

长沙市土地利用与经济协调发展定量评价^①

邓楚雄^{1, 2}, 谢炳庚², 吴永兴¹, 张海燕¹, 张鸿辉³

(1. 华东师范大学资源与环境科学学院, 中国上海200062;

2. 湖南师范大学资源与环境科学学院, 中国湖南长沙410081;

3. 中南大学信息物理工程学院, 中国湖南长沙 410083)

【摘要】 文章采用主成分分析和模糊数学相结合的方法, 根据两系统35个具体指标值, 分别计算出长沙市区1996—2005年间土地利用系统和经济发展系统的综合评价指数和两系统间的协调度指数, 定量分析了10年间长沙市区土地利用与经济协调发展的程度, 判断了土地利用与经济发展系统间的演进模式。结果表明: 两系统协调程度不高、质量欠佳, 协调度指数总体趋势下降; 土地利用与经济发展系统演进模式由经济发展滞后土地利用模式转变为土地利用滞后经济发展模式。为探索结果产生的原因, 运用信息熵和均衡度等相关的数学模型与方法, 进一步分析了长沙市经济发展过程中土地利用存在的问题。

【关键词】 城市土地利用系统; 城市经济系统; 协调发展; 评价; 长沙市

【中图分类号】 F293.2 **【文献标识码】** A

随着工业化、城市化的快速发展, 工业和人口大规模集聚, 城市用地的扩张已成为城市化的显著特征之一^[1], 建设用地的粗放利用与城市用地的外延扩张给有限的土地资源带来巨大的压力。在建立资源节约型社会和推进土地利用方式根本转变的时代背景下, 如何在加快经济发展的同时, 改变城市土地粗放经营的方式, 节约集约利用好每一寸土地, 已成为人类发展进程中的突出问题。

国外最早研究土地利用的有杜能的《农业区位论》、韦伯的《工业区位论》、克里斯泰勒的《中心地理论》^[2]以及土地集约利用研究的经典理论(土地报酬递减理论)^[3]。之后英国学者霍华德的田园城市论、芬兰学者沙里宁的有机疏散理论和赖特广亩城市理论等城市规划理论都被引入到土地集约利用研究的相关领域^[4], 为城市空间扩张和城市土地集约利用提供思路与参考。1990年代, 美国规划学界提出了“精明增长”、“紧凑式发展”、“内填式发展”等城市土地利用思想, 目的是遏制城市的无序蔓延, 提高城市土地利用效率^[2]。国内城市土地利用方面的研究起步较晚, 主要集中在城市用地扩张^[1, 5, 6, 7]、城市土地利用评价^[8, 9, 10]、城市土地利用问题与对策^[11]等方面, 并以区域实证研究见多。但总体上看, 针对城市土地利用与经济发展关系方面的研究少见, 且以定性分析为主, 也未建立完整的评价体系与方法。

城市土地是整个城市生态系统的物质载体, 并与城市经济系统构成一个社会—经济—自然的复合系统。由于系统的复杂性,

¹ ① 湖南省科技计划项目(编号: 2007FJ3040)资助。

收稿时间: 2008 - 01 - 08; 修回时间: 2008 - 04 - 15

作者简介: 邓楚雄(1974-), 男, 湖南衡阳人, 博士生。主要从事区域规划与国土经济研究。E-mail: dcxppd@163.com。

不确定因素广泛存在。

1 研究区概况

长沙市位于111° 53′ —114° 15′ E, 27° 51′ —28° 40′ N, 地处长江经济带和华南经济圈的结合部, 经济区位优势显著, 是长株潭城市群建设中的核心城市^[5]。市区总面积556. 3km², 辖芙蓉、天心、雨花、开福和岳麓5 区。近年来, 社会经济发展迅速, 2005 年市区总人口208. 65×10⁴ 人, 建成区面积148km², 耕地100km², 市区国内生产总值达到914. 35×10⁸ 元, 人均GDP 为39 045 元, 为全省平均水平的3. 77 倍。

