

# 广州市土地利用与生态环境协调发展评价研究

王枫<sup>1</sup>, 叶长盛<sup>2</sup>

(1. 华南农业大学 公共管理学院, 广州 510642; 2. 东华理工大学 地球科学与测绘工程学院, 江西 抚州 344000)

**摘要:** 围绕保障土地资源可持续利用的目标, 基于主成分分析法和协调发展模型, 利用广州市 1995–2007 年统计数据对其土地利用与生态环境协调发展状况进行了实证分析。结果表明: 研究期间广州市土地利用与生态环境以强势协调发展模式为主, 总体经历了土地利用滞后型强势协调发展模式到土地利用超前型强势协调发展模式再到土地利用超前型弱势协调发展模式的演化过程; 土地利用与生态环境的动态协调度整体呈现出下降的态势, 二者逐渐在偏离协调发展的轨迹; 最后提出了相关政策建议及不足之处。

**关键词:** 土地利用; 生态环境; 主成分分析法; 协调发展模式; 广州市

中图分类号: F301.24; X144

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)03-0238-05

## Evaluation of the Coordinated Development between Land Use and Ecø-environment in Guangzhou

WANG Feng<sup>1</sup>, YE Chang-sheng<sup>2</sup>

(1. College of Public Administration, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2. Academy of Geosciences and Mapping Engineering, East China Institute of Technology, Fuzhou, Jiangxi 344000, China)

**Abstract:** According to the target of the sustainable utilization of land resources, this paper conducted an empirical investigation between land use and ecø-environment coordinated development situation based on the method of principal component analysis and the coordinated development model, utilizing annual data of Guangzhou from 1995 to 2007. The results showed that: the dominant model of the studied period was strong-coordinated, changed from the lagging land use period to the advancing land use period of strong-coordinated development model and then the land use advancing weak-coordinated development model; the dynamic coordinated degree between them showed the declining trend as a whole, and both gradually deviated from the track of coordinated development; finally, relevant suggestions and the defect were proposed.

**Key words:** land use; ecø-environment; principal component analysis; coordinated development mode; Guangzhou city

改革开放以来, 广州经济保持了高速增长的势头, 国民经济和各项事业取得了巨大成就。城市土地利用作为当今经济社会中最活跃和最普遍的活动<sup>[1]</sup>, 对广州经济社会发展具有重要的贡献作用, 单位土地面积财政收入从 1995 年末的 134.17 万元/km<sup>2</sup> 提高到 2007 年末的 1 128.53 万元/km<sup>2</sup>, 年均增长 57%。但是与此同时, 由于对社会经济发展的过分强调, 人类对土地资源的干预程度也越来越大, 使得土地利用方式发生巨大改变<sup>[2]</sup>, 导致目前城市水质污染、固体废物污染、酸雨污染、土壤污染、水土流失等一系列生态环境问题越来越严重, 已经成为制约广州经济社会可持续发展的“瓶颈”。

区域土地利用与生态环境的关系问题一直是学界关注的问题之一<sup>[3-4]</sup>。围绕此课题, 国外相关研究多侧重区域土地利用变化的生态环境效应<sup>[5-7]</sup>, 并已涉及到二者之间定量关系的研究<sup>[8]</sup>。国内研究则更注重于运用实例对土地利用覆被的变化过程、驱动机制及预测模型进行探讨<sup>[9-11]</sup>。近年来, 随着我国新一轮土地利用总体规划工作的展开, 土地利用与生态环境关系协调的研究正成为国内研究的前沿和热点, 但多数研究侧重于土地利用与生态环境关系协调的定性分析<sup>[12-14]</sup>, 针对某一单一城市采用系统分析法对综合土地利用与生态环境动态耦合机理的研究成果基本缺乏。本文正是基于这种思想, 以广州市为研究区

域,在对土地利用综合水平与生态环境综合质量进行测度的基础上,结合协调发展系数、动态和静态协调度,构建土地利用与生态环境发展的 15 种模式,以准确定位和描述广州市不同时段土地利用与生态环境的运行发展轨迹,企图为该区域制定土地利用与生态环境的协调发展政策提供决策参考。

