

# 基于 AHP 和熵权法的土地利用生态效益研究

闫岩, 雷国平, 谢英楠

(东北农业大学 资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

**摘要:**土地利用生态效益的优劣是人民日常生活和国民经济健康、良性和持续发展的根本保证。从生态条件、生态平衡性、环境质量、环境治理能力等方面,构建土地利用生态效益评价指标体系,采用综合评价法、AHP 法、熵权法对黑龙江省 2000—2011 年的土地利用生态效益及其协调度进行了评价。结果表明:黑龙江省土地利用生态效益值总体呈波动性上升,其中 2006 年和 2008 年出现 2 次波动;哈尔滨市、鹤岗市、佳木斯市、伊春市和绥化市在研究期内土地利用生态效益值增长最快,2011 年其土地利用生态效益值均达到了 0.75 以上;土地利用生态效益协调性状态先升后降,尤其 2004—2006 年全省及城市的协调性皆比较高,且研究期末的协调状态好于研究初期;最后,针对研究结果,提出了加强土地利用生态环境建设的对策建议。

**关键词:**土地利用;生态效益;土地评价;黑龙江省

**中图分类号:**F301.24;X826

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2014)06-0134-06

## Study on Evaluation of Land Use Ecological Efficiency Based on AHP and Entropy Weight Method

YAN Yan, LEI Guo-ping, XIE Ying-nan

(College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** The quality of land use ecological efficiency is fundamental guarantee of people's daily life and healthy sustainable and benign development of national economy. This paper established evaluation indicators for land use ecological efficiency from the aspects of ecological conditions, ecological balance, environmental quality and the ability to control environment. The method of AHP and entropy was used, the weights of each indicator was calculated. A case study in Heilongjiang Province was carried out to analyze the land use efficiency and its evolvement by using the methods of multifactor composite evaluation from 2000 to 2011. Result indicated that the overall level of land use eco-efficiency values rose in volatility, there were fluctuations in 2006 and 2008; the land use eco-efficiency values of Harbin City, Hegang City, Jiamusi City, Yichun City and Suihua City in the study period were the fastest growing, In 2011, the land use eco-efficiency value was above 0.75, the coordination state of eco-efficiency for the period first increased and then decreased, especially the coordination level from 2004 to 2006 of Heilongjiang Province and cities was higher, and the end was higher than the first. Finally, based on the research results, countermeasures and suggestions were put forward for enhancing the construction of ecological environment.

**Key words:** land use; ecological efficiency; land evaluation; Heilongjiang Province

着眼土地利用生态效益,安全、高效利用土地资源,是实现区域可持续发展的必要条件<sup>[1]</sup>。面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势,必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念,把生态文明建设放在突出地位,融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程。土

地利用生态效益核算是根据一定的评价体系和评价因子,对土地利用的生态效益进行分析、计算的过程,它是对土地利用生态效益的量化和评价,并监测土地利用的状态及优劣程度<sup>[2]</sup>。目前,对土地利用生态效益评价大多是建立在生态系统服务价值基础上的测算,也有部分包含在土地利用综合评价中<sup>[3-7]</sup>。本文

收稿日期:2013-12-15

修回日期:2014-01-16

资助项目:国家科技支撑计划项目“东北粮食主产区新农村建设技术集成与示范”(2008 BAD96 B02)

作者简介:闫岩(1989—),女,黑龙江北安人,硕士研究生,主要研究方向为土地利用与规划。E-mail:597532413@qq.com

通信作者:雷国平(1963—),男,黑龙江庆安人,博士,教授,主要研究方向为土地利用与规划。E-mail:guopinglei@126.com

以黑龙江省为研究区,构建生态效益评价指标体系,采用综合评价法、AHP 法和熵权法对 2000—2011 年黑龙江省土地利用生态效益进行核算,并结合区域实际情况进行分析,提出合理的对策建议,为提高研究区的土地利用生态效益和实现土地资源可持续利用提供科学依据。