2 研究方法

2.1 评价指标体系的建立

城市土地利用与城市经济两个子系统协调发展的评价涉及到自然、经济、社会和环境因素等各个方面, 包含众多因子, 因此, 指标的选取一定要遵循科学性、客观性、可比性和动态性等原则。综合考虑到各方面因素和资料收集的可能性, 采用层次分析法和模糊综合评判法, 将两大系统的指标体系划分为三个层次, 构建成指标体系的总框架(表1) 。选取土地利用结构、土地投入产出和土地利用强度三大类评价指标, 共16个单项指标, 构成土地利用评价指标体系; 选取经济实力、产业结构、经济外向度、公共基础设施与文化教育5 大类评价指标, 共19 个单项指标, 构成经济发展评价指标体系。

表 1 城市区域土地利用与经济协调发展定量评价指标体系
Tab.1 The evaluation index system of land use and economic development in urban area

目标层	系统层	指标类型	单项指标
区域 土地 利用 与经 济协 调发 展评 价体 系	土地利用评价指标体系	土地利用结构	耕地比例 L ₁ ; 林地比例 L ₂ ; 园地比例 L ₃ ; 居民点用地比例 L ₄ ; 独立工矿用地比例 L ₅ ; 交通用地比例 L ₆ ; 未利用地比例 L ₇
		土地投入产出	单位播种面积化肥施用量 L ₈ ; 地均固定资产投资额 L ₉ ; 环保占 GDP 的比重 L ₁₀ ; 单位工业用地 GDP 产出 L ₁₁ ; 单位建成区 GDP 产出 L ₁₂ ; 地均农林牧渔业总产值 L ₁₃
		土地利用强度	人口密度 L ₁₄ ; 复种指数 L ₁₅ ; 建成区建筑物综合容积率 L ₁₆
	经济发展评价指标体系	经济实力	人均 GDP E ₁ ; 地方财政收入 E ₂ ; 在岗职工人均工资 E ₃ ; 居民人均可支配收入 E ₄ ; 人均年末储蓄 E ₅ ; 人均社会消费品零售额 E ₆
		产业结构	第三产业产值占 GDP 的比重 E ₇ ; 第二产业产值占 GDP 的比重 E ₈ ; 高新技术产业产值占 GDP 的比重 E ₉
		经济外向度	实际利用外资 E ₁₀ ; 外贸出口商品总额 E ₁₁ ; 旅游外汇收入 E ₁₂
		公共基础设施	城市人均道路面积 E ₁₃ ; 城市人均绿地面积 E ₁₄ ; 城市维护建设资金支出 E ₁₅ ; 万人拥有病床数 E ₆ ; 万人拥有公共图书册数 E ₁₇
		文化教育	万人拥有各类专业技术人员数 E ₁₈ ; 万人高校专任教师数 E ₁₉

2.2 区域土地利用、经济发展两系统的综合评价指数测算

定量评价城市土地利用与城市经济系统之间的协调性, 首先要求取各系统的综合评价价值。由于两系统指标存在复杂性及不确定性, 彼此之间又有一定的相关性, 使得它们在信息上发生重叠, 从而导致评价结果模糊, 甚至产生矛盾。为尽量消除这些影响及减少人为因素, 考虑采用主成分分析法(PCA) 对两系统综合发展状况进行定量评价。

