

DOI: 10.5846/stxb201409231882

阳文锐.北京城市景观格局时空变化及驱动力.生态学报,2015,35(13):4357-4366.

Yang W R. Spatiotemporal change and driving forces of urban landscape pattern in Beijing. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(13): 4357-4366.

北京城市景观格局时空变化及驱动力

阳文锐*

北京市城市规划设计研究院, 北京 100045

摘要:2004—2020 年城市总体规划以来,北京经历了快速的城市化发展期,城市景观格局发生了很大变化。采用 TM 遥感影像为信息源,通过 RS 解译建立了 2003、2007 和 2011 年北京市土地利用覆盖空间数据,利用 Fragstats 对景观格局特征指数进行了计算和分析,分别从全市域和六环内城市化典型地区两个尺度研究了北京市城市景观格局时空变化特征,结合社会经济、城市总体规划和城市发展政策因素,分析了北京城市景观格局变化的驱动力因素。研究表明,过去近 10 年,市域景观特征发生了深刻变化,建设用地保持较快的增长速度,其比例由 15.0% 上升至 18.0%,相反耕地面积比例由 21.3% 下降至 18.8%。林地一直是市域的优势景观类型,比例维持在 51% 以上。而六环内城市化典型地区的景观变化更加明显,建设用地比例增加近 10%,是六环地区的优势景观类型,耕地比例相应减少 10%。建设用地的增长主要以耕地占用为主。景观格局指数的分析表明,大尺度和小尺度的景观格局变化表现出不同的特征,市域大尺度建设用地斑块破碎化程度高,景观蔓延度、聚合度下降,景观多样性增加;而小尺度六环内的建设用地斑块破碎化趋势降低,景观蔓延度和聚合度上升,但景观多样性下降迅速。大小两个尺度的景观空间形态均表现出复杂性增加的趋势。通过景观格局变化的驱动因素分析,人口规模的增加、产业结构调整、城市总体规划的实施以及城市发展政策的变化是导致景观格局变化的主要因素。

关键词:景观生态; 景观格局; 景观指数; 驱动力; 北京

Spatiotemporal change and driving forces of urban landscape pattern in Beijing

YANG Wenrui*

Beijing Municipal Institute of City Planning & Design, Beijing 100045, China

Abstract: Beijing has experienced rapid urbanization after the last city's master planning (2004—2020), and the city's landscape pattern has changed greatly in spatial and temporal scale. During the rapid urbanization process, the city occupied huge amounts of open spaces and agricultural land, which changed the distribution and constituents of landscape that impacted the ecosystem services, and resulted in series of eco-environmental problems. Based on the Landsat TM images of 2003, 2007 and 2011 as spatial data, under the supporting of RS and GIS tools and Fragstats software, we analyzed the change characteristics of urban landscape pattern during these years. Combined with social and economic statistical data, city's master planning (2004—2020) and urban management policies, we aim to find the driving forces of landscape pattern change. The results showed that the city's landscape pattern changed significantly from 2003 to 2011. The urban construction land increased from 15.0% to 18.0%, and the cultivated land decreased from 21.3% to 18.8% conversely. The forest land is the dominated landscape type and its area proportion is kept up 51% during the study period. In the extent of 6th ring road which is typical urbanized area, the construction land increased by 10% but the cultivated land decreased by 10% correspondingly during the study period. The construction land remained as the dominated landscape type. The landscape pattern within the 6th ring road area is different from the whole city, but there is a common phenomenon that the increased construction land were at the cost of disappeared cultivated lands. The landscape metrics analysis revealed that the

基金项目:国家自然科学基金(41101540)

收稿日期:2014-09-23; 网络出版日期:2015-01-27

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: oydragon@163.com

construction land has high degree of patches fragmentation in landscape class level at city scale, and at landscape level, the landscape's contagion and aggregation were declined, but the landscape diversity was increased. However, there are different results in scale of the 6th ring road extent, the construction land has low degree of patches fragmentation in landscape class level, the landscape's contagion and aggregation increased but landscape diversity declined rapidly in landscape level. Nevertheless the complexity of landscape spatial shape increased at both scales. Driving forces analysis revealed that increasing population, urban industry regulation, implementation of city's master planning and local city's development policies are the main factors that cause the change of city's landscape pattern.

Key Words: landscape ecology; landscape pattern; landscape metric; driving forces; Beijing

土地利用/覆盖变化是当前全球变化研究的热点和前沿问题^[1],它是导致生态系统类型转变和景观格局变化的重要因素^[2]。城市是土地利用/覆盖变化最直接的载体,深刻的影响着区域的生态系统^[3],城市化造成了一系列的生态环境问题^[4],如生物多样性减少和栖息地破坏^[5-6],热岛效应增强^[7-8]、环境污染^[9-10]、水土流失^[11]等。这些生态环境问题与城市景观格局的人类干扰是密切相关的,受到城市化扩张的影响,区域自然生态系统和农业生态系统不断向城市生态系统转化,从而导致景观格局的剧烈变化^[12],进而造成景观生态演化过程和景观生态功能受到干扰,物质循环和能量流动在时空受阻^[13],演变为城市生态环境问题,成为当今攸关地球生态系统平衡与人类社会可持续发展的研究热点^[14]。

景观要素的组成和构型在时间和空间上的复杂性和变异性为景观异质性或景观格局^[15],是由相互作用的生态系统空间镶嵌组成的异质区域,是各种自然和人为因素在不同时空尺度上作用的最终结果,对格局进行定量的分析,是研究格局与过程相互关系的基础^[16]。城市土地利用景观格局的变化成为社会经济系统与自然生态系统之间关系紧张程度的重要指示因子^[17]。随着城市化的推进,城市景观呈现出高度破碎化的显著特征,原本单一、均质、整体、连续的自然景观趋向于复杂、异质和不连续的混合斑块镶嵌体,城市建设规模的不断扩大,景观格局还将受到日益增强的干扰,景观格局演变将更加复杂化,由此带来的生态环境影响将更为突出^[4, 18]。城市景观格局变化的驱动力包括各种自然的、生物的以及人类活动之间复杂的相互作用^[19],特别是城市人类活动是城市格局形成和演变的重要驱动因素^[20]。为应对城市土地利用变化带来的生态环境问题,有必要对城市化过程中的景观格局变化及其驱动力进行探讨和研究。通过对景观格局的演变特征及其驱动力的分析,掌握其变化的过程和规律,为城市管理部门制定可持续的土地规划策略以及促进城市生态格局的建立提供科学基础。

