

基于变异系数 TOPSIS 法的土地利用效益测度研究 ——以武汉城市圈为例

宋成舜¹, 谈兵¹, 韩冰华¹, 柯新利²

(1. 湖北科技学院 资源环境科学与工程学院, 湖北 咸宁 437100; 2. 华中农业大学 公共管理学院, 武汉 430070)

摘要:从社会效益、经济效益、生态效益和环境效益四方面,构建土地利用效益评价体系,采用变异系数 TOPSIS 法和耦合协调度模型,对武汉城市圈土地利用效益和耦合协调度进行实证分析。结果显示:(1) 武汉城市圈土地利用效益具有两级分化明显区域差异悬殊的特征。社会经济效益以其他城市的低级效益为主,武汉的优良效益为辅,生态环境效益以其他城市的良好效益为主,鄂州的低级效益为辅,而综合效益则以其他城市的中度效益为主,鄂州的低级效益和武汉的优良效益为辅;(2) 武汉城市圈土地利用效益耦合度均处于拮抗阶段,且区域差异较小;(3) 武汉城市圈土地利用效益耦合协调度区域差异较显著,包括中度协调耦合和高度协调耦合两种类型。武汉处于高度协调耦合阶段,其他城市处于中度协调耦合阶段。

关键词:土地利用效益; 耦合协调度; 变异系数 TOPSIS 法; 武汉城市圈

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)01-0286-06

Comprehensive Evaluation of Land Use Benefits Based on the Variance Coefficient —TOPSIS Method in Wuhan Metropolitan Area

SONG Chengshun¹, TAN Bing¹, HAN Binghua¹, KE Xinli²

(1. School of Resources, Environment Science and Engineering, Hubei University of Science & Technology, Xianning, Hubei 437100, China; 2. College of Public Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Wuhan Metropolitan Area was taken as a case study in this paper. The paper established evaluation indicators for land use benefits from the aspects of society, economy, ecology and environment, and analyzed land use benefits, coupling degree and coupling coordinative degree of land use benefits by using the variance coefficient-TOPSIS method and coupling coordination theoretical models. The results showed that: (1) the land use benefits had the characteristics of obviously polarized pattern and gap of regional differences. The low-level socio-economic benefits of land use with other cities was the main, and the excellent socio-economic benefits of land use with Wuhan was complementary; the good eco-environment benefits of land use with other cities was the main, and the low-level eco-environment benefits of land use benefit with Ezhou was complementary; the moderate comprehensive benefits of land use with rest of the city was the main, then the low-level comprehensive benefits of land use with Ezhou and good comprehensive benefits with Wuhan were complementary; (2) the coupling degrees of land use efficiency was in an antagonism development stage with smaller regional differences; (3) the coupling coordination degree of land use efficiency has obvious regional differences, with moderate coordination coupling level and high coordination coupling level, Wuhan was in a high coordination coupling phase, other cities were in a moderate coordination coupling phase.

Keywords: land use benefits; coupling coordination degree; variance coefficient-TOPSIS method; Wuhan Metropolitan Area

收稿日期: 2014-04-10

修回日期: 2014-04-28

资助项目: 国家自然科学基金项目(41101098); 教育部人文社科研究青年基金项目(13YJC630136); 湖北省教育厅科学技术研究项目(B2013048); 湖北省教育厅人文社会科学研究项目(14G366, 13G390)

第一作者: 宋成舜(1974—), 男, 湖南南县人, 副教授, 主要从事土地资源利用与评价研究。E-mail: songchengshun@126.com

通信作者: 韩冰华(1964—), 男, 湖北咸宁人, 博士, 教授, 主要从事土地资源管理研究。E-mail: hbh098@163.com

土地利用效益指单位面积土地投入与消耗在区域的社会、经济、生态等方面所实现的物质产出或有效成果^[1],土地利用效益作为衡量土地利用合理性与可持续性的重要标度,对其进行研究有助于明确区域土地利用过程中社会经济发展与生态环境保护方面存在的问题及其相互间的协调状况^[2]。区域土地资源利用的合理与否,直接关系到区域的兴衰与区域经济发展的可持续性^[3]。如何更好地协调有限的土地资源与社会经济、生态环境之间的关系,提高土地利用效益,已经成为实现“四化同步”协调发展的关键和建设“两型社会”的必然要求。土地利用效益评价是近年来学术界研究的热点问题之一^[4],从已有的研究来看,国内学者对土地利用效益的研究聚焦在微观尺度的单一城市,以中东部和西部的大城市为主要研究对象^[2,4-10],而从中观尺度出发,以区域为研究主体,比较区域内土地利用社会经济效益与生态环境效益差异,辨识区域土地利用效益耦合协调度区域分异性等方面的研究较少,亟待深化。

