

# 大庆市土地利用与生态环境协调度评价

陈珏, 雷国平

(东北农业大学 资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

**摘要:**土地利用与生态环境协调度评价是衡量区域可持续发展的重要内容。该文在构建土地利用与生态环境协调发展评价指标体系基础上,建立了土地利用与生态环境协调度评价模型,对大庆市 2000-2008 年土地利用与生态环境协调度进行了评价。结果表明:(1)大庆市土地利用与生态环境协调度呈现出倒“U”型特点:2000 年大庆市土地利用与生态环境处于良好协调状态,2001-2006 年则上升为优质协调状态,2007-2008 年又下降为良好协调状态。(2)大庆市土地利用与生态环境协调发展度呈现出倒“S”型特点:2000 年,大庆市土地利用与生态环境处于濒临失调衰退类,2001 年上升为勉强协调发展类,2002-2005 年下降为濒临失调衰退类,2006-2008 年上升为勉强协调发展类。为促进大庆市土地利用与生态环境的持续协调发展,提出了构建生态环境友好型土地利用模式,加大土地投入、提高土地利用综合效益,提高森林覆盖率,加强湿地保护,提高生态涵养能力等建议措施。

**关键词:**土地利用;生态环境;协调度;大庆市

中图分类号:F301.24;X144

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)03-0116-05

## Evaluation on Coordination between Land-use and Eco-environment in Daqing

CHEN Jue, LEI Guo-ping

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

**Abstract:** The one of important contents to measure region sustainable development is the coordinated development between land-use and eco-environment. In this paper, the evaluation system and model are built to measure the coordinated development between land-use and eco-environment, which took Daqing City, Heilongjiang Province from 2000 to 2008 as example. The results show that: (1) The coordination degree between land-use and eco-environment in Daqing City is the characteristic of inverted ‘U’ shaped: firstly, the coordination degree is good in 2000, then rose to the high quality coordinated condition from 2001 to 2006, finally, dropped to the good coordinated condition in 2007 and 2008; (2) The development degree between land-use and eco-environment in Daqing City is the characteristic of inverted ‘S’ shaped: the development degree is on the being out of balance decline class in 2000, then rose to the reluctantly coordinated development class in 2001, but from 2002 to 2005, drop to border on the being out of balance decline class, finally, rise to the reluctantly coordinated development class from 2006 to 2008. In order to promote sustainability of the coordinated development between land utilization and the ecological environment in Daqing, we should take these measures such as raising the land utilization combined earnings, strengthening land ecological environment remediation in the oil field area, sharpening the ecology self-control ability effectively and so on.

**Key words:** land use; ecological environment; coordination; Daqing city

土地利用与生态环境协调发展是衡量区域可持续发展的重要内容<sup>[1]</sup>。当前,关于土地利用与生态环境协调发展研究多已定性分析为主<sup>[2]</sup>,而已有的定量分析大多将生态环境置于“社会、经济、生态”的大系统中来评价土地利用与生态环境的协调关系,针对性

不强。

因此,本文从土地利用和生态环境两个子系统着手,建立各自的指标体系和函数模型,旨在通过一种更为简洁直观、针对性强的方法对土地利用和生态环境协调度进行定量评价。

收稿日期:2010-11-10

修回日期:2010-11-29

资助项目:大庆市土地利用总体规划修编项目

作者简介:陈珏(1984-),女,湖南长沙人,博士,研究方向:土地规划、土地利用与政策。E-mail:chenjue0956@163.com

通信作者:雷国平(1963-),男,辽宁沈阳人,博士,博士生导师,研究方向:土地利用。E-mail:guopinglei@126.com

大庆市是我国最大的石油生产基地和重要的石化工业基地。由于长期只重视石油开采,忽略土地生态保护,区域内土地盐碱化、沙化、草地退化、土壤贫瘠化等生态环境问题比较严重。随着大庆油田产量的日益减少,大庆市面临资源型城市转型问题,强烈的土地需求将对土地利用的强度、方式、规模、布局等造成深远的影响。如何既保障经济社会发展对土地的需求,又保障土地利用与生态环境的协调发展,给土地利用提出了新要求。因此,有必要对大庆市土地利用与生态环境的协调发展状况进行研究,从而促进大庆市土地利用与生态环境的可持续发展。

