

大兴安岭呼中林业局森林景观格局变化及其驱动力

李月辉, 胡远满, 常 禹, 徐崇刚, 李秀珍, 布仁仓, 贺红士

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016)

摘要:以大兴安岭呼中林业局为研究区,利用 TM 数据、森林资源清查数据和采伐统计资料,结合野外调查,以 GIS 为技术手段,剖析研究区 1989~2000 年景观变化,结果表明该区主要景观类型为针叶林、针阔混交林和阔叶林,这 3 种类型面积总比例达 90% 以上,其他景观类型面积比例小于 10%,主要有荒草地、火烧迹地、采伐迹地、沼泽、居民点和道路。10a 间景观由原有的大面积连续的针叶林为基质、小面积的阔叶林和针阔混交林斑块散布其中的格局,转变成大面积针阔混交林为基质的格局。研究区 1989 年是成过熟林、高公顷蓄积量、高郁闭度占优势的景观,2000 年中幼龄林、低公顷蓄积量和低郁闭度森林面积增大,并趋于连续,形成低质量的相对均质化的景观。最后,结合历史资料,通过比较分析火烧、人工更新、土地利用和人为采伐活动这几种主要驱动力的特征,论证了采伐活动在该地区景观变化中所发挥的主导作用。

关键词:森林景观;格局;大兴安岭;驱动力;采伐;道路

文章编号:1000-0933(2006)10-3347-11 **中图分类号:**Q149,Q948,S718.5 **文献标识码:**A

Forest landscape change and driving forces in Huzhong Forest Bureau of Daxing'anling in China

LI Yue-Hui, HU Yuan-Man, CHANG Yu, XU Chong-Gang, LI Xiur-Zhen, BU Ren-Cang, HE Hong-Shi (Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(10): 3347~3357.

Abstract: Landscape change and its driving forces are always considered one of the major issues in landscape ecology. Daxing'anling is one of the most important timber supply area in China. Since late 1960, Forest landscapes have been changed greatly due to harvesting and ecological functions have degraded substantially. We investigated the landscape pattern of Huzhong Forest Bureau, one part of Daxing'anling using TM data and forest stand map. The paper aims at exploring how and why the landscape changed from 1989 to 2000. The results show that main landscape types including coniferous forest, broad-leaved forests and coniferous-broadleaved forests cover more than 90% of the total area. The other 8 landscape types cover the rest areas and they are grasslands, fire blank, cutting area, wetland and roads. Change in the coniferous was great, decreasing from 47.62% of total landscape in 1989 to 31.49% in 2000. In contrast, coniferous-broadleaved forest decreased from 39.21% in 1989 to 53.37% in 2000. This trend suggests dominant landscape cover converted from large areas of continuous coniferous forests to large area of coniferous-broadleaved forests. Meanwhile, forest ages, timber volumes and canopy closure changed greatly. From 1989 to 2000, the landscapes dominated by mature and old-growth, large timber volume and high canopy forests turned into landscapes dominated by mid-aged, small timber volume and low canopy forests. Landscapes have been transformed from a high quality homogeneous state to a low quality homogeneous state. Both nature and human influenced landscapes in the study area. We use historical data to compare several driving forces including timber harvest, fire disturbance, afforestation, and residential build-up by the extent, intensity and frequency. We found that forest harvesting is the main driving force for the landscapes change in Huzhong Forestry

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40301048,40331008);中国科学院创新资助项目(KSCX2-SW-133)

收稿日期:2005-07-28;**修订日期:**2006-04-10

作者简介:李月辉(1973~),女,辽宁本溪人,博士,副研究员,主要从事景观生态学研究。E-mail:liyh@iae.ac.cn

Foundation item: The project was supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 40301048 and No. 40331008), Chinese Academy of Sciences (No. KSCX2-SW-133)

Received date: 2005-07-28; **Accepted date:** 2006-04-10

Biography: LI Yue-Hui, Ph.D., mainly engaged in landscape ecology. E-mail: liyh@iae.ac.cn

Bureau from 1989 to 2000. This study revealed the relationships among landscape, ecological processes and human activities. It also revealed the intensities, directions and rates of landscape change caused by different driving forces. Additionally, this study can provide scientific basis for forest management at landscapes scales.

Key words: forest pattern; Daxing'anling Mountains; driving forces; anthropic; roads

景观动态变化主要研究景观结构与功能随时间的变化过程与规律,是景观生态学的核心内容之一,也是目前全球变化、尤其是土地利用/土地覆盖变化领域的重要组成部分^[1~4]。其中,森林景观格局变化及其驱动力研究历来备受关注^[5~19],但格局研究大多注重景观的数量特征、忽视质量特征,驱动力分析也以描述性居多,全面认识森林整体景观结构、功能特征以及量化分析驱动力的完整案例尚少。大兴安岭是我国重要的林区和唯一的寒温带针叶林分布区,自 20 世纪 60 年代末开发至今,景观变化的方向和速率如何,经营政策和措施在该变化中的作用如何,未来景观如何变化,都关系到今后经营政策制定、甚至全国林业的发展方向。对该区景观现有的了解^[20~25],远不足以回答上述问题。所以,本文从森林景观类型和景观质量的空间格局揭示了呼中林业局 1989~2000 年景观变化,并通过定量比较确定了该变化的主导驱动力。本研究不仅有助于确定中国北部针叶林区域内各种干扰导致景观改变的强度、方向、速率及其有效性,也有利于进一步了解景观格局与生态过程以及人类经营活动之间的关系,在丰富景观格局变化研究案例的同时,在实践上为森林经营决策提供重要的科学依据。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区域概况

呼中林业局(E122°39'~124°21',N51°14'~52°25')位于大兴安岭伊勒呼里山北坡,呼玛河中上游地区,20 世纪 60 年代末建成投产,至 2000 年一直以营林生产为单一主导产业。总面积 770431hm²,现有人口 5.37 万人。地貌为大兴安岭北部石质中低山山地,山峦连绵起伏,山体浑圆,坡度平缓,一般坡度在 15°以下。全区地势西南部高,向东北部逐渐降低,平均海拔 812m。大陆性季风气候,年均温 4.7℃,年均降雨量 511mm,年均蒸发量 905.7mm,年均日照时数 2365.1h,≥10℃年积温 1800~2000℃,年均无霜期 85d。地带性土壤类型为棕色针叶林土。地带性植被类型为寒温带针叶林,以兴安落叶松(*Larix gmelini*)为单优势种。包括 5 种植被类型:

以兴安落叶松为主或混生有樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*)、白桦(*Betula platyphylla*)的兴安落叶松林;樟子松林或伴生兴安落叶松、白桦、山杨(*Populus davidiana*)的樟子松林;红皮云杉(*Picea koraiensis*)林,伴生兴安落叶松和白桦;沿河甜杨(*Populus suaveolens*)林和沿河钻天柳(*Chosenia arbutifolia*)林;白桦林和山杨林。

1.2 研究方法

1.2.1 主要信息源 研究区内 1989 年和 2000 年森林分类图(1:100000)以及属性数据库(林业部大兴安岭林业管理局)、地形图(1975 年,1:100000)、美国陆地资源卫星 5(Landsat 5) TM 遥感影像数据 3 期共 6 景(1987 年 5 月、1989 年 10 月、2000 年 9 月,波段 1~7)。大兴安岭呼中林业局火烧记录和大兴安岭 1990~2000 年统计年鉴。

1.2.2 数据处理及分析 两期林相图矢量化(ARC/INFO 8.1),将属性数据与空间数据相连,形成数字化林相图;呼中林业局地形图(1:100000)矢量化,加入高程数据,以 30m×30m 的分辨率形成数字高程模型(DEM)。

制作景观类型图:对遥感数据进行几何校正,结合野外踏查进行监督分类、后处理,然后根据两时期林相图(属性数据库)、自动分类的结果、遥感影像、地形数据综合判读,目视纠正,形成景观类型图。景观类型分为 11 种:针叶林(兴安落叶松林、樟子松林)、阔叶林(白桦林、山杨林和河岸带的杨柳林)、针阔混交林、荒草地、火烧迹地、采伐迹地、沼泽地、水域、裸地、居民地(耕地)、道路。

林龄、蓄积量和郁闭度等级的划分:根据大兴安岭地区《森林资源规划设计调查操作细则》及研究区域的实际林龄分布划分龄组,即为幼、中、近熟、成熟、过熟林,分别用 1~5 的 5 个数字表述。根据 1989 年和 2000 年呼中林业局和亚里河林场的公顷蓄积量分布频度图,确定公顷蓄积量等级,小于等于 $40\text{m}^3/\text{hm}^2$ 为 1 级, $40\sim 80\text{m}^3/\text{hm}^2$ 为 2 级, $80\sim 120\text{m}^3/\text{hm}^2$ 为 3 级, $120\sim 160\text{m}^3/\text{hm}^2$ 为 4 级, $> 160\text{m}^3/\text{hm}^2$ 为 5 级。郁闭度等级划分: < 0.2 为 1 级, $0.2\sim 0.4$ 为 2 级, $0.4\sim 0.6$ 为 3 级, $0.6\sim 0.8$ 为 4 级, ≥ 0.8 为 5 级;景观格局分析方法:景观格局指数分析^[1,3]。

2 结果与分析

2.1 景观类型格局及其变化

2.1.1 景观类型组成及分布 呼中林业局景观类型分布总体特点(图 1、表 1),以森林为绝对优势类型,两个时期均达 90 %以上,但其中针叶林、阔叶林和针阔混交林的面积组成相差很大。森林基质上镶嵌着自然景观斑块(沼泽、荒草地和裸地)和自然干扰斑块(火烧迹地),同时,具有典型的人类活动烙印,即人工景观斑块镶嵌其中:采伐迹地、道路和居民点(农地),显示了该林业局是区别于原始景观的开采林区。

表 1 呼中林业局 1989 年和 2000 年景观类型面积表

景观类型 Landscape type	1989 年		2000 年		变化 Change	
	面积(hm ²)	百分比(%)	面积(hm ²)	百分比(%)	面积(hm ²)	百分比(%)
	Area	Percent	Area	Percent	Area	Percent
针叶林 Coniferous forest	366899.6	47.62	242626.68	31.49	- 124272.87	- 33.87
阔叶林 Broad-leaved forest	39128.77	5.08	64019.18	8.31	24890.41	63.61
针阔混交林 Coniferous-broadleaf forest	302102.1	39.21	411165.44	53.37	109063.38	36.10
居民点(耕地) Residential area	2555.78	0.33	2542.42	0.33	- 13.36	- 0.52
裸地 Bare land	2415.54	0.31	3235.81	0.42	820.27	33.96
沼泽 Wetland	4868.45	0.63	4468.50	0.58	- 399.95	- 8.22
水域 Water	6525.56	0.85	6548.67	0.85	23.11	0.35
采伐迹地 Cutting area	19008.65	2.47	4083.29	0.53	- 14925.36	- 78.52
火烧迹地 Fire blank	2776.52	0.36	7858.40	1.02	5081.88	183.03
荒草地 Wild grassland	23438.89	3.04	23035.91	2.99	- 402.98	- 1.72
道路 Road	712.03	0.09	847.47	0.11	135.44	19.02
合计 Total	770431.8	100	770431.80	100.00	0.00	0.00

沼泽面积很小,两时期面积比例均未达 1 %,主要沿河流小溪两侧分布,大部分是原生沼泽,也可能有火烧或采伐后森林群落演变而成的^[20,22]。有研究表明黑龙江境内大兴安岭的湿地沼泽面积比例为 12.5 %,包括落叶松沼泽,如落叶松-藓类(苔草)沼泽,和无乔木生长的沼泽,如苔草-小叶章沼泽等,本研究遥感影像分类中,将前者判读为落叶松林,仅后者判读为沼泽,导致与其它研究结果有所差异。荒草地面积比例较大,主要分布在立地条件差、乔木不宜生长的高山山脊和陡峭的阳坡,难以发生类型转变。少部分荒草地分布在海拔较低、易于接近的区域,为 1989 年前的采伐迹地,由于种源缺乏等原因,长时间未能更新形成。

火烧迹地分布具有随机性;采伐迹地分布取决于采伐活动;居民点(耕地)较少,分布在呼中、呼源、呼玛河干流沿岸,呼中镇是最大的居民点(耕地);道路分布较为规律,深入林业局的各个小流域。

