

北京市城市扩张及其生态效应研究

侯兰功¹, 乔 标²

(1. 滁州学院 地理信息与旅游学院, 安徽 滁州 239000; 2. 中国电子信息产业发展研究院, 北京 100048)

摘 要:随着城市经济的发展和城市面积的扩张,北京市出现了大尺度的土地利用与覆盖变化。为了研究北京市城镇用地的空间扩张特征及其生态环境效应,采用 RS 与 GIS 相结合的方法,提取了 1990 年、2000 年和 2007 年北京市城镇用地变化的数量、类型和空间信息,运用 GIS 空间分析和生态系统服务价值综合评估的方法,分析了近 17 a 来北京市城镇用地扩张的时空分异格局及其生态效应。结果表明:自 20 世纪 90 年代以来,北京市城镇用地向郊区扩张的趋势非常明显,总体呈现出自中心城区向近郊区逐层推进,以近郊区和远郊区为沿线据点的外延式扩张的空间变化规律;由于城镇用地的扩张,直接导致耕地面积和林地面积在近 17 a 内分别减少了 1 719.25 km² 和 220.25 km²,生态系统服务价值最终减少了 218 196.49 万元;大面积的耕地和林地、草地及水域被城镇用地所代替,城市的绿色屏障功能日趋弱化,生态效应急剧下降。

关键词:城市扩张;土地利用变化;生态效应;北京市

中图分类号:TU984;K901

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)06-0193-04

Study on Urban Expansion and Its Ecological Effect in Beijing City

HOU Lan-gong¹, QIAO Biao²

(1. College of Geographic Information and Tourism, Chuzhou University, Chuzhou, Anhui 239000, China;

2. Electronic Information Industry Development Research Institute of China, Beijing 100048, China)

Abstract: With the fast development of urban economy and urban expansion, a large number of people concentrated in the central city and changes in a large-scale land use and land cover had taken place in Beijing in the past several years. In order to study characteristics of urban expansion and its ecological environment effect in Beijing, an integrated approach of remote sensing (RS) data (1990, 2000 and 2007), GIS spatial analysis and ecosystem service value assessment method was developed to examine the tempo-spatial patterns and the rationality of urban expansion and to explore their ecological effect in recent 17 years. The findings indicated that there was a remarkable expansion in urban land cover since 1990s. The most evident spatial characteristic is to sprawl from central city to the outer along main traffic lines and several hot spots. Due to urban expansion, cropland area of 1 719.25 km² was reduced, forest area of 220.25 km² was reduced, and ecosystem service value of 2.18 billion Yuan was lost. Because of urban land expansion, a large area of cropland and natural land around the cities were occupied by buildings, roads and other impervious surfaces. As a result, the green shelter function and ecological effect of the city became weaker and weaker day by day.

Key words: urban expansion; land use change; ecosystem service value; Beijing City

土地利用与土地覆被变化反映了人类与自然界相互影响与交互作用最直接和密切的关系^[1],其结果可能导致土地资源和水资源的供需关系发生变化,从而对区域生态环境及经济社会发展等多方面产生显著影响。当前,许多国内外学者分别从全球、洲际、区域(流域)以及地块等尺度,探讨了土地利用变化对区

域气候、水文水资源、生物多样性和生物地球化学循环等环境要素的影响^[2-4],但对于受人类活动影响最为强烈、土地利用变化最为剧烈的城市化地区,专门分析其生态环境效应的文献尚不多见^[5-7]。目前已经有大量的学者开始关注北京市人口快速集聚、城镇用地迅速扩张的现象,然而研究主要集中于流动人

收稿日期:2012-04-09

修回日期:2012-05-25

资助项目:安徽高校省级自然科学基金项目(KJ2012B124);安徽省高校省级优秀青年人才基金项目(2012SQRL158);安徽省自然科学基金资助项目(1208085QD73);滁州学院科研启动基金(2011q04)