## 1 研究区概况

黑龙江省土地总面积 47.3 万 km<sup>2</sup> (包含加格达奇和松岭区),占全国土地总面积的 4.9%。地势大致是西北部(大兴安岭)、北部(小兴安岭)和东南部(张广才岭、老爷岭、完达山脉)高,东北部是三江平原,西部是松嫩平原,平原占全省总面积的 37.0%,海拔高度为 50~200 m。黑龙江省属温带、寒温带大陆性季风气候,全省年平均气温在 4~5℃ 之间。全省耕地总面积和可开发的土地后备资源均占全国十分之一以上,人均耕地和农民人均经营耕地是全国平均水平的 3 倍左右。全省现有耕地 1 100 多万 hm<sup>2</sup>,土壤有机质含量高于全国其它地区,黑土、黑钙土和草甸土等占耕地的 60% 以上,是世界著名的三大黑土带之一。

## 2 土地利用生态效益核算

### 2.1 土地利用生态效益评价指标选取原则

(1) 科学性原则。以土地利用生态效益评价理论为指导,使评价指标科学表达土地利用生态效益的内涵、运行模式和机制的本质。本文从土地生态承载力、土地生态条件、生态环境质量、生态环境治理四个方面建立准则层,并选取相应的指标来反应实际的生态状况。(2) 层次性原则。指标间具有上下等级阶关系。每一个准则层都进行具体的划分,都有适宜的若干个指标来支撑,层次分明。(3) 代表性与独立性原则。指标间去除相关性,每个指标各具代表性。黑龙江省为农业大省,土地生态的研究尤为重要,因此在选取评价指标时更要注意各指标间的独立性,在数据可获得性的基础上选择适宜的指标。(4) 全面性与可操作性原则。评价指标尽量覆盖影响土地利用生态效益的多个方面,尽可能从已有统计数据中选取,从多角度的反应土地利用的生态效益,切中研究对象和内容的要害,使评价更全面,更有价值。(5) 特殊性和引导性原则。突出主导评价指标的地位和作用,同时,评价指标体系的建立要对未来的发展具备一定的引导性。城市的发展促使未来各个指标量的变化,以及通过对指标的改善从而提高土地利用的生态效益等等。(6) 标准化原则。评价指标体

系应尽可能与现有统计指标相一致,以符合统计指标标准化的原则。(7) 因地制宜原则。在全面性原则的基础上,充分考虑各地市土地资源的特点去选取评价指标,更加显化地域差异,从而有针对性的给予合理对策建议<sup>[8-12]</sup>。

### 2.2 土地利用生态效益评价指标体系建立

结合黑龙江省的自身特点和国内外相关研究文献确定准则层为土地生态承载力、土地生态条件、生态环境质量、生态环境治理<sup>[13]</sup>。鉴于土地利用系统是一个复杂的大系统,本文在进行黑龙江省城市土地利用生态效益的评价过程中,结合黑龙江省及其所辖城市的特点和区域土地利用条件,立足于可持续发展目标,遵循土地利用评价原则建立指标体系,具体所对应的指标层分别为人口密度、人口自然增长率、人均 GDP、人均耕地面积、受灾面积、人均公共绿地面积、水资源总量、城市园林绿地面积、建成区绿化覆盖率、年耕地减少面积、工业废水排放量、工业废气排放量、工业废物产生量、化肥施用量、三废综合利用产值、工业废水排放达标率、固体废弃物综合利用率、生活垃圾清运量。其中 10 项为正向指标,8 项为负向指标。(见表 1):

