

# 基于三角模型的矿业城市土地利用可持续性评价

李 佳, 雷国平, 崔明哲, 王伟娜, 姜 磊, 张 健, 张 鹏

(东北农业大学 资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

**摘 要:**根据矿业城市土地利用特点和三角模型性质,对阜新市城市土地可持续利用状态与趋势进行分析评价。结合非资源环境合理性、经济可行性以及非社会可接受性 3 个指数,选取反映阜新市自然、经济和社会等方面的 19 项评价指标,构建评价指标体系,运用层次分析法计算权重,然后采用加权平均法求得 3 个综合指数值,最后利用三角模型对阜新市市区土地可持续利用状态与趋势进行分析。结果表明:2001—2009 年阜新市市区土地可持续利用状态由相对不可持续上升为相对一般可持续,土地可持续利用趋势由相对弱可持续转变为相对很强可持续;生态表现由最初的“差”转变为之后的“优”。三角模型在城市土地可持续利用状态与趋势评价方面具有可行性;阜新市需在以后的发展中重点解决产业结构调整、环境保护以及人口数量控制等问题。

**关键词:**三角模型; 矿业城市; 阜新市; 土地可持续利用; 评价体系; 状态与趋势分析

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)05-0196-06

## Evaluation of Mining-oriented Urban Land Use Sustainability Based on Triangle Model

LI Jia, LEI Guo-ping, CUI Ming-zhe, WANG Wei-na, JIANG Lei, ZHANG Jian, ZHANG Peng

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

**Abstract:** According to the characteristics of mining-oriented urban land use and the nature of triangle model, the status and trends of urban land sustainable use of Fuxin was analyzed and evaluated. 19 evaluation indices reflecting the natural, economic and social elected to were selected build evaluation index system by combining with the rationality of non-resource environment, economic feasibility and non-social acceptability, and the analytic hierarchy process was used to calculate weight, three composite index values were obtained by the weighted average method. Finally, triangle model was used to analyze the status and trends of urban land sustainable use of Fuxin. The results showed that status of land sustainable use shifted from relatively non-sustainability to relatively common sustainability, the trends shifted from relatively weak sustainability to very strong sustainability, and ecological performance changed from weak to good condition from 2001 to 2009, in urban area of Fuxin. It's feasible to apply the triangle model in evaluation of urban land sustainable use; Fuxin need to focus on resolving the adjustment of industrial structure, environmental protection and population control in terms of the development in the future.

**Key words:** triangle model; mining urban area; Fuxin; land sustainable use; evaluation system; evaluation of status and trends

土地资源的可持续利用是社会经济可持续发展的根本保障,也是可持续发展战略最基本的内容之一<sup>[1]</sup>。随着人口的快速增长、经济的迅猛发展和城市化进程的加快,城市土地资源尤其是矿业城市土地资源的可持续利用已越来越成为人们关注的一个重要问题。矿业城市是指那些依托开采当地矿产资源而形成和发展起来的城市<sup>[2]</sup>,矿产资源开发是一种人地

系统相互作用最强烈的活动,同时也是对区域自然、经济和社会系统影响最为突出的活动。因此,选择矿业城市进行可持续利用研究具有更重要的理论与现实意义。

目前,土地可持续利用研究仍处于探索阶段,由于理论基础的薄弱,现有的评价方法虽各有特色,但各自存在着一定的局限性,还没有形成一套成熟的评

收稿日期:2012-03-06

修回日期:2012-05-03

资助项目:国家科技支撑计划项目(2008BAD96B02)