北京自 2004—2020 年城市总体规划以来,城市社会经济有了飞跃进步,城市常住人口由 2003 年 1456.4 万人增加到 2012 年的 2069.3 万人,城市基础设施配套服务水平得以大幅提高,2009 年人均 GDP 首次突破 1 万美元。城市产业结构不断升级,第二产业比重由 2003 年的 29.7% 下降至 2012 年的 22.7%,第三产业比重不断上升^[21]。但城市的建成区面积也不断向外继续扩大,城乡景观生态格局也发生着激烈的变化^[22]。单一景观尺度下,对城市景观格局动态的研究有诸多的文献报道,但在城市景观中,不同尺度下的格局可能完全不同,也有可能自相似^[20]。近年来以北京市为例的研究成果不多,肖瑶等^[23]分析了北京中心城地区 1989—2008 年的土地利用变化和驱动力分析;孙亚杰等^[24]分析了 1997—2002 年间景观水平上城市化对北京六环内景观格局的影响。2003 年以来北京城市经历了发展的快速期,而且随着经济发展水平的提高,中心城以外的地区城市化水平也在不断提高,市域景观变化和中心城地区的景观变化可能存在很大差异。本文从不同的研究角度和研究尺度,分析 2004—2020 年城市总体规划以来城市景观格局的变化;摸清不同尺度下因城市化导致的景观格局变化规律。选取了北京市两个不同尺度的区域为研究对象——北京市域和市六环内区域,通过比较和分析,探讨城市化过程中的景观格局变化的规律及其变化动因。北京中心城所在的六环区域人口密度大,建设用地增长快,是城市化的典型区域^[25],对其进行深入的探讨,其结果有助于制定可持续的土地利用策略。基于遥感数据,采用 GIS 工具和景观格局分析方法,对北京市上一轮总体规划以来的城市景观格局动态

变化特征进行分析,结合社会经济要素,以定性和定量方法探讨景观格局演变的驱动力因素,以期为城市可持续土地利用和生态格局的优化提供科学依据。

1 研究方法

1.1 数据获取与处理

研究范围为北京市域和北京六环以内的中心城地区。本文使用了具有 30m 空间分辨率的美国陆地资源卫星 Landsat TM 影像,2003 年、2007 年和 2011 年三景数据,轨道号 123/32,三景数据质量较好,云量低,采用 Erdas Imagine 9.0 遥感处理软件对 TM 影像进行大气校正、几何校正、图像增强、合成等过程,将影像与北京地形图(1:1 万)进行地理坐标配准后,结合北京市城市总体规划(2004—2020 年),运用 Erdas Imagine 9.0 软件,采用监督分类和目视修正相结合的方法,将景观类型分为七类,分别为建设用地、公共绿地、耕地、园地、水域、林地和未利用地(图 1)。对分类后的图像进行分类精度评估,总的精确度高于最低允许精度要求。获得不同时期景观组分分类图后,在 Arcgis 9.3 中进行计算并制作专题图进行分析。

