

# 黑龙江省土地生态安全空间差异评价

王兰霞, 秦大海, 孟祥民, 苗日民 (黑龙江科技大学, 黑龙江哈尔滨 150022)

**摘要** 以黑龙江省为例,选取 13 个典型评价因子,对 2013 年黑龙江省 12 个地级市土地生态安全进行主成分分析,得出牡丹江市、黑河市的土地生态安全综合值较高,分别为 0.540、0.530,大庆市和七台河市的土地生态安全综合值最低,分别为 -0.768、-0.665。对黑龙江省土地生态安全的空间差异进行评价,为提高黑龙江省土地生态安全整体水平提供建议。

**关键词** 土地生态安全;空间差异;主成分分析;黑龙江省

**中图分类号** S28 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)29-312-04

**The Evaluation for Space Difference of Land Ecological Security in Heilongjiang Province**  
**WANG Lan-xia, QIN Da-hai, MENG Xiang-min et al** (Heilongjiang University of Science & Technology, Harbin, Heilongjiang 150022)  
**Abstract** Taking Heilongjiang Province as an example, selecting 13 typical evaluation factors, the land ecological security of 12 district cities of Heilongjiang Province in 2013 is analyzed with the method of Principal Component Analysis. By the result of analysis, the integrated value of land ecological security of Mudanjiang City and Heihe City are higher, it is 0.540 and 0.530 respectively, while the integrated value of land ecological security of Daqing City and Qitaihe City are lower, it is -0.768 and -0.665 respectively. The space difference of land ecological security in Heilongjiang Province is evaluated, which will provide some recommendations to improve the land ecological security in Heilongjiang Province.

**Key words** Land ecological security; Space difference; Principal component analysis; Heilongjiang Province

土地作为关乎人类生存与发展必不可少的自然资源之一,是人类社会经济可持续发展的基础。土地生态安全作为生态安全的重要内容,是实现粮食安全、经济安全与社会安全的基础和保障,是关系到合理配置和科学管理土地资源、构建环境友好型社会、创建生态文明、实现可持续发展的关键问题。土地生态安全源于生态安全,谢正峰<sup>[1]</sup>认为土地生态安全应包括土地生态系统自身安全和对人类的安全两方面。徐丽等<sup>[2]</sup>认为土地生态安全是指在一定的时空范围内土地生态系统能够保持其结构和功能不受或少受威胁的状态,土地生态系统能够为人类提供服务的数量与质量能持续满足人类生存和发展的需求,从而达到土地环境与社会和经济复合体的长期协调发展。土地生态安全可定义为土地生态作为一个系统在特定时空范围内既能保持自身的平稳状态又能持续不断地为人类发展提供服务的社会、经济与环境

的复合体。在国外,与土地生态安全相关的研究主要体现在土地质量评价、可持续土地管理评价以及土地利用政策评价等方面<sup>[3-6]</sup>。国内对于省级土地生态安全评价的研究较多,大致分为动态研究<sup>[7-9]</sup>、静态研究<sup>[10]</sup>、理论研究以及评价方法研究<sup>[2,11-12]</sup>。评价视角有土地生态承载力和生态足迹<sup>[11,13]</sup>,也有学者从生态风险角度进行研究<sup>[14-16]</sup>,根据区域生态风险特征,提出了相应的风险调控策略。随着黑龙江省经济不断发展及城市化和工业化进程加快,区域生态环境与国民经济发展以及人民生活密切相关,特别是煤炭资源型城市的土地生态安全更应受到关注,学者对黑龙江省土地生态安全的评价多以具体地级市为例进行<sup>[17-19]</sup>,有通过熵值理论与物元相结合对黑龙江省土地安全在时间序列上进行评判<sup>[20]</sup>,也有对地级市所辖县进行生态安全评价<sup>[21]</sup>。笔者构