作者简介:李佳(1985—),女,河南省新乡人,硕士研究生,研究方向:土地利用与区域经济发展。E-mail:lijiaonlys@163.com

通信作者:雷国平(1963—),男,黑龙江省青冈人,博士,教授,研究方向:土地利用与土地规划。E-mail:guopinglei@126.com

价指标和方法,亟待深入研究和探索<sup>[3]</sup>。自从1992年世界环境与发展大会在《21世纪议程》中指出,要研究土地资源可持续利用,制定相关评价指标体系,并以此作为科技发展的优先领域之后,国内外开展了不少有关土地可持续利用指标体系与方法的研究工作,并取得了不少阶段性的成果。国外土地可持续利用研究的成果主要集中在五个方面,一是提出土地可持续利用的概念;二是确定土地可持续利用的评价标准;三是确定土地可持续利用评价指标体系的选择原则;四是构建土地可持续利用指标体系框架及其模型;五是土地可持续利用实证研究。随着国外土地可持续利用研究的不断深入,国内学者也取得了不少研究成果,主要集中在以下几个方面:一是土地可持续利用的内涵分析;二是土地可持续利用研究的方法探讨,其中主要有以下几种方法:灰色预测模型、BP神经网络模型、能值分析法、生态足迹模型和PSR模型;三是土地可持续利用评价指标体系的研究;四是土地可持续利用的制度和管理研究。

由于城市土地可持续利用评价具有系统的复杂性、多因素关联性、实现机制的多元性,以及区域的差异性与特殊性<sup>[4]</sup>等,因此,如何较为精确的定量评估城市土地资源的可持续利用水平已成为可持续发展研究面临的重要挑战之一<sup>[5]</sup>。三角模型作为一种图解区域可持续综合发展状况以及长期趋势的研究平台,以其直观性、灵活性和简明性著称,可以将复杂数据进行简单分类以减少运算过程,且容易被不同层次的管理者和决策者理解和应用,能够较为准确地对城市土地可持续利用系统进行状态和趋势分析。

随着煤炭资源的逐渐萎缩,阜新市的发展陷入了前所未有的困境,为了摆脱资源枯竭的桎梏,2001年底阜新市被确定为“国家资源枯竭型城市经济转型试点市”。自转型以来,全市各个行业都发生了较大的变化。“十五”期间,全市生产总值年均增长17%,地方财政收入年均增长17.7%;而2006—2009年期间,全市生产总值年均增长21.99%,地方财政收入年均增长27.58%;然而,在经济快速发展的同时,城市环境污染和生态破坏愈发严重,对阜新市的发展产生了重要影响。因此,选取阜新市作为案例城市进行城市土地可持续利用评价研究具有典型的代表和实践意义。本文以阜新市市区为研究区域,以阜新市经济转型年2001年为研究基期年,2009年为研究末期年,对阜新市区土地可持续利用状态及趋势进行分析评价,从而为阜新市全面、高速、可持续发展提供切实可行的建议。

本文从非资源环境合理性、经济可行性和非社会

可接受性三者之间的相互关系出发,选取反映阜新市自然、经济和社会等方面的19项指标建立评价指标体系,运用三角模型对阜新市土地利用的可持续性进行定量评价,从而揭示阜新市市区土地可持续利用状态与趋势,为区域经济的可持续发展提供科学参考。

## 1 研究区概况和数据来源

### 1.1 研究区概况

阜新市位于121°10′—122°56′E,41°41′—42°56′N,地处辽宁省西北部,东邻省会沈阳市,西与锦州港、京津地区相连,区位优势明显。建国初期因盛产煤炭而兴建,为国家建设输出了大量的能源,属于典型的资源型城市。截至2009年全市土地总面积为10 355 km<sup>2</sup>,总人口为192.3万人;市区面积为490 km<sup>2</sup>,包括海州区、细河区、太平区、新邱区、清河门区5个区,市区人口为77.6万人。

