

基于全排列多边形综合图示指标法的武汉城市圈土地集约利用评价

程 龙, 董 捷

(华中农业大学 公共管理学院, 武汉 430070)

摘 要:中国已经进入城市化发展的加速阶段,快速的城市化过程加大了对土地的高需求,土地集约利用直接影响到武汉城市圈土地利用和管理效果,关系到城市圈的城镇化进程。采用全排列多边形综合图示指标法对武汉城市圈 2001—2010 年间土地集约利用变化进行了量化评价。研究表明:(1) 全排列多边形图示指标法可用于土地集约利用的评价,该方法系统整合了评价对象的多种因素,并减少了主观因素的影响,使评价更为客观科学;(2) 单项指标显示,10 a 间,武汉城市圈土地投入强度、土地利用强度、土地产出效益和土地环境质量均有明显提高;(3) 武汉城市圈土地集约利用综合指数总体呈增长态势,且前阶段的增长速度慢于后阶段,经济增长方式发生改变。因此,武汉城市圈在未来一段时间应把握住发展契机,通过增强土地利用的投资强度和产出绩效,不断提高土地集约利用水平;同时注重土地环境质量改善,优化城乡建设用地结构,提高土地的集约利用水平。

关键词:土地集约利用评价;全排列多边形综合图示指标法;武汉城市圈

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2014)01-0183-05

Evaluation on Intensive Land Use of Wuhan Metropolitan Agglomeration Based on Entire-Array-Polygon Evaluation Model

CHENG Long, DONG Jie

(College of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Nowadays, China has moved into the fast urbanization period. There is a high demand for land in the rapid urbanization process, and intensive land use has a great impact on land use and management of agglomeration. In this paper, entire-array-polygon evaluation model has been employed to quantitatively analyze the changes of land intensity in Wuhan metropolitan agglomeration from 2001 to 2010. The result shows that: (1) the entire-array-polygon evaluation model can be used for evaluating the land use intensity, and it also has an advantage that it can take into account the systematic feature of the evaluated object and reduce the subjective effect; (2) in terms of the single indicator analysis, it indicates that economic growth is not only the main driving forces for construction land expansion, but also the key impact factor of intensive land use level improvement; (3) the comprehensive land use intensity of Wuhan metropolitan agglomeration was gradually increasing during the research period. However, the trend can further divided into two stages, i. e., the former stage increased slower than the latter. So, Wuhan metropolitan agglomeration should seize the chance to develop in the future by increasing the land use investment and output efficiency so as to enhance land intensive use level. Meanwhile, it should lay more emphasis on better land environmental quality, optimize land use structure and increase land use intensity.

Key words: intensive land use evaluation; entire-array-polygon evaluation model; Wuhan metropolitan agglomeration

收稿日期:2013-06-06

修回日期:2013-07-05

资助项目:国家社会科学基金项目“城市圈土地资源优化配置理论与政策研究——武汉城市圈实证分析”(09BJY039);国家软科学研究项目“两型社会建设目标下武汉城市圈土地利用结构优化布局研究”(2008GX06D166);武汉市社会科学基金课题“两型社会目标下的武汉城市圈经济发展与土地利用结构调整研究”(2008035);华中农业大学自主科技创新基金研究生科技创新基金项目(2012SC39)

作者简介:程龙(1988—),男,山东济南人,硕士研究生,主要研究方向为土地资源利用与区域发展。E-mail:victorcheng1119@gmail.com

目前,我国已经进入城市化发展的加速阶段,城市圈作为一种新型城市化发展道路,已成为我国城市化进程中的战略选择。快速的城市化过程加大了对土地的高需求,与此同时,在土地利用过程中由于存在着土地资源浪费、超强度使用和不合理、低效益使用等现象,又进一步加剧了土地资源的短缺,使得土地资源成为我国城市化进程中的一大“瓶颈”。开展城市圈土地集约利用评价研究,及时清楚地了解城市圈土地集约利用状况,有利于合理挖掘土地利用潜力,促进土地资源优化配置和利用。

