高。本文将道路交通作为影响生态敏感性分析的一个重要因子。

#### 5) 已建设用地

人类活动,特别是长期生存生活所形成的建设用地,会对周围的生态环境造成巨大影响。延庆县下辖 11 镇 4 乡 3 个街道办事处,境内建设用地开发强度大。此外,山区内也分布有星罗棋布的乡镇和村庄。因此,需将已建设用地作为影响生态敏感性分析的一个因子。

### 3.2. 评价指标体系的建立

本文采用层次分析法建立了延庆县生态敏感性分析评价指标体系。该体系可分为目标层、准则层和指标层三个层次,其具体图示见图 1。

根据各类因子对生态敏感性的重要程度不同,生态敏感性影响因子可分为刚性因子和弹性因子两类。刚性因子是指其对生态敏感度极高,保护范围基本没有可调整改变的余地,不分配权重;弹性因子是指其范围具有一定的可调整改变余地,根据发展或保护价值分配合适的分值。延庆县生态敏感性评价指标因子及其等级见表 1。

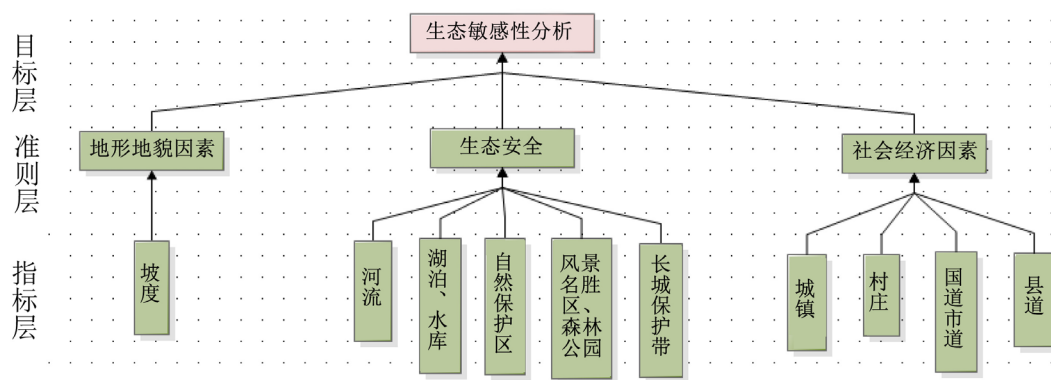


Figure 1. Index of ecological sensitivity evaluation system  
图 1. 生态敏感性评价指标体系

Table 1. Ecological sensitivity evaluation factors and rating scale system  
表 1. 生态敏感性评价指标因子及评价等级体系

指标因子	子因子	生态敏感等级得分			
		0	1	3	5
地形地貌因素	坡度	>25	25~15	15~5.7	<5.7
	河流	<100 m	100 m~200 m	200 m~300 m	>300 m
生态安全因素	湖泊、水库	<200 m	200 m~300 m	300 m~500 m	>500 m
	自然保护区	<200 m	200 m~300 m	300 m~500 m	>500 m
	风景名胜区、森林公园	<100 m	100 m~300 m	—	—
	长城保护带	<200 m	200 m~300 m	300 m~500 m	>500 m
社会经济因素	城镇	—	—	500 m~1000 m	<500 m

### 3.3. 指标权重的确定

指标的权重是指标评价过程中其相对重要程度的一种主观客观度量的反映[6]。本研究利用层次分析法(Analytic hierarchy process, AHP)确定各评价因子的权重值(表 2)。AHP 是将有关因素划分出层次,比较各因素间的相对重要性并量化,最后计算出每一层次因素的权重。该方法广泛应用于城市产业规划、经济管理规划、能源开发利用与资源分析、交通运输及水资源分析利用等方面[7]。本文用( $e^{(0/5)} \sim e^{(8/5)}$ )标度法对各指标进行标度,利用( $e^{(0/5)} \sim e^{(8/5)}$ )标度来构造主观感觉判断矩阵,并进行一致性检验,最终确定各层次所有因子权重。

