

GIS-Based Assessment of Sensitivity of Land Use Eco-Environment in Xixia County

Congcong Zhao¹, Liyang Yan¹, Fanglin Yu², Shiyan Zhai^{1,2*}

¹Institute of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng Henan

²The Yellow River Civilization and the Sustainable Development Research Center, Henan University, Kaifeng Henan

Email: 2991371803@qq.com, 1458629124@qq.com, 1176392207@qq.com, *zsyccnu@hotmail.com

Received: Jul. 8th, 2016; accepted: Jul. 25th, 2016; published: Jul. 28th, 2016

Copyright © 2016 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

Abstract

The rationality of land use is closely related to the sustainable development of economy and society. Therefore, it is crucial to evaluate the rationality of land use. The paper based on GIS technology platform, according to the landform characteristics in the study area, selects four key ecological evaluation factors of elevation, slope, rivers and basic farmland protection area and gives the reasonable weight and index level to each factor and carry out the comprehensive evaluation of ecological sensitivity with the method of multi factor weighted superposition on the land use of Xixia County. The comprehensive evaluation result shows that the ecological sensitivity of land use of Xixia County is uneven distribution; the area of non-sensitive region is 90.82 km², which accounting for 2.63% of the total area of land use of Xixia County; the area of low sensitive region accounting for 62.13% of the total area of land use of Xixia County is 2146.15 km². In the moderate sensitive area, the area is 955.68 km², and accounts for 27.26% of the total area of land use of Xixia County; the highly sensitive region accounts for 1.76% of the total area of land use of Xixia County with the area of 60.8 km²; super highly sensitive area takes up 5.81% of the total area of land use of Xixia County with 200.55 km². Considering the evaluation result, it gives some feasible suggestions to optimize the land use, which provides valuable reference for the study of the ecological environment protection and the healthy development of the social economy.

Keywords

Ecological Sensitivity, GIS, Land Use, The Method of Multi Factor Weighted Superposition, Xixia County

*通讯作者。

基于GIS的西峡县土地利用生态敏感性评价

赵丛丛¹, 闫丽阳¹, 余方琳², 翟石艳^{1,2*}

¹河南大学环境与规划学院, 河南 开封

²河南大学黄河文明与可持续发展研究中心, 河南 开封

Email: 2991371803@qq.com, 1458629124@qq.com, 1176392207@qq.com, zsyccnu@hotmail.com

收稿日期: 2016年7月8日; 录用日期: 2016年7月25日; 发布日期: 2016年7月28日

摘要

土地利用的合理性程度与经济社会的可持续发展情况紧密相关。因此, 对于土地利用合理性的评价至关重要。文章基于GIS技术平台, 根据研究区的地形地貌特征, 选取高程、坡度、河流和基本农田保护区四个重要生态评价因子, 赋予各个因子合理的权重和等级指数, 采用多因素加权叠加法, 对西峡县土地利用生态敏感性进行了综合评价。综合评价结果表明, 西峡县土地利用生态敏感性分布不均衡, 不敏感区的面积为90.82平方千米, 占西峡县土地利用总面积的2.63%; 低敏感区的面积为2146.15平方千米, 占西峡县土地利用总面积的62.13%; 中敏感区的面积为955.68平方千米, 占西峡县土地利用总面积的27.26%; 高敏感区的面积为60.80平方千米, 占西峡县土地利用总面积的1.76%; 极高敏感区的面积为200.55平方千米, 占西峡县土地利用总面积的5.81%。根据评价结果给出了优化土地利用的相关可行性建议, 为研究区域的生态环境保护和社会经济的良性发展提供有价值的参考。

关键词

生态敏感性, GIS, 土地利用, 多因素加权叠加法, 西峡县

1. 引言

土地利用是指人类通过一定的行为, 以土地为劳动对象, 利用土地的特征, 来满足自身需要的过程。但随着城镇化进程的加快和城市工业的快速发展, 土地利用产生的生态问题日益成为制约社会发展的重要因素之一。因此, 对土地利用生态环境敏感性进行分析与评价来指导区域的社会经济建设是目前全球大范围内普遍采用的战略[1]。