### 1.2 研究区数据来源

研究选用的土地方面的数据来源于2001—2009年的土地利用调查和统计数据,社会经济方面的数据来源于阜新市统计年鉴。

## 2 矿业城市土地可持续利用评价方法

### 2.1 三角模型简述

三角模型最初由美国农业部(USDA)应用于土壤类型分析,而后推广至工程学、环境科学以及区域经济学等领域<sup>[6]</sup>。三角模型法能够对城市土地利用与能源消耗及环境污染之间的关系进行简单有效的描述,能够反映城市土地资源可持续利用的特征及趋势<sup>[7]</sup>。本文是在苏飞<sup>[5]</sup>、赵艳<sup>[6]</sup>、张健<sup>[8]</sup>等人对三角模型研究的基础上,再结合袁磊<sup>[9]</sup>、苏广实<sup>[10]</sup>、郗然<sup>[11]</sup>、郑灵超<sup>[12]</sup>等对城市土地可持续利用评价的研究,对阜新市土地可持续利用状态和趋势进行评价。根据阜新市城市土地利用系统的特征,选择非资源环境合理性指数(NREI)、经济可行性指数(EI)和非社会可接受性指数(NSI)这3个综合指数来评估城市土地资源可持续利用的状态和趋势<sup>[6]</sup>。首先运用“Grapher”软件画出三角形图表(图1),然后再利用“word”对三角图表进行修改、标记以及趋势线添加,最后利用完善后的三角图表评估可持续利用状态及趋势。

图1所示的三角形为一等边三角形,EI位于最高点,NREI位于右下顶点,NSI位于左下顶点。X,Y,Z轴分别代表NREI、EI、NSI,每个坐标轴沿着逆时针方向从0到1,且每个轴分别平均分为5个范围,0~0.2:“非常低”,0.2~0.4:“较低”,0.4~0.6:“中等”,

0.6~0.8:“较高”,0.8~1.0:“非常高”。三角图能够清晰的显示 3 个综合指数 NREI、EI 和 NSI 的相对比例结合状况。三角形可细分为 5 个区域:A,B,C,D,E,分别表示 5 种不同的可持续发展状态(表 1)。在三角图形中又可以根据 3 个指数的相对比例变化,确定出 T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7 共 7 种不同的可持续利用趋势及相应的生态表现水平<sup>[8]</sup>(表 2)。

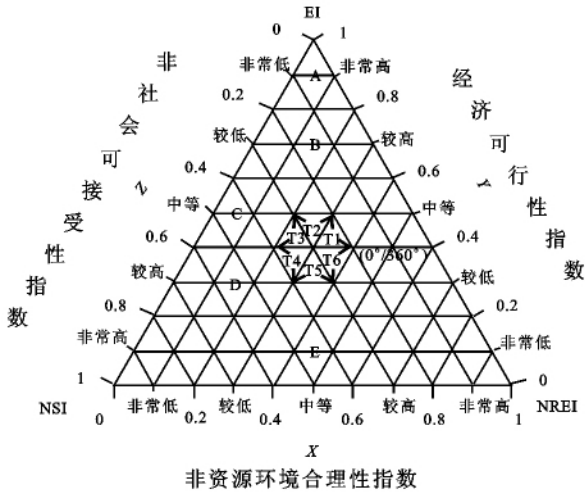


图 1 土地可持续利用状况与趋势

2.2 构建指标体系

指标体系是城市土地可持续利用评价的基础,是评价研究的重要环节。科学合理的指标体系是综合评价准确可靠的保证,也是研究结果是否实用的关

键<sup>[13]</sup>。因此,指标体系的建立必须遵循科学性、全面性、适用性和可行性原则,不仅要充分考虑资源环境、经济和社会系统等各方面的因素,还应与矿产城市土地资源利用特点密切结合(表 3)。

表 1 土地可持续利用状态评价

状态	指数值范围			相对可持续性
	NREI	EI	NSI	
A	0.0~0.2	0.8~1.0	0.0~0.2	很强
B	0.0~0.4	0.6~0.8	0.2~0.4	强
C	0.0~0.6	0.4~0.6	0.4~0.6	一般
D	0.0~0.8	0.2~0.4	0.6~0.8	弱
E	0.0~1.0	0.0~0.2	0.8~1.0	不可

注:①NREI:非资源环境合理性指数;EI:经济可行性指数;NSI:非社会可接受性指数;②根据参考文献<sup>[7—8]</sup>略作修改。

表 2 基于生态表现的土地区可持续利用相对趋势评价

趋势	变化方向	指数变化的相对方向			生态表现	相对可持续性
		NREI	EI	NSI		
T1	0°~60°	↑	↑	↓	一般	一般
T2	60°~120°	↓	↑	↓	优	很强
T3	120°~180°	↓	↑	↑	一般	一般
T4	180°~240°	↓	↓	↑	差	弱
T5	240°~300°	↑	↓	↑	非常差	不
T6	300°~360°	↑	↓	↓	差	弱
T7	无变化	—	—	—	原始状态	原始状况