表 1 黑龙江省土地利用生态效益评价指标体系

目标层	准则层	指标层	指标类型
黑 龙 江 省 土 地 利 用 生 态 效 益	土地生态承载力	人口密度(人/km <sup>2</sup> )	逆向
		人口自然增长率/%	逆向
		人均 GDP(元/人)	正向
		人均耕地面积(hm <sup>2</sup> /人)	正向
	土地生态条件	受灾面积(1000 hm <sup>2</sup> )	逆向
		人均公共绿地面积(m <sup>2</sup> )	正向
		水资源总量(亿 m <sup>3</sup> )	正向
		城市园林绿地面积(hm <sup>2</sup> )	正向
	生态环境质量	建成区绿化覆盖率(%)	正向
		年耕地减少面积(hm <sup>2</sup> )	逆向
		工业废水排放量(万 t)	逆向
		工业废气排放量(亿 m <sup>3</sup> )	逆向
	生态环境治理	工业废物产生量(万 t)	逆向
		化肥施用量(t)	逆向
		三废综合利用产值(亿元)	正向
		工业废水排放达标率(%)	正向

### 2.3 数据来源

原始数据来源于《黑龙江省年鉴 2001—2012》、《黑龙江省统计年鉴 2001—2012》和《中国城市统计年鉴 2001—2012》,评价方法中使用的数据是根据各项指标由原始数据计算整理得到,限于篇幅这里不一一列出。

2.4 土地利用生态效益核算及分析

为了确保各类指标之间具有可比性,需要对评价指标值进行标准化处理。本研究采用极差标准化方法<sup>[14]</sup>将所有指标的原始数据进行归一化处理,使所有指标无量纲化。在选取的指标中,各项指标对土地利用生态效益的贡献不同,需要对各指标进行赋权。由于指标的层次性、数据的完整性,以往的研究往往采用特尔斐法、层次分析法、主成分分析法、均方差赋值法等。

确定权重时,本文在主观选择和客观分析的原则

下分别用 AHP 法与熵值法计算各指标权重,并运用乘法集成法确定最终的组合权重值。其计算方法如下:

$$w_j = p_j q_j / \sum_{j=1}^m p_j q_j \quad (j=1,2,3,\cdots,m) \quad (1)$$

式中: $w_j$ ——组合权重; $p_j$ ——主观赋权法下得出的指标权重; $q_j$ ——客观赋权法下得出的指标权重; $j$ ——第  $j$  个指标。

乘法集成法相比于加法集成法,没有主观再次确定主客观权重的比例,克服经验不足对指标的科学性的影响,直观显示赋权结果。组合权重值表如表 2。

表 2 指标组合权重

指标	黑龙江省	哈尔滨市	齐齐哈尔市	鸡西市	鹤岗市	双鸭山市	大庆市	伊春市	佳木斯市	七台河市	牡丹江市	黑河市	绥化市
$X_1$	0.04	0.04	0.06	0.10	0.10	0.11	0.05	0.08	0.04	0.07	0.08	0.06	0.07
$X_2$	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.01	0.04	0.03	0.02
$X_3$	0.04	0.04	0.05	0.04	0.06	0.06	0.06	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06
$X_4$	0.16	0.09	0.16	0.11	0.08	0.10	0.13	0.14	0.16	0.11	0.16	0.11	0.11
$X_5$	0.08	0.05	0.05	0.11	0.03	0.05	0.09	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.11
$X_6$	0.04	0.06	0.04	0.04	0.02	0.03	0.10	0.01	0.08	0.02	0.06	0.06	0.04
$X_7$	0.07	0.13	0.08	0.07	0.13	0.06	0.04	0.09	0.05	0.17	0.10	0.10	0.11
$X_8$	0.15	0.08	0.03	0.05	0.06	0.10	0.08	0.05	0.11	0.08	0.08	0.11	0.09
$X_9$	0.08	0.12	0.18	0.06	0.11	0.12	0.09	0.07	0.07	0.12	0.06	0.13	0.07
$X_{10}$	0.07	0.06	0.04	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.06	0.04	0.03	0.03	0.05
$X_{11}$	0.03	0.03	0.04	0.01	0.02	0.01	0.04	0.05	0.04	0.03	0.02	0.04	0.01
$X_{12}$	0.03	0.03	0.04	0.01	0.05	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01
$X_{13}$	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02
$X_{14}$	0.02	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01	0.04	0.02	0.04
$X_{15}$	0.09	0.07	0.09	0.10	0.05	0.06	0.06	0.15	0.07	0.13	0.12	0.06	0.11
$X_{16}$	0.03	0.03	0.02	0.01	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02
$X_{17}$	0.02	0.05	0.03	0.03	0.07	0.04	0.04	0.05	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01
$X_{18}$	0.01	0.03	0.02	0.05	0.02	0.05	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03