所谓生态环境敏感性是指生态系统对区域内自然和人类活动干扰的敏感程度, 反映区域生态系统在遇到干扰时, 发生生态环境问题的难易程度和可能性的大小, 也表征外界干扰可能造成的后果[2]。生态敏感性分析是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的适应能力。生态敏感性分区是在生态敏感性分析的基础上, 根据区域生态环境要素、生态环境敏感性与生态服务功能空间分异规律, 将区域划分成不同生态功能区的过程。目前, 土地利用生态敏感性分析已经在国内外得到了快速的发展, 其分析结果往往具有可靠的参考价值并广泛地应用到实际工作中。李淑芳等从土壤侵蚀、生境和地质灾害3个方面对宝鸡市土地生态敏感性及其空间分布进行了研究[3]; 尹海伟等借助GIS技术, 选取水域、海拔、植被和耕地具有代表性的4个因子, 采用因子叠加法, 对吴江东部地区的生态敏感性进行了深入的研究[4]; 施临湘等以韶关市为研究区, 通过选择自然保护区、土地利用、坡度、人口密度和土壤养分5个具有区域代表性的生态因子, 采用GIS因子叠加的方法对研究区的生态敏感性进行了分

区研究[5]。本文依据西峡县的地形特征,在相关研究成果的基础上,利用 ArcGIS 软件,采用单因子与多因子加权叠加综合分析[6]的方法对西峡县低山丘陵地区的土地利用进行生态敏感性分析,简化了评价过程,使评价结果更加贴近客观事实,为西峡县新一轮城市总体规划提供有价值的科学依据,避免“建设性破坏”,营造生态良好、环境优美、充满自然气息的区域生态环境。

2. 研究区概况

西峡县位于河南省南部,伏牛山南麓,东经 111°01'~111°46',北纬 33°05'~33°48',总面积为 3454 平方千米。西峡地处“三带三线”:豫鄂陕三省交汇带,北部是海拔高、坡度大的中低山地,南部是鹤河谷地,两侧是起伏大的低山丘陵。全县最高山峰犄角尖海拔 2212.5 米,最低点位于丹水镇马边村,海拔 181 米,自然坡降为 33%。西峡县属暖温带大陆性季风气候,森林覆盖率 81%,境内河流众多,气候温和,雨量适中,光照充足,素有“春前有雨花开早,秋后无霜叶落迟”之称。

3. 研究方法和技术路线

3.1. 技术路线

根据西峡县的实际情况,本研究所采用的评价方法包括:评价因子的选取、评价因子权重确定、因子的加权叠加、敏感性评价得分和分级等部分。所采取的技术路线如图 1 所示。

3.2. 生态敏感性评价因子和划分体系的确定

3.2.1. 生态敏感性评价因子的确定

基于西峡县的地形地貌特征,依据科学性原则、可操作原则、定性与定量结合原则[7],采取主导因子法[8],选取了西峡县的高程因子、坡度因子、河流因子和农田保护区 4 个重点生态因子作为该地区土地利用生态敏感性的评价指标。

3.2.2. 生态敏感性评价分区的等级体系及数量化

为了便于对研究区域生态敏感性进行描述,分别对各个生态因子进行生态敏感性分区,划分为不同的等级。常用的生态敏感性分区中将敏感性程度分为 5 种分区[9],分别为极高敏感区、高敏感区、中敏感区、低敏感区和不敏感区。而生态敏感性分区等级的数量化是为了便于 ArcGIS 软件能够高效快速的对土地利用生态敏感性进行分析,得到量化的评价结果。在 ArcGIS 中,对高程、坡度和河流三个生态因子的 5 个生态敏感性分区由低到高的生态敏感性分区分别赋予 1、3、5、7、9 等间隔的数值。一般情况下,经过国土部门认定的基本农田范围,享受法律保护,不得占用和建设。因此本研究中对基本农田保护区采取“一票否决”原则,即凡是基本农田保护区范围,全部认定为极高敏感性区域,否则为不敏感区,分别赋予定量化数值 9 和 1。不同生态因子生态敏感度划分及数量化体系见表 1 所示。

3.2.3. 单因子评价

本研究中选取的 4 项生态因子的数据来源不是完全相同。高程、坡度因子来自于 1:10000 数字地形图,水域河流因子来自于 SPOT 5 遥感影像人工解译结果,基本农田保护区来源于西峡县相应水源保护规划和土地利用总体规划。利用 ArcGIS 中的空间分析模块中的水文分析、表面分析以及分析模块中的缓冲区分析等功能,经过重分类等操作,得到高程、坡度、河流缓冲区以及基本农田保护这 4 个因子的生态敏感性分级结果(表 2 和图 2)。

