

生态约束的哈大齐区域城市土地开发适宜性评价

李德¹, 张树文²

(1. 滨州学院 建筑与城乡规划系, 山东 滨州 256603; 2. 中国科学院 东北地理与农业生态研究所, 长春 130012)

摘 要: 区域尺度上的主体功能区划研究对区域规划的实施具有重要意义。选择哈大齐地区作为研究区, 从生态敏感性、生态系统服务功能重要性和社会经济发展潜力等方面选择了 10 个指标, 采用主成分分析法, 以乡镇为单元进行了区域城市土地开发适宜性评价。结果表明, 哈尔滨市及其周边卫星城市安达和肇东的中心镇非常适宜开发, 面积占 7.08%; 齐齐哈尔市和大庆市由于受到生态因子的约束而仅其市中心区具有较好的开发适宜性; 面积占 47.47% 的农业地区属于次适宜和边际适宜开发区; 西部的农牧交错区由于脆弱的生态背景和重要的生态系统服务功能而不适宜进行开发。该评价结果可以为哈大齐地区的主体功能区规划和区域规划提供参考。

关键词: 哈大齐地区; 城市土地开发; 生态约束; 主成分分析; 适宜性评价

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)05-0207-05

City Land Development Suitability Assessment with Ecological Restriction in Harbin-Daqing-Qiqihaer Region

LI De-yi¹, ZHANG Shu-wen²

(1. Architecture and City Planning Department, Binzhou College, Binzhou, Shandong 256603, China;

2. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Changchun 130012, China)

Abstract: Major Function Oriented Zoning (MFOZ) was proposed by Chinese government to find solutions for the conflicts between ecological protection and economic development. This article selects two aspects of ecological restriction such as ecological sensitivity and ecosystem service function importance and combines with social and economic development potential indices to evaluate the city land development suitability of each town of Harbin-Daqing-Qiqihaer region with Principal Component Analysis (PCA) method based on spatial and statistical data. The indices are related to grassland degradation, soil erosion, landscape fragmentation and diversity, Net Primary Production (NPP), arable land quantity, population density, farmer income and road accessibility. The results show that suitability of the capital towns of Harbin and its surrounding cities such as Anda and Zhaodong are high, account for 25 towns and 7.08% area totally, moderate for the capital towns of Qiqihaer and Daqing due to ecological restriction, however, the capital town of Lindian got much higher suitability that can carry industrial transfer of above two cities. Besides, wide agricultural area belongs to sub-suitability and marginal suitability, the agro-pastoral ecotone in the west of study area is not suitable for land development due to its high ecological sensitivity and important ecosystem services functions, land development activities have to be controlled by government in this area. This result can provide references for MFOZ construction and regional planning for Harbin-Daqing-Qiqihaer region.

Key words: Harbin-Daqing-Qiqihaer region; city land development; ecological restriction; principal component analysis; suitability assessment

全球化背景下, 世界经济的快速发展和人口的膨胀, 使得土地和水等资源的短缺和生态系统服务功能

的下降日益显现, 并直接影响到人类的可持续发展和地区安全^[1], 如何实现包括生态、经济和社会等全方

收稿日期: 2010-07-07

资助项目: 黑龙江省发改委项目“黑龙江省主体功能区划”

作者简介: 李德 (1983-), 男, 山东枣庄人, 博士, 主要从事 GIS 在区域规划中的应用研究。E-mail: lideyinihao@126.com

通信作者: 张树文 (1955-), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事地理信息系统与遥感应用。E-mail: zhangshuwen@neigae.ac.cn

面的可持续发展正成为国家和政府机构普遍关注的问题。我国当前开展的主体功能区划是一项具有明显的工业化和城市化区位指向的区划^[2],对协调经济发展和日益退化的生态环境具有重要的作用。目前主体功能区划研究在全国和省两个层次进行开展,都以县为基本划分单元^[3-4],也有学者对县、市层次上的主体功能区划进行了探讨^[5-8]。然而,区域是地理学的基本研究单元,区域尺度上的主体功能区划研究有利于不同行政区之间的利益协调,是区域规划能否科学完成的有力保证。