国内学者关于土地集约利用的研究起步于 20 世纪 90 年代,分别从不同空间尺度上开展了土地节约和集约利用研究,探索适合中国国情的节地型经济社会发展之路^[1-3],主要通过利用统计分析和计量经济手段来分析城市土地集约利用状况,探究城市土地集约利用过程的动因。很多研究采用了如多因素综合指数^[4-6]、层次分析法^[7-8]、极限条件法^[9]、主成分分析法^[10-12]、模糊评价法^[13-14]、信息熵值法^[15-16]、人工神经网络^[17-18]等定量方法,对我国土地集约利用状况进行了实证研究,为我国土地集约利用提供了宝贵的经验参考。由于土地集约利用目标具有多元性,影响因素众多,多因素综合评价法在土地集约利用研究中被广泛采用。但多因素综合评价法在一定程度上存在人为的主观判断、选择、偏好对结果的影响,从而降低了方法运用的严谨性^[19]。因此,探索具有现状分析、问题诊断、潜力评估和政策指导多种功能的土地集约利用评价技术,可为全面准确把握土地集约利用特征与问题,加强土地集约利用政策创新提供技术与方法支撑^[20]。本文在综合国内城市土地集约利用评价的指标体系基础上,采用既能反映综合指数,又能反映单项指标的全排列多边形图示指标法的定量评价方法,基于时间序列的截面数据,对武汉城市圈土地集约利用进行评价,结合评价指标分析土地集约利用存在的问题,同时基于全排列多边形图示指标法评价的综合指数,分析 2001—2010 年武汉城市圈土地集约利用的变化规律。

1 研究区概况

武汉城市圈,又称“1+8”城市圈,是以武汉为中心,100 km 为半径的区域,包括黄石、鄂州、孝感、黄冈、咸宁、仙桃、潜江、天门等 9 个城市。武汉城市圈位于湖北省东部,圈内土地总面积为 5.78 万 km²,占湖北省土地面积的 31.1%;拥有 3 114.62 万人,是中国中部及长江中游最大、最密集的城市群^[21]。2007 年 12 月,武汉城市圈获准成为“全国资源节约

型和环境友好型社会建设综合配套改革试验区”,为城市圈带来了前所未有的发展机遇。经济快速发展,城市化进程加快了对建设用地的需求,大量农用地向非农用地转化,人多地少的矛盾日益突出。1996—2008 年间,耕地减少 469 442.75 hm²,幅度最大;建设用地数量增加 7 048.07 hm²。在土地资源供需形势日益严峻的情况下,仍存在农村土地低效无序利用,用地结构也不尽合理现象。因而,在武汉城市圈经济社会快速发展过程中节约集约利用土地,切实保护耕地的目的成为人们日益关注的焦点。

2 研究方法

2.1 全排列多边形图示指标法

全排列多边形图示指标法在环境质量评价中已得到了广泛应用^[22-23]。全排列多边形图示指标法定义为^[23]:设共有 N 个指标,以这些指标的上限值为半径构成一个中心 N 边形,各指标值的连线构成一个不规则的中心 N 边形,其顶点是 N 个指标首尾相接的全排列, N 个指标总共可以构成 $(n-1)/2$ 个不同的不规则的中心 N 边形。综合指数定义为所有这些不规则多边形面积的均值与中心多边形面积的比值。

指标值的标准化采用双曲线标准化函数:

$$F(x) = \frac{a}{bx+c} \quad (1)$$

$F(x)$ 满足:

$$F(x) \mid_{x=L} = -1, F(x) \mid_{x=T} = 0, F(x) \mid_{x=U} = 1 \quad (2)$$

式中: U ——指标 x 的上限值; L ——指标 x 的下限值; T ——临界值。标准化函数 $F(x)$ 把位于 $[L, U]$ 的指标值映射到 $[-1, +1]$ 。且映射后的值改变了指标的增长速度,当指标值位于临界值以下时,标准化后的指标增长速度逐渐降低,当指标位于临界值以上时,标准化后的指标增长速度逐渐增加,即指标由没有标准化以前的沿 x 轴的线性增长变为标准化后的快—慢—快的非线性增长,临界值为指标增长速度的转折点。根据上述条件,可得:

$$F(x) = \frac{(U-L)(x-T)}{(U+L-2T)x+UT+LT-2UT} \quad (3)$$

指标下限可根据规划相应指标的最小值确定,指标上限可根据最高目标确定,临界值可根据评价地区相应指标平均值确定。对第 i 个指标,单项指标值 S_i 为:

$$S_i = \frac{(U_i-L_i)(x_i-T_i)}{(U_i+L_i-2T_i)x+U_iT_i+L_iT_i-2U_iT_i} \quad (4)$$

利用 n 个指标可以做出一个中心正 n 边形, n 边形的 n 个顶点为 $S_i=1$ 时的值,中心点为 $S_i=-1$ 时的值,中心点到顶点的线段为各指标标准化值所在区间 $[-1, +1]$,而 $S_i=0$ 时构成的多边形为指标的临

界区。临界区的内部区域表示各指标的标准化值在临界值以下,其值为负;外部区域表示各指标的标准化值在临界值以上,其值为正。

全排列多边形综合指数 S 计算公式为:

$$S=\frac{\sum_{i \neq j}^{i, j}\left(S_i+1\right)\left(S_j+1\right)}{2 n(n-1)}$$

(5)

式中: S ——评价对象的综合指数; S_i ——第 i 项指标; S_j ——第 j 项指标($i \neq j$); n ——指标个数。

全排列多边形图示指标法的特点:既有单项指标又有综合指标,既有几何直观图示,又有代数解析数值,既有静态指标,又有动态趋势;每个指标都有上限、下限和临界值;与传统简单加权法相比,不用专家主观评判权重系数的大小,只要确定与决策相关的上限、下限和临界值即可,减少了主观随意性。该综合方法改传统加法为多维乘法,当分项指标值落在临界值以下时,边长小于 1,对综合指标产生紧缩效应 [$F''(x)<0$];当分项指标值落在临界值以上时,边长大于 1,对综合指标产生放大效应 [$F''(x)>0$],反映了整体大于或小于部分之和的系统整合原理^[12]。

表 1 武汉城市圈土地集约利用评价指标体系

评价目标	基本指标	派生指标	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
土地集约利用水平	土地投入强度	地均固定资产投资(N1)/(万元·hm ⁻²)	14.032	15.457	17.686	21.834	27.216	33.658	44.843	59.082	82.947	109.757
		地均财政支出(N2)/(万元·hm ⁻²)	2.854	3.006	3.387	4.03	5.008	6.79	8.591	11.168	16.047	19.270
		地均房地产开发投资(N3)/(万元·hm ⁻²)	1.606	1.858	2.419	3.437	4.49	5.681	7.201	8.906	11.774	15.863
	土地利用强度	人口密度(N4)/(人·hm ⁻²)	51.198	52.259	52.512	52.644	51.947	52.444	52.834	52.834	53.146	53.695
		城镇化率(N5)/%	3.301	3.449	3.583	3.691	3.673	3.803	3.732	3.916	3.995	4.073
		人均建设用地面积(N6)(hm ² /人)	103.288	101.512	101.838	102.857	114.638	114.861	115.057	112.896	113.518	113.492
	土地产出效益	地均 GDP(N7)/(万元·hm ⁻²)	45.507	49.741	55.32	63.607	66.582	76.571	92.741	116.825	131.992	159.515
		地均财政收入(N8)/(万元·hm ⁻²)	1.978	1.737	1.936	2.283	2.789	3.497	4.389	5.501	6.347	7.991
		地均工业总产值(N9)	37.321	39.676	46.485	51.205	67.751	84.981	109.933	158.356	169.619	232.513
	土地环境质量	人均绿地面积(N10)(m ² /人)	103.849	111.066	117.986	120.84	124.38	131.71	150.52	166.71	167.09	168.59
		地均城市环境基础设施投资(N11)/(万元·hm ⁻²)	0.406	0.406	0.406	0.416	0.428	0.428	0.428	3.558	4.925	3.217