注:①NREI、EI 和 NSI 含义同表 1;②“↑”表示值增加,“↓”表示值减小,“—”表示值不变。

表 3 矿业城市土地资源可持续利用评价指标体系

目标层	准则层	指标层	指标性质	指标代号
矿业城市 土地资源 可持续利 用 A	资源环境合 理性(B1)	建成区绿化覆盖率(%)	正指标	C1
		耕地面积减少比例(%)	负指标	C2
		工业废水排放达标率(%)	正指标	C3
		工业 SO <sub>2</sub> 排放量(t)	负指标	C4
		工业固体废物综合利用率(%)	正指标	C5
		生活垃圾无害化处理率(%)	正指标	C6
		污染治理总投资占 GDP 比重(%)	正指标	C7
	经济可行性 (B2)	人均 GDP(元/人)	正指标	C8
		城镇居民家庭人均可支配收入(元)	正指标	C9
		社会消费品零售总额(万元)	正指标	C10
		第二产业产值占 GDP 比重(%)	正指标	C11
		煤炭产值占工业总产值的比率(%)	正指标	C12
		土地生产率(亿元/km <sup>2</sup> )	正指标	C13
		工业总产值占地率(亿元/km <sup>2</sup> )	正指标	C14
	社会可接受性 (B3)	城市居民家庭恩格尔系数(%)	负指标	C15
		人口密度(人/km <sup>2</sup> )	负指标	C16
		城市人均公共绿地面积(m <sup>2</sup> /人)	正指标	C17
		人口自然增长率(‰)	负指标	C18
		城镇登记失业率(%)	负指标	C19

本文参照联合国粮农组织(FAO)的《可持续土地利用评价纲要(《FESLM》)提出的五大目标<sup>[14]</sup>和我国

学者关于土地资源可持续利用评价指标体系的研究成果<sup>[15]</sup>,结合阜新市区土地利用状况,通过理论研

究、专家咨询和经验借鉴等,在三角模型系统原理的基础上,建立了以矿业城市土地资源可持续利用为评价目标,以资源环境合理性、经济可行性和社会可接受性为评价准则,以 19 个具体因素为评价指标的阜新市城市土地可持续利用评价指标体系(表 3)。

2.3 原始数据的标准化处理

由于各个指标间的量纲、数量级和指标性质不同,因此需要对原始数据进行标准化处理,使数据具有可比性。本文采用极差标准化法对各指标进行标准化处理,其中:对可持续性起正作用的指标为正指标;相反,对可持续性起反作用的指标为负指标。公式如下:

当评价指标为正指标时:

$$X_{ij} = (x_{ij} - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \tag{1}$$

当评价指标为负指标时:

$$X_{ij} = (x_{\max} - x_{ij}) / (x_{\max} - x_{\min}) \tag{2}$$

式中: $i$ ——年份,即从 2001—2009 年, $i=1,2,3,\cdots,9$ ; $j$ ——第  $j$  个指标, $j=1,2,3,\cdots,19$ ; $X_{ij}$ ——第  $i$  年第  $j$  个指标标准化后的值; $x_{ij}$ ——第  $i$  年第  $j$  个指标的原始数据; $x_{\max}$ ——标准化前某指标的最大值; $x_{\min}$ ——标准化前某指标的最小值。

2.4 确定评价指标权重

土地可持续利用评价所选择的各项指标对可持

续利用的重要性不同,因此需要对各项指标的权重合理赋值。目前常用的确定指标权重的方法主要有:专家评分法、层次分析法、模糊综合评判法、数据包络分析法、人工神经网络评价法、灰色综合评价法或上述方法的结合。本文采用主观与客观相结合且比较容易操作的层次分析法(AHP)<sup>[16]</sup>。该方法对各指标之间重要程度的分析更具逻辑性,再加上数学处理,可信度较大,应用范围广。层次分析法因具有坚实的理论基础,完善的方法体系而深受欢迎,并在实践中创造了多种多样的变形方法。

