

# 京郊小流域森林景观格局变化分析

胡淑萍<sup>1</sup>, 孙庆艳<sup>2</sup>, 余新晓<sup>3</sup>

(1. 内蒙古师范大学 节水农业工程研究中心, 内蒙古 呼和浩特 010022; 2. 黑龙江农垦勘测设计研究院, 黑龙江 哈尔滨 150090; 3. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

**摘要:** 利用景观分析软件 Fragstats3.3 和半城子水库流域 2000 年、2005 年的遥感影像解译结果, 分析了 2000—2005 年间流域森林景观格局时空变化特征。结果表明, 2000—2005 年期间, 半城子水库流域始终以林地为基础, 且针叶林、阔叶林、混交林的优势度较高, 斑块间面积分布不均匀; 在景观异质性方面, 针叶林的异质性显著增高, 林地类型的斑块复杂性也高于其余景观要素类型, 各景观要素的斑块数目增多, 分布更为均匀; 在空间相互关系方面, 景观破碎化程度增加, 景观水平上整体空间聚集性降低。

**关键词:** 景观格局; 景观指数; 小流域; 京郊

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)05-0180-04

中图分类号: Q948.154

## Changes of Forest Landscape Pattern in Small Watershed of Beijing Suburb

HU Shu-ping<sup>1</sup>, SUN Qing-yan<sup>2</sup>, YU Xin-xiao<sup>3</sup>

(1. Research Center of Water-economizing Agricultural Project, Inner Mongolia Normal University, Hohhot, Inner Mongolia 010022, China; 2. Heilongjiang Agricultural Reclamation Survey, Design and Research Institute, Harbin, Heilongjiang 150090, China; 3. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Using Fragstats 3.3 and interpreted results of remote sensing images in Banchengzi Reservoir watershed in 2000 and 2005, changes of forest landscape pattern is obtained. Results showed that forest land is the matrix of Banchengzi Reservoir watershed from 2000 to 2005. Dominant index of coniferous and broad-leaved and mixed forest is higher than other landscape elements. The area of the patches is distributed unevenly. In landscape heterogeneity aspect, the heterogeneity of coniferous forest is increased; patch complexity of forest is higher than other landscape types; patch quantity of landscape elements is enhanced; and landscape elements are distributed more evenly. In spatial inter-correlation aspect, landscape fragmentation is increased and whole spatial aggregation of landscape level is reduced.

**Key words:** landscape pattern; landscape index; small watershed; Beijing suburb

景观格局是大小和形状不一的景观镶嵌体在景观空间上的排列<sup>[1-2]</sup>, 是自然因子和人为因子共同作用下景观异质性在空间上的综合表现<sup>[3]</sup>。在景观生态过程中, 格局既决定生态过程又影响和控制景观功能的循环与发展<sup>[4-6]</sup>, 森林景观格局取决于森林资源的地理分布和组分, 影响着森林景观内能量流、物质流和物种流的变化<sup>[7-8]</sup>等多种生态过程。利用景观生态学的原理来研究森林生态系统, 可以更好地了解森林景观的格局、结构、功能及其变化<sup>[9]</sup>。半城子水库流域属密云水库二级保护区, 其森林景观格局的变化影响该区水源涵养林调节水量, 控制土壤侵蚀和改善水质功能的发挥。因此, 对该区森林景观格局的分析可为水源保护林建设提供景观生态学的理论依据。

## 1 研究区概况

半城子水库流域位于密云水库北部的牻牛河流域上游, 面积 66.1 km<sup>2</sup>, 属密云水库二级保护区。地貌为低山丘陵类型, 海拔在 250~500 m 之间, 山体起伏变化较大, 平均坡度 25°~30°。基岩以花岗岩为主, 属于酸性岩类, 极易物理风化, 形成松散的沙质堆积物, 多为粗骨土, 山脚阶地有少量的黄土堆积物, 沟谷为沙质冲积物。