2.1.2 面积变化及空间转移 林业局 10a 间森林面积变动小,仅从 91.91 %变为 93.17 %,森林与沼泽、荒草地、居民点、裸地、道路相互间转移率都非常小;两种重要干扰斑块,火烧和采伐迹地与森林之间发生小比例转化,3 种森林类型之间转移非常明显(图 2),这也从一个侧面说明景观变化主要由人类活动驱动。最显著特征是 1989 年优势景观类型为针叶林,至 2000 年,转变为针阔混交林。针叶林面积由 47.62 %降至 31.49 %,下降了 33.87 %,其面积的 50 %(167527hm²)转化为针阔混交林,6.49 %(21411hm²)转变为阔叶林。针阔混交林面积

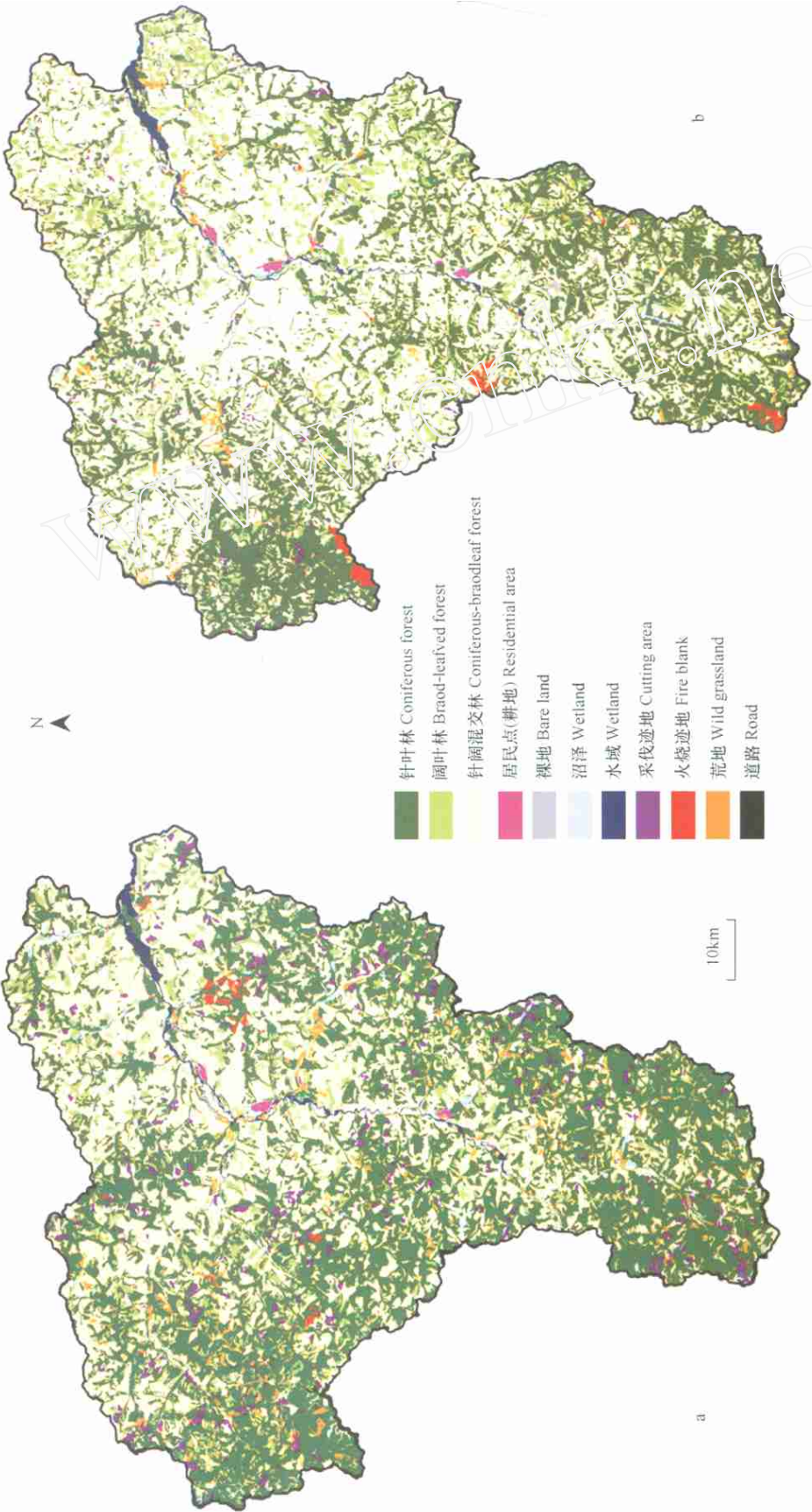


图 1 呼中林业局 1989 年(a)和 2000 年(b)景观类型
Fig. 1 landscape types distribution in Huzhong Forest Bureau in 1989(a) and 2000(b)

由 39.21 %增至 53.37 % ,增加了 36.1 % ,主要由针叶林转化而来。阔叶林从 5.1 %增至 8.3 % ,主要由火烧迹地和采伐迹地转变而来 ,转化比例分别为 25 %和 10 % ,因为采伐或火烧后 10a 仍处于白桦演替阶段(表 1、图 2)。

采伐迹地的面积、格局完全取决于采伐方案 ,1989 ~ 2000 年迹地面积以 78.52 % 的幅度显著下降 ,反映两时期经营措施的变化 ,突出表现在采伐方式上 ,1989 年之前 20a 以 10hm² 面积皆伐为主 ,导致大面积迹地出现 ;而 1989 ~ 2000 年以渐伐为主 ,5hm² 小面积皆伐为辅 ,伐后保持了较高的郁闭度 ,如亚里河林场 ,伐后郁闭度为 0.33 ,所以新生采伐迹地面积很小 ,加之老采伐迹地近一半面积更新郁闭为针阔混交林 ,所以 2000 年的采伐迹地仅为 0.53 %。采伐方式的配置对森林群落演替具有重要影响。

1989 年火烧迹地面积的 51 %更新为针阔混交林 ,25 %更新为阔叶林 ,21 %更新为针叶林 ,3 %还是迹地状态。1989 ~ 1999 年发生的林火均为火灾或火警 ,2000 年全部更新 ;2000 年火烧迹地面积明显增大 ,是由于该年发生了重大和特大火灾 ,过火面积 88.6km² ,其中 78.58km² 的火烧迹地全部是这两次大火过火区。

