

河南省城市土地集约利用与城市化耦合协调性评价

钱宏胜, 岳汉秋, 梁亚红, 鲁迪

(平顶山学院 资源与环境科学学院, 河南 平顶山 467001)

摘要:土地集约利用与城市化耦合协调性程度共同影响着城市系统的发展状态,准确把握二者之间的耦合协调性时空特征,对制定城市土地利用政策和城市化发展战略具有重要的参考价值。在城市土地集约利用和城市化内涵解析的基础上,建立了评价指标体系,以河南省地级市为例,采用 2006 年、2009 年、2012 年指标数据,运用熵值法和耦合协调模型,对城市土地集约利用与城市化耦合协调性进行了评价。结果表明:(1)城市土地集约利用出现波动,但城市化综合指数稳步上升,二者之间的相对发展关系总体上由超前型向同步型发展;(2)城市耦合协调度和发展度均呈上升趋势,但空间分布特征差异明显;(3)城市耦合协调发展阶段总体上由拮抗期经磨合期向协调期发展。最后,采用 2012 年数据,依据城市耦合协调类型划分标准,将河南省划分为 4 种耦合协调类型,即磨合期 V、磨合期 VI、协调期 VIII 和协调期 IX。

关键词:土地集约利用; 城市化; 熵值法; 耦合协调模型; 河南省

中图分类号:K902

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2015)04-0348-06

Evaluation on Urban Coupled Coordination Between Intensive Land Use and Urbanization in He'nan Province

QIAN Hongsheng, YUE Hanqiu, LIANG Yahong, LU Di

(College of Resource and Environment Science, Pingdingshan University, Pingdingshan 467001, China)

Abstract: The coupled coordination degree of land intensive utilization and urbanization always influences the development of urban system, so it is very important to grasp the coupled coordination characteristics of the two aspects. Based on the relation between intensive land use and urbanization, the evaluation index system of intensive land use and urbanization was established for prefecture-level cities in He'nan Province. Entropy value method and coupling coordination model were used to analyze index extracted from the data of the years of 2006, 2009 and 2012, and the coupled coordination between intensive land use and urbanization was evaluated. The results showed that: (1) the fluctuation change of intensive urban land utilization was obvious, but the urbanization comprehensive index was steadily rising, the intensive use of urban land, which previously preceeded the development of urbanization, was recently synchronized with urbanization; (2) the overall urban coupled coordination degree and development level rose with obvious differences between areas; (3) urban areas in He'nan Province had experienced three stages, namely, the antagonism, the running in period and the coordination period. Finally, according to the criterion defined for the coupled coordination types, cities in He'nan Province were divided into four types such as initiation V, initiation VI, coordinated stage VIII, and coordinated stage IX.

Keywords: intensive land use; urbanization; entropy value method; coupled coordination model; He'nan Province

在我国传统城市化进程中,以大面积圈划开发区或新区为特征的城镇用地快速增长现象较为普遍。城市化快速发展与蔓延式城市空间扩张给我国城市化健康发展、资源的合理利用与保护以及社会稳定等

带来严重的危害^[1],我国城镇用地空间扩张于 2001 年已经进入了无序状态或失控状态^[2]。在新型城市化背景下,随着工业化与城市化的推进,城市土地集约利用与城市化耦合协调发展已经引起学者的广泛

收稿日期:2015-03-29

修回日期:2015-05-10

资助项目:河南省科技厅科技攻关课题(132102310126);平顶山学院省级重点学科生态学资助项目;平顶山学院校级重点学科自然地理学资助项目

第一作者:钱宏胜(1980—),男,河南息县人,讲师,硕士,主要从事城市与区域规划研究。E-mail:qhsheng2009@163.com

通信作者:梁亚红(1964—),女,广西柳州人,教授,主要从事区域可持续发展研究。E-mail:yhliang6428@163.com

关注^[3-8]。实际上,城市土地集约利用与城市化相互作用、相互影响,二者共同决定着系统的发展状态^[9]。因此,在新型城市化背景下,探讨城市土地集约利用与城市化耦合协调性关系,对于制定科学的土地政策,加快城市土地利用方式转变,促进城市化健康发展具有重要的现实意义。

