

# 基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用评价\*

袁磊<sup>1</sup>, 雷国平<sup>1</sup>, 张小虎<sup>2</sup>

(1. 东北农业大学 资源与环境学院, 哈尔滨 150030; 2. 河南理工大学 测绘与国土信息工程学院, 河南 焦作 454000)

**摘要:** 循环经济理念的提出无疑对土地资源的可持续利用起到一定的导向作用, 以循环经济理念为基础构建黑龙江省土地可持续利用评价体系, 采用物元可拓模型对黑龙江省 1996 - 2007 年间土地可持续利用情况进行定量评价。评价结果显示, 1996 - 2007 年间黑龙江省土地可持续利用程度始终保持在基本可持续的水平, 为进一步了解 1996 - 2007 年间黑龙江省土地可持续利用的变化情况, 在物元评价的基础上, 选择 1996 年指标数值为参照, 对 1996 - 2007 年黑龙江省土地可持续利用情况进行综合评价, 并对因子贡献率、协调度和障碍因素进行考察分析, 结果表明, 黑龙江省土地可持续利用程度逐年提高, 特别是土地资源投入减量化方面提高幅度较大, 但制约黑龙江省土地可持续利用水平也主要是土地资源投入减量化。可见黑龙江省虽然在土地资源投入减量化方面取得一定的进步, 但其整体水平还相对较低, 有待进一步提高。最后在对评价结果进行综合分析的基础上, 从基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用战略、调控机制的研究制定等方面提出了相关的对策建议。

**关键词:** 循环经济; 土地可持续利用; 物元; 黑龙江省

中图分类号: F323. 211; F301. 24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)01-0127-07

## Land Sustainable Use Assessment Based on Circular Economy Concept in Heilongjiang Province

YUAN Lei<sup>1</sup>, LEI Guo-ping<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-hu<sup>2</sup>

(1. College of Resource and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China; 2. School of Surveying and Land Information Engineering, He'nan Polytechnic University, Jiaozuo, He'nan 454000, China)

**Abstract:** Undoubtedly the appearance of circular economical concept plays certain guidance function to land sustainable use. Based on circular economical concept designs the assessment system of land sustainable use in Heilongjiang province and then adopts matter-element extension method to quantitatively analyzing land sustainable use condition in Heilongjiang province from 1996 to 2007. The assessment results displays that land sustainable use degree throughout maintains at the basic sustainable level in Heilongjiang province from 1996 to 2007. In order to further understand land sustainable use transformation situation in Heilongjiang province from 1996 to 2007, in the base of matter-element assessment, the paper takes index value of 1996 as reference to synthetically evaluate land sustainable use condition in Heilongjiang province from 1996 to 2007 and then inspects and analyzes the real contribution rate, harmonious degree and barriers factors, the results indicate that land sustainable use degree is enhancement year by year and in particular the level of land resource reduction has the larger increases in input, but the main restriction factor of land sustainable use level in Heilongjiang province is also land resource reduction in input. It is obvious that although land sustainable use level makes certain progress in the land resource reduction in input in Heilongjiang province, the whole level is relatively low and then further enhancing in future. Finally on the foundation of synthetical analysis to assessment results, correlative countermeasure and suggestion are brought forward from researching and constituting the stratagem and regulation control mechanism of land sustainable use.

**Key words:** circular economy; land sustainable use; matter-element method; Heilongjiang Province

\* 收稿日期: 2009-07-14

基金项目: 黑龙江省寒地黑土利用与保护重点实验室项目; 东北农业大学“寒地黑土保护及黑土资源可持续利用技术”创新团队项目  
作者简介: 袁磊(1980-), 男, 黑龙江齐齐哈尔人, 博士研究生, 从事土地规划、土地利用与政策研究。E-mail: eric\_ystone@163.com

根据德国乌柏研究所(Wuppertal Institute)前主席,魏兹舍克提出的四倍数效应,若不改善技术,全球有限资源 50 a 内将以每年 2.8% 的速度下降,所以资源生产力必须在 50 a 内提高四倍才能满足社会经济的发展需要。对中国而言,根据国家计划生育委员会的预测,2050 年我国人口可达 15.30 亿,约是 2000 年的 1.2 倍,未来 50 a 我国的人均 GDP 增长率大致为 3% 或 4.5%,换言之,50 年内我国人均 GDP 增长 4 倍或 9 倍,根据 IPAT 公式,若我国人均 GDP 增长 4 倍,资源消耗量应降为 2000 年的 1/5,如果我国人均 GDP 增长 9 倍,资源消耗量应降为 2000 年的 1/11<sup>[1]</sup>,可见资源高效利用的严峻性与紧迫性。而循环经济强调保护环境和经济发展的内在统一以及促进经济增长方式的根本转变,致力于经济、社会、环境的和谐发展,土地资源是社会可持续发展的重要物质基础,对于土地资源的可持续利用而言,循环经济是实现 21 世纪我国土地资源可持续利用的战略选择,对土地可持续利用具有一定的导向作用<sup>[2]</sup>。

