

城市土地集约利用与用地扩展研究

哈尚辰¹, 阿里木江·卡斯木^{1,2}

(1. 新疆师范大学 地理科学与旅游学院, 乌鲁木齐 830054;

2. 新疆师范大学 新疆城镇化发展研究中心, 乌鲁木齐 830054)

摘 要:城市扩展与城市土地集约利用存在内在联系。以干旱区绿洲城市乌鲁木齐的城市扩展特征为出发点,研究城市扩展与城市用地集约化间的动态相关性,评价城市对土地利用压力的响应能力。结果表明在 1990—2014 年,乌鲁木齐城市用地扩展呈现从缓慢扩展到快速扩展,再到中速扩展的特点;各时期城市用地紧凑度小,分形维数大,建设用地分布分散,城市用地的增加主要依靠于城区用地向内部的填充;对应时期内的城市土地集约利用水平呈现波动上升的特点,在近 10 年来城市用地集约化显著;经相关分析得出:城市用地的集约化与城市建成区面积的扩展速度关系不大,但受城市扩展的空间形态影响较大,建成区分散度、破碎度越大,则城市用地越趋于集约化发展。城市扩展与城市用地集约化二者的耦合关系可反映出一段时间内城市土地利用的效率或对用地压力的响应程度:当城市扩展强度>土地集约利用率,说明在城市化进程中存在土地浪费现象;当城市扩展强度<土地集约利用率,说明城市土地利用高效,应以经济—社会—生态三者协调发展为原则开展合理的城市土地集约利用。

关键词:城市化; 土地集约利用; 城市用地扩展; 乌鲁木齐市

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2016)06-0296-07

Research for Urban Intensive Land Use and Urban Land Expansion

—A Case Study in Urumqi City

HA Shangchen¹, Alimujiang · Kasimu^{1,2}

(1. Institute of Geographical Sciences, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China;

2. Center of Xinjiang Urbanization Development Study, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China)

Abstract: There is an inherent link between urban expansion and urban land intensive use. The dynamic correlation between urban expansion and urban intensive land use is examined based on the urban expansion of Urumqi City in arid area, which can evaluate the city's response to land use pressure, in the period from 1990 to 2014, the expansion in Urumqi City presented a characteristic of slow extension to rapid expansion to intermediate speed expansion; in each period, the compactness of urban land was small, the fractal dimension was large, the construction of urban land distributed, the increase of urban land mainly depended on the inward filling. During the same period, the level of urban intensive land use had a characteristic of fluctuant rise, and presented a significant reduction in the last 10 years. The conclusion is obtained by using the correlation analysis. The intensification of urban land has nothing to do with the speed of urban built-up area expansion, but is related to the spatial form of urban land. The bigger the distribution and fragmentation degrees are, the more intensive the urban land development is. The coupling relationship between urban land expansion and urban land intensification can reflect the efficiency of urban land use and the response degree to land use pressure in a period of time. When urban expansion intensity is greater than land intensive utilization rate, land wasting phenomenon exists in the process of urbanization; when urban expansion intensity is less than land intensive utilization rate, the urban land utilization is efficient, but the advance of reasonable urban intensive land use should be carried out by following economic, social and ecological aspects as a principle.

Keywords: urbanization; intensive land use; urban land expansion; Urumqi City

收稿日期: 2015-11-10

修回日期: 2015-12-14

资助项目: 国家自然科学基金(41361043); 新疆维吾尔自治区青年科技创新人才培养工程优秀青年科技人才项目(2013721031); 新疆师范大学研究生创新资助项目(XSY201502013)

第一作者: 哈尚辰(1991—), 女, 新疆乌鲁木齐市人, 硕士研究生, 研究方向: 资源环境遥感。E-mail: 547605493@qq.com

通信作者: 阿里木江·卡斯木(1976—), 男, 新疆克拉玛依市人, 教授, 博士, 主要从事环境遥感研究。E-mail: alimkasim@gmail.com