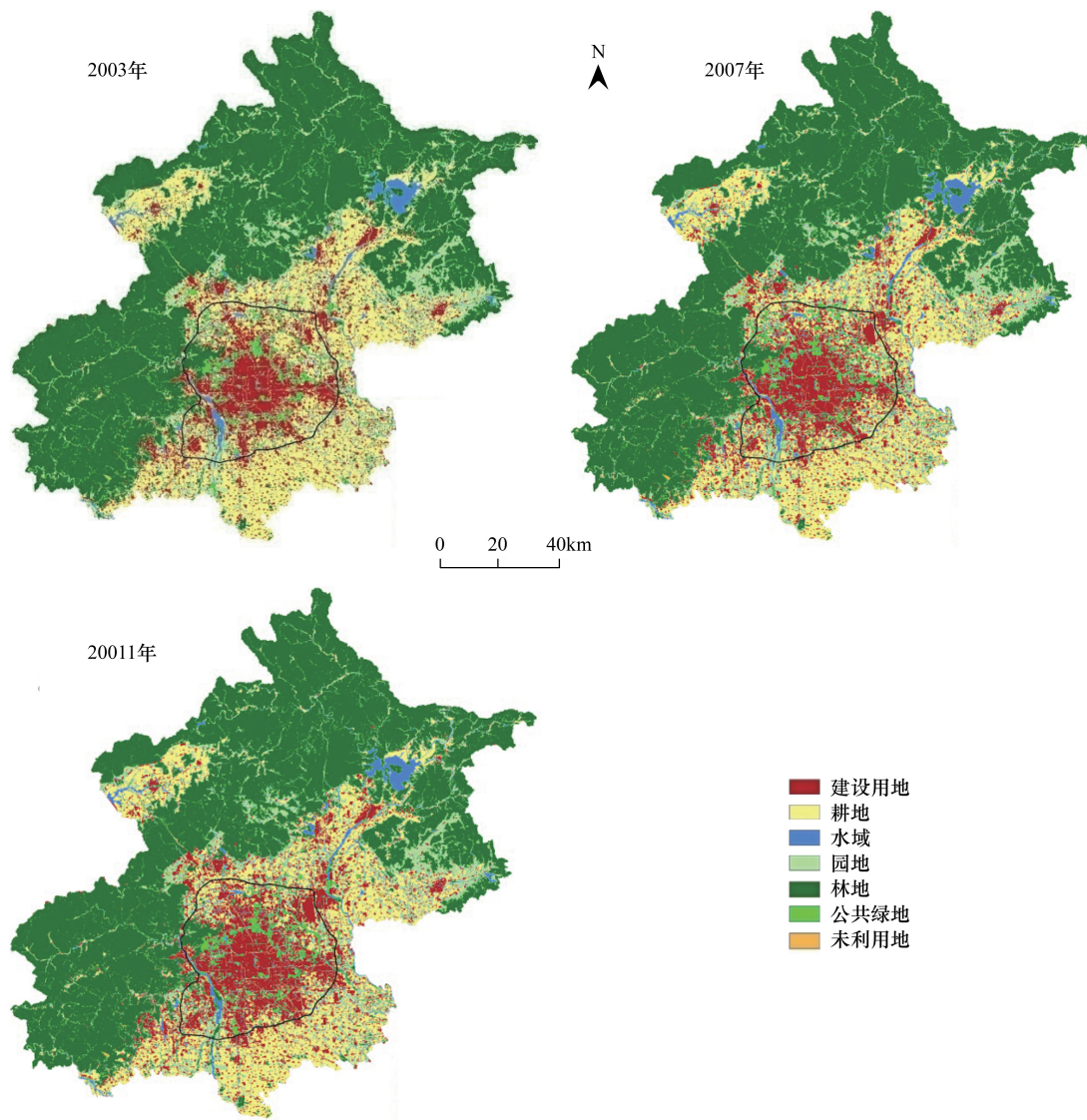


图 1 北京市 2003—2011 年城市景观类型分布图

Fig.1 Beijing City's landscape types distribution from 2003 to 2011

1.2 景观格局分析

分析城市景观格局变化对于研究城市化的景观生态过程和生态功能变化具有重要意义。在众多景观格局的分析方法中,景观指数的应用最为广泛。景观指数能高度浓缩景观格局信息,反映其结构组成和空间配置等方面特征的简单定量指标^[26]。

以获取的不同年份的景观类型栅格图(30m×30m)为基础,选取景观类别和景观水平两个层次的指标。对于景观空间格局变化的分析,需要建立合理的指标体系,至少应该包含三个方面:景观个体单元的特征、景观组分空间构型特征和景观整体多样性特征^[27]。本文在选取平均斑块大小(MPS),斑块密度(PD),边缘密度(ED)和最大斑块指数(LPI)代表景观个体单元特征;用面积加权平均形状指数(AWMSI)、蔓延度(CONTAG)、聚合度指数(AI)代表景观组分空间构型,用香农多样性指数(SHDI)表征景观整体多样性特征,Peng等^[28]的研究表明这些指标能很好的指示景观的空间格局。建立指标后,在Fragstats3.3软件里进行计算,分析不同年份的景观格局指数变化特征。

1.3 驱动力分析

探究景观格局发生变化的原因及机制,能对景观格局形成有更深刻的了解。土地利用景观动态变化的驱动因子主要包括自然和人文两方面的因素^[19, 29]。在较小的时空尺度下,比较稳定的自然因子对景观格局变化起到约束作用,而经常变化的人文驱动因子则是景观变化的直接驱动力^[30]。景观格局变化驱动力研究为问题导向型,还未形成固定的研究方法^[31],考虑到本研究的时间尺度较小,社会经济和人文的因子对景观格局变化影响大,采用了定量和定性的综合方法来分析景观格局变化的驱动力。

2 结果与分析

2.1 景观斑块类型水平空间格局变化特征

2.1.1 景观斑块类型总体构成动态变化分析

从表1全市域的总体景观类型变化动态过程来看,城市建设用地增加速度相对较快,分析时段内,建设用地总量增加近3%,而且2007年之后的增长速度比之前的增长速度要快;耕地和未利用地持续减少,水域、园地和林地的变化有小幅波动。公共绿地的面积小幅增长。在分析时段内,耕地的比例呈现单调的下降趋势,由21.32%下降到18.75%,耕地成为城市建设用地扩展的主要来源。未利用地的比例也逐渐下降;水域、园地、林地的用地比例自2007年之后都有小幅下降,但林地一直在市域范围内是优势景观组分,面积的比例尽管有所下降,但总体保持相对稳定,基本保持在51%以上。随着城市对于环境改善的需求增加,公共绿地的面积有小幅的增长(图1)。

表1 2003—2011年市域景观总体构成及变化

Table 1 Scales and dynamics of landscape class Beijing from 2003—2011

斑块类型 Landscape class	构成比例 Scales/%			2003—2007 年均变化 Annual change rate/%	2007—2011 年均变化 Annual change rate/%
	2003	2007	2011		
建设用地 Construction land	15.00	16.11	17.97	0.28	0.46
耕地 Cultivated land	21.32	20.13	18.75	-0.30	-0.34
水域 Water body	2.76	2.75	2.72	0.00	-0.01
园地 Orchard land	6.17	6.24	6.16	0.02	-0.02
林地 Forest land	52.11	52.19	51.85	0.02	-0.09
公共绿地 Public green land	2.18	2.17	2.22	0.00	0.01
未利用地 Unused land	0.46	0.41	0.33	-0.01	-0.02

市域六环内中心城地区是快速城市化的典型区域,土地利用强度大,社会经济发展用地的占用生态空间迅速。表2分析结果表明,六环内城市建设用地的增长在分析时段内一直保持较高的增长率,与市域的增长趋势类似,2007年以后的建设用地年均增长速度要快于2007年之前。与之对应的耕地的景观比例则不断下

降, 2007 年之后下降速度放缓,但耕地面积仍是减少最快、最多的景观类型。水域景观比例同样保持了下降的趋势,与相关的研究类似^[32-33],随着城市化进程的加快,城市水体都呈现出缩小的变化趋势。林地的和园地的景观比例有小幅的波动,但 2011 年林地总量相比 2003 年有小幅增加。公共绿地的面积比例总量增加不多,但保持了持续的增长趋势,而且 2007 年之后增长趋势较之前要缓慢,说明可作为绿化的用地已经十分有限。六环内地区的优势景观类型为建设用地,相比 2003 年,到 2011 年建设用地的比例增加了近 10%,相应的耕地景观类型的比例下降了近 10%,城市建设用地的耕地占用相比全市域总体而言要更为显著。

表 2 2003—2011 年城市六环内景观总体构成及变化
Table 2 Scales and dynamics of landscape class inner city sixth round road

