

北京市生态用地空间演变与布局优化研究

关小克¹, 张凤荣², 王秀丽², 赵华甫³, 姜广辉⁴

(1. 郑州轻工业学院 社会发展研究中心, 郑州 450002; 2. 中国农业大学 资源与环境学院, 北京 100193; 3. 中国地质大学 土地科学技术学院, 北京 100083; 4. 北京师范大学 资源学院, 北京 100875)

摘要: 以北京市为例,在全面探讨生态用地内涵的基础上,综合运用GIS技术和景观格局理论,分析生态用地空间的演变规律,通过对生态用地的生态服务功能、景观空间结构和生态敏感性的全面分析,构建生态用地空间重要性的评价模型,并以重要生态用地空间为刚性框架,分别按照保留城市面积40%,50%,60%作为重点生态用地的情景,提出北京市城市生态用地空间的布局模式。结果表明:基于保护重点生态用地的城镇发展格局,既能够不以牺牲土地利用的经济价值为代价,又能够保障城市基本生态系统服务及其安全格局,是实现“效率”与“安全”双赢的良好空间布局。

关键词: 生态用地;演变;布局;北京市

中图分类号: F129.9

文献标志码: A

文章编号: 1003-2363(2013)03-0119-06

0 引言

在快速城镇化的背景下,受城市向外扩张及郊区城市化作用共同推动,城市郊区大量的农地被非农化利用^[1-3],使得城市农业及生态空间大量被侵占和割裂,土地生态环境日益恶化,区域发展可持续性受到严重挑战。土地作为城市的自然载体,是城市生态安全的核心组成要素,而由城市用地扩展而引起生态环境变化,也是生态安全研究的重点^[4-6]。城市生态安全格局维护着城市生态系统结构和过程的健康与完整,既是实现城市精明保护与增长的刚性格局,也是城市及其居民持续获得综合生态系统服务的基本保障^[7]。众多学者运用景观生态学、城市生态学、地理学等学科,对城市用地空间扩展过程中生态环境变化及城市用地空间扩展对城市生态安全的响应进行了卓有成效的探讨^[8-21]。

由于城市化对城市地域范围内生态系统的结构、功能的改变大多是不可逆转的类型^[22-24],并具有一定的空间异质特征,这些空间分异与人类活动、经济建设等的空间地域特点一起,决定了城市生态安全的空间格局。北京作为我国高度城市化区域的典型代表,历史上有着扎实的农业基础和良好的环境质量,但是建成区“摊大饼”式的大规模扩张对原有的自然和生态价值空间造成了较大的冲击,导致城市空间结构不尽合理、优质农业土壤快速退化、水资源严重短缺、景观破碎化趋势明显、绿色空间体系没有形成等系列问题的出现,扩张型的增长模式已经难以维系。在此背景下,北京市依据发展中

承载的不同功能,制定了首都功能核心区(东城区、西城区)、城市功能拓展区(石景山区、海淀区、丰台区、朝阳区)、城市发展区(通州区、顺义区、大兴区、昌平区、房山区)和生态涵养区(门头沟区、平谷区、怀柔区、密云区、延庆区)等城市功能区,并划定限制建设区,保护森林、河湖、湿地等生态敏感地区,积极进行绿化隔离地区、森林公园、生态廊道、城市公共绿地等生态环境建设,具有生态保护倾向的新的用地形式逐步出现在城市、农林与环保规划和政府批文中。但是北京市的资源环境问题依然突出,良性生态系统尚未形成,生态治理任务非常繁重。如何根据区域的自然、经济、社会特征,明确生态用地的范围和内涵,合理布局和保护生态用地空间以获取较高的空间资源配置效率,促进经济社会与生态环境协调发展,显得十分迫切和必要。

