

# 北京市土地利用空间结构特征分析

何英彬<sup>1,2,3</sup>, 陈佑启<sup>1,3\*</sup>, 李志斌<sup>3</sup>, 姚艳敏<sup>1,3</sup>, 唐鹏钦<sup>3</sup>

(1. 农业部资源遥感与数字农业重点开放实验室, 北京 100081; 2. 呼伦贝尔草原生态系统国家野外科学观测研究站, 北京 100081; 3. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081)

**摘要:** 分析北京市土地利用空间结构特征, 对于北京市未来土地的合理利用具有重要意义。该文从景观、经济和生态 3 方面着手, 应用区域土地利用类型多样化程度指数、土地利用程度综合指数、经济密度指数及生态价值等指标, 借助 1 km×1 km 网格进行空间表达, 阐述了 2006 年北京市土地利用空间结构特征。研究表明: 2006 年北京市土地利用类型比较齐全, 北京市土地利用/覆盖多样化指数和土地利用程度指数呈由西北山区向东南平原逐渐增大的过渡趋势; 2006 年北京市平均土地经济密度为 47.97×10<sup>6</sup> 元/km<sup>2</sup>; 北京市西北林区经济密度最低, 而城镇区域最高, 且集中连片; 2006 年北京市总体生态价值约为 13 488.13×10<sup>6</sup> 元, 每平方千米约为 0.82×10<sup>6</sup> 元, 略高于全国平均水平。建议提高土地利用效率, 使北京土地利用走上可持续发展的道路。

**关键词:** 土地利用, 经济, 生态, 空间特征, 景观, 北京

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2010.02.054

中图分类号: F301-24

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2010)-02-0313-06

何英彬, 陈佑启, 李志斌, 等. 北京市土地利用空间结构特征分析[J]. 农业工程学报, 2010, 26(2): 313-318.

He Yingbin, Chen Youqi, Li Zhibin, et al. Analysis on spatial structural characteristics of land use of Beijing City[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(2): 313-318. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

北京是中国的首都, 也是中国的政治、文化中心, 北方的经济中心, 北京市的土地资源经过长期的自然与人文因素综合作用, 形成了较为独特的土地利用特征, 很多学者从不同角度研究了北京市土地利用状况<sup>[1-8]</sup>。由于北京市经济发展迅速、城市人口膨胀剧烈及建设用地需求旺盛, 因此人地关系较为紧张, 耕地保护任务艰巨, 生态与环境保持具有一定挑战性。北京市土地利用空间结构真实地反映北京市土地资源利用状况及存在的问题, 分析北京市土地利用空间结构特征, 可以挖掘各类用地的潜力、统筹城乡土地利用、协调各种用地之间的矛盾并为北京市长期城市总体规划服务, 具有较强的应用价值。

目前, 关于北京市土地利用空间结构特征的研究较少, 尤其是打破行政界线的土地利用空间特征阐述更为缺乏。因此, 本文从景观、经济和生态 3 个方面系统地讨论了北京市土地利用空间结构特征, 提出了北京市未

来土地利用建议, 旨在为相关研究提供参考。

## 1 方法与数据来源

### 1.1 研究方法

#### 1.1.1 景观空间结构特征分析方法

区域土地利用类型多样化程度与土地利用程度是标识土地利用景观特征的两个重要指标。

区域土地利用/覆盖类型多样化程度是反映区域土地利用/覆盖类型总体结构和齐全程度的重要指标, 引用吉布斯-马丁(Gibbs-Martin)的多样化指数模型来度量北京土地利用/覆盖类型的多样化程度, 其模型为

$$GM = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n f_i^2}{\left(\sum_{i=1}^n f_i\right)^2} \quad (1)$$

式中:  $GM$ ——土地利用/覆盖类型多样化指数;  $f_i$ ——第  $i$  种土地利用/覆盖类型的面积。 $GM$  的值在 0~1 之间, 越趋近于 1 表示该区土地利用/覆盖类型多样化程度越高; 0 代表只有 1 种土地利用/覆盖类型。但  $GM$  受土地利用/覆盖类型数的影响, 一般地, 当有  $n$  种土地利用/覆盖类型时, 其最大值为  $(n-1)/n^2$ 。

土地利用程度反映了土地系统中人类因素的影响程度, 而土地系统本身是一个复杂的自然社会综合体。土地利用程度的分级原则见表 1, 其综合指数的定量化表达式

$$L_a = 100 \times \sum_{j=1}^n A_j \times C_j, L_a \in [100, 400] \quad (2)$$

式中:  $L_a$ ——土地利用程度综合指数;  $A_j$ ——第  $j$  级的土

收稿日期: 2008-12-30 修回日期: 2009-09-09

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(40930101); 农业部资源遥感与数字农业重点开放实验室基金资助(RDA0910); 948 项目“引进欧盟及美国区域农情遥感监测系统及其关键技术”(2009-Z31); 中国农科院农业资源与农业区划研究所中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助(200990124)

作者简介: 何英彬(1977—), 男, 博士, 主要从事农业遥感及土地利用方面的研究。北京市中关村南大街 12 号 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所遥感室, 100081。Email: yingbin\_he@yahoo.com.cn