### 3.4. 综合评价模型

延庆地区生态敏感性分析评价最终采用层次分析与 GIS 支持下的空间叠加分析相结合的方法实现。其计算公式为:

$$P_i = \sum_{k=1}^n X_k W_k$$

式中:  $P$  为第  $i$  个评定单元生态敏感总值;

$n$  为基本指标因子个数;

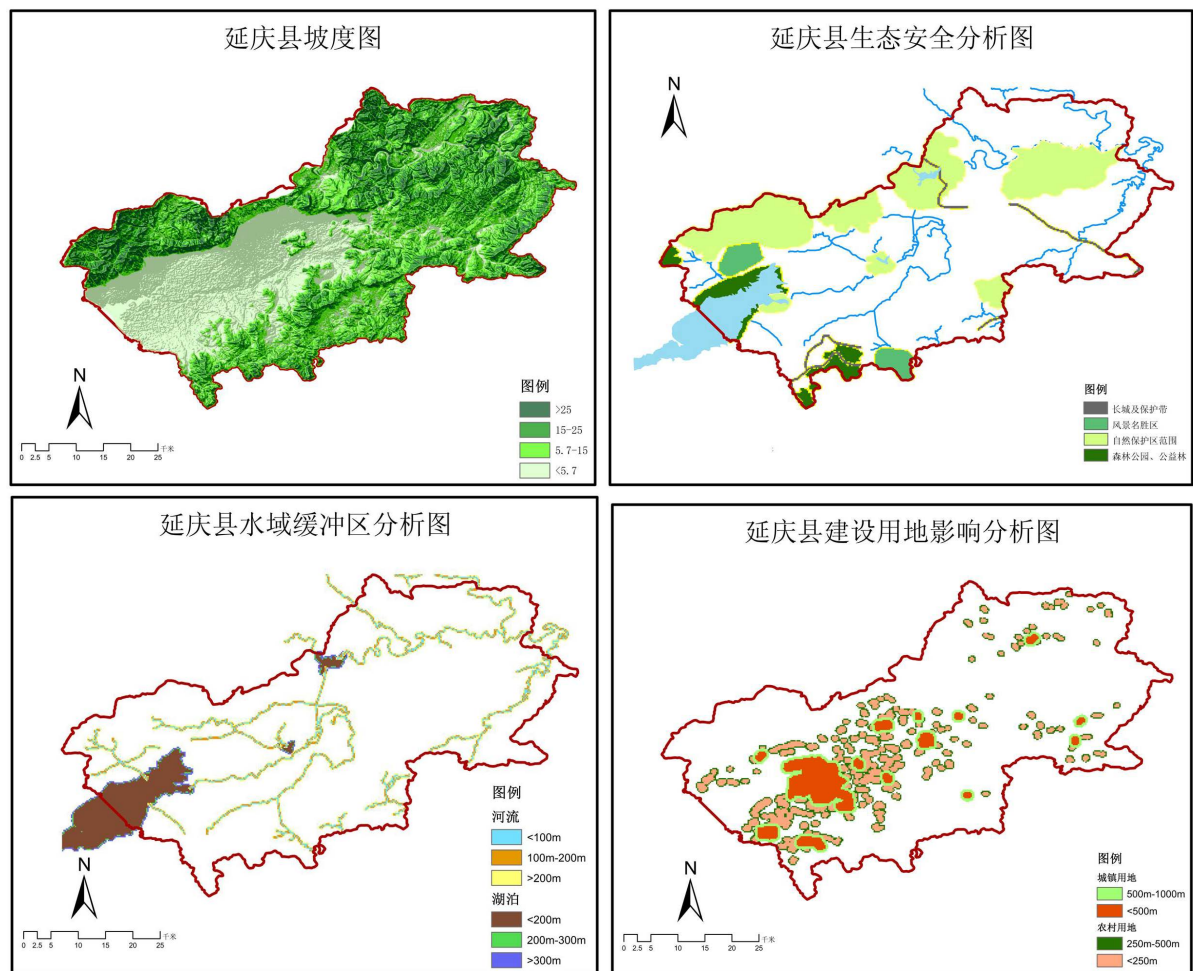
$W_k$  为第  $k$  种生态指标计算权重,是指标因子权重和子因子权重的乘积;