## 1 研究区概况

大庆市位于我国黑龙江省西部地区的松嫩平原中部,地处北纬  $45^{\circ}46' - 46^{\circ}55'$ ,东经  $124^{\circ}19' - 125^{\circ}12'$ ,地势西南偏低,东北偏高,海拔高度  $126 \sim 165$  m,辖5个区、4个县、58个乡镇,土地总面积  $212.19$  万  $\text{hm}^2$ ,到2008年末,全市人口  $264.38$  万人,城镇人口  $127.07$  万人,城镇化率  $48.06\%$ 。

大庆市土地利用以耕地为主,牧草地次之,2008年大庆市耕地和牧草地面积分别占土地总面积的  $29.31\%$  和  $28.83\%$ 。大庆市土地利用特点与石油资源的开发密切相关,土地利用变化也对生态环境造成了巨大影响。自1960年大庆油田投入开发后,石油生产用地大量增加,大量耕地和牧草地被占用,绿地面积减少,造成生态环境质量下降;2000年以来,大庆市面临资源型城市转型的压力,水利、交通等基础设施用地和城市建设用地需求增加,使大量的优质耕地被占用,区域农业生态环境受到较大影响,同时随着油田容量的不断增加,生产、生活产生的大量“三废”污染也对油田周边区域的生态环境造成不利影响<sup>[3-6]</sup>。

## 2 评价指标体系及评价模型

### 2.1 评价指标体系构建

土地利用与生态环境的协调度是一个定量表示土地利用结构、程度和生态环境保护之间关系的指标,是把土地利用指标和生态环境要素作为自变量的一个函数,强调的是系统之间各要素的共同发展、整体发展、全面提高<sup>[7]</sup>。评价指标体系的构建应充分体现土地利用与生态环境协调度的内涵特征,在遵循科学性、系统性、主导型和可操作性原则基础上,借鉴相关研究成果<sup>[1-2,7-8]</sup>,构建符合大庆市市情的协调度评价指标体系(表1)。

### 2.2 评价模型

当前关于环境经济协调发展评价模型主要有6

类:基于环境承载力的协调发展评价模型、基于协同论的序参量功效函数协调度模型、基于环境-经济核算体系模型、基于模糊隶属函数的协调度模型、基于灰色系统理论的协同发展模型以及基于变异系数的协调度模型。根据土地利用与生态环境协调度的内涵,本文对基于变异系数的协调度模型进行改进,建立基于土地利用综合指数和生态环境综合指数的土地利用与生态环境协调度评价模型。

土地利用综合指数函数:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m W_i X_i \quad (1)$$

式中:  $F(x)$  ——土地利用综合指数函数得分;  $X_i$  ——第  $i$  个土地利用评价指标的标准化值;  $W_i$  ——第  $i$  个土地利用评价指标权重。

生态环境综合指数函数:

$$G(y) = \sum_{j=1}^n W_j Y_j \quad (2)$$

式中:  $G(y)$  ——生态环境综合指数函数得分;  $Y_j$  ——第  $j$  个生态环境评价指标的标准化值;  $W_j$  ——第  $j$  个生态环境评价指标权重。