因此,本研究以北京市为例,从复杂的土地利用/土地覆盖变化中分离出生态性用地空间的变化特征,有针对性地定量研究生态用地变化过程及其特征,应用生态安全格局理论和方法,以优化城市空间结构、降低生态风险、推进宜居城市建设为目标,在生态用地空间重要性评价的基础上,提出区域和城市生态安全格局的空间布局模式,丰富城市生态安全研究内容,为快速城市化地区生态环境的可持续利用提供科学依据。

1 区域概况与研究方法

1.1 研究区域概况

北京市国土面积16 410 km²,平原占38.71%,山区占61.29%。2010年全市常住总人口为1 961.9万人,其中城镇人口达1 686.4万人,农村地区人口275.5万人。作为大城市小郊区的典型代表,在城市要素向郊区扩散的过程中,由于城市经济活动的强度和密度在增

收稿日期: 2012-07-15; 修回日期: 2013-03-16
基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(40901287); 国家自然科学基金基金项目(41271535); 农业部公益性行业科研专项(200903009)
作者简介: 关小克(1981-),男,河南汝州市人,讲师,博士,主要从事土地资源评价研究, (E-mail) guan1014@163.com。

大,加之城市空间的非理性扩张,造成发展和保护的双重矛盾,给有限的土地资源利用带来了空前的压力。

2001—2010 年间,北京市城乡建设用地从占土地总面积的 16.38% 增加到 20.57%,由于土地利用的空间互斥性,城市建设用地与生态用地矛盾十分突出。为了实现“国家首都、世界城市、文化名城、宜居城市”的发展目标,北京市亟需维持优良的城市生态质量,提供宜居的生态环境,对维持城市和区域生态系统健康起重要作用的生态用地空间进行保护性的布局 and 引导。

1.2 数据处理与研究方法

生态空间对于维护区域生态环境健康具有重要作用。众多学者从不同角度对生态用地空间的概念给予相应的解释^[23-26],自然保护区、生态公益林等作为生态用地空间,已得到学者们的公认,而 R. Costanza 等认为城市扩张所占用的森林、农田、草地、湿地、水域等非建设用地发挥着重要的生态服务功能^[27]。参照相关研究对生态用地的界定,凡是具有生态服务功能、对于生态系统和生物生境保护具有重要作用的地区、地表无人工铺装、具有透水性的地面都可作为生态空间的范畴,包括农田、林地、草地、水域、沼泽等。对生态空间概念的界定是由土地资源的稀缺性和不可替代性决定的,是在工业化和城市化快速发展阶段对区域环境保护认识的深化,是应对日益严峻的城市生态环境的一种响应。

数据主要来源于北京市土地利用变更数据(2001, 2010)、北京市土壤数据库、北京市 DEM(1:10 000)数字高程分布图、《北京市城市总体规划(2004—2020)》。将相关信息矢量化,统一各专题图件空间投影坐标系,获取评价指标的属性数据,建立相应的空间数据库。

参照全国过渡时期土地分类体系,基于区域特点和研究对比的需要,在 ArcGIS 9.2 的支持下,将两期土地利用数据中的耕地、园地、林地、牧草地、水利设施用地、未利用土地、其他土地 7 个二级地类提取,综合归并为绿色生态空间用地(耕地、园地、林地、牧草地、其他农用地)、蓝色生态空间用地(水库水面、河流水面、湖泊水面、养殖水面、苇地、滩涂、坑塘水面)、未利用生态空间用地(未利用土地)。通过对两期数据的对比,剖析生态用地空间的演变规律,在此基础上,以 2010 年土地利用现状为基础,根据对生态用地所处的空间位置及所具有的服务功能,选取有代表性的指标因子构建生态用地空间重要性评价指标体系,通过对指标数据的分析、计算,实现对城市生态用地空间的定量化表达,为生态用地空间的优化布局和引导提供科学参考。