河南省属于我国农业大省、人口大省,城市化发展相对滞后,2013 年城市化率为 43.8%,低于全国近 10 个百分点,当前正处于城市化加速发展期。而在城市土地利用方面,河南省 17 个地级市全部推进了新区建设,总面积达到 5 123 km²,其中仅 2010 年 2 月—2013 年 1 月,不足 3 a 先后在河南省 17 个地级市范围内批准成立了 14 个省级新区,总面积达到 2 689 km²^[10]。鉴于此,本研究试图对两者耦合协调性进行测度,分析城市耦合协调性所处的阶段和系统特征,为土地集约利用与城市化发展提供决策参考。

1 评价方法与数据处理

1.1 评价指标体系的构建

土地集约利用是一个动态的概念,截至目前尚未建立统一的概念体系,评价指标体系亦有多样。所谓

土地集约利用是指在一定面积土地上,集中投入较多的生产资料和劳动,使用先进的技术和管理方法,以求在较小面积土地上获取高额收入的一种土地经营方式^[11]。其实质是以最小的投入获得较高的产出效益,其中投入包括土地、资金、人力等投入,而产出效益不仅包括经济效益,同时也包括社会效益和生态环境效益。投入指标主要指以土地为载体的资金、人力和土地投入,具体指标包括地均固定资产投资、地均单位从业人员投入、建设用地占市区面积比重,而产出指标包括经济效益、社会效益和生态环境效益方面的指标。基于此,本研究从土地投入、经济效益、社会效益、生态环境效益四个方面筛选 14 个指标,建立城市土地利用集约度评价指标体系(表 1)。

城市化是一个农业人口转化为非农业人口、农村地域转化为非农业地域、农业活动转化为非农业活动、农村生活方式转化为城市生活方式的过程,是人口—经济—社会—空间四位一体的复合过程。因此,城市化综合水平指标体系应包括人口城市化、空间城市化、经济城市化和社会城市化四个子系统。依据可比性、可操作性原则,本研究从人口、经济、社会、空间四个方面选取 13 个指标,建立城市化水平测度指标体系(表 1)。

表 1 城市土地集约利用与城市化综合水平评价指标体系

评价目标	一级指标	权重	二级指标	权重
土地利用 集约度 (U_i)	土地投入	0.207	地均固定资产投资	0.070
			地均单位从业人员数	0.068
			建设用地占市区面积比重	0.070
	经济效益	0.282	地均 GDP	0.071
			单位面积社会消费零售总额	0.070
			单位面积财政收入	0.070
			单位面积工业总产值	0.071
	社会效益	0.153	单位面积学校数	0.078
			单位面积医院卫生院数	0.075
	生态环境效益	0.358	人均公园绿地面积	0.067
			建成区绿化覆盖率	0.062
			单位面积烟尘排放量	0.076
			单位面积废水排放量	0.077
			单位面积 SO ₂ 排放量	0.075
城市化 综合水平 (S_i)	人口城市化	0.230	市辖区年末总人口	0.081
			第三产业从业人员占单位就业人员比重	0.077
			城镇化率	0.072
	经济城市化	0.229	人均 GDP(万元)	0.075
			第三产业占 GDP 比重	0.077
			城镇居民可支配收入	0.077
	社会城市化	0.306	每万人在校大学生人数	0.078
			每百人公共图书馆藏书数(册、件)	0.078
			每万人拥有公共汽车(辆)	0.074
			每万人医院卫生院床位数	0.075
			单位面积人口数量	0.078
	空间城市化	0.235	人均城市道路面积	0.082
			人均建设用地面积	0.076

1.2 数据来源与预处理

本研究数据均来源于 2007 年、2010 年、2013 年的《中国城市统计年鉴》。因济源市的数据难以获取,本研究仅以河南省 17 个地级市为研究对象。同时,为消除指标数据量纲和指标正负向的影响,需要对原始数据进行标准化处理。为使新数据映射到[0.000 1, 1]区间内,形成新的数据列,可采用以下公式进行数据预处理^[12]:

正向指标,即当指标数据越大越好时:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} (\text{new-maxA} - \text{new-minA}) + \text{new-minA}$$

(1)

负向指标,即当指标数据越小越好时:

$$x'_{ij} = \frac{x_{\max} - x_{ij}}{x_{\max} - x_{\min}} (\text{new-maxA} - \text{new-minA}) + \text{new-minA}$$

(2)

式中: x_{ij} 、 x'_{ij} ——原始数据、标准化后的数据; x_{\max} 、 x_{\min} ——某原始指标的最大值、最小值;new-maxA, new-minA——映射区间的最大值、最小值。

1.3 评价指标权重的确定

指标权重的确定方法有很多,如层次分析法、主成分分析法、变异系数法、熵值法等,其中层次分析法具有一定的主观性,其他方法均基于数据本身而得出权重,具有一定客观性,但这些方法并没有太大的区别,本研究选取熵值法^[13]。其计算步骤如下:(1) 计算第 j 项指标熵值 e_j :

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (k = \frac{1}{\ln(n)}; e_j \geq 0) \quad (3)$$

(2) 计算第 j 项指标的差异系数 g_j :

$$g_j = 1 - e_j \quad (4)$$

(3) 差异系数归一化处理,计算第 j 项指标权重 w_j :

$$w_j = g_j / \sum_{j=1}^m g_j \quad (j = 1, 2, \dots, m) \quad (5)$$

从指标权重运算的结果看(表 1),土地利用集约度评价指标中生态环境效益、经济效益的权重较大,社会效益权重相对较低,该结果也比较符合当前我国土地集约利用社会效益低的现实情况。而从城市化水平的指标权重看,社会城市化、空间城市化的权重相对较大,而经济城市化、人口城市化的权重相对较低。在新型城市化背景下,城市化更加注重发展质量,突出以人为本,和谐社会为方向,该结果亦符合我国新型城镇化的发展方向。

2 城市土地利用集约度与城市化水平综合指数

将上述预处理数据代入公式(6),得到城市土地利用集约度 U_i 和城市化水平 S_i 综合指数,再将计算得到的 U_i 和 S_i 值代入公式(7),可得到城市土地集约利用与城市化水平相对发展情况,即相对发展度(表 2)。

$$U_i \text{ 或 } S_i = \sum_{j=1}^m w_j p_{ij} \quad (6)$$

$$E_i = U_i / S_i \quad (7)$$

表 2 河南省城市土地利用集约度与城市化综合水平

城市	2006 年			2009 年			2012 年		
	S_i	E_i	U_i	S_i	E_i	U_i	S_i	E_i	U_i
郑州	0.407	0.481	0.845	0.394	0.599	0.657	0.515	0.601	0.857
开封	0.432	0.246	1.759	0.302	0.332	0.910	0.349	0.396	0.882
洛阳	0.491	0.271	1.808	0.374	0.360	1.039	0.471	0.421	1.119
平顶山	0.486	0.180	2.699	0.290	0.268	1.085	0.346	0.313	1.107
安阳	0.419	0.192	2.185	0.258	0.252	1.024	0.286	0.343	0.835
鹤壁	0.342	0.162	2.115	0.169	0.179	0.944	0.272	0.223	1.220
新乡	0.439	0.255	1.723	0.357	0.347	1.029	0.451	0.440	1.024
焦作	0.304	0.210	1.448	0.204	0.289	0.703	0.294	0.330	0.890
濮阳	0.620	0.181	3.420	0.327	0.225	1.454	0.419	0.258	1.627
许昌	0.546	0.246	2.218	0.603	0.347	1.738	0.633	0.461	1.373
漯河	0.458	0.135	3.394	0.194	0.177	1.093	0.315	0.231	1.362
三门峡	0.444	0.207	2.147	0.347	0.317	1.094	0.414	0.464	0.892
南阳	0.567	0.166	3.415	0.258	0.218	1.184	0.338	0.279	1.210
商丘	0.448	0.173	2.593	0.217	0.206	1.053	0.259	0.247	1.048
信阳	0.528	0.154	3.437	0.243	0.178	1.362	0.321	0.236	1.356
周口	0.463	0.180	2.572	0.397	0.262	1.516	0.356	0.299	1.193
驻马店	0.414	0.156	2.655	0.274	0.195	1.407	0.301	0.232	1.298