城市化是 21 世纪人类社会发展的一个重要过程^[1],也是发展中国家当前的主要课题^[2]。我国作为世界上最大的发展中国家,在城市化发展带来机遇的同时存在着众多的问题与挑战,其中最显著的一点就是土地利用问题,主要表现为:城市盲目扩张引起的城市土地低效利用、城市土地空间布局不合理、资源浪费、城市用地扩展削减耕地面积等^[3-4]。为了解决这些问题,“城市土地集约利用”这一概念被提出,它作为缓解经济发展与土地存量间矛盾的主要解决途径,逐步成为城市地理的研究热点。城市土地集约利用,顾名思义,是指城市土地利用的集中化与节约化,注重提高城市在单位面积上的经济产出量。自这一概念提出以来,国内外研究学者针对城市土地集约利用的研究在多方面已取得很大进展,包括:(1)对城市土地集约利用内涵的界定:部分学者从系统角度研究城市土地集约利用的内涵,认为“城市土地集约利用”不仅是增加在土地上的投入,以获得更多产出的土地开发经营方式,还需要充分考虑到城市土地利用结构和布局的优化问题^[5-6];部分研究者将可持续发展观与城市土地集约利用相结合,强调城市土地集约利用不仅要关注经济效益,还应该包括社会效益和环境效益等综合效益的最大化^[7]。(2)对城市土地集约利用水平的评价及时空动态分析:这方面研究的主流思路是从土地集约利用的内涵出发,构建评价指标体系,选择定量模型评价具体城市土地集约利用状况,其中主要的权重确定方法有 AHP 层次分析法、主成分方法、熵权法、模糊数学等^[8-14];(3)对城市土地集约利用水平驱动力的研究:多以从评价指标体系的视角来分析土地集约利用驱动力,例如:将驱动因子归纳为自然导向型、投入导向型、产出导向型和城市容貌导向型^[15]。(4)将城市土地集约利用与城市化水平联系起来,进行耦合性协调性评价,提出城市土地利用和城市化发展的规划建议^[16-17]。城市土地集约利用的研究已逐渐成熟,但仍存在很大研究空间:(1)在空间尺度上:宏观尺度(如全国、全省、城市群)、中观尺度(如城市、开发区)的研究多,微观尺度(个体、企业)的研究较为薄弱;(2)在时间尺度上:短时间截面(多为 10 a)的研究多,长时间截面的研究少;(3)在研究内容上:对城市土地集约利用驱动机制的定量研究、城市土地集约利用效应与途径的研究较少;(4)在研究方法上:主要以统计和计量分析、动态模型(ANN,BP,SM,PSR 等)为评价方法,少部分研究利用了 GIS 空间分析方法,将城市土地集约利用与遥感手段相结合的研究较少。

城市用地扩展是反映城市化进程最直观的指标,

而城市用地的集约化亦发生于城市化进程中,根据二者的内涵,城市用地扩展水平与土地集约利用水平间存在关于城市建设用地面积的内在关联,研究好这一关联不仅可以评价城市扩展过程的合理性;还能够挖掘城市用地扩展对城市土地集约利用的作用机理,进而指导合理高效的城市土地集约利用。目前,城市土地集约利用的研究主要是结合城市土地集约利用与城市化(城镇化),分析土地集约利用对城市化水平的响应程度,旨在为城市用地布局提供建议^[18-20],本文试图从这一较新的视角:用城市用地扩张反映城市化水平特征,研究城市扩展与城市用地集约化间的动态相关性,评价城市对土地利用压力的响应能力,可作为相关研究的补充,旨在为后续二者的机制研究奠定基础。

1 研究区概况、数据来源与处理

1.1 研究区概况

乌鲁木齐市(86°37'33"—88°58'24"E,42°45'32"—44°08'00"N)地处天山北麓中段,准噶尔盆地南缘,东、南、西三面环山,地势南高北低,深处欧亚大陆腹地,具有中温带干旱半干旱大陆性气候的特点,是典型的干旱区绿洲城市^[21]。乌鲁木齐市作为新疆的政治、经济、文化和科技中心,城市化水平随政策导向不断提高,2011 年,以乌鲁木齐为中心城市的天山北坡经济带被国务院纳入全国 18 个重点开发区域,使其成为中国扩大向西开放、开展对外经济文化交流的重要窗口,同时也将被打造成为“丝绸之路经济带”的重心区。在众多机遇下,乌鲁木齐市将迎来大规模开发和建设的新阶段,土地资源利用的压力也将不断增长,因而有必要对乌鲁木齐市的扩展特点及其对土地集约利用水平的作用机理进行研究,以便于进一步评价城市对用地压力的响应程度。