哈大齐地区作为松嫩平原重要的商品粮基地,首先要服务于国家的粮食安全需求,保障耕地的数量和质量;其次,该区也是黑龙江省经济实力最强、工业化水平最高、科技人才优势最明显、后备土地资源最丰富的地区,其中心城市承载着黑龙江省今后大规模工业化、城市化和人口集聚的任务;再次,该区湿地和草地生态系统面积广大,土地退化问题十分突出,因此,实现资源、生态和社会、经济各功能之间的协调就成为当前该区主体功能区规划中重点要解决的问题。国内学者从污染防治^[9]、土地承载力^[10]、城市群竞争^[11]等方面对该区进行了分析,但大都关注单一要素,本文从生态敏感性、生态系统服务功能重要性和社会经济发展潜力等方面进行综合评价,探讨生态约束下哈大齐地区城市土地开发的合理格局,以协调区域开发与生态保护之间的矛盾,为该区主体功能区规划和区域规划提供决策参考。

1 研究区概况

选择哈大齐中心城市及其周边地区作为研究区,范围上包括哈尔滨市(包括原呼兰县)、大庆市区、齐齐哈尔市区以及双城市、肇东市、肇州县、安达市、肇源县、杜尔伯特蒙古族自治县、兰西县、林甸县、富裕县等 12 个行政单元。该区地处松嫩平原的腹地,地理位置东经 $123^{\circ}26' - 127^{\circ}18'$,北纬 $45^{\circ}08' - 48^{\circ}01'$,总面积 4.71 万 km^2 ,占全省总面积的 10.36%。该区海拔 $87 \sim 234 \text{ m}$,属于大陆性季风气候,1990–2005 年多年平均降水量 527.43 mm ,多年平均气温 5.17°C ;该区地势低洼,湖泊众多,地貌类型以冲积、湖积平原为主;土壤类型复杂多样,以黑土和黑钙土为主,沼泽土沿嫩江周边分布,风沙土和盐碱土主要分布在杜尔伯特蒙古族自治县和肇源县境内。该区拥有国家级扎龙湿地自然保护区和龙凤湿地自然保护区等重要水禽栖息地以及连环湖、龙虎泡等湖泊,具有重要的生物多样性资源。

该区位于东北亚经济圈的网络区位中,也是中俄

两国贸易联系最紧密的城市化地区,它以我国重要的机电工业城市哈尔滨为核心,滨洲铁路作为纽带贯穿其中^[12]。2005 年底人口 1 180.20 万人,其中城市人口 621.60 万人,城市化率 56.09%,人均 GDP 11 643 元,2001–2005 年 GDP 年均增长率 10.92%。自从 20 世纪 90 年代初期,由于体制和结构等方面原因,经济社会发展相对落后^[13],随着国家振兴东北老工业基地战略实施,该区经济社会发展重新焕发活力,呈现良好发展势头,新的集聚空间开始形成^[14]。

2 数据和方法

土地开发通常可以分为农业开发、城市开发、旅游开发等,本文主要探讨城市土地开发问题,它是工业用地、居住用地、商业用地和交通用地等开发建设的综合。城市土地开发适宜性评价是为了满足人类工业化和城市化对建设用地的需求而进行的土地开发利用适宜程度分析,它是在综合分析社会经济需求因素和资源生态限制因素的基础上,评价适宜性和限制性大小,并可进行适宜性分区,确定区域内土地的开发程度与利用方向,为区域规划和城市建设提供科学依据。

2.1 数据

评价数据涉及到自然和人文两方面,具有多尺度、多来源、多时期的特点,所有数据在 ERDAS 8.7 和 ArcGIS 9.2 软件环境下,经过投影变换,均统一到 Albers 投影、双标准纬线 45°N 和 52°N 、中央经线 129°E 、Krasovsky 椭球体。

基础地理数据包括行政界线和公路分布数据。县级行政界线取自 1:25 万地形图,乡镇界线取自各县比例尺在 1:5 万到 1:10 万不等的行政区划图,经过扫描、几何校正后,在县界不动的基础上对乡镇界限进行数字化得到研究区乡镇界限图,数据年份为 2000 年前后,该数据只用于空间分析之用,不作为规划的依据。同时对行政区划图中的公路进行数字化,得到公路分布图。

土壤侵蚀数据是全国第三次(2000 年)土壤侵蚀动态遥感调查的成果,是在 1995 年土壤侵蚀数据的基础上进行的动态变化监测,主要利用 TM 遥感影像和 DEM 等相关参考资料,通过人机判读的方式完成,能够满足 1:10 万的制图需要^[15]。

