

# 安徽老山自然保护区肖坑小流域森林景观格局研究

刘西军, 吴泽民, 黄庆丰

(安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036)

**摘要:** 运用景观生态分类原则和群落生态学原则, 建立了肖坑小流域森林景观三级分类系统, 并选用景观多样性(SHDI)、均匀度(E)、景观优势度(D)、最小距离(NHI)和连接度等景观指数对三级森林景观格局进行了分析。结果表明, 肖坑小流域森林景观以常绿与落叶混交的阔叶林的中幼龄林为主。森林景观的景观多样性指数和优势度指数都较大而均匀度指数较小, 表明景观类型丰富, 但类型之间的面积差别较大, 分布不均匀; 最小距离指数和连接度指数都较小, 斑块分布接近团聚分布, 信息交换有一定的难度, 不利于生物多样性保护和生物资源管理, 今后经营管理中要加强对森林的保护, 尽量减少森林旅游、采茶等人为经营活动对环境的干扰。

**关键词:** 森林景观格局; 小流域; 肖坑

中图分类号: S718.5

文献标志码: A

文章编号: 1005-9369(2010)02-0044-05

**Analysis of forest landscape pattern of Xiaokeng minor watershed in Laoshan natural reserve area in Anhui Province/LIU Xijun, WU Zemin, HUANG Qingfeng (College of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)**

**Abstract:** Applying the landscape and community ecological classification principle, a three-level classification system of forest landscape was built at Xiaokeng minor watershed in Laoshan natural reserve area in Anhui Province. The forest landscape pattern was analyzed by calculating the landscape indices such as the diversity, the evenness, the dominance, the nearest neighbor index and the connectivity etc. The results showed that the young and the middle age mixed evergreen and deciduous broad-leaved forest was the dominant component. Although the forest landscape diversity and dominance of Xiaokeng minor watershed was relatively big, and its evenness was lower, which indicated that forest types were abundant, but the distinction of their area was obvious, and the distribution was uneven. The nearest neighbor index and the connectivity index were all lower, which was proved that the patches were aggregated dispersion in the certain degree. The information didn't exchange, and ecological functions could not be fully brought into play. This situation was unfavorable to protect the diversity and the forest resource management. Thus, the forest protection should be reinforced, and cut down the artificial disturbances to the environment, as far as possible, such as the ecological tourism and the tea picking.

**Key words:** forest landscape pattern; minor watershed; Xiaokeng

景观格局及其变化是自然、社会和生物要素相互作用的结果, 特别是人类活动加剧导致景观的破碎化<sup>[1]</sup>。景观破碎化会改变生态系统中一系列的

重要关系, 严重影响生物的多样性和生态系统功能的发挥, 是景观格局研究的重要内容之一<sup>[2-4]</sup>。许多学者对流域<sup>[5-6]</sup>、高原<sup>[7]</sup>、农牧交错区<sup>[8]</sup>、草原<sup>[9]</sup>、山

收稿日期: 2009-04-22

基金项目: 国家“十一五”科技攻关项目资助(2006BAD03A0604)

作者简介: 刘西军(1978-), 男, 讲师, 博士, 研究方向为景观生态学、森林培育学。E-mail: liuxj104@ahau.edu.cn

区<sup>[10]</sup>、景区<sup>[11]</sup>及自然保护区<sup>[12]</sup>的景观格局进行了深入研究，但随着人口的增长和经济发展，森林植被景观的破坏和损耗已经成为具有全球规模影响的关键性的环境问题<sup>[13]</sup>。因此，数量化分析森林景观组分的空间分布特征，为进一步研究景观功能和动态提供理论分析基础<sup>[14-15]</sup>。

肖坑小流域自20世纪70年代开始实施封山育林和水土流失综合治理工程以来，森林植被恢复明显。近年来，由于采茶、乡村旅游、森林旅游等人类经营活动的剧增和野生动物(如野猪等)的破坏对保护区环境造成很大的压力，同时，肖坑的大片山场已被划为国家公益林，如何加强森林景观生态建设与生态旅游管理，保护好生态环境，又兼顾村民的经济利益不受影响，是肖坑自然保护区管理中亟待解决的问题。因此，本文对肖坑小流域森林景观格局进行了初步分析，为肖坑森林景观的合理经营提供理论依据<sup>[16]</sup>。

## 1 研究区域概况

研究区域位于安徽省池州市老山自然保护区，属中亚热带季风气候， $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温为4500 $^{\circ}\text{C}$ ，年平均气温16.4 $^{\circ}\text{C}$ ，极端高温40.9 $^{\circ}\text{C}$ ，极端低温-8.5 $^{\circ}\text{C}$ ，无霜期227d，多雾；平均太阳辐射为51.12 $\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-2}$ ，年平均日照为1967.6h；年降水在1300~1800mm之间，集中在4~9月，雨量集中，年平均降水量为1550mm。地貌特征以中低山为主，海拔一般400m以上，地势由南向北倾斜。地带性土壤为山地黄红壤，土壤垂直分布明显，母岩为石灰岩。流域内植物资源丰富，共有植物322种，分属于82科173属。