2 生态用地空间演变的定量分析

2.1 生态用地空间的规模结构变化

北京市城市生态用地空间由 2001 年的 13 721.51

km² 减少至 2010 年的 13 033.09 km²,平均每年减少 76.49 km²,城市空间扩展导致生态空间在逐步地收缩。从生态空间的构成来看,以耕地、园地、林地等农用地为主的绿色空间由 11 072.48 km² 减少至 10 959.81 km²,其中耕地、园地、林地、草地分别由 2001 年的 3 088.90, 1 143.33, 6 791.45, 48.80 km² 演变为 2010 年的 2 316.88, 1 316.26, 7 312.85, 13.82 km²,绿色空间中耕地与草地的面积均呈现下降的趋势,园地和林地面积出现较大幅度的增加;由于用水需求量的不断增长,在地表水资源日益减少而再生资源尚没有得到充分利用的情况下,地下水被严重超采,城市硬化的地表阻碍了地下水回补,加上农田围垦,导致河湖库塘、滩涂等具有较大生态服务功能价值的蓝色空间规模由 789.74 km² 迅速下降至 545.32 km²,另一方面,河道渠化、固化也在一定程度上加剧了水环境的恶化,降低了水质净化和提供生境等多方面的生态功能;随着区域土地利用强度的增大,逐步加大了对未利用的开发利用,未利用地生态空间由 2001 年的 1 859.28 km² 减少至 2010 年的 752.31 km²。

考虑到区域实际情况,仅研究功能拓展区、发展新区和生态涵养区的生态用地面积的变化情况,结果表明,随着城市化进程的推进,北京市生态用地空间在不同城市功能区表现出明显的区域差异(表 1)。就绿色空间而言,与 2001 年相比,2010 年 3 个区域的耕地面积都出现了下降,而林地面积则均呈现出增加的势头;蓝色空间在 3 个功能区均呈现出大幅下降,在功能拓展区、发展新区和生态涵养区的降幅分别为 26.04%, 28.81%, 35.14%;未利用空间主要分布在生态涵养区,随着开发强度的增加,未利用空间规模迅速减小,现有规模仅为 2001 年的 28.07%。

2.2 生态用地空间的景观结构变化

将 2001, 2010 年提取的生态用地以 20 m×20 m 做栅格化处理,借助于 FRAGSTATS 3.3 软件对区域生态用地的斑块数量、平均斑块面积、边界密度等指标进行判读,进而分析北京市域内生态用地空间的演变特征。由于城市化、土地开垦等多种人类活动的逐步加剧,直接导致生态用地空间的改变,而这种现象在城市近郊区尤为明显。2001—2010 年间功能拓展区、发展新区及生态涵养区的斑块数量(number of patches)均呈现大幅增加,而平均斑块面积(mean patch area)均明显下降,表明生态用地空间由成片分布趋于破碎化、分离化,形状由团聚状向不规则的多边形演化;边界密度(edge density)在发展新区明显上升,平均斑块面积急剧减小,说明该区域生态用地的斑块破碎化程度最为激烈;生态涵养区的边界密度有所下降,平均斑块面积也呈现减小趋势,说明随着人类活动的加强,该区域生态用地斑块的形状趋于规则化(表 2)。

表 1 2001,2010 年北京市域生态用地空间规模变化

Tab. 1 Composition variation of the eco-space of Beijing in 2001 and 2010

km²

项目	功能拓展区		发展新区		生态涵养区	
	2001	2010	2001	2010	2001	2010
绿色空间	482.62	398.87	4 004.75	3 996.62	6 593.64	7 336.14
其中:耕地	228.97	107.90	1 929.27	1 442.38	930.66	766.60
林地	197.57	199.67	1 548.35	1 523.05	5 009.53	5 590.13
蓝色空间	62.48	46.21	329.48	234.56	393.35	255.13
未利用地生态空间	29.91	11.59	599.80	416.35	1225.42	344.00
生态用地总规模	575.01	456.67	4 934.03	4 647.53	8 212.41	7 935.27