## 1 研究区概况

黑龙江省位于中国东北边陲,东经 121°11' - 135°05',北纬 43°25' - 53°33',是我国位置最东、纬度最高的省份。北部、东部以黑龙江、乌苏里江为界,与俄罗斯相望;西部与内蒙古自治区毗邻;南部与吉林省接壤。东西相距 930 km,横跨 14 个经度。全省年平均气温在 -5 ~ 10 °C,积温 1 800 ~ 2 800 °C,全省无霜冻期介于 100 ~ 150 d。初霜冻全省大部地区出现在 9 月下旬,终霜冻在 4 月下旬至 5 月上旬。全省平均年降水量在 400 ~ 650 mm。丘陵山地海拔在 300 ~ 1 780 m,约占全省总面积的 70%,平原海拔在 50 ~ 250 m,约占全省面积的 30%。山地和平原的分布,构成了黑龙江省西北部、北部和东南部高,东北部、西南部低的地势<sup>[3-4]</sup>。

## 2 评价指标体系构建及说明

### 2.1 评价指标体系构建

基于循环经济理念的土地可持续利用评价是土地领域循环经济发展的反映,通过循环经济理念的引入来刻画土地的可持续利用程度,是土地可持续利用的新发展,将土地利用与生态经济发展紧密结合,为土地可持续利用带来新的转折点,所以从社会经济发展、土地资源投入减量化、土地污染废弃物排放、土地资源再利用和土地资源安全保障 5 方面来构建评价指标体系<sup>[5]</sup>,具体见表 1。

### 2.2 部分评价指标说明

在评价指标体系中,投资经济增长系数为一段时期内(本文时间间距为 5 a) GDP 变化量与固定资产投资变化量的比值,反映一定时期内某一地区固定资产投资对经济的拉动程度;单位生产用地 GDP 产值为 GDP 与生产性用地面积的比值,在此生产性用地为农地和建设用地(未计农村居民点和特殊用地)的总和,这一指标反映单位生产性用地的经济产出;建设用地减量趋势为一段时期内建设用地变化量与 GDP 变化量的比值,以反映建设用地集约化水平,本文建设用地变化量为每三年的平均值,GDP 变化量为每年变化量;城市房屋建筑面积覆盖率为一段时期内(本文一年)城市年末实有房屋建筑面积与当年城市建设用地总面积的比值,以间接反映城市用地的集约水平;耕地补充指数为每年补充耕地量与减少耕地量的比值;房屋建筑施工面积与新增城镇建设用地比为每年房屋建筑施工面积与新增城镇建设用地面积的比值,以间接反映城镇土地再利用情况,其中年新增城镇建设用地面积为每三年的平均值。

### 2.3 评价等级的确定

土地可持续利用评价方面的文献较多,但基于循环经济理念的土地可持续利用评价方面可参考的文献相对较少,而且需要因地制宜,研究的空间尺度不同,其评价标准也应有所不同,在此方面目前还没有过多的研究成果,对评价指标的筛选,评价标准的制定都没有统一的标准,因此,本文采用的评价标准主要参考以下几方面:(1)国家、地方、行业或国际标准;(2)国际或国内公认值;(3)国内外同类或相关评价时通常采用的标准,国际或国内平均值及区域各种相关规划、计划的目标值<sup>[6-7]</sup>;(4)区域性环境背景基准;(5)科学研究的判定标准;(6)专家经验值。特别是对于一些不常见的评价指标值,本文都是以全国平均水平作为参考划定评价标准,综上所述结合黑龙江土地利用和社会经济发展的实际,将其划分为五级:Ⅰ级代表强可持续、Ⅱ级代表中可持续、Ⅲ级代表基本可持续、Ⅳ级代表临界可持续、Ⅴ级代表不可持续。

## 3 评价方法简介及权重的确定

### 3.1 评价方法简介

本文选择物元方法对基于循环经济理念的黑龙江省土地可持续利用情况进行评价,物元方法的基本理念是给定事物的名称  $N$ ,它关于特征  $c$  的量值  $v$ ,以有序三元  $R = (N, c, v)$  组作为描述事物的基本元,简称物元。事物名称  $N$ 、特征  $c$  和量值  $v$  称为物

元三要素。若事物  $N$  有多个特征,它以  $n$  个特征  $C_1, C_2, \dots, C_n$  和相应得量值  $v_1, v_2, \dots, v_n$  描述,在此基础上合理的确定物元的经典域、节域和评价指标的权重,就可计算关联度得出评价结果<sup>[8]</sup>。

