

基于系统协调度的长株潭城市群城市 土地集约利用评价研究

沈彦

(湖南省国土资源规划院, 长沙 410007)

摘要:利用 1997—2008 年长株潭城市群城市土地利用统计资料,从状态、时间两个层面开展了长株潭城市群城市土地集约总体评价,结果表明:近 10 a 来该城市群城市土地集约利用程度稳步上升,其中 1997—2003 年处于初等集约利用水平,2004—2008 年处于中等集约利用水平,2008 年接近高等集约利用状态,综合指数和 5 个子系统都朝有序方向发展。对城市土地集约利用程度影响较大的为土地利用结构集约和土地利用强度集约两个子系统。2002 年、2003 年长株潭城市群城市土地复合环境系统协调度为负,系统出现无序化发展的征兆;1997—2008 年 Moran's I 值表明长株潭城市群城市土地利用集约度具有较明显的空间聚集特征,其中 2008 年的值最高,空间集聚特征最明显,而 2002 年的值最低。该结果对指导长株潭城市群实现城市土地资源的可持续发展、促进利用方式由低效益、粗放式向高效益、集约化转变具有一定的指导意义。

关键词:城市土地;集约利用;系统协调度模型;长株潭城市群

中图分类号:F323.211

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2010)04-0202-05

An Evaluation on Intensive Use of Urban Land in Changsha, Zhuzhou and Xiangtan Urban Agglomeration Based on a System Coordination Degree Model

SHEN Yan

(Hu'nan Planning Institute of Land and Resources, Changsha 410007, China)

Abstract: In this paper, a system coordination degree model was employed to perform an evaluation on intensive use of urban land based on land use data of Changsha, Zhuzhou and Xiangtan Urban Agglomeration from 1997 to 2008. Spatial differences in urban land were investigated from perspectives of state and time. The results indicated that intensive use level of urban land in Changsha, Zhuzhou and Xiangtan Urban Agglomeration has progressively increased in recent years. The level of intensive use was at a primary stage during the period from 1997 to 2004. After 2004, the intensive degree showed an increasing trend and approached a value of 77.89 in 2008, a relatively high intensity. It was concluded that the primary factors for determining the level of intensive use are land use structure and land use intensity. The harmonious degree for five sub-systems all exhibited a curve showing the lowest and negative values both in 2002 and 2003, which indicated an obvious unstable status of urban land use system. Variations in values of Moran's I from 1997 to 2008 demonstrated that the intensive degree of land use showed a high spatial aggregation feature. Overall, the value of Moran's I was the highest in 2008, with showing a marked spatial aggregation feature. On the contrary, the value of Moran's I was the lowest in 2002. It is especially critical for promoting sustainable development of urban land resources to substantially improving the efficiency of urban land utilization and to appropriately explore and protect urban land resources. The results presented in this study would offer a meaningful reference for study on intensive use of urban land and greatly benefit land utilization in Changsha, Zhuzhou and Xiangtan Urban Agglomeration.

Key words: Urban land; Intensive use; System coordination degree model; Changsha, Zhuzhou and Xiangtan Urban Agglomeration

目前我国经济正处于由粗放型向集约型增长的 转轨时期,一方面土地资源需求日益加大,城市规模

超常规快速发展;另一方面城市土地粗放利用造成土地资源的人为破坏与浪费,并给城市建设及社会经济的快速、高效、稳定发展带来了严重制约。目前城市土地集约利用评价研究尚处于起步阶段,研究力度仍不能满足建设节约型社会的迫切需求^[1-6],因此探讨城市土地集约利用的内涵、评价指标体系和方法不仅具有重要的学术价值,而且有助于推动城市土地利用的可持续发展。本文拟以“两型”社会建设综合改革试点之一的长株潭城市群城市土地为研究对象,借助系统协调度模型分析长株潭城市群城市土地集约利用的时空变异特点和空间差异,以期为长株潭城市群城市土地的结构调整和可持续利用提供参考。