从城市土地利用集约度看(表2),河南省城市土地集约利用水平总体上呈下降趋势,且在时序上呈现波动特征。2006—2012年间,河南省17个地级城市中15个城市土地利用集约度处于“V”形波动状态,许昌的城市土地利用集约度稳步提升,而周口的城市土地利用集约度处于持续下降状态。2012年,许昌、郑州、新乡3市的土地利用集约度高出2006年的水平,其他城市土地利用集约度均低于2006年水平。究其原因,新城区用地扩展可能是导致土地利用集约化水平暂时下降的主要原因。

从城市化水平综合指数看,河南省城市化水平稳步提高,17个地级城市中城市化水平均处于稳步提升状态。从城市化水平提升幅度空间分布看,存在显著的空间差异,2006—2012年间,提升幅度较大的前3位城市分别是三门峡(0.257)、许昌(0.215)、新乡(0.185),提升幅度小于0.100的城市主要集中在豫北地区的鹤壁(0.066)、濮阳(0.077),以及黄淮四市中的商丘(0.074)、驻马店(0.076)、信阳(0.082)。

从城市土地集约利用与城市化水平相对发展关系来看,城市相对发展度介于0.657至3.437之间,且总体上处于下降趋势,主要是城市土地利用集约度总体下降和城市化水平稳步提升的原因形成的。为了进一步分析两者之间的相对发展关系,这里采用刘浩等的相对发展度类型划分方法^[14],即可将相对发展度划分为三种类型,即滞后型, $E_i \leq 0.8$, 城市土地集约利用滞后于城市化发展;同步型, $0.8 < E_i \leq 1.2$, 城市土地集约利用同步于城市化发展;超前型, $E_i \geq 1.2$, 城市土地集约利用超前于城市化发展。结果显示:2006年,河南省仅有郑州属于同步型,其他城市均属于超前型,说明河南省城市总体上属于超前型,城市土地过度集约利用在一定程度上制约了城市化的发展。2009年,河南省多数城市进行了新城区建设,并进行了用地调整,同步型城市数量增加至10个,超前型城市数量减少至5个,滞后型城市2个。2012年,同步型城市数为10个,超前型数量为7个,河南省城市由超前型向同步型发展的特征明显,城市土地集约利用与城市化趋向同步发展,系统趋向优化。

3 耦合协调性评价与分析

3.1 耦合协调性评价模型

(1) 耦合协调度。耦合协调度模型被用来描述城市土地集约利用与城市化相互作用的影响程度,耦合协调程度决定了系统稳定情况。耦合协调度模型公式^[14]:

$$C = \frac{(U_i^k \times S_i^k)^{2k}}{(aU_i + bS_i)} \quad (7)$$

式中: C ——土地集约利用与城市化水平的耦合度协调度系数,其取值区间为 $[0, 1]$; a, b ——待定系数, $a + b = 1$; k ——调节系数, k 取值区间为 $[2, 8]$ 。在本研究中土地集约利用与城市化发展同等重要,即待定系数 $a = b$,并选定调节系数 $k = 5$ 。