1.2 数据来源与处理

(1)遥感影像数据。Landsat TM/ETM+影像是对土地利用变化进行长时段监测的理想数据源^[22],数据可得性强。本文选取研究区 1990—2014 年的 5 期 Landsat TM/ETM+影像(空间分辨率 30 m),完成城市建设用地信息的提取。为了使各期数据具有可比性,设置以下影像选取原则:①各期影像均间隔 6 a,保证在时间尺度上具有一致性,便于量化城市扩展;②均采集 10 月份的影像,干旱区的秋季光强使城市地表反射率增大,利于进行建设用地的提取。最终获取的 5 期影像时间为:1990 年 10 月 9 日、1996 年 10 月 9 日、2002 年 10 月 18 日、2008 年 10 月 10 日、2014 年 10 月 11 日。

建设用地的提取采用三指数合成与监督分类相

结合的方法。三指数包括归一化建筑指数(NDBI)、土壤调节植被指数(SAVI)和改进的归一化水体指数(MNDWI),其中 MNDWI 较归一化差异水体指数(NDWI)更利于提取城镇范围内的水体^[23]。将计算获得的三个指数波段经假彩色合成后,进行监督分类,对应得到三类城市用地:建设用地、绿地、水体;对分类后的图像进行二值化处理,进而分为建设用地、非建设用地 2 类^[24];利用 Arc-GIS 软件将分类结果输出并进行叠加,最终获得 1990—2014 年乌鲁木齐的城市建设用地扩张图(附图 8)。

将已提取的建设用地面积,与对应时期来源于统计资料的建成区实际面积作对比,平均精度达到 94.31%(表 1)。

表 1 建成区面积提取结果及精度

参数	1990 年	1996 年	2002 年	2008 年	2014 年
建成区实际面积/km ²	70	83	166.8	302.8	398.44
分类后提取面积/km ²	65.26	72.6	178.17	304.27	391.2
建成区提取精度/%	93.23	87.47	93.18	99.51	98.18

(2) 属性数据:用以结合用地扩展对城市土地集约利用水平进行评价及驱动力分析,数据源于相应年份的《乌鲁木齐市统计年鉴》,部分数据以《新疆维吾尔自治区统计年鉴》为补充。根据 AHP 层次分析法,本文构建“投入—产出”型土地集约利用水平评价体系,包括土地利用程度、土地投入强度、土地产出效益、土地可持续度 4 个层次,共 10 项指标对乌鲁木齐进行综合评价(表 2)。

表 2 城市土地集约利用水平评价指标

目标层	准则层	指标标号	指标层
城市土地集约利用水平	城市土地投入水平	a ₁	地均固定资产投资(万元/km ²)
		a ₂	人口密度(万人/km ²)
		a ₃	地均基础设施投入(亿元/km ²)
	城市土地利用效益	a ₄	地均二三产业增加值(万元/km ²)
		a ₅	地均财政收入(万元/km ²)
		a ₆	地均社会消费品零售总额(万元/km ²)
	城市土地利用程度	a ₇	人均道路铺装面积(m ² /人)
		a ₈	人均住房面积(m ² /人)
	城市土地利用可持续性	a ₉	人均公共绿地面积(m ² /人)
		a ₁₀	建成区绿地覆盖率(%)

2 研究方法

2.1 城市用地扩展变化

2.1.1 动态变化 城市用地扩展的动态变化由扩展速率、扩展强度两个指标反映。

(1) 扩展速率(v):城市空间扩展速率主要是指年均扩展速率,是研究城市空间扩展的常用指标。计

算公式为:

$$v=\frac{A_j-A_i}{T}$$
(1)

式中: A_i,A_j 分别代表研究初期、末期的城市建成区面积; T 为时间间隔。

(2) 扩展强度(R):是指研究区域在研究时期内城市用地扩展面积占用地总面积的百分比,城市扩展的强弱可用年均扩展强度指数(R)来表示:

$$R=\left(\frac{A_j-A_i}{A_i}\right)^{\frac{1}{T}}\times 100\%$$
(2)

根据上式,可将城市用地扩展强度理解为某一时段内城市用地的年均增长率,依据指数的高低分为:高速扩展、中速扩展、低速扩展、缓慢扩展。

2.1.2 形态变化 城市形态的变化是城市空间布局 and 结构变化的综合反映,研究城市空间形态的变化可以分析城市的生长过程,揭示其扩展规律。衡量城市空间形态变化的指标包括:紧凑度指数、空间形状分维数、空间重心指数、放射状指数等,本文选取前 2 个指标进行分析。

(1) 紧凑度(C):

$$C=\frac{2\sqrt{\pi A}}{P}$$
(3)