成分分析方法可以在 SPSS 专业软件环境下进行^[12], 为了消除由于变量的量纲不同所造成的影响, 在利用 SPSS 软件进行分析前, 需将指标变量进行标准化处理, 其计算公式为:

$$X_{ij} = (T_{ij} - \overline{T_j}) / S_j \tag{1}$$

式中： X_{ij} 为标准化后的数值； T_{ij} 为 j 指标历年的原始数据； T_j 为 j 指标在选取时段的平均值； S_j 为指标的标准差。

利用 SPSS 12 专业统计软件对标准化后的数据进行主成分分析，得到相关矩阵的特征根、各指标的贡献率、累计贡献率。主成分个数提取的原则为主成分所对应的特征值大于 1 的前 K 个主成分^[12]，或者累计贡献率大于 85% 的前 K 个主成分^[13]，在此原则下选取的 K 个主成分基本反映了原变量的主要信息。将标准化后的数据代入公式 (2)，求得各主成分的得分。

$$F_k = C_{k1}X_1 + C_{k2}X_2 + \cdots + C_{kp}X_p \quad (2)$$

式中： $C_{k1}, C_{k2}, \dots, C_{kp}$ 为第 k 个主成分的载荷值； $X_1, X_2, \dots, X_p$ 为标准化后的指标值。

然后根据各主成分的贡献率利用公式 (3)，计算系统综合得分，求得各年的系统综合评价指数。

$$F_i = \sum_{m=1}^k W_m F_{im} \quad (3)$$

式中： F_i 为第 i 年各指标综合评价指数 ($i = 1, 2, \dots, n$ 年)； W_m 为第 m 主成分的贡献率 ($m = 1, 2, \dots, k$ 个)； F_{im} 为第 i 年的第 m 个主成分得分。

2.3 区域土地利用与经济系统相互作用的模式与演进判断

城市土地利用与经济系统均处于整个城市生态系统之中，由于系统具有开放性，系统间存在着物质、能量流动和经济联系，因此在一定时期系统间会表现出滞后或超前性特征。一般认为，区域土地利用系统与经济发展系统在相互作用与影响下，可产生 4 种基本模式：①土地利用与经济发展协调模式；②土地利用滞后经济发展模式；③土地利用与经济发展落后模式；④经济发展滞后土地利用模式。模式①是较理想的协调发展模式，经济发展水平高，土地利用集约；②模式经济发展水平高，土地利用粗放，经济发展以大量土地要素投入为条件，导致大量郊区农用地转化为城市建设用地，此模式为不可取模式；模式③经济发展水平低，土地利用粗放，土地利用与经济发展均处于落后的水平或恶性循环状态之中，这是一种最不可取的发展模式；模式④土地集约利用，但不注重经济发展，最终也因经济落后，影响土地生态建设与保护的投入，此种模式也不可取。土地利用和经济发展系统相互作用、相互影响下，其演进可变现出渐进式和突变式等形式。如实现区域跨越式发展战略，加快经济发展、集约利用土地并加大土地生态建设，实现经济与环境友好型发展，可从模式③突变为模式①。