土层厚度 10~30 cm, 土壤类型为山地褐土, pH 值呈中性至微酸性。年平均气温 10.5℃, 年无霜期 176 d, 年日照总数 2 801.8 h, 年均降雨量 669 mm, 主要集中在 6—8 月, 占全年降雨量的 75%。

流域 324 户,949 人,劳动力 414 人,60% 的劳动力外出打工,从事与农业无关的事业,剩余劳动力以种植业和养殖业为主。耕地 24 hm<sup>2</sup>,粮食产量 1.39 ×10<sup>5</sup> kg,果产量 2.53 ×10<sup>5</sup> kg,人均收入 1 250 元,是北京市贫困村之一。

## 2 研究方法

本研究采用的数据有 2000 年 SPOT 遥感影像图和 2005 年的 TM 遥感影像图,1:10 000 地形图和 2005 年北京山区森林资源数据。

以 1:10 000 地形图为参考,运用 ERDAS9.0 软件将遥感影像进行几何纠正与波段组合,并在 Arc GIS9.0 中进行目视解译。根据研究流域土地资源特征和景观类型差异,将研究流域分为阔叶林、针叶林、灌木林、混交林、水域、农田和其它土地共 7 类景观类型(附图 5)。将目视解译后的图像转换成 Arc

Grid 格式,运用景观格局分析软件 FRAGSTATS 3.3 进行各景观指数的计算,分析景观生态格局特征及其演变规律。

## 3 结果与分析

### 3.1 景观要素结构特征

景观要素百分比度量的是景观的组分,能反映景观中基质类型或优势景观要素。由表 1 可知,流域以林地为基质,2000 年时针叶林所占比例最大,达到 33.97%,农田所占比例最小,仅为 0.16%;到 2005 年时,针叶林的面积仍占绝对优势,其它景观要素面积依次为:阔叶林>混交林>灌木林>其它土地>水域>农田;从 2000 年到 2005 年的景观要素变化情况看,混交林减少的面积达到 394.08 hm<sup>2</sup>,针叶林增加的面积达到 340.47 hm<sup>2</sup>,而各景观要素的变化比例显示,其它土地变化比例最为显著。

表 1 半城子水库流域 2000—2005 年景观要素结构

景观要素	2000 年		2005 年		2000—2005 年	
	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%	变化面积/hm <sup>2</sup>	变化比例/%
阔叶林	1 586.74	24.01	1 596.31	24.15	9.57	0.60
针叶林	2 245.16	33.97	2 585.63	39.12	340.47	15.16
灌木林	691.58	10.46	678.83	10.27	- 12.75	- 1.84
混交林	1 940.00	29.35	1 545.92	23.39	- 394.08	- 20.31
其它土地	66.30	1.00	146.59	2.22	80.29	121.10
水域	69.87	1.06	46.89	0.71	- 22.98	- 32.89
农田	10.34	0.16	9.83	0.15	- 0.51	- 4.93

### 3.2 景观要素斑块特征分析

景观要素的斑块特征,对斑块内部之间的物质和能量交换、斑块稳定性与周转率、斑块的生物多样性等都有重要影响。

(1) 景观形状指数。景观形状指数(LSI)是反映景观斑块的复杂程度,斑块形状指数越接近 1,说明斑块的形状越接近圆形,形状指数越大,说明斑块形状越复杂,不规则或扁长,偏离圆形。从图 1 可知,2000 年至 2005 年,针叶林的景观形状指数变化最大,从的 11.274 8 增加到 15.717 7,阔叶林的景观形状指数变化最小,从 8.409 9 到 8.470 9,有小幅微涨。2005 年,针叶林的景观形状指数最大,其斑块形状最复杂,其它土地的景观形状指数最小(2.388 9),其斑块形状较其它景观要素简单。

(2) 最大斑块指数。最大斑块指数有助于确定景观的优势类型。其值的大小决定着景观中的优势

种、内部种的丰度等生态特征;其值的变化可以改变干扰的强度和频率,反映人类活动的方向和强弱。从图 2 可知,针叶林、阔叶林、混交林的最大斑块指数显著大于其余类型,说明这 3 种类型的优势度较高,斑块间面积分布不均匀。