$X_k$  为第  $k$  项指标因子分级赋分值。

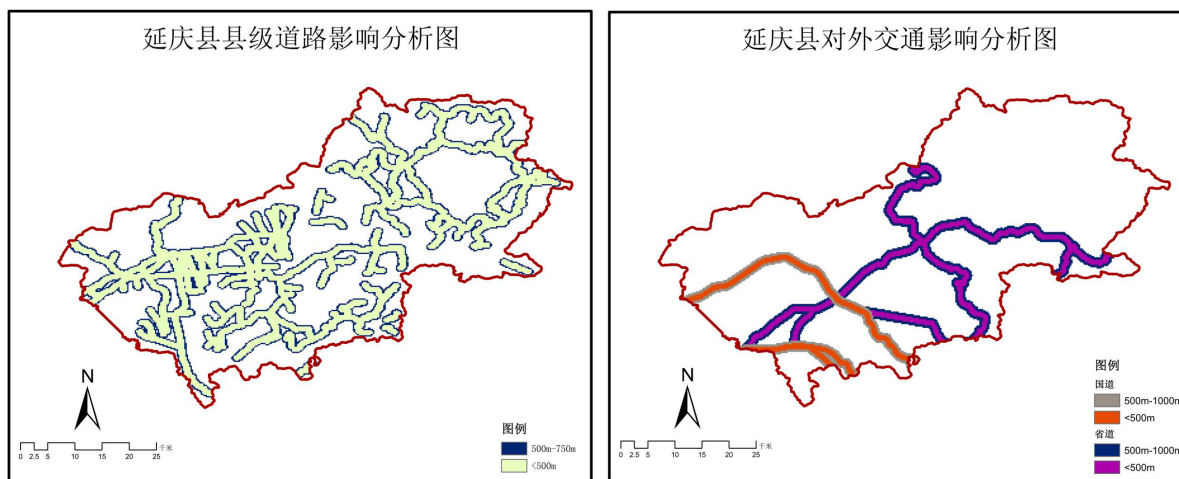
**Table 2.** Weight Values of the Indicators of ecological sensitivity analysis  
**表 2.** 延庆县生态敏感性分析的各指标权重值

指标因子	权重	子因子	子因子权重	复合权重
地形地貌	0.38	坡度	—	0.38
		河流	0.08	0.0352
		湖泊、水库	0.26	0.1144
生态安全	0.44	自然保护区	0.22	0.0968
		风景名胜区	0.21	—
		森林公园	—	0.0924
		长城保护带	0.23	0.1012
		城镇	0.18	0.0324
社会经济	0.18	村庄	0.11	0.0198
		国道省道	0.45	0.0810
		县道	0.26	0.0468

依据 AHP 确定的各指标因子的权重, 利用 GIS 软件, 运用缓冲区分析、重分类等方法, 将每一评价因子的栅格数据级别赋予相应的等级数值, 得到单因子生态敏感性分析图, 具体见图 2。