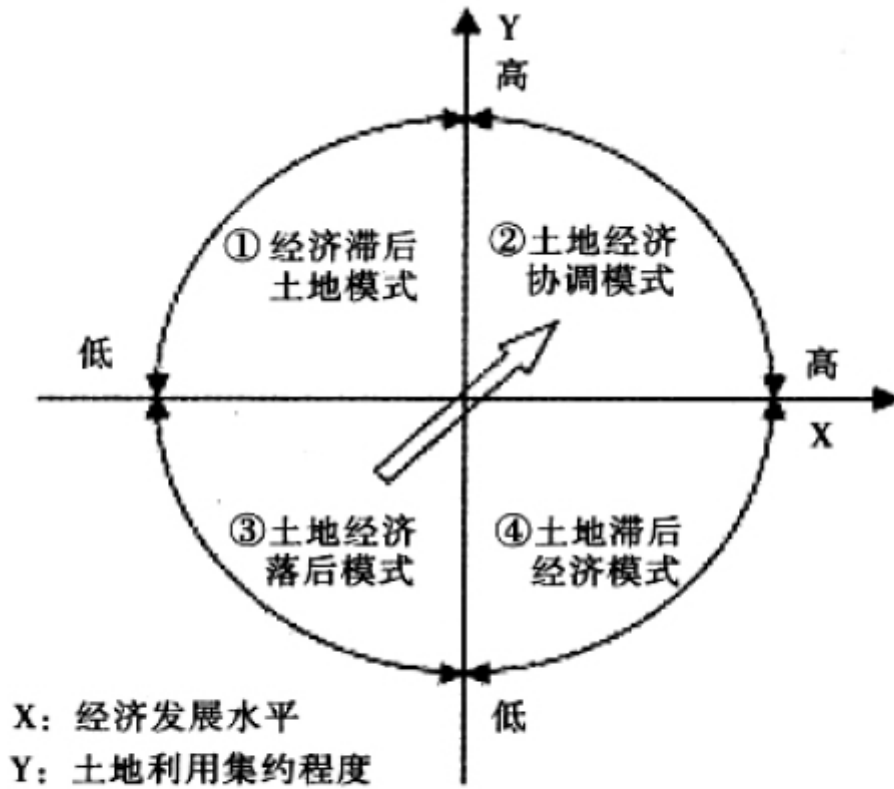


图 1 城市土地利用与经济系统相互作用模式内涵图
Fig.1 Model of interactive mechanism between urban land use and urban economic development

如何判断两系统的演进模式，可通过引入区间变量，以确定其发展阶段，消除或减少不确定性因素影响^[14]。设土地利用系统和经济系统分别为 $L(x)$ 和 $E(x)$ ，通过计算可得出两系统各自的综合评价指数。当 $L(x) > E(x)$ 时，反映该年经济发展滞后于土地利用系统的发展，这一时段为经济发展滞后于土地利用模式；当 $L(x) = E(x)$ 时，反映出该年土地利用与经济同步发展，这一时段为土地利用与经济发展协调模式；当 $L(x) < E(x)$ 时，则反映土地利用滞后于经济发展水平，这一时段为土地利用滞后经济发展模式；当 $L(x)$ 和 $E(x)$ 均呈下降趋势，说明系统间的发展为土地利用与经济发展落后模式。系统的综合评价仅是该年度在整个评价时段中的相对水平，评价有正、有负。当评价值为负值时表明该年度的发展水平低于评价时段内的平均发展水平。

为了更清楚地评价两个系统的协调程度，本研究引入模糊数学中隶属度概念，对两系统之间的协调度进行计算分析。

首先建立状态协调度函数 $V(i/j)$ ^[13]。

$$V(i, j) = \exp \left[- \frac{(F_i - F'_i)^2}{S^2} \right] \quad (4)$$

式中： $V(i, j)$ 表示 i 系统相对于 j 系统的状态协调度； F_i 表示 j 系统对 i 系统的实际值； F'_i 表示 j 系统对 i 系统要求协调的值； S^2 表示 i 系统的实际方差。

由系统协调发展的含义及回归分析可知，理想状态下，城市土地利用与经济协调发展模式为同步发展。即*i* 系统得分为*K* 时，*j* 系统得分也应为*K*。但实际中，两者完全同步的情况少见，因此可认为当回归系数为0.8- 1 时即可认定两个系统为协调状态^[13]。由此，可以确定的值，当土地利用综合指数为*K* 时，则要求经济发展综合指数值为(0.8- 1)*K*。

通过状态协调度*V*(*i*, *j*)，可用如下公式对系统间的协调发展程度进行评价。

$$V = [\min \{ V(i/j), V(j/i) \} / \max \{ V(i/j), V(j/i) \}] \quad (5)$$

式中：*V* 是两系统的协调度指数；*V*(*i*/*j*)是*i* 系统对*j* 系统的协调度；是*j* 系统对*i* 系统的协调度。公式(5) 表明，*V*(*i*/*j*) 与*V*(*j*/*i*) 的值越接近，*V* 的值越大，说明两系统协调发展的程度越高，反之，*V*(*i*/*j*) 与*V*(*j*/*i*) 的值相差越大，*V* 的值越小，说明系统协调发展程度越低。当*V*= 1 时，两系统发展完全协调。