建了包括 13 个指标的黑龙江省土地生态安全评价指标体系,运用主成分分析方法对黑龙江省土地生态安全空间差异进行评价。

## 1 指标选取、数据来源与研究方法

**1.1 研究区概况** 黑龙江省位于我国东北部,地处 121°11'~135°05'E、43°26'~53°33'N。地域辽阔,南北相距 1 120 km,东西宽 930 km,北部和东部与俄罗斯相邻,边境线长 3 045 km,西部与南部分别与内蒙古自治区和吉林省相邻。属温带大陆性季风气候,辖区内土地资源丰富,土质肥沃,自然肥力较高,是国家重要的商品粮生产基地、重要的能源工业基地,也是亚洲与太平洋地区陆路通往俄罗斯和欧洲大陆的重要通道。黑龙江省土地调查数据显示,全省土地总面积 45.25 万 km<sup>2</sup>,其中林地面积 21.84 万 km<sup>2</sup>,耕地 15.87 万 km<sup>2</sup>,占全省总面积的 83.3%,城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地等其他土地约占 16.7%。

**1.2 评价指标的确定** 在土地生态安全评价指标的选取上,根据科学性、可比性、可操作性、简洁性等原则<sup>[18]</sup>,结合黑龙江省的实际情况以及指标数据的可获取性,力求评价指标能够反映人类活动对土地生态安全的影响,同时借鉴前人对省域土地生态安全评价的研究成果<sup>[23-24]</sup>,充分考虑能够反映黑龙江省社会发展、经济建设和土地生态环境状况的指标。人口综合增长率、人口密度、城镇登记失业率反映社会发展状况,人口数量的增多使土地非农化进程加快,建设用地迅速扩张,对土地生态安全造成压力;人均 GDP、第三产业比重、农村居民人均纯收入、万元 GDP 能耗反映经济建设状况,经济的发展离不开与土地生态系统的协调,反过来,土地生态安全的发展又促进社会经济建设;单位土地废水排放量、除涝面积占易涝面积比例、工业固体废物利用率、城市人均绿地面积、人均环保支出、污水集中处理率反映与土地质量密切相关的生态环境状况。因此,选取 13 项评价指标对黑龙江省土地生态安全进行研究,具体见表 1。

**基金项目** 黑龙江省教育厅科学技术研究项目(12531599);黑龙江省社会科学规划项目(12B069)。

**作者简介** 王兰霞(1969-),女,黑龙江哈尔滨人,副研究员,博士,从事土地利用生态环境、土地复垦与生态重建研究。

**收稿日期** 2015-08-28

表 1 黑龙江省土地生态安全评价指标

| 指标                                      | 指标内涵                  | 安全趋向 |
|-----------------------------------------|-----------------------|------|
| 人口综合增长率( $X_1$ )//%                     | 反映人口对经济、社会 and 生态综合压力 | 逆向   |
| 人口密度( $X_2$ )//人/km <sup>2</sup>        | 反映土地承载人口压力            | 逆向   |
| 人均 GDP( $X_3$ )//元                      | 反映地区经济状况              | 正向   |
| 第三产业比重( $X_4$ )//%                      | 反映区域产业布局合理性           | 正向   |
| 农村居民人均纯收入( $X_5$ )//元                   | 反映土地生产能力高低            | 正向   |
| 万元 GDP 能耗( $X_6$ )//t 标准煤/万元            | 反映经济发展对能源的依赖程度        | 逆向   |
| 单位土地废水排放量( $X_7$ )//万 t/km <sup>2</sup> | 反映环境污染对土地生态压力         | 逆向   |
| 除涝面积占易涝面积比例( $X_8$ )//%                 | 反映土地抵御自然灾害的能力         | 正向   |
| 工业固体废物利用率( $X_9$ )//%                   | 反映工业固体废物的资源化水平        | 正向   |
| 人均绿地面积( $X_{10}$ )//人/m <sup>2</sup>    | 反映城市绿化程度及生态环境状态       | 正向   |
| 人均环保支出( $X_{11}$ )//元                   | 反映生态环境保护的投入情况         | 正向   |
| 污水集中处理率( $X_{12}$ )//%                  | 反映生态环境治理程度            | 正向   |
| 城镇登记失业率( $X_{13}$ )//%                  | 反映城镇居民就业情况            | 逆向   |

1.3 数据来源 数据主要来自《黑龙江省统计年鉴 2014》,《中国城市统计年鉴 2014》,或通过统计数据推算得出。

1.4 研究方法 运用主成分分析法对黑龙江省土地生态安全进行评价,主成分分析是设法将原来众多具有一定相关性的指标重新组合成一组新综合指标来代替原来的指标。综合指标保留了原始变量的绝大多数信息,并且彼此间互不相关,能够使复杂问题简单化,减少了数据冗余<sup>[25]</sup>。主成分分析的一般步骤为:①为排除量纲的影响,首先对原始数据进行标准化;②计算标准化后的样本相关矩阵  $R$ ,并求  $R$  的特征值  $\lambda_1, \lambda_2, \cdots, \lambda_i$ ;③计算累计贡献率,一般按累计贡献率的原则确定主成分数;④计算主成分的特征向量和表达式;⑤以各主成分大于等于 85% 的信息贡献率为权数,对土地生态