表 2 2001,2010 年北京市域生态空间景观指数变化

Tab. 2 Variation of landscape index

of the eco-space in Beijing in 2001 and 2010

类型	功能拓展区		发展新区		生态涵养区	
	2001	2010	2001	2010	2001	2010
斑块数/个	2 569	8 852	8 569	34 051	10 658	26 592
平均斑块面积/hm ²	22.37	5.20	57.53	13.95	76.99	30.74
边界密度	19.16	19.64	17.13	21.20	25.58	18.71

3 生态用地空间的布局与引导

农业土地利用比较效益低是我国农地非农化的主要根源^[28],在巨大的利用效益差异之下,北京市近郊区的农地被逐步非农化利用,传统上整齐划一的农田斑块被细碎化切割,生态服务功能被大打折扣。决策部门虽然提出了“三圈九田多中心”用地空间结构,努力实现“红绿黄蓝和谐”的土地利用目标(“红”指建设用地,“绿”指林地等生态性用地,“黄”指耕地等农业生产用地,“蓝”指河、湖水系),也试图通过对远郊未利用地的开发来维持一定的绿色空间规模,但由于对生态用地空间不同的认识和理解,以及缺乏系统的规划布局与引

导,导致整体生态环境持续恶化的事实难以被遏制。

生态用地空间的布局 and 引导,需要在满足经济社会发展目标的背景下,综合平衡城市的生态、文化与发展各方面的需要,根据生态用地在城市生态安全的重要程度,提出相应的响应措施,保留足够数量的生态用地以维持城市生态系统健康。在生态安全格局评价中,为了避免因选取不适当的评价指标,导致评价结果偏离实际,本研究综合考虑各方面影响因素,以生态用地空间现状为基础,结合研究区域生态系统的具体特点,从生态服务功能、景观空间结构和生态敏感性等方面选取评价因子,利用综合评价模型进行定量评价。

3.1 生态用地空间重要性评价模型

以生态安全的相关理论为指导,指标的选取以代表性和数据的可获取性为原则,构建生态用地空间重要性的指标评价体系。由于评价指标的类型复杂,对各项指标的量纲进行统一处理,评价因子对生态系统的正向影响越大其数值亦越大,以 1,2,3,4,5 表示,确定各指标的分级赋值标准,各指标权重通过层次分析法获取(表 3)。在评价过程中为了保护珍稀濒危动植物分布区,直接将自然保护区列入必须保护的区域。

表 3 生态用地空间重要性评价指标体系

Tab. 3 Characteristics, criteria and weights of indices in ecological land important evaluation

系统层	指标层	因子分级及分值					权重
		5 分	4 分	3 分	2 分	1 分	
生态服务功能	用地类型	水域	耕地	林地/园地	草地	未利用地、其他农用地	0.153
	地块面积/hm ²	≥20	[15,20)	[10,15)	[5,10)	<5	0.097
	水源涵养区	一级水源保护区	二级水源保护区	三级水源保护区		其他区域	0.119
景观空间结构	与种子斑块的距离/m	≤1 000	(1 000,2 000]	(2 000,3 000]	(3 000,4 000]	>4 000	0.105
	距离河流的距离/m	≤500	(500,1 000]	(1 000,1 500]	(1 500,2 000]	>2 000	0.078
生态敏感性	坡度/(°)	≤2	(2,5]	(5,8]	(8,15]	>15	0.122
	地质条件	适宜区	较适宜区	较不适宜区		不适宜区	0.085
	土壤质地	中壤	轻壤	重壤	砂壤	砾质	0.148
	土层厚度/cm	>150	(100,150]	(60,100]	(30,60]	>30	0.092