为更清楚地反映城市土地利用与经济协调发展的程度,本研究引入模糊隶属度，以建立模糊协调等级和划分标准(表2)。

表 2 协调度等级及划分标准
Tab.2 Coordination degree's division and standard

协调度 <i>V</i>	模糊等级	协调度 <i>V</i>	模糊等级
0—0.100	高度失调	0.101—0.200	严重失调
0.201—0.300	中度失调	0.301—0.400	轻度失调
0.401—0.500	濒临失调	0.501—0.600	勉强协调
0.601—0.700	初级协调	0.701—0.800	中级协调
0.801—0.900	良好协调	0.901—1.000	高度协调

3 研究结果

由长沙市区土地利用系统与经济系统的综合评分可知(表3, 图2)，从总体状况来看，1996- 2005 年两系统综合评价指数均处于增长状态。城市土地利用系统综合评价指数由1996 年的- 4. 518 增加到2005 年的6. 057；城市经济系统的综合评价指数由1996 年的- 11. 673 增加到2005 年的18. 363, 这反映整个城市区域正处于一种进步发展状态。在发展速度上，土地利用系统发展较慢，经济系统发展速度较快，其速度明显大于土地利用系统的发展速度，两者速度比为1: 0. 33。这表明两系统发展不同步，协调性一般。

从表3 及图2 中可发现，两系统总体上处于基本协调状态，协调程度不高，且1998 年以后协调指数总体呈下降趋势, 2002 年以来一直处于勉强协调层次。这说明系统间协调的质量不高，稳定性不强。具体来看，1996 — 2001 年两者的协调度相对较高，其中 1997、1998 两年达到了中级协调状态，协调指数分别为 0. 712 和 0. 723，在土地利用— 经济系统内部关系之中，*L*(*x*)>*E*(*y*)，说明1996 — 2001 年，土地利用系统的发展速度相对超前，区域经济系统发展相对滞后，土地利用与经济演进的演进模式表现为经济发展滞后土地利用模式；2002— 2005 年，两系统的综合评价值均为正值，但系统间的协调度偏低，协调层次仅为勉强协调，在土地利用— 经济系统内部关系中，*L*(*x*)< *E*(*y*)，说明这个时段区域经济系统发展较快，而土地利用系统

相对滞后，土地利用与经济发展的演进模式表现为土地利用滞后经济发展模式。

表 3 长沙市区土地利用与经济系统综合评分及协调性评价
Tab.3 The synthesized development index of land use and economic system in Changsha urban area

年份	土地利用系统 L(x)	经济系统 E(y)	协调指数 V	协调等级
1996	-4.518	-11.673	0.685	初级协调
1997	-3.657	-9.201	0.712	中级协调
1998	-2.905	-7.228	0.723	中级协调
1999	-2.086	-5.744	0.643	初级协调
2000	-1.043	-2.839	0.648	初级协调
2001	-0.239	-0.674	0.636	初级协调
2002	1.186	3.470	0.590	勉强协调
2003	2.958	8.744	0.568	勉强协调
2004	4.248	12.457	0.574	勉强协调
2005	6.057	18.363	0.559	勉强协调