安全进行综合评价。

2 结果与分析

2.1 评价过程和结果 通过将逆指标取负作正向化处理,然后对数据进行  $Z$  标准化,即用各项指标减去均值后除以标准差,公式如下:

$$Z_{ij} = (X_{ij} - X_j) / S(X_j) \tag{1}$$

式中, $Z_{ij}$ 为第  $i$  个城市的标准化值; $X_{ij}$ 为第  $i$  个城市第  $j$  项指标原始值; $X_j$ 为第  $j$  项指标的平均值; $S(x_j)$ 为第  $j$  项指标的标准差。

标准化后结果见表 2。运用统计分析软件进行计算,通过降维分析确定主成分个数  $n$ ,根据指标特征值与贡献率以及指标因子载荷矩阵,形成各个主成分  $F_i$  表达式,构造土地

表 2 黑龙江省土地生态安全评价指标数据标准化值

| 指标       | 哈尔滨      | 齐齐哈尔     | 鸡西       | 鹤岗       | 双鸭山      | 大庆       | 伊春       | 佳木斯      | 七台河      | 牡丹江      | 黑河       | 绥化       |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $X_1$    | -0.777 6 | -0.314 1 | 1.059 7  | 0.466 4  | 0.206 6  | -2.183 5 | 1.363 5  | 0.543 3  | -1.269 8 | 0.495 9  | 0.362 1  | 0.047 5  |
| $X_2$    | -1.736 4 | -0.636 4 | 0.306 6  | 0.487 3  | 0.663 3  | -0.639 1 | 1.188 7  | 0.478 3  | -0.961 6 | 0.606 9  | 1.432 0  | -1.189 5 |
| $X_3$    | 0.285 8  | -0.491 8 | -0.278 8 | -0.309 0 | -0.098 1 | 3.076 3  | -0.499 8 | -0.251 4 | -0.408 1 | 0.023 7  | -0.514 3 | -0.534 3 |
| $X_4$    | 1.929 8  | 0.625 3  | -0.203 9 | -0.851 1 | -1.164 6 | -1.811 8 | -0.193 8 | 0.918 5  | 0.635 4  | 0.352 2  | 0.028 7  | -0.264 6 |
| $X_5$    | 0.730 2  | -0.669 2 | 1.349 7  | -0.187 9 | 0.042 1  | 0.568 8  | -0.496 7 | 0.455 8  | -1.574 2 | 1.547 5  | -0.194 0 | -1.572 2 |
| $X_6$    | 0.602 8  | 0.425 5  | -0.886 4 | -1.028 2 | 0.106 4  | 0.035 5  | -1.170 1 | 0.496 4  | -1.808 3 | 0.673 7  | 1.241 0  | 1.311 9  |
| $X_7$    | -1.267 9 | -0.351 5 | 0.278 3  | -0.166 1 | 0.513 2  | -1.124 4 | 0.964 3  | 0.788 8  | -1.873 6 | 0.738 5  | 1.422 0  | 0.078 3  |
| $X_8$    | 1.021 5  | 0.697 5  | -0.981 7 | 1.098 2  | 0.484 4  | -0.035 5 | 0.706 1  | -1.459 0 | -0.666 3 | -0.504 3 | -1.535 7 | 1.174 9  |
| $X_9$    | 0.589 7  | -0.935 2 | 0.339 5  | 0.204 7  | -1.307 5 | 0.761 2  | -0.101 0 | -2.235 8 | 0.132 6  | 1.000 1  | 0.551 7  | 1.000 1  |
| $X_{10}$ | -0.795 1 | -0.952 0 | -0.701 0 | 0.617 3  | 0.554 5  | 0.460 3  | 2.343 5  | 0.303 4  | -0.324 3 | -0.732 3 | 0.491 7  | -1.265 9 |
| $X_{11}$ | -1.301 7 | -1.137 1 | -0.113 1 | -0.063 1 | 0.182 1  | -0.941 2 | 2.159 9  | 0.924 1  | 0.902 0  | -0.018 1 | 0.235 8  | -0.829 5 |
| $X_{12}$ | -0.810 7 | 0.113 6  | -0.971 5 | -1.173 1 | 0.305 6  | 0.930 5  | 0.569 8  | -0.226 4 | 0.578 6  | -2.203 6 | 0.048 4  | 1.217 2  |
| $X_{13}$ | -0.132 6 | 0.488 2  | -0.539 9 | -1.296 5 | 0.371 8  | -0.908 5 | -1.820 2 | 0.139 0  | 0.139 0  | 1.574 5  | 0.934 4  | 1.050 8  |