1) 西峡县地形复杂,地势起伏很大,全县分布在 181 米到 2200 米高程范围内,中心城区高程分布在 220 米到 1540 米范围。因此,在高程因子分析时,首先将西峡县高程数据转换为相对高程,整体将高

Table 1. Standard of evaluation and quantitative of single factor
表 1. 单因子评价等级及量化标准

生态敏感度	不敏感区	低敏感区	中敏感区	高敏感区	极高敏感区
分级指数	1	3	5	7	9
高程因子/m	<20	20~50	50~100	100~200	>200
坡度因子/°	<2	2~8	8~15	15~25	>25
河流因子/m	>500	300~500	150~300	50~150	<50
基本农田/m ²	不需要保护	-	-	-	需要保护

Table 2. Single factor of ecological sensitivity analysis (Unit: %)
表 2. 单因子生态敏感性分析(单位: %)

生态敏感度	不敏感区	低敏感区	中敏感区	高敏感区	极高敏感区
高程因子	0.29	28.98	47.77	22.93	0.03
坡度因子	3.31	0	0	0	96.68
河流因子	89.51	3.97	3.14	2.23	1.15
基本农田保护	92.70	-	-	-	7.30

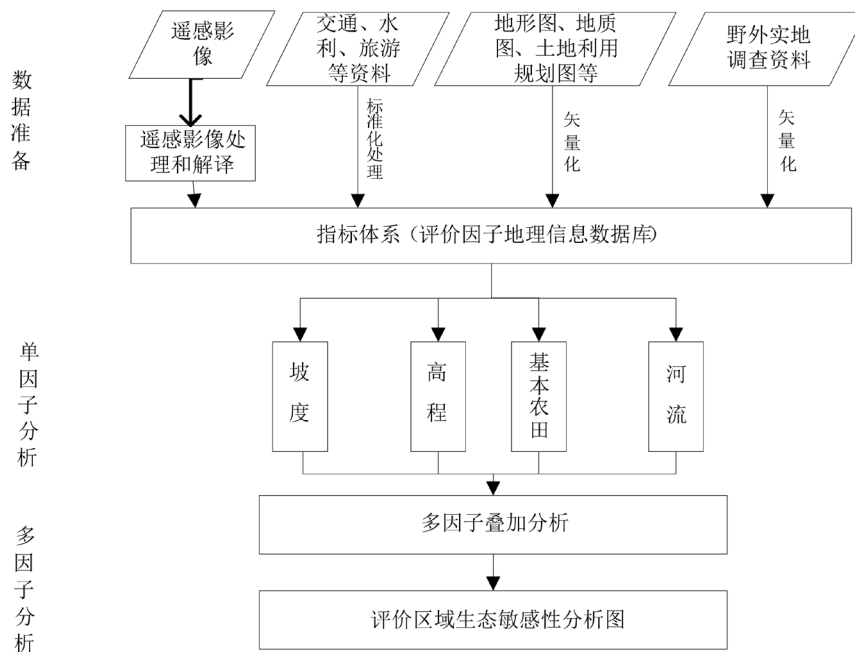