\*通信作者: 陈佑启(1962—), 男, 主要从事土地利用研究。北京市中关村南大街 12 号 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 100081。

Email: chenyouqi@mail.caas.net.cn

地利用程度分级指数;  $C_j$ ——第  $j$  级土地利用程度面积百分比。根据式 (2) 可知, 土地利用程度综合指数是 1 个取值区间为 [100,400] 之间的连续函数。在一定单位网格区域内, 综合指数的大小反映了土地利用程度的高低<sup>[10]</sup>。由于土地利用/覆盖变化的驱动因子来源于自然和社会 2 方面, 因此通过土地利用程度综合指数, 可以很好地体现自然和人类社会因子对土地利用/覆盖的影响。

表 1 土地利用程度分级赋值

Table 1 Values for land use extent grades

土地利用程度分级	土地利用/覆盖类型	土地利用分级指数
未利用土地级	未利用地或难利用地	1
林、草、水用地级	林地、草地、水域	2
农业用地级	耕地、园地、人工草地	3
城镇聚落用地级	城镇、居民点、工矿用地、交通用地	4

为了详细描述北京土地利用/覆盖类型的多样化程度及其在空间上的分布, 可以采用  $1\text{ km} \times 1\text{ km}$  的网格单元, 分别计算网格单元内的  $GM$  和  $L_a$ 。

### 1.1.2 经济空间结构特征分析方法

为了分析北京市土地利用经济空间结构特征, 首先要确定北京市各土地利用类型的经济指标, 可以应用经济密度指标表达, 即每平方千米 GDP 值。根据 2006 年北京市统计年鉴, 可以查阅各类产业的 GDP 值, 第三产业较为详细, 第一、二产业较为粗略。为配合 2006 年北京市土地利用图的 12 种一类土地利用类型, 做了如下处理: 谷物、豆类对应耕地, 经济作物、蔬菜、瓜果及其他类属对应园地, 林业对应林地, 牧业对应草地, 渔业对应水域; 交通运输、邮政对应交通用地; 建筑业与房地产合并为住宅类型对应的 GDP; 工业对应工矿仓储用地; 信息传输、计算机服务及软件业、批发零售业、住宿餐饮业、金融业及租赁商务服务业对应商服用地; 公共管理与公共服务用地与特殊用地合并, 其余第三产业对应公共管理与公共服务用地; 其他用地类型 GDP 设为 0。农林牧渔及农用地内部耕地与园地的 GDP, 根据其总产值之间的比例关系, 分配其 GDP。

为了详细描述北京土地利用类型经济密度的空间异质性, 同样采用  $1\text{ km} \times 1\text{ km}$  的网格单元覆盖北京市全境, 分别计算网格单元内的不同土地利用类型面积比例, 并将比例值乘以相应的土地利用类型经济密度, 并将其相加得到每个单元格的平均经济密度。

### 1.1.3 生态空间结构特征分析方法

北京市土地利用生态特征, 可以应用生态价值进行分析。为了便于比较, 本文在计算时采用了 Costanza 等人研究得到的生态系统类型分类系统和生态功能效益<sup>[11]</sup>。为了详细描述北京土地利用类型生态特征的空间异质性, 也采用  $1\text{ km} \times 1\text{ km}$  的网格单元覆盖北京市全境, 分别计算网格单元内的不同土地利用类型面积比例, 并将比例值乘以相应的土地利用生态价值并将其相加, 得到每个单元格的平均生态价值。

## 1.2 数据来源

2006 年北京市  $1:100\,000$  比例尺的土地利用专题图由北京市国土资源局提供 (如图 1)。2006 年北京市社会经济统计数据来源于北京市统计局发布的《2006 年北京市统计年鉴》。