### 3.3 景观异质性分析

景观异质性是景观的基本属性,景观异质性分析包括景观斑块密度、景观斑块边缘密度、景观多样性指数和景观要素的优势度。

(1) 斑块密度。景观斑块密度反映景观整体斑块分化程度,斑块密度越高,表明一定面积上异质景观要素斑块数量多,斑块规模小,景观异质性高。从图 3 可知,2000 年斑块密度最大的是混交林(562.685 3),最小的为水域(86.567);2005 年各类型景观的斑块密度大小顺序为:针叶林>水域>灌木林>混交林>阔叶林>农田>其它地类。

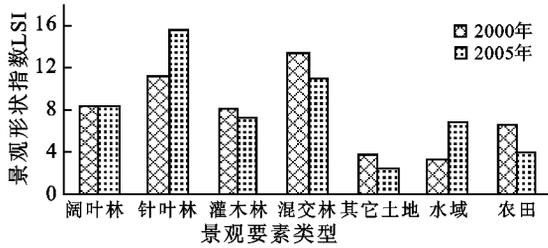


图 1 景观形状指数图

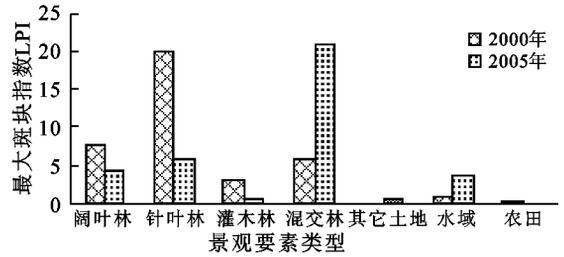


图 2 景观最大斑块指数

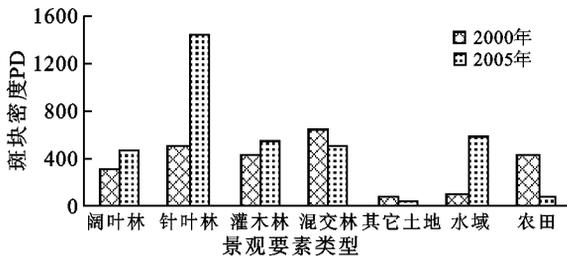


图 3 斑块密度分析

(2) 斑块边缘密度。斑块边缘密度是斑块形状及斑块密度的函数,它的大小反映景观中异质斑块之间物质、能量、物种及其它信息交换的潜力及相互影响的强度,可以直接表征景观整体的复杂程度,反映景观的破碎化程度,边缘密度的大小直接影响边缘效应以及物种组成。景观要素斑块边缘密度受景观要素斑块大小的影响,也受景观要素边缘形状的影响。图 4 显示,半城子水库流域景观要素之间分化程度较高,阔叶林、针叶林、灌木林、混交林的斑块边缘密度较大,明显高于其余景观要素类型,说明这 4 种景观要素斑块的复杂性较高,内部物质、能量、物种及其它信息交换的潜力较大。

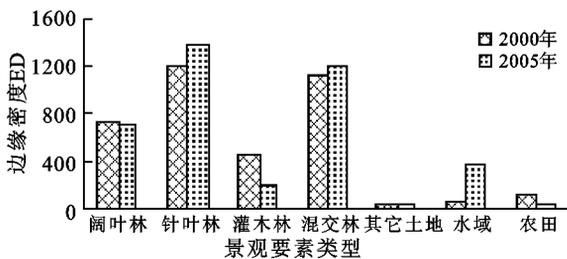


图 4 斑块边缘密度分析

(3) 景观多样性和均匀度指数。多样性指数是一种基于信息理论的测量指数<sup>[10]</sup>,能反映不同景观类型

分布的均匀性和复杂性的程度,特别对景观中各斑块类型非均衡分布状况较为敏感;均匀度指数是反映景观格局中各个类型在面积上分布的不均匀程度,通常以多样性指数和其最大值的比来表示。从表 2 可知,2000 年和 2005 年半城子水库流域香农多样性指数分别为 1.412 1 和 1.422 3。2000 年多样性指数较 2005 年低(0.010 2)。均匀度指数显示,2005 年较 2000 年增加 0.005 2,说明 2005 年景观类型的斑块数目比 2000 年多,各景观类型分布比 2000 要更为均匀。