(2) 耦合协调发展度。耦合协调发展度是城市或区域耦合协调发展水平的指标,更多适用于多地域的空间比较研究,也适用于某一地域空间的纵向比较。其评价模型公式为:

$$D = \sqrt{C \times (aU_i + bS_i)} \quad (8)$$

式中: D ——耦合协调发展度系数, D 值的大小反映耦合协调发展水平的高低。

3.2 耦合协调性分析

(1) 耦合协调度。耦合协调度评价结果显示(表3),河南省城市耦合协调度总体上处于上升趋势。2006年,88%的城市耦合协调度在0.800以下,其中最低的是信阳0.166,耦合协调度在0.900以上的仅有郑州,说明河南省城市耦合协调度总体处于较低水平。但2009年、2012年,94%的城市耦合协调度在0.800以上,而2009年、2012年城市耦合协调度在0.900以上的城市分别占59%,76%,2012年耦合协调度最低的城市是濮阳(0.764),最高的城市是新乡(0.999)。

(2) 耦合协调发展度。从时序变化看(表3),河南省城市耦合协调发展度总体上呈现上升趋势。2006年、2009年、2012年的城市耦合协调发展度平均值分别为0.376,0.511,0.575。同时,从各城市耦合协调发展度变化看,除焦作外,河南省其他地级城市的耦合协调发展度均稳步上升。但城市耦合协调发展度提升的幅度具有明显的差异,对比2006年、2012年的数据发现,提升幅度较大的前5位城市为南阳(0.294)、许昌(0.268)、漯河(0.266)、信阳(0.260)、三门峡(0.257),提升幅度最小的5位城市为郑州(0.082)、焦作(0.088)、开封(0.127)、鹤壁(0.129)、洛阳(0.166)。

从空间分布特征看,2012年城市耦合协调发展度分布存在明显的空间差异(图1)。总体而言,河南省西部地区城市耦合协调发展度比东部地区高,北部地区的城市比南部地区高。最具显著的特征是形成了以郑州为中心,呈“十”字形的高值区,即新乡—郑州—许昌、三门峡—洛阳—郑州—开封,且郑州的耦合协调度值最高(0.736);同时,在豫北地区和中原城市群地区形成了两个耦合协调发展的“塌陷区”,其为鹤壁(0.485)、漯河(0.492);其次较低的城市为驻马店(0.495)、信阳(0.498)、商丘(0.502)、濮阳(0.498)等黄淮地区或河南东部省际边缘区。

表 3 河南省城市耦合协调性评价结果

城市	2006 年		2009 年		2012 年	
	耦合协调度	耦合协调发展度 D	耦合协调度	耦合协调发展度 D	耦合协调度	耦合协调发展度 D
郑州	0.965	0.654	0.804	0.632	0.972	0.736
开封	0.675	0.478	0.989	0.560	0.980	0.605
洛阳	0.649	0.497	0.998	0.605	0.984	0.663
平顶山	0.306	0.319	0.992	0.526	0.987	0.570
安阳	0.475	0.381	0.999	0.505	0.960	0.550
鹤壁	0.504	0.356	0.996	0.416	0.952	0.485
新乡	0.694	0.490	0.999	0.593	0.999	0.667
焦作	0.844	0.466	0.857	0.460	0.983	0.554
濮阳	0.168	0.260	0.840	0.482	0.746	0.502
许昌	0.461	0.427	0.686	0.571	0.883	0.695
漯河	0.172	0.226	0.990	0.429	0.888	0.492
三门峡	0.490	0.400	0.990	0.573	0.984	0.657
南阳	0.169	0.249	0.965	0.480	0.956	0.543
商丘	0.335	0.322	0.997	0.459	0.997	0.503
信阳	0.166	0.238	0.888	0.432	0.891	0.498
周口	0.341	0.331	0.807	0.516	0.962	0.561
驻马店	0.317	0.301	0.865	0.450	0.919	0.495