斑块类型 Landscape class	构成比例 Scales/%			2003—2007 年均变化 Yearly change rate/%	2007—2011 年均变化 Yearly change rate/%
	2003	2007	2011		
建设用地 Construction land	50.27	55.12	60.41	1.21	1.32
耕地 Cultivated land	23.60	17.58	13.84	-1.51	-0.94
水域 Water body	4.29	4.06	3.68	-0.06	-0.09
园地 Orchard land	4.59	5.05	4.21	0.11	-0.21
林地 Forest land	5.76	6.26	5.91	0.13	-0.09
公共绿地 Public green land	10.87	11.35	11.69	0.12	0.09
未利用地 Unused land	0.62	0.59	0.26	-0.01	-0.08

2.1.2 市域景观个体动态变化特征

斑块密度(PD)、边缘密度(ED)和平均斑块大小(MPS)能很好的指示景观的破碎化程度,从图 2 全市域的用地斑块的景观变化特征看,在研究时段内,建设用地的斑块密度(PD)和边缘密度(ED)最大,而且 2011 年达到峰值,而平均斑块大小(MPS)变化不大,表明建设用地的斑块数量增加,而且破碎化程度上升(图 2)。

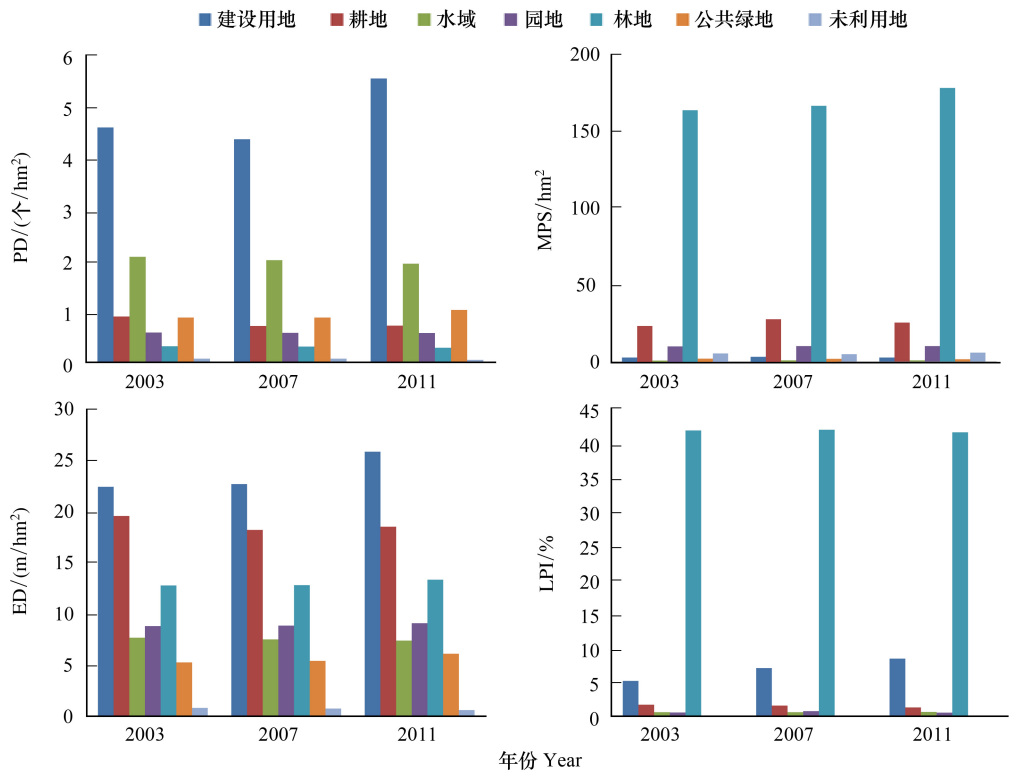


图 2 市域景观斑块水平指数变化图

Fig.2 City's Landscape metrics change in landscape class level

PD:斑块密度 Patch Density ;MPS:平均斑块大小 Mean Patch Area ;ED:平均斑块大小 Edge Density ;LPI:最大斑块指数 Largest Patch Inde

耕地的斑块密度(PD)和边缘密度(ED)略有下降,平均斑块大小(MPS)出现小幅波动,2007年MPS增加后又在2011年恢复到2003年水平,基本保持在相对稳定,说明耕地空间分布的破碎化程度减小,随着建设用地数量的增加,耕地分布趋于集中。最大斑块指数(LPI)是对景观优势度的度量,反映景观中多大比例的景观面积是由该斑块的最大斑块组成的,从最大斑块指数(LPI)的动态特征来看,在研究时段内,林地一直是市域范围尺度的优势景观,但建设用地的优势度正逐年上升,其最大斑块的比例不断增加,说明了城市化进程中建设用地增长的态势以及空间形态的变化。市域其他用地斑块类型的景观特征保持相对稳定(图1)。

2.1.3 六环内地区景观个体动态变化特征

从图3看,六环内地区小尺度范围景观斑块的动态特征比市域的变化更为显著。建设用地的斑块密度(PD)总体呈减小趋势,而平均斑块大小(MPS)要比市域尺度增加趋势更加明显,说明建设用地更趋向于大型化、集中化,小型斑块向大型斑块整合,建设用地的最大斑块指数(LPI)增长趋势十分明显,六环以内建设用地的优势度不断增加。而耕地、水域、园地、林地类型的斑块密度(PD)和边缘密度(ED)一直下降,说明其景观斑块破碎化程度降低,但平均斑块大小(MPS)总体呈增加趋势,结合表2中各类别的比例变化说明,这几种用地类型总量在减少的同时,空间分布更加集中。公共绿地的斑块密度(PD)和边缘密度(ED)与前述几种景观类别变化趋势相反,而且平均斑块大小(MPS)是减少的,说明尽管城市公共绿地的总量在增加,但是其规模小,空间分布更加分散。