表 2 景观多样性和均匀度指数

年份	景观多样性指数	景观均匀度指数
2000	1.412 1	0.725 7
2005	1.422 3	0.730 9

### 3.4 景观要素空间相互关系分析

景观要素空间相互关系分析包括同质景观要素的空间关系和异质景观要素之间的空间关系,可以用聚合度指标、聚集度指标、分离度指标、相邻度指数等加以描述和分析。异质景观要素类型斑块的空间相互关系,可以反映景观要素间的相互作用,景观要素斑块动态演替或扩展潜力,以及人为活动引起的景观要素斑块相互联系的变化。

(1) 景观分离度指数。景观分离度是指某一景观类型中不同斑块分布的分离程度。景观分离度指数越大,说明景观类型斑块分布越分散,反之越密集。从表 3 可知,不同时期景观的分离程度变化较大,2000 年其它土地的分离度指数最大,斑块分布较分散,针叶林的分离度指数最小,分布相对集中;2005 年,各景观要素分离度的变化规律为:农田 > 其它土地 > 灌木林 > 水域 > 阔叶林 > 针叶林 > 混交林。

表 3 景观分离度指数

年份	阔叶林	针叶林	灌木林	混交林	其它土地	水域	农田
2000 年	85.338 1	21.412 4	604.724 8	143.325 0	642 711.30	13 037.42	110 546.10
2005 年	145.312 1	118.879 8	18 253.20	20.250 8	20 942.49	498.662 5	1 332 844.00

(2) 蔓延度指数。蔓延度指数描述的是景观里不同斑块类型的团聚程度或延展趋势。由于该指标包含空间信息,是描述景观格局的最重要指数之一。一般来说,蔓延度值说明景观中的某种优势斑块类型形成了良好的连通,反之则表明景观具有多种要素的密集格局,景观的破碎化程度高。理论上,蔓延度值较小时表明景观中存在许多小斑块,趋于100时表明景观中有连通度极高的优势斑块类型存在。通过计算,2000年景观蔓延度指数为52.9956,2005年景观蔓延度指数为52.5361。2005年景观蔓延度指数较2000年下降,景观镶嵌体以较小的规模出现,景观破碎化程度增加。

(3) 空间散布与并列指数。散布与并列指数是描述景观分离度的指数之一,其取值越小,说明与该景观

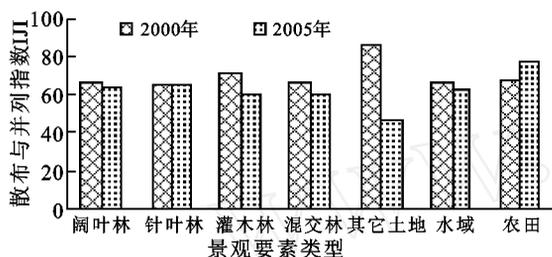


图5 空间散布与并列指数

类型相邻的其它类型越少,当 $II=100$ 时,说明该类型与其它所有类型完全、等量相邻。从图5可知,2000年,其它土地的指数最大,表明其邻接分布复杂,相邻类型多;2005年,各景观要素的指数依次为:农田>针叶林>阔叶林>水域>混交林>灌木林>其它土地。

(4) 聚集度指数。聚集度指数反映斑块的聚散性即连结性,斑块要素在其分布区内越丛生,越聚集,则斑块的结合度越大。在景观水平上,聚集度指数从2000年的90.8882下降到2005年的90.4651,整体空间聚集性降低。要素类型水平上(图6),2000年,各景观要素的聚集度指数较为接近,只有其它土地的连接性较差;2005年,农地的聚集度指数最小,其它景观要素聚集度指数较大,表明其连接性好,物质和能量迁移比较通畅。