## 1 土地利用与生态环境协调发展评价指标体系的建立

本文从土地利用与生态环境交互胁迫的作用机理出发,基于协同系统分析视角,遵循整体性、科学

性、层次性、可行性等原则,利用 CNKI 数据库对近年来有关土地利用与生态环境的设计指标进行频度统计,选出研究者使用频率较高的指标,建立指标体系。

土地利用和生态环境子系统发展水平的评价涉及资源、经济、社会和环境因素等各方面,包括众多因子。本文从土地利用结构、土地投入强度、土地利用程度和土地利用效果 4 个层面 11 项指标来刻画土地利用系统综合水平<sup>[15]</sup>,从生态环境压力、生态环境状态和生态环境响应 3 个层面 12 项指标建立反映生态环境综合发展水平的指标体系<sup>[16]</sup>(表 1)。

表 1 土地利用与生态环境协调发展系统指标体系

体系	功能团	指标	趋向性
土地利用	土地利用结构	居民点用地比例/ %	适度
		独立工矿用地比例/ %	正向
		交通用地比例/ %	适度
		未利用地比例/ %	逆向
	土地投入强度	地均固定资产投资额/(万元·km <sup>-2</sup> )	正向
		地均劳动力数/(万人·km <sup>-2</sup> )	正向
	土地利用程度	人均建设用地面积(m <sup>2</sup> /人)	适度
		人均道路铺装面积(m <sup>2</sup> /人)	正向
	土地利用效果	地均财政收入/(万元·km <sup>-2</sup> )	正向
		地均工业总产值/(万元·km <sup>-2</sup> )	正向
		地均社会消费品零售额/(万元·km <sup>-2</sup> )	正向
生态环境	生态环境压力	单位面积工业废水排放量/(t·km <sup>-2</sup> )	逆向
		单位面积工业废气排放量/(万 m <sup>3</sup> ·km <sup>-2</sup> )	逆向
		单位面积工业固体废弃物产生量/(t·km <sup>-2</sup> )	逆向
	生态环境状态	公共绿地面积比例/ %	正向
		建成区绿化覆盖率/ %	正向
		水土流失面积比例/ %	逆向
生态环境响应	自然保护区面积覆盖率/ %	正向	
	森林覆盖率/ %	正向	
	工业废水排放达标率/ %	正向	
	工业固体废弃物综合利用率/ %	正向	
	工业粉尘去除率/ %	正向	
	环境投入占 GDP 比例/ %	正向	

注:数据由广州统计年鉴(1996-2008年)、广州市土地利用变更数据(1996-2007年)以及文献[17]中1995年的土地利用数据整理得出。

## 2 广州市土地利用与生态环境综合发展水平的测度

求土地利用、生态环境两个系统的协调度值,首先要计算出两个系统的综合发展水平指数,为尽量减少人为因素,本文采用主成分分析法(Principal Component Analysis,简称 PCA 法)对两个系统综合发展状况进行定量评价,其突出优点在于对各原始指标的权数确定不带有人的主观意识,比较客观科学,从而提高了评价结果的可靠性和准确性。主成分分析的具体步骤参见文献[18],由于指标的同趋势化是运用

该方法的重要步骤,所以需将评价指标中的适度和逆向指标正向化。本文采用的指标正向化<sup>[19]</sup>方法如下:

①对于适度指标,可通过下面公式将其转换为正指标:

$$x'_i = \frac{1}{1 + |x_i - k|} \quad (1)$$

式中:  $k$  ——各指标的适度值;  $x_i$  ——各指标的实际值;  $x'_i$  ——各指标正向化后的值。本研究将人均建设用地面积、居民点用地比例和交通用地比例作为适度指标处理,适度值  $k$  的确定有两类依据,其中居民点用地比例和交通用地比例指标主要参考《城市用地分

