

城市土地集约利用内部协调性的时空演变 ——以武汉市中心城区为例

范 辉^{1,2}, 刘卫东¹, 吴泽斌³

(1.浙江大学 土地科学与不动产研究所, 浙江 杭州 310029; 2.信阳师范学院 城市与
环境科学学院, 河南 信阳 464000; 3.江西理工大学 经济管理学院, 江西 赣州 341000)

摘要: 借鉴系统科学中的结构-功能关系理论, 构建了城市土地集约利用评价指标体系, 研究了1996~2011年武汉市中心城区土地集约利用内部协调性的时空演变, 探索了土地结构、土地功能对土地集约利用水平的影响。研究表明: ① 武汉市中心城区土地结构与土地功能之间的协调性逐渐增强, 但是土地功能一直滞后于土地结构, 阻碍了土地集约利用水平的提高。② 土地利用目标与土地利用强度之间的协调性逐渐提高。在研究前期, 土地利用目标超前于土地利用强度, 而在研究后期, 两者的关系则相反。土地利用静态结构与土地利用动态变化之间的协调性比较稳定。两者之间的相对发展速度却起伏不定。③ 土地集约利用水平与土地结构之间的局部协调性逐渐上升, 且所处的协调发展阶段也不断提高。而土地集约利用水平与土地功能之间的局部协调性也稳步上升, 但所处的协调发展阶段却没有明显变化。④ 武汉市中心城区土地集约利用水平逐步提高, 尤其在研究后期提高的速度变大。⑤ 土地集约利用水平与土地结构-土地功能之间的协调性有显著的正相关关系, 且前者对后者的影响很大。土地结构、土地功能对土地结构-土地功能之间的协调性均有显著的正相关关系, 且土地结构对协调性的影响小于土地功能。

关 键 词: 城市土地; 集约利用; 协调发展度; 结构-功能关系; 武汉市

中图分类号: F302.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2014)06-0696-09

人多地少的国情和城市化的快速发展决定了中国必须集约利用土地^[1]。近年来, 城市土地集约利用研究逐渐成为城市土地利用变化的热点问题^[2]。现阶段, 城市土地集约利用研究主要集中在以下几个方面。其一, 从不同的视角研究城市土地集约利用, 如低碳理念^[3]、生态健康^[4]等。其二, 采用新的研究方法对城市土地集约利用水平进行评价, 如PSR模型^[5]、改进熵值模型^[6]、全排列多边形图示指标法^[7]等。其三, 从不同的空间尺度探索土地集约利用变化, 如整个城市^[8,9]、街区^[10]和宗地^[11]等。其四, 与城市土地集约利用的其他相关问题, 土地集约利用政策评价^[12-14]、土地集约利用与城市化的协调性^[15]、土地市场化改革对集约利用的影响^[16]等。

国内学术界对土地结构、土地功能, 以及两者之间的关系, 进行了深入的研究。赵松乔^[17]、陈传

康^[18]、石玉林^[19]和王超^[20]等地理学家均对土地结构的内涵及相关知识进行了探索。王超^[20]、杨宝亮^[21]、蔡运龙^[22]和樊杰^[23]等学者对土地功能进行了研究。对于土地结构-土地功能的关系, 学术界也取得了一定的研究成果。王超^[20]认为, 土地结构与土地功能之间存在对立统一的辩证关系。杨宝亮、刘卫东^[21]认为, 土地系统结构分析是揭示土地系统功能的有效途径, 通过土地系统结构的合理化, 能够形成土地系统功能的极大化。

从系统科学的视角分析, 城市土地集约利用是一个系统, 它是由不同的子系统构成的。子系统之间是否协调影响着城市土地集约利用水平。因此, 本文借鉴系统科学的有关理论, 对城市土地集约利用进行不同层次的系统细分, 并评价子系统之间的协调与发展。能够为未来各区域提高城

收稿日期: 2013-06-10; **修订日期:** 2013-09-24

基金项目: 国土资源部试点武汉城市土地节约集约利用课题(526003-F01204)、教育部人文社科青年基金项目(12YJC630237)和浙江省农业资源区划研究课题(NQ2013-15)资助。

作者简介: 范 辉(1979-), 男, 河南郸城人, 博士研究生, 主要研究方向为土地资源经济学。E-mail: fanhuie2002@163.com

通讯作者: 刘卫东, 教授。E-mail: weidongliu@zju.edu.cn

市土地集约利用水平、促进土地集约利用内部协调发展、纠正城市土地利用中存在的偏差等,提供实践性和针对性较强的理论支撑和政策建议。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