3.1.1 生态服务功能。生态用地空间的重要性首先与其土地类型有关,人们对于森林、草地、湿地等系统的生

态服务功能研究较多,对农田尤其是耕地的生态服务功能则重视不够。实际上,农田具有重要的生态服务功

能,农田在生物多样性与维持营养物质贮存与循环、调节气候、降解有害有毒物质、减轻自然灾害等方面有重要作用。农田作为人工生态系统,接受了更多的物质投入,是一个快速循环的高生产性生态系统,其生物生产量比林木和草坪大得多,因此,农田的生态服务功能可能还优于林地和草地生态系统^[29]。参照相关研究成果,制定出用地类型的量化分值。生态用地的重要性受生态活力的影响,生态系统的活力越高,区域的承载能力、生物多样性和抗干扰能力就越强。生态活力与土地面积大小密切相关,生态用地的土地面积越大,其调节、涵养功能就越强。基于北京市城市规划对区域内的水源涵养区所划分的等级,分别赋予其相应的评价分值。

3.1.2 景观空间结构。保护大型生态用地和维护自然景观格局的连续性是生态系统可持续发展和生物多样性保护的重点内容。北京市城市规划从保护生物多样性角度,构筑了海坨山、百花山、东灵山、雾灵山等自然保护区,这些保护区的建设不仅保护了北京特有的动植物资源,也在保护水土资源、调节区域气候方面起到作用^[30]。河流在提高城市景观质量、改善城市空间环境、调节城市温度湿度、维持正常的水循环等方面也起着重要作用。以维护自然景观格局的连续性为标准,选取研究区域中自然保护区作为种子斑块,以生态用地单元与种子斑块的距离值,以及生态用地与河流的距离作为评价指标,对其空间属性进行赋值,从而判定景观单元的空间结构。

3.1.3 生态敏感性。土壤是人类赖以生存和发展的重要自然资源,它可以同时发挥多种功能,在地表无人工

铺装的情况下,土壤的缓冲和过滤性质可以表现出土壤对物质的物理化学吸附、反应能力,同时土壤中各种微生物的种类与数量、酶活性等,是反映土壤栖息地与基因库功能的重要指标。为了反映区域生态的敏感性,从研究区面临的实际问题出发,根据数据的可获取性,经过相关学科专家的多次讨论,选取土壤质地、土层厚度等因子,将其与坡度、地质适宜分区相结合,以综合反映区域的生态敏感性。

3.2 基于发展目标的重点生态用地空间布局

生态用地空间的重要性评价可为北京市的生态用地空间布局提供科学参考。以城市生态用地空间的重要程度指数来反映生态用地需保护的级别,指数分值区间为[0,5],指数越高,需要保护的级别越高。西北部山区作为北京市生态屏障和水源保护地,广泛分布着自然保护区和水资源保护区,且林地斑块较大,该区域的土地利用不仅影响着平原区的水资源和生态环境安全,而且关系到全市的社会经济可持续发展。俞孔坚等提出的“反规划”理念,是通过布局生态基础设施引导和框限城市的空间发展^[28]。本研究将重要生态用地作为城市生态规划的根本前提和城市建设不可逾越的刚性界限,强调优先保护基本生态系统服务的安全格局,将一般生态用地作为建设占用的发展预备空间,为经济发展提供土地资源。将生态用地空间重要性评价分值从高到低排序,分别以国土面积的 40%,50%,60% 为标准,从评价结果中提取相应的生态用地给予重点保护,从而形成低、中、高 3 种级别的生态用地布局方案(图 1)。