式中: A 为城市面积; P 为城市周长;紧凑度与城市面积大小无关,与城市形成的几何形状有关,城市形状越接近圆形,紧凑度越接近于 1,城市空间越紧凑,反之城市扩展越离散。

(2) 分形维数(D)。分形是局部以某种方式与整体相似的形态。利用分形维数(分维数)可以描述城市边界形状的复杂性,反映出土地利用受干扰的程度。当城市面积随时间不断增加时,分维数增大反映出城市区域以外扩展为主;分维数减小说明城市区域面积的增加是以填充建成区之间的地域为主;分维数不变说明城市进入了相对稳定的发展阶段。其计算公式为:

$$D=\frac{2\ln(P/4)}{\ln(A)}$$
(4)

2.2 城市土地集约利用评价

2.2.1 土地集约利用水平评价

(1) 标准化处理:

$$B_{ij}=\frac{M_{ij}}{\max_{ij}}$$
(5)

式中: B_{ij} 为标准化后的数值; M_{ij} 为第 i 年第 j 项指标的数值; \max_{ij} 为第 i 年第 j 项指标的最大值。

(2) 权重值计算。将经标准化处理后得到的标准化矩阵 X_{nm} (m 年, n 项指标),利用 1~9 标度法,构造两两比较判断矩阵,利用方根法计算权重值,经一致性检验,一致性比例值(CR)<0.1,矩阵 X_{nm} 的一致性可以被接

受,最终得到各准则层和各指标层的相对权重值(表 3)。

(3) 得分计算:将各准则层的指数值乘以各自的权重后进行加和,计算公式为:

$$S_i = \sum U_i \times W_i \tag{6}$$

式中: S_i 为第 i 年土地集约利用水平得分; U_i 代表某一准则层的指标值; W_i 代表该准则层中指标的权重

值。 U_i 的计算方法为: $U_i = \sum V_i \times W_i$, 其中, V_i 代表某一指标层的指标值; W_i 代表该指标层指标权重。

(4) 百分制:为了便于对比,需要将各时期城市土地集约利用水平的得分进行百分制,结果用 C_i 表示,公式为:

$$C_i = 40S_i + 60 \tag{7}$$

表 3 土地集约利用水平评价指标体系权重值

目标层	准则层	权重	指标标号	指标层	权重	排序
城市 土地 集约 利用 水平	城市土地投入水平	0.287	a_1	地均固定资产投资(万元/km ²)	0.124	2
			a_2	人口密度(万人/km ²)	0.074	9
			a_3	地均基础设施投入(万元/km ²)	0.089	7
			a_4	地均二三产业增加值(万元/km ²)	0.122	3
	城市土地利用效益	0.366	a_5	地均财政收入(万元/km ²)	0.135	1
			a_6	地均社会消费品零售总额(万元/km ²)	0.109	4
			a_7	人均道路铺装面积(m ² /人)	0.098	6
	城市土地利用程度	0.205	a_8	人均住房面积(m ² /人)	0.107	5
			a_9	人均公共绿地面积(m ² /人)	0.087	8
			a_{10}	建成区绿地覆盖率(%)	0.055	10

2.2.2 城市用地集约度响应评价 城市用地的扩展是一个城市直观可视的外在变化,城市土地集约利用是涵盖了经济内涵的城市建设用地功能的体现,二者在城市化发展进程中均处于不断变化中,因此要分析二者的相关关系,不仅要理清城市用地扩展的规律,还需要对城市用地的集约水平进行动态研究。基于城市土地集约利用的内涵,设定“城市用地集约率”的概念用以反映城市在一段时间内对土地利用压力的响应程度,计算公式为:

$$I = \frac{E_j - E_i}{A_j - A_i} \times 100\% \tag{8}$$

式中: I 代表城市用地集约率; E_i, E_j 分别代表研究初期、末期的城市经济产出量,用城市全年的 GDP 总产值来衡量; A_i, A_j 分别代表研究初期、末期的城市建成区面积。计算前需将 GDP、城市用地面积进行标准化处理,消除量纲,最终算得的城市用地集约率的单位是%。