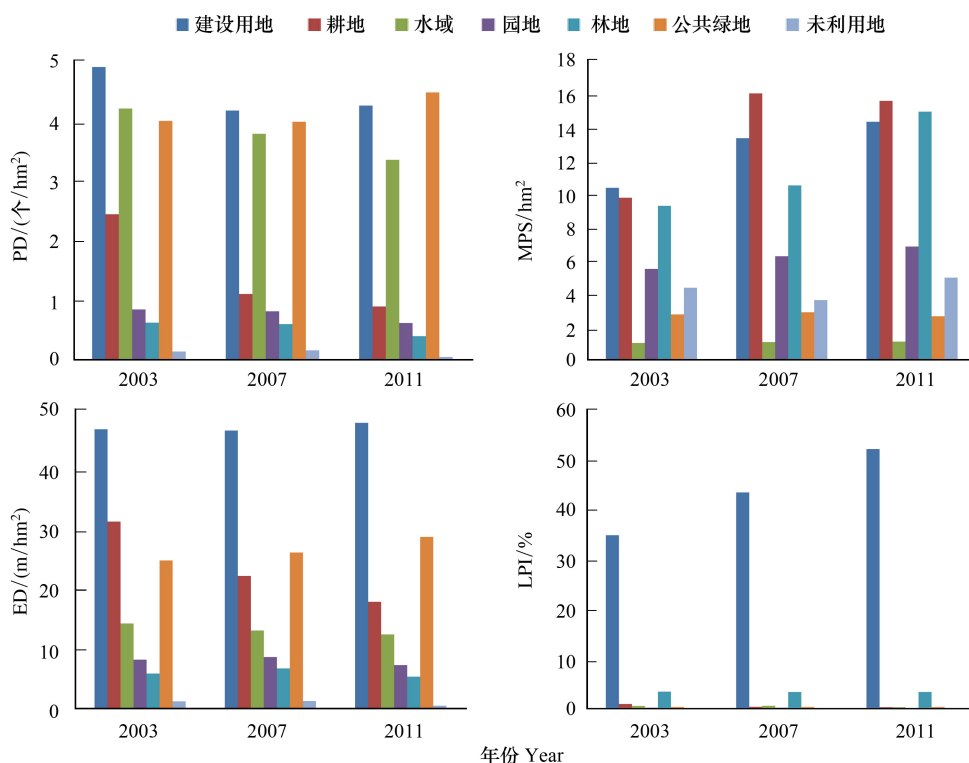


图3 城市六环内景观斑块水平指数变化图

Fig.3 Inner sixth round road landscape metrics change in landscape class level

2.2 景观水平的空间格局变化特征

六环内城市建设用地一直是优势景观类别,从景观的空间构型分析来看,2003—2011年六环内城市地区建设用地迅速增加,而且基本连成一片,导致景观蔓延度(CONTAG)和聚合度(AI)上升(图4)。但在市域景观水平的景观动态特征与六环内城市区的表现不同,小尺度的景观变化程度相比大尺度下的景观格局变化更为激烈,而且呈现不同的变化趋势,市域景观蔓延度(CONTAG)和聚合度(AI)呈现下降趋势。由于市域大尺度的景观类型以林地和耕地为主,六环内地区以建设用地为主,所以市域景观格局变化表现出与城市地区不

同的态势。加权平均形状指数(AWMSI)的变化趋势在两个尺度相似,市域和六环区域内景观形状的复杂性和不规则性增加,说明景观的空间形态更加复杂多样,景观形态复杂性的增加与人类活动的强度是密切相关的(图4)。

景观多样性(SHDI)主要指景观单元或生态系统在结构、功能以及随时间变化方面的多样性,反映了景观的复杂性,能表征景观组分的多少和各景观组分所占比例的差异,一般而言,值越大表明景观内各组分分布更均匀。从市域的变化水平看,北京的景观多样性略有上升,表明景观整体组分面积比例差别在缩小。但六环市区的景观多样性水平呈现急剧下降,由于研究时段内城市建设用地面积比例占绝对优势,城市化程度高,总体的景观类别所占比例差异大,造成六环内地区的景观多样性下降,景观结构受人为影响显著。景观多样性指数的变化较好的反映了六环内城市化快速增长的过程(图4)。

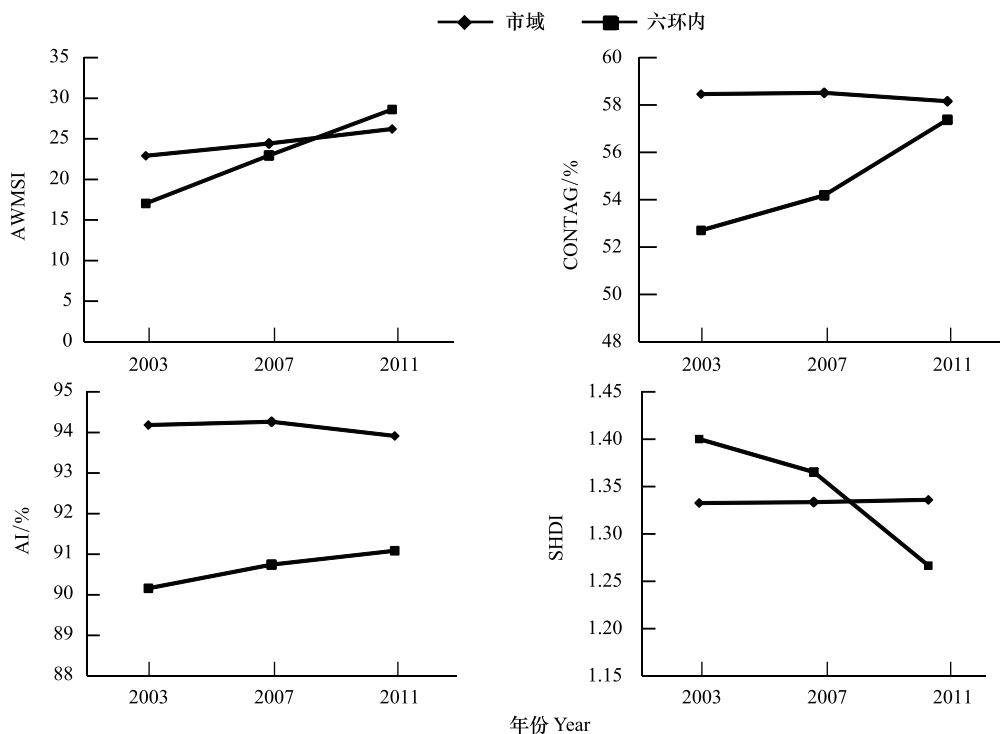


图4 景观尺度景观指数变化图

Fig.4 Landscape metrics change in landscape level

AWMSI:加权平均形状指数 Area Weighted Mean Shape Index; CONTAG:蔓延度 Contagion; AI:聚合度 Aggregation Index; SHDI:香依多样性指数 Shannon's Diversity Index