土地利用数据包括研究区 2000 年和 2005 年两期土地利用矢量数据,是中国科学院创新项目“东北地区 100 年 LUCC 数字重建”和“全国土地利用数据库 2005 年更新”的系列成果,该成果以 20 世纪 80 年代我国第二版 1:10 万地形图作为控制图层,遵循一

定的目视判读标志, 基于 TM 遥感影像进行的土地利用/覆被类型提取和动态图斑更新, 总精度可达 90% 以上^[16]。

研究区 2005 年总净第一性生产力 (MODIS NPP) 数据由 NASA 地球观测系统数据通道免费下载, 该数据通过 GLP-PEM 模型反演获得, 空间分辨率 250 m。

社会经济数据来源于 2003 年和 2004 年两个年份各县统计年鉴, 包括各乡镇年末总人口、农村居民人均纯收入。

2.2 指标选取

本文主要从两方面来进行评价指标的选取, 一是生态约束, 二是社会经济发展潜力。首先对哈大齐地区的生态敏感性和生态系统服务功能重要性进行分析, 确定生态约束的空间分布。生态敏感性是指生态系统受到外界干扰作用超过自身的调节范围, 而表现出对干扰的敏感程度以及生态系统恶化的程度^[17], 本研究选择草地退化面积比例(X_1)、土壤侵蚀程度指数(X_2)、景观破碎度指数(X_3)三方面来表征。生态系统服务功能重要性是指生态系统及其生态过程所形成的对人类生存与发展的生态环境条件与效用的重要程度, 一般包括有机物质生产、涵养水源、生物多样性维护、休闲娱乐等^[18], 本研究主要从高功能斑

块面积比例(X_4)、净第一性生产力指数(X_5)和香农多样性指数(X_6)三方面来表征。其中, 草地退化面积比例按 2000-2005 年间草地变化的比例进行计算; 土壤侵蚀程度指数采用第三次遥感土壤侵蚀调查数据, 综合考虑水蚀和风蚀两个方面, 按评价单元内所有强度等级(共 4 级)与其对应面积比例乘积后累加求和计算^[19]; 高功能斑块面积比例按 2005 年林地、水域和湿地面积之和占各统计单元面积的比例进行计算^[20]; 净第一性生产力指数按 2005 年 MODIS 年总 NPP 值进行统计平均值; 景观破碎度指数和香农多样性指数采用 ArcView 软件包进行计算^[20-21]。对上述指标进行归一化处理后分别计算前、后三个指标的算术平均值作为生态敏感性(图 1a)和生态系统服务功能重要性(图 1b)。

社会经济发展潜力主要从资源、人口、经济、交通区位等方面选择指标, 具体包括人均耕地面积(X_7)、人口密度(X_8)、农村居民人均纯收入(X_9)和公路密度(X_{10})4 个指标。人均耕地面积根据 2005 年土地利用数据和年末总人口进行计算; 公路密度根据公路分布数据进行统计; 其他指标的数据均来自统计年鉴。考虑到研究的实用性, 本文基于乡镇单元进行适宜性评价, 在 ArcMap 9.2 软件支持下生成各指标因子分布图(图 1c-f 分别对应 X_7-X_{10})。