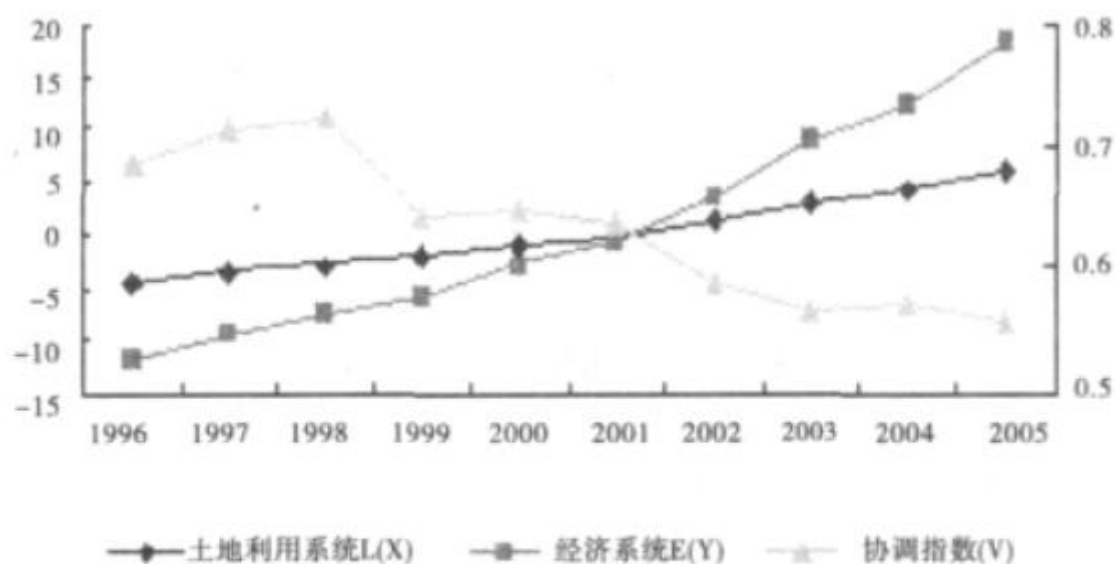


图 2 两系统的综合评价及其协调指数
Fig.2 The synthetical value and coordination index of land use and economic system

4 原因分析

通过对近10年来长沙市区土地利用—经济系统进行评价分析与演进模式的判读,发现两系统协调程度不高、质量欠佳,土地利用与经济发展的演进模式由经济发展滞后土地利用模式转变为土地利用滞后经济发展模式。

4.1 城市土地利用的信息熵和均衡度逐年下降,土地利用结构不合理、均质性不高,城市建设用地扩张主要以牺牲农用地为代价

城市土地利用的结构特征可以用信息熵来表示。为了对城市土地利用结构进行更深入的系统分析,地理学家在信息熵的基础上,提出了城市土地利用的均衡度概念,以便更好地揭示城市土地利用的结构特征^[15]。信息熵值越大,表明城市土地利用的结构越合理;均衡度越高,表明城市土地均质性越强。

根据长沙市1996—2005年城市土地利用数据,利用信息熵和均衡度的计算模型^[16],计算出1996—2005年长沙市城市土地利用的信息熵和均衡度(表4)。1996—2005年长沙市城市土地利用的信息熵与均衡度总体上是逐年下降的,这与国内其他城市发展过程中土地利用信息熵值先降后升、再稳定的变动规律有所不同^[17],同时到2005年均衡度值已下降到0.773,这与国内其他大城市的平均值0.875有一定差距^[17]。这表明长沙市城市土地利用的结构欠合理,均质性不高。

表4 长沙市土地利用结构及其信息熵与均衡度的变化情况
Tab.4 The information entropy and equilibrium degree of land use structure in Changsha urban area

年份	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
耕地/%	23.05	22.75	22.61	22.38	22.02	21.24	20.05	18.98	18.89	17.98
园地/%	4.72	4.78	4.74	4.71	4.65	4.53	4.45	4.35	4.33	4.30
林地/%	18.07	17.83	17.78	17.29	17.17	16.92	16.55	16.05	15.77	15.42
牧草地/%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01
水域/%	15.76	15.63	15.59	15.55	15.53	15.35	15.14	14.91	14.67	14.43
居民点及工矿用地/%	32.81	33.29	33.58	34.31	34.75	35.82	37.68	39.43	40.01	41.09
交通用地/%	2.05	2.21	2.26	2.40	2.51	2.67	2.71	2.92	2.99	3.49
未利用地/%	3.54	3.51	3.43	3.40	3.39	3.47	3.41	3.35	3.33	3.28
合计/%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
信息熵	0.715	0.716	0.715	0.714	0.713	0.712	0.706	0.701	0.699	0.698
均衡度	0.792	0.793	0.791	0.790	0.790	0.788	0.782	0.776	0.774	0.773