各类土地面积、建设用地面积、城镇建设用地面积等土地基础数据,来源于武汉市土地利用变更详查数据及土地利用更新调查数据库。商品房价格和商品房空置率等数据来源于武汉市房地产市场信息网(<http://scxx.whfcj.gov.cn>)。其他数据来源于相关年份武汉市以及各区《统计年鉴》、《国民经济和社会发展统计公报》、《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》和《环境状况公报》等。洪山区、汉阳区、青山区等还有少量的农用地,在数据处理时进行了分割。论文中使用的数据凡是与地域有关的,如地均地方财政收入、地均固定资产投资和地均实际利用外资等,均为各中心城区的建成区数据。数据处理方法为根据各行政区统计年鉴中的街道和乡镇的相关统计数据进行分割处理。

1.2 研究方法

1) 建立评价指标体系。根据系统科学的结构-功能关系理论、土地结构与土地功能的关系,在借鉴已有研究成果^[3,15]的基础上,并结合武汉市中心城区的实际情况,来建立适合于中观空间尺度的评价指标体系(表1)。首先,在准则层将评价指标体系分类2类,即土地结构和土地功能。其次,根据准则层设置了一级评价指标。从土地利用静态结构和土地利用动态变化两个方面来衡量土地结构。同理,从土地利用效益和土地利用强度2个视角来衡量土地功能。

2) 数据标准化。由于评价指标的单位和数据大小不同,为了便于不同指标间的对比,采用极差标准化的方法对评价指标进行了标准化处理。处理方法如下:

越大越好的指标:

$$X'_{ij} = (X_{ij} - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min}) \quad (1)$$

越小越好的指标:

$$X'_{ij} = (X_{j\max} - X_{ij}) / (X_{j\max} - X_{j\min}) \quad (2)$$

式中: X_{ij} 、 X'_{ij} 分别为第 i 年第 j 列指标的原始值和标准化的数值; $X_{j\max}$ 、 $X_{j\min}$ 分别为第 j 列指标的最大值和最小值。

3) 评价指标权重的确定。权重的确定方法可划分为主观赋权法和客观赋权法。2种方法均存在一定的弊端。为了扬长避短、提高评价指标权重的科学性,本文分别采取了特尔菲法^[24]和相关系数法^[25],然后经加权而确定权重(表1)。

4) 计算各项指标得分、子系统得分和综合得分。

$$W_{ij} = \sum_{j=1}^n w_j \cdot X'_{ij} \quad (3)$$

式中: W_{ij} 为第 i 年第 j 列指标的得分。相应地,将相关指标相加得到各子系统的分值,以及综合得分(即城市土地集约利用水平的分值)。

5) 计算协调发展度和相对发展度等指数。根据武汉市中心城区的实际情况,并借鉴相关研究成果^[20],本研究采用的计算公式如下:

$$C = n \sqrt{\frac{\prod_{k=1}^n F_k}{\left(\sum_{k=1}^n F_k\right)^n}} \quad (4)$$

$$T = \sum_{k=1}^n a_k F_k \quad (5)$$

$$D = \sqrt{C \cdot T} \quad (6)$$

$$W'_{ij} = W_{ij} / \text{MAX}(W_{ij}) \quad (7)$$

式中, C 、 T 、 D 分别为协调度、综合评价指数和协调发展度; F_k 、 a_k 分别为二次标准化后的子系统分值或综合分值、子系统或综合分值的权重。其中,二次标准化的方法采用式(7),主要是考虑到子系统和综合指数包含的指标个数不同,其数值差异较大,为了提高不同指标间的可比性,需要进行二次标准化。相对发展度 E 的计算公式为前后2个数据之比,在此不列出。

在计算城市土地集约利用水平的内部协调度时,土地结构-土地功能、土地利用目标-土地利用强度、土地利用静态结构-土地利用动态变化,以及局部协调性时,均取 $k=2$, a_k 均为 0.50; 其原因是对于城市土地集约利用而言,前后两者均为同等重要。

6) 协调发展阶段类型划分。根据武汉市中心城区土地集约利用的实际情况,本文将城市土地集约利用的内部协调性划分为3个阶段,即拮抗阶段、磨合阶段和协调阶段;并根据相对发展度的大小,细分为6个具体阶段(表2)。

表1 武汉市中心城区土地集约利用及其内部协调性评价指标体系

Table 1 Evaluation index of land intensive use and internal coordination of downtown of Wuhan