表 1 基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用评价指标及分级标准

| 准则层  | 指标层   | 权重     |       |       |       |        |        |  |
|--|---|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--|
| B <sub>1</sub> 社会<br>经济发展<br>(0.1733)          | X <sub>1</sub> 人均 GDP(元/人)                              | 0.0221 | 50000 | 25000 | 15000 | 4000   | 2000   |  |
|  | X <sub>2</sub> 人均可支配收入(元/人)                             | 0.0218 | 25000 | 12000 | 6000  | 2000   | 1000   |  |
|  | X <sub>3</sub> 城镇恩格尔系数/ %                               | 0.0208 | 12    | 25    | 40    | 60     | 70     |  |
|  | X <sub>4</sub> 投资经济增长系数/ %                              | 0.0216 | 6     | 3.6   | 1.2   | 0.6    | 0.3    |  |
|  | X <sub>5</sub> 单位生产用地 GDP 产值/(万元·km <sup>-2</sup> )     | 0.0221 | 800   | 400   | 100   | 40     | 10     |  |
|  | X <sub>6</sub> 单位生产用地财政收入/(万元·km <sup>-2</sup> )        | 0.0218 | 200   | 80    | 20    | 8      | 2      |  |
|  | X <sub>7</sub> 单位建设用地建筑施工产值/(万元·km <sup>-2</sup> )      | 0.0219 | 7000  | 3500  | 700   | 150    | 50     |  |
|  | X <sub>8</sub> 单位农业产值/(元·hm <sup>-2</sup> )             | 0.0212 | 30000 | 20000 | 6000  | 3000   | 1000   |  |
| B <sub>2</sub> 土地<br>资源投入减<br>量化(0.2208)       | X <sub>9</sub> 单位工矿用地一次能源产量/(万 t·km <sup>-2</sup> )     | 0.0306 | 30    | 15    | 5     | 2      | 1      |  |
|  | X <sub>10</sub> 单位建设用地固定资产投资/(万元·km <sup>-2</sup> )     | 0.0322 | 9000  | 4500  | 1500  | 500    | 100    |  |
|  | X <sub>11</sub> 建设用地减量趋势                                | 0.0326 | 0.02  | 0.05  | 0.2   | 0.8    | 2      |  |
|  | X <sub>12</sub> 城市房屋建筑面积覆盖率                             | 0.0311 | 1.6   | 0.8   | 0.4   | 0.2    | 0.1    |  |
|  | X <sub>13</sub> 单位城镇建设用地第三产业产值(万元/km <sup>2</sup> )     | 0.0318 | 50000 | 30000 | 6000  | 2000   | 1000   |  |
|  | X <sub>14</sub> 单位城镇工矿用地工业产值/(万元·km <sup>-2</sup> )     | 0.0320 | 60000 | 40000 | 7000  | 3000   | 1500   |  |
|  | X <sub>15</sub> 单位耕地化肥施用量/(kg·hm <sup>-2</sup> )        | 0.0305 | 75    | 150   | 300   | 600    | 800    |  |
| B <sub>3</sub> 土地污染<br>废弃物减<br>量排放<br>(0.2006) | X <sub>16</sub> 单位土地面积工业废水排放量/(t·km <sup>-2</sup> )     | 0.0293 | 600   | 3000  | 20000 | 100000 | 600000 |  |
|  | X <sub>17</sub> 单位土地面积二氧化硫排放量/(t·km <sup>-2</sup> )     | 0.0292 | 0.2   | 1     | 5     | 30     | 200    |  |
|  | X <sub>18</sub> 单位土地面积工业烟尘排放量/(t·km <sup>-2</sup> )     | 0.0283 | 0.2   | 1     | 5     | 30     | 200    |  |
|  | X <sub>19</sub> 单位土地面积工业粉尘排放量/(t·km <sup>-2</sup> )     | 0.0283 | 0.2   | 1     | 5     | 30     | 200    |  |
|  | X <sub>20</sub> 单位土地面积工业固体废物未利用量/(t·km <sup>-2</sup> )  | 0.0288 | 10    | 40    | 150   | 600    | 1000   |  |
|  | X <sub>21</sub> 单位城市土地面积垃圾清运量/(t·km <sup>-2</sup> )     | 0.0282 | 10    | 40    | 150   | 600    | 1000   |  |
|  | X <sub>22</sub> 单位耕地农药使用量/(kg·hm <sup>-2</sup> )        | 0.0285 | 0.7   | 2     | 5     | 10     | 20     |  |
| B <sub>4</sub> 土地资源<br>再利用<br>(0.2190)         | X <sub>23</sub> 耕地补充指数/ %                               | 0.0324 | 90    | 60    | 30    | 10     | 5      |  |
|  | X <sub>24</sub> 单位城镇用地全社会消费品零售总额/(万元·km <sup>-2</sup> ) | 0.0314 | 50000 | 30000 | 8000  | 2000   | 1000   |  |
|  | X <sub>25</sub> 房屋建筑施工面积与新增城镇建设用地比                      | 0.0323 | 8     | 5     | 2     | 0.4    | 0.2    |  |
|  | X <sub>26</sub> 人均房屋建筑面积(m <sup>2</sup> /人)             | 0.0312 | 45    | 35    | 25    | 10     | 5      |  |
|  | X <sub>27</sub> 除涝治理率/ %                                | 0.0305 | 90    | 70    | 50    | 20     | 10     |  |
|  | X <sub>28</sub> 水土流失治理率/ %                              | 0.0309 | 80    | 50    | 25    | 10     | 5      |  |
|  | X <sub>29</sub> 耕地盐碱化治理率/ %                             | 0.0304 | 80    | 50    | 25    | 10     | 5      |  |
| B <sub>5</sub> 土地资源<br>安全保障<br>(0.1863)        | X <sub>30</sub> 人均耕地面积(hm <sup>2</sup> /人)              | 0.0208 | 0.4   | 0.25  | 0.15  | 0.07   | 0.03   |  |
|  | X <sub>31</sub> 人口密度/(人·km <sup>-2</sup> )              | 0.0205 | 70    | 150   | 300   | 800    | 1500   |  |
|  | X <sub>32</sub> 森林覆盖率/ %                                | 0.0205 | 60    | 40    | 20    | 10     | 5      |  |
|  | X <sub>33</sub> 粮食单产/(kg·hm <sup>-2</sup> )             | 0.0206 | 9000  | 6000  | 3000  | 2000   | 1000   |  |
|  | X <sub>34</sub> 耕地有效灌溉面积比例/ %                           | 0.0208 | 80    | 40    | 20    | 10     | 5      |  |
|  | X <sub>35</sub> 自然保护区比例/ %                              | 0.0209 | 30    | 15    | 5     | 2      | 1      |  |
|  | X <sub>36</sub> 城市人均绿地面积(m <sup>2</sup> /人)             | 0.0207 | 15    | 10    | 5     | 3      | 1      |  |
|  | X <sub>37</sub> 工业污染治理投资占 GDP 的比重/ %                    | 0.0208 | 1     | 0.6   | 0.15  | 0.04   | 0.02   |  |
|  | X <sub>38</sub> 工矿用地占建设用地比重/ %                          | 0.0206 | 3     | 5     | 8     | 15     | 20     |  |