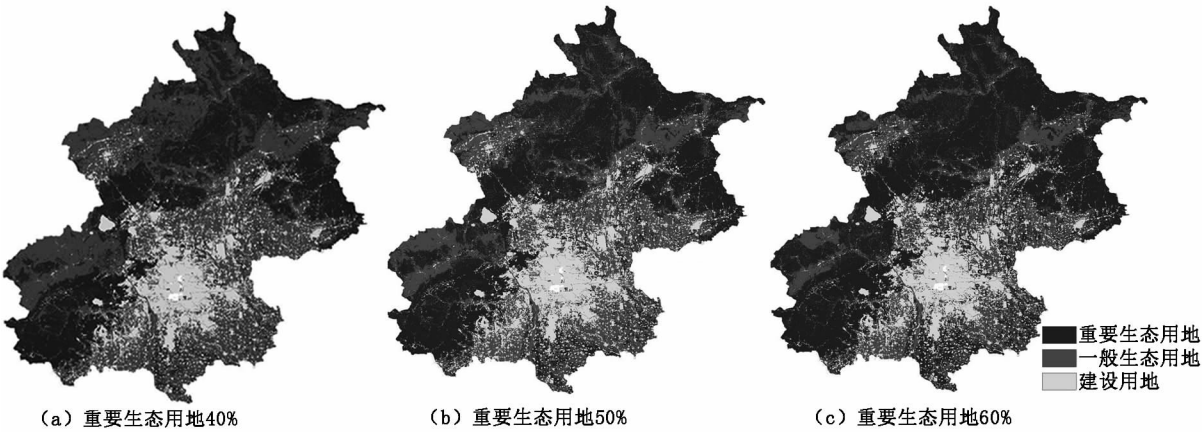


图 1 不同占比的重要生态用地空间分布

Fig. 1 The spatial distribution of the important ecological land with different proportion of the city area

3.2.1 低级别生态用地布局方案。当提取的重要生态用地面积占北京市国土面积的 40% 时,多数生态种子斑块(如百花山、灵山、松山、云蒙山等自然保护区,妙峰山、八达岭等森林公园,周口店、潭柘—戒台等文化遗产资源)均被列入重要的生态用地范围得以强化保护,但重要生态用地斑块在空间分布呈现明显的孤立性,斑块间缺少有效的廊道链接,中心城区周边均为一般性的生

态用地空间,生态用地布局与宜居城市建设并未形成有效衔接。该种方案最大限度地提供可供建设占用的极限空间,是生态让渡建设的极限(图 1a)。

3.2.2 中级别生态用地布局方案。当提取的重要生态用地空间的面积占国土面积的 50% 时,生态种子斑块边缘的生态景观有所增加,环西北山区的重要生态用地空间的连通性有所增强,种子斑块与水资源保护区等重要

生态用地之间的生态廊道基本形成,中心城区附近的部分非建设用地也被列入重要的生态用地空间,但各重要生态斑块空间之间的连续性不够,并未形成约束城市扩张的刚性空间,无法有效控制城市的蔓延扩展(图1b)。

3.2.3 高级别生态用地布局方案。当提取的重要生态用地面积占北京市国土面积的60%时,北京西北山区的松山、灵山、云蒙山、密云水库、官厅水库等重要的生态源地,通过水系、林带等线性元素构成呈基质—斑块—廊道镶嵌格局的生态基础设施网络,种子斑块间的景观连通性明显提高,相互之间建立了有机联系。在平原地区重要生态用地广泛点缀在一般生态用地中间,中心城区与新城之间被重要的生态用地斑块填充,从而将北京市全境内的生态种子斑块关联在一起,控制北京市景观生态安全格局的生态支撑带基本形成。说明将至少60%国土面积列入重点生态用地,并给予严格保护,是推进宜居城市建设的理想区间。为此,要在中心城区周边强化绿化隔离带的建设,积极推进农村土地综合整治工作,以重点生态用地布局为依托,推动“一轴两带多中心”城市空间的形成(图1c)。

4 结语

在城市发展和生态保护的双重压力下,如何通过合理布局生态用地从而高效地恢复和增强土地系统的生态服务功能,增强城市对自然灾害的抵御能力和免疫力,是摆在广大专家学者面前的一个棘手问题。极端的环境保护主义和唯利是图的开发行为都不能使一个建设项目得到圆满的结果^[32]。本研究在参考相关研究的基础上^[5,33],依据生态用地的生态服务功能、景观空间结构和生态敏感性,结合生态用地的不可替代性和现状空间格局,提出了重要生态用地和一般生态用地的概念。一般生态用地可作为建设用地布局的弹性空间,通过科学合理的空间格局的设计,既不牺牲土地利用的经济价值,又能满足经济发展的要求,同时也拥有生态与环境的安全,保障了城市基本生态系统服务。