3 结果与分析

3.1 城市用地扩展研究

3.1.1 城市用地空间动态变化 将已提取的研

究区各期城市建设用地面积经公式(1)、(2) 计算得出城市用地扩展动态的量化结果(表 4)。总体上,乌鲁木齐市建成区面积的扩展速率及扩展强度在 24 a 间分别同比增长了 108.5‰和 15.4‰。其中,城市建成区在 2002—2008 年扩展速率最强,1996—2002 年次之,1990—1996 年扩展速率最低;在扩展强度方面,1996—2002 年的扩展强度指数最大,说明在这一阶段城市用地的年均增长率最快,据此,建成区的整体扩展变化可概括为:从缓慢扩展到快速扩展,再到中速扩展。这与乌鲁木齐发展的现实相吻合:自 2000 年西部大开发以来,中央出台的一系列优惠政策支持了乌鲁木齐市的快速发展,城市迎来前所未有的大发展时期,城市化进程加快,建成区面积扩展强度加大;自 2008 年全面贯彻科学发展观以来,城市发展更侧重于全面协调可持续,城市扩展的速率和强度都有了显著缓解。

3.1.2 城市用地空间形态变化 将已提取的各时期建成区分类图经 ArcGIS 矢量化后,计算出斑块的面积、周长,根据公式(3)、(4) 得出建成区对应的形态参数(表 5)。

表 4 1990—2014 年乌鲁木齐市建成区扩展变化量

参数	1990—1996 年	1996—2002 年	2002—2008 年	2008—2014 年
面积增长量/km ²	7.340	105.570	126.100	86.930
面积增长率/%	11.250	145.410	70.780	28.570
扩展速率/(km ² ·a ⁻¹)	1.223	17.595	21.017	14.488
扩展强度指数/%	1.875	24.236	11.796	4.762

表 5 1990—2014 年乌鲁木齐市建成区面积及形态参数

参数	周长/km	面积/km ²	紧凑度指数	分形维数
1990 年	367.112	25.257	0.049	2.799
1996 年	594.422	42.597	0.039	2.666
2002 年	1059.041	210.168	0.049	2.086
2008 年	1114.670	304.267	0.055	1.969
2014 年	1236.527	398.441	0.057	1.915

表 5 反映出:在 1990—2014 年,各时期城市建成区的紧凑度极小,分形维数较大,建设用地分布分散;随着乌鲁木齐市建成区面积的逐年增加,紧凑度呈现先下降后上升的特点,分形维数呈现出逐年减小的特点,说明城市建设用地的增加越来越依靠于城区内部用地结构的调整,而不是单一的由内向外扩展,这种城市用地从外扩向内聚的转变,有助于缓解城市扩展朝“摊大饼”式发展。

3.2 城市土地集约利用评价

经公示计算,可以得到 1990 年、1996 年、2002 年、2008 年、2014 年 5 个时期的城市土地集约利用水平的综合得分,反映在折线图(图 1)上,可以看出:城市的土地集约利用水平在 1990—1996 年处于上升态势,在后一个 6 a 稍有降低,在 2002—2014 年,城市土地集约利用水平不断提高,共计提高了 18.9%,并在 2014 年达到 24 a 来的最高值。这种变化与现实相符:随着西部大开发战略的落实,乌鲁木齐在 2000 年前后迎来了快速大发展时期,但在城区面积快速扩展的同时,由于未形成合理的土地利用模式,存在用地浪费现象,导致城市单位面积上的经济产出量低,降低了城市土地集约利用水平;近 10 a 来,乌鲁木齐城市化进程加快,城市已初步形成合理的用地功能分区,工业用地产量高,土地利用逐渐趋于集约化。

3.3 城市扩展与城市用地集约化的相关分析

3.3.1 动态相关分析 将计算获得的城市用地集约率(I)与反映城市用地扩展动态的量化指标一同反映在折线图(图 2)上,可以看出:不同于城市建成区扩展速率、扩展强度的波动上升,城市用地集约率在研究时段内呈逐年递增的趋势,其中 2008—2014 年增幅最为显著,与上一个 6 a 同比增长了 36.2%。

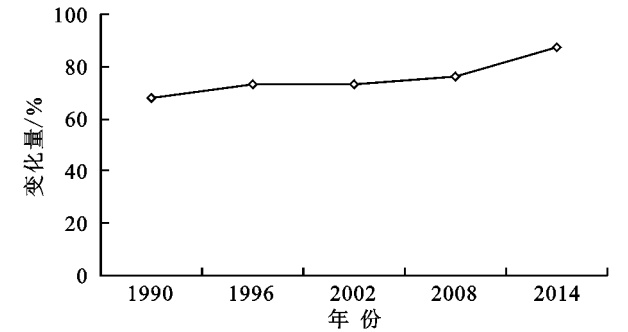


图 1 1990—2014 年乌鲁木齐城市土地集约利用水平变化

为确认城市用地集约率与城市用地扩展速度二者间的相关关系,选取斯皮尔曼(Spearman)等级相关法,将 I 与城市扩展速率和扩展强度分别进行相关分析,其相关系数不考虑两个变量的总体分布形态及样本容量的大小,且 Spearman 系数越大,反映出两变量间的相关性越强。经 SPSS 处理得出城市扩展速率和扩展强度与城市用地集约率的 Spearman 相关系数分别为 0.40、0.20,均显示为较弱的相关性,即城市用地的扩展速度对城市土地集约利用水平的影响不大。