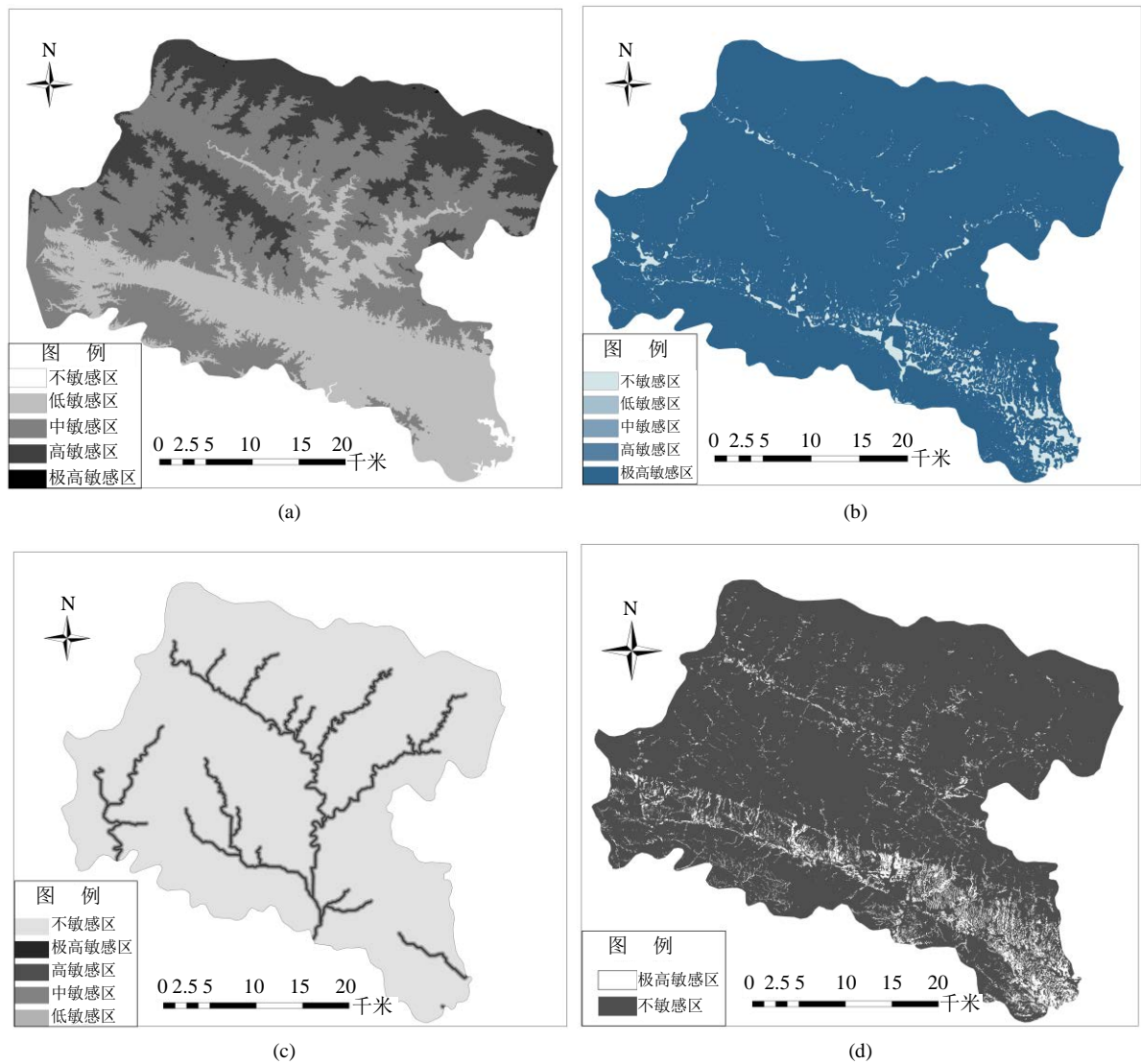


Figure 1. The ecological sensitivity evaluation process of land use in Xixia County
图 1. 西峡县土地利用生态敏感性评价流程

程值减少 200 米，然后按照常用高程因子分级方案，对高程因子的生态敏感性进行分级处理，得到西峡县高程因子生态敏感性分级图(图 2(a))。

2) 作为微地貌的地表坡度，不但是影响环境生态的重要因子，也是限制城乡发展建设的关键因素。本研究基于 1:10,000 数字地形图，采用坡度因子分级方案，对西峡县的坡度因子的生态敏感性进行分级处理，得到坡度因子生态敏感性分级图(图 2(b))。



注：(a) 西峡县高程因子生态敏感性分级图；(b) 西峡县坡度因子生态敏感性分级图；(c) 西峡县河流因子生态敏感性分级图；(d) 西峡县基本农田保护区生态敏感性分级图。

Figure 2. Distribution of single-factor ecological sensitivity of land use of Xixia County
图 2. 西峡县土地利用单因子生态敏感性分布图

3) 河流因子对其周边区域的影响程度随着距离的增加而衰减。西峡县河流较多，本研究只选取了主要干流，分别按照距离河流远近进行缓冲区分析，得到西峡县河流因子生态敏感性分级图(图 2(c))。