林业局的人口数量少 ,1989 和 2000 年分别为 50787 和 53700 人 ,增幅小(6 %) ,居民地面积比例和变化程度都很小。事实上 ,居民点实际面积下降更多 ,因为 1999 年天保工程实施后 ,采伐量剧减 ,部分居民点已人去房空 ,如秀山林场 ,但因废弃时间短 ,遥感影像上仍表现为居民地特征。

荒草地面积小幅下降 ,极小部分转变为森林 ,除了荒山荒坡人工造林外 ,由 1989 年前伐区无设计、皆伐面积过大、或重复采伐形成的荒草地至 2000 年自然更新成幼龄林。

2.1.3 景观空间结构变化 景观水平的景观指数变化显示 ,与 1989 年相比 ,2000 年的景观斑块密度增大 ,平均斑块面积减小 ,多样性指数降低 ,破碎化程度和分散程度都有所增大。

类型水平的景观指数变化显示(表 2) ,针叶林在面积大幅下降的同时 ,斑块缩小、数量增多 ,互相远离 ,愈加萎缩和破碎化 ;阔叶林面积增大同时 ,斑块面积增大 ,分布趋向于更加聚集 ;针阔混交林面积大幅增加的的同时 ,斑块密度减小 31.2 % ,平均斑块面积增幅达 101.8 % ,即面积增大、斑块相互连接 ,趋向更加连续 ,成为面积优势类型。1989 年以大面积连续的针叶林为基质、阔叶林和针阔混交林以小面积斑块散布其中 ,至 2000 年转变成大面积的针阔混交林为基质 ,针叶林以小面积斑块分布其中。

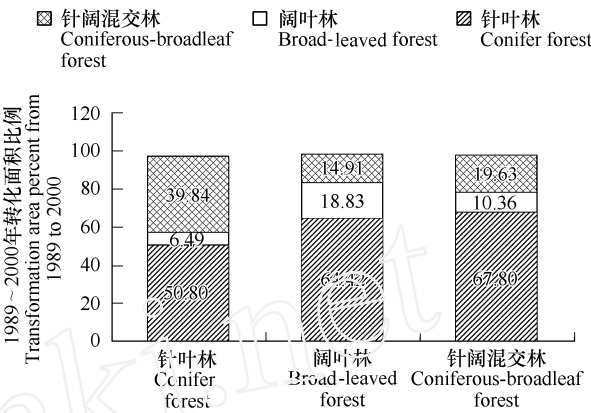


图 2 呼中林业局 1989 ~ 2000 年 3 种森林类型之间的转化比例
Fig. 2 Transformation among three forest types from 1989 to 2000 in Huzhong Forest Bureau

表 2 呼中林业局景观类型水平指数

景观指数 Landscape pattern index	1989 年			2000 年		
	针叶 Coniferous forest	阔叶 Broad-leaved forest	混交 Coniferous- broadleaf forest	针叶 Coniferous forest	阔叶 Broad-leaved forest	混交 Coniferous- broadleaf forest
斑块密度 Patch density(ind./hm ²)	0.10	0.13	0.18	0.19	0.18	0.12
平均斑块面积 Mean patch area(hm ²)	500.35	39.90	223.87	173.37	48.61	451.85
边界密度 Edge density(m/hm ²)	22.16	5.15	21.46	20.64	8.23	24.45
最大斑块指数 Largest patch index	15.87	0.07	3.28	8.61	0.22	23.70
平均欧式距离 Euclidean Nearest-Neighbor Distance(m)	75.65	568.36	104.41	99.83	355.97	75.63
最大形状指数 Largest shape index	51.41	14.20	49.87	47.50	20.23	55.86
聚集度指数 Aggregation index	96.46	92.47	95.88	95.21	92.81	96.65
分布指数 Distribution index	0.41	1.59	0.61	0.68	1.30	0.41

2.2 景观功能格局及其变化

2.2.1 景观功能指标变化 龄组面积分布及变化规律(图 3) :1989 年成、过熟林面积比例达 48.7 %, 中龄林 19.0 %, 2000 年中龄林大幅升至 57 %, 占绝对优势, 成、过熟林比例降至 17.5 %。3 种类型中的中龄林都显著增加, 成过熟针叶林下降比例最大。中龄林大幅度增加一方面由于幼龄林更新恢复, 另一方面采伐导致 50 % 以上的成过熟林转变成中龄林。2000 年的中龄林中, 除了 32.8 % 还是 1989 年原有的中龄林, 另外 32.48 % 由 1989 年的成熟林转化而来, 16.17 % 由近熟林转化而来, 11.05 % 由过熟林转化而来, 7.52 % 由幼龄林更新而来。

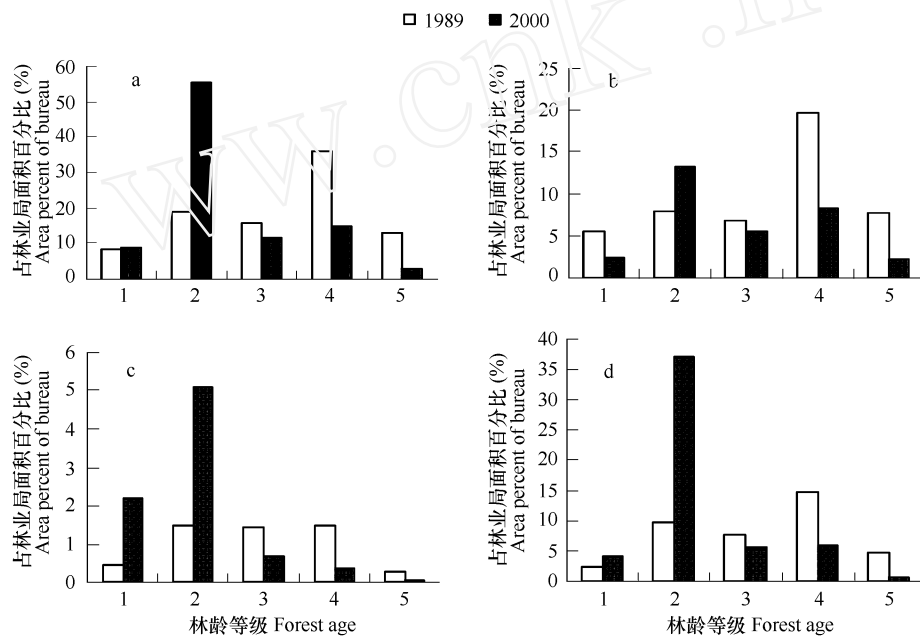


图 3 呼中林业局 1989 年和 2000 年森林龄组面积组成 (a) 针叶林 (b)、阔叶林 (c) 和针阔混交林 (d) 龄组面积组成

Fig. 3 Forest age area distribution (a) in 1989 and 2000, coniferous forest (b), Broad-leaved forest (c) a, and mixed (d) forest age area distribution in 1989 and 2000 in Huzhong Forest Bureau