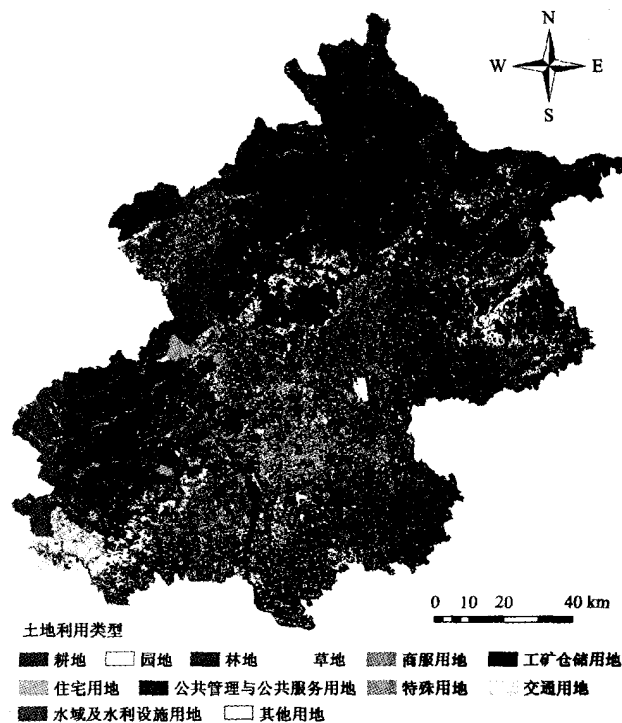


图 1 北京市主要土地利用类型图

Fig.1 Land use classification map for Beijing

## 2 结果与分析

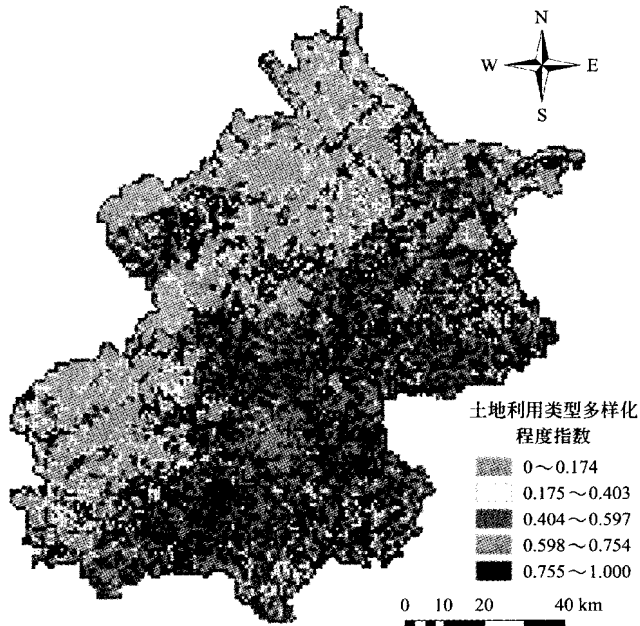
### 2.1 北京市土地利用景观空间结构特征

#### 2.1.1 北京市总体土地利用景观空间结构特征

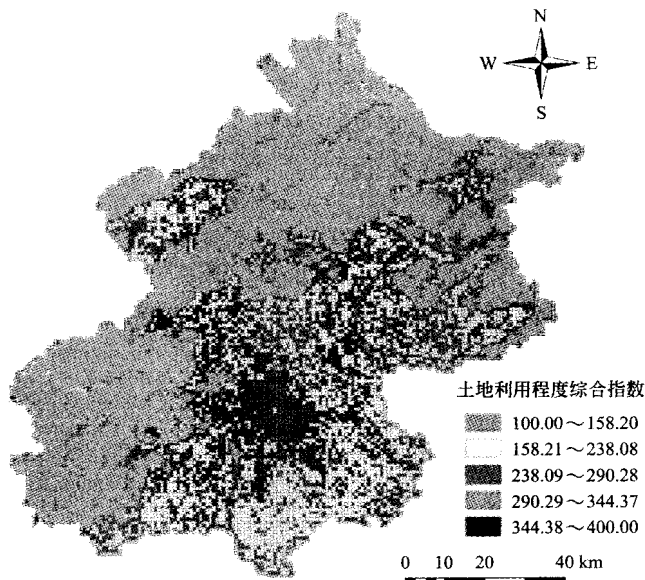
由图 2a 可知, 北京地区土地利用/覆盖类型多样化程度空间差异显著: 多样化指数最低的区域 ( $GM < 0.174$ ) 集中于北京的西北部半山区、山区, 为实现防风固沙、调节气候、保护环境、水土保持、涵养水源、构成绿色生态体系的目的, 这一地区退耕还林, 种植了大量树木, 形成了 3 道绿色生态屏障为主体的林地, 土地利用/覆盖类型比较单一; 北京市近郊城乡结合带混合用地区 and 远郊农业用地类型区的多样性指数最高,  $GM$  多超过 0.754, 这些地区是土地利用/覆盖变化最活跃的地区, 土地利用功能也多种多样, 出现城镇与乡村双重景观的土地利用格局, 在各种因素综合作用下, 土地利用/覆盖类型呈现多样化特点; 城市建设用地区的  $GM$  在 0.597~0.754 之间, 由于老城区内的城镇型土地利用类型比较齐全, 致使该区土地利用/覆盖类型多样性指数较高。中等多样性指数地区散布于从近郊到远郊山区、半山区的地带。总体来说, 土地利用/覆盖多样化指数呈由西北山区向东南平原地区逐渐增大的过渡趋势。

从  $1\text{ km} \times 1\text{ km}$  网格土地利用程度综合指数空间分布格局来看: 北京未利用土地极少, 整体利用程度较高。

城市建设用地类型区和近郊一部分地区土地利用程度最高，土地利用程度综合指数超过了 340；远郊半山区、山区土地利用程度较低且比较集中，综合指数介于 158~238；近郊城乡结合带混合用地区与远郊农业用地类型区的综合指数介于二者之间；土地利用程度综合指数同样呈现由西北山区向东南平原地区逐渐增大的过渡趋势（见图 2b）。



a. 北京市土地利用类型多样化程度指数图



b. 北京市土地利用程度综合指数图

图 2 北京市土地利用类型空间组合特征图

Fig.2 Spatial combination characteristics of land use classification

2.1.2 北京市主要土地利用类型景观空间结构特征

1) 耕地

北京市耕地主要集中在从顺义、通州到大兴的东南

部地区，呈“半圆环状”环绕城市地区，西北部仅有零星、离散分布；北京市耕地空间分布之所以呈现此特征，是因为顺义、通州、大兴是华北平原的一部分，地面平坦，土地较为肥沃，农业用地的规模扩大，不受丘陵山区地形的限制，提供了大量适宜耕地；而远郊半山区、山区的门头沟、怀柔、昌平、密云等区（县）由于地形地貌、坡陡土薄、土质较差等条件限制，耕地分布相对较少（见图1）。