类与规划建设用地标准 GBJ 137-90》, 人均建设用地面积指标主要参考《广州市土地利用总体规划(2006-2020)》2020 年规划的指标值。

②对于逆指标, 正向化处理公式为:

$$x'_i = \frac{1}{x_i} \cdot A \quad (2)$$

式中,  $A$  取值为 1, 10, 100, 1 000, ..., 根据各个指标最大值的差异来确定。如果指标最大值介于 0~10(不含 10), 则  $A$  取值 1; 如果指标最大值介于 10~100(不含 100), 则  $A$  取值 10; 如果指标最大值介于 100~1 000(不含 1 000), 则  $A$  取值 100; 依此类推。本研究中将未利用地比例、单位面积工业废水排放量、单位面积工业废气排放量、单位面积工业固体废物产生量以及水土流失面积比例认为是逆指标, 对其进行了正向化处理。

指标正向化后按照主成分分析步骤经 SPSS 13.0 软件处理计算得到广州市 1995-2007 年间的土地利用与生态环境综合指数(表 2)。

表 2 土地利用与生态环境综合评价指数

年份	土地利用 综合指数	生态环境 综合指数	年份	土地利用 综合指数	生态环境 综合指数
1995	-2.812	-2.428	2002	0.002	0.816
1996	-2.442	-2.442	2003	0.645	1.365
1997	-2.134	-2.575	2004	1.184	2.176
1998	-1.722	-2.280	2005	2.222	2.348
1999	-1.461	-1.498	2006	3.160	2.108
2000	-0.843	-0.209	2007	4.406	1.993
2001	-0.205	0.626			

广州市土地利用与生态环境综合指数表明, 13 a 间土地利用综合指数总体呈现出逐年上升趋势, 但土地利用对生态环境综合指数表现出的颀颀作用也是显然的。按照土地利用与生态环境的交互作用机理可以将其分为三个阶段: 第一阶段(1995-1997 年), 土地利用综合指数逐渐增加, 生态环境综合指数略微下降, 表现出与之相反的发展趋势, 土地利用对生态环境表现出一定的颀颀作用; 第二阶段(1998-2005 年), 土地利用与生态环境综合指数都表现出逐渐增加的趋势, 生态环境综合指数 2005 年达到最大值(2.348), 两者的发展趋势具有一致性; 第三阶段(2006-2007 年), 土地利用综合指数迅速增加, 2007 年土地利用综合指数达到了最高值(4.406), 生态环境综合指数表现出与之相反的发展趋势, 土地利用对生态环境表现出显著的颀颀作用。

### 3 广州市土地利用与生态环境协调发展模型构建与分析

协调发展是以实现人的全面发展为目的, 通过区

域内的人口、社会、经济、科技、环境、资源等六大系统及各系统内部各元素间的相互协作、相互配合和相互促进而形成的社会发展的良性循环态势<sup>[20]</sup>, 是一种动态的发展系统。本文引入协调发展系数、动态和静态协调度函数来定量衡量协调发展程度, 以此为基础归纳出广州市土地利用与生态环境的发展模式。

首先对土地利用综合指数、生态环境综合指数进行回归分析, 建立回归模型以求得与生态环境(土地利用)相协调的土地利用综合指数(生态环境综合指数), 然后再进行静态和动态协调度的计算, 最后, 对所得结果进行分析。

#### 3.1 回归模型的建立

运用 SPSS 13.0 对土地利用和生态环境综合指数数据进行回归分析, 建立回归方程:

$$X = -0.639 + 0.966Y + 0.183Y^2 + 0.024Y^3$$

$$R^2 = 0.852, F = 17.246 \quad (3)$$

$$Y = 0.602 + 1.21X - 0.096X^2 - 0.027X^3$$

$$R^2 = 0.967, F = 87.461 \quad (4)$$

式中:  $Y$  ——生态环境的综合发展水平;  $X$  ——土地利用的综合发展水平, 都经过了显著性水平为 0.001 的检验假设, 方程显著有意义。从中可以看出土地利用综合水平和生态环境综合发展水平并没有表现出典型的倒“U”型曲线关系而是表现三次曲线关系, 由此也可以说明在不同区域, 由于环境政策、区域发展模式等方面的原因, 环境库兹涅茨倒“U”型演变曲线可能呈现出多样性特征。