准则层	一级评价指标	二级评价指标	三级评价指标	单位	属性	权重	
土地功能 (0.6308)	土地利用效益 (0.3273)	经济效益(0.1350)	地均地方财政收入	万元/km²	√	0.0809	
			建设用地地均第二三产业增加值	万元/km²	√	0.0542	
		社会效益(0.1050)	城镇人均可支配收入	元	√	0.0526	
			建设用地地均第二三产业就业人数	万人/km²	√	0.0523	
			单位GDP能耗	标准煤t/万元	∧	0.0265	
		生态效益(0.0873)	单位工业 废气	m³/万元	∧	0.0213	
			增加值污 废水	t/万元	∧	0.0206	
			染排放量 固体排放	t/万元	∧	0.0189	
		土地利用强度 (0.3035)	投资强度(0.0915)	地均固定资产投资	万元/km²	√	0.0791
	地均实际利用外资			万美元/km²	√	0.0124	
	人口密度(0.0578)		人口密度	人/km²	√	0.0346	
			人均社会消费品零售总额	万元/人	√	0.0232	
	建设强度(0.0769)		城市综合容积率	—	√	0.0460	
			土地利用率先	%	√	0.0309	
	基础设施强度(0.0409)		人均公园与绿地面积	m²/人	√	0.0186	
			中学生人数占全市总数比例	%	√	0.0222	
	管理强度(0.0365)		城市土地供应市场化比率	%	√	0.0365	
	土地利用静态 结构(0.2513)		土地利用结构(0.0844)	建设用地比例	%	√	0.0260
				城镇建设用地比例	%	√	0.0290
				城镇土地 新增工业用地比例	%	∧	0.0084
				利用结构 新增商业用地比例	%	√	0.0068
				变化 新增住宅用地比例	%	√	0.0085
				新增交通运输用地比例	%	√	0.0056
			产业经济结构(0.0650)	第三产业增加值比例	%	√	0.0360
				第二产业增加值比例	%	∧	0.0291
				第三产业就业人口比例	%	√	0.0291
		就业结构(0.0527)	第二产业就业人口比例	%	∧	0.0237	
其他情况(0.0492)			房地产空置率	%	∧	0.0225	
			商品房价格	元/m²	√	0.0267	
土地利用动态 变化(0.1179)		人口增长区位度	—	√	0.0138		
		城镇建设用地增长区位度	—	√	0.0200		
		新增单位二、三产业增加值耗地量	m²/万元	∧	0.0408		
		人口与城乡建设用地增长弹性系数	—	√	0.0253		
		城市人均可支配收入和房价上涨弹性系数	—	√	0.0181		

注：指标属性“√”表示正向指标，该项指标数据越大越好；“∧”表示负向指标，该项指标数据越小越好。

2 武汉市中心城区土地集约利用的内部协调性

2.1 武汉市中心城区土地利用结构与经济社会条件分析

武汉市中心城区的土地利用结构呈现相似的

特征，即建设用地比例非常高，农用地和未利用地比例则相对较低。以2011年为例，除汉阳区、洪山区外，其他5个中心城区的建设用地比例均在81.08%以上。在建成区范围内，其土地利用结构比例与经济社会基础、产业结构和区位等因素有关。

近年来，武汉市7个中心城区经济社会发展均

表2 城市土地集约利用内部协调发展阶段划分

Table 2 Stages of internal coordination of intensive urban land use

整体协调性		局部协调性			
协调发展度D	发展阶段	协调发展度D	相对发展度E	协调发展类型特征	发展阶段
(0,0.20]	高度拮抗阶段	(0,0.40]	(0,0.80]	子系统滞后于土地集约利用水平,制约土地集约利用,趋于粗放利用,系统退化(I)	低度拮抗阶段
(0.20,0.30]	中度拮抗阶段		(0.80,1.20]	子系统同步于土地集约利用水平,推动土地集约利用,趋于集约利用,系统优化(II)	高度拮抗阶段
(0.30,0.40]	轻度拮抗阶段		(1.20,∞)	子系统超前于土地集约利用水平,影响土地集约利用,趋于过度利用,系统退化(III)	低度拮抗阶段
(0.40,0.55]	轻度磨合阶段	(0.40,0.75]	(0,0.80]	I	低度磨合阶段
(0.55,0.65]	中度磨合阶段		(0.80,1.20]	II	高度磨合阶段
(0.65,0.75]	高度磨合阶段		(1.20,∞)	III	低度磨合阶段
(0.75,0.85]	轻度协调阶段	(0.75,1.00]	(0,0.80]	I	低度协调阶段
(0.85,0.95]	中度协调阶段		(0.80,1.20]	II	高度协调阶段
(0.95,1.00]	高度协调阶段		(1.20,∞)	III	低度协调阶段

取得很大的进步。由于各中心城区的区位条件、经济社会基础、产业结构、资源禀赋和功能定位等均有所差异,因此,对其行政区范围内的土地集约利用产生了很大的影响。江岸区、江汉区、硚口区和武昌区等是武汉市传统的商业区,汉阳区和青山区以工业为主,洪山区是则以科教文卫为主。