武汉城市圈是我国首批资源节约型和环境友好型社会建设综合配套改革试验区,该区以武汉市为中心城市,黄石市为副中心城市,辖武汉、黄石、鄂州、孝感、黄冈、咸宁、仙桃、天门、潜江 9 市,共 34 个区县,总面积 $5.78 \times 10^4 \text{ km}^2$,占湖北省国土面积的 31.10%^[11]。武汉城市圈不仅是湖北经济发展的核心区域,也是中部崛起的重要战略支点。作为中部地区乃至全国的重要增长极,近年来,随着武汉城市圈经济的发展、人口的增加、城镇化进程的加快,区内耕地面积逐年减少,建设用地面积持续增加,区域土地利用变化显著。在经济快速发展取得巨大社会经济效益的同时,出现了生态环境质量恶化、人地矛盾突出等一系列问题,土地资源的有限性与社会经济发展需求增长无限性之间的矛盾日益加剧^[12]。为此,本研究运用系统科学理论,通过建立土地利用社会经济效益与生态环境效益之间的耦合度和耦合协调度模型,探讨区域土地利用社会经济效益与生态环境效益的耦合协调关系,对于提高区域土地利用整体竞争力,促进社会经济发展与人口资源环境协调发展都具有较强的现实意义。

1 研究方法

1.1 指标体系构建及数据来源

对土地利用效益进行评价,建立系统的指标体系是评价的前提和基础。为了客观反映区域土地利用效益的全面状况,根据科学性、系统性、层次性、独立性和可操作等指标选取原则,在充分考虑武汉城市圈

现实发展情况的基础上,借鉴已有研究成果,从社会效益、经济效益、生态效益和环境效益四个方面构建土地利用效益评价指标体系(表 1)。研究用到的数据来源于《湖北统计年鉴 2012》和《中国城市统计年鉴 2012》,具有权威性和准确性。

1.2 变异系数 TOPSIS 法

变异系数 TOPSIS 法是变异系数法和 TOPSIS 方法的组合。变异系数法是一种直接对指标数据进行数学处理求取指标权重的客观赋权方法^[13],充分考虑了指标数据的相对变化幅度,大大减少了主观因素带来的偏差,其指标权重值比主观赋权法更具科学性、客观性和可信度。TOPSIS 法是系统工程中有限方案多目标决策分析的一种常用的决策技术^[14],它是一种逼近理想解的排序法,其原理是通过测度优先方案中的最优方案和最劣方案,分别计算出各评价对象与最优方案和最劣方案的距离,获得各评价对象与最优方案的相对接近程度,以此来对评价对象进行评价排序,具有计算简便、结果合理的优势^[15]。本文结合变异系数法和 TOPSIS 方法的相关运算理念及方法,变异系数 TOPSIS 法的运算主要步骤如下:

1.2.1 数据规范化处理 为了使评价指标具有可比性,需要对指标数据进行无量纲处理,以消除指标量纲或指标测度量级不同而造成的影响,计算公式为^[16]:

$$\text{正向指标: } y_{ij} = (x_{ij} - m_j) / (M_j - m_j);$$

$$\text{负向指标: } y_{ij} = (M_j - x_{ij}) / (M_j - m_j)$$

式中: x_{ij} ——指标实际值; y_{ij} ——指标标准化值; i ——评价对象; j ——评价指标; M_j, m_j ——第 j 个指标的最大值和最小值。经过指标标准化后,构建决策矩阵 B 。

1.2.2 采用变异系数法^[13]确定指标权重 W

① 计算各指标的平均数和标准差 S_j :

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (j=1, 2, 3, \dots, m)$$

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2} \quad (j=1, 2, 3, \dots, m)$$