#### 3.2 静态协调度和发展模型的构建

根据模糊隶属度函数建立协调发展系数  $w(ij)$ <sup>[21]</sup>:

$$w(ij) = \exp[-(A'_i - A_i)^2/S^2] \quad (5)$$

式中:  $w(ij)$  ——系统  $i$  对系统  $j$  的协调发展系数, 表示  $i$  系统对  $j$  系统的单向协调发展程度;  $A_i$  ——第  $i$  系统的综合发展实际值;  $A'_i$  ——与  $j$  系统实际值相协调的第  $i$  系统综合发展水平,  $A'_i$  可以由上述的回归方程求出;  $S^2$  ——系统  $i$  的方差。

然而, 由于协调系数只是反映了一个系统对另一个系统的单向协调发展程度, 并不能反映系统间的协调发展程度, 所以引入静态协调度函数<sup>[21]</sup>:

$$C_{S(ij)} = \frac{\min\{w(ij), w(ji)\}}{\max\{w(ij), w(ji)\}} \quad (6)$$

静态协调度函数的大小表示土地利用与生态环境两系统间的协调发展程度, 把土地利用的实际指数和与当年生态环境相协调的土地利用指数进行比较, 可以判断当年土地利用与生态环境的发展程度, 结合两者的发展水平及前人的研究成果作者将其归纳为

15 个系统发展模式标准(表 3)。

值得说明的是此划分标准只是相对的, 如此划分的目的是为了研究广州市近期土地利用与生态环境的发展模式轨迹, 以期为政府部门制定宏观决策和实施管理提供参考。

将广州市 1995-2007 年的生态环境综合指数  $Y$  代入式(3)得到相关协调值  $X'$ , 再把所得数据代入式(5)、(6)得到土地利用与生态环境的静态协调函数值。根据上述发展模式标准可以得到广州市 13 a 间土地利用与生态环境的发展模式表(表 4)。

表 3 土地利用与生态环境协调发展模式标准

$Cs_{(i,j)}$	$A_i$ 与 $A'_i$ 比较	协调发展模式
$0 < Cs_{(i,j)} \leq 0.25$	$A_i < A'_i$	土地利用滞后型弱势不协调发展模式
	$A_i = A'_i$	土地利用与生态环境同步型弱势不协调发展模式
	$A_i > A'_i$	土地利用超前型弱势不协调发展模式
$0.25 < Cs_{(i,j)} \leq 0.5$	$A_i < A'_i$	土地利用滞后型弱势协调发展模式
	$A_i = A'_i$	土地利用与生态环境同步型弱势协调发展模式
	$A_i > A'_i$	土地利用超前型弱势协调发展模式
$0.5 < Cs_{(i,j)} \leq 0.65$	$A_i < A'_i$	土地利用滞后型基本协调发展模式
	$A_i = A'_i$	土地利用与生态环境同步型基本协调发展模式
	$A_i > A'_i$	土地利用超前型基本协调发展模式
$0.65 < Cs_{(i,j)} \leq 0.85$	$A_i < A'_i$	土地利用滞后型强势基本协调发展模式
	$A_i = A'_i$	土地利用与生态环境同步型强势基本协调发展模式
	$A_i > A'_i$	土地利用超前型强势基本协调发展模式
$0.85 < Cs_{(i,j)} \leq 1$	$A_i < A'_i$	土地利用滞后型强势协调发展模式
	$A_i = A'_i$	土地利用与生态环境同步型强势协调发展模式
	$A_i > A'_i$	土地利用超前型强势协调发展模式

表 4 广州市 1995-2007 年土地利用与生态环境协调发展状况

年份	$X$	$X'$	$Cs_{(X,Y)}$	协调发展模式
1995	-2.812	-2.249	0.991	土地利用滞后型强势协调发展模式
1996	-2.442	-2.256	0.995	土地利用滞后型强势协调发展模式
1997	-2.134	-2.323	0.960	土地利用超前型强势协调发展模式
1998	-1.722	-2.175	0.931	土地利用超前型强势协调发展模式
1999	-1.461	-1.756	0.993	土地利用超前型强势协调发展模式
2000	-0.843	-0.833	0.982	土地利用滞后型强势协调发展模式
2001	-0.205	0.043	0.992	土地利用滞后型强势协调发展模式
2002	0.002	0.285	0.995	土地利用滞后型强势协调发展模式
2003	0.645	1.082	0.960	土地利用滞后型强势协调发展模式
2004	1.184	2.578	0.677	土地利用滞后型强势基本协调发展模式
2005	2.222	2.948	0.900	土地利用滞后型强势协调发展模式
2006	3.160	2.434	0.958	土地利用超前型强势协调发展模式
2007	4.406	2.203	0.357	土地利用超前型弱势协调发展模式