公顷蓄积量等级面积分布及变化规律(图 4) :1989 年 3 级面积比例最大, 为 30.31 %, 2 级其次, 为 24 %, 1 级和 4 级相差不多, 分别占 18 % 和 19 %, 5 级占 7.33 %, 2000 年各个级别面积变化明显, 公顷蓄积量在 120m^3 以上的林地面积减少 20.77 %。全局森林蓄总积量由 1989 年的 60068680m^3 减少到 2000 年的 55903280m^3 , 减少了 6.9 %, 按照龄级表法计算全局森林年平均总生长量为 816529m^3 , 10a 间全局商品材产量为 7460000m^3 , 消耗总蓄积量 13618367m^3 , 消长比为 1.56:1, 所以森林蓄积的消耗量大于生长量是蓄积总量减少的主要原因, 总蓄积减少主要由森林采伐所致。

郁闭度面积分布及变化规律(图 4) :总体上呈下降趋势, 1989 年 4 级面积比例最大, 而 2000 年 3 级面积比例最大。

2.2.2 功能指标的空间分布及变化 景观中某一个景观类型斑块内, 例如一个针叶林斑块内, 其龄组、蓄积量和郁闭度具有异质性, 如果依据林龄组、蓄积量和郁闭度 3 个功能指标, 将类型斑块继续划分成亚斑块 (sub-patch), 即类型-龄组亚斑块、类型-公顷蓄积亚斑块和类型-郁闭度亚斑块, 分析其空间结构, 可以更精确地反映景观质量空间分布变化。选择斑块密度和平均斑块面积两个指数表征。

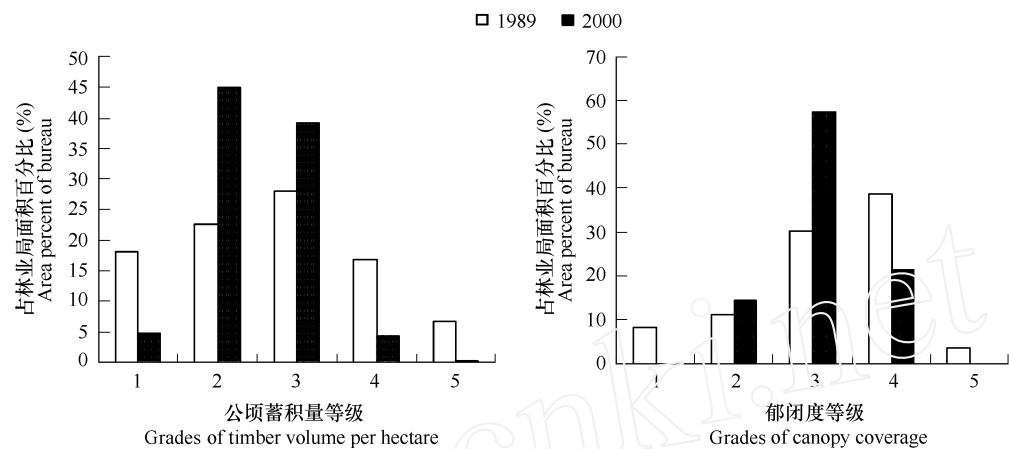


图 4 蓄积量等级和郁闭度等级面积百分比

Fig. 4 Area percentage of timber volume per hectare and canopy coverage grades in Huzhong Forest Bureau

结果表明(表 3),在同一时期亚斑块密度明显大于类型斑块密度,两者比值 1989 年为 2.8 倍,2000 年为 2.1 倍,亚斑块平均面积明显小于类型斑块,两者比值 1989 年为 0.48 倍,2000 年为 0.55 倍;2000 年与 1989 年相比,类型斑块密度增大,但是亚斑块密度降低,说明功能的异质程度降低。

表 3 类型斑块和类型-功能斑块的格局指数

Table 3 Spatial pattern index of type patch and type-function patch					
年份 Year	指数 Index	类型斑块 Type patch	类型-龄组斑块 Type-age patch	类型-公顷蓄积斑块 Type-timber volume patch	类型-郁闭度斑块 Type-canopy patch
1989	平均斑块面积 Mean patch area (hm ²)	156.6	47.3	46.2	51
	斑块密度 Patch density(ind./hm ²)	0.6343	2.1139	2.1633	1.9610
2000	平均斑块面积 Mean patch area (hm ²)	143.1	56.3	54.2	59
	斑块密度 Patch density(ind./hm ²)	0.6997	1.7773	1.8448	1.6948

类型-龄组亚斑块分布特征显示(图 5):1989 年,针叶林-龄组亚斑块总面积达到 20 %以上,平均斑块面积最大,达 89.35hm²,斑块数量为 1681 个,成为优势类型,2000 年,针阔混交林-中龄林亚斑块面积剧增,平均斑块面积由 53hm² 增至 152hm²,数量也由 1387 增加到 1952 个,成为 2000 年的优势类型;类型-蓄积量亚斑块分布特征,以针叶林-3 级亚斑块为优势类型,转变为针阔混交林-3 级亚斑块为主要类型;而郁闭度的主要优势类型也由针叶林-4 级转变为针阔混交林-3 级。

综上,1989 年是成过熟林、高公顷蓄积量、高郁闭度占优势的景观,2000 年中幼龄林、低公顷蓄积量和低郁闭度面积增大,趋于连续,形成低质量的相对均质化的景观。

2.3 景观变化的 4 种驱动力比较分析

2.3.1 火烧 呼中林业局 1989 ~ 2000 年发生火烧共 82 次,累计过火面积 166.9km²,仅占林业局总面积的 1.78 %,至 2000 年,未更新的火烧迹地仅占全局面积的 0.53 %;火烧蓄积量 1300151 ~ 1415321m³(表 3),仅占 1989 年全局蓄积量的 2.2 % ~ 2.4 %,不能成为景观变化的主要驱动因子。