2) 林地

北京市林地空间分布极不均衡，且呈明显的“条带状”特征分布于北京市的西北部，与东南平原区的耕地“半圆环”相互对应，构成有机整体；林地从平谷区的东北部外围开始，延伸至密云、怀柔、延庆东部，直至昌平西部及门头沟大部，一直到房山的西部，组成了一道绿色“屏风”；门头沟、怀柔、延庆、密云、昌平是林地分布高度集中的地区，多位于背离城市中心的方向，而其他区（县）相对较少，特别是大兴、通州、朝阳区；林地之所以呈现出此分布特征是因为北京市地势西北高、东南低；北有军都山，西有西山，两山交于南口关沟，形成 1 个向东南展开、向渤海倾斜的半圆形大山弯，林地分布相对集中于此（见图 1）。

3) 交通用地

从总体空间特征分析，北京交通用地呈“同心圆放射状”分布<sup>[12]</sup>。交通线路构成了北京市多层次、立体的交通系统，为北京市经济的快速发展奠定了良好的基础。从局部空间特征分析，在核心区内、特别是三环以内，交通道路“方格网状”特征明显。三环内是北京“老城区”，改革开放后，作为经济发展的核心区，其建设、交通用地起步较早，且发展较快，道路四通八达，形成了目前“方格网状”的形态特征<sup>[13]</sup>。

4) 住宅用地

北京的住宅用地在城市核心区呈“云片状”分布，在卫星城市呈“小组团状”分布；在城市中心区与卫星城镇的交通道路沿线及北京道路放射线两边成带状分布。住宅用地中图斑较大、较为密集的区域主要位于重要交通线附近，这主要是由于城市道路交通的建设，产生了区位优势及集聚效应，带动了交通便利地区住宅用地的的发展<sup>[14-16]</sup>。

2.2 北京市土地利用经济空间结构特征

北京市总体及各种不同土地利用类型的经济密度见表 2。由表 2 可知，2006 年北京市土地经济密度为  $47.97 \times 10^6$  元/ $\text{km}^2$ 。非农用地类型经济密度均高于平均水平，相反，农用地经济密度均低于平均水平。在各种用地类型中，商服用地经济密度最高，是经济密度最低的林地的 21 319 倍；而农用地中经济密度最高的是草地，其经济密度是林地的 99 倍；而在非农产业中，交通用地最低，商服用地是其 17.7 倍。这说明，北京市不同用地类型经济密度差异十分悬殊，农用地内部不同用地类型差异也很大，而非农用地的经济密度差异相对比较不是非常显著。

表2 2006年北京主要土地利用类型经济密度  
Table 2 Economic density of major land use types for Beijing in 2006

土地利用类型	面积/km <sup>2</sup>	产值/亿元	经济密度/(10 <sup>6</sup> 元·km <sup>-2</sup> )
北京市	16 408.36	7 870.3	47.97
工矿仓储用地	639.93	1 821.9	284.70
商服用地	196.9	3 047.5	1 547.74
交通用地	525.07	458.3	87.28
耕地	2 543.3	6.4	0.25
园地	1 460.34	35.2	2.41
林地	7 711.9	5.6	0.07
草地	656.33	47	7.16
水域	656.34	3.8	0.58
公共管理与公共服务用地	607.11	1 515.2	249.58
住宅用地	951.68	929.4	97.66
其他用地	459.46	0	0

依据经济密度层递特征,将北京市经济密度分为5个等级:高等经济密度区(200×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>以上)、中高经济密度区(47.97×10<sup>6</sup>~200×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>)、中等经济密度区(30×10<sup>6</sup>~47.97×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>)、中低经济密度区(10×10<sup>6</sup>~<30×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>)和低等经济密度区(10×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>以下)(见图3)。西北林区经济密度最低,且普遍低于10×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>;而城镇区域最高,普遍高于200×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>,且集中连片;尤其是中心区和近郊区,某些地区甚至达到1 000×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>,这一区域也是第三产业比较集中的地区,经济价值得以集中体现。林地与城镇之间的区域,经济密度呈逐步过渡且犬牙交错的空间态势。高等经济密度区与低等经济密度区都呈现出较聚集、组团的空间形态,而其他3种经济密度区则较为分散。北京市土地利用经济空间结构特征分布图与土地利用程度图非常相似,说明土地利用程度与土地经济密度具有高度相关关系,开发密集且较为成熟的非农业用地区土地经济价值也自然较高。