根据表 4 分析, 由于政策法规、城市建设、资源条件等因素的综合作用, 广州市土地利用与生态环境协调发展的演化过程在近 13 a 间总体呈现出 4 种发展轨迹。

第一阶段: 1995-1996 年, 表现为土地利用滞后型的强势协调发展模式稳定的过程。1995 年和 1996 年实际土地利用综合指数分别为 -2.812 和 -2.442, 接近于生态环境所要求的土地利用综合指数(分别为 -2.249 和 -2.256), 土地利用与生态环境呈现出强势协调发展模式。此阶段土地开发利用速度滞后于生态环境建设, 土地利用对生态环境的

作用仍在生态环境的承受范围之内。

第二阶段: 1997-1999 年, 表现为土地利用超前型的强势协调发展模式稳定的过程。这一阶段实际土地利用综合指数均大于生态环境所要求的土地利用综合指数, 土地开发利用的速度已经影响了生态环境的建设。

第三阶段: 2000-2005 年, 土地利用滞后型的协调程度有所降低的过程。2000-2003 年实际土地利用综合指数均接近于生态环境所要求的土地利用综合指数, 两者呈现出强势协调发展模式。2004 年实际土地利用综合指数(1.184)与生态环境所要求的土

地利用综合指数(2.578)的差距增大,两者的协调水平有所降低,呈现出强势基本协调发展模式。此后,实际土地利用综合指数与生态环境所要求的土地利用综合指数的差距有所缩小,土地利用与生态环境发展表现出由强势基本协调发展模式到强势协调发展模式的转变。此阶段实际土地利用综合指数均低于生态环境所要求的土地利用综合指数,土地开发利用对生态环境的影响减小,回到生态环境的承受范围之内。

第四阶段:2006–2007年,土地利用超前型的协调程度有所降低的过程。2006年随着实际土地利用综合指数的增加和生态环境所要求的土地利用综合指数的降低,实际土地利用综合指数(3.16)高于生态环境所要求的土地利用综合指数(2.434),土地利用与生态环境发展转变为土地利用超前型强势协调发展模式。2007年,实际土地利用综合指数进一步增大,达到13a来的最高值(4.406),与生态环境所要求的土地利用综合指数(2.203)的差距也进一步拉大,土地利用与生态环境表现出了土地利用超前型弱势协调发展模式。可以预测,未来几年内生态环境对土地利用的支撑作用会减弱,生态环境问题将会限制土地的开发利用,所以强化环境保护治理、协调土地利用与生态环境建设就成为未来土地管理的中心工作。

### 3.3 动态协调度的计算

反映两系统间相互协调发展程度的动态协调度  $Cd(t)$  的计算公式如下<sup>[21]</sup>:

$$Cd(t) = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^{T-1} C_{S(t-i)} \quad (7)$$

其中,  $0 < Cd(t) < 1$ ;  $C_{S(t-T+1)}$ ,  $C_{S(t-T+2)}$ ,  $C_{S(t-1)}$ ,  $C_{S(t)}$  为系统在  $(t-T) - t$  这一时段中各个时刻的静态协调度。设  $t_2 > t_1$  (任意两个不同时刻), 若  $C_{S(t_2)} > C_{S(t_1)}$ , 则表明系统一直处于协调发展的轨迹上。