数据来源:1996—2005长沙市土地利用变更台账。

1996—2005长沙市区耕地、园地、林地、水域和未利用地占区域土地总面积的比例逐年下降,其中耕地和林地下降幅度较大,耕地占区域土地总面积的比例从1996年的23.05%减少到2005年的17.98%,减少值为5.07%;林地占区域土地总面积的比例从1996年的18.07%减少到2005年的15.42%,减少值为2.65%。居民点及工矿用地与交通用地增加迅速,居民点及工矿用地占区域土地总面积的比例由1996年的32.81%增加到2005年的41.09%,增加值为8.28%;交通用地占区域土地总面积的比例由1996年的2.05%增加到2005年的3.49%,增加值为1.44%。城市的发展与建设主要以牺牲农用地为代价,这与国内其他大中城市建设用地扩张方式较为一致^[18]。

4.2 城市建设用地扩张弹性指数高,城市化和工业化进程中城市建设用地扩张迅速

据中国城市规划设计院对历年城市化进程分析,城市建设用地扩张弹性指数(建设用地扩张弹性指数为某时段建设用地面积增长率除以人口增长率)为1.12较为合适^[19]。1996—2001年长沙市城市建设用地扩张弹性指数在合理值1.12左右上下波动,为合理发展阶段,2002—2005年,弹性指数高达4.2,较前一时段增加了3倍左右^[7],这表明该时段长沙市建设用地扩张速度迅猛,远高于城市人口增长速度。具体原因体现在:近10年来,尤其是2001年以后,市政府的西迁、省政府的南移、岳麓山大学城的建设、新火车站的施工,潇湘大道、岳麓大道、金星大道、银杉大道等主干道的建成及芙蓉路南北延长,完善了公共设施,改善了城市交通条件,提升了城市品位,但城市的建设与扩张都与耕地的减少、农用地的流失息息相关。《长株潭产业一体化规划》的实施及“兴工强市”战略的全面部署与安排,到2004年,长沙市“两区六园”聚集企业740多家,规模以上企业284

家, 产值过亿的企业52 家, 工业化进程的加快大大推动了长沙市区建设用地的扩张。据林目轩^[7]等人研究成果表明, 1996—1999、1999—2002 和2002—2004 年三个时段长沙市区建设用地年均扩张速度分别为2.98%、3.74% 和15.20%, 2002—2004 年间, 2 年时间内的城市建设用地面积净增40 多km², 相当于1986—2002 年16 年间城市建设用地增加量的总和。

4.3 土地投入产出比连年下降, 城市建设用地利用粗放

从不同侧面反映城市土地集约程度的指标比较多, 最为理想的指标为土地投入产出比^[18]。根据 1997—2006 年长沙市统计年鉴, 用地均 GDP 除以地均固定资产投资近似计算土地投入产出比(表 5)。结果发现, 自 1999 年以来, 长沙市区土地投入产出呈逐年递减趋势。以 2003 年为例, 与全国各直辖市、省会城市相比, 长沙市区土地投入产出比仅为 1.59, 在全国 30 个城市中排名 21 位, 低于全国 2.20 和中部 2.19 的平均水平^[1]。这表明长沙市区建设用地的扩张为“摊大饼”式的外延扩张方式, 经济增长仍主要依赖于大规模的要素推动, 尤其是土地要素的投入, 经济社会发展并未实现向技术创新的转变, 城区存量土地二次利用潜力大。

表 5 长沙市区土地投入产出比

Tab.5 Land input - output ration in Changsha urban area

年份	1996	1997	1998	1999	2000
投入产出比	2.45	3.08	3.04	3.06	2.50
年份	2001	2002	2003	2004	2005
投入产出比	1.99	1.85	1.59	1.35	1.13