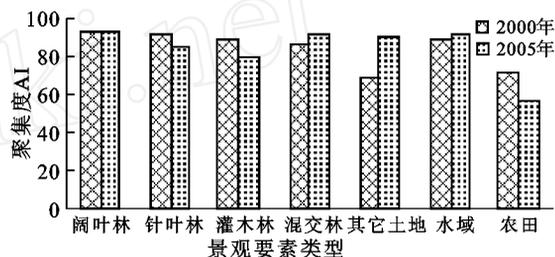


图6 聚集度指数

## 4 结论

(1) 2000—2005年期间,半城子水库流域始终以林地为基础,且针叶林、阔叶林、混交林的优势度较高,斑块间面积分布不均匀。

(2) 景观异质性分析表明,针叶林的异质性显著增高;4种林地类型的斑块复杂性也高于其余景观要素类型;各景观要素的斑块数目增多,分布更为均匀。

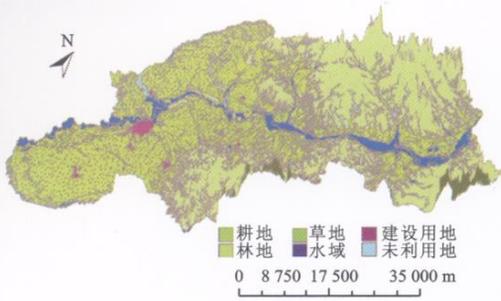
(3) 景观要素的空间相互关系显示,景观破碎化程度增加;景观水平上整体空间聚集性降低。

### [ 参 考 文 献 ]

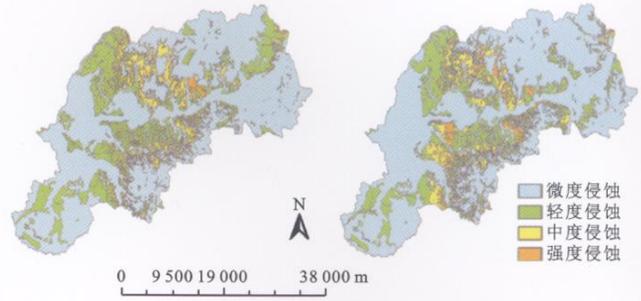
[1] 李哈滨, Franklin J F. 景观生态学:生态学领域的新概念构架[J]. 生态学进展, 1988, 5(1): 23-33.  
 [2] 伍业钢, 李哈滨. 景观生态学的理论发展[M]// 刘建国. 当代生态学博论. 北京: 中国科学技术出版社, 1992: 30-39.  
 [3] 岳德鹏, 王计平, 刘永兵, 等. GIS与RS技术支持下的北

京西北地区景观格局优化[J]. 地理学报, 2007, 62(11): 1223-1231.

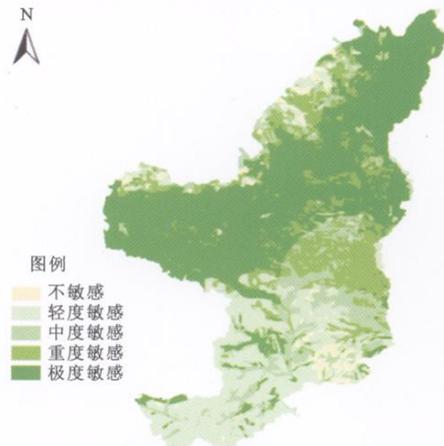
[4] Forman R T T, Godron M. Landscape Ecology [M]. New York: John Wiley & Sons, 1986: 125-256.  
 [5] Forman R T T. Land mosaics: The ecology of landscapes and regions [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995: 30-126.  
 [6] Turner M G. Landscape ecology: The effect of pattern on process [J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1989, 20: 171-197.  
 [7] 肖笃宁, 布仁仓, 李秀珍. 生态空间理论与景观异质性[J]. 生态学报, 1997, 17(5): 453-461.  
 [8] 洪伟. 生态空间分布格局的理论研究[J]. 福建林学院学报, 1994, 14(1): 1-5.  
 [9] 彭月, 魏虹, 朱韦, 等. 鼎湖山自然保护区森林景观时空格局变化研究[J]. 西南师范大学学报, 2007, 32(2): 65-69.  
 [10] O'Neil R V. Indices of landscape pattern [J]. Landscape Ecology, 1988(1): 153-162.