土地利用与生态环境协调度评价函数:

$$C = \left[ \frac{F(x) \times G(y)}{F(x) + G(y)} \right]^2 \quad (3)$$

式中:  $C$  ——协调度;  $F(x)$  ——土地利用综合指数函数得分;  $G(y)$  ——生态环境综合指数函数得分。

土地利用与生态环境协调发展度评价函数:

$$D = \sqrt{CT}, T = aF(x) + bG(y) \quad (4)$$

式中:  $D$  ——协调发展度;  $T$  ——反映土地利用与生态环境整体效益的综合评价指数;  $a, b$  ——土地利用与生态环境在综合效益中的权重值,由于土地利用与生态环境同样重要,故取值均为  $0.5$ <sup>[8]</sup>。

参照杨士弘<sup>[9]</sup>等关于协调度等级划分标准相关研究,依据大庆市客观实际,将协调度等级标准划分为八个等级(表2);根据协调发展度  $D$  的大小及土地利用综合指数  $F(x)$  与生态环境综合指数  $G(y)$  的大小,建立区域土地利用协调发展度的分类体系及其判断标准(表3)。

## 3 结果与分析

本文选取大庆市2000-2008年相关指标,在标准化处理的基础上,运用熵权法确定指标权重(表1),利用协调度模型测算大庆市2000-2008年土地利用综合指数  $F(x)$ 、生态环境综合指数  $G(y)$ 、土地利用与生态环境协调度  $C$  以及土地利用与生态环境协调发展度  $D$ ,评价结果见表4。

表 1 土地利用与生态环境协调发展评价指标体系及权重

评价因素		评价指标	权重
土地 利用 综合 指数	土地利用程度 0.2651	土地利用度/ %	0.0333
		土地垦殖率/ %	0.0342
		城镇用地比例/ %	0.0330
		交通用地比例/ %	0.0308
		工矿用地比例/ %	0.0324
	土地投入强度 0.1073	有效灌溉比例/ %	0.0351
		人均耕地面积( $\text{hm}^2/\text{人}$ )	0.0327
		人均建设用地面积( $\text{hm}^2/\text{人}$ )	0.0338
		单位耕地农业机械动力水平/ ( $\text{kW} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0355
		单位耕地耗电量/ ( $\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0343
土地产出强度 0.1352	地均固定资产投资额/ ( $\text{万元} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0375	
	粮食单产/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0320	
	第一产业地均产值/ ( $\text{万元} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0332	
	第二产业地均产值/ ( $\text{万元} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0356	
	第三产业地均产值/ ( $\text{万元} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0345	
生态 环境 综合 指数	生态涵养能力 0.1855	森林覆盖率/ %	0.0373
		湿地面积比例/ %	0.0381
		牧草地指数/ %	0.0332
		水利设施用地比例/ %	0.0377
		水资源用地指数/ %	0.0393
	生态环境压力 0.1689	单位工业面积废气排放量/ ( $\text{万 m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0386
		单位工业用地面积废水排放量/ ( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0316
		单位农田面积农药使用量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0333
		单位农田面积化肥使用量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0333
		油井密度/ ( $\text{座} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0321
生态治理水平 0.1379	单位面积环境污染治理投资额/ ( $\text{万元} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.0319	
	工业废水排放达标率/ %	0.0326	
	工业废气排放净化率/ %	0.0359	
	工业固体废物综合利用量/ 万 t	0.0375	

### 3.1 土地利用与生态环境协调度等级

依据等级划分标准,得到大庆市土地利用与生态环境协调度等级(见表 5)。可以看出,大庆市土地利用与生态环境协调度呈现出倒“U”型特点:2000 年大庆市土地利用与生态环境处于良好协调状态,2001–2006 年则上升为优质协调状态,2007–2008 年又下降为良好协调状态。

一方面,自 2001 年以来大庆市启动《生态市建设规划》,市委、市政府和石油石化大企业高度重视生态市建设工作,投资力度不断加大,单位面积生态环境治理投资金额从 2000 年的 0.03 万元/ $\text{hm}^2$  提高到 2006 年的 0.05 万元/ $\text{hm}^2$ ,截至 2006 年底,大庆市森林覆盖率由 2000 年的 9.1% 提高到 2006 年的 10%,工业废水排放达标率由 96.5% 提高到 97.8%,工业废气排放达标率由 95.0% 提高到 97.0%,工业固体废物综合利用量从 131.2 万 t 提高到 189.6 万 t,大庆的生态环境得到有效改善;另一方面,通过土地利用结构和布局调整,大庆市土地利用程度不断提高,

