

# 基于集约评价的城市土地利用投入与产出分析 ——以武汉市为例

罗 栋, 张根寿, 王海军

( 武汉大学 资源与环境科学学院, 武汉 430079)

**摘 要:** 土地是城市发展的基础资源, 土地利用的投入与产出是土地利用效益的核心。在总结前人土地利用研究成果的基础上, 尝试从城市土地集约利用的角度分析武汉市土地利用的投入与产出效益。首先根据土地集约利用的特点构建一套土地集约利用评价指标体系, 其次运用熵技术确定指标的权重, 计算城市土地投入强度和土地使用效益的评价值。最后把武汉市 2003—2007 年的评价值与重庆市、南京市和上海市进行比较分析。结果表明: 武汉市土地利用投入与产出的总体水平都明显高于平均值且呈上升趋势, 但是武汉市土地利用产出水平 2006 年比 2005 年下降了 20.70%, 2007 年比 2006 年上升了 21.63%, 但仍略低于 2005 年的水平; 单位土地面积固定资产总额和二、三产业增加值对武汉市土地利用投入与产出的贡献度最大。

**关键词:** 城市土地; 集约利用; 熵技术; 投入与产出; 武汉市

中图分类号: F223; F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)06-0153-05

## Analysis of Urban Land Use Inputs and Outputs Based on Intensive Evaluation —A Case Study of Wuhan City

LUO Dong, ZHANG Gen-shou, WANG Hai-jun

(The School of Resources and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

**Abstract:** Land use in urban development plays an important role, and land use inputs and outputs are the core of land use. After summarizing results of previous studies on land use, this paper attempts to analyze the condition of land use in inputs and outputs in Wuhan city from the urban land intensive use. First, according to the characteristics of land intensive use, we built a set of land intensive use evaluation system; second, we used entropy techniques to determine the weights of index, and calculate the cities' evaluation value of intensity of land investment and land-use efficiency. Finally, we compared the evaluation values of Wuhan city in 2003—2007 with Chongqing, Nanjing and Shanghai city. The results showed that Wuhan land use input and output levels are significantly higher than the overall average and it is an upward trend. However, Wuhan land use output levels decreased by 20.70% in 2006 compared with 2005, and increased by 21.63% in 2007 compared with 2006 but still slightly below the level of 2005. Units of the total land area of fixed assets and unit of added values of lands used for industry and service sector are the largest contribution in land use inputs and outputs of Wuhan city.

**Key words:** urban land; intensive use; entropy technology; input and output; Wuhan city

土地利用是在土地质量特性和社会土地需求协调的基础上开发利用土地, 以满足人类生产和生活的需要<sup>[1]</sup>。土地利用的投入和产出是衡量土地利用效益的重要指标之一。在现代城市社会经济发展阶段, 土地利用不仅表现在城市的横向扩张, 而且还体现在对城市空间内涵的挖掘上。因此土地投入在考虑耕

地面积的扩展和工业用地与农业用地投入的比率外还应该增加单位土地面积上人口的承载力、空间容积率、人均公共绿地面积等方面; 土地产出则主要表现在土地综合投入在经济方面的产出。当前我国正处在工业化和城市化迅速发展的时期, 城市土地扩张是一个必然趋势。因此研究土地集约利用评价下的土

收稿日期: 2010-4-25

资助项目: 国家自然科学基金(40871179)

作者简介: 罗栋(1984—), 男, 湖北天门人, 硕士, 主要从事城市土地资源与 GIS 应用研究。E-mail: luodong7@163.com

通信作者: 张根寿(1953—), 男, 陕西凤翔人, 教授, 主要从事土地利用、地表过程与环境地理信息应用研究。E-mail: fengxiang\_zhang@qq.com

地投入和产出,对指导城市土地高效利用有一定的现实意义。

城市土地集约利用是在综合考虑城市各类土地利用功能的基础上,实现城市土地利用综合效益的最优化。城市土地集约利用的内涵可以概括为:在布局合理、结构优化和可持续发展的前提下,通过增加存量土地投入、改善经营管理等途径,不断提高土地的利用效益,并取得良好的经济、社会和生态效益的过程<sup>[2]</sup>。