2.5 计算各年的综合指数

在得出各项指标的权重值(表 4)以后,即可计算各年的 3 个指数值。本文采用加权平均法计算阜新市市区 2001—2009 年每年的资源环境合理性指数(REI)、经济可行性指数(EI)、和社会可接受性指数(SI),计算公式为:

$$REI_i = \sum_{j=1}^7 X_{ij} W_j \quad (i=1,2,\cdots,9) \tag{3}$$

$$EI_i = \sum_{j=8}^{14} X_{ij} W_j \quad (i=1,2,\cdots,9) \tag{4}$$

$$SI_i = \sum_{j=15}^{19} X_{ij} W_j \quad (i=1,2,\cdots,9) \tag{5}$$

式中: $X_{ij}$ ——第  $i$  年第  $j$  个指标极差标准化后的数值,范围为 0~1; $W_j$ ——第  $j$  个指标的权重系数。

表 4 数据标准化处理结果及权重

指标代号	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	$W_j$
C1	0.0988	0.3053	0.5460	0.7571	0.9728	1.0000	0.0000	0.1669	0.4597	0.1010
C2	0.2469	0.2645	0.2820	0.2321	0.0000	0.7153	0.7589	0.8946	1.0000	0.2020
C3	0.7204	0.7554	0.8649	0.9165	0.9327	1.0000	0.0000	0.4272	0.4282	0.1360
C4	0.9419	0.9798	1.0000	0.9612	0.3417	0.2839	0.0000	0.4879	0.2576	0.0738
C5	0.0000	0.0867	0.1161	0.6808	0.8316	1.0000	0.7628	0.7641	0.7655	0.1360
C6	0.0000	0.1519	0.3671	0.3671	0.5388	0.4726	0.1945	0.3228	1.0000	0.1756
C7	0.0039	0.0000	0.1389	0.0931	0.3211	0.4194	1.0000	0.0568	0.0824	0.1756
C8	0.0000	0.0650	0.1808	0.3198	0.3846	0.5074	0.6763	0.8159	1.0000	0.1479
C9	0.0000	0.0510	0.1202	0.1908	0.3431	0.4818	0.6444	0.8523	1.0000	0.1661
C10	0.0000	0.0574	0.0871	0.1784	0.2807	0.3976	0.5416	0.7766	1.0000	0.0939
C11	0.0000	0.0607	0.1133	0.0942	0.0669	0.3437	0.5058	0.7497	1.0000	0.0887
C12	0.9500	0.9000	0.7000	0.6500	1.0000	0.9000	0.8000	0.6000	0.0000	0.1803
C13	0.9515	0.8544	0.5803	0.5032	1.0000	0.9408	0.8572	0.7002	0.0000	0.0902
C14	1.0000	0.7222	0.4444	0.2778	0.6389	0.5556	0.1944	0.3333	0.0000	0.2329
C15	0.3393	0.7018	0.5167	0.0000	0.5398	0.5913	1.0000	0.3959	0.8329	0.2672
C16	0.0000	0.0060	0.0268	0.0549	0.0295	0.0201	0.0483	0.0683	1.0000	0.1499
C17	0.0000	0.0405	0.0722	0.3046	0.3697	0.4349	0.5687	0.6567	1.0000	0.1625
C18	0.2500	0.0000	0.5127	0.4209	0.6551	0.5918	0.5949	0.8703	1.0000	0.1136
C19	0.2500	0.0000	0.5227	0.6364	0.7045	0.7273	0.8409	0.8182	1.0000	0.3069