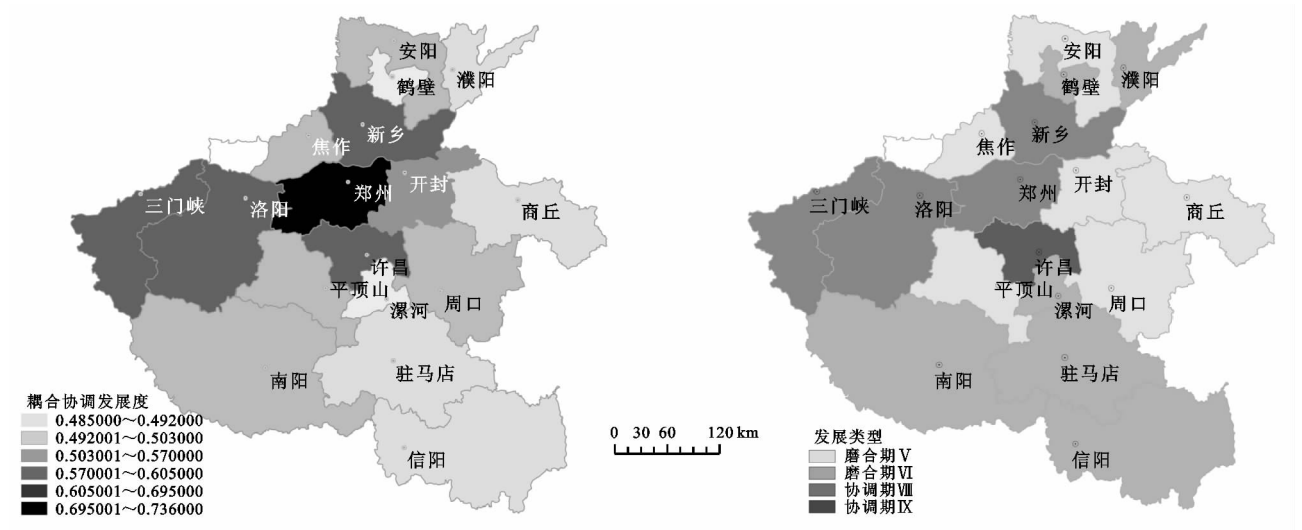


图 1 2012 年河南省城市耦合协调发展空间差异比较

图 2 2012 年河南省城市耦合协调发展类型空间分布

(3) 耦合协调类型。根据测算的耦合协调发展度(D)和相对发展度(E)(表 2,表 3),参考国内学者的城市土地集约利用与城市化耦合协调发展类型划分标准^[14],可将城市土地集约利用与城市耦合协调发展划分为:拮抗期、磨合期与协调期,并根据相对发展度(E)又将每阶段进一步细分为 3 种亚类型,共计 9 种类型(表 4)。2006 年,河南省处于拮抗期的城市数,以及 2009 年和 2012 年处在磨合期的城市数,占城市总数的比值分别为 71%,82%,71%,表明:2006 年,河南省城市总体上处于拮抗期,而 2009 年和 2012 年城市总体上处于磨合期。进一步考察 2012

年的城市耦合协调类型发现,河南省城市耦合协调发展类型有 4 种,即磨合期 V、磨合期 VI、协调期 VIII 和协调期 IX,其对应的城市个数分别为 6,6,4,1 个。整体态势上,河南省近 59%的城市土地集约利用与城市化系统处于优化状态;而 41%以上的城市土地集约利用超前于城市化发展。通过以上分析,不难得出过去河南省地级城市拓展城市用地,进行新区建设,有其自身城市化发展的内在需求。

从城市耦合协调类型空间分布看(图 2),2012 年,河南省协调期 IX 型城市只有许昌;协调期 VIII 型城市包括郑州、洛阳、新乡、三门峡。处于协调期发展阶

段的城市分布在河南中原城市群地区和豫西地区。然而,处于磨合期 V 的城市空间分布相对较为分散,在豫北的焦作和安阳、豫东的商丘和周口、中原城市群的开封和平顶山均有分布;处于磨合期 VI 的城市呈连片分布,集中分布在豫南的驻马店和信阳,以及豫西南的南阳。