我国城市化进入快速发展阶段,土地粗放利用的现象非常突出,因此,提高土地使用效益、集约利用城市土地引起了学者和政府的广泛关注。有学者<sup>[3-4]</sup>探讨了土地集约利用的内涵、特点和意义以及需要解决的问题;有学者<sup>[5-9]</sup>通过土地集约利用的概念建立指标体系,运用层次分析等数理方法对土地集约利用进行评价;也有学者<sup>[10-11]</sup>应用“驱动力-压力-响应模型”建立指标体系,对土地的集约利用进行研究。但很少看到有对城市土地集约利用过程中的土地投入

和产出进行研究。本文尝试从城市土地集约利用评价的角度,对土地利用的投入与产出进行分析,以期对城市土地的合理利用提供一种思路。

本次研究选取的城市是武汉市,其位于长江中游,江汉平原的东部,处于优越的经济区位、交通区位中心位置,是中部地区的最大城市。武汉城区长江、汉江交汇,湖泊、山丘众多,形成武汉“三镇”并立的特殊的城市地理空间结构,土地面积为 8 494.41 km<sup>2</sup>。目前,武汉市是“国家创新型试点城市”、“资源节约型和环境友好型”两型社会建设试点城市。

## 1 城市土地集约利用评价指标体系的构建

### 1.1 评价指标体系构建的原则

在建立城市土地集约利用评价指标体系时,为了保证所选指标因子能很好的反映城市土地集约利用的特点,我们应该遵循表 1 所列的原则<sup>[12]</sup>。

表 1 指标体系的原则

原则	具体要求
系统性	指标体系的建立应综合反映城市土地集约利用影响因素的内在联系
层次性	根据土地集约利用的功能特点分为因素层和因子层,使其结构清晰,层次分明
可比较性	城市土地集约利用是一个复杂的系统,因此指标应尽可能的量化,以利于比较
主导因素	选取对土地集约利用影响大、灵敏度高的因子
可操作性	指标的选取要简洁明确,易于收集、整理,统计口径要一致,并且各指标要具有相对的独立性
动态导向性	城市土地集约利用是一个动态的过程,因此,在指标因子的选取上,要用发展的眼光来确定指标

### 1.2 评价指标体系的建立

城市土地集约利用评价主要是考察土地经济供给能力和城市土地经济产出水平,反映城市土地的集约利用现状水平和经济发展水平<sup>[12]</sup>。根据指标体系

的构建思想,将城市土地集约利用进行评价因素层的划分:即土地投入强度,土地使用强度,土地使用效益和土地生态环境;同时在因素层的基础上细化为 13 个因子层(见表 2)。