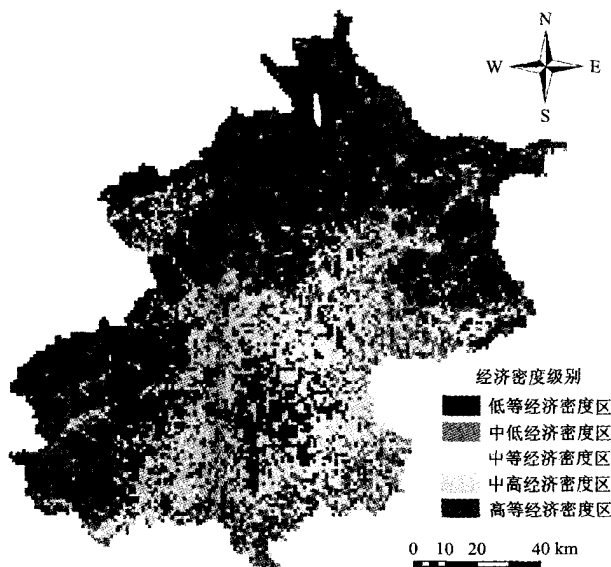


图3 北京市经济密度空间分布图

Fig.3 Spatial distribution map of economic density for Beijing

### 2.3 北京市土地利用生态空间结构特征

应用2006年美元对人民币年平均汇率1:7.9735计算(中国人民银行统计),2006年北京市总体生态价值约为13 488.13×10<sup>6</sup>元,每平方千米约为0.82×10<sup>6</sup>元(见表3),而全国平均水平约为0.75×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>[17]。北京市平均生态价值水平略高于全国平均水平,就全国而言,处于中等水平。林地和水域对于北京市的生态总量贡献最高,占到96.4%,而仅林地一项就为63.2%,可见,保护好林地是北京市生态工程的关键。

表3 2006年北京市不同土地利用类型生态价值  
Table 3 Ecological values of land use types for Beijing in 2006

土地利用类型	生态价值/(10 <sup>6</sup> 元·km <sup>-2</sup> )	2006年生态价值总量/(10 <sup>6</sup> 元)
北京市	0.82	13 488.13
耕地与园地	0.07	292.95
林地	1.11	8 528.77
草地	0.24	158.67
沼泽、湿地	15.61	29.98
湖泊、河流	6.78	4 477.76
其他	0	0

应用自然断点法将北京市生态价值分为5个级别:高等生态价值区(3.19×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>以上)、中高生态价值区(1.59×10<sup>6</sup>~3.19×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>)、中等生态价值区(0.80×10<sup>6</sup>~<1.59×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>)、中低生态价值区(0.40×10<sup>6</sup>~<0.80×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>)及低等生态价值区(0.40×10<sup>6</sup>元/km<sup>2</sup>以下)(如图4)。

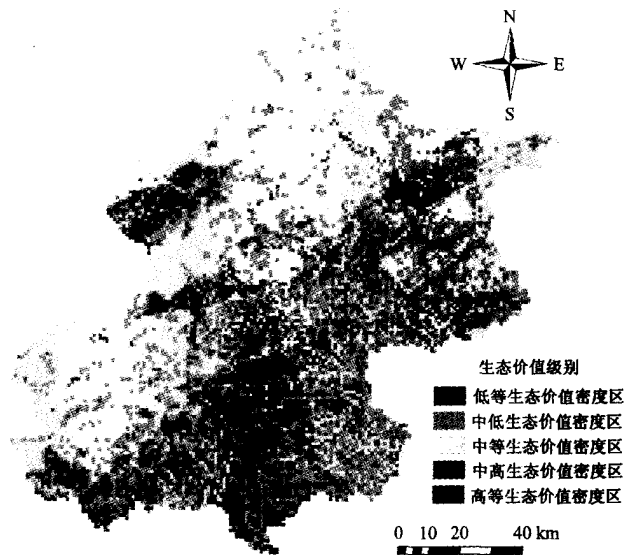


图4 北京市生态价值空间分布图

Fig.4 Spatial distribution map of ecological value for Beijing

图4中不同等级生态价值区域的分布与不同土地利用类型的分布紧密相关。由于林地是北京土地利用类型的主体,因此,中等生态价值区域占据研究区的大部分面积。而中等生态价值区不仅仅是林地,中部及东南部也存在着相当数量的中等生态价值区;东南部大量的耕地及园地及少量的住宅用地证明没有大规模第二、

三产业的开发从某种程度上保护了这一地区生态。北京市生态价值较高的区域面积较少,只零星的分布于山区及河流地区,这不但与北京土地利用类型有关,而且与土地利用的趋势有关,目前比较效益高的用地类型(如住宅用地、商服用地)逐年扩展,而生态价值相对高一些的用地类型逐渐被吞噬。因此,北京未来总体的生态与环境最终走向将取决于保护生态型用地(如草地、林地、湿地)数量的增加与耕地被建设用地大量占有所造成的数量减少之间的博弈。

### 3 讨论

从2006年土地利用图提取的北京市总面积与2006年北京市统计数据的误差为0.015%,在可控范围内。就土地经济密度而言,可以用很多经济指标对其进行补充,如单位面积社会总价值或产出总价值等等,可以更加细化土地经济密度空间特征,但本文选择更具代表性的单位面积GDP,是为了最直接地说明北京市总体的土地经济空间结构特征。