作者简介:侯兰功(1979—),男,安徽淮南人,博士,主要从事自然资源管理研究。E-mail:soundskyhlg@163.com

口^[8-9]、耕地流失^[10-11]、居住用地区位变化^[12],或部分地区城镇用地的空间扩张^[13],很少有学者研究北京市城镇用地的空间扩张特征及其生态环境效应。本文借助于 GIS 空间分析和生态系统服务价值评价手段,定量探讨 20 世纪 90 年代以来北京市城镇用地扩张的时空分异格局与生态效应。

1 研究区概况

北京是中国的首都,也是全国的政治中心、文化中心和重要的经济中心。在行政区划上,共辖 18 个区县。全市土地总面积 16 807.8 km²,其中山地面积占 62%,平原面积占 38%。北京市常住人口 1 961 万人,全市人口密度 1 341 人/km²。属于典型的暖温带大陆性季风气候,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥。

2 研究方法

2.1 遥感图像的处理与解译

本文采用 1990 年、2000 年和 2007 年 3 个时期的遥感影像数据(来源于中国科学院地理科学与资源研究所数据中心和北京师范大学)。在 Erdas Imagine 8.3 和 ArcGIS 9.0 软件的支持下,对三期遥感影像数据进行几何校正和波段优化组合,并通过图像融合、增强与裁减处理,形成遥感解译的基础影像图;以 1:100 000 地形图为依据,参照中科院“八五”重大应用项目“国家资源环境遥感宏观调查与动态研究”的土地资源分类系统^[14],将土地利用类型划分为耕地、林地、草地、水域、城镇用地和未利用地 6 种类型;建立遥感解译标志进行影像解译。

2.2 GIS 空间分析

根据遥感解译获得三个时期的土地利用矢量数据,运用 GIS 空间分析技术,将其转换成 30 m×30 m 的 Grid 数据,按土地利用分类信息对土地利用栅格数据进行分层提取,得到不同时期城镇用地的栅格数

据;然后根据地图代数原理,进行空间叠加分析和缓冲区分析,数学模型为

$$C_{i \times j} = 1000A_{i \times j}^k + A_{i \times j}^{k+1} \quad (1)$$

式中: $A_{i \times j}^k, A_{i \times j}^{k+1}$ ——表示 k 和 $k+1$ 时期的土地利用栅格数据。

2.3 生态系统服务价值评价方法

根据国内外学者相关研究的经验积累,在中国陆地生态系统单位面积生态服务价值的基础上^[15-16],将气体调节、气候调节、水源涵养、土壤形成与保护、废物处理、生物多样性保护、食物生产、原材料和娱乐文化 9 个方面的价值相加,即可得到与各种土地利用类型相对应的生态价值系数(表 1)。生态系统服务价值的计算公式为:

$$V = \sum_{i=1}^n P_i \times A_i \quad (2)$$

式中: V ——研究区生态系统服务总价值; P_i ——单位面积上第 i 种土地利用类型的生态系统服务价值系数; A_i ——研究区内第 i 种土地利用类型的总面积。

表 1 各种土地利用类型的生态价值系数

土地利用 类型	万元/(km ² ·a)					
	耕地	林地	草地	水域	城镇 用地	未利 用地
生态价值系数	61.14	193.34	64.05	541.79	0	3.71

3 北京市城镇用地扩张的时空分异格局

3.1 城镇用地的动态变化特征

20 世纪 90 年代以来,北京市城镇用地面积的增长趋势十分显著。在近 17 a 内城镇用地面积由 1990 年的 1 471.74 km² 增长到 2007 年的 3 237.44 km²,年增长率为 5.79%;2000—2007 年城镇用地比重与年增长率相对于 2000 年之前显著增加,反映出 2000 年以后北京市的城镇化建设速度明显提升(表 2)。

表 2 1990—2007 年北京市城镇用地面积变化情况

1990 年		2000 年		2007 年		1990—2000 年		2000—2007 年		1990—2007 年	
面积/ km ²	比重/ %	面积/ km ²	比重/ %	面积/ km ²	比重/ %	比重变 化/%	年变化 率/%	比重变 化/%	年变化 率/%	比重变 化/%	年变化 率/%
1471.74	8.76	2248.86	13.38	3237.44	19.26	4.62	4.33	5.88	9.54	10.51	5.79