3 评价结果与分析

3.1 阜新市市区土地可持续利用评价结果

通过公式(1)—(2),对阜新市市区土地可持续利用评价指标的原始数据进行极差标准化处理后,再用

层次分析法(AHP)确定各评价指标的权重  $W_j$ ,其中: $\sum_{j=1}^7 W_j = 1, \sum_{j=8}^{14} W_j = 1, \sum_{j=15}^{19} W_j = 1$ ;阜新市市区土地可持续利用评价指标标准化结果以及各指标的权重值如表 4 所示。

通过表 4 和公式(3)—(5),计算出阜新市市区

2001—2009 年的综合指数值;鉴于三角模型的运行原理及其性质的考虑,在数形结合过程中,不能直接运用资源环境合理性指数以及社会可接受性指数,此处需把这两个指数变为非资源环境合理性指数 NREI 与非社会可接受性指数 NSI(表 5),指数间转换公式如下:

$$NREI_i = 1 - REI_i \quad (i = 1, 2, \dots, 9)$$

$$NSI_i = 1 - SI_i \quad (i = 1, 2, \dots, 9)$$

表 5 阜新市市区 2001—2009 年土地可持续利用评价综合指数

年份	非资源环境合理性指数 NREI	经济可行性指数 EI	非社会可接受性指数 NSI
2001	0.7720	0.3731	0.9133
2002	0.7022	0.3670	0.9224
2003	0.5918	0.3120	0.8237
2004	0.5077	0.3187	0.8299
2005	0.4856	0.4390	0.7451
2006	0.3049	0.5143	0.7345
2007	0.5332	0.5344	0.6536
2008	0.5378	0.6472	0.6814
2009	0.3801	0.6488	0.3681

通过表 5 中 3 个综合指数从 2001—2009 年 9 a 间的数据变化,可得出以下结论:(1) 非资源环境合理性指数有升有降,但总体趋势是下降的。在 2006 年降至研究期间最低点 0.304 9 之后,2007 年又迅速反弹至 0.533 2,直到 2008 年非资源环境合理性指数依然保持居高不下的状态,2009 年迅速降低。这是由于 2007 年、2008 年这两年阜新市市区在没有做好充分调研评估的前提下引入的一大批重工企业开始投入生产,再加上本土第二产业的再次兴起,导致工业“三废”排放总量过高;但阜新市市区的非资源环境合理性指数总趋势是下降的,这与政府多年来致力于保护环境治理污染的举措不可分割。(2) 经济可行性指数增长较快,由 2001 年的 0.373 1 增长到 2009 年的 0.648 8,增幅达到 174%。这与国家的优惠政策密不可分,自 2001 年阜新市作为我国首个“资源枯竭型城市经济转型试点市”以来,阜新市大力发展接续替代产业,再加上中央和上级政府加大了资金和政策上的扶持,短短 9 a 间阜新市市区土地生产率增长了 5.5 倍,而城镇居民家庭人均可支配收入也增长了 2.6 倍。(3) 非社会可接受性指数迅速下降,由 2001 年的 0.913 3 降至 2009 年的 0.368 1,降幅达到 248%。由于阜新市市区近几年来严格控制物价指数,从而降低了恩格尔系数;大力发展能安置更多劳动力的第三产业,特别是旅游业的兴起,从整体上带动了阜新市市区的就业率;从而降低了阜新市市区的非社会可接受性指数。