5 结语与结论

城市土地利用与经济系统一起存在于城市生态系统中, 由于系统的复杂性, 其中不确定因素广泛存在。尽管目前在城市土地利用方面的研究取得较大进展, 但定量评价城市区域土地利用与经济协调发展的研究少见。本文将主成分分析法与模糊数学方法相结合, 尝试对长沙市区土地利用与经济协调发展进行定量评价与演进模式判断, 研究结果与实际情况大概一致。这说明应用该方法进行评价与演进模式判断能较好地反映客观实际。

为进一步分析两系统间协调程度不高与演进模式转换的原因, 本研究运用相关的数学模型与方法计算了城市土地利用信息熵和均衡度、城市建设用地扩张弹性指数、土地投入产出比, 并指出了长沙市社会经济发展过程中土地利用存在的问题。

由于城市土地利用—经济复合系统的复杂性及两系统间千丝万缕的联系, 评价指标的选取有一定的难度, 同时建立的评价模型与协调等级, 也仅能初步反映两系统的协调发展度。因此, 要提高城市区域土地利用与经济协调发展程度的精确度, 仍需在评价指标体系建立和方法模型上进行完善。

参考文献:

- [1] 王良健, 陈秧分, 林目轩, 等. 近十年来长沙市区建设用地扩张的理性思考[J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23(1): 50

-
- [2] 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.
- [3] 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1995. 120- 124.
- [4] 毛蒋兴, 闫小培, 王爱民, 等. 20 世纪90 年代以来我国城市土地集约利用研究评述[J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(2): 48 -52.
- [5] 周国华, 贺艳华. 长沙城市土地扩张特征及影响因素[J]. 地理学报, 2006, 61(11): 1 171 - 1 180.
- [6] 林目轩, 陈秧分, 师迎春, 等. 大城市内部建设用地扩张差异及其原因——以长沙市区为例[J]. 经济地理, 2006, 26(5):836 - 841.
- [7] 林目轩, 陈秧分, 师迎春, 等. 长沙市区建设用地扩张的时空特征[J]. 地理研究, 2007, 26(2): 265 - 274
- [8] 欧雄, 冯长春, 沈青云. 协调度模型在城市土地利用潜力评价中的应用[J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23(1): 42 - 45.
- [9] 佟香宁, 杨钢桥, 李美艳. 城市土地利用效益综合评价指标体系与评价方法[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2006, (4): 53 -57.
- [10] 强真, 杜舰, 吴尚昆. 我国城市建设用地利用效益评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(1): 92 - 95.
- [11] 杨秀琴, 阮伟致, ,江华. 广州市建设用地问题与对策[J]. 经济地理, 2006, 26(1): 114 - 117.
- [12] 张文霖. 主成分分析在SPSS 中的操作应用[J]. 市场研究, 2005, (12): 31 - 34.
- [13] 李雪铭, 李婉娜. 1990 年以来大连市人居环境与经济协调发展定量分析[J]. 经济地理, 2005, 25(3): 383 - 390.
- [14] 熊鹰, 曾光明, 董力三, . 城市人居环境与经济协调发展不确定性定量评价——以长沙市为例[J]. 地理学报, 2007, 62(4): :397- 406.
- [15] 陈彦光, 刘继生. 城市土地利用结构和形态的定量描述:从信息熵到分数维[J]. 地理研究, 2001, 20(2): 146 - 152.
- [16] 赵晶, 徐建华, 梅安新. 城市土地利用结构与形态的分形研究——以上海市中心城区为例[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2005, (1): 78 - 84.
- [17] 陈彦光, 刘明华. 城市土地利用结构的熵值定律[J]. 人文地理, 2001, 16(4): 20 - 24.
- [18] 谈明洪, 李秀彬, 吕昌河. 20 世纪90 年代中国大中城市建设用地扩张及其对耕地的占用[J]. 中国科学D 辑, 2004, 34(12): 1157 - 1 165.
- [19] 萧笃宁. 城市化进程与土地资源的可持续利用[J]. 云南地理环境研究, 1997, 9(1): 32 - 39.