结合图1分析,土地利用与生态环境的动态协调指数1995–2007年整体呈现出下降的态势,说明广州市土地利用与生态环境逐渐在偏离协调发展的轨迹。

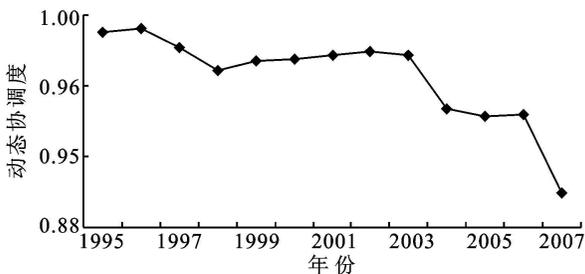


图1 土地利用与生态环境动态协调度变化

## 4 结论

(1) 土地利用与生态环境相互影响、相互制约、相互促进。尽管目前对土地利用与生态环境关系协调的研究已经取得了较大进展,但对综合土地利用与生态环境动态耦合机理的研究尚未给予足够的关注。基于土地利用综合水平、生态环境综合质量评价基础之上的协调发展模型,能够实现土地利用与生态环境两系统间协调发展状况的定量评价,可信度较高,可操作性较强。

(2) 1995–2007年广州市土地利用与生态环境之间的发展模式以强势协调为主,总体经历了土地利用滞后型强势协调发展模式到土地利用超前型强势协调发展模式再到土地利用超前型弱势协调发展模式的演化过程;土地利用与生态环境的动态协调度整体呈现出下降的态势,二者逐渐在偏离协调发展的轨迹。

(3) 建议广州现阶段土地资源开发要在控制建设用地规模、提高工业用地集约利用水平的同时,注意经济结构优化,通过科技创新,降低能耗,加大对环保科研的资金投入,发展清洁生产和循环经济,促进土地资源的可持续利用。

(4) 鉴于数据的缺省,仅从纵向的角度整体上对广州市土地利用与生态环境协调发展状况进行定量评价,未对广州市各区域土地利用与生态环境协调发展状况的好坏进行评价,也未与其他大城市进行横向对比分析以找准差距,待继续深化研究,这对广州市土地资源的可持续利用是非常有意义的。

### 参考文献:

- [1] 骆东奇,姜文,周心琴,等.重庆市土地利用与经济发展耦合关系分析[J].国土资源科技管理,2007,24(4):67-71.
- [2] 杨凯,曾永年,历华.湘西山区土地利用变化及其生态环境效应研究:以张家界市永定区为例[J].水土保持通报,2007,27(6):178-183.
- [3] 李边疆,王万茂.区域土地利用与生态环境耦合关系的系统分析[J].干旱区地理,2008,31(1):141-148.
- [4] 王兰霞,李巍,王蕾.哈尔滨市土地利用与生态环境物元评价[J].地理研究,2009,28(4):1001-1010.
- [5] Sullivan A, Terman J L, Williams A G. Land use change and hydrological response Camel catchment, Cornwall [J]. Applied Geography, 2004, 24(2): 119-137.
- [6] Woome P L, Tieszen L L, Tappan G, et al. Land use change and terrestrial carbon stocks in Senegal[J]. Journal of Arid Environments, 2004, 59(3): 625-642.

灌溉面积的不断增长是密不可分的,二者之间呈现明显的线性相关,相关系数高达 0.91。

### 3.4 农用地产出强度先缓增后速增

农用地产出强度在 1997-2002 年期间增长速度较缓,年均增长幅度不到 5%,而 2003-2006 年产出强度年均增长速度高达 22%,这主要是农林牧副渔业的快速发展带动了区域经济的跨越式发展,提高了农用地的产出强度。

### 3.5 农用地利用持续性令人堪忧

近年来,随着城市化步伐的不断加快,建设用地进一步扩张,农用地特别是耕地面积急剧减少,扶风县耕地 10 a 间减少了 4 485 hm<sup>2</sup>,人均耕地也呈现下降趋势,这种现象如果继续蔓延,势必对粮食安全造成威胁,可见,农用地利用持续状况令人堪忧,这不得不引起人们的足够重视。目前,如何协调好耕地减少与社会经济可持续发展的矛盾,已经受到国家及各级政府的高度重视,近年来政府加大了对农用地的投资力度和耕地的保护力度,以保障农用地的可持续利用。

## 4 结论

本文参考建设用地集约利用评价指标体系,从投入强度、利用程度、产出效率和持续状况 4 个层次上构建了农用地集约利用评价指标体系,采用层次分析法确定了各指标权重,多因素综合指数法计算了历年农用地集约度分值。并以陕西省扶风县为例,研究了