长株潭城市群东眺长江三角洲,南靠珠江三角洲,西连巴蜀、云贵,北依长江黄金水道,受华东、华南及武汉经济圈叠加影响,为湖南经济最发达区域,成为介于两大经济区域边际地带的新兴增长极。长沙、株洲、湘潭三市,呈“品”字形分布,2008 年,土地面积 2.81 万 km², 占全省 13.26%;总人口 1 320.28 万人,占全省 19.30%;土地经济密度 1 624.67 万元/km²,为全省的 1.26 倍,区内有长沙高新区、长沙经济开发区、株洲高新区、湘潭高新区为国家级开发区。长株潭城市群城镇化率为 55.04%,略高于全国水平,是我国城市化推进较快的区域之一。2007 年 12 月,长株潭城市群获准为全国“两型社会”建设综合改革实验区,成为全国 6 个综合改革实验区之一,这将为湖南省经济发展注入强大活力,也为三市

乃至湖南快速推进城市化进程创造了空前机遇。本次长株潭城市群城市土地集约利用总体评价仅以三市中心城区为研究对象,包括长沙市雨花区、芙蓉区、天心区、开福区、岳麓区,湘潭市雨湖区、岳塘区以及株洲市荷塘区、芦淞区、石峰区、天元区。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 城市土地集约利用评价指标体系的确定
城市土地集约利用系统,是由自然条件和人的干预共同组成的相互作用、相互制约的有机整体,是人与自然环境相互作用和相互协调而构成的自然生态综合体,以人口子系统为纽带的自然—生态子系统和经济—社会子系统的耦合复系统,因而影响城市土地集约利用程度的因素具有多样性和复杂性^[1-6]。研究从系统论的角度出发,认为城市土地集约利用系统是一个自然社会经济复合系统,是多维度的耦合,从经济、社会、生态和时间 4 个维度出发,构建体现长株潭城市群城市土地集约变化的三维空间和时间维特性的评价指标体系。

根据长株潭城市群实际和已有研究成果,以及 10 位专家的意见,最终选择 5 个因素 18 个因子表征长株潭城市群城市土地集约利用程度。依据层次分析法的原理,通过对前述 10 位专家的问卷调查构建层次比较矩阵,计算各特征向量即权系数;然后进行一致性检验,一致性比率 CR 均小于 0.1,通过检验,得到各指标的权重,如表 1 所示。

表 1 长株潭城市群城市土地集约利用评价指标体系及其权重值

因素	因子	权重值	指标类型	标准值来源	标准值
投入产出效益 B1	人均 GDP 产值 C_1 /元	0.043	正	同类城市最高标准	38700
	地均 GDP 产值 C_2 /(元·m ⁻²)	0.057	正	同类城市最高标准	950
	地价水平 C_3 /(元·m ⁻²)	0.032	正	同类城市平均标准	2600
	地均固定资产投入产出比 C_4	0.032	正	同类城市最高标准	3
生态环境效益 B2	空气质量指数 C_5	0.047	正	理想值标准	1
	污水处理率 C_6 /%	0.035	正	理想值标准	100
	噪音达标率 C_7 /%	0.035	正	理想值标准	100
	人均绿地面积 C_8 /m ²	0.059	正	国家标准	9
土地利用结构 B3	住宅用地比例 C_9 /%	0.038	适度	国家标准	20~32
	工业用地比例 C_{10} /%	0.039	逆	国家标准	15
	道路广场用地比例 C_{11} /%	0.038	适度	国家标准	8~15
	绿地比例 C_{12} /%	0.039	适度	国家标准	8~15
	已出让或征用中未开发用地比例 C_{13} /%	0.077	逆	同类城市平均标准	30
土地利用强度 B4	人均建设用地 C_{14} /m ²	0.057	正	国家标准	65
	城市总容积率 C_{15}	0.099	正	同类城市最高标准	0.8
	住宅用地容积率 C_{16}	0.079	正	同类城市最高标准	1.8
动态集约利用 B5	GDP 与用地增长弹性 C_{17}	0.109	正	同类城市最高标准	17
	用地与人口增长弹性 C_{18}	0.085	适度	专家认同标准	1.12