2.2 城市土地集约利用的整体协调性分析

2.2.1 一级子系统之间的协调性

1) 数据结构。武汉市中心城区土地集约利用中土地结构与土地功能之间的协调性逐渐增强(表3)。不同研究年份,土地结构与土地功能之间的协调发展度的波动范围呈现出“先缩小,后增大”的变化态势;而相对离散程度却呈现出“逐步缩小”的发展态势。在整个研究期间,6个研究年份中7个中心城区一级子系统内部协调性均呈正偏分布和平坦分布。

根据土地结构与土地功能之间的相对发展度(表3),土地功能均滞后于土地结构,即前者阻碍了两者之间协调性的发展,进而阻碍了土地集约利用水平的提高。这可能是由于土地结构优化而引起的土地功能提升有一个时滞现象。但是土地功能的提升速度却高于土地结构。两者之间的协调发展阶段没有出现明显的提高态势。

2) 空间分布。江汉区、武昌区、江岸区和硚口区,均高于同一研究年份的汉阳区、青山区和洪山区。这与不同行政区的区位、主导产业、投资水平和功能定位有关。前4个行政区位于武汉市区

的核心位置,且都是武汉市的商业区;而后3个行政区在区位上相对偏远,且是工业区或科教区,因此,集约利用水平则相对较低。土地结构与土地功能之间相对发展度的空间分异,与协调发展度基本相同。

2.2.2 二级子系统之间的协调性

1) 土地利用目标与土地利用强度之间的协调性。土地利用目标与土地利用强度之间的协调性逐渐增强,不同研究年份协调发展度的波动范围逐渐增大,相对离散程度却逐渐缩小。在研究期间,6个不同研究年份江汉区、武昌区的协调发展度均领先于其他中心城区,而青山区、洪山区则相对较差。

根据相对发展度,土地利用目标与土地利用强度的相对发展关系经历了“滞后-超越-滞后”的变化态势。相对发展度的相对离散程度呈逐渐减小的变化态势。但是不同中心城区两者的相对发展程度却有所差异,有3种典型的相对发展类型:即① 逐渐增加型:江汉区、江岸区和硚口区;② 逐渐减少型:洪山区;③ 波动型:汉阳区、武昌区和青山区。研究期间两者的协调发展类型逐渐提高,由拮抗阶段与磨合阶段并存,经过以磨合阶段为主,发展到以协调阶段为主。

2) 土地利用静态结构与土地利用动态变化之间的协调性。土地利用静态结构与动态变化之间的协调性呈现比较稳定的发展态势,即两者的协调发展度均值稳定在(0.771 2,0.890 6)的区间

表3 土地结构与土地功能之间的协调发展度和相对发展度

Table 3 The coordinative development degrees and relative development degrees between land structure and land function

	年份(年)	均值	极差	标准差	离散系数	偏态系数	峰态系数
协调发展度	1996	0.5980	0.2179	0.0741	0.1239	0.5801	-0.8649
	2000	0.6425	0.2127	0.0747	0.1163	0.5065	-1.2282
	2003	0.6632	0.1853	0.0735	0.1109	0.1734	-1.9912
	2005	0.7131	0.2378	0.0811	0.1137	0.7438	-0.0660
	2008	0.7763	0.2451	0.0779	0.1003	0.6333	-0.0532
	2011	0.8536	0.2578	0.0875	0.1025	0.2627	-1.1535
相对发展度	1996	0.3334	0.2840	0.0909	0.2726	-0.0621	-0.7956
	2000	0.4056	0.2762	0.0943	0.2325	0.0533	-1.0210
	2003	0.5079	0.3704	0.1312	0.2583	0.3726	-1.7088
	2005	0.5930	0.3945	0.1458	0.2459	0.1644	-1.8983
	2008	0.6387	0.3713	0.1295	0.2027	0.1754	-1.3487
	2011	0.8067	0.5021	0.1697	0.2103	-0.2643	-0.9926

范围内;相对离散程度均小于0.108 4。研究期间武昌区和硚口区土地利用静态结构-动态变化的协调发展度相对较高,而洪山区和青山区则相对较低。

根据相对发展度,土地利用静态结构和动态变化两者之间的关系呈现了“滞后-领先-滞后”的发展态势;两者相对发展度的相对离散程度呈现了“先分散,后集中”的变化态势。不同中心城区相对发展度的变化有所差异。江岸区、江汉区和硚口区,其相对发展度的变化是先增加后减少,而其他中心城区的相对发展度则是呈现起伏不定的变化。土地利用静态结构和动态变化的协调发展类型从以协调阶段为主,到以磨合阶段为主,到全部为协调阶段,即“先降低,后提高”的变化态势。