农用地集约利用水平的年际变化过程。

研究结果表明,扶风县农用地的集约利用水平,不论从土地投入强度、土地利用程度还是产出效率方面,都呈现递增趋势,虽然土地持续状况出现波动,由于近年来农用地投入额度的加强、利用程度的加大,加之新技术、新产品的应用,使得产出效率大大提高,因此,提高了农用地的整体集约利用水平,体现在 1997-2006 年扶风县农用地集约利用总分值逐年递增。

通过研究农用地集约利用程度的纵向变动规律,以期对农用地集约利用挖潜提供理论依据,同时为农用地区域之间横向比较奠定基础。

### 参考文献:

- [1] 王业侨. 节约和集约用地评价指标体系研究[J]. 中国土地科学, 2006, 20(3): 24-30.
- [2] 吕晓, 刘新平, 李振波, 等. 耕地集约利用评价指标体系研究[J]. 广东土地科学, 2007, 6(3): 15-19.
- [3] 姜仁荣, 李满春. 区域土地资源集约利用及其评价指标体系构建[J]. 地域研究与开发, 2006, 25(4): 117-119.
- [4] 王业侨. 节约和集约用地评价指标体系研究[J]. 中国农业科学, 2006, 20(3): 24-30.
- [5] 王蒲吉, 王占歧. 农用地节约集约利用评价指标体系研究[J]. 资源开发与市场, 2007, 23(4): 303-304.
- [6] 翟文侠, 黄贤金. 基于层次分析的城市开发区土地集约利用研究: 以江苏省为例[J]. 南京大学学报: 自然科学, 2006, 42(1): 96-102.
- [7] Upadhyay T P, Sankhayan P L, Solberg B. A review of carbon sequestration dynamics in the Himalayan region as a function of land use change and forest/soil degradation with special reference to Nepal[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2005, 105(3): 449-465.
- [8] Kalnay E, Cai M. Impaction of urbanization and land-use change on climate[J]. Nature, 2003, 423: 528-531.
- [9] 后立胜, 蔡运龙. 土地利用/覆被变化研究的实质分析与进展评述[J]. 地理科学进展, 2004, 23(6): 96-104.
- [10] 郭笃发. 利用马尔科夫过程预测黄河三角洲新生湿地土地利用/覆被格局的变化[J]. 土壤, 2006, 38(1): 42-47.
- [11] 王介勇, 刘彦随. 三亚市土地利用/覆被变化及其驱动机制研究[J]. 自然资源学报, 2009, 24(8): 1458-1466.
- [12] 杨伟, 谭勇, 周雪芹, 等. 协调土地利用与生态环境建设研究方法探讨: 以重庆市璧山县为例[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2006, 31(5): 190-195.
- [13] 刘海, 邓文胜. 孝感市土地利用与生态环境建设协调发展研究[J]. 国土与自然资源研究, 2007(4): 41-42.
- [14] 郑晓非, 张志全, 胡远满, 等. 辽宁省土地利用与生态环境协调发展研究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(4): 212-215, 219.
- [15] 邓楚雄, 谢炳庚, 吴永兴, 等. 长沙市土地利用与经济协调发展定量评价[J]. 经济地理, 2008, 28(4): 677-681.
- [16] 陈兴雷, 李淑杰, 郭忠兴. 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, 23(7): 66-70, 78.
- [17] 杨鹏, 陆宏芳, 陈飞鹏, 等. 1995 至 2004 年广州土地利用格局变化与驱动分析[J]. 生态环境, 2008, 17(3): 1262-1267.
- [18] 林海明, 张文霖. 主成分分析与因子分析的异同和 SPSS 软件: 兼与刘玉玫、卢纹岱等同志商榷[J]. 统计研究, 2005(3): 65-69.
- [19] 李小玉, 肖笃宁, 何兴元, 等. 中国内陆河流域绿洲发育度的综合评价[J]. 地理学报, 2006, 61(8): 855-864.
- [20] 王国维. 协调发展的理论与方法研究[M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2000.
- [21] 李艳, 曾珍香, 武优西, 等. 经济-环境系统协调发展评价方法研究及应用[J]. 系统工程理论与实践, 2003(5): 54-58.

(上接第 242 页)