4) 根据西峡县国土部门的基本农田保护区数据，依据西峡县土地利用总体规划，认定基本农田保护区范围内的为极高生态敏感性区域，除此之外的其他区域为生态不敏感区域，按照此分级方案，得到西峡县基本农田保护区的生态敏感性分级图(图 2(d))。

3.3. 敏感性评价因子权重和数学模型的确定

3.3.1. 敏感性评价因子权重的确定

区域是一个复杂的生态系统，各个生态因子在不同时段不同地方的作用机制和作用程度相差很大，综合考虑西峡县的区域经济社会的发展目标、城市建设用地的现状和自然生态因素等方面，采用德尔菲

权重计算模型[10] [11]，确定各个因子的参评权重，见表 3 所示。

3.3.2. 敏感性评价数学模型的确定

对土地利用生态敏感性综合评价需要利用 ArcGIS 软件的栅格计算功能。在单因子对土地利用敏感性分析结果的基础上进行加权叠加运算，生成土地利用生态敏感性综合评价图。土地利用生态敏感性综合评价的具体计算模型公式如下：

$$S = \sum_i^n W_i X_i \quad (1)$$

公式中 S 为土地利用生态敏感性得分， W_i 为第 i 个生态影响因子的权重， X_i 为第 i 个生态影响因子的分区等级的数量化值， n 为需要考虑的生态影响因子的数量。

4. 结果分析

西峡县土地利用生态敏感性综合评价是对四个单因子生态敏感性分级图(图 2(a)、图 2(b)、图 2(c)、图 2(d))进行叠加分析，依据多因子的生态敏感性权重和敏感性评价数学模型，采用 ArcMap 的自然断点法将西峡县综合因子生态敏感性指数分为 5 个级别[12]，得到西峡县土地利用生态敏感性分布图，结果见表 4 和图 3。

Table 3. Single factor of ecological sensitivity analysis (Unit: %)

表 3. 单因子生态敏感性分析(单位: %)

因子	高程	坡度	河流	基本农田
权重	0.17	0.23	0.10	0.50

Table 4. Ecological sensitivity analysis of comprehensive factors in Xixia County

表 4. 西峡县综合因子生态敏感性分析

敏感性级别	不敏感区	低敏感区	中敏感区	高敏感区	极高敏感区
级别指数	1~2.46	2.46~3.61	3.61~4.33	4.30~6.25	6.25~8.32
比例/%	2.63	62.13	27.26	1.76	5.81
面积/平方千米	90.82	2146.15	955.68	60.80	200.55

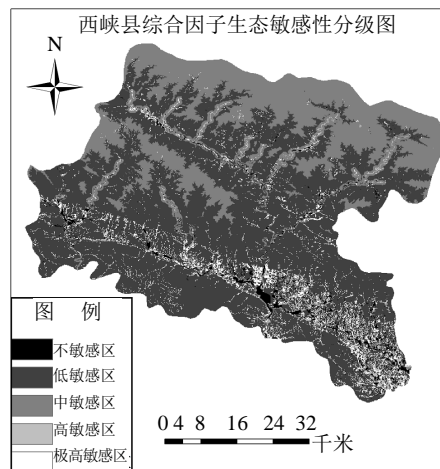


Figure 3. Ecological sensitivity classification of comprehensive factors in Xixia County

图 3. 西峡县综合因子生态敏感性分级图

由分析结果可以看出,西峡县不敏感区面积为 90.82 平方千米,仅占全县面积的 2.63%,主要分布在城关镇地区,其余呈零星状分布在西坪镇、回车镇、下河镇和丹水镇;低敏感区所占比例约为 62.13%,面积为 2146.15 平方千米,广泛分布于西峡县南部和北部内陆等地势较为平坦的地区;中敏感区所占比例为 27.26%,面积为 955.68 平方千米,主要分布在西峡县的北部边缘地区和西北部内陆部分地区,和低敏感地区在空间上呈紧密相连的关系;高敏感区和极高敏感区所占比例分别为 1.76%和 5.81%,面积总和相当大,约为 261.35 平方千米,可能会对西峡县整个县域的土地利用空间规划产生负面影响,而且,高敏感区和极高敏感区主要分布在西峡县基本农田保护区域,这说明西峡县政府在进行土地建设时要加强对基本农田的生态保护措施。

