

湛江市土地资源生态安全评价与限制因素

周 飞, 郭良珍, 陈士银, 吴雪彪

(广东海洋大学 农学院, 广东 湛江 524088)

摘 要: 基于 PSR(压力-状态-响应)模型构建了土地资源生态安全评价指标体系,对 1996-2008 年湛江市土地资源生态安全状况进行了评价,并结合各评价指标的安全指数,分析了影响湛江市土地资源生态安全的限制因素。结果表明:(1)1996-2008 年,湛江市土地资源状态子系统总体状况较好,但处于缓慢退化之中,压力子系统和响应子系统的生态安全状况处于逐步改善之中,但总体状况较差,因此湛江市土地资源生态安全综合状况一般。(2)人口增长和不合理的化肥施用是湛江市土地资源压力子系统的主要限制因素,耕地面积不断减少、森林覆盖率较低和农田水利设施差是状态子系统的主要限制因素,第三产业比重偏低和教育科技发展滞后是响应子系统的主要限制因素。

关键词: 土地资源;生态安全评价;限制因素;湛江市

中图分类号: F301.24; X825

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)05-0202-05

Evaluation on Ecological Security of Land Resource and Its Limiting Factors in Zhanjiang City

ZHOU Fei, GUO Liang-zhen, CHEN Shi-yin, WU Xue-biao

(Agricultural College of Guangdong Ocean University, Zhanjiang, Guangdong 524088, China)

Abstract: On the basis of PSR (Pressure-State-Response) model, a system of 26 indexes for evaluating land resource ecological security is established in this paper. Assessment on the ecological security of land resource in Zhanjiang from 1996 to 2008 was carried out and the limiting factors were also analyzed according to the security index. As the results shown, the performance of state subsystem of land resource in Zhanjiang was encouraging as a whole, while which was under slow degradation. Although it was gradually improved, the status of pressure subsystem and response subsystem was still unsatisfactory on the whole. Conclusively, ecological security of land resource in Zhanjiang was at the average level. In addition, population growth and unscientific application of chemical fertilizers were the principle limiting factors of pressure subsystem. Meanwhile, the state system was mainly limited by continuous decrease in cultivated land, relatively low forest coverage and poor irrigation and water conservancy facilities. As for response system, it was mainly restricted by low proportion of tertiary industry and inadequate development of education and technology.

Key words: land resource; ecological security evaluation; limiting factors; Zhanjiang city

生态安全是整个生态系统可持续发展的核心和基础。自 20 世纪 50 年代以来,随着经济发展和工业化进程的加快,环境污染与生态破坏日益严重,温室效应、水土流失、土壤沙化、洪涝灾害、森林减少、草场退化、大气污染、水污染等生态环境问题严重威胁着人类的生存和发展。当前生态安全引起了国际社会的高度关注,成为学术界研究的前沿任务和重要领域^[1]。

生态安全由资源安全、生物安全和环境安全等组成^[2]。土地资源是十分宝贵的自然资源,是人类赖以生存和发展的物质基础。土地资源生态安全是生态安全的重要方面。土地资源生态安全是指土地资源所处的生态环境处于一种不受或少受威胁与破坏的健康、平衡的状态^[3-4]。在这种状态下,土地生态系统不仅能够维持其结构和功能的完整性,而且其提供的服务能满足人类的生存需要。因此,土地资源生态安

收稿日期: 2010-05-05

资助项目: 国家自然科学基金(40871132); 广东省自然科学基金(8152408801000002); 广东海洋大学博士启动基金(0912082)

作者简介: 周飞(1978-),男,湖北天门人,硕士,讲师,主要从事土地经济与管理研究。E-mail: zhoufei504@163.com

通信作者: 郭良珍(1968-),女,山西夏县人,博士,教授,主要从事昆虫分类、土壤质量评价研究。E-mail: oglz@163.com

©1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

全是区域生态安全的基础和保证,它关系到区域社会经济的可持续发展。然而,随着我国工业化、城市化进程不断加快,我国土地利用的范围不断扩大,强度不断增加,人地矛盾日益突出。同时,由于人们对土地资源的不合理开发利用和掠夺式经营,我国土地资源生态环境急剧恶化,出现了一系列土地资源生态问题,严重威胁着我国土地资源生态安全。在这样的背景下,土地资源生态安全成为当前土地资源可持续利用的前沿课题^[5]。