土地利用生态效益可以表示为指标数值加权求和<sup>[15]</sup>,具体如下:

$$Y_c = \sum_{j=1}^m b_{cj} w_{cj} \quad (2)$$

式中: $Y_c$ ——生态效益值; $b_{cj}$ ——指标数值; $w_{cj}$ ——权重值, $i=1,2,3,\cdots,8$ 。

将  $w_{cj}$  代入,分别计算黑龙江省及所辖城市 2000—2011 年土地利用生态效益值,具体见表 3。

表 3 2000—2011 年黑龙江省及所辖城市土地利用生态效益值

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
哈尔滨	0.26	0.28	0.31	0.29	0.55	0.52	0.51	0.45	0.53	0.70	0.77	0.82
齐齐哈尔	0.40	0.33	0.39	0.43	0.43	0.49	0.45	0.35	0.50	0.64	0.68	0.70
鸡西	0.33	0.43	0.39	0.34	0.54	0.59	0.64	0.34	0.51	0.54	0.63	0.72
鹤岗	0.30	0.39	0.43	0.46	0.54	0.59	0.49	0.39	0.49	0.67	0.72	0.75
双鸭山	0.40	0.37	0.42	0.48	0.59	0.56	0.51	0.35	0.46	0.60	0.64	0.68
大庆	0.32	0.35	0.36	0.33	0.46	0.63	0.45	0.44	0.61	0.65	0.63	0.67
伊春	0.26	0.31	0.34	0.42	0.45	0.51	0.44	0.45	0.48	0.62	0.76	0.79
佳木斯	0.27	0.33	0.38	0.36	0.41	0.49	0.60	0.59	0.59	0.69	0.78	0.81
七台河	0.22	0.29	0.48	0.28	0.39	0.41	0.39	0.35	0.44	0.68	0.74	0.80
牡丹江	0.30	0.30	0.38	0.24	0.38	0.52	0.35	0.34	0.41	0.67	0.60	0.66
黑河	0.29	0.30	0.30	0.46	0.37	0.42	0.38	0.35	0.51	0.71	0.69	0.74
绥化	0.19	0.23	0.31	0.40	0.30	0.48	0.51	0.41	0.53	0.61	0.74	0.76
黑龙江省	0.20	0.26	0.27	0.29	0.38	0.50	0.43	0.52	0.45	0.59	0.68	0.71

分析上述数据及生态效益分布图(图 1)可以得出,2000—2011 年黑龙江省土地利用生态效益值呈先上升后下降,回升过后发展趋于平缓。随着人们对生态环境的重视,环保投资的增加,特别是对工业污染源的治理力度和城市环境的建设力度加大,2002 年开始,土地利用生态效益升高,之后,土地利用生态效益进入递减、平缓波动状态。其中,在 2006 年和 2008 年指标值出现了两个波动,2006 年生态效益降低主要是由于城市园林绿地面积、水资源总量、受灾面积、生活垃圾清运量等 10 个指标值都比上一年有所降低所引起的,2008 年的下降主要是由工业三废排放量、人均耕地面积等 8 项指标值下降产生的。