1.2 系统协调度模型的构建

1.2.1 系统指标有序度计算 对于城市土地集约利用评价复合系统包括投入产出效益、生态环境效益、土地利用结构、土地利用强度和动态集约利用 5 个子系统,本文分别用 $i=1,2,3,4,5$ 表示。定义各子系统第 j 个指标分量的有序度 C_{ij} 。

$$C_{ij}=\begin{cases} (x_{ij}-b_{ij})/(a_{ij}-b_{ij}) & \text{正效应时} \\ (a_{ij}-x_{ij})/(a_{ij}-b_{ij}) & \text{负效应时} \end{cases} \quad (1)$$

式中 $x_{ij}=(x_{i1},x_{i2},\cdots,x_{in})$,其中 $n\geq 2$; a_{ij} 和 b_{ij} 分别为第 i 子系统第 j 个指标的上、下阈值, a_{ij} 为城市土地集约利用各指标的标准值或目标值; b_{ij} 可根据长株潭城市群三市自然、社会与经济状况的详细调查,参照研究时段各指标的平均值,依据长株潭城市群三市

$$D_i=\theta^5\sqrt{[(D_1^t-D_1^0)(D_2^t-D_2^0)(D_3^t-D_3^0)(D_4^t-D_4^0)(D_5^t-D_5^0)]} \quad (4)$$

式中: $\theta=\min[D_i^t-D_i^0\neq 0]/|\min[D_i^t-D_i^0\neq 0]|$,参数 θ 的作用在于:当且仅当 $D_i^t-D_i^0>0$ 时,城市土地集约利用复合系统协调度为正; D_i^0 ($i=1,2,3,4,5$)——初始时刻投入产出效益等 5 个子系统的有序度。

1.3 全局空间自相关统计量—Moran’s I 值

全局空间自相关是对属性值在整个区域的空间特征描述,主要通过对 Global Moran’s I, Geary’s C 和 Join Count 等全局空间自相关统计量的估计,分析区域总体的空间关联和空间差异程度。其中,最常用的是 Moran’s I。在给定显著性水平时,若 Moran’s I 显著为正,则表示集约度较高(或较低)的区域在空间上显著集聚;值越趋近于 1,总体空间差异越小;若 Moran’s I 显著为负,则表明区域与其周边

土地集约利用的最低要求综合确定。
对于各子系统有序度,可通过 x_{ij} 的集成来实现,采用几何平均算法或加权求和算法:

$$D_i=(\prod_{j=1}^n C_{ij})^{1/n} \quad (2)$$

$$D_i=\sum_{j=1}^n W_j \cdot C_{ij} \quad (3)$$

式中: D_i ——投入产出效益、生态环境效益、土地利用结构、土地利用强度和动态集约利用 5 个子系统的有序度。由上式可知 $D_i\in[0,1]$, D_i 越大,有序程度就越高,反之则越低。

1.2.2 系统协调度计算 城市土地集约利用复合系统的协调度采用式(4)计算:

地区的经济发展水平具有显著的空间差异,值越趋近于-1,总体空间差异越大,仅当 Moran’s I 接近期望值-1/(n-1)时,观测值之间才相互独立,在空间上随机分布。

2 结果与分析

2.1 城市土地利用总体集约度演变特征分析
1997—2007 年长株潭城市群城市土地集约利用现状总体评价及各子系统的集约有序度见表 2。参照相关资料,将其分为 3 大类:过度利用类型(水平指数 $\geq 90\%$)、集约利用类型(其中初等集约利用水平指数为 $50\%\sim 70\%$,中等集约利用水平指数为 $70\%\sim 80\%$,高等集约利用水平指数为 $80\%\sim 90\%$)以及粗放利用类型(低效粗放利用水平指数为 $\leq 50\%$)。