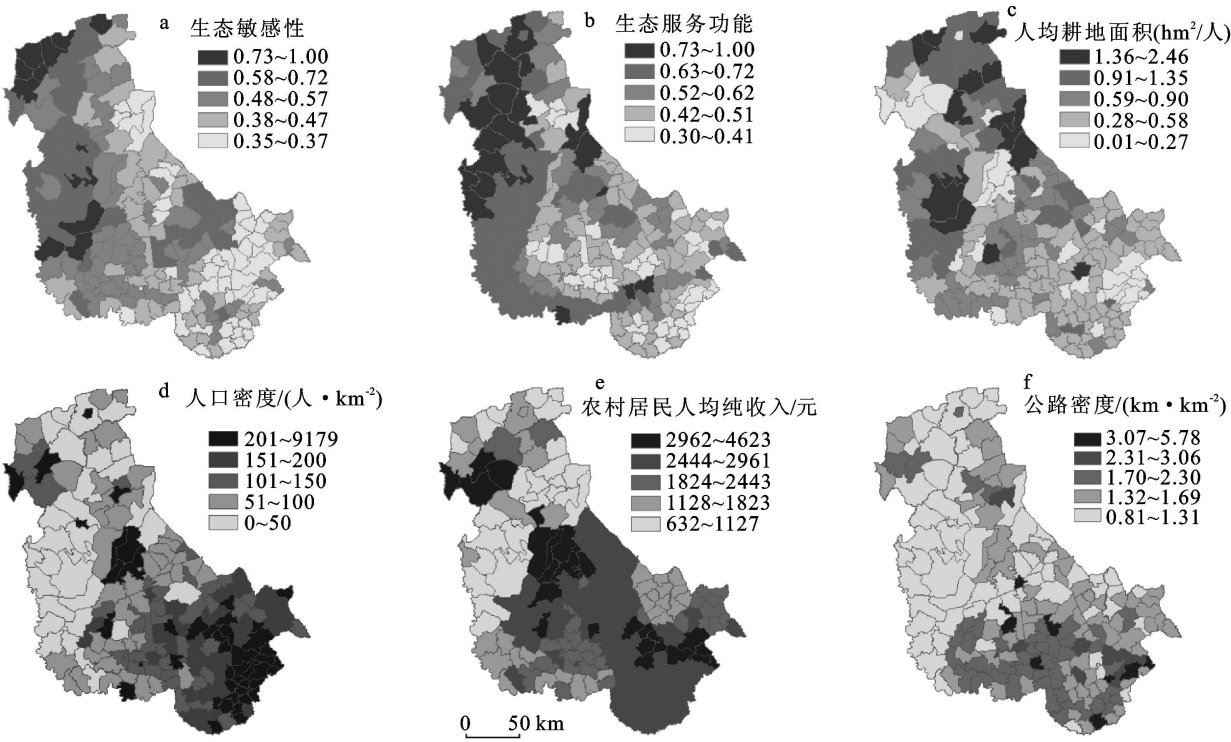


图 1 哈大齐地区城市土地开发适宜性评价因子图

2.3 评价方法

城市土地开发适宜性受到多种因素的影响, 各个

指标的权重不易确定。主成分分析(PCA)是一种把多个变量划为少数几个综合指标的多元统计方法, 本

文中使用该方法的目的是并不是去缩减多余的指标,而是通过全面分析各项指标的信息并从中提取一些潜在的综合性指标(即主成分),用主成分信息来计算综合得分,并据此进行适宜性的定量化评价。由于生态敏感性和生态系统服务功能重要性是作为社会经济发展的约束因子,属于负向作用,因此用 1 减去其值对其进行变换。对变换后的 6 个指标的 195 个乡镇样本进行主成分分析,具体步骤包括数据的标准化、相关系数矩阵计算、特征值(λ)与特征向量(μ)计算、主成分贡献率(e)与累计贡献率(E)计算等^[22],一般取 E 达到 85% 时的特征值所对应的 m 个主成分代表所需信息,各主成分得分计算公式如下:

$$Z_k = \sum_{j=1}^p w_{kj} x_{\bar{j}}$$

$$(k=1, 2, \dots, m; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, p) \quad (1)$$

式中: Z_k ——第 k 个主成分的得分; n ——评价样本数; p ——评价指标个数; $x_{\bar{j}}$ ——标准化后的评价指标。最后以主成分贡献率作为权重对各主成分因子进行线性加权得到综合评价得分,即:

$$Z^* = \sum_{k=1}^m e_k Z_k \quad (k=1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

根据综合评价得分的大小,就可以对适宜性进行评价。数值的大小代表偏离平均值的程度,综合评价得分越大,说明越适宜开发;反之,则不适宜开发。

3 评价结果与分析

本文利用 SPSS 软件包进行数据的主成分分析,结果显示,6 大指标之间相关系数均较低,说明信息冗余较少。前 4 个主成分因子累计贡献率达到 85.05%,因此只需用前 4 个主成分得分与对应的贡献率乘积的和即可计算综合评价得分,并把综合得分与空间数据进行链接,综合对比多种分类方法,最后采用自然断裂分类法(natural break)进行分类,包括非常适宜、适宜、次适宜、边际适宜和不适宜 5 个级别,划分结果如图 2 所示。