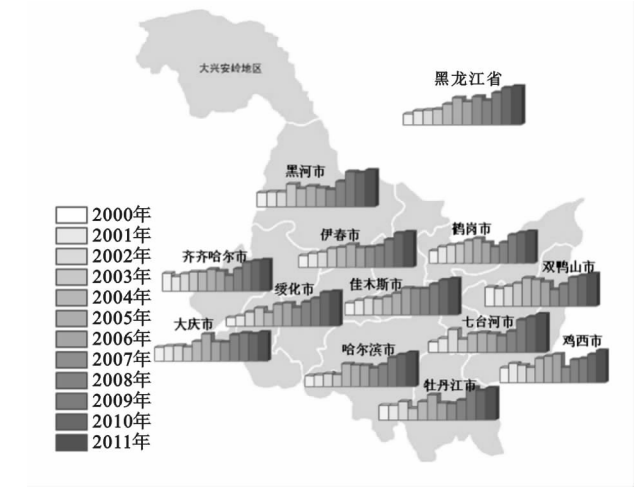


图 1 2000—2011 年黑龙江省所辖城市生态效益分布

黑龙江省及所辖城市的生态效益呈围绕着一一定的线性规律在其周围浮动变化,其斜率代表年增加率,截距代表研究期初的生态效益现状。如图 2 所示,黑龙江省截距值较低为 0.15,其线性方程斜率为 0.044,年增长率相对较高。2000 年齐齐哈尔市、鸡西市、鹤岗市、双鸭山市的研究期初始生态效益值比其他地区的生态效益值要高,其截距平均值约为 0.36;其次为大庆市、伊春市、佳木斯市、七台河市、牡丹江市、黑河市的截距平均值约为 0.23;最后是哈尔滨市、绥化市为 0.19、0.15。通过计算可得佳木斯市和哈尔滨市的线性方程斜率约为 0.05,是年增长量最快的,其增长变化的曲线相似,绥化市发展曲线略缓,这三个城市为增长最快速的城市;伊春市、七台河市、大庆市和黑河市的生态效益曲线类似,斜率都在 0.04 左右;比照前三个城市年增长率低约 1 个百分点左右;鹤岗市和牡丹江市变化曲线相似,其线性方程斜率为 0.03,最接近于上一阶段;齐齐哈尔市和鸡西市的线性方程斜率约为 0.03 和 0.02,比照哈尔滨市、佳木斯市、绥化市年增长率低 2 个百分点左右;双鸭山市的线性方程斜率不到 0.02,为增长最缓慢的城市。

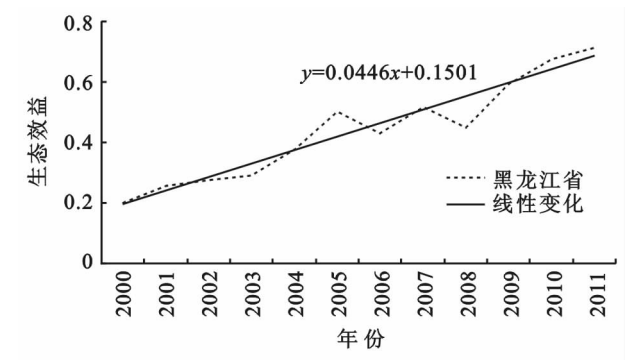


图 2 2000—2011 年黑龙江省土地利用生态效益变化及其线性方程

黑龙江省土地利用生态效益值总体呈波动性上升。随着经济的不断发展,由于人口、经济等各方面对资源的需求,产生了供求不平衡,对环境造成了污染,破坏生态系统平衡。生态安全逐渐成为政府工作的重点和人们关注的问题,所以实行了城市绿化、森林和耕地保护、生物多样性保护、工业污染防治等一系列的保护生态环境的措施,提高了生态效益,为生态平衡提供了保证。

### 3 协调度评价

#### 3.1 评价方法

土地利用生态效益协调度分析是为了度量系统或系统内部要素之间在发展过程中彼此协调状况好坏程度的定量指标。原则上各子系统间和谐程度,体现了系统由无序走向有序的趋势,是分析土地生态承载力、土地生态条件、生态环境质量、生态环境治理各子系统评价值越接近,则协调度越高越符合可持续发展的目标。因指标标准化公式与功效系数法类似,在运用该模型进行评价时,将系统稳定的上、下限统一设定为 2000—2011 年数据中正向指标的最大值和最小值、负向指标的最小值和最大值,然后采用改进变异系数法对黑龙江省及所辖城市的生态效益值进行协调度分析。其计算公式为:

$$\mu=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^ny_j\quad(j=1,2,3\cdots,n)\tag{3}$$

$$\sigma=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{j=1}^n(y_j-\mu)^2}\quad(j=1,2,3\cdots,n)\tag{4}$$

$$CV=\frac{\sigma}{\mu}\tag{5}$$

式中:CV——标准差系数,其值介于 0~1 之间; $\mu$ ——指标平均数; $\sigma$ ——标准差; $y_j$ ——指标值; $n$ ——指标个数,CV 值越高则代表协调度越差。定义土地利用生态效益的协调度为 C,土地生态承载力、土地生态条件、生态环境质量、生态环境治理四个子系统协调度越高 C 值越大,则有:

$$C=1-CV \tag{6}$$

3.2 评价计算和结果分析

分别对 2000—2011 年黑龙江省及所辖城市的土地利用生态效益协调度进行分析,计算结果见表 4,协调度值变化如图 3 所示。

由表 4 及图 3 的对比分析可知,在研究期内土地利用生态效益协调性呈现先升后下降的趋势,尤其

2004—2006 年全省及城市的协调性皆比较高,为研究期内协调性较高的时段。黑龙江省的土地利用生态效益协调度变化是由于水资源总量、城市园林绿地面积、人均公共绿地面积等生态条件指标值的波动性升高,废气排放总量、固体废弃物产生量、化肥施用量指标值的降低,加上土地生态承载力与生态环境治理中某一年的几个指标变化太大共同引起的。

表 4 土地利用生态效益协调度值

地域	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
哈尔滨市	0.50	0.53	0.52	0.63	0.55	0.71	0.71	0.85	0.72	0.64	0.70	0.72
齐齐哈尔	0.74	0.81	0.75	0.76	0.79	0.71	0.63	0.77	0.41	0.47	0.55	0.58
鸡西市	0.54	0.67	0.60	0.64	0.78	0.86	0.49	0.86	0.55	0.48	0.29	0.38
鹤岗市	0.50	0.53	0.66	0.73	0.66	0.75	0.78	0.72	0.63	0.55	0.47	0.52
双鸭山市	0.64	0.60	0.57	0.73	0.87	0.83	0.72	0.59	0.57	0.40	0.14	0.26
大庆市	0.59	0.66	0.61	0.76	0.90	0.76	0.60	0.42	0.31	0.29	0.35	0.51
伊春市	0.39	0.48	0.58	0.66	0.68	0.59	0.61	0.67	0.58	0.57	0.56	0.55
佳木斯市	0.47	0.73	0.78	0.88	0.66	0.68	0.72	0.75	0.77	0.61	0.58	0.56
七台河市	0.33	0.61	0.77	0.65	0.84	0.82	0.81	0.78	0.72	0.49	0.53	0.57
牡丹江市	0.46	0.65	0.64	0.84	0.91	0.62	0.55	0.53	0.56	0.65	0.52	0.60
黑河市	0.63	0.75	0.61	0.76	0.73	0.75	0.72	0.47	0.78	0.55	0.53	0.60
绥化市	0.38	0.72	0.58	0.60	0.54	0.88	0.76	0.81	0.58	0.62	0.58	0.56
黑龙江省	0.28	0.63	0.70	0.77	0.83	0.89	0.83	0.70	0.74	0.62	0.57	0.60