表 2 1997—2008 年有序度计算结果

年份	综合评价	指标层评价指数				
	指数	投入产出效益	生态环境效益	土地利用结构	土地利用强度	动态集约利用
1997	60.28	58.56	59.34	68.67	52.24	59.57
1998	61.32	59.24	60.21	69.12	54.20	59.87
1999	62.14	60.59	60.45	68.88	54.31	60.11
2000	63.03	61.22	61.25	69.00	55.87	62.25
2001	64.21	62.58	62.98	69.89	57.35	63.54
2002	65.64	63.67	63.34	69.24	62.37	62.98
2003	67.36	65.98	64.88	69.28	64.38	62.75
2004	68.41	66.87	66.34	71.98	66.56	64.58
2005	70.21	68.88	68.54	72.68	69.39	66.28
2006	72.60	70.23	69.58	73.26	70.87	69.55
2007	74.38	72.31	73.54	75.64	75.22	72.57
2008	77.89	5.46	74.57	78.39	79.25	72.24

从表 2 可以看出,近 10 a 长株潭城市群城市土地集约利用程度稳步上升,其中 1997—2004 年处于初等集约利用水平,2005—2008 年处于中等集约利用水平,2008 年集约综合指数为 77.89,接近高等集约利用状态,综合指数和 5 个子系统都朝着有序的方向发展,长株潭城市群城市土地集约利用程度逐步提

高,经济社会不断发展,产业结构调整成效显著。但总体来看,该城市群城市土地集约利用可挖潜力还比较大。

2.1.1 城市土地经济效益内涵挖潜力度不够 2008年地均GDP、地均工业增加值、地均社会商品零售额分别比1995年增长7.58倍、5.42倍、7.95倍,年均增长率均在20%以上,表明近些年长株潭城市群城市发展过程中,带动了各类房地产开发、城市建设及相关投资活动的发展,使得土地利用投入水平逐年增加。另一方面,代表城市土地利用投入的地均固定资产投资年均增长率高达近20%,而代表城市土地产出水平的地均GDP、地均工业增加值、地均社会商品零售额、地均财政收入年均增长率分别为15.23%、8.98%、15.25%、16.14%,均低于同期城市土地利用投入水平增长率。可见,近年来长株潭城市群土地利用上存在一定的“高投入、低产出”现象,经济发展主要是靠投资拉动,城市用地效益提高不是很明显,城市土地投入产出效益内涵挖潜不够,总体集约程度不高。

2.1.2 城市土地生态环境效益有待进一步优化 随着城市规模扩大和各种职能的发展,长株潭城市群大气质量不容乐观,2005—2008年长沙市和株洲市日空气质量优良率虽呈上升趋势,但不是特别明显,湘潭市则表现出波动性,其中以市中心的交通稠密区空气质量最差,SO₂日均值超标率为2.4%~12.4%,最大值出现在2005年株洲市;可吸入颗粒物日均值超标率为10.9%~29.2%,最大值出现在2005年长沙市;NO₂日均值超标率为0~0.6%。若不加以控制,还将进一步引发对城市生态环境造成严重灾害的“酸雨”现象。随着城市人口的不断增加,公共绿地不足的矛盾也将更加突出,使城市人均生态环境质量进一步下降。

2.1.3 城市土地利用结构优化配置需进一步加强 近年来,长株潭城市群土地利用结构集约变化不大,且出现了明显的波动,在2002年达到低谷。说明长株潭城市群城市用地结构配置近年来变化不大,对比来看,城市土地闲置率较大。长株潭城市群各市已建立的国家级经济开发区和国家产业基地,工业用地指数明显偏小。以长沙为例,2006年《中国50大城市土地市场研究报告》指出,在新增用地项目,工业项目用地仅占14%。针对各市产业用地效率低等问题,应积极探索一些积极模式,制定相应措施和政策,使土地利用结构不断优化,集约度不断提高,建设用地的利用效益进一步增强。另一方面,对比5个子系统的有序度,可以看出土地利用结构集约对长株潭城市