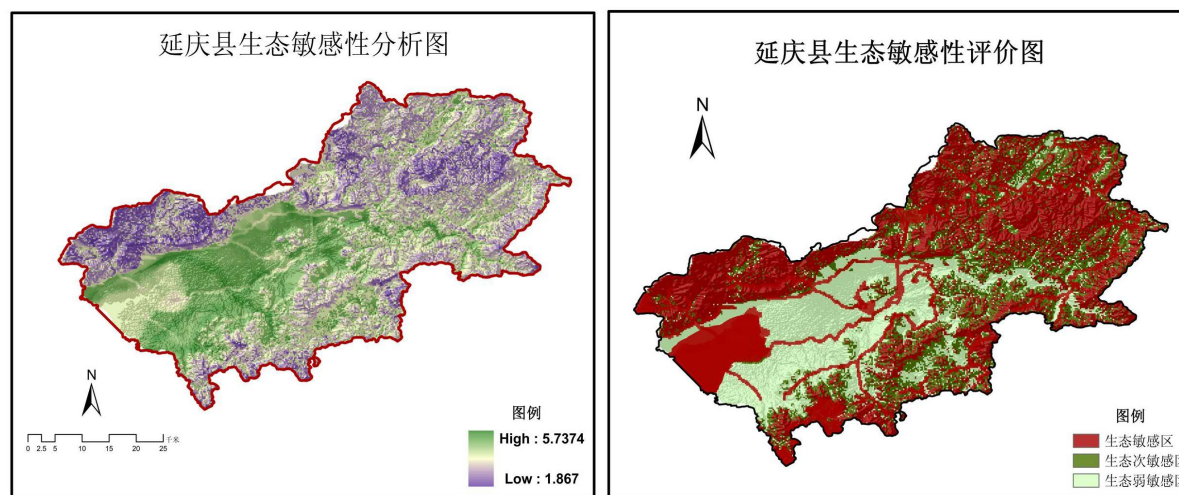


**Figure 2.** The ecological factors evaluation map  
**图 2.** 各生态因子评价图

最后利用 GIS 的空间分析模块，按照公式及相应的因子权重进行各指标图层的叠加计算，最终得到的综合性生态敏感性分析得分结果为 1.867~5.737 分，如图 3。

#### 4. 评价结果分析

将敏感性结果进行聚类分析，依据生态敏感度评价值的大小，将延庆县用地分为 3 级：生态高度敏感区、生态中度敏感区和生态弱感区，具体见图 3 和表 3。



**Figure 3.** Comprehensive Value of sensitivity of Yanqing  
**图 3.** 延庆县生态敏感性综合值及生态敏感性分析图

**Table 3.** Statistical table of ecological sensitivity  
**表 3.** 生态敏感性统计表

分级	高度敏感	中度敏感	弱敏感
面积/(km <sup>2</sup> )	965	365	603
比例/(%)	48.40	18.31	33.29

生态高度敏感区, 主要包括坡度大于 25°以上的山地、水体保护控制区、风景区的生态保育区以及水源涵养区。该类地区生态系统保存完好, 对外界干扰承受能力弱, 一旦破坏, 很难恢复。该类地区共计约面积 965 平方公里, 约占延庆总面积的 48.40%。该区域对研究区的生态环境具有决定性作用, 其应以生态保育和生态涵养功能为主, 区内应注重生态系统多样性和稳定性, 禁止一切与保护环境无关的活动。

生态中度敏感区对外界干扰有一定的承受能力, 恢复缓慢。区内主要包括坡度较大的丘陵区, 面积约为 365 平方公里, 约占总面积的 18.31%。该类地区仍是水土保持的关键地区, 应坚持“保护为主, 适度开发”的原则进行有关的生产、生活活动。

生态敏感度较低区域与延庆划分的川区基本一致, 该类区域对外界干扰的承受能力强, 地势平缓, 交通发达, 城镇乡村也多集中于此。其面积共计约为 603 平方公里, 约占总面积的 33.29%, 是城镇发展建设的主要承载空间, 适宜较大强度的集中建设。

## 5. 结语

延庆县山地多, 平原少, 区域内生态资源尤为丰富, 在进行城乡规划时, 应采用“先底后图”的规划思想, 避免盲目的开发建设。生态敏感性分析是指导该区生态规划的重要途径, 生态高度敏感区、中度敏感区和弱敏感区所占比重、分布情况, 以此明确需要重点保护的生态高度敏感区和适宜开发建设的生态弱敏感区。

## 参考文献

- [1] 杨志峰, 徐俏, 何孟常. 城市生态敏感性分析[J]. 中国环境科学, 2002, 22(4): 360-364.
- [2] 陶星名, 张建英, 王宇峰, 等. 杭州市生态敏感性及其空间分布[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2006, 32(1): 27-30.
- [3] 延庆县环境保护局. 延庆县环境保护与生态建设第十二个五年规划[R]. 2012.
- [4] 延庆县森林资源状况分析及健康经营对策研究[EB/OL]. <http://wenku.baidu.com/view/2814313a0912a21614792971.html>
- [5] 赵双荣, 李国雷, 张可栋. 北京延庆森林资源现状及可持续发展对策[J]. 中国农学通报, 2007, 23(2): 162-166.
- [6] 赵华. 交通电子政务评价指标体系研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州工业大学, 2006.
- [7] 陈娟. 湖北省农村生物质能源产业布局与发展研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2012.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5762, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
期刊邮箱: [gser@hanspub.org](mailto:gser@hanspub.org)