土地资源生态安全评价是土地资源生态安全研究的重要内容,也是构建土地利用安全格局的基础^[6]。国内学者对此进行了较多研究。纵观这些研究,可以发现学者们在评价方法上进行了有益的探索,采用了包括综合指数法、物元模型法、主成分分析法和灰色关联法等方法,但在评价指标体系方面,多是从影响土地资源生态安全的自然、经济和社会三个方面构建评价指标体系,而较少基于PSR(压力-状态-响应)模型构建指标体系;在评价尺度方面,主要采用了宏观和静态评价,缺乏区域尺度的动态分析^[7-15]。

本文以湛江市为研究区域,基于PSR模型构建土地资源生态安全评价指标体系,对1996-2008年湛江市土地资源生态安全状况进行评价,并分析其限制因素,以期为区域土地利用决策提供科学依据。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

湛江市是全国14个沿海开放城市之一,位于广东省西南部,东南西三面环海,地理范围在东经 $109^{\circ}41' - 110^{\circ}58'$,北纬 $20^{\circ}07' - 21^{\circ}57'$ 。东临南海与电白县相邻,南隔琼州海峡与海南省相望,西濒北部湾,北接化州市与广西壮族自治区。行政区域包括徐闻、遂溪2个县,雷州、廉江、吴川3个县级市,赤坎、霞山、坡头、麻章4个县区及湛江市经济技术开发区、东海岛经济开发试验区,土地总面积 $13\,225.4\text{ km}^2$ 。2008年全市总人口753.88万人,其中农业人口475万人,非农业人口278.88万人。人口密度为 570 人/km^2 。2008年国内生产总值1048.66亿元,其中第一产业产值230.66亿元,第二产业产值497.07亿元,第三产业产值320.93亿元。三次产业结构比例为 $22.0:47.4:30.6$,人均国内生产总值15297元/人。地貌以平原为主,平原占66%,山区占3.4%,丘陵占30.6%。地势北高南低,中间高,东西略低,北部多丘陵,南部和东部多为30~80 m的台地、平原。

气候属热带海洋性季风气候,终年受海洋气候调节,夏无酷暑冬无严寒。年平均气温 $22.8\sim 23.4^{\circ}\text{C}$,年平均日照时 $1\,817.7\sim 2\,106.0\text{ h}$,年平均降雨量在 $1\,417\sim 1\,802\text{ mm}$ 。全市海岸线长达1556 km,占广东省海岸线的46%,占全国的10%。湛江市拥有丰富的热带、亚热带作物资源,是全国主要的糖蔗、水果、蔬菜、林木、热带作物生产基地和海养对虾、珍珠基地。

1.2 数据来源

研究数据主要涉及区域生态环境、土地利用和社会经济发展三个方面,主要来源于湛江统计年鉴(1997-2009年)、广东统计年鉴(2009年)、湛江市环境状况公报(1996-2008年)、湛江市土地变更调查数据(1996-2008年)。

2 评价方法与计算过程

2.1 评价指标体系构建及其权重确定

评价指标体系是土地资源生态安全评价的基础,也是评价结果是否准确和合理的关键。土地生态系统是人工自然复合生态系统,土地资源生态安全评价指标体系必须涵盖土地生态系统的自然、社会和经济等方面。PSR模型最早是经济合作组织(OECD)为了评价世界环境状况提出并建立的,其基本思想是人类活动给环境施加“压力”,改变了环境的“状态”,人类社会通过环境、经济政策对这些变化作出“响应”^[16]。PSR模型揭示了人类活动与环境影响之间的链式关系。因此,本文基于PSR模型,遵循指标选择的科学性、全面性、可比性、可操作性等原则,参考相关研究成果,考虑研究区域的具体情况,选取了26项指标构建湛江市土地资源生态安全评价指标体系(见表1)。

多指标的综合评价,指标权重的确定是整个评价过程的关键。本文采用层次分析法确定指标权重:先对各指标两两比较重要程度而逐层进行判断打分,构造判断矩阵;然后用方根法求得最大特征根对应的特征向量,得到各指标的权重;最后检验是否具有满意的一致性。各指标权重计算结果见表1。