生态安全评价综合得分函数,根据计算结果进行排序。

比较小,指标之间重合的信息较少,适合利用选取的 13 项指标对黑龙江省土地生态安全进行主成分分析。

由相关系数矩阵(表 3)可看出各个指标之间的相关性

表 3 相关系数矩阵

| 指标       | $X_1$  | $X_2$  | $X_3$  | $X_4$  | $X_5$  | $X_6$  | $X_7$  | $X_8$  | $X_9$  | $X_{10}$ | $X_{11}$ | $X_{12}$ | $X_{13}$ |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
| $X_1$    | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |          |          |          |          |
| $X_2$    | 0.682  | 1      |        |        |        |        |        |        |        |          |          |          |          |
| $X_3$    | -0.704 | -0.260 | 1      |        |        |        |        |        |        |          |          |          |          |
| $X_4$    | 0.091  | -0.334 | -0.469 | 1      |        |        |        |        |        |          |          |          |          |
| $X_5$    | 0.177  | 0.256  | 0.338  | 0.024  | 1      |        |        |        |        |          |          |          |          |
| $X_6$    | -0.024 | -0.076 | 0.046  | 0.160  | 0.143  | 1      |        |        |        |          |          |          |          |
| $X_7$    | 0.807  | 0.837  | -0.400 | -0.138 | 0.243  | 0.367  | 1      |        |        |          |          |          |          |
| $X_8$    | -0.100 | -0.433 | 0.015  | -0.115 | -0.323 | -0.031 | -0.308 | 1      |        |          |          |          |          |
| $X_9$    | -0.220 | -0.244 | 0.246  | -0.127 | 0.050  | 0.070  | -0.218 | 0.192  | 1      |          |          |          |          |
| $X_{10}$ | 0.282  | 0.650  | 0.082  | -0.389 | -0.043 | -0.397 | 0.362  | -0.028 | -0.250 | 1        |          |          |          |
| $X_{11}$ | 0.514  | 0.645  | -0.367 | -0.039 | -0.154 | -0.511 | 0.415  | -0.337 | -0.327 | 0.732    | 1        |          |          |
| $X_{12}$ | -0.483 | -0.495 | 0.223  | -0.023 | -0.606 | 0.092  | -0.383 | 0.318  | -0.029 | 0.089    | -0.112   | 1        |          |
| $X_{13}$ | -0.053 | -0.113 | -0.250 | 0.304  | -0.005 | 0.681  | 0.177  | -0.277 | 0.079  | -0.662   | -0.334   | -0.170   | 1        |

表4 指标特征值与贡献率

| 主成分 | 特征值   | 贡献率//% | 累积贡献率//% |
|-----|-------|--------|----------|
| 1   | 4.127 | 31.747 | 31.747   |
| 2   | 2.754 | 21.185 | 52.933   |
| 3   | 1.898 | 14.600 | 67.533   |
| 4   | 1.278 | 9.831  | 77.364   |
| 5   | 1.126 | 8.659  | 86.023   |

特征值在某种程度上可以被看成是表示主成分影响度大小的指标,如果特征值小于1,说明该主成分的解释力度还不如直接引入一个原变量的平均解释力度大,因此一般可以用特征值大于1作为纳入标准。表4中前5个主成分累积贡献率为86.02%,说明提取5个主成分是可以反映全部指