土地投入产出效益也不断提高,因此,2001–2006 年大庆市土地利用与生态环境为优质协调状态。

而近两年来,随着人地矛盾加剧,大庆市生态环境压力加大:一方面,由于粮食需求增加、建设用地需求增加以及油田三次产能加密工作的开展,占用了大片天然草场,草地面积逐步减少,土地沙化、盐碱化加剧;另一方面,大庆市目前处于资源型城市产业转型的关键时期,产业用地需求量大,工业企业废水、废气的排放量也进一步增加,而工业废水、废气排放达标率却在降低,其中,废水排放达标率从 2006 年的 97.8% 下降到 2008 年的 95.6%,废气排放达标率从 97% 下降到 95.41%,因此,近两年来土地利用与生态环境协调度等级有所下降。

### 3.2 土地利用与生态环境协调发展类型

从协调发展类型来看,2000–2008 年大庆市土地利用与生态环境协调发展度呈现出倒“S”型特点:2000 年,大庆市土地利用与生态环境处于濒临失调衰退类,2001 年上升为勉强协调发展类,2002–2005

年下降为濒临失调衰退类, 2006- 2008 年上升为勉强协调发展类。由此可以得出 2000- 2008 年平均协调发展度为 0.50, 整体处于勉强协调发展类。这一方面说明, 随着经济增长方式和土地利用方式的转变, 大庆市土地利用综合效益提高, 而且生态环境质量得到有效改善, 生态环境与土地利用协调发展水平

不断提高; 另一方面, 大庆市脆弱的生态环境还没有从根本上得到改变, 土地利用与生态环境协调发展波动性强, 未来几年是大庆市资源型城市转型的关键时期, 土地利用与生态环境协调发展的干扰因素增加, 地区生态环境进一步恢复和改善的难度加大, 也为区域可持续发展带来了更大挑战。

表 2 土地利用与生态环境协调度等级划分标准

协调度	0.00~ 0.29	0.30~ 0.39	0.40~ 0.49	0.50~ 0.59	0.60~ 0.69	0.70~ 0.79	0.80~ 0.89	0.90~ 1.00
协调等级	严重失调	轻度失调	濒临失调	勉强协调	初级失调	中级失调	良好协调	优质协调