表 2 武汉市城市土地集约利用评价指标体系

目标层	因素层	因子层	公式
城市土地集约利用度	土地投入强度(B <sub>1</sub> )	单位土地面积固定资产总额 $x_1/(万元 \cdot km^{-2})$	$x_1 = \text{区域内的固定资产总额} / \text{区域内土地面积}$
		区域人均道路面积 $x_2/(m^2/人)$	$x_2 = \text{区域内道路总面积} / \text{区域总人口}$
		区域人均公共绿地面积 $x_3/(m^2/人)$	$x_3 = \text{区域内绿地总面积} / \text{区域总人口}$
	土地使用强度(B <sub>2</sub> )	城市综合容积率 $x_4/\%$	$x_4 = \text{城市建筑总面积} / \text{城市建设用地面积}$
		人口密度 $x_5/(万人 \cdot km^{-2})$	$x_5 = \text{城市总人口} / \text{区域内土地面积}$
		单位土地面积从业职工数 $x_6/(人 \cdot km^{-2})$	$x_6 = \text{年末从业职工人数} / \text{区域内土地面积}$
		人均居住面积 $x_7/(m^2/人)$	$x_7 = \text{房屋的总建筑面积} / \text{城市总人口}$
	土地使用效益(B <sub>3</sub> )	单位土地二、三产业增加值 $x_8/(万元 \cdot km^{-2})$	$x_8 = \text{二、三产业增加值之和} / \text{城市建设用地面积}$
		单位土地工业产值 $x_9/(万元 \cdot km^{-2})$	$x_9 = \text{工业产值} / \text{城市建设用地面积}$
		单位土地国内生产总值 $x_{10}/(万元 \cdot km^{-2})$	$x_{10} = \text{年国内生产总值} / \text{区域内土地面积}$
		城市住宅用地比例 $x_{11}/\%$	$x_{11} = \text{城市住宅用地总面积} / \text{城市建设用地总面积}$
	土地生态环境(B <sub>4</sub> )	建成区绿化覆盖率 $x_{12}/\%$	$x_{12} = \text{建成区绿地覆盖总面积} / \text{区域土地总面积}$
		地均工业“三废”排放 $x_{13}/(t \cdot km^{-2})$	$x_{13} = \text{“三废”排放总量} / \text{区域内土地面积}$

## 2 研究方法

熵值法可以反映一个系统的变化,而且可以根据

系统中各项指标的差异程度,计算出各指标的权重,为综合评价提供依据。因此,根据城市土地集约利用的评价思路,采用熵值法<sup>[13-14]</sup>来进行研究。

2.1 评价因子的标准化处理

由于土地集约利用评价的各项因子具有不同的量纲, 因此采用比重法对数据进行标准化处理。

$$P_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^m x_{ij} \tag{1}$$

式中:  $P_{ij}$  ——参评对象的标准值;  $x_{ij}$  ——有  $n$  个因子的  $m$  个参评对象的第  $i$  个参评对象第  $j$  项评价因子的数值, 其中(  $i= 1, 2, \dots, m; j= 1, 2, \dots, n$  )。

2.2 评价因子的熵值计算

熵值的计算公式如式(2)。

$$E(x_{ij}) = -K \sum_{i=1}^m P_{ij} \cdot \ln P_{ij} \tag{2}$$
$$K = 1/\ln m \qquad m > 0$$

式中:  $E(x_{ij})$  ——第  $j$  项评价因子的熵值;  $P_{ij}$  ——参评对象的标准值;  $K$  ——调节系数;  $m$  ——含义同前。

2.3 评价因子权重值的确定

计算第  $j$  项评价因子的差异系数。其公式为:

$$e_j = 1- E(x_{ij}) \quad j= 1, 2, \dots, n \tag{3}$$

式中:  $e_j$  ——为第  $j$  项评价因子的差异系数;  $E(x_{ij})$  ——含义同前。

权重计算公式为:

$$d_j = e_j / \sum_{j=1}^n e_j \quad j= 1, 2, \dots, n \tag{4}$$

式中:  $d_j$  ——第  $j$  项评价因子的权重;  $e_j$  ——含义同前。

2.4 评价值的确定

因素层各因素的标准值  $b_k$  由对应因子层各因子的标准值求和得到;  $D_k$  (  $k= 1, 2, \dots, l$  )则由对应因子层的各因子的差异系数求和, 因此计算因素层各因素的权重。其公式为:

$$W_k = D_k / \sum_{k=1}^l D_k \tag{5}$$

式中:  $D_k$  ——因素层各因素的差异系数;  $W_k$  ——因素层对应因素的权重。

计算评价值的公式为:

$$B = \sum_{k=1}^l (W_k \times b_k) \tag{7}$$

式中:  $B$  ——因素的评价值;  $b_k$  ——因素层各因素的标准值;  $W_k$  ——含义同前。

3 计算结果

本次研究所需的数据全部来自各城市的统计年鉴。通过在武汉市 2003– 2007 年统计年鉴中对数据收集、整理<sup>[15]</sup> 和分析得到武汉市土地集约利用指标因子的原始值。采用比重法对各因子标准化处理, 熵值法计算得到各因子的权重和贡献度(表 3)。