从图 2 的评价结果我们可以看出,使用生态因子对城市土地开发适宜性进行约束的效果得到了较好的体现。其中非常适宜类包含 25 个乡镇,占研究区总面积的 7.08%,主要分布在省会城市哈尔滨及其周边地区,双城、肇东、肇州作为哈尔滨的卫星城市,具有较好的社会经济发展背景和区位优势,城市组团发展、互补发展能力强,同时,该区生态属于不敏感区,生态系统服务功能的重要性比较低,对社会经济发展的约束也比较低,因此最适宜承载今后的大规模开发活动。

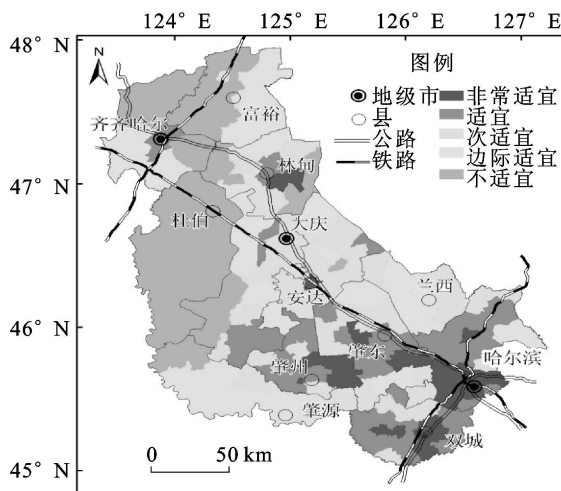


图 2 哈大齐地区土地开发适宜性评价结果

适宜类包含 50 个乡镇,面积占 17.37%,主要分布在非常适宜类的周边,可以作为今后发展的后备用地适时开发。值得注意的是,齐齐哈尔市和大庆市只有其中心区属于适宜类,非中心区由于具有较高的生态敏感性和生态系统服务功能重要性而受到约束,今后该区的城市建设一定要注重生态的保护和规划。同时,林甸县的中心镇具有较高的开发适宜性,可以为上述两市的产业转移提供发展空间。

次适宜和边际适宜类包括 91 个乡镇,面积占 47.47%,该类多为农业地区,没有形成明显的人口集聚,因此开发适宜性较低,其主要任务是在保护生态系统健康发展的前提下,为整个哈大齐地区的社会经济发展提供资源和农产品上的支撑。

不适宜类包括 29 个乡镇,面积占 28.09%,主要分布在西部农牧交错区,其特点是生态敏感的同时具有高的生态系统服务功能,人类的过度放牧和农业开垦,很容易造成其风蚀加重和湿地萎缩的恶性发展,影响到整个哈大齐地区的生态安全,因此,应该严格控制开发强度,加强该类地区的人口迁移和生态系统维护。

4 讨论与结论

(1) 污染物排放量、水资源量、自然灾害危险性、人均 GDP、石油资源等因子由于其数据的空间尺度一般比较大,在乡镇尺度上的数据不易获取等原因而未予以考虑,一定程度上影响了评价的客观性,今后应加强对相关因子特别是社会人文要素的空间化方法研究。

(2) 城市土地开发适宜性评价涉及到人地关系复杂巨系统,其综合评价的数量化指标较多,本文采用的主成分分析法可以在最大比例保存信息的前提下,

抓住主要信息,并客观确定权重,避免主观随意性,实践中取得了良好的效果,但是,自然和社会因子的复合仍然需要进一步深入研究,以服务于综合性的区划和评价。

(3)研究表明,哈尔滨市及其周边卫星城市双城、肇州和肇东中心乡镇非常适宜进行开发;大庆市区和齐齐哈尔市区由于具有敏感的生态环境和重要的生态系统服务功能,开发适宜性受到限制,位于两市之间的林甸县中心镇则显示出了较高的开发潜力;广大农业地区和西部农牧交错区属于开发潜力不足的地区。总之,生态约束是哈大齐区域开发过程中必须要充分考虑的一个重要因素,今后应针对不同的地区实施有区别的人口、财政、环境和投资等政策,以促进主体功能区的形成。

参考文献:

- [1] 曲格平. 关注生态安全之一: 生态环境问题已经成为国家安全的热门话题[J]. 环境保护, 2002(5): 3-5.
- [2] 曹有挥, 陈雯, 吴威, 等. 安徽沿江主体功能区的划分研究[J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 2007, 30(3): 383-389.
- [3] 陈雯, 孙伟, 段学军, 等. 以生态-经济为导向的江苏省土地开发适宜性分区[J]. 地理科学, 2007, 27(3): 312-317.
- [4] 高国力. 我国主体功能区规划的特征、原则和基本思路[J]. 中国农业资源与区划, 2007, 28(6): 8-13.
- [5] 陆玉麒, 林康, 张莉. 市域空间发展类型区划分的方法探讨: 以江苏省仪征市为例[J]. 地理学报, 2007, 62(4): 351-363.
- [6] 顾朝林, 张晓明, 刘晋媛, 等. 盐城开发空间区划及其思考[J]. 地理学报, 2007, 62(8): 487-498.
- [7] 陈雯, 孙伟, 段学军, 等. 苏州地域开发适宜性分区[J]. 地理学报, 2006, 61(8): 839-846.
- [8] 曹卫东. 县域尺度的空间主体功能区划分初探[J]. 水土保持通报, 2008, 28(2): 93-97.
- [9] 王晶, 苏丽敏, 严维亮. 哈大齐工业走廊污染防治工作的思考[J]. 环境科学与管理, 2005, 30(4): 13-14.
- [10] 倪超. 哈大齐经济带土地综合承载力研究[J]. 边疆经济与文化, 2007, 38(2): 16-17.
- [11] 陶涛, 臧淑英, 冯秀梅. 基于国外城市群发展经验的哈大齐工业走廊的竞争策略[J]. 世界地理研究, 2008, 17(3): 92-99.
- [12] 姚士谋, 陈振光, 朱英明, 等. 中国城市群[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2006.
- [13] 张平宇. 东北区域发展报告 2008[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 8-28.
- [14] 黑龙江省人民政府. 哈大齐工业走廊产业布局总体规划[R]. 2005: 8-14.
- [15] 赵晓丽, 张增祥, 刘斌, 等. 基于遥感和 GIS 的全国土壤侵蚀动态监测方法研究[J]. 水土保持通报, 2002, 22(4): 29-32.
- [16] 张树文, 张养贞, 李颖, 等. 东北地区土地利用/覆被时空特征分析[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 58-78.
- [17] 王波, 陈雯, 赵海霞. 太湖地区环境敏感地空间分布及对策: 以苏州市为例[J]. 湖泊科学, 2008, 20(3): 369-374.
- [18] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607-613.
- [19] 杨存建, 张增祥, 韩秀珍, 等. 不同植被指数情况下的中国土壤侵蚀特征分析[J]. 水土保持通报, 2001, 21(1): 26-29.
- [20] 左伟, 陈洪玲, 李硕. 基于 GIS 的小流域单元景观结构指数信息提取方法: 以重庆市忠县为例[J]. 测绘通报, 2003(11): 49-50.
- [21] 邬建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 99-109.
- [22] 王红芬. 计量地理学概论[M]. 济南: 山东教育出版社, 2001: 142-144.
- [9] 张虹波, 刘黎明, 张军连, 等. 区域土地资源生态安全评价的物元模型构建及应用[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2007, 33(2): 222-229.
- [10] 袁磊, 雷国平, 张小虎. 资源型城市土地生态安全评价: 以大庆市为例[J]. 地域研究与开发, 2009, 28(6): 80-85.
- [11] 马瑛. 北方农牧交错带土地利用生态安全评价[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(7): 53-58.
- [12] 李玉平, 蔡运龙. 河北省土地生态安全评价[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2007, 43(6): 784-789.
- [13] 李茜, 任志远. 区域土地生态环境安全评价: 以宁夏回族自治区为例[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(5): 75-79.
- [14] 李波, 张俊飏. 湖北省土地资源生态安全评价[J]. 统计与决策, 2008(16): 38-40.
- [15] 张小虎, 雷国平, 袁磊. 黑龙江省土地生态安全评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(1): 88-93.
- [16] 高珊, 黄贤金. 基于 PSR 框架的 1953-2008 年中国生态建设成效评价[J]. 自然资源学报, 2010, 25(2): 341-350.
- [17] 陈士银, 周飞, 吴明发. 湛江市农地利用绩效与农业结构调整[J]. 经济地理, 2009, 29(2): 298-302.
- [18] 杨新华, 郭荣发. 湛江市的干旱治理与森林生态系统的水文效应[J]. 林业科技, 2003, 28(2): 11-14.

(上接第 206 页)