标86.02%的信息量,因此采用5个新变量代替原来的13个变量。

由于因子载荷矩阵主要反映各因子的贡献率大小,由表5可以得出,在第一主成分( $F_1$ )中,人口密度、人口综合增长率两项指标所占比重较大,对土地生态安全值的影响较大,因此将其命名为人口压力主成分;在第二主成分( $F_2$ )中城镇登记失业率最大,因此将其命名为就业压力主成分;人均GDP、农村居民人均纯收入的占比在第三主成分( $F_3$ )作用明显,因此将其命名为经济推动主成分;同理将第四主成分( $F_4$ )和第五主成分( $F_5$ )分别命名为生态环境主成分和土地质量主成分。

表5 指标因子载荷矩阵

| 指标          | 人口压力      | 就业压力      | 经济推动      | 生态环境      | 土地质量      |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|             | 主成分 $F_1$ | 主成分 $F_2$ | 主成分 $F_3$ | 主成分 $F_4$ | 主成分 $F_5$ |
| 人口综合增长率     | 0.830     | 0.256     | -0.210    | 0.028     | 0.372     |
| 人口密度        | 0.935     | 0.011     | 0.231     | 0.173     | -0.030    |
| 人均GDP       | -0.457    | -0.359    | 0.749     | 0.086     | -0.245    |
| 第三产业比重      | -0.125    | 0.474     | -0.532    | -0.471    | -0.117    |
| 农村居民人均纯收入   | 0.210     | 0.328     | 0.738     | -0.351    | 0.044     |
| 万元GDP能耗     | -0.205    | 0.707     | 0.117     | 0.591     | -0.127    |
| 单位土地废水排放量   | 0.813     | 0.366     | 0.087     | 0.420     | 0.053     |
| 除涝面积占易涝面积比例 | -0.400    | -0.315    | -0.249    | 0.278     | 0.653     |
| 工业固体废物利用率   | -0.377    | 0.048     | 0.319     | 0.036     | 0.536     |
| 人均绿地面积      | 0.633     | -0.668    | 0.086     | 0.198     | -0.100    |
| 人均环保支出      | 0.784     | -0.366    | -0.261    | -0.122    | -0.189    |
| 污水集中处理率     | -0.491    | -0.432    | -0.378    | 0.450     | -0.310    |
| 城镇登记失业率     | -0.188    | 0.851     | -0.093    | 0.185     | -0.191    |

用表5的因子载荷矩阵中的数据除以主成分相对应的特征值开平方根,得到5个主成分中每个指标所对应的系数;再将得到的特征向量与标准化后的数据相乘,得出主成分表达式如下:

$$F_1 = 0.201X_1 + 0.227X_2 - 0.111X_3 - 0.030X_4 + 0.051X_5 - 0.050X_6 + 0.197X_7 - 0.097X_8 - 0.091X_9 + 0.153X_{10} + 0.190X_{11} - 0.119X_{12} - 0.046X_{13} \quad (2)$$

$$F_2 = 0.093X_1 + 0.004X_2 - 0.013X_3 + 0.172X_4 + 0.119X_5 + 0.257X_6 + 0.133X_7 - 0.114X_8 + 0.017X_9 - 0.243X_{10} - 0.133X_{11} - 0.157X_{12} + 0.309X_{13} \quad (3)$$

$$F_3 = -0.011X_1 + 0.122X_2 + 0.395X_3 - 0.280X_4 + 0.389X_5 + 0.062X_6 + 0.046X_7 - 0.130X_8 + 0.168X_9 + 0.045X_{10} - 0.14X_{11} - 0.2X_{12} + 0.050X_{13} \quad (4)$$

$$F_4 = 0.022X_1 + 0.135X_2 + 0.067X_3 - 0.369X_4 - 0.275X_5 + 0.462X_6 + 0.329X_7 + 0.218X_8 + 0.028X_9 + 0.155X_{10} - 0.095X_{11} + 0.352X_{12} + 0.145X_{13} \quad (5)$$

$$F_5 = 0.330X_1 - 0.027X_2 - 0.218X_3 - 0.104X_4 + 0.039X_5 - 0.113X_6 + 0.047X_7 + 0.580X_8 + 0.476X_9 - 0.089X_{10} - 0.168X_{11} - 0.275X_{12} - 0.170X_{13} \quad (6)$$