群城市土地集约利用的制约作用最大,因而该子系统是应重点关注的对象。

2.1.4 城市土地节约集约意识仍需增强 受长株潭城市群人口快速增长的影响,主城区用地紧张、“人地矛盾”更为突出。长株潭城市群近10a来城市容积率虽有了较大幅度的提高,但相对于国外许多城市而言,还有相当程度的上升空间,根据我国情况,城市整体容积率可达0.60,居住区容积率可高达1.80。长株潭城市群目前各市城区土地集约利用程度还不够,这也直接导致了较低的单位面积城市土地收益。

2.1.5 城市土地动态集约变化不大、规律不明显 目前各市用地增长率变化不大,而人口增长率较快,造成用地与人口弹性系数相比专家认同标准1.12差距较大,该指标对动态集约度的影响几乎没有;而GDP增长率逐年加大,使得GDP与用地增长弹性系数有增大趋势,动态集约朝有序方向发展。据调查,长株潭城市群建成区扩展速度慢于非农业人口增长速度,1997—2008年其扩展弹性系数为0.59,明显低于合理系数1.12;但以城市建设用地面积平均增长速度和城市人口年均增长速度相比得到的弹性系数为1.24,略高于合理系数1.12,说明长株潭城市群建成区用地属于扩展不足型,其城市内部用地紧张,“人地矛盾”较为突出。

2.2 城市土地总体集约评价协调度演变特点分析

从表3可以看出,长株潭城市群城市土地集约利用程度基本是朝着有序的方向发展,各集约子系统之间的协调性不断增强。城市土地利用系统在2001年、2001年复合环境系统协调度为负,系统出现无序化发展的征兆。对比原始数据和专家的观点,主要是受当年政府出让土地过多造成城市建设用地增量较大,使其它指标特别是地均指标出现较大降幅,因而在2000年、2001年出现土地集约利用系统整体功能不稳定的表现。

2.3 城市土地总体集约评价全局空间差异特征分析

从表3可以看出,1997—2008年正的全局空间自相关指数Moran's *I*值说明长株潭城市群城市土地利用集约度具有较明显的空间聚集特征,即存在集约度高的区域与集约度高的区域相邻接,集约度低的区域与集约度低的区域相邻接,在空间上表现为组团式环状分布,而镶嵌形式则表现不明显。其中2008年Moran's *I*值最高,空间集聚特征最明显,这与近年来长株潭城市群加大对城市土地利用结构的调整、旧城区改造等政策措施相关;相反,Moran's *I*值较低年份,可能与当年建设用地增长过大,改变了区域土地集约聚集的空间特征有关。

表 3 1997—2008 年长株潭城市群城市土地集约利用系统协调度和 Moran's *I* 估计值

年份	复合系统 调度	Moran's <i>I</i> 值	年份	复合系统 调度	Moran's <i>I</i> 值
1997	—	0.1195	2003	—3.01	0.0986
1998	0.84	0.1283	2004	3.54	0.1584
1999	1.87	0.0978	2005	4.52	0.1875
2000	1.02	0.1127	2006	6.47	0.1902
2001	0.54	0.1248	2007	5.62	0.2012
2002	—2.65	0.0387	2008	5.59	0.2157

3 结 论

(1)根据近 10 a 长株潭城市群城市土地集约利用程度发展趋势来看,对长株潭城市群城市土地集约利用程度影响较大的主要为土地利用结构集约和土地利用强度集约两个子系统。

(2)长株潭城市群城市土地利用各子系统协调性较好,2002 年、2003 年协调度出现负值,系统有无序化发展的征兆;1997—2008 年 Moran's *I* 值表明长株潭城市群城市土地利用集约度具有较明显的空间聚集特征,其中 2008 年 Moran's *I* 值最高,空间集聚特征最明显,而 2002 年 Moran's *I* 值最低。