2.3 城市土地集约利用的局部协调性分析

2.3.1 土地集约利用水平与土地结构之间的局部协调性

土地集约利用水平与土地结构之间的协调性呈现明显的上升态势。在研究期间协调发展度的波动范围逐渐增大,相对离散程度却先增大后缩小。江汉区、武昌区和江岸区的协调发展度相对较高,而青山区和洪山区则相对较低。

7个中心城区的土地结构均高于相应的土地集约利用水平,但差距在逐渐缩小;土地结构与土地利用水平的相对发展度的波动范围逐渐缩小。不同中心城区土地结构与土地集约利用水平的领先程度却有所差异。洪山区、硚口区和江岸区其土地结构相对于土地集约利用水平的领先程度,

高于其他中心城区。在协调发展阶段划分上,研究前期以磨合阶段为主,而研究后期提高到以协调阶段为主。

2.3.2 土地集约利用水平与土地功能之间的局部协调性

土地集约利用水平与土地功能之间的协调性呈现出明显的上升态势,两者的协调发展度的波动范围先缩小后扩大,而协调发展度的相对离散程度却基本稳定。在不同的研究年份,江汉区、武昌区和江岸区的协调发展度高于其他4个中心城区。

土地功能与土地集约利用水平的相对发展度逐渐提高,其波动范围在先缩小后扩大,相对离散程度逐渐减小。研究期间不同中心城区的土地功能均滞后于相应的土地集约利用水平,制约了土地集约利用水平的提高。江汉区、汉阳区和青山区的相对发展度较低,即土地功能与土地集约利用水平相比的滞后程度相对较高,而其他中心城区也存在不同程度的滞后。土地功能与土地集约利用水平的协调发展阶段没有明显的提高,有5个研究年份以磨合阶段为主,仅2011年以协调阶段为主。

3 武汉市中心城区土地集约利用水平与内部协调性的关系

3.1 城市土地集约利用水平的时空演变

3.1.1 城市土地集约利用总体水平的时空演变

武汉市中心城区土地集约利用水平总体上呈现明显的上升态势,尤其是在研究后期其增速在

加大(表4)。在研究期间,武汉市中心城区土地集约利用水平的波动范围总体上在增大,相对离散程度先缩小后扩大。从偏态系数和峰态系数可以看出,武汉市中心城区土地集约利用水平在空间上均呈右偏分布,但峰度的尖锐程度却变化较大,2005年和2008年在空间分布上较为陡峭,其他年份则相对平缓。

表4 城市土地集约利用水平的统计指标

Table 4 The statistical index of intensive urban land use

年份(年)	均值	极差	标准差	离散系数	偏态系数	峰态系数
1996	0.2986	0.1946	0.0696	0.2330	0.7084	-0.8744
2000	0.3387	0.2134	0.0772	0.2278	0.6361	-1.0947
2003	0.3598	0.1961	0.0794	0.2206	0.2867	-1.8711
2005	0.4181	0.3011	0.0989	0.2365	1.1291	1.2040
2008	0.4953	0.3359	0.1040	0.2099	0.9714	0.9505
2011	0.6135	0.3987	0.3144	0.5126	0.6182	-0.1813

从空间分布上看,不同研究年份不同中心城区土地集约利用水平的排序虽有细微差异,但总体上呈现出明显的空间分布特征,即土地集约利用水平从高到低依次是江汉区、武昌区、硚口区、江岸区、汉阳区、洪山区和青山区(图1)。这与各中心城区的区位、经济社会基础、资源禀赋、产业基础和功能定位等因素有关。