式中, $F_i$ 为第*i*个主成分得分; $X_i$ 为第*i*个指标的标准化值。

最后,根据各主成分关于指标的线性表达式代入标准化

后的指标值,得出各主成分的值,并以每个主成分的方差贡献率为权数,构造综合得分函数,公式如下:

$$F = \sum_i R_i F_i \quad (7)$$

式中, $F$ 为土地生态安全评价综合得分; $R_i$ 为各主成分的方差贡献率。

利用公式(7)计算得到各地级市的主成分得分并按照土地生态安全综合值进行排序(表6)。

**2.2 评价结果分析** 从人口压力主成分得分排名来看,伊春、佳木斯、黑河排在前3位,其次是双鸭山、牡丹江、鹤岗,这6个地市人口压力主成分得分为正,大于人口压力主成分的平均值,表明这6个地市人口压力相对较小。而绥化、大庆、哈尔滨得分为负数且最低,表明人口压力较大,应实施适当的人口政策,使人口增长与经济发展相适应。

从就业压力主成分得分来看,牡丹江、黑河排名最高,就业压力较小,而鹤岗、七台河、大庆、伊春就业压力主成分得分为负,低于各地市就业压力主成分得分的平均值,就业压力较大。鹤岗、七台河、大庆都属于资源型城市,可充分发挥资源优势,对煤炭、石油等资源进行深加工,进行产业转型,为社会提供更多工作岗位减少就业压力。

经济推动主成分得分排名中,大庆、牡丹江分别位居前2位,表明大庆、牡丹江经济发展对土地生态安全带动力较大;而七台河、绥化位居后2位,土地生态安全的经济推动力较小,应

发展高新技术产业,调整经济结构,在逐步提高国民生产总值的同时大力实施惠民政策,提高农村居民人均纯收入。

表 6 黑龙江省土地生态安全评价综合得分与排名

| 地级市  | 人口压力<br>主成分 $F_1$ | 就业压力<br>主成分 $F_2$ | 经济推动<br>主成分 $F_3$ | 生态环境<br>主成分 $F_4$ | 土地质量<br>主成分 $F_5$ | 土地生态安全<br>综合值 $F$ | 排名 |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----|
| 牡丹江  | 0.45              | 1.649             | 1.172             | -0.648            | 0.714             | 0.540             | 1  |
| 黑河   | 0.83              | 0.911             | 0.218             | 1.138             | -0.775            | 0.530             | 2  |
| 佳木斯  | 0.96              | 0.540             | -0.374            | -0.397            | -1.930            | 0.230             | 3  |
| 鸡西   | 0.56              | 0.360             | 0.739             | -1.291            | 0.622             | 0.193             | 4  |
| 伊春   | 1.55              | -1.659            | -0.697            | 0.388             | 0.648             | 0.185             | 5  |
| 双鸭山  | 0.47              | -0.235            | 0.030             | 1.023             | -0.362            | 0.163             | 6  |
| 绥化   | -1.07             | 0.619             | -1.036            | 1.714             | 0.882             | 0.054             | 7  |
| 鹤岗   | 0.43              | -0.849            | 0.203             | -0.363            | 1.631             | 0.036             | 8  |
| 齐齐哈尔 | -0.68             | 0.543             | -0.843            | 0.106             | -0.014            | -0.074            | 9  |
| 哈尔滨  | -1.49             | 0.380             | -0.336            | -0.778            | 0.390             | -0.425            | 10 |
| 七台河  | -0.71             | -0.872            | -1.278            | -1.492            | -0.944            | -0.665            | 11 |
| 大庆   | -1.31             | -1.386            | 2.201             | 0.601             | -0.863            | -0.768            | 12 |

在生态环境主成分得分排序中绥化、黑河、双鸭山得分较高,表明生态环境保护状况相对较好,而鸡西、七台河则排名靠后,表明生态环境保护状况较差。作为煤炭资源型城市的鸡西、七台河,由于资源开采对环境造成影响较大,需要加强生态环境治理力度,提高污水集中处理水平,促进经济生态同步,同时还应借鉴同为煤炭资源型城市——双鸭山市的环境保护与治理经验,从而提高生态效益。

鹤岗在土地质量主成分得分排名中最高,在一定程度上反映了该区域土地质量相对较好,佳木斯、七台河、大庆、黑河得分排名较低,土地质量相对较差,需要采取措施,加强林地保护,防止水土流失,通过土地整理提高土地质量,减少并防治土地污染。

3 结论

土地生态安全综合得分排序显示,黑龙江省各地级市土地生态安全由强到弱依次是牡丹江、黑河、佳木斯、鸡西、伊春、双鸭山、绥化、鹤岗、齐齐哈尔、哈尔滨、七台河、大庆。在 12 个地级市中有 8 个地市得分结果为正数,有 4 个地市得分结果为负数,表明有 1/3 的城市土地生态安全在全省平均水平之下。从综合得分来看,2013 年黑龙江省各个地级市的土地生态安全程度空间差异明显,应充分发挥有利于土地生态安全的地域优势,以保证土地生态能够处于相对安全的状态。

参考文献

[1] 谢正峰. 中国“土地生态安全”与“土地生态风险”研究比较[J]. 云南地理环境研究,2012,24(5):12-18.