(3)运用协调度模型进行土地集约利用评价时可

以对历年来的集约利用水平以及各子系统的状况进行纵向对比分析,较好的掌握集约变化的趋势和主要的限制性因素,为政府和决策部门制定科学、合理的政策和方针提供依据;但指标变量的选择和评价指标的确定比较重要,而这都受主观影响较大,今后应加强这方面的研究。

参考文献:

[1] Taleai M, Sharifi A, Sliuzas R, et al. Evaluating the compatibility of multi-functional and intensive urban land uses[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2007, 9(4): 375-391.

[2] 郑新奇. 城市土地优化配置与集约利用评价: 理论、方法、技术、实证[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[3] 聂艳, 于婧, 胡静, 等. 基于系统协调度的武汉城市土地集约利用评价[J]. 资源科学, 2009, 31(11): 1934-1939.

[4] 尹君, 谢俊奇, 王力, 等. 基于 RS 的城市土地集约利用评价方法研究[J]. 自然资源学报, 2007, 22(5): 775-782.

[5] 赵鹏军, 彭建. 城市土地高效集约化利用及其评价指标体系[J]. 资源科学, 2001, 23(5): 23-27.

[6] 邵晓梅, 刘庆, 张衍毓. 土地集约利用的研究进展及展望[J]. 地理科学进展, 2006, 25(2): 85-95.

[7] 徐建华. 计量地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

(上接第 201 页)

(4)在 4 研究年份城市土地集约利用水平空间分布的地域特征,除 1991 年不明显外,其他 3 个研究年份均比较明显。而同一区域在不同研究年份的相对集约利用水平则是变化的,即没有出现某些区域在不同年份其集约利用水平均相对较高的态势。

参考文献:

[1] 董黎明,袁利平. 集约利用土地: 21 世纪中国城市土地利用的重要方向[J]. 中国土地科学, 2000, 14(5): 6-8.

[2] 陶志红. 城市土地集约利用几个基本问题的探讨[J]. 中国土地科学, 2000, 14(5): 1-5.

[3] 邵晓梅, 刘庆, 张衍毓, 等. 土地集约利用的研究进展及展望[J]. 地理科学进展, 2006, 25(3): 85-96.

[4] 王静, 邵晓梅. 土地节约集约利用技术方法研究: 现状、问题与趋势[J]. 地理科学进展, 2008, 27(3): 68-74.

[5] 陈海燕, 李闽. 江苏省城市土地利用集约评价及区域分异特征[J]. 中国土地科学, 2007, 21(5): 61-65.

[6] 宋戈, 郑浩. 黑龙江省地级市土地集约利用评价及驱动

力: 以佳木斯市为例[J]. 经济地理, 2008, 28(2): 297-299.

[7] 潘竟虎, 石培基, 董晓峰. 甘肃省城市化发展与土地集约利用研究[J]. 南京大学学报: 自然科学版, 2006, 42(3): 309-315.

[8] 杨东郎, 安晓丽. 西安市城市土地集约利用综合评价[J]. 经济地理, 2007, 27(3): 470-475.

[9] 朱红梅, 王小伟, 谭洁, 等. 长沙市城市土地集约利用评价[J]. 经济地理, 2008, 28(3): 442-444.

[10] 姜海, 曲福田. 县域建设用地集约水平影响因素计量分析: 以江苏省为例[J]. 中国土地科学, 2008, 22(8): 4-10.

[11] 彭建超, 徐春鹏, 吴群, 等. 长三角地区城市土地利用集约度区域分异研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(2): 103-109.

[12] 许树辉. 城市土地集约利用研究[J]. 地域研究与开发, 2001, 21(3): 67-69.

[13] 付强. 数据处理方法及其农业应用[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 339-341.