注:工矿用地及城镇用地指工矿和城镇建设用地,固定资产投资剔出了农林牧渔业投资。数据来源:1996 - 2007 黑龙江省土地变更调查数据,黑龙江统计年鉴,中国统计年鉴。

### 3.2 评价指标的标准化

本文选用极值标准化的方法对指标进行标准化处理,极值标准化需要找出指标的最大值和最小值,

而直接用最大值和最小值做分母或分子,其计算方式根据指标类型,等级排序等不同而不同,由于所选指标中有些指标数值较高,在这在标准制定时应本

着最高标准不封顶的原则,所以本文在物元评价中选择标准化的方式如下:

$$\begin{aligned} \text{对于正向指标: } a_j &= \frac{a_{\min}}{a_{ij}} \\ \text{对于负向指标: } a_j &= \frac{a_{ij}}{a_{\max}} \end{aligned} \quad (1)$$

式中:  $a_j$  ——标准化后某一指标值;  $a_{\max}$  ——标准化前某一指标的最大值;  $a_{\min}$  ——标准化前某一指标的最小值。在本文指标体系中,  $X_3, X_{11}, X_{15}, \dots, X_{22}, X_{31}, X_{38}$  为负向指标。

### 3.3 权重的确定

本文主要采用主观权重与客观权重相结合的方法,采用层次分析和熵权方法来确定权重,并以层次分析法为主,用熵权确定的权重对其加以修正,在层次分析法确定权重的过程中,为减少最大权重与最小权重之间的差距,将赋值修正为 1, 1.3, 1.5, 1.7, 1.9, 中间状态为 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 得到准则层权重按社会经济发展、土地资源投入减量化、土地污染废弃物减量排放、土地资源再利用和土地资源安全保障依次为 0.169 4, 0.221 6, 0.202 5, 0.221 6 和 0.185 0; 层内权重采用均分法得到,最后得到各指标的最终权重;然后采用加权系数法用熵权得到的权重值对其进行修正,二者的分配系数为层次分析法为 0.95,熵权为 0.05,最后根据实际经验对二者