事实上,自然状态下,火烧是森林变化的主要驱动因子,但在研究区内 1989 ~ 2000 年间 82 次火烧中,仅在 2000 年重大和特大火灾各发生一次,其余 80 次均为中低强度、小面积的火灾和火警,面积仅 1053.8hm²,说明该林业局人为扑救抑制了林火蔓延,限制了大面积火灾的发生,导致林火以中低强度为主,即人为活动通过改变自然干扰因子间接地改变了景观变化的速率和方向。相对于自然状态下的林火,对景观格局变化的贡献

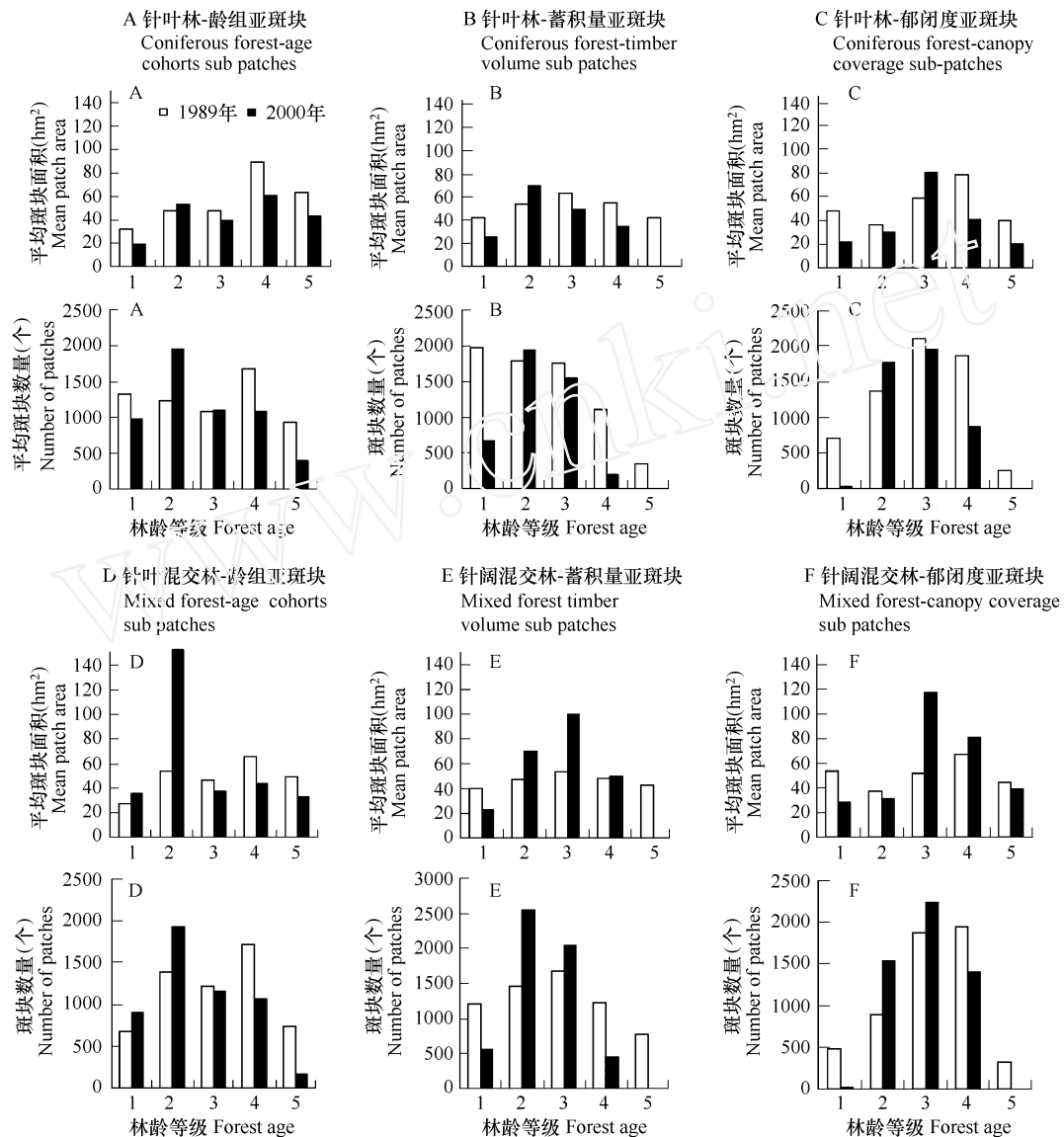


图5 呼中林业局 1989 年和 2000 年不同森林类型亚斑块的空间特征

Fig. 5 Spatial pattern of coniferous forests and mixed forests in 1989 and 2000 in Huzhong Forest Bureau

率显著降低,1969~2001 年该局火烧轮回期达 823a,大大超过正常的轮回期,也证明了这一点^[23]。

2.3.2 人工更新 呼中林业局 1989 年人工林面积为 2394hm²,仅占林业局面积的 0.31%,1989~2000 年间,人工造林面积 15123hm²,达林业局面积的 1.87%,蓄积量为 42873m³,均为幼龄林。人工林中落叶松林面积最大,为 13024hm²,占人工林面积的 86.24%。人工造林使部分采伐迹地、火烧迹地、荒草地和沼泽转变成针叶林,但无论总面积,还是转化成针叶林的面积比例都较小,可知这一时段林业局森林景观变化过程中,人工更新的作用非常小。

2.3.3 土地利用和人口数量变化 通常,居民点和耕地的出现、扩增可强烈改变景观格局,但研究区内居民点(耕地)面积比例只有 0.33%,变化也甚微(表 1),不足以影响整个景观变化。

在平原地区,人口增多也会导致景观巨大变化,但呼中林业局以林业生产为单一主导产业,人口变化与景观变化关系就较为特殊:在开发初期,人口数量与开采规模相关,从 1966 年建局到 1989 年,人口增至 50787 人,木材产量相应增长;一定的采伐生产能力形成后,即使人口无显著增长,1989~2000 年仅增长 2913 人

(6 %),产量仍可持续增加,即人口数量与采伐规模没有相关性,与景观变化也不具相关性。

以上两点是森林景观与其他类型景观中人类活动的重要区别,人工景观面积和人口数量是平原地区人类活动强度的重要指标^[27,28],在林区却不适用,小面积居民点、少量人口足以导致森林景观的大变化。