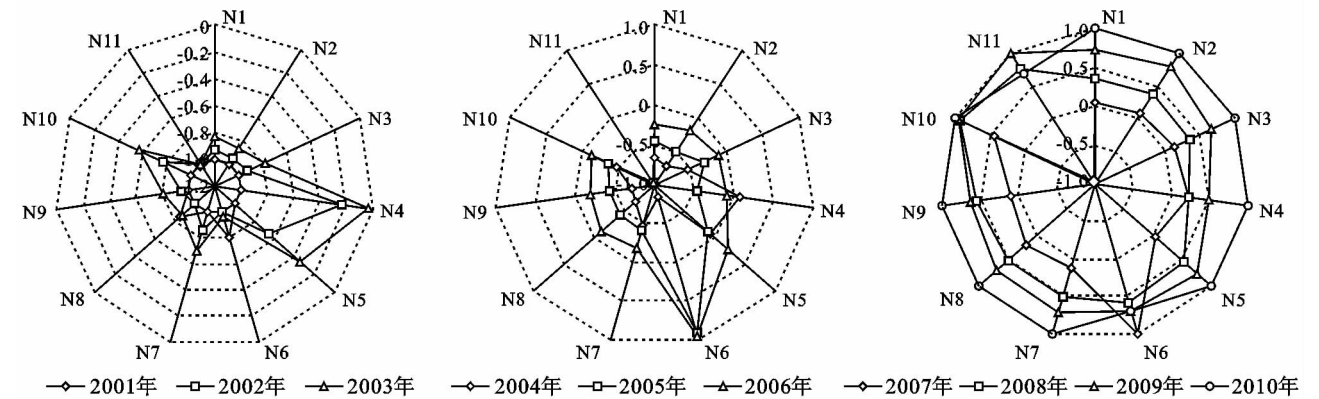


图 1 2001—2010 年武汉城市圈土地集约利用评价各指标图示

3 结果与分析

3.1 单项指标值变化特征及原因

以11项指标经过标准化后的值为顶点绘制不同时间序列的多边形(图1)。

(1) 土地投入强度。固定资产投资,财政支出和房地产开发投资的增长是城乡建设用地扩张的主要驱动因素。从表1可以看出,研究期内武汉城市圈地均固定资产投资强度和房地产投资强度增长趋势明显,从2001年的14.032万元/hm²增长到2010年的109.757万元/hm²,投资强度的快速增长与国家大力支持武汉城市圈两型社会建设是分不开的。地均财政支出强度也呈快速上升趋势,从2001年的2.854万元/hm²增长到2010年的19.270万元/hm²。

(2) 土地利用强度。土地利用强度的增强表明土地集约利用水平的提高。武汉城市圈人口密度从2001年的51.198人/hm²增长到2010年的53.695人/hm²,城镇化率由3.301%增长到4.073%,人均建设用地面积也由103.288 hm²/人增长到113.492 hm²/人,表明随着武汉城市圈城镇化进程加快,城市圈对周边人口的吸引力增强,人口密度增加,建设用地需求量增加,对土地利用集约水平提出了更高的要求。

(3) 土地产出效益。经济产出指标反映建设用地的产出绩效,单位产出值越大说明土地利用越集约。10 a间,地均GDP由45.507万元/hm²增长到159.515万元/hm²,翻了3倍之多;地均财政收入也由1.978万元/hm²增长到7.991万元/hm²;地均工业总产值由37.321万元/hm²增长到232.513万元/hm²。这些地均指标表明了土地单位产出的增长,体现了武汉城市圈土地利用集约化水平的提高。