结果作进一步的微调得到最终权重值,将准则层内各指标的权重值加总得到准则层最终权重值,具体见表 1。

## 4 土地可持续利用评价

### 4.1 评价结果分析

由经典域和节域的计算公式可得经典域和节域物元矩阵。

$$\begin{aligned} R_{01} &= \begin{pmatrix} I & x_1 & <0, 0.04> \\ & x_2 & <0, 0.04> \\ & \dots & \dots \\ & x_{38} & <0, 0.15> \end{pmatrix} \\ R_{05} &= \begin{pmatrix} V & x_1 & <0.5, 1> \\ & x_2 & <0.5, 1> \\ & \dots & \dots \\ & x_{38} & <0.75, 1> \end{pmatrix} \\ R_p &= \begin{pmatrix} I - V & x_1 & <0.1> \\ & x_2 & <0.1> \\ & \dots & \dots \\ & x_{38} & <0.1> \end{pmatrix} \end{aligned}$$

根据得到的经典域和节域物元矩阵计算各指标的关联度,再与各指标权重的加权汇总最终得到综合关联度,结果见表 2。

表 2 1996 - 2007 年物元评价结果

| 级别 | 1996   | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|    | - 0.40 | - 0.39 | - 0.39 | - 0.37 | - 0.38 | - 0.37 | - 0.37 | - 0.38 | - 0.36 | - 0.34 | - 0.34 | - 0.34 |
|    | - 0.20 | - 0.18 | - 0.19 | - 0.19 | - 0.18 | - 0.18 | - 0.18 | - 0.18 | - 0.14 | - 0.16 | - 0.15 | - 0.14 |
|    | - 0.16 | - 0.14 | - 0.14 | - 0.15 | - 0.10 | - 0.09 | - 0.03 | 0.00   | 0.04   | 0.04   | 0.06   | 0.09   |
|    | - 0.17 | - 0.17 | - 0.22 | - 0.21 | - 0.24 | - 0.26 | - 0.27 | - 0.28 | - 0.35 | - 0.39 | - 0.42 | - 0.45 |
|    | - 0.60 | - 0.61 | - 0.60 | - 0.64 | - 0.67 | - 0.69 | - 0.70 | - 0.69 | - 0.74 | - 0.75 | - 0.76 | - 0.78 |

由表 2 可知,1996 - 2007 年间,基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用评价结果都在 级基本可持续等级水平,而且是逐渐向着有利于土地可持续利用方面转变的,为了更好地说明 1996 - 2007 年间,基于循环经济理念的黑龙江省土地可持续利用的变化情况,以 1996 年的各项指标作为参照值,同样采取极值标准化法,但正负向指标标准化的方式与物元正好相反,但指标含义不变。

$$\begin{aligned} \text{对于正向指标: } a_j &= \frac{a_{ij}}{a_{1996}} \\ \text{对于负向指标: } a_j &= \frac{a_{1996}}{a_{ij}} \end{aligned} \quad (2)$$

同样采用表 1 中的权重,计算得到 1996 - 2007 各年的土地可持续利用综合指数见表 3。

由图 1 和图 2 可知,1996 - 2007 年间,基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用水平是逐年提高的,特别是 2004 年和 2005 年两年提高的幅度较大,主要是由于这两年的土地资源投入减量化水平有大幅的提高。总体来看,1996 - 2007 年间,社会经济发展水平逐年提高,土地资源投入减量化和土地再利用水平虽有小幅波动,但总体上有较大幅度的提高,而土地污染废弃物减量排放和土地资源安全保障水平总体上变化不大。可见黑龙江省土地资源丰度较高,土地资源的安全保障水平较好,同时由于黑龙江省土地面积较大,所以地均污染废弃物的排放量较小,其地均污染废弃物的变化幅度也不大,但随着逐年污染废弃物排放量的增加,特别是农药使用量的增加,造成土地承载污染废弃物的压力加大。

表 3 以 1996 年为参照的评价结果

| 项目          | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 社会经济发展      | 17.3  | 18.5  | 18.9  | 19.5  | 20.7  | 22.1  | 23.8  | 26.3  | 29.8  | 33.0  | 37.1  | 42.0  |
| 土地资源投入减量化   | 22.1  | 22.2  | 21.9  | 23.6  | 30.6  | 31.2  | 33.0  | 39.8  | 49.9  | 62.8  | 65.6  | 77.1  |
| 土地污染废弃物减量排放 | 20.1  | 20.5  | 21.1  | 22.8  | 23.9  | 24.0  | 24.9  | 22.3  | 22.6  | 20.9  | 19.8  | 20.3  |
| 土地资源再利用     | 21.9  | 23.1  | 26.9  | 32.2  | 30.6  | 36.3  | 33.8  | 33.8  | 41.2  | 53.6  | 56.1  | 55.5  |
| 土地资源安全保障    | 18.6  | 19.8  | 19.8  | 20.1  | 21.7  | 21.7  | 23.6  | 20.1  | 21.2  | 21.4  | 22.6  | 24.3  |
| 综合指数        | 100.0 | 104.1 | 108.7 | 118.1 | 127.5 | 135.4 | 139.0 | 142.2 | 164.6 | 191.8 | 201.2 | 219.3 |