在计算生态价值过程中,为便于与全国基数比较,将所有货币单位按照2006年年均美元对人民币汇率进行了折算。通过计算,北京市总体及平均土地及各种类型的生态价值已经基本体现,更重要的是本文着重说明北京市土地利用生态价值空间分布的异质性,重在探索方法。Costanza生态价值体系是针对全球尺度而设定的,在区域尺度或小区域尺度,不同用地类型的生态价值需要进一步探讨,但本文主旨在于应用生态价值思想去衡量研究区的生态空间结构特征,与生态价值深入探究并不冲突。

随着北京市社会经济的快速发展,工业化、城镇化的继续推进,其建设用地区域必将继续扩展,其他用地将相应萎缩。社会经济的迅速发展,揭示了北京市生态保持与环境保护的紧迫性。建议在提高建设土地利用效率的同时,要更加严格的控制其他用地向建设用地的流转,维持各种用地数量的平衡,才能使北京土地利用走上可持续发展的道路。

### 4 结论

本文从景观、经济及生态3个方面,分别讨论了北京市土地利用空间结构特征。从景观角度看,北京市土地利用/覆盖多样化指数和土地利用程度指数都呈现出由西北山区向东南平原地区逐渐增大的过渡趋势。林地与耕地分别呈“半圆环状”及“条带状”集中分布于东南部与西北部;交用地呈“同心圆环放射状”形态特征,核心区三环以内的道路呈“方格网状”形态特征;住宅用地在市区呈“云片状”分布,在卫星城市呈“小组团状”分布。从经济角度看,2006年北京市土地经济密度为 $47.97 \times 10^6$ 元/ $\text{km}^2$ ,不同用地类型经济密度差异十分悬殊,农用地内部不同用地类型差异也很大,而非农用地的经济密度差异相对比较不是非常显著。经济密度西北林区最低,城镇区域最高,尤其是中心区和近郊区,经济密度高且集中连片。北京土地利用经济特征空间分布

图与土地利用程度具有高度相关关系。从生态角度看,2006年北京市总体生态价值约为 $13\ 488.13 \times 10^6$ 元,每平方千米约为 $0.82 \times 10^6$ 元,略高于全国水平。不同等级生态价值区域的分布与不同土地利用类型的分布紧密相关。

#### [参 考 文 献]

- [1] 牛兰兰,丁国栋.北京市土地资源可持续利用研究[J].水土保持研究,2006,13(5):175-179.  
Niu Lanlan, Ding Guodong. Study on sustainable use of soil resources in Beijing[J]. Research of Water and Soil Conservation, 2006, 13(5): 175-179. (in Chinese with English abstract)
- [2] 赵磊,陈焕伟,徐振君,等.基于GIS的北京市不同地类规模分布特征分析[J].山东农业大学学报:自然科学版,2007,38(1):97-102.  
Zhao Lei, Chen Huanwei, Xu Zhenjun, et al. The scale distribution characteristics of Beijing different land use type by GIS[J]. Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science, 2007, 38(1): 97-102. (in Chinese with English abstract)
- [3] 范子文.北京都市农业发展的现状、前景与对策[J].中国农业资源与区划,1998,19(2):47-50.  
Fan Ziwen. Present situation, perspective and countermeasure of Metropolitan agriculture for Beijing[J]. China Agricultural Resources and Regional Planning, 1998, 19(2): 47-50. (in Chinese with English abstract)
- [4] 袁弘,蒋芳,刘盛和,等.城市化进程中北京市多功能农地利用[J].干旱区资源与环境,2007,21(10):18-23.  
Yuan Hong, Jiang Fang, Liu Shenghe, et al. The multifunction of agricultural land use and its evolvement in Beijing[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2007, 21(10): 18-23. (in Chinese with English abstract)
- [5] 张峰,张新时.北京昌平区城镇化过程与空间特征研究[J].应用生态学报,2005,16(6):1128-1132.  
Zhang Feng, Zhang Xinshi. Urbanization expanding process and its spatial characteristics in Changping District of Beijing, China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(6): 1128-1132. (in Chinese with English abstract)
- [6] 刘盛和,吴传钧,沈洪泉.基于GIS的北京城市土地利用扩展模式[J].地理学报,2000,55(4):407-416.  
Liu Shenghe, Wu Chuanjun, Shen Hongquan. A GIS based model of urban land use growth in Beijing[J]. Acta Geographica Sinica, 2000, 55(4): 407-416. (in Chinese with English abstract)
- [7] 谈明洪,朱会义,刘林山,等.北京周围建设用地空间分布格局及解释[J].地理学报,2007,62(8):861-869.  
Tan Minghong, Zhu Huiyi, Liu Linshan, et al. Spatial patterns of built-up areas around Beijing[J]. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(8): 861-869. (in Chinese with English abstract)
- [8] 牟凤云,张增祥,刘斌,等.基于TM影像和“北京一号”小卫星的北京市土地利用变化遥感监测[J].生态环境,2007,16(1):94-101.  
Mou Fengyun, Zhang Zengxiang, Liu Bin, et al. Remote