2.2 评价指标基准值的确定

评价指标基准值是衡量该指标是否达到土地资源生态安全基本要求的评价基准。本文在确定评价指标基准值时,遵循以下原则:对于那些已有国际公认值或国内公认值的指标,直接采用国际公认值或国内公认值作为基准值;对于那些尚无国际公认值或国内公认值的指标,根据区域实际情况,采用广东省平均值作为基准值。各指标基准值确定结果见表1。

表 1 湛江市土地资源生态安全评价指标体系

目标层	准则层	指标层	单位	安全趋向性	基准值	基准值来源	权重
土地资源生态安全 A	压力子 系统 B ₁ 0.3275	人口密度(C ₁)	人/ km ²	—	135	国内公认值	0.1815
		人口自然增长率(C ₂)	%	—	5	国内公认值	0.1580
		A 单位耕地面积化肥负荷(C ₃)	kg/ hm ²	—	255	国际公认值	0.0630
		A 单位耕地面积农药负荷(C ₄)	kg/ hm ²	—	30	国际公认值	0.0630
		A 单位土地面积工业废水承载量(C ₅)	t/ hm ²	—	118.63	广东省平均值	0.0984
		A 单位土地面积工业废气承载量(C ₆)	万 m ³ / hm ²	—	11.41	广东省平均值	0.0871
		A 单位土地面积工业固体废物承载量(C ₇)	t/ hm ²	—	2.69	广东省平均值	0.0871
		A 人均 GDP(C ₈)	元/ 人	+	25 000	国内公认值	0.1219
		A 城市化水平(C ₉)	%	+	60	国际公认值	0.1400
	状态子 系统 B ₂ 0.4126	人均耕地面积(C ₁₀)	hm ² / 人	+	0.08	国际公认值	0.2076
		旱地面积比重(C ₁₁)	%	—	40	国际公认值	0.0905
		建设用地比重(C ₁₂)	%	—	10	国际公认值	0.0698
		森林覆盖率(C ₁₃)	%	+	40	国际公认值	0.1783
		土地垦殖率(C ₁₄)	%	+	15	国内公认值	0.1601
		水土流失率(C ₁₅)	%	—	5	国内公认值	0.1173
		灌溉保证率(C ₁₆)	%	+	60	国内公认值	0.0553
		农田旱涝保收率(C ₁₇)	%	+	50	国内公认值	0.0553
		粮食作物单产(C ₁₈)	kg/ hm ²	+	6 000	国内公认值	0.0658
	响应子 系统 B ₃ 0.2599	工业废水达标排放率(C ₁₉)	%	+	100	国际公认值	0.1109
		固体废物综合利用率(C ₂₀)	%	+	100	国际公认值	0.1109
		环保治理投资占 GDP 的比例(C ₂₁)	%	+	3	国际公认值	0.1439
		农民人均纯收入(C ₂₂)	元/ 人	+	8 000	国内公认值	0.2368
		第三产业比重(C ₂₃)	%	+	40	国内公认值	0.1992
		每千人拥有卫生科技人员数(C ₂₄)	人	+	4.59	广东省平均值	0.0650
		每万人人大中专以上人数(C ₂₅)	人	+	1 047	广东省平均值	0.0813
		每万人从事科技活动人数(C ₂₆)	人	+	56	广东省平均值	0.0520

2.3 安全指数的确定

根据评价指标与土地资源生态安全的关系, 将评价指标的安全趋向性分为正向和负向。安全正向性指标即指标值越大越安全, 安全负向性指标即指标越小越安全。

假设 X_i 为第 i 个评价指标的实际值, S_i 为第 i 个评价指标的基准值, P_i 为第 i 个评价指标的安全指数, 则:

(1) 正安全趋向性指标: 当 $X_i \geq S_i$ 时, $P_i = 1$; 当 $X_i < S_i$ 时, $P_i = X_i / S_i$ 。(2) 负安全趋向性指标: 当 $X_i \leq S_i$ 时, $P_i = 1$; 当 $X_i > S_i$ 时, $P_i = S_i / X_i$ 。