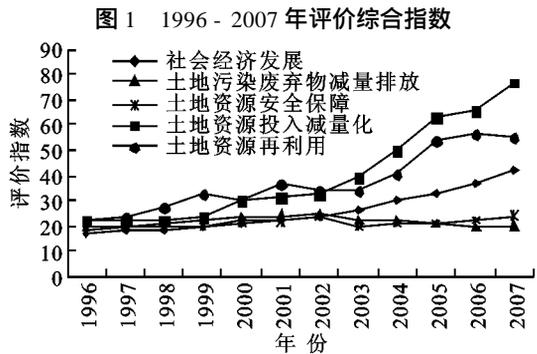
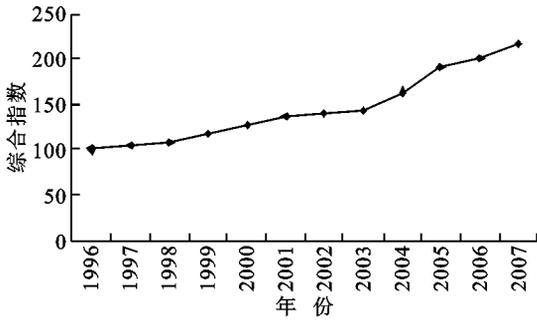


图 2 1996 - 2007 年准则层评价指数

4.2 因素贡献水平及协调度分析

为了进一步说明社会经济发展、土地资源投入减量化、土地污染废弃物减量排放、土地资源再利用和土地资源安全保障这 5 方面对总体目标的贡献程

度,需要设计一个因素真实贡献率,同时为了进一步说明黑龙江省基于循环经济理念下土地可持续利用水平的均衡性,还需计算 5 个准则指标的协调度,因素贡献率及协调度计算公式可定义为

$$RC_{ij} = \frac{D_i}{W_j} \quad PCP_{ij} = \frac{RC_{ij}}{\sum_{j=1}^5 RC_{ij}} \times 100\%$$

$$T_i = 1 - \frac{\sum_{j=1}^5 (X_{ij} - X_i)^2}{K - 1} \times X_i$$

式中:  $RCP_{ij}$  ——第  $i$  年第  $j$  个准则层指标的因素真实贡献百分比;  $RC_{ij}$  ——第  $i$  年第  $j$  个准则层指标的因素真实贡献率;  $M_{ij}$  ——第  $i$  年第  $j$  个准则层指标的得分值;  $D_i$  ——第  $i$  年基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用综合评价指数;  $W_j$  ——第  $j$  个准则层指标的权重;  $T_i$  ——第  $i$  年土地可持续利用协调度;  $X_{ij}$  ——第  $i$  年第  $j$  个准则层指标的得分值;  $X_i$  ——第  $i$  年基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用五个准则层指标的平均得分;  $K$  ——准则层指标个数。

表 4 1997 - 2007 年因素真实贡献率及协调度

| 项目          | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 社会经济发展      | 9.2  | 9.0  | 8.6  | 8.4  | 8.5  | 8.9  | 9.6  | 9.4  | 8.9  | 9.6  | 9.9  |
| 土地资源投入减量化   | 7.3  | 6.9  | 6.9  | 8.2  | 7.9  | 8.1  | 9.6  | 10.4 | 11.3 | 11.2 | 12.1 |
| 土地污染废弃物减量排放 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 10.9 | 10.3 | 10.4 | 9.1  | 8.0  | 6.3  | 5.7  | 5.4  |
| 土地资源再利用     | 7.9  | 8.9  | 9.8  | 8.6  | 9.6  | 8.7  | 8.5  | 9.0  | 10.0 | 10.0 | 9.1  |
| 土地资源安全保障    | 11.5 | 11.1 | 10.3 | 10.3 | 9.7  | 10.3 | 8.6  | 7.8  | 6.8  | 6.8  | 6.7  |
| 协调度         | 91.1 | 85.6 | 78.4 | 81.1 | 76.3 | 81.7 | 71.1 | 62.4 | 50.4 | 49.8 | 46.8 |

由表 4 可知,1997 - 2007 年,社会经济发展和土地资源再利用的因素贡献率基本保持稳定,而土地污染废弃物减量排放和土地资源安全保障的因素贡献率趋于下降,同时土地资源投入减量化的贡献率大幅提高,可见 1997 - 2007 年,黑龙江省土地资源投入减量化水平有明显的提高,这主要是建设用地的盲目扩张得到一定遏制的结果。同时 1997 -

2007 年土地可持续利用的协调度逐年下降,主要是由于土地污染废弃物减量排放和土地资源安全保障变化幅度不大,而土地资源投入减量化、土地资源再利用和社会经济发展都有不同程度的提高造成整体协调度的下降,这与土地利用的实际情况也是相符的。对于一个省域范围,从短期来看土地污染废弃物减量排放和土地资源安全保障程度是不会有大幅