3.2 城镇用地变化的空间分异格局

3.2.1 圈层推进特征 以北京市的三环路、四环路、五环路和六环路为界限,可以将北京市划分为 5 个区域。自 1990 年以来,这 5 个区域城镇用地的扩张速度和城镇用地率的变化呈现出明显的区域分异特征(表 3)。城市用地的扩张呈现出显著的圈层推进的特点,土地利用强度呈现出由中心城区逐渐向近郊及

远郊区发生强弱转换的变化趋势。

3.2.2 沿线扩张特征 以北京市的 8 条主要高速公路为中心,进行 3 km 缓冲区分析发现:1990—2000 年间,主要交通线两侧并不是北京市城镇用地变化最为剧烈的区域,然而到了 2000 年以后,北京市城镇用地沿交通线向外扩张的趋势开始显现。在 1990—2007 年的 17 a 内,京石高速、京开高速和机场高速两

侧的城镇用地率分别提高了 40.59,36.18,32.19 个百分点,是北京市城镇用地沿交通线扩张的主要方向(表 4)。鉴于京承高速、京塘高速和京开高速的城镇用地率相对较低,并且保持着较快的增长率,这三条高速有可能成为未来北京市城镇用地沿交通线扩张的主要方向。

表 3 1990—2007 年各圈层城镇用地变化情况

区域	1990 年		2000 年		2007 年		1990—2000 年		2000—2007 年	
	面积/ km ²	比重/ %	面积/ km ²	比重/ %	面积/ km ²	比重/ %	比重变 化/%	年变化 率/%	比重变 化/%	年变化 率/%
三环以内	150.12	93.11	161.23	100.00	158.21	98.13	6.89	0.72	-1.87	-0.47
三四环之间	87.59	61.56	141.24	99.26	141.85	99.69	37.70	4.89	0.43	0.11
四五环之间	148.31	40.56	304.95	83.39	340.57	93.13	42.83	7.47	9.74	2.80
五六环之间	351.35	22.20	556.44	35.16	934.69	59.06	12.96	4.71	23.90	13.84
六环以外	732.63	5.21	1082.75	7.71	1656.51	11.79	2.49	3.98	4.08	11.22

表 4 1990—2007 年主要交通线两侧 3 km 范围内城镇用地变化情况

区域	1990 年		2000 年		2007 年		1990—2000 年		2000—2007 年	
	面积/ km ²	比重/ %	面积/ km ²	比重/ %	面积/ km ²	比重/ %	比重变 化/%	年变化 率/%	比重变 化/%	年变化 率/%
八达岭高速	80.64	19.18	140.65	33.46	172.27	40.98	14.28	5.72	7.52	5.20
京承高速	60.50	8.91	106.61	15.69	166.05	24.44	6.79	5.83	8.75	11.72
京开高速	49.83	17.90	99.99	35.92	150.55	54.07	18.02	7.21	18.16	10.77
京沈高速	39.16	16.85	64.33	27.69	91.38	39.33	10.83	5.09	11.64	9.17
京石高速	81.09	28.27	140.09	48.84	197.51	68.86	20.57	5.62	20.02	8.97
京塘高速	33.90	13.81	65.68	26.74	102.91	41.91	12.94	6.84	15.16	11.88
京通高速	67.46	41.71	90.34	55.86	102.85	63.59	14.14	2.96	7.74	3.30
机场高速	43.33	42.67	58.93	58.03	76.02	74.86	15.36	3.12	16.83	6.57

3.2.3 据点扩张特征 将 1990 年和 2000 年北京市土地利用图进行对比分析发现,除了各区县城区周边外,亚运村、东风乡和十八里店乡等周边区域的城镇用地变化最为剧烈。