2.3.4 人为采伐 从驱动力作用的范围、强度和频度 3 方面,将采伐和上述几种驱动力分析比较(表 4),就驱动力作用范围而言,1991~2000 年累计采伐面积,是火烧面积的 9.2 倍,是人工更新面积的 10 倍,是居民点面积的 60 倍;就驱动力作用强度而言,火烧蓄积量大约 1300151~1415321m³,居民地占地损失蓄积量 199112~216749m³,采伐生产木材总量分别是两者的 5.3~5.8 倍和 34.5~37.6 倍,同时,是人工更新蓄积量的 174 倍;就驱动力作用频度而言,采伐频率很高,仅 1990~1997 年采伐过的小班数就高达 3293 个,是火烧频率的 40 倍,是更新小班数的 3.51 倍,可见 10a 时间尺度上该局景观变化的主导驱动力是人为采伐。

表 4 呼中林业局 1989~2000 年景观变化驱动力作用特征比较^{*}
Table 4 Comparison among characteristics of driving forces causing landscape change from 1989 to 2000

驱动力作用特征 Characteristics of driving forces		采伐 Timber harvest		火烧 Forest fire		人工更新 Afforestation		土地利用 Land use	
范围 Extent	累计面积 hm ² Accumulated area	150889	累计面积 hm ² Accumulated area	16690	更新面积 hm ² Afforested area	15123	居民地(耕地)面积 Built-up (farmland) area	2556	
强度 Intensity	采伐蓄积 m ³ Harvested timber volume	7490807	火烧蓄积 m ³ Burned timber volume	1300151 ~ 1415321	更新蓄积量 m ³ Afforested timber volume	24628	占地损失蓄积 m ³ Lost timer volume	199112 ~ 216749	
频度 Frequency	采伐小班数 (1990 ~ 1997 年) Number of patches harvested (1990 ~ 1997)	3293	火灾次数 Number of fire	82	更新小班数 Number of afforested patches	938	居民点斑块数 (2000 年) Number of built-up patches(2000)	20(2000 年)	

^{*}利用平均公顷蓄积和火烧面积之积计算火烧烧掉的木材蓄积量,1989 年和 2000 年平均公顷蓄积量分别为 84.5m³和 77.9m³ Burned timber volume is calculated by the average timber volume per hectare times the area of burned forest. The average timber volume per hectare was 84.5m³ and 77.9m³ in 1989 and 2000, respectively

与采伐相伴的一项重要活动是修建道路,呼中林业局的道路系统包括常年公路、冻板道、集材主支道以及防火公路、塔路。该林业局 1966 年开始建路,至 1989 年建成常年道路 1780km,这段时期道路从无到有,迅速强烈地改变景观格局;1989~2000 年常年道路新增 372.6km,该阶段常年道路对格局变化影响相对减弱,冻板路和集材主、支道影响较大。道路是一种线形干扰源,不便与火烧、人工更新等干扰比较,但可确认包括道路修建在内的采伐活动是景观格局变化的主导因子。

3 结论

(1)呼中林业局的地带性植被为兴安落叶松林。主要景观类型为针叶林、针阔混交林和阔叶林,这 3 种类型面积之和占全局面积 90 %以上,其他景观类型面积比例小,主要有荒草地、火烧迹地、采伐迹地、沼泽、居民点等。

(2)林业局 1989~2000 年景观类型变化规律为,针叶林面积减少,更加分散,针阔混交林面积增多,更加连续,即由原有的大面积连续的针叶林为基质、小面积阔叶林和针阔混交林斑块散布其中的格局,转变成以大面积的针阔混交林为基质,小面积针叶林斑块散布其中的格局。

(3)林业局 1989~2000 年景观功能结构变化规律为:各龄组面积分布的峰值由成熟林转变为中龄林,每公顷蓄积量以 120~160m³/hm² 为主,下降为 20~40m³/hm² 为主,郁闭度优势等级也由 4 级下降到 2 级,同时,空间分布发生变化,1989 年是成过熟林、高公顷蓄积量、高郁闭度占优势的景观,2000 年中幼龄林、低公顷蓄积量和低郁闭度面积增大,趋于连续,形成低质量的相对均质的景观。

(4) 从干扰的范围、强度和频率 3 个方面比较采伐、火烧、人工更新和土地利用四种驱动力,最终确认了林业局在 1989~2000 年 10a 时间尺度上,森林采伐活动是景观变化的主要驱动力。火烧在一定程度上改变着景观格局,人为开采却驱动景观发生更大、更迅速的变化,但在更长的时间尺度上以及在没有人灭火的情况下,火烧与采伐对森林景观影响的相对权重如何,还有待研究。

References:

- [1] Xiao D N, Li X Z, Gao J, *et al.* landscape ecology, Beijing: Science Press, 2003.
- [2] Meng P, Jia B Q, Zhang J S, *et al.* Characterization of landscape changes in Taihang Mountain in China: a case study of Jiyuan city, Henan Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(4): 825~830.
- [3] Fu B J, Chen L D, Ma K M, *et al.* Theory and application of landscape ecology. Beijing: Science Press, 2002.
- [4] Zhao Y, Li Y H. Landscape ecology. Beijing: Science Press, 2002.
- [5] Gunilla E, Olsson A, Austrheim G, *et al.* Landscape change patterns in mountains, land use and environmental diversity, Mid-Norway 1960~1993. *Landscape Ecology*, 2000, 15(2): 155~170.
- [6] Hayes D J, Sader S A, Schwartz N B. Analyzing a forest conversion history database to explore the spatial and temporal characteristics of land cover change in Guatemala's Maya Biosphere Reserve. *Landscape Ecology*, 2002, 17(4): 299~314.
- [7] Deon R G, Glenn S M. The influence of forest harvesting on landscape spatial patterns and old-growth-forest fragmentation in southeast British Columbia. *Landscape Ecology*, 2005, 20(1): 19~33.
- [8] Matthias Burgi, Hersperger A M, Schneeburger, Driving forces of landscape change- current and new directions. *Landscape Ecology*, 2004, 19(8): 857~868.
- [9] Bügi M, Schuler A. Driving forces of forest management an analysis of regeneration practices in the forests of the Swiss Central Plateau during the 19th and 20th century. *Forest Ecology and Management*, 2003, 176: 173~183.
- [10] Foster D R, Motzkin G, Slater B. Land-use history as long-term broadleaf-scale disturbance: Regional forest dynamics in Central New England. *Ecosystems*, 1998, 1: 96~119.
- [11] Mladenoff D J, White M A, Pastor J, *et al.* Comparing spatial pattern in unaltered old-growth and disturbed forest landscapes. *Ecological Applications*, 1993, 3: 294~306.
- [12] Ripple W, Bradshaw G, Spies T. Measuring forest, landscape patterns in the Cascade Range of Oregon, U. S. A. *Conservation Biology*, 1991, 57: 73~88.
- [13] Spies T A, Ripple W J, Bradshaw G A. Dynamics and pattern of a managed coniferous forest landscape in Oregon. *Ecological Applications*, 1994, 4: 555~568.
- [14] Ding S Y, Qian L X, Cao X X, *et al.* Forest landscape pattern dynamics of Yihe-Louhe river basin, *Acta Geographica Sinica*, 2003, 23(5): 604~611.
- [15] Chen W B, Xiao D N, Zheng J. Forest landscape change and its driving force during past ten years in Billahe forest region, Inner Mongolia, *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(5): 741~747.
- [16] Guo J P, Yang H X. Studies on spatial pattern and dynamics for landscape elements in Guandishan forest region, Shanxi, China, *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 10(2): 167~171.
- [17] Yu D Y, Hao Z Q, Jiang P, *et al.* Landscape pattern variation of forest resources in typical forest zone of Changbai Mountains. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(10): 1809~1814.
- [18] Wen Q Z. influences of human disturbance on forest vegetation of Zhujiangyuan Nature Reserve. *Forest Inventory and Planning*, 2002, 27(1): 43~48.
- [19] Yao Y H, Zhang B P, Zhou C H, *et al.* Spatial pattern and component structure of forests in Guizhou. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(1): 126~132.
- [20] Xu H C. Daxingangling forest in China. Beijing: Science Press, 1998.
- [21] Duan C X, Hu Y M, Li Y H *et al.* Landscape pattern change and its influence in the forest of northern Daxinganling Mountains, *Chinese Journal of Ecology*, 2004, 23(2): 133~135.
- [22] Du X M, Zhou Z Q, Zhang Y, *et al.* Discussion about rules of vegetation's succession in north of great Xingan Mountains. *Territory and Natural Resources Study*, 2002, 2: 67~69.
- [23] Wang M Y, Shu L F, Tian X R. Landscape dynamics analysis of Daxing'an Mountain Huzhong Zone under the disturbance of forest fires. *Journal of Mountain Science*, 2004, 22(6): 702~706.
- [24] Qiu Y, Li Z D, Zhang Y J, *et al.* Study on the cohort structure of *Larix gmelini* population in virgin forest in northern of Daxing'anling Mountains. *Scientia Silvae Sinicae*, 2003, 39(3): 15~22.
- [25] Hu Y M, Xu C G, Chang Y, *et al.* Application of spatially explicit landscape model (LANDIS): a case research in Huzhong area, Mt., Daxing'anling.

Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 24(9): 1846 ~ 1856.

[26] Committee of Huzhong Chorography. Chorography of Huzhong Area. Hefei: Huangshan Press, 1993.

[27] Chen L D, Fu B J. Analysis of impact of human activity on landscape structure in Yellow river delta: a case study of Dongying region. Acta Ecologica Sinica, 1996, 16(4): 337 ~ 344.

[28] Zeng H, Guo Q H. Spatial analysis of artificial landscape transform in Fengang town, Dongguan City. Acta Ecologica Sinica, 1999, 19(3): 298 ~ 303.

参考文献:

[1] 肖笃宁,李秀珍,高峻,等. 景观生态学. 北京:科学出版社, 2003.

[2] 孟平,贾宝全,张劲松,等. 太行山低山丘陵区景观变化特征分析——以河南省济源市为例. 生态学报, 2004, 24(4): 825 ~ 830.

[3] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等. 景观生态学原理及应用. 北京:科学出版社, 2002.

[4] 赵羿,李月辉. 实用景观生态学. 北京:科学出版社, 2001.

[14] 丁彦彦,钱乐祥,曹新向,等. 伊洛河流域典型地区森林景观格局动态. 地理学报, 2003, 23(5): 604 ~ 611.

[15] 陈文波,肖笃宁,郑蕉,等. 内蒙古毕拉河林区近十年森林景观变化及驱动力浅析. 应用生态学报, 2004, 15(5): 741 ~ 747.

[16] 郭晋平,阳含熙. 关帝山林区景观要素空间分布及其动态研究. 生态学报, 1999, 10(2): 167 ~ 171.

[17] 于德永,郝占庆,姜萍,等. 长白山典型林区森林资源景观格局变化分析. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1809 ~ 1814.

[18] 温庆忠. 人为干扰对珠江源自然保护区森林植被的影响. 林业调查规划, 2002, 27(1): 43 ~ 48.

[19] 姚永慧,张百平,周成虎,等. 贵州森林的空间格局及组成结构. 地理学报, 2003, 58(1): 126 ~ 132.

[20] 徐化成. 中国大兴安岭森林. 北京:科学出版社, 1998.

[21] 段春霞,胡远满,李月辉,等. 大兴安岭北部林区景观格局变化及其影响分析. 生态学杂志, 2004, 23(2): 133 ~ 135.

[22] 杜晓明,周志强,张悦,等. 大兴安岭北部植被演替规律探讨. 国土与自然资源研究, 2002, 2: 67 ~ 69.

[23] 王明玉,舒立福,田晓瑞,等. 林火干扰下的大兴安岭呼中区景观动态分析. 山地学报, 2004, 22(6): 702 ~ 706.

[24] 邱扬,李湛东,张玉钧,等. 大兴安岭北部原始林兴安落叶松种群世代结构的研究. 林业科学, 2003, 39(3): 15 ~ 22.

[25] 胡远满,徐崇刚,常禹,等. 空间直观景观模型 LANDIS 在大兴安岭呼中林区的应用. 生态学报, 2004, 24(9): 1846 ~ 1856.

[26] 呼中区志编撰委员会编,呼中区志. 合肥:黄山书社出版, 1993.

[27] 陈利顶,傅伯杰. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析. 生态学报, 1996, 16(4): 337 ~ 344.

[28] 曾辉,郭庆华. 东莞市凤岗镇景观人工改造活动的空间分析. 生态学报, 1999, 19(3): 298 ~ 303.