表 3 土地利用与生态环境协调发展度类型的划分标准

第一层次	D 值	D 类型	$F(x)$ 与 $G(y)$ 的关系	土地利用类型
协调发展类	0.90~ 1.00	优质协调类	$F(x) > G(y)$	优质协调类生态环境滞后型
			$F(x) = G(y)$	优质协调类土地利用与生态环境同步型
			$F(x) < G(y)$	优质协调类土地利用滞后型
	0.80~ 0.90	良好协调发展类	$F(x) > G(y)$	良好协调发展类生态环境滞后型
			$F(x) = G(y)$	良好协调发展类土地利用与生态环境同步型
			$F(x) < G(y)$	良好协调发展类土地利用滞后型
	0.70~ 0.80	中级协调发展类	$F(x) > G(y)$	中级协调类生态环境滞后型
			$F(x) = G(y)$	中级协调类土地利用与生态环境同步型
			$F(x) < G(y)$	中级协调类土地利用滞后型
	0.60~ 0.70	初级协调发展类	$F(x) > G(y)$	初级协调类生态环境滞后型
			$F(x) = G(y)$	初级协调类土地利用与生态环境同步型
			$F(x) < G(y)$	初级协调类土地利用滞后型
勉强发展类	0.50~ 0.60	勉强协调发展类	$F(x) > G(y)$	勉强协调类生态环境滞后型
			$F(x) = G(y)$	勉强协调类土地利用与生态环境同步型
			$F(x) < G(y)$	勉强协调类土地利用滞后型
	0.40~ 0.50	濒临失调衰退类	$F(x) > G(y)$	濒临失调衰退类生态环境损益型
			$F(x) = G(y)$	濒临失调衰退类土地利用与生态环境共损型
			$F(x) < G(y)$	濒临失调衰退类土地利用损益型
失调衰退类	0.30~ 0.40	轻度失调衰退类	$F(x) > G(y)$	轻度失调衰退类生态环境损益型
			$F(x) = G(y)$	轻度失调衰退类土地利用与生态环境共损型
			$F(x) < G(y)$	轻度失调衰退类土地利用损益型
	0.20~ 0.30	中度失调衰退类	$F(x) > G(y)$	中度失调衰退类生态环境损益型
			$F(x) = G(y)$	中度失调衰退类土地利用与生态环境共损型
			$F(x) < G(y)$	中度失调衰退类土地利用损益型
0.10~ 0.20	严重失调衰退类	$F(x) > G(y)$	严重失调衰退类生态环境损益型	
		$F(x) = G(y)$	严重失调衰退类土地利用与生态环境共损型	
		$F(x) < G(y)$	严重失调衰退类土地利用损益型	
0.00~ 0.10	极度失调衰退类	$F(x) > G(y)$	极度失调衰退类生态环境损益型	
		$F(x) = G(y)$	极度失调衰退类土地利用与生态环境共损型	
		$F(x) < G(y)$	极度失调衰退类土地利用损益型	

表 4 大庆市土地利用与生态环境协调发展度评价结果

评价项目	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
$F(x)$	0.2044	0.2421	0.2323	0.2063	0.2562	0.3025	0.3331	0.3776	0.4279
$G(y)$	0.3276	0.3461	0.2422	0.1827	0.1881	0.2124	0.2650	0.2208	0.2636
$C$	0.8955	0.9385	0.9991	0.9926	0.9536	0.9398	0.9743	0.8675	0.8902
$D$	0.4880	0.5253	0.4869	0.4394	0.4603	0.4919	0.5398	0.5095	0.5548

表 5 大庆市土地利用与生态环境协调度等级及协调发展度类型

评价等级	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 协调
等级	良好协调 濒临失调	优质协调 勉强协调	优质协调 濒临失调	优质协调 濒临失调	优质协调 濒临失调	优质协调 濒临失调	优质协调 勉强协调	良好协调 勉强协调	良好协调 勉强协调
协调发展 类型	衰退类土 地利用损 益型	发展类土 地利用滞 后型	衰退类土 地利用损 益型	衰退类生 态环境损 益型	衰退类生 态环境损 益型	衰退类生 态环境损 益型	发展类生 态环境滞 后型	发展类生 态环境滞 后型	发展类生 态环境滞 后型

## 4 结论与建议

通过对大庆市土地利用与生态环境协调度评价的结果显示,从土地利用和生态环境两个子系统着手,建立各自的指标体系和函数模型,对于土地利用与生态环境两系统间协调度的定量评价具有针对性强、可操作性强的优点。为了更好地促进大庆市土地利用与生态环境协调发展,在今后的土地利用中应该注意以下几个方面的问题:(1)建立生态环境友好型土地利用模式,确保土地资源可持续利用。结合大庆市实际,可以构建以下几种生态环境友好型土地利用模式:环境保护型农用地模式、“三化草地”综合治理模式、“绿色采油”模式、城市土地生态利用模式和湿地保护型土地利用模式等。(2)加大土地利用的资金投入和土地生态环境治理投入,有效提高土地利用综合效益。2000—2008年,大庆市地均固定资产投资额从0.94万元/hm<sup>2</sup>提高到2.84万元/hm<sup>2</sup>,进而拉动土地产出水平不断提高,粮食单产从2364 kg/hm<sup>2</sup>提高到5309.87 kg/hm<sup>2</sup>,第三产业地均产值从0.41万元/hm<sup>2</sup>提高到1.20万元/hm<sup>2</sup>,而大庆市土地生态环境投资力度相对较低,生态环境治理水平也相对较低,因此,未来土地利用应注重综合效益水平的提高,在增加土地物质、资金投入量时,进一步加大对土地生态环境治理投入,通过政府引导,石油石化企业和民间资本联动模式,逐步建立起社会化与市场化的投入机制。(3)进一步提高森林覆盖率,加大对湿地保护力度,提升区域生态涵养能力。尽管大庆市森林覆盖率从2000年的9.1%提高到2008年的10.5%,但是仍远远低于黑龙江省41.6%的平均水平,因此,应通过调