表 3 2003– 2007 年武汉市土地集约利用因子权重和贡献度

指标	武汉市权重	贡献度/ %
$x_1$	0.310339	97.07
$x_2$	0.004960	1.55
$x_3$	0.004393	1.38
$x_4$	0.100030	94.76
$x_5$	0.001360	1.29
$x_6$	0.000630	0.60
$x_7$	0.003543	3.35
$x_8$	0.210786	41.92
$x_9$	0.045185	8.99
$x_{10}$	0.142936	28.43
$x_{11}$	0.103890	20.66
$x_{12}$	0.002390	3.32
$x_{13}$	0.069558	96.68

为了使基于土地集约利用评价的武汉市土地利用投入与产出分析具有可比性, 我们选取重庆市、南京市和上海市与武汉市做横向比较。

据重庆市、南京市和上海市 2003– 2007 年的统计年鉴, 参照前文指标体系中的因子, 获得数据<sup>[16-18]</sup> 的原始值。按上述方法计算出评价因素的权重和标准值, 最后得到武汉市和重庆市、南京市、上海市 2003– 2007 年的土地投入强度评价值(表 4) 和土地使用效益评价值(表 5)。

4 讨论与分析

4.1 土地利用投入分析

土地利用投入包括在土地利用过程中的人力、物力和财力等的投入, 涉及到城市各个领域的投入<sup>[12]</sup>。土地集约利用指标体系中的土地投入强度主要包括单位土地固定资产总额等方面的投入, 因此在分析基于土地集约利用评价基础上的土地利用投入时, 我们用土地投入强度来研究(见图 1)。

表 4 四个城市土地投入强度评价值

城市	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
重庆市	0.153113	0.182973	0.211288	0.271522	0.299247
武汉市	0.155139	0.173980	0.19088	0.209384	0.229692
南京市	0.117774	0.133736	0.150027	0.171892	0.180010
上海市	0.080839	0.096556	0.104231	0.110252	0.118369
平均值	0.126720	0.146810	0.164110	0.190760	0.206830

表 5 4 个城市土地使用效益的评价值

城市	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
重庆市	0.223883	0.246188	0.225266	0.234388	0.259675
武汉市	0.323158	0.397061	0.468171	0.371245	0.451555
南京市	0.249571	0.292142	0.296202	0.340904	0.381637
上海市	0.295788	0.396296	0.306184	0.331489	0.396116
平均值	0.273100	0.332900	0.324000	0.319500	0.372200

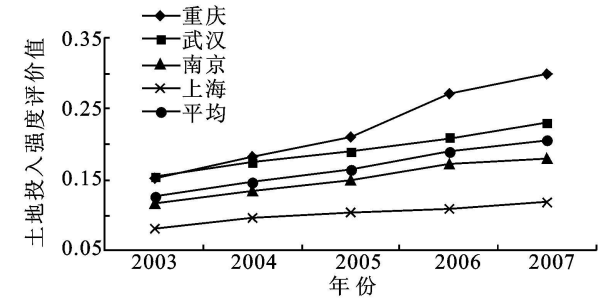


图 1 各城市土地利用投入强度评价值

据图 1 知, 武汉市土地投入强度在 2003– 2007 年间是稳步上升的, 且年增长率为 10.31%。总体情况与其他 3 个城市比较为: 高于南京市和上海市, 虽然低于重庆市的土地投入强度, 但高于 4 个城市的平均值。这说明武汉市近年来对城市土地利用的投入不断的增强。武汉市土地投入强度涉及到的 3 个因子的权重贡献度分别为: 单位土地面积固定资产总额为 97.07%, 区域人均道路面积为 1.55%, 区域人均公共绿地面积为 1.38%。即所选取的 3 个因子中单位土地面积固定资产总额对土地投入强度的影响最大。这显示出武汉市在现有土地面积的基础上通过有效的建造和购置固定资产活动, 进一步的调整经济结构和生产力的地区分布, 而使城市基本建设、更新改造、房地产开发投资和其他社会固定资产投资不断加强。虽然人均道路面积和人均公共绿地面积的贡献度不及固定资产总额, 但是在土地利用投入中仍然起着改善民众出行环境和人居生态环境的作用。