表 4 2012 年城市土地集约利用与城市化耦合协调发展类型划分

发展阶段	拮抗期($0\leq D\leq 0.45$)			磨合期($0.45<D<0.65$)			协调期($0.65\leq D\leq 1$)		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
协调类型	$0<E\leq 0.8$	$0.8<E<1.2$	$E\geq 1.2$	$0<E\leq 0.8$	$0.8<E<1.2$	$E\geq 1.2$	$0<E\leq 0.8$	$0.8<E<1.2$	$E\geq 1.2$
系统状态	退化	优化	退化	退化	优化	退化	退化	优化	退化

4 结论与讨论

(1) 由于受新城区建设的影响,河南省城市土地利用集约度波动明显,而城市化综合水平稳步提升,城市土地集约利用与城市化的关系总体上由超前型向同步型发展。

(2) 从时序变化看,城市耦合协调度由低水平向高水平演进趋势显著;同时,城市耦合协调发展度总体上呈现上升趋势;城市耦合协调发展阶段总体上由拮抗期经磨合期向协调期发展。

(3) 从空间特征看,城市耦合协调发展度表现出显著的空间特征,2012 年,河南省形成了以郑州为中心,呈“十”字形的高值区,即新乡—郑州—许昌、三门峡—洛阳—郑州—开封;同时,在豫北地区和中原城市群地区形成了两个耦合协调发展的“塌陷区”。城市类型分布上亦表现出明显的空间特点,如处于协调发展期的城市连片分布在中原城市群地区和豫西地区,而处于磨合期城市分布相对较为分散。

(4) 在城市推进新城区建设的背景下,城市土地集约利用与城市化耦合协调性变化较为频繁。通过对城市耦合协调性研究可以进一步认识城市土地集约利用与城市化发展的总体特征,为制定城市发展战略提供决策依据。但由于受指标数据获取难度的影响,本研究在选取评价指标时有所取舍,因此,评价指标体系尚待进一步探讨。

参考文献:

[1] 陆大道. 我国的城镇化进程与空间扩张[J]. 城市规划学刊, 2007(4): 47-52.
[2] 周一星. 土地失控谁之过[J]. 城市规划, 2006, 30(11):

65-72.
[3] 彭冲,陈乐一,韩峰. 新型城镇化与土地集约利用的时空演变及关系[J]. 地理研究, 2014(11): 2005-2020.
[4] 朱琳,卞正富,朱环,等. 资源枯竭型城市转型期土地利用与城市发展耦合关系分析:以徐州市贾汪区为例[J]. 现代城市研究, 2013, 20(1): 54-59.
[5] 刘萌,冯长春,曹广忠. 中国城市土地投入产出效率与城镇化水平的耦合关系:对 286 个地级及以上城市行政单元的分析[J]. 中国土地科学, 2014, 28(5): 50-57.
[6] 张明斗,莫冬燕. 城市土地利用效益与城市化的耦合协调性分析:以东北三省 34 个地级市为例[J]. 资源科学, 2014, 36(1): 8-16.
[7] 贾琦,运迎霞,尹泽凯. 城市群土地利用效益与城镇化水平的时空耦合分析:我国三大城市群的实证分析[J]. 城市发展研究, 2014(8): 9-13.
[8] 李玉双,葛京凤,梁彦庆,等. 河北省城市土地集约利用与城市化的耦合协调度分析[J]. 水土保持研究, 2013, 20(2): 238-242.
[9] 郭施宏,王富喜. 山东省城市化与城市土地集约利用耦合协调关系研究[J]. 水土保持研究, 2012, 19(6): 163-16.
[10] 帅文波,杜新波. 土地节约集约利用内涵及机制研究[J]. 生态经济:学术版, 2013(4): 52-57.
[11] 方创琳,马海涛. 新型城镇化背景下中国的新区建设与土地集约利用[J]. 中国土地科学, 2013, 27(7): 4-9.
[12] Jiawei Han, Micheline Kamber. 数据挖掘:概念与技术[M]. 范明,孟小峰,等,译. 北京:机械工业出版社, 2001.
[13] 周作江,周国华,唐承丽,等. 环长株潭城市群土地集约利用时空演变研究[J]. 水土保持研究, 2014, 21(5): 89-93.
[14] 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): 1805-1817.