为了提高重要生态用地空间布局实施的力度,可以发挥耕地的生产、生态功能,将农田纳入重要生态用地空间,实施高效农业、生态农业和现代服务业相结合的发展策略,加大对农村土地的整治力度,避免村庄周边的优质农田被不断侵蚀,以规划指导和引导工业向园区集中、人口向城镇集中、居住向社区集中,从而积极推动北京市宜居城市建设。数据资料的量化处理是本方法应用的制约因素,一些重要的评价因子在一定程度上将影响评价结果的科学性,由于生态用地重要性评价领域缺乏统一的标准,对相关参评因子的量化处理不易规范。如何构建科学有效的生态用地重要性评价方法,引导城市空间的合理开发和利用,应是今后城市规划和布局领域研究的重点。

参考文献:

- [1] 李晓文,方精云,朴世龙,等.上海城市用地扩展强度、模式及其空间分异特征[J].自然资源学报,2003,18(4):412-422.
- [2] 朱振国,姚士谋,许刚.南京城市扩展与其空间增长管理的研究[J].人文地理,2003,18(5):11-16.
- [3] 王玉洁,李俊祥,吴健平,等.上海浦东新区城市化过程景观格局变化分析[J].应用生态学报,2006,17(1):36-40.
- [4] 龚建周,夏北成.城市生态安全水平的空间分异与动态转移特征——以广州市为例[J].生态环境学报,2009,18(1):210-215.
- [5] 张林波,李伟涛,王维.基于GIS的城市最小生态用地空间分析模型研究——以深圳市为例[J].自然资源学报,2008,23(1):69-78.
- [6] 张健,高中贵,濮励杰.经济快速增长区城市用地空间扩展对生态安全的影响[J].生态学报,2008,28(6):2799-2810.
- [7] 俞孔坚,王思思,李迪华,等.北京市生态安全格局及城市增长前景[J].生态学报,2009,29(3):1189-1204.
- [8] 唐秀美,赵庚星,路庆斌.基于GIS的滨海集约农区耕地生态环境评价研究[J].农业工程学报,2007,23(5):69-74.
- [9] Watt A S. Pattern and Process in the Plant Community [J]. Journal of Ecology, 1947, 35(1):1-22.
- [10] Wiens J A, Stenseth N C, Home B V, et al. Ecological Mechanisms and Landscape Ecology [J]. Oikos, 1993, 66(3):369-380.
- [11] 白露,白永秀,薛耀文,等.中国省区循环经济预评估及区域差异研究[J].地理科学,2007,27(2):149-155.
- [12] 张浩,马蔚纯,HO Hon Hing. 基于LUCC的城市生态安全研究进展[J].生态学报,2007,27(5):2109-2117.
- [13] 杨杨,吴次芳,韦仕川.浙江省人地关系变化阶段特征及调整策略[J].中国人口·资源与环境,2007,17(1):61-65.
- [14] Kullenberg G. Regional Co-development and Security: A Comprehensive Approach [J]. Ocean & Coastal Management, 2002, 45(11-12):761-776.
- [15] Calow P. Critics of Ecosystem Health Misrepresented [J]. Ecosystem Health, 2000, 6(1):3-4.
- [16] 关小克,吴克宁,王秀丽,等.灰关联分析在城市生态安全评价中的应用[J].安全与环境学报,2008,8(1):105-108.
- [17] 关小克,张凤荣,郭力娜,等.北京市耕地多目标适宜性评价及空间布局研究[J].资源科学,2010,32(3):580-587.
- [18] 文琦,刘彦随,王建兴.生态脆弱区土地利用格局演变