2.3 北京景观格局变化驱动因素分析

景观格局变化驱动力的研究是理解人类活动与景观格局演化关系的基础^[31]。格局的变化在于内外驱动因素对于景观要素的干扰作用,其结果使得景观稳定性及其空间结构发生变化,从而使景观格局发生变化^[34]。城市是一类以人类活动为主要特征的社会-经济-自然复合生态系统^[35],其景观格局演变的过程具有比其他任何景观类型都更加复杂的驱动机制,自然和人为因素均可以对城市景观整体结构、空间构型以及斑块特征产生显著影响,但人为活动无疑占据着优势地位^[36]。

2.3.1 社会经济因素

以研究时段内六环内景观多样性为因变量(Y),以该地区总人口(X_1),全社会固定资产投资额(X_2),地区生产总值GDP(X_3)及第一、第二、第三产业在其中所占比例(X_4, X_5, X_6),房地产业(X_7),城镇居民可支配收入(X_8),地方财政收入(X_9)为自变量,将因变量与自变量进行逐步回归分析,可以得到以下式:

$$Y = 0.193 X_5 - 0.808 X_7 \quad (R^2 = 0.998, P < 0.01)$$

由此可见,城市第二产业变化和城市房地产业的发展是六环内城市地区景观变化的主要驱动因素,并由此推动了城市景观格局的演变,在相同研究尺度,该结论与文献^[23]类似。

从之前分析来看,六环内建设用地的比例增长近 10%,而且 2007 年之后的平均增长速率高于 2007 年之前,景观斑块密度(PD)和平均斑块面积(MPS)的变化与城市化的扩展方式使密切相关的,从六环区域内景观指数的分析看,建设用地的斑块变大而且基本连成一片,蔓延度(CONTAG)聚合度(AI)上升,说明六环区域内城市是逐渐向外延伸推进的,并蚕食周围的生态空间。作为快速城市化典型的地区,北京六环内人口密度高,产业发展主要以第三产业发展为主,第二产业发展已经逐渐萎缩,近 10 年来,搬迁了一批大型工业项目,如首钢、焦化厂等,传统工业转向现代制造业、高新技术产业,如中关村高新技术创业园、未来科技城等产业园区的建立,促进了北京第二产业的迅速转型,同时第二产业中建筑业也增长十分迅速。在 2003—2011 年期间,2008 年北京奥运会的筹办和举办极大提升了城市基础设施和公共服务设施水平,同时也促进了现代服务业的快速发展,第三产业中的房地产业的发展极大地推动了城市用地开发,特别是金融危机后,房地产业迅速发展。六环内第二产业变化和房地产业的迅速发展推动了该地区的景观格局的变化。

2.3.2 城市总体规划

城市景观格局的变化与城市总体规划的实施是紧密相关的。城市总体规划是依据国民经济和社会发展规划制定的一定时期内的各项用地安排和综合部署,是城市经济和社会发展目标在空间上的具体落实。因此城市总体规划的实施直接影响着城市景观格局的变化。上一版总体规划中,北京确定了 2004—2020 年城市“两轴-两带-多中心”的空间结构,并在此基础上形成中心城-新城-镇的市域城镇结构,以此指导城市未来的空间发展策略。城市总体规划(2004—2020 年)以来,在城市不断发展,市域尺度的城市扩展与六环地区的扩展方式存在差异性,六环地区以建设用地向外推进延伸为主,而市域尺度则呈现跳跃式扩展为主,新城地区在中心城外围地区发展,外围新城保持与中心城地区在职能上的衔接,但空间上分离。因此出现市域景观格局变化与中心城地区不同的态势,市域建设用地斑块密度(PD)、斑块大小(MPS)、边缘密度(ED)形、状指数(AWMSI)、蔓延度(CONTAG)及聚合度(AI)的变化趋势反映了市域景观破碎化程度在增加,形状复杂化,景观分离。

过去近 10 年的城市发展在总体规划空间发展指引下,城市景观格局也发生了较大的变化,特别是中心城地区、边缘集团及绿化隔离地区,由于人口的增加,城市化对于自然景观的压力也在增加,2003 年中心城地区常住人口 879.5 万人,至 2011 年常住人口达到 1201.4 万人,增幅达 30%,建设用地规模的增幅也达到近 10%。中心城外围的新城是承担疏解中心城部分的人口和功能、聚集新产业的地区,人口、产业在新城的聚集促进了土地利用景观格局的转变。城市总体规划对于产业发展和布局的引导,促进了第一产业向第二产业和第三产业的延伸,2003 年城市 3 种产业比重为 2.6:35.8:61.6,至 2011 年,3 种产业的比重则为 0.8:23.1:76.1^[21],第三产业的迅猛发展极大的推动了城市化进程,产业的结构调整促使农业用地比重不断下降(见表 2),建设用地比重迅速增加,全市建设用地增长近 10%,近年来,农村集体产业不断发展也促进了建设用地的增长。市域景观格局变化明显,景观类型斑块密度(PD)、斑块大小(MPS)、边缘密度(ED)以及最大斑块指数(LPI)均出现了明显增加,在景观水平,景观组分的蔓延度和聚合度呈下降趋势,均反映了景观整体破碎化程度的增加。景观多样性指数(SHDI)略微上升,但幅度不大,由于在市域尺度,林地是优势景观,而且变化幅度小,但建设用地比例的增加缩小了景观组分之间的差异,所以景观多样性略微上升。