值得注意的是,西峡县综合因子的低敏感区和中敏感区的分布于西峡县高程因子的生态敏感性分布在空间上相似性极高,而高敏感区和极高敏感区与基本农田保护的生态敏感性分布在空间上相似性极高。这些表明了在不同地区的主导因子存在差异。西峡县政府在进行城市土地规划时,不仅考虑建设目的,也要考虑造成该地区的生态敏感性分布的主导因素,采取针对性的措施减少对生态环境的破坏,促进城市土地生态环境和经济发展的良性循环。

5. 结语

单因子评价与多因子综合评价是比较成熟的研究方法,本文将这种自下而上的方法与德尔菲权重计算模型相结合在 ArcGIS 平台实现了可视化表达,生成了关于研究区土地利用的单因子敏感性分布图和多因子综合敏感性分布图,辨识出了西峡县主要生态敏感区域。其中,极高生态敏感区的生态价值高,一旦出现破坏干扰,不仅影响正常的开发建设活动,而且有可能会给区域生态系统带来严重的破坏,属于自然生态重点保护地段,该区域应该严格控制发展。高生态敏感区对人类活动敏感性较高,生态恢复困难,对维持高敏感区的生态功能与气候环境等方面起重要作用,开发时必须慎重考虑。中生态敏感区虽能承受一定的人类干扰,但若遭受严重的干扰会引起空气质量下降,植被破坏、噪音等污染,生态恢复较慢。低生态敏感区受人类干扰小,可承受一般强度的开发建设,生态恢复较快。非生态敏感区可承受一定的开发建设,土地可做多种用途开发[13]。研究结果将西峡县土地利用生态敏感性科学的划分为 5 个等级,得出了不同区域不同等级的土地利用生态敏感性等级,不仅为西峡县城市土地的空间规划和生态保护提供了科学依据,为开展土地建设和保护活动以及开发活动中土地问题的避免提供了有力的指导性建议,更大大提高了工作效率。

基金项目

本研究受到河南省科技发展计划项目(No. 162102210180)“基于 City Engine 和 Sketchup 的新型农村社区 2D/3D 一体化 GIS 管理系统开发研究”基金支持。

参考文献 (References)

- [1] 李志江,胡昭玲,马晓东,孙继勇. 基于 GIS 的新沂市生态敏感性分析[J]. 徐州师范大学学报(自然科学版), 2006, 24(3): 72-75.
- [2] 刘康,欧阳志云,王效科,徐卫华,苗鸿. 甘肃省生态环境敏感性评价及空间分布[J]. 生态学报, 2003, 23(12): 2711-2718.
- [3] 李淑芳,马俊杰,唐升义,杨磊. 基于 GIS 的宝鸡市土地生态敏感性评价[J]. 水土保持通报, 2009, 29(4): 200-204.
- [4] 尹海伟,徐建刚,陈昌勇,孔繁花. 基于 GIS 的吴江东部地区生态敏感性分析[J]. 地理科学, 2006, 26(1): 64-69.
- [5] 施临湘,聂云峰. 韶关市土地生态敏感性分区研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(5): 3018-3019.
- [6] 刘金兴,刘晓川. 基于 GIS 的上思县土地利用生态敏感性评价[J]. 安徽农业科学, 2010, 138(11): 5747-5749.

- [7] 康秀亮, 刘艳红. 生态系统敏感性评价方法研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(33): 10569-10571, 10574.
- [8] 马乃喜. 区域生态环境评价中的几个理论问题[J]. 西北大学学报(自然科学版), 1998, 28(4): 57-61.
- [9] 赵兵. 基于 GIS 技术的汶川县生态敏感性分析[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2009, 31(4): 148-153.
- [10] 赵松山, 白雪梅. 用德尔菲法确定权数的改进方法[J]. 统计研究, 1994(4): 46-49.
- [11] 王春枝, 斯琴. 德尔菲法中的数据统计处理方法及其应用研究[J]. 内蒙古财经学院学报(综合版), 2001, 9(4): 92-96.
- [12] 罗坤, 汤小华, 杨明. 基于 GIS 的龙岩市土地利用生态敏感性评价[J]. 云南地理环境研究, 2008, 20(3): 6-9.
- [13] 吴金华, 李纪伟, 朱鸿儒. 基于 ArcGIS 区统计的延安市土地生态敏感性评价[J]. 自然资源学报, 2011, 26(7): 1180-1188.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>