- 及其生态响应——以榆林市为例[J]. 地域研究与开发, 2010, 29(2): 104 – 109.
- [19] 唐密, 石铁矛, 胡月萍, 等. 沈阳市城市用地生态布局调整研究[J]. 规划师, 2012, 28(2): 100 – 104.
- [20] 卫海燕, 王莉, 方皎, 等. 城市化发展水平对生态环境压力的影响研究——以西安市为例[J]. 地域研究与开发, 2010, 29(5): 94 – 98.
- [21] 史永亮, 王如松, 陈亮, 等. 基于景观格局优化的北京市域生态环境保育途径[J]. 地域研究与开发, 2007, 26(2): 97 – 101.
- [22] Luck M, Wu J. A Gradient Analysis of Urban Landscape Pattern: A Case Study from the Phoenix Metropolitan Region, Arizona, USA [J]. Landscape Ecology, 2002, 17(4): 327 – 339.
- [23] Clergeau P, Jokimaki J, Snep R. Using Hierarchical Levels for Urban Ecology [J]. Trends in Ecology and Evolution, 2006, 21(12): 660 – 661.
- [24] 龚建周, 夏北成. 广州 1990—2005 年植被覆盖度的时空变化特征[J]. 生态环境, 2006, 15(6): 1289 – 1294.
- [25] 谢高地, 鲁春霞, 甄霖, 等. 生态赤字下非再生资源对生态空间的替代作用[J]. 资源科学, 2006, 28(5): 2 – 7.
- [26] 郭荣朝, 苗长虹. 城市群生态空间结构研究[J]. 经济地理, 2007, 27(1): 104 – 107.
- [27] 陈婧, 史培军. 土地利用功能分类探讨[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2005, 41(5): 536 – 540.
- [28] 邓小文, 孙貽超, 韩士杰. 城市生态用地分类及其规划的一般原则[J]. 应用生态学报, 2005, 16(10): 2003 – 2006.
- [29] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital [J]. Nature, 1997, 387(6630): 253 – 260.
- [30] 曲福田, 陈江龙, 陈雯. 农地非农化经济驱动机制的理论分析与实证研究[J]. 自然资源学报, 2005, 20(2): 231 – 241.
- [31] 张凤荣, 赵华甫, 陈阜, 等. 都市型现代农业产业布局[M]. 北京: 中国石油大学出版社、中国农业大学出版社, 2007: 50 – 59.
- [32] 关小克, 张凤荣, 李乐, 等. 北京市耕地后备资源开发适宜性评价研究[J]. 农业工程学报, 2010, 12(10): 304 – 311.
- [33] 俞孔坚, 李迪华, 刘海龙. “反规划”途径[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
- [34] 俞孔坚, 李迪华, 段铁武. 敏感地段的景观安全格局设计及地理信息系统应用——以北京香山滑雪场为例[J]. 中国园林, 2001(1): 11 – 16.
- [35] 俞孔坚, 王思思, 李迪华, 等. 北京城市扩张的生态底线——基本生态系统服务及其安全格局[J]. 城市规划, 2010, 34(2): 19 – 24.

Spatial Evolution of Urban Ecological Land and Its Distribution Optimization in Beijing

Guan Xiaoke¹, Zhang Fengrong², Wang Xiuli², Zhao Huafu³, Jiang Guanghui⁴

(1. Social Development Research Center of Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China; 2. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 3. School of Land Science and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 4. College of Resources Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Taking Beijing as a case study, the ecological land spatial evolution was analyzed based on ecological pattern theory. With the support of GIS technique, evaluation model for the importance of urban ecological land was established, and the model was designed to account for ecological service function, landscape spatial structure and ecological sensitivity analysis. The important ecological land is used as the framework to delineate future urban growth patterns. Meanwhile, according to three scenes which important urban ecological land occupies the area of the whole city respectively by 40%, 50% and 60%, it analyzed the reasonable spatial distribution of important urban ecological land. The outcome demonstrated that the important ecological land can effectively retain the integrity of ecological processes and prevent urban sprawl, the urban growth pattern based on important ecological land can both satisfy the requirements of competing land uses and establish a solid landscape infrastructure to safeguard the natural resources in Beijing.

Key words: ecological land; evolution; distribution; Beijing City