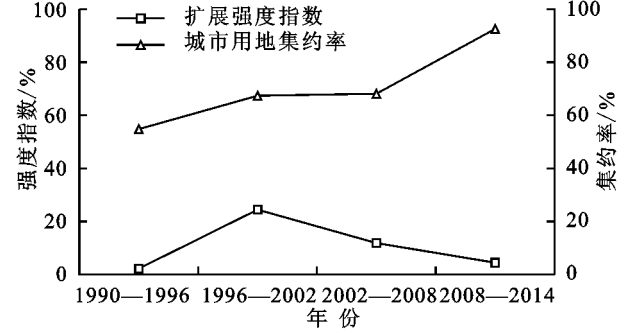


图 2 1990—2014 年城市用地集约率与城市用地扩张量变化

3.3.2 形态相关分析 将城市建成区的 2 个形态参数与对应 5 个时期的城市土地集约利用水平采取同样的基于小样本的 Spearman 等级相关分析,得出城市用地紧凑度与土地集约利用水平的相关系数为:0.597,呈较强的正相关性,分形维数与土地集约利用水平的相关系数为:−0.748,呈典型的负相关性,说明城市用地的形态对城市土地集约利用水平存在较大影响,即城市用地越紧凑,土地集约利用水平越高。

综上所述,城市用地的集约化与城市建成区面积的扩展速度关系不大,但受城市扩展的空间形态影响较大:城市用地的形态越分散、越破碎则城市用地越趋于集约化发展。城市是人类居住和活动的主要场所,主要意义在于以人为本,因此城市中心区、大面积的斑块通常属于人类居住区,小面积的斑块破碎且大都分布在城市周边,通常属于工矿业用地,斑块的不连续限制了这些用以推动城市发展的主导产业在空间上的扩散和发展,因此产业只能集聚,表现在数量上就是城市土地利用的集约化。以 2014 年乌鲁木齐市城市土地利用状况(附图 9)为例,乌鲁木齐市头屯河区、米东区、高新技术开发区等均在图上显示出破碎度较高的特点,多分布有承担城市 GDP 主产功能的工业园区;而天山区、沙依巴克区等主要承担人们居住功能的区划单元则显现出较为集中的大斑块。

城市土地集约利用突出城市在单位土地面积上的经济产出量,与城市用地存量有直接关系,城市土地集约利用水平的变化,即城市用地集约率与城市用地扩展存在着内在联系,二者的耦合关系可以反映出

一段时间内城市土地利用的效率或对用地压力的响应程度:(1)当城市用地扩展强度 $>$ 城市用地集约率,说明在城市化进程中存在土地浪费现象,较小的用地压力削弱了城市单位面积上的经济产出量;当城市用地扩展强度 $<$ 城市用地集约率,说明城市土地利用高效,但在这个阶段并不能仅仅注重提高土地的经济产出,还应统筹兼顾,以经济—社会—生态三者协调发展为原则开展城市土地土地利用的集约化,例如:余量土地可用以进行环保建设,可开展城市沿山地或荒漠的防护林工程用以保障城市的可持续发展;扩充城区内部的人工绿地以提高人居环境质量。

4 结论与讨论

(1)通过三指数(NDBI, SAVI, MNDWI)合成与监督分类相结合的方法提取城市建成区,从城市用地空间动态变化和形态变化两方面描述研究时期内城市用地扩展的特点,结果表明:在1990—2014年乌鲁木齐市城市用地扩展的动态变化呈现从缓慢扩展到快速扩展,再到中速扩展的特点;各时期城市用地紧凑度小,分形维数大,建设用地分布分散,城市建设用地的增加越发依靠于城区用地向内部的填充,这种方式可预防城市朝“摊大饼”的扩展模式转变。