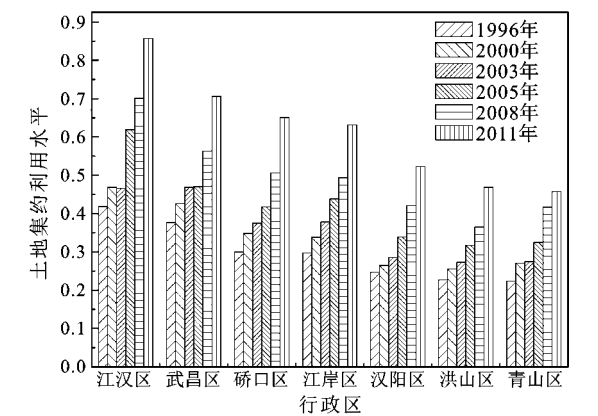


图1 武汉市中心城区土地集约利用水平

Fig.1 The levels of land intensive use of the downtown of Wuhan

3.1.2 城市土地集约利用子系统的时空演变

1) 土地结构子系统。武汉市中心城区土地结构总体上呈现出“合理-不合理-合理”的发展态势(表5)。根据极差和离散系数,土地结构的波动范

围和相对离散程度均起伏不定,没有明显的变化规律。在7个中心城区中,仅江岸区的土地结构呈现逐渐增加的发展态势,其他6个中心城区的土地结构均出现了“先增加后降低”的变化规律,拐点出现在2003年或者2005年。在研究期间,江汉区、武昌区、硚口区和江岸区的土地结构相对优于其他3个中心城区。结合土地集约利用水平的高低,这说明了各个中心城区城市土地集约利用水平的高低与土地结构的高低有密切关系;同时,在土地集约利用水平提高的过程中土地结构未必是一直优化的,也可能会出现劣化的现象。

2) 土地功能子系统。武汉市中心城区土地功能呈现逐渐提升的发展态势,而且在研究后期提升的速度在加快(表5)。根据极差和离散系数,可以判断出土地功能的波动范围在逐渐增大,而相对离散程度却起伏不定。7个中心城区其土地功能均是逐渐提升;江汉区、武昌区、汉阳区和江岸区其土地功能高于相同年份其他3个中心城区。这与土地集约利用水平的变化规律是完全一致的。

3.2 土地集约利用水平与内部协调性的关系分析

1) 土地集约利用水平与内部协调性的相关性和回归分析。通过绘制土地集约利用水平和土地结构-土地功能内部协调性的散点图,可以判断出两者具有线性关系。通过计算,两者之间的相关系数 $r=0.989\ 2$,且显著。这说明土地集约利用和土地结构-土地功能内部协调性之间存在显著的正线性相关关系。

然后,对土地集约利用水平和土地结构-土地功能内部协调性做一元线性回归分析。

$$B=0.802A+0.370 \tag{8}$$

式中, A 表示土地集约利用水平的得分, B 表示土地结构-土地功能内部协调性的得分。

$R^2=0.979$,模型拟合效果很理想。在回归方程的显著性检验中,统计量 $F=1\ 825.905$,对应的置信水平为0.000,因此方程是显著的。自变量检验和常数项检验对应的置信水平均为0.000,该回归方程的系数是显著的。根据判断系数,在土地结构-土地功能内部协调性的变动中,有97.9%是由土地集约利用水平决定的。根据回归方程,土地集约利用水平每变动1个单位,引起0.802单位土地结构-土地功能内部协调性的变动。这说明了土地集约利用水平对土地结构-土地功能内部协调性

表5 土地结构和土地功能的统计性指标

Table 5 The statistical index of land structure and land function

	年份(年)	均值	极差	标准差	离散系数	偏态系数	峰态系数
土地结构指数	1996	0.1757	0.0867	0.0330	0.1877	-0.4344	-1.6588
	2000	0.1834	0.1019	0.0363	0.1981	-0.4521	-1.4076
	2003	0.1767	0.1196	0.0417	0.2357	-0.0698	-1.2033
	2005	0.1881	0.1058	0.0403	0.2143	-0.5971	-1.5973
	2008	0.2123	0.1077	0.0374	0.1764	-0.3762	-1.6722
	2011	0.2293	0.1115	0.0428	0.1867	-0.6971	-1.3890
土地功能指数	1996	0.1230	0.1441	0.0440	0.3575	0.9722	0.8206
	2000	0.1552	0.1566	0.0477	0.3072	0.9026	0.6893
	2003	0.1831	0.1650	0.0501	0.2735	0.8912	0.7401
	2005	0.2300	0.2419	0.0696	0.3027	1.5996	3.7180
	2008	0.2830	0.2611	0.0752	0.2658	1.1413	2.3207
	2011	0.3842	0.3334	0.1019	0.2652	0.7773	0.7594

的影响很大。

2) 土地结构、土地功能与两者之间协调发展度的偏相关和回归分析

通过分别绘制土地结构、土地功能与土地结构-土地功能协调发展度的散点图,可以判断两者均与协调发展度具有线性关系(图略)。为了准确判断协调发展度分别与土地结构、土地功能的线性关系,分别做偏相关分析(表6)。根据偏相关系数,土地结构、土地功能与协调发展度均为明显的正相关关系,且土地功能与协调发展度的偏相关系数高达0.968。

表6 土地结构、土地功能与协调发展度的偏相关分析
Table 6 The partial correlation analysis between land use structure, land use function and coordination development degree