(4) 土地环境质量。城市土地集约利用是指在布局合理、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,不断提高土地利用效率和效益,取得良好的经济效益、社会效益和生态效益的过程。土地环境质量的变化关系到武汉城市圈的可持续发展,理应纳入到武汉城市圈土地利用集约化水平当中。本文主要从两个方面来考量:人均绿地面积和地均城市环境基础设施投资。10 a间,武汉城市圈人均绿地面积从2001年的103.849 m²/人增长到2010年的168.590 m²/人,地均城市环境基础设施投资也由2001年的0.406万元/hm²增长到2010年的3.217万元/hm²。这表明武汉城市圈对环境质量改善的重视在逐年提高,生态环境明显改善,实现了统筹保护环境和保障发展的要求。

3.2 土地集约利用综合指标变化特征

集约利用综合指数反映了土地集约利用水平。图2表明,2001—2010年间武汉城市圈土地集约利用综合指数基本上呈现增长态势,说明其集约利用水平逐年提高。10 a间的变化趋势大致可分为两个阶段,2000—2006年为起步阶段,2007—2010年为快速发展阶段。前一阶段综合指数的增长速度慢于后一阶段,即前一阶段土地集约利用水平提升速度慢于后一阶段的提升速度。这一现象契合了经济发展与城乡建设用地扩张的阶段性规律。前一阶段,武汉城市圈的构想正在萌芽当中,2007年武汉城市圈“资源节约型环境友好型社会”建设的理念正式提出,此后武汉城市圈社会经济和城市化水平较前一阶段有了很大发展,但土地资源供给受到限制,投入方式逐渐用资本代替土地,建设用地扩张速度放缓,故其集约水平提升较快。

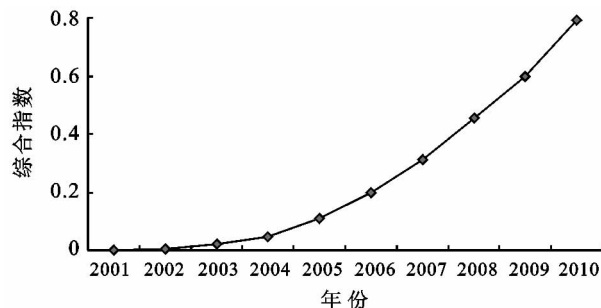


图2 2001—2010年武汉城市圈土地集约利用水平变化趋势

4 结论与讨论

4.1 结论

(1) 采用全排列多边形图示指标法进行城市土地集约利用评价过程中,只要确定与决策相关的上限、下限和临界值,不用专家主观评判权系数的大小,减少了主观随意性;评价结果表达既有单项指标值又有综合指标值,还有几何直观图示,便于问题诊断和政策指导;在指标综合中同时考虑了临界值对系统综合指标的放大和紧缩效应,能够反映城市土地集约利用的协调性和系统整合性,因此该方法具有一定的优越性。同时,该方法也方便计算机编程和软件开发。

(2) 本文从土地投入强度、土地利用强度、土地产出效益、土地环境质量4个方面构建土地集约利用评价指标体系。结果表明,武汉城市圈建设用地投入强度与产出绩效增长明显,说明经济增长既是城乡建设用地扩张的主要驱动力,也是集约利用水平提高的首要影响因子;研究期内,武汉城市圈土地集约利用综合指数总体上呈现上升态势,但根据其增长快慢大致可分为两个阶段,即起步阶段与快速发展阶段,后

一阶段的集约水平提升速度快于前一阶段,符合经济发展与建设用地扩张的阶段性和规律。

(3) 武汉城市圈应积极把握“两型社会”建设的战略机遇,积极发挥经济因子对土地集约利用水平的提升效应,增强新增建设用地的投资强度和产出绩效;在土地资源供应缺乏、城市空间扩张受阻的情况下,优化城乡用地结构,挖掘农村居民点潜力,为市区用地扩张提供来源;合理确定土地资源供应量,转变经济增长方式,构建资源节约环境友好型社会,实现武汉城市圈跨越式发展。