- sensed monitoring of land use change in Beijing based on TM images and "Beijing-1" [J]. *Ecology and Environment*, 2007, 16(1): 94-101. (in Chinese with English abstract)
- [9] 张树文, 张养贞, 李颖, 等. 东北地区土地利用/覆被时空特征分析[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [10] 庄大方, 刘纪远. 中国土地利用程度的区域分异模型研究[J]. *自然资源学报*, 1997, 12(2): 105-111.  
Zhuang Dafang, Liu Jiyuan. Study on the model of regional differentiation of land use degree in China[J]. *Journal of Natural Resources*, 1997, 12(2): 105-111. (in Chinese with English abstract)
- [11] Costanza R, d'Arge Ralph, de Groot Rudolf, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, 387: 253-260.
- [12] 戴芹, 马建文, 陈雪. 北京环线建设驱动的土地利用变化遥感检测与分析[J]. *遥感学报*, 2005, 9(3): 314-322.  
Dai Qin, Ma Jianwen, Chen Xue. Research on the land use change with Beijing ring road driven using remote sensing change detection[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2005, 9(3): 314-322. (in Chinese with English abstract)
- [13] 陈峰, 刘金玲, 施仲衡, 等. 轨道交通构建北京城市空间结构[J]. *城市规划*, 2006, 30(6): 36-39.  
Chen Feng, Liu Jinling, Shi Zhongheng, et al. Rail transit constructing Beijing urban spatial structure[J]. *Urban Planning*, 2006, 30(6): 36-39. (in Chinese with English abstract)
- abstract)
- [14] 曹跃进, 刘欣葵. 北京市区边缘集团建设现状及开发建议[J]. *北京规划建设*, 2000, (5): 29-32.  
Cao Yuejin, Liu Xinkui. Group construction situation and development suggestions for Beijing frontier area[J]. *Beijing City Planning & Construction Review*, 2000, (5): 29-32. (in Chinese with English abstract)
- [15] 冯斐菲. 北京空间形态变化简述[J]. *时代建筑*, 2003, (2): 18-21.  
Feng feifei. Discussion on the change of Beijing's spatial shape[J]. *Epoch Architecture*, 2003, (2): 18-21. (in Chinese with English abstract)
- [16] 王鹏飞, 鲁奇, 傅桦. 1980年以来北京农用地时空演变与驱动力[J]. *地理学报*, 2005, 60(6): 953-964.  
Wang Pengfei, Lu Qi, Fu Hua. On the relationship between the spatio-temporal structure of agricultural land use changes and density of population in Beijing city from 1980 to 2000 [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(6): 953-964. (in Chinese with English abstract)
- [17] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. *科学通报*, 2000, 45(1): 17-23.  
Chen Zhongxin, Zhang Xinshi. Ecosystem value for China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(1): 17-23. (in Chinese with English abstract)

## Analysis on spatial structural characteristics of land use of Beijing City

He Yingbin<sup>1,2,3</sup>, Chen Youqi<sup>1,3\*</sup>, Li Zhibin<sup>3</sup>, Yao Yanmin<sup>1,3</sup>, Tang Pengqin<sup>3</sup>

(1. Key Laboratory of Resources Remote Sensing and Digital Agriculture, Ministry of Agriculture, Beijing 100081, China;

2. Hulunber Grassland Ecosystem Observation and Research Station, Beijing 100081, China;

3. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Analysis on spatial structure characteristics of land use is very significant for reasonable land use in the future of Beijing, where was the study area. This paper, from landscape, economic and ecological points of view, expounded spatial structure characteristics of land use of Beijing. And a series of indexes such as land use diversity, land use extent, economic density and ecological value were applied to analyze the spatial structure characteristics of land use for the year 2006. These indexes were all gridded with 1km×1km cells to detect spatial heterogeneity. The results showed that land use category of Beijing was complete in 2006. The land use, cover diversity index and the land use extent index turned out to be gradually increasing from the mountainous regions in northwest Beijing to the plain regions in southeastern part. The average land economic density of Beijing for 2006 was  $47.97 \times 10^6$  RMB/km<sup>2</sup>. Meanwhile, the economic density of forestland was minimum, on the contrary, that of urban and town characterized by concentration and aggregation was maximum. The total ecosystem services value for the study area was  $13\ 488.13 \times 10^6$  RMB with the average of  $0.82 \times 10^6$  RMB/km<sup>2</sup>, which was a little bit higher than the national average level. Authors suggested efficiency and effectiveness of land use need to be further improved to make land use of Beijing more sustainable.

**Key words:** land use, economics, ecology, spatial characteristics, landscape, Beijing

何英彬, 等. 北京市土地利用空间结构特征分析 (图1、2、3、4)

He Yingbin, et al. Analysis on spatial and structural characteristics of land use in Beijing (Figure 1, 2, 3, 4)