② 计算各指标的变异系数 V_j ,对变异系数进行归一化处理,得到每个指标的权重 W_j :

$$V_j = \frac{S_j}{x_j} \quad (j=1, 2, 3, \dots, m)$$

$$W_j = V_j / \sum_{j=1}^m V_j \quad (j=1, 2, 3, \dots, m)$$

1.2.3 建立加权的规范化矩阵 V

$$W = \{W_1, W_2, \dots, W_j V\};$$

$$V = B \times W, V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1j} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ v_{i1} & v_{i2} & \cdots & v_{ij} \end{bmatrix}$$

1.2.4 确定正理想解和负理想解

正理想解: $V^+ = \{\max V_{ij} | i=1,2,\cdots,n\} = \{V_1^+, V_2^+, \cdots, V_n^+\}$

负理想解: $V^- = \{\min V_{ij} | i=1,2,\cdots,n\} = \{V_1^-, V_2^-, \cdots, V_n^-\}$

1.2.5 计算距离 分别计算不同评价对象评价向量到正理想解的距离 D^+ 和负理想解的距离 D^- :

$$D^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad (i=1,2,\cdots,n)$$
$$D^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (i=1,2,\cdots,n)$$

表 1 武汉城市圈土地利用效益评价指标体系

系统层	子系统层	准则层	指标层	功效	权重
土 地 利 用 效 益	社 会 经 济 效 益	社会发展	人口密度(人/km ²)	负	0.0358
			第三产业就业人口比重(%)	正	0.0120
			人均城乡居民储蓄存款余额(元/人)	正	0.0354
			人均社会消费品零售总额(元/人)	正	0.0350
			农村居民人均纯收入(元/人)	正	0.0125
		经济水平	地均国内生产总值(万元/hm ²)	正	0.0787
			地均财政收入(万元/hm ²)	正	0.1242
			地均工业企业利润总额(万元/hm ²)	正	0.0674
			地均固定资产投资(万元/hm ²)	正	0.0792
			地均出口额(万\$/hm ²)	正	0.1396
	生 态 环 境 效 益	生态现状	森林覆盖率(%)	正	0.0328
			耕地覆盖率(%)	正	0.0314
			建成区绿地率(%)	正	0.0326
			建成区绿化覆盖率(%)	正	0.0208
			单位耕地面积化肥施用量(t/hm ²)	负	0.0517
		环境质量	单位面积工业废水排放量(万 t/km ²)	负	0.0712
			单位面积工业烟(粉)尘排放量(t/km ²)	负	0.0926
			工业固体废物综合利用率(%)	正	0.0031
			污水集中处理率(%)	正	0.0125
			生活垃圾无害化处理率(%)	正	0.0315

1.3 耦合协调度模型

1.3.1 耦合度模型 借鉴物理学的容量耦合概念及系数模型,得到土地利用社会效益与生态环境效益的耦合度函数^[17-18]:

$$C = \{(U_1 \times U_2) / [(U_1 + U_2)(U_1 + U_2)]\}^{1/2}$$

式中: C ——耦合度值; U_1, U_2 ——土地利用社会经济子系统与生态环境子系统评价分值; $C \in [0, 1]$;当 $C=0$ 时,耦合度极小,系统间或系统内部要素之间处于无序状态;当 $C=1$ 时,耦合度极大,子系统之间或系统内部要素之间达到良性共生耦合。本文将耦合度分为 4 个等级:当 $C \in [0, 0.3]$, $C \in (0.3, 0.5]$, $C \in (0.5, 0.8]$, $C \in (0.8, 1]$ 时,区域土地利用效益分别处于低度耦合、拮抗、磨合和高度耦合阶段。

1.3.2 协调度模型 为了更好地评判土地利用社会

1.2.6 计算各评价对象土地利用效益测算值 C_i

$$C_i = D_i^- / (D_i^+ + D_i^-) \quad (i=1,2,\cdots,n)$$

式中: $C_i \in [0, 3]$, C_i 越大,表明评价对象土地利用效益越好,反之则反。本文将土地利用效益分为 4 个等级,用以表征土地利用效益的程度,当 $C_i \in (0, 0.3]$, $C_i \in (0.3, 0.5]$, $C_i \in (0.5, 0.8]$, $C_i \in (0.8, 1]$ 时,土地利用效益分别处于低级、中度、良好和优秀的土地利用效益阶段。当 $C_i=1$ 时,土地利用效益水平最高,土地利用达到最优状态;当 $C_i=0$ 时,土地利用无效益,土地利用处于高度无序混乱状态。