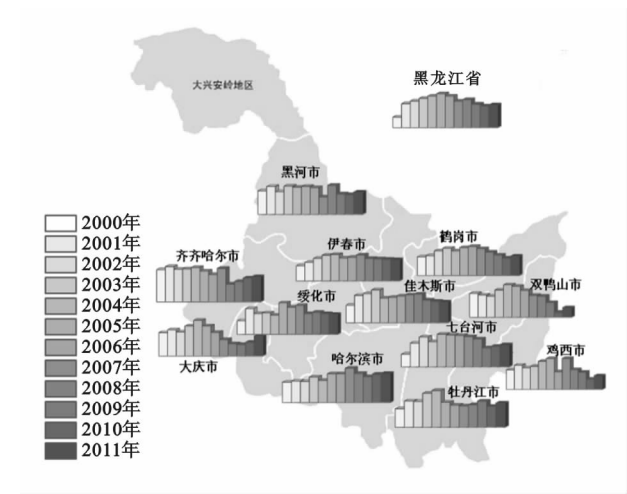


图 3 2000—2011 年黑龙江省所辖城市的土地利用生态效益协调度值变化

哈尔滨市协调度的波动变化主要是由人口自然增长率、城市人口密度指标值的波动性下降,加上三废综合利用产值、生活垃圾清运量的指标值也随社会的发展逐年提高及各个子系统共同影响的;齐齐哈尔市的协调度发展是源于人均 GDP、人均耕地面积的前期指标值过低、水资源总量、建成区绿地覆盖率、人均公共绿地面积等后期指标值过高造成的;鸡西市的协调度变化曲线是由于水资源总量、人均绿地面积、人均耕地面积的指标值变化,加之生态环境质量的各个指标值在后期全部偏低的影响;鹤岗市的协调度状况是由于早期生态环境治理水平差,土地生态条件指

标大多都高于平均水平,废气排放量、固体废弃物产生量、化肥施用量指标值,逐年下降共同影响的;双鸭山市整体土地利用生态效益协调度水平都很高,都处于基本协调状态以上;大庆市协调度曲线先升高后降低,生态环境质量值逐年降低,土地生态条件内,除人均耕地面积和受灾面积变化幅度比较不明显外,其它均大幅增加;伊春市土地利用协调度不高,主要是由于早期生态环境治理水平差,废弃物排放量、固体废弃物产生量、化肥施用量指标值由高向过低逐渐发展,到后期凸显土地生态条件指标值过高;佳木斯市的土地协调状态也都处于基本达标状态以上,初期土地生态条件内所有指标值都不高,生态环境质量中除废水排放量外指标值都相对较高,中期生活垃圾清运量、三废综合利用产值和固体废弃物综合利用率指标值明显降低,后期指标值情况与前期相反;七台河市在初期生态环境质量和生态环境治理上差异很大,经过逐步发展后期进入了一段高度协调期,之后由于土地生态条件和土地生态环境内的指标相差过大导致协调度下降;牡丹江市的协调度发展与七台河市类似;黑河市大多年份的生态协调度都很好,下降的年份也是由于生态环境质量和土地生态条件的差异产生的;绥化市波动变化较大,主要是因为前期工业三废的排放量指标值较高,后期生态环境质量与土地生态条件的差异致使协调度不高。

## 4 结论与讨论

本文综合运用 AHP 法和熵值法对黑龙江省及所辖城市的土地利用生态效益进行了系统分析与评价,并用改进变异系数法进行了协调度评价。由 2000—2011 年土地利用生态效益核算结果及协调度分析表明:黑龙江省的土地利用生态效益值呈波动性上升的趋势,但总体水平不高,2005—2008 年波动最大;其所辖哈尔滨市、鹤岗市、佳木斯市、伊春市和绥化市在研究期内土地利用生态效益值增长最快,牡丹江市在研究期内生态效益值普遍不高,平均值在 0.43;研究期间,黑龙江省生态效益协调性曲线呈现先上升后下降趋势,其中,2005—2008 年全省及各个城市在研究期内的协调度状态为最佳时段。针对研究结果,结合各城市区域特点,为了提高土地利用生态效益,在以后的城市发展中,应该更多的注重经济结构的优化和循环经济的发展,加大对植被覆盖、自然保护区和生态环境建设的投入力度。丰富植被种类使其适应更多生物的生活环境,尤其对于种植植被种类单一,生态脆弱的城市,更应该注重增加生物多样性,防风固沙,保持水土,改善气候,防治自然灾害的发生。对于粮食高产区,提高粮食单产的同时要控制化肥、农药的施用量,宜多使用环保无公害的农家肥,适度退耕还林、还草和还湿,结合农田水利设施建设搞好土地整理、复垦和综合治理。在发展区域经济过程中,鼓励农、林、牧、渔及生态保护项目优先发展。增强环境保护意识,减少生活垃圾排放量,通过科技创新的不断,降低能耗,发展清洁生产,减少“三废”的排放量,提高废水废气处理率和固体废弃物综合利用率。人们利用土地的观念意识直接影响土地利用的结果,因此,面对人类对环境的影响,提高环境保护意识是必不可少的,只有人们本身意识到自己的行为并对自身进行约束,才是最根本的解决办法。为实现土地利用的社会经济、生态环境协调发展重视生态效益向经济效益、社会效益和生态效益三方面均衡