4.2 土地利用产出分析

在城市土地集约利用前提下的土地利用产出主要表现在城市土地基础设施建设和生产建设性投入的产出上<sup>[19]</sup>。城市土地利用主要反映的是土地的空间承载力, 其产出直接体现了城市土地的收益情况和土地的利用效果。可以用全年城市二、三产业值, 国内生产总值等数值来衡量。因此我们用城市土地使用效益的评价值来分析土地利用产出(如图 2)。

武汉市土地使用效益从 2003– 2007 年虽然在 2006 年有所下降, 但是总体上呈上升趋势(见图 2)。与其他 3 个城市比较可以看出, 在研究期间除了上海市在 2004 年接近武汉市的水平外, 其他城市在研究年限中都明显低于武汉市, 且武汉市高于 4 个城市的

平均水平。这说明近年来武汉市的国民经济快速、稳定增长, 城市土地的产出效益明显增加。另一方面, 武汉市的土地使用效益在 2006 年下降了 20.7%, 虽然在 2007 年有所回升, 但是仍然低于 2005 年的水平, 可见, 近年来武汉市城市土地利用上存在一定的“高投入, 低产出”现象, 城市土地产出效益内涵挖掘不够<sup>[20]</sup>。土地使用效益下的 4 个因子的贡献度为单位土地二、三产业增加值> 单位土地国内生产总值> 城市住宅用地比例> 单位土地工业产值。可见, 单位土地二、三产业增加值在武汉市土地利用产出中占有重要的地位。当然武汉市在提高土地利用产出综合效益时应该着重考虑城市住宅用地所占比例和单位土地国内生产总值的提高。

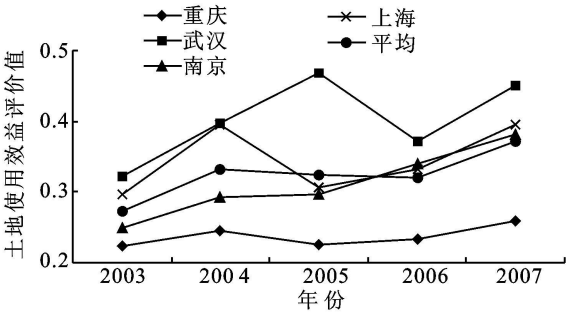


图 2 各城市土地使用效益评价值

5 结论与展望

城市土地的高效、节约、合理利用, 对城市可持续发展有着重要意义。从土地集约利用评价角度尝试对土地利用的投入和产出进行分析, 并以武汉市为例来说明。通过与重庆市、南京市和上海市的横向比较研究得出如下结论:

(1) 武汉市在 2003– 2007 年, 土地利用投入的评价值虽然略低于重庆市的水平, 但是却高于南京市和上海市; 土地利用产出的评价值在 0.3~ 0.5 之间, 虽然在 2006 年异常, 但是仍然高于其他 3 个城市。可见武汉市在城市土地建设中逐年加大对土地利用的投入, 取得了很好的土地产出效益, 当然在实施过程中也存在产出效益不高的情况, 但总体情况较好。

(2) 土地投入强度和土地使用效益下的因子层的各因子, 在土地利用投入与产出中起着重要的作用。其中单位土地面积固定资产总额对土地利用投入的

影响最大, 而单位土地二、三产业增加值, 单位土地国内生产总值和城市住宅用地对土地利用产出的影响占到了 91.01%。这表明武汉市的土地利用投入主要体现在对社会固定资产的投资上, 而土地产出则主要体现在土地利用带来的经济效益和空间承载力上。