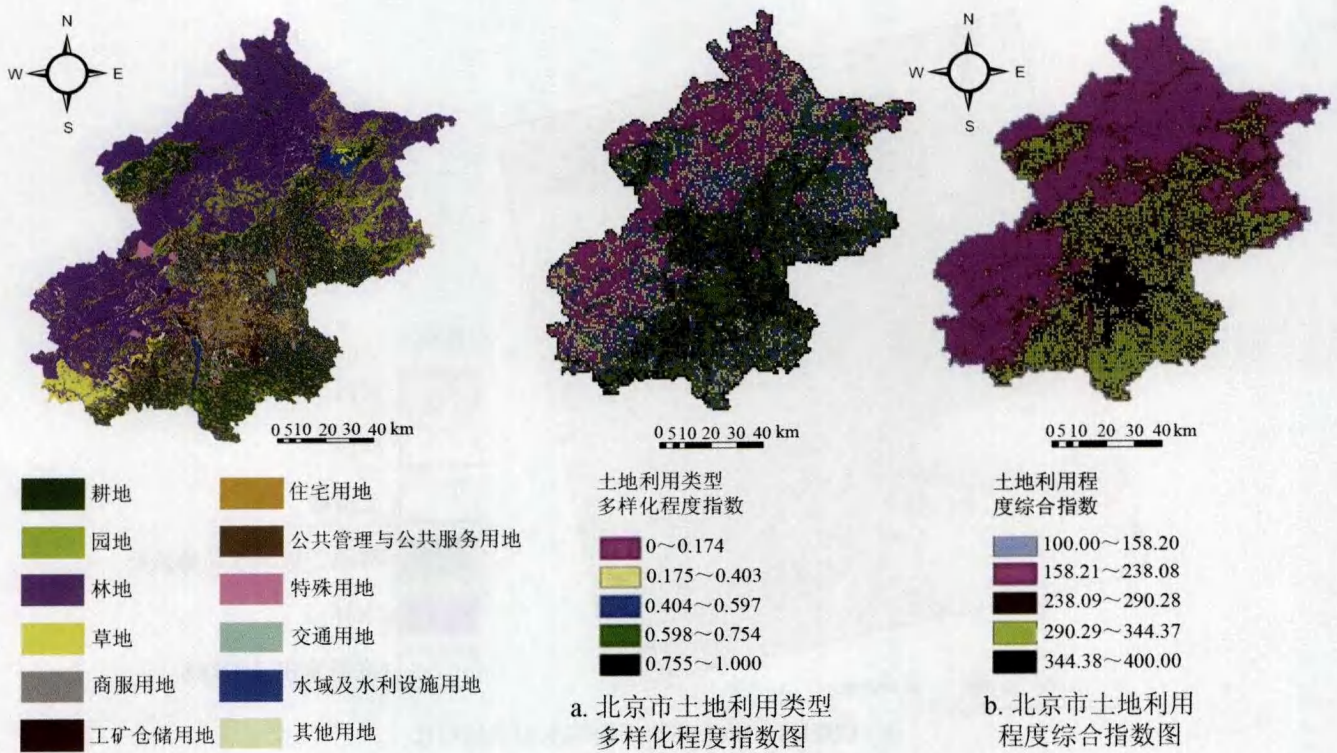


图1 北京市主要土地利用类型图

Fig. 1 Land use classification map for Beijing

图2 北京市土地利用类型空间组合特征图

Fig. 2 Spatial combination characteristics of land use classification

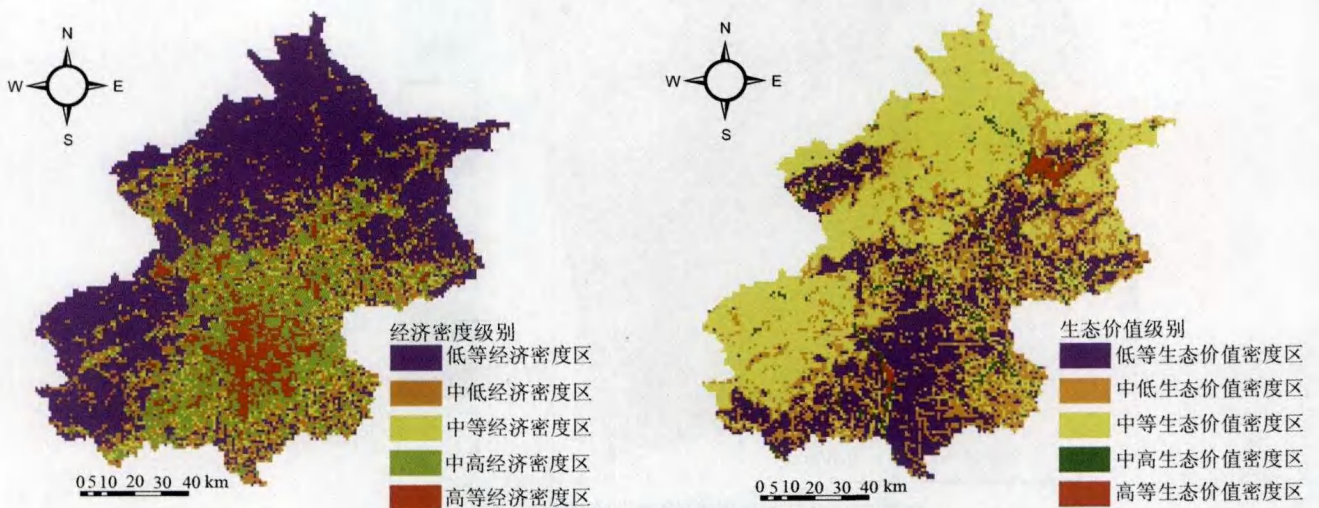


图3 北京市经济密度空间分布图

Fig. 3 Spatial distribution map of economic density for Beijing

图4 北京市生态价值空间分布图

Fig. 4 Spatial distribution map of ecological value for Beijing