4.2 讨论

(1) 全排列多边形综合图示指标法一定程度上减少了评价过程的主观性,提高了评价精度,适合于宏观层面的区域土地集约利用水平评价。但该方法不能对区域进行空间分析,缺少区域土地集约利用水平的空间格局以及土地集约利用区域趋势的分析。

(2) 本文只分析了武汉城市圈 2001—2010 年土地集约利用水平的动态变化,以及各单项指标之间的差异,但受限于文章篇幅,未从空间上进行武汉城市圈 9 个城市的横向评价,不能了解集约利用水平的空间变异规律。

参考文献:

- [1] 顾湘,姜海,曲福田. 区域建设用地集约利用综合评价:以江苏省为例[J]. 资源科学,2006,28(6):112-119.
- [2] 曹银贵,袁春,王静,等. 1997—2005 年区域城市土地集约度变化与影响因子分析[J]. 地理科学进展,2008,27(3):86-95.
- [3] 吴旭芬,孙军. 开发区土地集约利用的问题探讨[J]. 中国土地科学,2000,14(2):17-21.
- [4] 薛俊菲,邱道持,卫欣,等. 小城镇土地集约利用水平综合评价探讨:以重庆市北碚区为例[J]. 地域研究与开发,2002(4):46-50.
- [5] 汪波,郑家响. 我国大城市土地集约利用评价研究[J]. 北京科技大学学报:社会科学版,2006,22(1):24-28.
- [6] 陈海燕,李闽. 江苏省城市土地利用集约评价及区域差异特征[J]. 中国土地科学,2007,21(5):61-65.
- [7] 甄江红,成舜,郭永昌,等. 包头市工业用地土地集约利用潜力评价初步研究[J]. 经济地理,2004,24(2):250-253.
- [8] 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.
- [9] 骆培聪,董芙蓉. 城市土地集约利用现状评价研究:以福州市居住用地为例[J]. 贵州师范大学学报:自然科学版,2008,26(4):49-53.
- [10] 王伟华. 基于主成分分析法的城市土地利用集约度研究[J]. 内蒙古农业大学学报:社会科学版,2005,7(4):448-450.
- [11] 黎一畅,周寅康,吴林,等. 城市土地集约利用的空间差异研究:以江苏省为例[J]. 南京大学学报:自然科学版,2006,42(3):309-315.
- [12] 曹银贵,周伟,王静,等. 基于主成分分析与层次分析的三峡库区耕地集约利用对比[J]. 农业工程学报,2010,26(4):291-296.
- [13] 张金前,邓南荣,庄剑顺,等. 福州市土地集约利用模糊评价研究[J]. 国土与自然资源研究,2008(4):31-32.
- [14] 蔡为民,薛岩松. 土地集约利用的模糊评判[J]. 统计与决策,2007(4):51-53.
- [15] 宋吉涛,方创琳,宋吉强,等. 大都市边缘区乡镇土地集约利用与增长方式转变评价指标体系研究:以北京市海淀区北部新区 4 镇为例[J]. 资源科学,2007,29(4):170-178.
- [16] 刘力,邱道持,栗辉,等. 城市土地集约利用评价[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2004,29(5):887-890.
- [17] 常青,王仰麟,吴健生,等. 城市土地集约利用程度的人工神经网络判定:以深圳市为例[J]. 中国土地科学,2007,21(4):26-31.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 姜海,曲福田,欧名豪,等. 区域土地集约利用评价方法与应用[J]. 农业工程学报,2008,24(S1):117-123.
- [21] 程龙,董捷. 武汉城市圈城乡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.
- [22] 魏婷,吴长年. 一种工业园区生态系统健康评价方法及其应用[J]. 长江流域资源与环境,2007,16(5):680-684.
- [23] 吴琼,王如松,李宏卿,等. 生态城市指标体系与评价方法:全排列多边形图示指标评价方法[J]. 生态学报,2005,25(8):2090-2095.
- [24] 王成新,张本丽,姚士谋. 山东省城市土地集约利用评价及其时空差异研究[J]. 中国人口·资源与环境,2012,22(7):109-113.