[2] 徐丽,张立亭. 基于土地生态安全评价的研究[J]. 河北农业科学,2010,14(12):88-90.

[3] BOUMA J. Land quality indicators of sustainable land management across scales[J]. Agriculture, ecosystems & environment,2002,88(2):129-136.

[4] WALTER C,STÜTZEL H. A new method for assessing the sustainability of land-use systems (II): Evaluating impact indicators[J]. Ecological economics,2009,68(5):1288-1300.

[5] SHEPHERD K D,SHEPHERD G,WALSH M G. Land health surveillance

and response: A framework for evidence-informed land management[J]. Agricultural systems,2015,132:93-106.

[6] REIDSMA P,KÖNIG H,FENG S,et al. Methods and tools for integrated assessment of land use policies on sustainable development in developing countries[J]. Land use policy,2011,28(3):604-617.

[7] 朱健,韩会庆,张朝琼,等. 2000 年与 2010 年贵州省土地生态安全水平比较[J]. 贵州农业科学,2014,42(5):228-231.

[8] 张小虎,牛海鹏,郭增长. 基于三角模型的城市土地生态安全区域差异分析:以河南省为例[J]. 自然灾害学报,2014(2):21-30.

[9] 吴涛,任平. 基于物元模型的四川省土地生态安全评价[J]. 河南农业科学,2014(6):53-58.

[10] 张清军,鲁俊娜. 河北省土地资源生态安全评价分区研究[J]. 贵州农业科学,2010(9):229-232.

[11] 黄海,刘长城,陈春. 基于生态足迹的土地生态安全评价研究[J]. 水土保持研究,2013,20(1):193-196,201.

[12] 马志昂,盖艾鸿,程久苗. 基于 BP 人工神经网络的区域土地生态安全评价研究:以安徽省为例[J]. 中国农学通报,2014(23):289-295.

[13] 惠志昊,杨锦伟,王冠波. 河南省煤炭资源型城市土地生态承载力的评价研究[J]. 安徽农业科学,2014,42(24):8383-8385.

[14] 马彩虹. 陕西黄土台塬区土地生态风险时空差异性评价[J]. 水土保持研究,2014(5):216-220.

[15] 田光进,肖琳. 天津市土地利用生态风险评价[J]. 生态学杂志,2014(2):469-476.

[16] 吴剑,陈鹏,文超祥,等. 基于探索性空间数据分析的海坛岛土地利用生态风险评价[J]. 应用生态学报,2014(7):2056-2062.

[17] 崔登攀,宋戈. 黑龙江省煤炭城市土地生态效益评价研究:以鹤岗市为例[J]. 水土保持研究,2010,17(5):114-117.

[18] 孙奇奇,宋戈,齐美玲. 基于主成分分析的哈尔滨市土地生态安全评价[J]. 水土保持研究,2012,19(1):234-238.

[19] 曾光建,陶军德,关国锋,等. 黑龙江省鸡西市土地生态安全评价研究[J]. 国土资源科技管理,2010(3):39-43.

[20] 张小虎,雷国平,袁磊,等. 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.

[21] 李玉清,宋戈,王越,等. 基于能值分析的哈尔滨所辖市县土地资源生态安全评价[J]. 水土保持研究,2014(3):267-272.

[22] 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.

[23] 梅艳,雍新琴,舒帮荣,等. 基于信息熵与未确知测度理论的土地生态安全评价:以江苏省为例[J]. 江苏农业科学,2013(10):297-300,301.

[24] 吴开亚. 主成分投影法在区域生态安全评价中的应用[J]. 中国软科学,2003(9):123-126.

[25] 张清军,鲁俊娜,程从勉. 区域土地资源生态安全评价:以石家庄市为例[J]. 湖北农业科学,2011,50(6):1122-1127.