鉴于篇幅有限, 各评价指标的安全指数表格。

2.4 生态安全综合值的计算

评价指标体系的每一项指标, 只是从不同的方面反映土地资源生态安全状况。若要全面反映其综合状况, 还必须对指标进行综合计算。根据确定的指标权重和安全指数, 采用线性加权方法计算湛江市土地资源生态安全综合值, 其计算公式为

$$T = \sum_{i=1}^n P_i \cdot W_i \tag{1}$$

式中: T ——土地资源生态安全综合值; P_i ——各指

标安全指数; W_i ——各指标权重。

根据土地资源生态安全综合值的大小, 将评价结果划分为非常安全、较安全、临界安全、较不安全和极不安全 5 个等级。其中, $T \geq 0.9$ 为安全, $0.7 \leq T < 0.9$ 为较安全, $0.6 \leq T < 0.7$ 为临界安全, $0.4 \leq T < 0.6$ 为较不安全, $T < 0.4$ 为极不安全。

3 结果分析

3.1 生态安全状况分析

根据前述评价方法, 计算出湛江市土地资源生态安全综合值 (见表 2)。1996– 2008 年湛江市土地资源生态安全综合值呈稳步增加趋势, 由 1996 年的 0.658 9 增加到 2008 年的 0.703 3, 增加了 0.044 4。虽然增加幅度不大, 但土地资源生态安全综合状况却发生了变化, 2006 年前土地资源生态安全综合状况一直处于“临界安全”, 2007 年上升为“较安全”, 2008 年稳定在“较安全”。压力子系统生态安全值总体呈增加趋势, 由 1996 年的 0.549 4 增加到 2008 年的 0.627 1, 增加了 0.077 7, 但需引起注意的是, 2008 年压力子系统生态安全值与 2007 年相比出现了较明显

下降。压力子系统生态安全状况发生了变化, 1996–2003 年压力子系统生态安全状况处于“较不安全”, 2004–2008 年上升为“临界安全”。状态子系统生态安全值总体呈下降趋势, 由 1996 年的 0.832 1 下降到 2008 年的 0.785 2, 下降了 0.046 9。2002 年前状态子系统生态安全值一直趋于下降, 2002 年后趋于不稳定, 呈现 3 年上升 3 年下降的趋势。状态子系统生态安全状况未发生变化, 一直处于“较安全”。响应子系统生态安全值呈逐年增加趋势, 由 1996 年的 0.522 2 增加到 2008 年的 0.669 2, 增加了 0.147 0。响应子系统生态安全状况发生了变化, 2000 年前处于“较不安全”, 2000 年后上升为“临界安全”。

表 2 1996–2008 年湛江市土地资源生态安全评价结果

年份	压力子系统	状态子系统	响应子系统	综合安全值
1996	0.5494	0.8321	0.5222	0.6589
1997	0.5535	0.8279	0.5356	0.6621
1998	0.5620	0.8094	0.5435	0.6593
1999	0.5562	0.8010	0.5499	0.6556
2000	0.5489	0.7944	0.5863	0.6599
2001	0.5772	0.7934	0.6094	0.6748
2002	0.5773	0.7886	0.6197	0.6755
2003	0.5817	0.7925	0.6233	0.6795
2004	0.6025	0.7827	0.6311	0.6843
2005	0.5974	0.7926	0.6308	0.6866
2006	0.6272	0.7795	0.6407	0.6935
2007	0.6423	0.7788	0.6602	0.7033
2008	0.6271	0.7852	0.6692	0.7033

3.2 限制因素分析

结合各指标的安全指数, 分析影响湛江市土地资源生态安全的限制因素。

压力子系统各评价指标中, 单位土地面积工业废水承载量、单位土地面积工业废气承载量、单位土地面积工业固体废物承载量的安全指数始终稳定在 1, 其安全状况均一直处于“非常安全”。人均 GDP、城市化水平的安全指数增加幅度较大, 分别比 1996 年增加了 0.412 3, 0.261 7, 其安全状况均由“极不安全”上升为“临界安全”。人口密度的安全指数逐年下降, 其安全状况一直处于“极不安全”。人口增长率的安全指数呈波浪状增长趋势, 2007 年达到最大, 但 2008 年又出现了明显下降, 这是导致 2008 年压力子系统生态安全值下降的主要原因。人口密度的安全状况除 2004 年、2007 年处于“临界安全”外, 其余年份处于“较不安全”或“极不安全”。单位耕地面积化肥负荷的安全指数逐年下降, 其安全状况由“较不安全”下降为“极不安全”。单位耕地面积农药负荷的安全指数在 2005 年前稳定在 1, 2005 年后略有下降, 其安全状况一直处于“非常安全”。由此可见, 压力子系