变化的,特别是黑龙江省土地面积较大,造成单位土地面积的污染废弃物排放的年均变化不大,而土地资源投入减量化和社会经济发展的变化速度是相对较快的,所以造成整体协调度的下降。

### 4.3 障碍因素诊断

障碍度( $M_j$ )表示单项指标对基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用发展水平的影响程度,该指标是基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用障碍诊断的目标和结果,具体计算公式<sup>[9]</sup>如下:

$$M_i = (1 - X_i) \times \frac{R_i \times W_i}{\sum_{j=i} (1 - X_j) \times R_j \times W_j} \times 100\% \quad (3)$$

表 5 2007 年主要障碍因素排序

| 次序     | 1               | 2               | 3               | 4               | 5               | 6               | 7               | 8               | 9               | 10             |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 障碍因素   | X <sub>10</sub> | X <sub>24</sub> | X <sub>13</sub> | X <sub>22</sub> | X <sub>17</sub> | X <sub>21</sub> | X <sub>14</sub> | X <sub>18</sub> | X <sub>12</sub> | X <sub>9</sub> |
| 障碍度/ % | 4.39            | 4.26            | 4.25            | 4.24            | 3.99            | 3.94            | 3.89            | 3.83            | 3.66            | 3.43           |

表 6 2007 年准则层障碍因素排序

| 次序     | 1              | 2              | 3              | 4              | 5              |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 障碍因素   | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>1</sub> | B <sub>5</sub> | B <sub>4</sub> |
| 障碍度/ % | 25.21          | 21.92          | 21.46          | 15.94          | 15.47          |

由表 5 可知,2007 年单指标障碍因素排序在前 10 位的依次为单位建设用地固定资产投资,单位城镇用地全社会消费品零售总额,单位城镇建设用地第三产业产值,单位耕地农药使用量,单位土地面积二氧化硫排放量,单位城市土地面积垃圾清运量,单位城镇工矿用地工业产值,单位土地面积工业烟尘排放量,城市房屋建筑面积覆盖率和单位工矿用地一次能源产量,这些指标主要集中在土地资源投入减量化和土地污染废弃物减量排放方面,这也印证了表 6 中障碍因素的排序。虽然近些年黑龙江省在土地资源投入减量化方面有很大提高,但还处在相对较低的水平,还需要不断加大土地集约利用的力度,做好土地资源的减量化投入,同时加大污染治理力度,不断减少污染物的排放,以缓解土地承载污染废弃物的压力。

## 5 相关对策建议

从以上评价结果和分析来看,1996 - 2007 年,基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用整体处在基本可持续的水平,并不断向着有利于土地可持续发展的方向转变,但由障碍因素分析可见,主要制约黑龙江省土地可持续利用的障碍因素主要集中在土地资源投入减量化和土地污染废弃物减量排放两方面,同时社会经济发展水平也相对较低,土地资源再利用水平的不断提高主要是由于建设用地评价指标和耕地补充指数的不断提高所拉动,而农用地灾害

$$B_j = M_{ji} \quad (4)$$

式中: $R_j$ ——第  $j$  项分类指标的权重; $W_i$ ——第  $j$  项分类指标所属的第  $i$  个单项子目标的权重; $X_i$ ——单项指标的标准化值,其标准化参照值为表 1 中 级强可持续标准值,标准化方式采用公式 (2),通过对单项指标障碍度  $M_i$  的排序,可以确定区域各障碍因素对基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用水平的影响程度。同时,可以求得各分类指标障碍度  $B_j$ ,即各分类指标所属单项指标的障碍度之和。

的治理率相对较低,而且多年变化不大,同时由于黑龙江省土地资源丰度较高,人均耕地和林地面积居全国首位,又是国家主要的粮食主产区,但由于其他因素的干扰,所以土地资源安全保障程度多年稳定在基本可持续利用水平,而单就农用地的丰度来看,黑龙江省土地资源的安全保障程度相对较高,但利用水平还相对较低。所以要从循环经济理念出发,有效提高黑龙江土地可持续利用水平,还需做好以下几方面的工作。

### 5.1 研究制定基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用战略

循环经济作为一个新理念是在 1998 年我国学者考察德国的废弃物管理实践后引入的,2005 年 7 月,国务院正式发布《关于加快发展循环经济的若干意见》,对中国发展循环经济目标、重点领域和管理措施等提出了原则性指导方针,各级政府也已经明确要求用循环经济理念指导编制“十一五”规划和各类专项规划、区域规划和城市总体规划。所以引入循环经济的理念研究黑龙江省土地的可持续利用应首先着眼于基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用战略的研究,从战略学角度出发,在循环经济理念的指导下,从土地的优化配置,土地利用方式的转变,土地规划理念的改变,土地管理体制创新等方面入手深入研究土地可持续利用战略以指导黑龙江土地の利用,以期黑龙江省土地可持续利用水平的不断提高。