经济效益与生态环境效益交互耦合的协调程度,引入耦合协调度模型^[19]:

$$D = \sqrt{C \times T}, \quad T = \alpha U_1 + \beta U_2$$

式中: D ——协调度; C ——耦合度; T ——社会经济与生态环境的综合协调指数,反映了社会经济与生态环境的整体协同效应; U_1, U_2 ——土地利用社会经济子系统与生态环境子系统评价分值; α, β ——待定系数, $\alpha + \beta = 1$, 本文认为社会经济与生态环境同等重要,即 $\alpha = \beta = 1/2$; $D \in [0, 1]$, D 越大,其耦合协调发展水平越佳,反之则反。本文将社会经济子系统与生态环境子系统的耦合协调度分为 4 个等级:当 $D \in (0, 0.3]$, $D \in (0.3, 0.5]$, $D \in (0.5, 0.8]$, $D \in (0.8, 1]$ 时,土地利用效率分别处于低度协调、中度协调、高度协调和极度协调的耦合阶段。

2 结果与分析

根据以上方法和模型,计算出武汉城市圈 2011

年土地利用社会经济效益评价、生态环境效益评价

和综合效益评价、土地利用社会经济效益与生态

环境效益耦合度、耦合协调度(表 2)。

表 2 2011 年武汉城市圈土地利用效益与耦合协调度指数

项目	武汉	黄石	鄂州	孝感	黄冈	咸宁	仙桃	潜江	天门
社会经济效益	0.8673	0.1924	0.2230	0.1125	0.1197	0.1429	0.1773	0.1606	0.1200
生态环境效益	0.5473	0.5075	0.2590	0.6821	0.6873	0.7603	0.7421	0.7819	0.7125
综合效益	0.7397	0.3055	0.2351	0.3348	0.3417	0.3627	0.3786	0.3895	0.3602
耦合度	0.4870	0.4465	0.4986	0.3487	0.3555	0.3649	0.3945	0.3759	0.3513
耦合协调	0.5689	0.3953	0.3467	0.3722	0.3787	0.4060	0.4259	0.4209	0.3824

2.1 土地利用效益评价

2.1.1 社会经济效益 2011 年武汉城市圈土地利用社会经济效益区域两级分化严重,差异悬殊,以低级效益为主优秀效益为辅。社会经济效益得分最大值为武汉的 0.867 3,最小值为孝感的 0.112 5,两地相差 0.750 8。除了武汉市处于优良的土地利用效益阶段外,其余城市圈成员均处于低级的土地利用效益阶段,其效益指数介于 0.112 5~0.223 0 之间,内部差异较小,尤其是黄冈和天门的社会经济效益值几乎相同。尽管鄂州土地利用社会经济效益在区域中位居第二,但其社会经济效益值只有 0.223 0,与武汉的效益指数差距达 0.754 8,是武汉市效益值的 25.71%,仅比最低的孝感高出 0.110 5。作为城市圈的中心城市,武汉产业基础好,具有较高的首位度,经济实力首屈一指,土地利用的结果对社会需求的满足程度也最高。在评价指标体系中,反映经济效益的地均国内生产总值、地均财政收入、地均工业企业利润总额、地均固定资产投资、地均出口额 5 个指标均列城市圈首位,反映社会效益的 5 个指标有人均城乡居民储蓄存款余额、人均社会消费品零售总额、农村居民人均纯收入 3 个指标列城市圈首位。近年来,“两型社会”建设的全面推进,给武汉社会经济发展注入了强劲动力,并通过经济发展促进了社会全面进步,因而社会经济效益得分最高。其他城市与武汉的经济发展水平差距明显,社会发展受到制约,使得社会经济效益得分普遍很低,但各城市之间社会发展程度和经济发展水平的地域差异较小,社会经济效益处于同一水平。

2.1.2 生态环境效益 从土地利用生态环境效益评价价值来看,2011 年武汉城市圈生态环境效益区域两级分化显著,差异较大,以良好效益为主低级效益为辅。潜江生态环境效益分值最高,达 0.781 9,鄂州得分最低,为 0.259 0,两者相差 0.522 9。除了鄂州处于低级的土地利用效益阶段外,其余各个城市得分集中在 0.50~0.80 区间,均处于良好的土地利用效益