### 3.2 评价结果状态与趋势分析

在 Grapher 软件中分析表 5 所示的数据,即得到阜新市区 2001—2009 年城市土地可持续利用状态与趋势(图 2)。

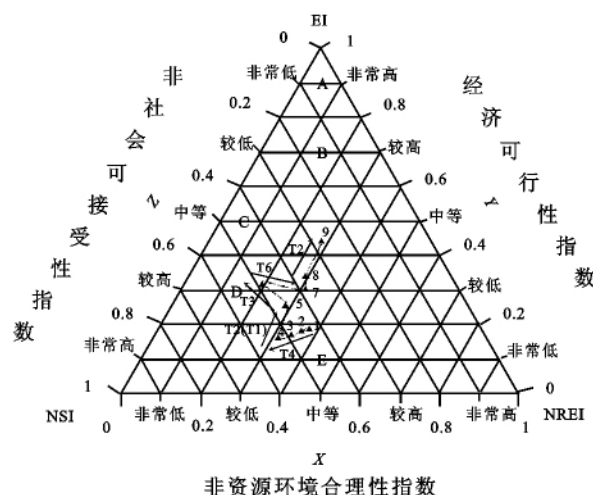


图 2 2001—2009 年阜新市区土地可持续利用状态与趋势

注:图中数字 1,2,3,⋯,9,分别代表 2001 年,2002 年,2003 年,⋯,2009 年。

3.2.1 可持续利用状态分析 由图 2 可知,阜新市城市土地可持续利用状况不容乐观。在 2001—2009 年期间,阜新市城市土地可持续利用状态可分为 3 个阶段:第一阶段,处于 E 区域,即相对不可持续利用区域,包括 2001—2004 年。结合表 5 可知,2001—2004 年的 EI 值均小于 0.4,属于较低值;同时 NREI 和 NSI 值较高,尤其是 NSI 值,已属于非常高范围;由此造成阜新市这 4 a 城市土地利用的相对不可持续状态。第二阶段,处于 D 区域,即相对弱可持续区域,包括 2005—2008 年。表 5 所示,这 4 a 的 EI 值持续增加,已处于中等水平,同时 NSI 值逐年减小,但 NREI 值却有增大的趋势。经调查分析得知,2005—2008 年间阜新市在经济发展的同时,生态环境也付出了沉重的代价,其中工业  $\text{SO}_2$  排放量以平均每年 40% 的速度增加,由此造成资源环境方面的相对弱可持续状态。第三阶段,处于 C 区域,即处于一般可持续区域的 2009 年。由表 5 可以看出,2009 年的 EI 值处于较高范围,而 NREI 和 NSI 值处于较低范围。阜新市在保证经济稳定发展的同时,加大了环境污染治理与节能减排的力度,注重市民生活环境的改善与生活品质的提升,城市土地利用的可持续性明显增强。

3.2.2 可持续利用趋势分析 由图 2 可见,阜新市市区城市土地可持续利用状态连线有 4 种较为明显的变化趋势。2001—2004 年城市土地可持续利用呈现趋势 T4,即弱可持续趋势,其中 NREI、EI、NSI 值的变化趋势分别为减小、减小、增大,其生态表现处于“差”水平。2004—2005 年呈现趋势 T2(T1),即介于

很强可持续趋势和一般可持续趋势临界状态,NREI、EI、NSI 值的变化趋势分别为减小、增大、减小,其生态表现处于“优”水平。2005—2006 年,城市土地可持续利用呈现趋势 T3,即一般可持续利用趋势,其中 NRSI、EI、NSI 值的变化趋势分别为减小、增大、增大,其生态表现处于“一般”水平。2006—2007 年呈现趋势 T6,即弱可持续利用趋势,NRSI、EI、NSI 值的变化趋势分别为增大、减小、减小,其生态表现处于“差”水平。2007—2009 年城市土地可持续利用呈现趋势 T2,即很强可持续利用趋势,其中 NREI、EI、NSI 值的变化趋势分别为减小、增大、减小,其生态表现处于“优”水平。表明近年来阜新市在经济稳定有序增长的同时,生态效应水平也有较快的提升,阜新市市区土地利用趋势有快速上升为强可持续利用状态的趋势。

## 4 结论

本文依据三角模型的性质以及阜新市市区土地利用状况,选取了非资源环境合理性指数、经济可行性指数和非社会可接受性指数这 3 个指数建立三角模型,对阜新市市区土地可持续利用状态及趋势进行了分析。结果表明,三角模型在城市土地可持续利用评价方面不仅具有可行性,而且还可以清晰反映出研究期间土地可持续利用的状态和趋势。通过三角模型分析表明:(1) 阜新市城市土地可持续利用状态不容乐观。2001—2004 年处于相对不可持续性状态,2005—2008 年表现为相对弱可持续利用状态,直到 2009 年才缓慢上升为相对一般可持续利用状态。(2) 2001—2009 年阜新市城市土地可持续利用相对趋势具有 T2, T3, T4, T6 四种变化趋势。2001—2004 年阜新市城市土地可持续利用趋势具有弱可持续利用趋势,2004—2005 年则凸显为很强可持续利用趋势,2005—2006 年则呈现出一般可持续利用趋势,2006—2007 年又急转为弱可持续利用趋势,2007—2009 年才逐渐转变为很强可持续利用趋势。