### 5.2 深入研究基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用的调控机制

战略是指导实践的方针,但战略的有效实现要借助于一系列行之有效的经济、法律、技术等调控机

制的运行,合理调控措施的制定,有效调控机制的引入是黑龙江土地可持续利用战略实施的有效保障,所以要深入分析研究黑龙江省土地利用的整体情况和各地市土地利用的实际,结合省内各地区社会经济发展水平和条件,在全省统筹的前提下,分阶段、分区域制定基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用的调控措施,引入适合当地的土地可持续利用调控机制,以保障基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用战略的有效实施。

### 5.3 加强土地节约、集约利用的调控

基于循环经济理念的土地可持续利用的一个主要方面就是土地资源投入的减量化,换言之就是要抓好土地的节约、集约利用,力求做到土地资源的少投入而多产出,一方面,对于建设用地,要科学地测算建设用地的需求量,严格控制建设用地规模,防止城市盲目扩张,通过内部挖潜解决一定数量的建设用地需求,从源头上减少新增建设用地的供应量,同时依据建设用地的聚集效应,集中用地布局,一是工业向园区集中,鼓励在工业集中区建立由共生企业群组成的生态工业园区;二是农民住宅向村镇集中,在条件成熟的地方,有计划、有步骤地缩并农村居民点<sup>[10]</sup>。对于农用地,要充分挖掘现有农用地生产潜力,大力改造中低产田,增加农用地的资金、技术投入,广开就业渠道,疏散剩余劳动力,提高农用地的集约经营水平,同时大力推广现代耕作技术、测土配肥、合理用药,走现代循环型农业之路。

### 5.4 加大土地灾害的治理和复垦整理力度

循环经济强调的是资源高效利用,是一种变废为宝的发展理念。从黑龙江省来看,目前存在大量的污染土地、水土流失土地、沙化土地和工矿废弃土地,这些土地的利用潜力很大,但目前的利用效能很小,可以说是土地里面的残疾地,在循环经济理念的导向下,加大黑龙江省土地的整理、复垦力度,采用有效的工程、生物、技术措施,一方面对污染土地、水土流失土地、沙化土地等进行综合整治,不断提高其生产性能和生态功能,另一方面,加大工矿废弃地复垦力度,变废地为可用地,逐步恢复其原有的活力,同时加强耕地、农村居民点等土地的整理,改造中低

产田,不断提高耕地的质量和有效增加耕地的数量,这是黑龙江土地可持续利用的必要保证。

### 5.5 降低污染废弃物的排放

循环经济发展的基本原则就是生态环境的保护,所以基于循环经济理念实现土地可持续利用途径之一就是降低污染废弃物的排放,黑龙江省总体上污染废弃物的排放水平在全国处在较低水平,单位土地面积的污染废弃物的排放就更低一些,但从评价结果来看,黑龙江省单位土地面积的污染废弃物的排放数量有不断上升的趋势,土地承载污染废弃物的压力有不断加大的趋势,所以应加大污染治理力度,通过技术革新,生态工业园区建设等,一方面从源头减少污染废弃物的生产,另一方面对污染废弃物进行有效的处理再利用,以降低污染废弃物的排放,减少土地承载污染废弃物的压力,从内部提高黑龙江土地可持续利用的水平。

### 参考文献:

- [1] 陶在朴[奥地利].生态包袱与生态足迹:可持续发展的重量及面积观念[M].北京:经济科学出版社,2003.
- [2] 石火学.循环经济与福建省土地资源的可持续利用[J].能源与环境,2006(3):18-19.
- [3] 王玉波,雷国平,唐莹,等.统筹黑龙江省土地利用分区与战略对策研究[J].地理与地理信息科学,2008,24(2):61-65.
- [4] 梁学庆,穆会欣.土地资源管理研究[M].哈尔滨:黑龙江人民出版社,2000:254-260.
- [5] 汪友结,吴次芳,罗文斌,等.基于循环经济的城市土地利用评价研究[J].中国土地科学,2008,22(4):25-31.
- [6] 陈志刚,黄贤金.经济发达地区土地资源可持续利用评价研究:以江苏省江阴市为例[J].资源科学,2001,23(3):33-38.
- [7] 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.
- [8] 付强.农业水土资源系统分析与综合评价[M].北京:中国水利水电出版社,2005:350-352.
- [9] 黄贤金.区域循环经济发展评价[M].北京:社会科学文献出版社,2006:90-92.
- [10] 刘冬荣,胡卫星.循环经济:土地利用的新理念[J].国土资源导刊,2005(4):19-21.