阶段,这与社会经济效益表现出来的低级效益为主优秀效益为辅的区域特征截然不同。对比处于良好效益阶段的 8 个城市,可以进一步划分为三种土地利用效益类型:黄石和武汉的低度良好效益类型(效益值 0.50~0.60),孝感和黄冈的中度良好效益类型(效益值 0.60~0.70);天门、仙桃、咸宁和潜江的高度良好效益类型(效益值 0.70~0.80)。天门、仙桃、咸宁和潜江生态环境效益在城市圈中居于靠前的位置,主要原因在于良好的生态基础以及生态环境保护与建设力度的加大,地区生态环境得到了有效保护,生态效益指标表现在较高的森林覆盖率、耕地覆盖率和建成区绿地率,环境效益指标表现在较低的单位面积工业废水排放量、单位面积工业烟(粉)尘排放量和较高的工业固体废物综合利用率。特别是潜江,在生态环境指标占优势的情况下,受益于区内最高的耕地覆盖率和最低的单位面积工业烟(粉)尘排放量,使得其土地利用生态环境效益排在第一位。最高的单位耕地面积化肥施用量、单位面积工业烟(粉)尘排放量、工业固体废物综合利用率和其他较差的生态环境指标值是鄂州生态环境效益最低的直接原因。

2.1.3 综合效益 武汉城市圈土地利用综合效益区域两级分化明显,差异较大,以中度效益为主低级效益和优良效益为辅。综合效益值最高的是武汉的 0.739 7,接下来依次为潜江、仙桃、咸宁、天门、黄冈、孝感和黄石,这 6 个城市的综合效益值从 0.389 5 降至 0.305 5,内部差别不大,综合效益值最低的是鄂州,仅为 0.235 1。综合效益最高值与最低值之间相差 0.504 6,从土地利用效益类型看,武汉综合效益处于优良阶段,鄂州处于低级阶段,其余各地处于中度阶段。武汉借助区位优势和资源优势,在“两型社会”建设过程中聚集了大量的资金、人力和技术,为经济、社会和生态环境发展提供了强有力的支撑,并坚守发展和生态两条主线,土地利用获得了最好的综合效益。鄂州作为湖北省重要的工业基地,以冶金为支柱产业,区域内生态环境质量较差,尤其是大气环境质

量恶劣。此外,较高的人口密度和较低的第三产业就业人口比重等社会效益指标也是导致鄂州土地利用综合效益最差的重要原因。黄石的综合效益仅优于鄂州,作为我国中部地区重要的原材料工业基地和武汉城市圈的副中心,经济实力雄厚,社会发展较快,社会经济效益指标均名列前茅,但较低的耕地覆盖率、工业固体废物综合利用率和污水集中处理率,较高的单位面积工业废水排放量等生态环境效益指标阻碍了土地利用综合效益的提升。其他城市虽然社会发展和经济水平较低,但能较好地协调经济、社会、生态和环境保护的关系,生态环境质量良好,因此综合效益在城市圈中位于中间的位置。

2.2 土地利用效益耦合协调度评价

2.2.1 土地利用效益耦合度 整体上看,2011年武汉城市圈土地利用效益耦合度均处于拮抗阶段,且区域差异较小。土地利用效益耦合度由大到小依次为:鄂州、武汉、黄石、仙桃、潜江、咸宁、黄冈、天门、孝感,耦合度最大的鄂州和最小的孝感相差0.1499,空间差异较小。表明随着经济快速发展,生态环境遭到破坏,环境承载力下降,不和谐的人地关系开始显现,社会经济可持续发展遇到了一定的障碍,武汉城市圈各地区土地利用系统内部要素处于拮抗阶段。可以把处于拮抗阶段的武汉城市圈各城市土地利用效益耦合度进一步细分成两种类型:一类为无限接近磨合阶段的鄂州、武汉和黄石。三个城市的耦合度接近0.50,尤其是鄂州和武汉两市距0.50更近,意味着系统即将进入磨合阶段,在经济发展过程中,生态环境的破坏强化了人们的环保意识,更多的资金将投入到生态环境建设中,社会经济子系统和生态环境子系统之间良性耦合将成为可能;另一类为逃离低度耦合阶段的仙桃、潜江、咸宁、黄冈、天门、孝感。说明在经济发展过程中,随着土地开发强度的加大,工业“三废”的排放量逐渐增加,水体、大气、土壤受到较为严重的污染,区域生态环境遭到一定程度的破坏,人居环境质量指数不断下降^[20]。在社会经济子系统开始干扰生态环境子系统的同时,经济发展与资源环境之间的矛盾慢慢激化,这种以牺牲生态环境为代价的非持续型缺乏竞争力的经济发展模式严重制约了耦合度的进一步提高。