从整体上看,近年来阜新市经济发展迅速,取得了一定的成效,整体社会水平得到了提高。但是从人地和谐的角度来看,阜新市城市土地可持续利用发展不够稳定,亟待提高资源能源利用效率和降低污染排放,加大生态环境治理力度。因此,阜新市在今后的发展中,应着重注意以下方面:(1) 在产业结构调整方面,一是改造资源产业,由单一化转向综合多元化发展;二是延长产业链和发展替代产业,实现产业结构优化。(2) 在环境保护方面,平衡环境保护与经济发展二者的关系。提高环境污染治理投资比例,继续

加大工业“三废”处理力度,提高生活垃圾无害化处理率;调整能源结构、转变经济增长方式,改善城市环境质量。(3) 在控制人口数量方面。阜新市区人口自然增长率从 2005 年以来连续 5 a 保持着负增长,说明阜新市在控制人口数量方面的工作已见成效。但由于城市化进程的加快,势必造成阜新市城市人口的过快增长,因此阜新市政府应积极探索促进人口和建设用地同向流动的机制措施。但从长远来看,城市社会经济转型,产业结构优化是根本。

## 参考文献:

- [1] 戴尔阜,吴绍洪. 土地持续利用研究进展[J]. 地理科学进展,2004,23(1):79-88.
- [2] 朱训. 矿业城市的可持续发展是振兴东北老工业基地的基础[J]. 资源·产业,2004,6(5):1-4.
- [3] Krajnc D, Glavic P. A model for integrated assessment of sustainable development[J]. Resources, Conservation and Recycling,2005,43(2):189-208.
- [4] 陈百明. 区域土地可持续利用指标体系框架的构建与评价[J]. 地理科学进展,2002,21(3):204-215.
- [5] 苏飞,张平宇. 大庆市城市经济系统可持续性评价[J]. 中国人口·资源与环境,2009,19(6):154-159.
- [6] 赵艳,濮励杰,张健,等. 基于三角模型的城市土地可持续利用评价[J]. 经济地理,2011,31(5):810-815.
- [7] Xu Fuli, Zhao Shanshan, Richard W D, et al. A triangle model for evaluating the sustainability status and trends of economic development[J]. Ecological Modelling,2006,195:327-337.
- [8] 张健,濮励杰,陈逸,等. 区域经济可持续发展趋势及空间分布特征[J]. 地理学报,2007,62(10):1041-1050.
- [9] 袁磊,雷国平,张小虎. 基于循环经济理念的黑龙江土地可持续利用评价[J]. 水土保持研究,2010,17(1):127-133.
- [10] 苏广实,胡宝清,罗华艳. 基于网格法与 ANN 的县域喀斯特土地可持续利用评价:以广西都安瑶族自治县为例[J]. 水土保持研究,2010,17(4):261-268.
- [11] 鄢然,雷国平,孙丽娜,等. 基于灰色关联法的哈尔滨市土地可持续利用评价研究[J]. 水土保持研究,2012,19(1):154-158.
- [12] 郑灵超,魏遐,祁黄雄. 台州土地可持续利用中的问题与对策[J]. 水土保持研究,2007,14(5):312-314.
- [13] 薛建春,白中科. 城市化进程中土地可持续利用评价指标体系研究[J]. 干旱区资源与环境,2010,24(1):10-14.
- [14] FAO. An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management[R]. World Soil Resources Reports,1993.
- [15] 厉伟,但承龙,孙文华. 城市化进程中土地持续利用评价指标体系研究[J]. 中国土地科学,2004,18(5):26-31.
- [16] 蔡锁章. 数学建模原理与方法[M]. 北京:海洋出版社,2000.