(2)利用主成分分析法确定各评价指标权重值以计算综合得分,得出乌鲁木齐5个时期的城市土地集约利用水平评价结果:乌鲁木齐市土地集约利用水平在1990—2014年呈现波动上升的特点,其中在1990—1996年上升,在后一个6a略微降低,在2002—2014年提高显著,近10a来城市用地逐渐趋于集约化。

(3)经基于小样本的Spearman等级相关分析得出:城市用地的集约化与城市建成区面积的扩展速度关系不大,但受城市扩展的空间形态影响较大:建成区分散度、破碎度越大则城市用地越趋于集约化发展。地价低、距离居住区远的用地斑块主要用于建设工业园区等城市GDP的主产区,它们零星分散在城市周边,其空间分布的不连续驱动了集聚效应。

(4)城市扩展与城市用地集约化存在着内在联系,二者的耦合关系可以反映出一段时间内城市土地利用的效率或对用地压力的响应程度:当城市扩展强度 $>$ 土地集约利用率,说明在城市化进程中存在土地浪费现象,较小的用地压力削弱了城市单位面积上的经济产出量;当城市扩展强度 $<$ 土地集约利用率,说明城市土地利用高效,但应统筹兼顾,以经济—社会—生态三者协调发展为原则开展城市土地集约利用。

城市土地集约利用与城市用地扩展存在内在联系。一方面,城市土地集约利用是由城市单位面积上

的经济产出量来衡量;另一方面,根据前人的研究结果,城市扩展的主要动力包括固定资产投资、人口增长等因素,这些同样是评价城市土地集约利用水平的重要指标。

本文利用遥感手段提取城市建成区面积,据其动态变化及形态变化反映城市用地的扩展特征,结合统计年鉴资料描述各时段的城市土地集约利用水平,进而分析动态化的城市用地集约率与城市用地扩展二者间关系,回答了“城市用地的空间扩张如何作用于土地集约利用?”这一问题,并且避免了仅用“城市扩展”来反映“城市化水平”的片面性,较为客观的反映了在城市化进程中,二者的优化配置问题,这对在我国城市化面临土地利用效益偏低、扩张速度偏快等问题的背景下是尤为重要的,例如:在土地利用中,将“外延扩展”转变为“向内部的填充”过程,可以有效防止“伪城市化”、“摊大饼”现象;城市如何在等面积的土地上产出更高效益,可以在规划中通过发展第三产业来实现,这不仅有助于抑制城市用地扩张,也可以增加效益以提高土地利用集约度与综合用地效率。

由于将遥感手段与人文数据资料相结合有较大难度,例如:各时期所提取的建设用地与实际面积存在一定差距、提取面积与实际面积上的GDP产出量等指标数据有一定出入,因而本文还存在不足之处,今后还需要进行细化,加强城市用地扩展与土地集约利用二者机制的研究,如:以城市内部的各区划单元为研究对象,分析城市土地集约利用水平在城市中的内部空间差异,以此作为与城市各分区用地扩展特征的联系,进一步对城市用地集约率的概念及二者的相关关系进行论证。

参考文献:

- [1] Chaolin G U, Liya W U, Cook I. Progress in research on Chinese urbanization[J]. *Frontiers of Architectural Research*, 2012, 1(2): 101-149.
- [2] 向春玲. 城市化:中国新世纪的战略性课题[J]. *中国共产党干部论坛*, 2005(2): 34-36.
- [3] Lee T L. Action strategies for strengthening industrial clusters in southern Taiwan[J]. *Technology in Society*, 2006, 28(2): 533-552.
- [4] Zhou M, Tan S, Zhang L. Influences of Different Land Use Spatial Control Schemes on Farmland Conversion and Urban Development. *Plos One*, 2015, 10(4): e 0125008.
- [5] Thinh N X, Arlt G, Heber B, et al. Evaluation of urban land-use structures with a view to sustainable development[J]. *Environmental Impact Assessment Review*, 2002, 22(5): 475-492.
- [6] 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):1-5.
- [7] 赵鹏军,彭建.城市土地高效集约化利用及其评价指标体系[J].资源科学,2001,23(5):23-27.
- [8] Lewis G M, Brabec E. Regional land pattern assessment; Development of resource efficiency measurement method [J]. Landscape and Urban Planning, 2005,72(4):281-296.
- [9] 张金萍.城市土地集约利用潜力评价信息系统构建浅析[J].世界科技研究与发展,2006,28(4):65-69.
- [10] 哈尚辰,阿里木江·卡斯木.基于PSR的天山北坡经济带土地集约利用水平的空间差异研究[J].水土保持通报.2015,35(1):230-235.
- [11] Ligmann-Zielinska A, Church R, Jankowski P. Development Density-Based Optimization Modeling of Sustainable Land Use Patterns[C]// Progress in Spatial Data Handling. Springer Berlin Heidelberg, 2005:881-896.
- [12] 刘灵辉,陈银蓉,石伟伟.基于模糊综合评价法的柳州市土地集约利用评价[J].广东土地科学,2007,6(3):25-28.
- [13] 朱永明,赵丽,傅海利,等.石家庄市农村建设用地集约利用水平研究:基于灰色关联确权的综合评价[J].水土保持研究,2012,19(3):237-241.
- [14] 崔娟敏,季文光.基于AHP的土地集约利用水平模糊综合评价[J].水土保持研究,2011,18(4):122-125.
- [15] 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):86-93.
- [16] 钱宏胜,岳汉秋,梁亚红,等.河南省城市土地集约利用与城市化耦合协调性评价[J].水土保持研究,2015,22(4):348-353.
- [17] 郭婧锐,周伟.青海省土地集约利用与经济发展时空差异分析[J].水土保持研究,2014,21(2):194-199.
- [18] 郑华伟,丑建立,刘友兆.江苏省城市土地集约利用与城市化关系的计量分析[J].长江流域资源与环境,2013,22(8):1019-1026.
- [19] 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.
- [20] 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,2014,33(11):2005-2020.
- [21] 唐宏,夏富强,杨德刚,等.干旱区绿洲城市发展与水资源需求预警分析:以乌鲁木齐市为例[J].资源科学,2014,36(6):1168-1174.
- [22] 张振龙,李少星,张敏.南京市1988—2007年城市扩展空间要素分析[J].城市问题,2007(9):25-31.
- [23] 徐涵秋.利用改进的归一化差异水体指数(MNDWI)提取水体信息的研究[J].遥感学报,2005,9(5):589-595.
- [24] 阿里木江·卡斯木,唐兵.基于遥感和GIS的新疆绿洲城市扩展时空动态变化分析[J].冰川冻土,2013,35(4):1056-1064.

(上接第295页)

- [3] 杨秋,谢保鹏,蔡立群,等.甘肃省耕地资源生态安全评价[J].甘肃农业大学学报,2012,47(4):122-126.
- [4] 张杨,严金明,江平,等.基于正态云模型的湖北省土地资源生态安全评价[J].农业工程学报,2013,29(22):252-258.
- [5] 王耕,吴伟.区域生态安全演变机制与过程分析[J].中国安全科学学报,2007,17(1):16-21.
- [6] 谢戈力.广州市耕地资源生态安全研究[J].广东农业科学,2011(22):152-154.
- [7] 张祥义,许皞,刘名冲,等.基于熵权物元模型的耕地生态安全评价研究:以河北省肥乡县为例[J].土壤通报,2014,45(1):18-23.
- [8] 张锐,郑华伟,刘友兆.基于熵权可拓物元模型的耕地生态安全评价[J].水土保持通报,2013,33(4):149-154.
- [9] 郇红娟,蔡广鹏,罗绪强,等.基于能值分析的贵州省2000—2010年耕地生态安全预警研究[J].水土保持研究,2013,20(6):307-310.
- [10] 李中才,刘林德,孙正峰,等.基于PSR方法的区域生态安全评价[J].生态学报,2010,30(23):6495-6503.
- [11] 左伟,周慧珍,王桥.区域生态安全评价指标体系选取的概念框架研究[J].土壤,2003,24(1):2-7.
- [12] 刘力,邱道持,粟辉,等.城市土地集约利用评价[J].西南师范大学:自然科学版,2004,29(5):887-890.
- [13] 陈志凡,李勤奋,赵焯.基于熵权的模糊物元模型在农用地土壤健康评价中的应用[J].中国土地科学,2008,22(11):31-37.
- [14] 喻锋,李晓兵,王宏,等.皇甫川流域土地利用变化与生态安全评价[J].地理学报,2006,61(6):645-653.
- [15] Lim H S, Lee J S, Chon H T, et al. Heavy metal contamination and health risk assessment in the vicinity of the abandoned Songcheon Au-Ag mine in Korea[J]. Journal of Geochemical Exploration, 2008,96(2):223-230.
- [16] 尹娟,邱道持,潘娟.基于PSR模型的小城镇用地生态安全评价[J].西南师范大学:自然科学版,2012,37(2):126-130.