城市基础设施服务水平的提升也促进了城镇化的加快,道路交通基础设施水平的提升促进了沿交通沿线的城镇化发展,是推动城市化进程的重要驱动因子^[37-38]。2003—2011 年城市公路、城市道路和轨道交通的里程增幅分别为 48%,105%,226%^[21]。大规模的城市交通路网,往往使城市景观呈现网格化,加深景观整体破碎化^[39]。

2.3.3 政策因素

2009 金融危机后,为应对其影响,北京增加了政府投资和土地投放,制定并发布了六大重点产业调整振

兴的实施方案,颁布了南城、新城、CBD 等城市发展的相关政策,保证了经济的平稳增长,经济的投入和土地政策的变化同时促进了城市土地利用景观格局的变化^[40]。

此外,农村集体用地和国有用地的城乡二元土地管理制度差异导致的农村集体建设用地的迅速增长也是导致景观格局变化的因素之一。目前城乡二元结构的格局没有根本性转变,乡村地区在经济发展水平、公共服务水平和基础设施服务水平与城市地区差距大,城市化发展使得城乡差距更加明显。而农村地区集体建设用地的流转对于推动北京的城镇化进程、提高农民收入以及促进产业结构升级和经济社会发展做出了重要贡献^[41]。但集体建设用地的违法占用、集体建设用地规模大和生产效率低下的现象十分普遍^[42],总规以来农村集体建设用地的增长率远高于城市建设用地的增长率^[43]。因此,土地管理制度差异造成的集体建设用地的迅速增加也是造成景观格局变化的因素之一。

3 结论

(1)北京城市总体规划(2004—2020 年)实施以来,城市市域和六环内典型城市化地区的景观组分发生了较大的变化。从 2003—2011 年市域建设用地面积保持了较快的增长速度,而且 2007 年之后的增长速度较之前要快,相应的耕地面积呈现出下降趋势。在六环内快速城市化地区,2011 年耕地面积相比 2003 年减少近 10%,相应地建设用地面积增长了近 10%。受到六环内中心城地区向外延伸扩展以及新城发展的用地需求的压力,耕地是建设用地的主要来源。景观格局指数从景观斑块个体单元特征、景观组分的空间构型和整体多样性 3 方面明确了快速城市化过程中景观空间结构的动态变化特征。在市域大尺度范围内,建设用地的破碎化程度增加,而且其景观优势度在上升。在六环内快速城市化地区,景观类型的变化特征要较市域更为激烈,建设用地斑块更加趋于大型化、集中化,优势度更加明显。新城在中心城外圈的进一步发展,市域景观蔓延度和聚合度下降;由于中心城地区城市发展向外延伸,导致六环内地区景观蔓延度和聚合度上升较快。两个尺度的景观形态复杂性增加,空间结构构型显示出一定的无序性,应该通过城市规划引导景观生态的合理优化。中心城地区建设用地的迅速增加,建设用地景观组分优势度明显增大,景观多样性也因此而下降。

(2)在景观格局演变的驱动力方面,人为活动是景观格局演变的主要驱动因素,社会经济的发展、城市总体规划的实施以及政策因素的变化是北京城市景观格局演变的主要驱动力。城市产业结构的调整、城市总体规划对于城市发展的引导进一步推动了景观格局的变化,房地产开发和基础设施服务水平的提升、人口规模增加、新城的发展,城市建设用地规模不断扩大,生态空间萎缩,改变了景观格局。受到金融危机的影响,政府投资和土地投放量增加;城乡土地管理的差异性,同样也是景观格局的变化的因素。

(3)城市总体规划主要是针对建设用地的空间部署和安排,但对于生态的景观要素保护不足。面对经济发展的压力,城市建设规模不断扩大,景观格局发生剧烈变化,影响了生态系统功能和过程,给城市的可持续发展带来负面影响。面对这些负面影响,北京城市规划部门需要寻求城市发展和生态空间保护的平衡点,如对一些二道绿化隔离地区、楔形绿地实施严格的建设规模控制,并划定刚性的生态空间,建立科学合理的城市景观空间格局,遏制建设用地无序扩张趋势。近年来,北京郊区的城镇化现象已经很普遍,农村地区集体产业发展快,规模小但数量多,导致很多农业用地被违法的建设用地所替代,如城乡结合部绿化隔离地区,景观格局变化快,而在上一版城市总体规划中,乡村地区的发展是没有被纳入城市总体规划的,新城乡规划法颁布后,乡村地区发展将被纳入城市总体规划,在一定程度上景观格局的剧烈变化趋势将有所缓解。

参考文献(References):

- [1] 邢容容,刘乐军,马安青. 青岛市 1990—2011 年土地利用/覆被变化研究. 水土保持通报, 2013, 33(3): 220-225.
- [2] van Jaarsveld A S, Biggs R, Scholes R J, Bohensky E, Reyers B, Lynam T, Musvoto C, Fabricius C. Measuring conditions and trends in ecosystem services at multiple scales: the Southern African Millennium Ecosystem Assessment (SAfMA) experience. Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences, 2005, 360(1454): 425-441.
- [3] Feng H H, Zhao X F, Chen F, Wu L C. Using land use change trajectories to quantify the effects of urbanization on urban heat island. Advance in Space Research, 2013 53(3): 463-473.