由表 5 可以看出,以上述地点为中心,进行 3 km 缓冲区分析发现:这三个区域是北京市城镇用地增长最为显著的区域,年增长率均超过了 10%,远远高于全市平均水平;1990 年这三个区域的城镇用地率分别为 29.43%,34.40%,23.49%,到 2000 年时已经分别上升至 93.27%,89.48%,96.18%。10 a 间,城镇用地率分别提高了 63.83,55.09,72.68 个百分点。由于城镇用地率已经占了很高的比重,因此,在 2000—2007 年间,这些区域城镇用地的扩张速度相对缓慢。

表 5 1990—2000 年北京市其他几个土地利用变化较为强烈的中心

区域	1990 年		2000 年		2007 年		1990—2000 年		2000—2007 年	
	面积/ km ²	比重/ %	面积/ km ²	比重/ %	面积/ km ²	比重/ %	比重变 化/%	年变化 率/%	比重变 化/%	年变化 率/%
亚运村	8.3205	29.43	26.3664	93.27	27.3339	96.69	63.83	12.23	3.42	0.91
东风乡	9.7236	34.40	25.2972	89.48	28.062	99.26	55.09	10.03	9.78	2.63
十八里店乡	6.642	23.49	27.1899	96.18	27.909	98.72	72.68	15.14	2.54	0.65

4 城镇用地扩张的生态效应分析

由于城市用地扩张主要来自于对耕地和林地、草地、水域等土地类型的占用,因此可以从生态系统服务价值的角度,来探讨城镇用地扩张所产生的生态效应。在 1990—2000 年间,由于城镇用地的扩张,直接导致耕地和林地分别减少了 742.08 km² 和 17.55 km²,生态系统服务价值总共损失了 51 164.17 万元;在 2000—2007 年间,由于城镇用地的扩张,直接导致耕地和林地分别减少了 977.17 km² 和 202.7

km²,生态系统服务价值总共损失了 167 032.32 万元。在近 17 a 内,由于城镇用地的扩张,直接导致耕地面积和林地分别减少了 1 719.25 km² 和 220.25 km²,生态系统服务价值最终减少了 218 196.49 万元(表 6)。

5 结 论

(1) 自 20 世纪 90 年代以来北京市城镇用地向郊区扩张的趋势非常明显,扩张主要发生在中心城区的外围地区,在总体上呈现出自中心城向近郊区逐层

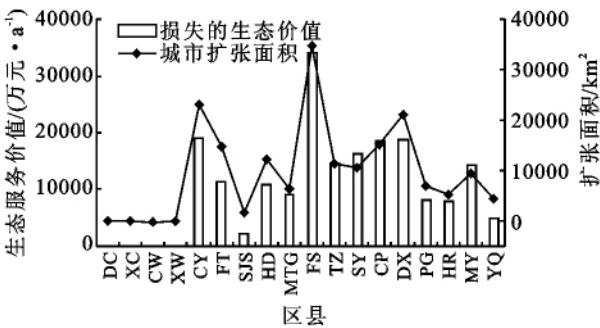
推进的摊大饼式的扩张特征,以近郊区和远郊区主要沿线为据点的外延式扩张特征,土地利用强度正呈现出由中心城区逐渐向近郊及远郊区发生强弱转换的变化趋势。

(2) 由于城镇用地的扩张,直接导致耕地面积和林地面积在近 17 a 内分别减少了 1 719. 25 km² 和 220. 25 km²,生态系统服务价值最终减少了 218 196. 49 万元。在各区县中,房山区的城镇用地扩张最为显

著,损失的生态系统服务价值也最多达到了 33 992 万元/a;其次为朝阳区和大兴区,损失的生态系统服务价值也分别达到了 18 959 万元/a 和 18 787 万元/a (图 1)。可见,大面积的耕地和林地、草地及水域被城镇用地所代替,一方面大大减少了全市的绿地覆盖面积,影响着生态系统功能的发挥;另一方面也使得城镇周边,尤其是城镇扩张最为剧烈的近郊区的绿色屏障逐渐减弱甚至消失,生态效应急剧下降。