统的主要限制因素是人口增长和不合理的化肥施用。

状态子系统各评价指标中, 土地垦殖率和水土流失率的安全指数始终稳定在 1, 其安全状况均一直处于“非常安全”。旱地面积比重的安全指数略有增加, 建设用地面积比重的安全指数略有下降, 其安全状况均一直处于“较安全”。森林覆盖率的安全指数先下降后上升, 1996–2002 处于下降期, 2003–2008 年处于上升期, 其安全状态在“较不安全”与“临界安全”间徘徊。人均耕地面积的安全指数逐年下降, 比 1996 年下降了 0.212 5, 下降幅度居所有指标之首, 其安全状况由“非常安全”下降为“较安全”。灌溉保证率、旱涝保收率的安全指数变化幅度不大, 但总体水平较低, 其安全状况分别一直处于“较不安全”、“极不安全”。粮食单产的安全指数波动幅度较大, 在 0.742 5~1 之间波动, 2003 年、2005 年的安全指数达到高峰, 但 2008 年又下降到最低, 这是导致 2002 年后压力状态子系统生态安全值不稳定的主要原因。粮食单产的生态安全状况除 2003 年、2005 年处于“非常安全”外, 其余年份处于“较安全”。由此可见, 状态子系统的主要限制因素是耕地面积不断减少、森林覆盖率较低和农田水利设施差。

响应子系统各评价指标中, 工业废水排放达标率、固体废物综合利用率、环保治理投资占 GDP 比例的安全指数稳步增加, 分别比 1996 年增加了 0.166 0, 0.272 7, 0.153 4。工业废水排放达标率、环保治理投资占 GDP 比例的安全状况均由“临界安全”上升为“较安全”, 固体废物综合利用率的安全状况由“临界安全”上升为“非常安全”。农民人均纯收入的安全指数增加幅度较大, 比 1996 年增加了 0.384 4, 其安全状况由“极不安全”上升为“临界安全”。第三产业比重的安全指数先上升后下降, 1996–2002 年处于上升期, 2003–2008 年处于下降期, 其安全状况由“较安全”上升为“非常安全”后又下降为“较安全”。每千人拥有卫生科技人员数的安全指数先上升后下降再上升, 总体略有下降, 其安全状况一直处于“较不安全”。每万人人大中专以上人数、每万人从事科技活动人数的安全指数虽逐年增加, 但仍处于较低水平, 其安全状况均一直处于“极不安全”。可见, 响应子系统的限制因素是第三产业比重偏低和教育科技发展滞后。

4 结论与建议

本文基于 PSR 模型构建了土地资源生态安全评价指标体系, 对 1996–2008 年湛江市土地资源生态安全状况进行了评价, 并结合各评价指标的安全指

数,分析了影响湛江市土地资源生态安全的限制因素。结果表明:

(1) 1996—2008 年,湛江市土地资源状态子系统总体状况较好,其生态安全等级一直属于“较安全”,但其生态安全值出现了下降,说明状态子系统处于缓慢退化之中。压力子系统和响应子系统的生态安全值呈增加趋势,说明该两个子系统处于逐步改善之中,但总体状况较差,其生态安全等级均仅由“较不安全”上升为“临界安全”。因此,湛江市土地资源生态安全综合状况一般,其生态安全等级经过多年发展,才勉强达到“较安全”。

(2) 人口增长和不合理的化肥施用是湛江市土地资源压力子系统的主要限制因素,耕地面积不断减少、森林覆盖率较低和农田水利设施差是状态子系统的主要限制因素,第三产业比重偏低和教育科技发展滞后是响应子系统的主要限制因素。

可见,要提高湛江市土地资源生态安全水平,必须在阻止其状态子系统进一步退化的同时,减轻压力子系统的压力和增强响应子系统的响应能力。为此,应采取以下措施:

(1) 认真落实《湛江市建设城乡协调、生态文明的科学发展试点市行动纲要》。2007 年 12 月,广东省委书记汪洋在湛江考察调研时,提出了“建设城乡协调、生态文明的科学发展试点市”的战略目标,为湛江的发展指明了方向。要认真落实《湛江市建设城乡协调、生态文明的科学发展试点市行动纲要》,通过统筹城乡发展,建设生态文明,促进区域生态环境改善,实现经济振兴与生态环境良性互动。

(2) 控制人口增长,提高人口素质。湛江市是一个人口大市。人口密度过大、人口增长率过高使人口对土地资源的压力不断加大。必须严格执行计划生育政策,降低人口出生率,使人口增长与经济增长相适应。同时要努力提高人口素质,不断改善人口结构,合理引导人口分布。

(3) 运用生态农业技术,减少化肥施用量。湛江市单位耕地化肥负荷达到 892 kg/hm^2 , 是国际公认值的 3.57 倍。要通过各种方式宣传生态农业理念,鼓励农民发展生态农业;因地制宜推广农业生态模式,促进农业废弃物无害化、资源化综合利用。要增施有机肥、生物肥,实行用地养地结合,提高土壤肥力水平;推广测土配方技术,科学确定化肥的种类与施用量,提高化肥的利用率。

(4) 进一步加强耕地保护,确保耕地总量动态平衡。1996—2008 年,湛江市耕地减少了 3.07 万 hm^2 , 而人口增加了 137.86 万,人地矛盾日益加剧。要认

真落实耕地保护责任制,加强目标考核;强化土地利用规划和土地利用计划管理,严格控制建设用地规模;加大土地开发整理力度,做好利用园地、山坡地开发补充耕地工作。

(5) 加强植树造林,提高森林覆盖率。森林是改善生态环境的重要因素。要以提高森林覆盖率为中心,坚持适地适树原则,不断优化林业结构,打造“绿色湛江,生态湛江”^[17]。

(6) 完善农田水利设施,提高水资源利用率。湛江市是历史性的干旱地区。其干旱的主要原因是降雨的季节分配不均,同时河流的短浅且独流入海的暴流性导致河川径流的 80% 无法利用^[18]。要加大农田水利设施投入,不断完善农田水利设施,增强抗旱排涝的能力。同时要大力推广喷灌、滴灌、微灌等节水灌溉技术,提高水资源利用率。

(7) 加快发展现代服务业,提高第三产业比重。目前湛江市正面临着跨越式发展机遇,随着钢铁基地、中科炼化等项目落户湛江,湛江市将进入重化工业发展期。在这种情况下,如果第三产业还不加快发展,势必会更加滞后。要重点发展滨海休闲特色旅游,大力发展金融、物流、会展、科技和中介等生产性服务业,培育房地产、信息、文化、体育、医疗保健等新兴服务业。

(8) 加大教育科技投入,提升教育科技水平。教育方面,在加快普及高中阶段教育的基础上,大力发展中等职业教育,把湛江建设成为粤西的职业教育基地。科技方面,要加强产学研结合,鼓励自主创新,加强人才交流与培养,促进科技成果转化。

参考文献:

- [1] 肖笃宁,陈文波,郭福良.论生态安全的基本概念和研究内容[J].应用生态学报,2002,13(3):354-358.
- [2] 杨京平.生态安全的系统分析[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [3] 刘勇,刘友兆,徐萍.区域土地资源生态安全评价:以浙江嘉兴市为例[J].资源科学,2004,26(3):69-75.
- [4] 高桂芹,韩美.区域土地资源生态安全评价:以山东省枣庄市中区为例[J].水土保持研究,2005,12(5):271-273.
- [5] 曹新向,郭志永,雒海潮.区域土地资源持续利用的生态安全研究[J].水土保持学报,2004,18(2):192-195.
- [6] 谢花林.土地利用生态安全格局研究进展[J].生态学报,2008,28(12):6305-6311.
- [7] 刘欣,葛京风,冯现辉.河北太行山区土地资源生态安全研究[J].干旱区资源与环境,2007,21(5):68-74.
- [8] 鲍艳,胡振琪,柏玉,等.主成分聚类分析在土地利用生态评价中的应用[J].农业工程学报,2006,22(8):87-90.

(下转第 211 页)

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.

(上接第 206 页)

- [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.