控制变量		协调发展度	土地结构
土地功能	协调发展度	P.C. 1	
		Sig.2	
	土地结构	P.C. 0.896**	1
		Sig.2 0.000	
控制变量		协调发展度	土地结构
土地结构	协调发展度	P.C. 1	
		Sig.2	
	土地功能	P.C. 0.968**	1
		Sig.2 0.000	

注:**表示 $P<0.01$ 。

对土地结构、土地功能和协调发展度进行多元回归分析。

$$B=0.273C+0.430D+0.348 \tag{9}$$

式中, B 表示土地结构-土地功能的协调发展度, C 表示土地结构, D 表示土地功能。

$R^2=0.981$,模型拟合效果很理想。在回归方程的显著性检验中,统计量 $F=1\ 025.869$,对应 p 值为0.000,方程是显著的。2个自变量(土地结构、土地功能)检验和常数项检验,统计量 t 值分别为28.895、23.996和12.570,对应的 p 值均为0.000,因此三者的检验结果均是显著的。根据判断系数,在土地结构-土地功能协调发展度的变动中,有98.1%是由土地结构和土地功能决定的。根据回归方程,土地结构每变动1个单位,将会引起协调发展度变动0.273个单位;土地功能每变动1个单位,将会引起协调发展度变动0.430个单位。这说明土地结构和土地功能对协调发展度的影响很大。

4 结 论

1) 武汉市中心城区土地结构与土地功能之间的协调性逐渐增强,土地功能一直滞后于土地结构,阻碍了土地集约利用水平和协调发展度的提高。土地结构与土地功能之间的协调度在研究前期提高缓慢,而在研究后期发展相对较快。

2) 土地利用目标与土地利用强度之间的协调性逐渐提高。在研究前期,土地利用目标超前于土地利用强度,而在研究后期,两者的关系则相反。两者之间的相对发展程度有3种典型的类型,协调发展阶段逐渐提高。土地利用静态结构与土

地利用动态变化之间的协调性比较稳定。在协调发展阶段上,出现了“先降低,后提高”的变化态势。两者之间的相对发展速度为“滞后-超前-滞后”。

3) 土地集约利用水平与土地结构之间的局部协调性逐渐上升,且所处的协调发展阶段也不断提高。土地集约利用水平与土地功能之间的局部协调性逐渐提高,但是所处的协调发展阶段却没有明显的变化。在研究期间,土地功能均滞后于土地集约利用水平,影响了土地集约利用水平和两者局部协调性的提高。

4) 武汉市中心城区土地集约利用水平逐步上升。在研究期间,土地结构并没有出现逐渐优化的变化态势,起伏不定;相反,土地功能则是稳步提升的。江汉区、武昌区、硚口区和江岸区是武汉市的老城区,区位优势明显,商业基础雄厚,其城市土地集约利用水平相对较高,所处的协调发展阶段也相对先进。而以工业为主的青山区、汉阳区和科教文卫比较集中的洪山区,三者的土地集约利用水平及其协调发展性均相对较低。

5) 武汉市中心城区土地集约利用水平和土地结构-土地功能的内部协调性呈显著的正相关关系,且土地集约利用水平对土地结构-土地功能的内部协调性影响很大。土地结构、土地功能与土地结构-土地功能的内部协调性具有显著的正相关关系。土地结构和土地功能对两者的内部协调性都有影响,但其影响程度前者小于后者。

借鉴系统科学的相关理论,从土地结构-土地功能关系的视角评价城市土地集约利用内部协调性还处于探索阶段,在指标体系构建、评价模型和研究方法等方面难免存在不足和缺陷,今后将继续研究土地结构与土地功能的关系,及其两者对城市土地集约利用的影响和作用机理等。

参考文献:

- [1] 秦 鹏,陈健飞.香港与深圳土地集约利用对比研究[J].地理研究,2011,30(6):1129~1136.
- [2] 赵小凤,黄贤金,陈 逸,等.城市土地集约利用研究进展[J].自然资源学报,2010,25(11):1979~1996.
- [3] 黎孔清,陈银蓉.低碳理念下的南京市土地集约利用评价[J].中国土地科学,2013,27(1):61~66.
- [4] 杨 伟,廖和平,谢德体,等.基于生态健康的重庆市南岸区城市土地集约利用综合评价[J].中国土地科学,2012,26(4):78~83.
- [5] 朱一中,曹 裕.基于PSR模型的广东省城市土地集约利用空间差异分析[J].经济地理,2011,31(8):1375~1380.
- [6] 李景刚,张效军,高艳梅,等.基于改进熵值模型的城市土地集约利用动态评价:以广州市为例[J].地域研究与开发,2012,31(4):118~123.
- [7] 周 伟,曹银贵,乔陆印.基于全排列多边形图示指标法的西宁市土地集约利用评价[J].中国土地科学,2012,26(4):84~90.
- [8] 何 为,修春亮.吉林省城市土地集约利用的空间分异[J].自然资源学报,2011,26(8):1287~1296.
- [9] 郑新奇,邓红蒂,姚 慧,等.中国设区市土地集约利用类型区划分研究[J].中国人口·资源与环境,2010,20(2):6~11.
- [10] 周璐红,洪增林,余永林.街区经济发展中土地集约利用评价研究:以西安市莲湖区为例[J].中国土地科学,2012,26(7):78~83.
- [11] 陈 昱,陈银蓉,马文博.湖北省工业用地集约利用综合评价:基于365家典型工业企业的问卷调查[J].自然资源学报,2013,28(1):73~80.
- [12] M. Taleai, A. Sharifi, R. Sliuzas, 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.
- [13] Lau S S Y, Giridharan R, Ganesan S. Multiple and intensive land use: case studies in Hong Kong [J].Habitat International, 2005, 29(3): 527~546.
- [14] Lau S S Y, Giridharan R, Ganesan S. Policies for implementing multiple intensive land use in Hong Kong [J].Journal of Housing and the built Environment, 2003, 18(4): 365~378.
- [15] 刘 浩,张 毅,郑文升.城市土地集约利用与区域城市化的时空耦合协调发展评价:以环渤海地区城市为例[J].地理研究,2011,30(10):1805~1827.
- [16] 李建强,曲福田.土地市场化改革对建设用地集约利用影响研究[J].中国土地科学,2012,26(5):70~75.
- [17] 赵松乔,陈传康,牛文元.近三十年来我国综合自然地理学的进展[J].地理学报:1939,34(3):187~199.
- [18] 陈传康.区域农业与农业经济[J].自然资源,1979,(2):64~71.
- [19] 石玉林.东北地区三幅百万分之一土地资源图的土地资源分类系统[J].自然资源,1979,(1):77~90.
- [20] 王 超.试论土地的结构与功能[J].中原地理研究,1984,(2):12~21.
- [21] 杨宝亮,刘卫东.土地系统研究的理论与方法[J].华中师范大学学报(自然科学版),1992,26(1):95~99.
- [22] 蔡运龙,霍雅琴.中国耕地价值重建方法与案例研究[J].地理学报,2006,61(10):1084~1092.
- [23] 樊 杰.我国主体功能区划的科学基础[J].地理学报,2007,62(4):339~350.
- [24] Murray Turoff, Harold Linstone. The Delphi Method: Techniques and applications [M].London: Addison-Wesley Publishing Company, 2002:71.
- [25] 薛 薇.统计分析与SPSS的应用[M].北京:中国人民大学出版社,2011:85~89.

Spatio-temporal Characteristics of Internal Coordination of Intensive Urban Land Use: A Case Study of the Downtown of Wuhan

FAN Hui^{1,2}, LIU Wei-dong¹, WU Ze-bin³

(1. *Institute of Land Science and Real Estate, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310029, China;*

2. *College of Urban and Environmental Science, Xinyang Normal University, Xinyang, Henan 464000, China;*

3. *School of Economics and Management, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou, Jiangxi 341000, China)*

Abstract: According to the structure-function relationship theory of system science, we established a evaluation index system of intensive urban land use, and analyzed the internal coordination characteristics of land intensive use of Wuhan downtown from 1996 to 2011. This article also investigated the influences of land use structure and land use function on the level of land intensive use. The results show that: 1) The coordination between land use structure and land use function in the downtown of Wuhan is gradually enhanced, but the land use function has been lagging behind the land use structure, which hinders the enhancement of the level of land intensive use. 2) The coordination between land use target and land use intensity gradually increases. At the previous stage of this study, the land use target was ahead of the land use intensity. At the later study period, the relationship between them is opposite. The coordination between land use static structure and land use dynamic change is relatively stable, but the speed of relative development between them fluctuated. 3) The local coordination between the level of land intensive use and land use structure gradually increases. Besides, the stages of coordination development also improve moderately. The local coordination between the level of land intensive use and land use function improves continually, while the stages of coordination development have no significant change. 4) The level of land intensive use in the downtown of Wuhan gradually increases, and it increases faster especially in the latter half study period. 5) There exists remarkable positive correlation between the level of urban land intensive use and the land use structure-function coordination, and the former has great influence on the latter. Both land use structure and land use function have strong positive correlations with the land use structure-function coordination, and the effect of land use structure on the coordination is less than that of land use function.

Key words: urban land; intensive use; coordination development degree; structure-function relationship; Wuhan City