(上接第 133 页)

[27] Shi Z H, Chen L D, Cai C F. Effects of long-term fertilization and mulch on soil fertility in contour hedgerow systems: A case study on steep lands from the Three Gorges Area, China[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2008,84:39-48.

[28] 佟金,任露泉.土壤颗粒尺寸分布及维及对粘附行为的影响[J].农业工程学报,1994,10(3):27-33.

[29] Nelson R A, Cramb R A, Menz K M, et al. Cost-ben-

协调发展的目标努力,保障土地的可持续利用和社会的可持续发展。

### 参考文献:

[1] 陈静,付梅臣,陶金,等.唐山市土地利用效益评价及驱动机制[J].资源与产业,2010,12(1):60-63.

[2] 吴志伟,胡远满,陈文波.基于 GIS 技术的土地利用效益评价研究[J].水土保持研究,2011,18(1):75-79.

[3] 颜开发,叶祥峰,苏黎馨.城市土地利用效率评价及其耦合关系研究:以桂林市为例[J].海南师范大学学报:自然科学版,2011,4(1):440-453.

[4] 汪鹏,杨庆媛,文森,等.基于生态理念的土地利用总体规划探讨:以重庆市为例[J].资源与产业,2011,13(4):111-116.

[5] 郑斌,黄丽娜,卢新海.论城市土地集约利用中的全面可持续观[J].中国土地科学,2010,24(3):75-80.

[6] 梁红梅,刘卫东,刘会平,等.深圳市土地利用社会经济效益与生态环境效益的耦合关系研究[J].地理科学,2008,28(5):636-641.

[7] 梁红梅,刘卫东,刘会平,等.土地利用社会经济效益与生态环境效益的耦合关系:以深圳市和宁波市为例[J].中国土地科学,2008,22(2):42-48.

[8] 钟全林,谢利玉.生态公益林类型及效益评价指标体系研究[J].江西农业大学学报,1999,21(1):103-106.

[9] 于丽娟.双流县土地利用效益评价研究[D].四川雅安:四川农业大学,2006.

[10] 向海霞,王力,陈引.城市边缘区土地利用与生态环境建设[J].资源与产业,2008,10(1):28-30.

[11] 徐建华.现代地理学中的数学方法[M].北京:高等教育出版社,2002.

[12] 贺燕,李华.城市土地集约利用研究[J].伊犁师范学院学报,2005(3):107-109.

[13] 杨静.保定市土地利用效益评价研究[D].河北保定:河北农业大学,2006.

[14] 陶金.武安市可持续发展综合评价及预警研究[D].北京:中国地质大学,2009.

[15] 王伟娜,宋戈,孙丽娜.哈尔滨市土地利用效益耦合关系研究[J].水土保持研究,2012,19(2):116-120.

efit analysis of alternative forms of hedgerow intercropping in the Philippine uplands[J]. Agroforestry Systems, 1997,39(3):241-262.

[30] 顾峰雪,潘晓玲,潘伯荣,等.塔克拉玛干沙漠腹地人工植被土壤肥力变化[J].生态学报,2002,22(8):1179-1188.

[31] 徐阳春,沈其荣.长期施用不同有机肥对土壤各粒级复合体中 C,N,P 含量与分配的影响[J].中国农业科学,2000,33(5):1-7.