- [4] 陈利顶, 孙然好, 刘海莲. 城市景观格局演变的生态环境效应研究进展. 生态学报, 2013, 33(4): 1042-1050.
- [5] 周启星, 王美娥, 张倩茹, 任丽萍, 王如松. 小城镇土地利用变化的生态效应分析. 应用生态学报, 2005, 16(4): 651-654.
- [6] Crooks K R. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation Biology*, 2002, 16(2): 488-502.
- [7] Buyantuyev A, Wu J G. Urban heat islands and landscape heterogeneity: linking spatiotemporal variations in surface temperatures to land-cover and socioeconomic patterns. *Landscape Ecology*, 2010, 25(1): 17-33.
- [8] 贾宝全, 邱尔发, 蔡春菊. 唐山市域 1993-2009 年热场变化. 生态学报, 2011, 31(20): 6215-6223.
- [9] 郭伟, 孙文惠, 赵仁鑫, 赵文静, 付瑞英, 张君. 呼和浩特市不同功能区土壤重金属污染特征及评价. 环境科学, 2013, 34(4): 1561-1567.
- [10] Huang J L, Li Q S, Pontius R G Jr, Klemas V, Hong H S. Detecting the dynamic linkage between landscape characteristics and water quality in a subtropical coastal watershed, Southeast China. *Environmental Management*, 2013, 51(1): 32-44.
- [11] Sun Z C, Li X W, Fu W X, Li Y K, Tang D S. Long-term effects of land use/land cover change on surface runoff in urban areas of Beijing, China. *Journal of Applied Remote Sensing*, 2013, 8(1): 084596.
- [12] 臧淑英, 黄樨, 郑树峰. 资源型城市土地利用变化的景观过程响应——以黑龙江省大庆市为例. 生态学报, 2005, 25(7): 1699-1706.
- [13] 郭冻, 夏北成, 刘蔚秋, 江学顶. 城市化进程中广州市景观格局的时空变化与梯度分异. 应用生态学报, 2006, 17(9): 1671-1676.
- [14] Grimm N B, Faeth S H, Golubiewski N E, Redman C L, Wu J G, Bai X M, Briggs J M. Global change and the ecology of cities. *Science*, 2008, 319(5864): 756-760.
- [15] 陈利顶, 刘洋, 吕一河, 冯晓明, 傅伯杰. 景观生态学中的格局分析: 现状、困境与未来. 生态学报, 2008, 28(11): 5521-5531.
- [16] Tischendorf L. Can landscape indices predict ecological processes consistently?. *Landscape Ecology*, 2001, 16(3): 235-254.
- [17] Hubacek K, Van Den Bergh J C J M. Changing concepts of 'land' in economic theory: From single to multi-disciplinary approaches. *Ecological Economics*, 2006, 56(1): 5-27.
- [18] 仇江啸, 王效科, 逯非, 欧阳志云, 郑华. 城市景观破碎化格局与城市化及社会经济发展水平的关系——以北京城区为例. 生态学报, 2012, 32(9): 2659-2669.
- [19] 齐杨, 郭建国, 李建龙, 于洋, 彭福利, 孙聪. 中国东西部中小城市景观格局及其驱动力. 生态学报, 2013, 33(1): 275-285.
- [20] 李伟峰, 欧阳志云, 王如松, 王效科. 城市生态系统景观格局特征及形成机制. 生态学杂志, 2005, 24(4): 428-432.
- [21] 夏沁芳. 北京统计年鉴 2013. 北京: 中国统计出版社, 2013.
- [22] 全泉, 田光进. 基于 GIS 的北京市城乡景观格局梯度时空变化研究. 生态科学, 2008, 27(4): 254-261.
- [23] 肖瑶, 王艳慧, 尹川. 北京城区近 20 年土地利用变化及其驱动力. 测绘与空间地理信息, 2013, 36(7): 29-32.
- [24] 孙亚杰, 王清旭, 陆兆华. 城市化对北京市景观格局的影响. 应用生态学报, 2005, 16(7): 1366-1369.
- [25] 阳文锐, 李锋, 何永. 2003-2011 年夏季北京城市热景观变化特征. 生态学报, 2014, 34(15): 4390-4399.
- [26] 郭建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [27] 李卫锋, 王仰麟, 彭建, 李贵才. 深圳市景观格局演变及其驱动因素分析. 应用生态学报, 2004, 15(8): 1403-1410.
- [28] 王美玲, 邴龙飞, 郝凤明, 吴瑞, 耿涌. 老工业搬迁区土地利用变化时空特征及其驱动力——以沈阳市铁西老工业区为例. 应用生态学报, 2013, 24(7): 1969-1976.
- [29] 路鹏, 苏以荣, 牛铮, 吴金水. 湖南省桃源县县域景观格局变化及驱动力典型相关分析. 中国水土保持科学, 2006, 4(5): 71-76.
- [30] Peng J, Wang Y L, Zhang Y, Wu J S, Li W F, Li Y. Evaluating the effectiveness of landscape metrics in quantifying spatial patterns. *Ecological Indicators*, 2010, 10(2): 217-223.
- [31] 吴健生, 王政, 张理卿, 宋静. 景观格局变化驱动力研究进展. 地理科学进展, 2012, 31(12): 1739-1746.
- [32] Zhao S Q, Da L J, Tang Z Y, Fang H J, Song K Y. Ecological consequences of rapid urban expansion: Shanghai, China. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2006, 4(7): 341-346.
- [33] Li Y R, Long H L, Liu Y S. Industrial development and land use/cover change and their effects on local environment: a case study of Changshu in eastern coastal China. *Frontiers of Environmental Science & Engineering in China*, 2010, 4(4): 438-448.
- [34] 周亮进, 由文辉. 闽江河口湿地景观格局动态及其驱动力. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2007, (6): 77-87.
- [35] 马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统. 生态学报, 1984, 4(1): 1-9.
- [36] Nüsser M. Understanding cultural landscape transformation: Aerial photographic survey in Chitral, eastern Hindukush, Pakistan. *Landscape and Urban Planning*, 2001, 57(3/4): 241-255.
- [37] 王静爱, 何春阳, 董艳春, 高玲, 徐伟. 北京城乡过渡区土地利用变化驱动力分析. 地球科学进展, 2002, 17(2): 201-208.
- [38] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析. 地理学报, 2000, 55(2): 151-160.
- [39] Zhou Z Z. Landscape changes in a rural area in China. *Landscape and Urban Planning*, 2000, 47(1/2): 33-38.
- [40] 北京市城市规划设计研究院. 北京城市总体规划(2004 年-2020 年)实施评估. 内部资料, 2011.
- [41] 黄庆杰, 王新. 农村集体建设用地流转的现状、问题与对策——以北京市为例. 中国农村经济, 2007, (1): 58-64.
- [42] 刘向南, 许丹艳. 城乡统筹发展背景下的集体建设用地规划管理研究. 城市发展研究, 2010, 17(9): 85-89.
- [43] 倪锋, 于彤舟, 张悦. 加强农村集体建设用地规划管理初探——以北京地区为例. 城市发展研究, 2009, 16(1): 64-69.