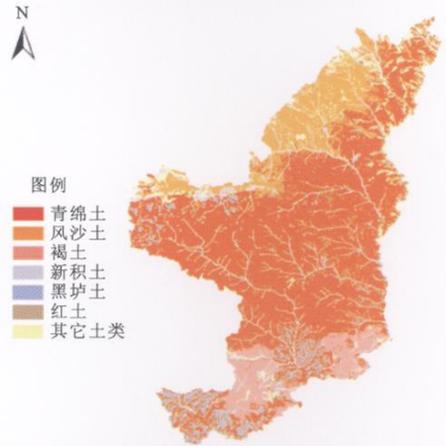
附图1 松花江流域哈尔滨段土地利用与地貌叠加图



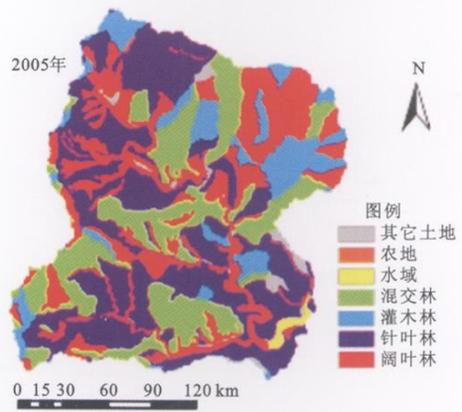
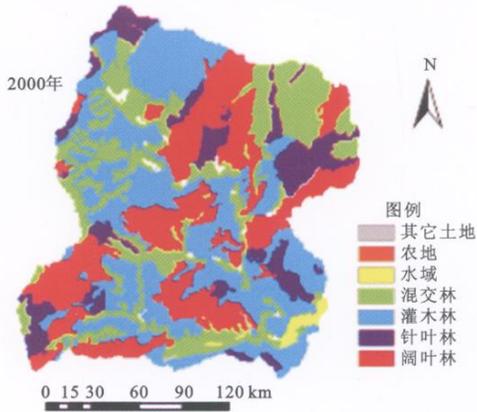
附图2 松花江流域哈尔滨段土壤侵蚀分布图



附图3 陕北黄土高原水土流失敏感性分布



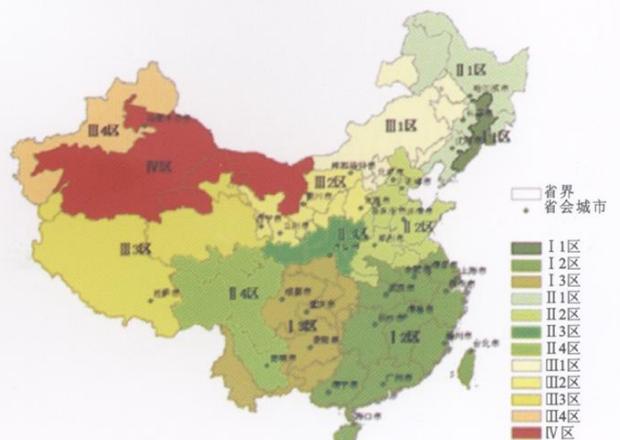
附图4 陕北黄土高原土壤类型分布



附图5 半城子水库流域景观格局图



附图6 全国水土保持生态修复一级分区图



附图7 全国水土保持生态修复二级分区图