2.2.2 土地利用效益耦合协调度 2011年武汉城市圈土地利用效益耦合协调度区域差异明显,包括中度协调耦合和高度协调耦合两种类型。耦合协调度最大值与最小值分别是武汉的0.5869和鄂州的0.3467,其差距为0.2403,差异较大。武汉处于高度协调耦合阶段,城市圈其他成员均处于中度协调耦

合阶段,他们之间的极大值与极小值仅相差0.0792,差异较小。仙桃、潜江、咸宁、黄石、天门、黄冈、孝感和鄂州等城市社会经济发展水平普遍不高,经济发展对生态环境的影响较小,土地利用的社会经济效益滞后于生态环境效益,系统处于低水平协调阶段。显然,这些城市对土地资源开发的力度和强度不够,应该在良好的生态环境基础和充裕的承载力条件下,充分利用好生态环境优势,推进社会经济全面发展,提高土地利用社会经济效益,实现耦合协调度水平的提升。在促进“中部崛起战略”背景下,随着武汉城市圈“两型社会”建设的全面推进,武汉通过调整产业结构,优化发展模式,社会经济飞速发展,资源环境优势有效转化为社会经济优势,生态环境保持良好,社会经济子系统和生态环境子系统和谐共生,系统处于高度协调阶段。武汉属于生态环境效益滞后于社会经济效益的高度协调,今后,武汉在社会经济发展的同时,应突出生态建设、环境保护和资源节约,促进社会经济与生态环境进一步协调,达到社会经济效益与生态环境效益的良性循环。

3 结论与讨论

3.1 结论

(1) 武汉城市圈土地利用效益呈现出两级分化明显区域差异悬殊的特征。土地利用社会经济效益以低级效益为主优良效益为辅,社会经济效益最好的是武汉,最差的是孝感。武汉处于优秀的效益阶段,其他城市皆处于低级效益阶段;土地利用生态环境效益以良好效益为主低级效益为辅,潜江生态环境效益最好,鄂州生态环境效益最差,除了鄂州属于低级的效益阶段外,其余城市均属于良好的效益阶段;而土地利用综合效益以中度效益为主低级效益和优良效益为辅,综合效益最好和最差的城市分别是武汉和鄂州,武汉处于优良效益阶段,鄂州处于低级效益阶段,其余各地处于中度效益阶段。

(2) 武汉城市圈土地利用效益耦合度均处于拮抗阶段,且区域差异较小,鄂州的耦合度最高,孝感的耦合度最低,这种以破坏生态环境为基础、缺乏社会经济与生态环境和谐共振、非持续发展的经济发展模式严重制约了耦合度的提升。

(3) 武汉城市圈土地利用效益耦合协调度区域差异较显著,包含中度协调耦合和高度协调耦合两种类型。耦合协调度最高的是武汉,最低的是鄂州,武汉处于高度协调耦合阶段,其他城市处于中度协调耦合阶段。

3.2 讨论

通过构建土地利用效益评价体系与耦合协调度模型,探讨了武汉城市圈土地利用效益、耦合度和耦合协调度的区域空间特征,为区域土地利用效益改善提供了参考。本文选取武汉城市圈 2011 年的截面数据,对区域内各地区土地利用效益进行了横向对比分析,但受限于武汉城市圈面板数据获取的困难,在分析区域土地利用效益长期变化规律上缺乏纵向认识,影响了城市圈土地利用效益总体特征的辨识,今后需要补充数据进一步完善分析结果。此外,本文仅从社会经济效益和生态环境效益两个维度上评价土地利用系统的耦合协调关系,如何从更多的维度分析城市圈土地利用效益内在属性,将是下一步研究的方向与内容。

参考文献:

- [1] 彭建,蒋依依,李正国,等.快速城市化地区土地利用效益评价[J].长江流域资源与环境,2005,14(3):204-309.
- [2] 叶敏婷,王仰麟,彭建,等.深圳市土地利用效益变化及其区域分异[J].资源科学,2008,30(3):401-408.
- [3] 朱瑜馨,张锦宗.对应分析在土地利用综合效益评价中的应用[J].地理科学进展,2010,29(4):478-482.
- [4] 曹堪宏,朱宏伟.基于耦合关系的土地利用效益评价:以广州和深圳为例[J].中国农村经济,2010(8):58-66.
- [5] 董雯,杨宇,周艳时.干旱区绿洲城市土地利用效益研究:以乌鲁木齐为例[J].干旱区地理,2011,34(3):679-684.
- [6] 宋戈,高楠.基于 DEA 方法的城市土地利用经济效益分析:以哈尔滨市为例[J].地理科学,2008,28(2):185-188.
- [7] 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.

- [8] 李冠英,张建新,刘培学,等.南京市土地利用效益耦合关系研究[J].地域研究与开发,2012,31(1):130-134.
- [9] 申海元,陈瑛,张彩云,等.西安市土地利用综合效益研究[J].土壤通报,2009,40(2):209-212.
- [10] 张旺锋,林志明.兰州市城市土地利用效益评价[J].西北师范大学学报:自然科学版,2009,45(5):99-103.
- [11] 程龙,董捷.武汉城市圈建设用地增减挂钩潜力分析[J].农业现代化研究,2012,33(1):95-99.
- [12] 王国刚,刘彦随,方方.环渤海地区土地利用效益综合测度及空间分异[J].地理科学进展,2013,32(4):649-656.
- [13] 孙凯,鞠晓峰,李煜华.基于变异系数法的企业孵化器运行绩效评价[J].哈尔滨理工大学学报,2007,12(3):165-172.
- [14] 胡永宏.对 TOPSIS 法用于综合评价的改进[J].数学的实践与认识,2002,32(4):572-575.
- [15] 韩瑞玲,佟连军,宋亚楠.基于生态效率的辽宁省循环经济分析[J].生态学报,2011,31(16):4733-4740.
- [16] 陶江,吴世新,董雯.天山北坡经济带土地利用效益评价[J].干旱区地理,2009,32(6):987-990.
- [17] 刘耀斌,李仁东,宋学锋.中国城市化与生态环境耦合度分析[J].自然资源学报,2005,20(1):105-112.
- [18] 吴玉鸣,柏玲.广西城市化与环境系统的耦合协调测度与互动分析[J].地理科学,2011,31(12):1474-1479.
- [19] 吴大进,曹力,陈立华.协同学原理和应用[M].武汉:华中理工大学出版社,1990.
- [20] 宋成舜,谈兵,黄莉敏,等.城市土地集约利用效益耦合协调度分析:以咸宁市为例[J].土壤,2013,45(4):746-751.

(上接第 285 页)

- [13] Karimov U, Kayumov A, Makhmadaliev B, et al. Republic of Tajikistan ministry for nature protection main administration on hydrometeorology and environmental monitoring. The first national communication of the Republic of Tajikistan to the United Nations framework convention on climate change [G]. Dushanbe, September, 2002.
- [14] Kayumov A, Rajiabov I. State Agency for Hydrometeorology of Committee for Environmental Protection under the Government of the Republic of Tajikistan. Glaciers-water resource of Tajikistan in condition of the climate change [G]. Dushanbe, November, 2010.
- [15] 吐尔循·哈斯木,哈斯木·阿皮孜.咸海的变迁及其对周

围环境的影响[J].新疆大学学报,2002,19(4):492-494.

- [16] 魏凤英.现代气候统计诊断预测技术[M].北京:气象出版社,2007:36-69.
- [17] 刘晓云,岳平,徐殿祥.酒泉市最近 54 a 气温和降水特征分析[J].干旱区研究,2006,23(3):496-499.
- [18] 刘德林.郑州市近 60 a 来降水变化特征及突变分析[J].水土保持研究,2011,18(5):236-238.
- [19] 杨凤海.基于 GIS 的黑龙省气候资源时空变异研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2010.
- [20] 韩雪云,杨青,姚俊强.新疆天山山区近 51 a 来降水变化特征[J].水土保持研究,2013,20(2):139-144.
- [21] 黄秋霞,赵勇,何清.基于 CRU 资料的中亚地区气候特征[J].干旱区研究,2013,30(3):396-403.