土地利用投入与产出, 直接关系到城市土地的可持续发展。因此, 对城市土地集约利用过程中的土地投入与产出的研究具有指导性的意义。在今后的研究中对城市土地利用投入的指标选取应该更加全面和有代表性, 在土地利用产出中除了考虑经济效益的产出外还应该涉及社会效益和环境效益的产出。当然在对土地利用投入与产出的分析过程中除了运用传统是数学方法外还可以把 RS 和 GIS 的相关技术运用到分析中。

#### 参考文献:

- [1] 王万茂. 土地利用规划学[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 13.
- [2] 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述评[J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(2): 48-57.
- [3] 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.
- [4] 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): 4-5.
- [5] 白冰冰, 成舜, 李兰维. 城市土地集约利用潜力宏观评价探讨: 以内蒙古包头市为例[J]. 华东师范大学学报: 哲学社会科学版, 2003, 35(1): 83-124.
- [6] 翟文侠, 黄贤金, 张强, 等. 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: 自然科学版, 2006, 42(1): 96-102.
- [7] 郭爱请, 葛京凤. 河北省城市土地集约利用潜力评价方

法探讨[J]. 资源科学, 2006, 28(4): 65-70.

- [8] Zhang Huayu, Shen Lei. Evaluation of Urban Land Intensive Use-Take the Case of a Changing City of Shenzhen as an Example[J]. Journal of Natural Resources, 2008, 23(6): 1009-1021.
- [9] 卞兴云, 冉瑞平, 贾燕兵, 等. 山东省城市土地集约利用时空差异[J]. 地理科学进展, 2009, 28(4): 617-621.
- [10] 史丽君, 张绍良, 王浩宇, 等. 基于 PSR 框架的徐州市城市土地集约利用评价研究[J]. 国土与自然资源研究, 2006(1): 4-5.
- [11] 杨东朗, 张晓明, 刘萍. 基于 PSR 模型的城市土地集约利用评价[J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2008, 36(1): 90-93.
- [12] 洪增林, 薛惠峰. 城市土地集约利用潜力评价指标体系[J]. 地球科学与环境学报, 2006, 28(1): 701-011.
- [13] 郭显光. 熵值法及其在综合评价中的应用[J]. 财贸研究, 1994, 20(6): 56-60.
- [14] 宋红梅, 侯湖平, 张绍良, 等. 基于熵值法的城市土地集约利用评价: 以徐州市为例[J]. 资源开发与市场, 2007, 23(2): 116-118.
- [15] 武汉市统计局. 2004-2008 年武汉市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2008.
- [16] 重庆市统计局. 2004-2008 年重庆市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2008.
- [17] 南京市统计局. 2004-2008 年成都市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2008.
- [18] 上海市统计局. 2004-2008 年上海市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2008.
- [19] 杨林泽. 长三角区域地均产出率评价问题研究[EB/OL]. <http://www.raresd.com/20071206200640.htm>. [2010-05-12].
- [20] 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.

(上接第 152 页)

- [40] Rodella A A, Saboya L V. Calibration for conductimetric determination of carbon dioxide[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1999, 31: 2059-2060.
- [41] Thierron V, Laudelout H. Contribution of root respiration to total CO<sub>2</sub> efflux from the soil of a deciduous forest[J]. Canadian Journal of Forest Research, 1996, 26(7): 1142-1148.
- [42] Hanson P J, Edwards N T, Garten C T, et al. Separating root and soil microbial contributions to soil respira-

tion: A review of methods and observations[J]. Biogeochemistry, 2000, 48(1): 115-146.

- [43] Epron D, Farque L, Lucot E, et al. Soil CO<sub>2</sub> efflux in a beech forest: the contribution of root respiration[J]. Annals of Forest Science, 1999, 56(4): 289-295.
- [44] Epron D, Farque L, Lucot E, et al. Soil CO<sub>2</sub> efflux in a beech forest: dependence on soil temperature and soil water content[J]. Annals of Forest Science, 1999, 56(3): 221-226.