表 6 北京市城镇用地扩张对生态系统服务价值的影响

土地 类型	1990—2000 年			2000—2007 年			1990—2007 年		
	转化面 积/km ²	所占比 重/%	生态价 值/万元	转化面 积/km ²	所占比 重/%	生态价 值/万元	转化面 积/km ²	所占比 重/%	生态价 值/万元
耕地	742. 08	95. 48	45370. 77	977. 17	71. 68	59744. 17	1719. 25	80. 32	105114. 95
林地	17. 55	2. 26	3393. 12	202. 70	14. 87	39190. 02	220. 25	10. 29	42583. 14
草地	14. 89	1. 92	953. 70	65. 48	4. 80	4193. 99	80. 37	3. 75	5147. 70
水域	2. 67	0. 34	1446. 58	117. 95	8. 65	63904. 13	120. 62	5. 64	65350. 71
合计	777. 19	100	51164. 17	1363. 30	100. 00	167032. 32	2140. 49	100. 00	218196. 49



DC—东城;XC—西城;XW—宣武;CY—朝阳;FT—丰台;SJS—石景山;HD—海淀;MTG—门头沟;FS—房山;TZ—通州;SY—顺义;CP—昌平;DX—大兴;PG—平谷;HR—怀柔;MY—密云;YQ—延庆

图 1 1990—2007 年间各县城镇用地扩张面积及其相应的生态系统服务价值损失

参考文献:

[1] 史培军,宫鹏,李晓兵,等. 土地利用/覆盖变化研究的方法与实践[M]. 北京:科学出版社,2000.

[2] Reid R S, Kruska R L, Muthui N, et al. Land-use and land-cover dynamics in response to changes in climatic, biological and social political forces: the case of south-western Ethiopia[J]. Landscape Ecology, 2000, 15(4): 339-355.

[3] Stohlgren T J, Chase T N, Pielke R A, et al. Evidence that local land use practices influence regional climate, vegetation, and stream flow patterns in adjacent natural areas[J]. Global Change Biology, 1998, 4(5): 495-504.

[4] Fu Bojie, Gulinck H, Masum M Z. Loess erosion in relation to land use changes in the Ganspoel Catchment, Central Belgium[J]. Land Degradation&Rehabilitation, 1994, 5(4): 261-270.

[5] 彭建,王仰麟,张源,等. 滇西北生态脆弱区土地利用变

化及其生态效应:以云南省永胜县为例[J]. 地理学报, 2004, 59(4): 629-638.

[6] 张银辉,罗毅,刘纪远,等. 内蒙古河套灌区土地利用变化及其景观生态效应[J]. 资源科学, 2005, 27(2): 141-146.

[7] 徐勇,马国霞,沈洪泉. 北京丰台区土地利用变化及其经济驱动力分析[J]. 地理研究, 2005, 24(6): 860-868.

[8] 鲁奇,吴佩林,鲁礼新. 北京流动人口特征与经济发展关系的区域差异[J]. 地理学报, 2005, 60(5): 851-862.

[9] 冯健,周一星. 近 20 a 来北京都市区人口增长与分布[J]. 地理学报, 2003, 58(6): 903-916.

[10] Tan Minghong, Li Xiubin, Xie Hui, et al. Urban land expansion and arable land loss in China: a case study of Beijing-Tianjin-Hebei region [J]. Land Use Policy, 2005, 22(3): 187-196.

[11] Wu Qiong, Li Hongqing, Wang Rusong, et al. Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS [J]. Landscape and Urban Planning, 2006, 78(4): 322-333.

[12] Chen Haiyan, Ganesan S, Jia Beisi. Environmental challenges of post-reform housing development in Beijing[J]. Habitat International, 2005, 29(3): 571-589.

[13] 王静爱,何春阳,董艳春,等. 北京城乡过渡区土地利用变化驱动力分析[J]. 地球科学进展, 2002, 17(2): 201-209.

[14] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京:中国科学技术出版社,1996.

[15] 谢高地,张亿锂,鲁春霞,等. 中国自然草地生态系统服务价值[J]. 自然资源学报, 2001, 16(1): 47-53.

[16] 欧阳志云,王效科,苗鸿,等. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607-613.