整完善造林规划,优化选择适宜大庆地区生长的数目品种,提高森林覆盖率;此外,大庆市湿地面积减少的状况没有得到改善,湿地面积比例从2000年的0.20%减少到了2008年的0.18%,因此,应增加湿地保护区面积和提高现有保护区标准,加大对湿地保护力度,通过生态涵养能力的提高,有效改善大庆地区脆弱的生态环境质量现状。

### 参考文献:

- [1] 李边疆. 土地利用与生态环境关系研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2004: 68-69.
- [2] 曹蕾. 协调土地利用与生态环境关系研究: 以上海市为例[D]. 上海: 华东师范大学, 2007: 1-2.
- [3] 马富, 宗树森, 孙彦. 大庆市土地利用总体规划(1997-2010)[M]. 北京: 农业科技出版社, 2000: 72-75.
- [4] 藏淑英, 冯仲科. 资源型城市土地利用/土地覆被变化与景观动态[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 164-165.
- [5] 宋戈, 高志昊, 马和. 石油城市转型期土地集约利用对策研究: 以黑龙江省大庆市为例[J]. 中国国土资源经济, 2008(12): 21-23.
- [6] 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(6): 80-85.
- [7] 张富刚, 郝晋珉, 李旭霖, 等. 县域土地利用协调发展度评价: 以河北省曲周县为例[J]. 水土保持通报, 2005, 25(2): 63-68.
- [8] 陈兴雷, 李淑杰, 郭忠杰. 吉林省延边朝鲜族自治州土地利用与生态环境协调度分析[J]. 中国土地科学, 2009, 7(7): 66-70.
- [9] 杨士弘. 城市生态环境学[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 114-119.

(上接第 115 页)

- [10] 王文华. 洮河流域水文特性[J]. 水文, 2004, 24(5): 54-61.
- [11] 李艳, 陈晓宏, 张鹏飞. 北江流域径流序列年内分配特征及其趋势分析[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2007, 46(5): 113-116.
- [12] 刘贤赵, 李嘉竹, 宿庆, 等. 基于集中度与集中期的径流年内分配研究[J]. 地理科学, 2007, 27(6): 791-795.
- [13] 黄德治, 谢平, 陈广才, 等. 北江下游三水站径流年内分配特征变化研究[J]. 水电能源科学, 2008, 26(4): 5-7.
- [14] 徐东霞, 章光新. 嫩江径流年内变化特征分析[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(7): 48-51.
- [15] 任全志, 王金宽, 朱晓凯. 大凌河流域径流变化特征及动因分析[J]. 水土保持应用技术, 2009(3): 25-27.
- [16] 李卿. EMD 时频分析方法的研究与应用[D]. 上海: 华中师范大学, 2008.
- [17] 于伟凯. EMD 时频分析方法的理论研究与应用[D]. 河北秦皇岛: 燕山大学, 2006.
- [18] 谢国权, 丁志宏. 渭河年径流量多时间尺度分析的 EMD 方法[J]. 人民黄河, 2008, 30(8): 36-40.