## 2 研究方法

### 2.1 肖坑小流域森林景观分布图的绘制

运用Geoway软件生成肖坑小流域数字化地形图，以黑白航片结合林相图获得森林分布数据，通过野外实地勘察进行纠正并绘制森林景观分布图。

### 2.2 肖坑小流域森林景观类型的划分

依据景观生态分类原则与群落生态学原则，以景观的尺度、斑块体的特征、基质的形状、大小和色调等为分类依据，并结合群落外貌、年龄、树种组成等对森林景观进行了系统分类。将肖坑

小流域划分为9个一级景观类型、14个二级景观类型和8个三级景观类型，共19个景观要素。一级景观类型包括阔叶林景观(A)、针阔混交林景观(B)、针叶林景观(C)、毛竹林景观(D)、经济林景观(E)、灌丛景观(F)、居民点景观(G)、河流景观(H)和道路景观(D)；二级景观类型包括常绿阔叶林(A<sub>1</sub>)、常绿落叶阔叶林(A<sub>2</sub>)、落叶常绿阔叶林(A<sub>3</sub>)、落叶阔叶林(檫木人工林)(A<sub>4</sub>)、杉木阔叶混交林(B<sub>1</sub>)、马尾松阔叶混交林(B<sub>2</sub>)、杉木纯林(C<sub>1</sub>)、马尾松纯林(C<sub>2</sub>)、毛竹纯林(D<sub>1</sub>)、毛竹杉木混交林(D<sub>2</sub>)、毛竹阔叶混交林(D<sub>3</sub>)、茶园(E<sub>1</sub>)、板栗(E<sub>2</sub>)和灌丛(G<sub>1</sub>)；三级景观包括常绿乔木林景观(甜槠、苦槠等)(A<sub>11</sub>)、常绿灌木林景观(乌冈栎)(A<sub>12</sub>)、常绿落叶阔叶幼龄林景观(封育时间 $\leq 10$ 年)(A<sub>21</sub>)、常绿落叶阔叶中龄林景观(封育时间10~20年以上)(A<sub>22</sub>)、落叶常绿阔叶幼龄林景观(封育时间 $\leq 10$ 年)(A<sub>31</sub>)、落叶常绿阔叶中龄林景观(封育时间10~20年以上)(A<sub>32</sub>)、檫木混交林景观(A<sub>33</sub>)和檫木人工林(A<sub>41</sub>)。

### 2.3 景观格局分析

选择景观多样性(SHDI)、均匀度(E)、景观优势度(D)、景观相似性指数(R)、最小距离指数(NHI)和景观要素连接度(PX)等景观指数进行格局分析。景观指数的计算公式参见文献[14]。

## 3 结果与分析

### 3.1 森林景观组成分析

肖坑小流域森林景观特征和组成见表1。

一级景观总面积为3779.64 $\text{hm}^2$ ，含9种类型，241个类斑，类斑平均面积为15.53 $\text{hm}^2$ 。二级分类总面积为3627.59 $\text{hm}^2$ ，含14种类型，252个类斑，类斑平均面积为14.40 $\text{hm}^2$ 。三级分类是阔叶林类型的详细划分，总面积为2589.38 $\text{hm}^2$ ，含8种类型，91个类斑，类斑平均面积为25 $\text{hm}^2$ 。随着研究尺度的减小，斑块总面积虽减少，但斑块数量也在改变，进而影响平均斑块面积、斑块周长以及平均斑块周长的大小。

在一级森林景观中，阔叶林景观的斑块面积为2576.87 $\text{hm}^2$ ，占森林总面积的71.8%，是肖坑小流域森林景观的基质；毛竹林、针叶林和经济林斑块面积分别为403.66、332.04和252.27 $\text{hm}^2$ ，分别占总面积的11.21%、9.25%和7.03%；针阔混交林

所占比例最小，只占 0.64%。二级森林景观中，常绿与落叶阔叶混交林的面积为 2 491.27 hm<sup>2</sup>，占总面积的 68.68%；然后依次为毛竹纯林、杉木纯林、茶园，分别占总面积的 10.81%、8.17%和 6.92%；其他类型面积比较少。三级森林景观中，阔叶林的

中龄林面积最多，占阔叶林面积的 58.24%；幼龄阔叶林的面积占总面积的 35.47%；其他类型面积相对都较小。常绿乔木林和常绿灌木林的林龄较大，但面积较少，其他类型的林龄较小，显示了当地历史上对树木砍伐的严重程度。

表 1 肖坑小流域森林景观组成

Table 1 Composition of forest landscape in Xiaokeng minor watershed

一级景观 First level			二级景观 Second level			三级景观 Third level		
类型 Type	面积(hm <sup>2</sup> ) Area	斑块数 Patch number	类型 Type	面积(hm <sup>2</sup> ) Area	斑块数 Patch number	类型 Type	面积(hm <sup>2</sup> ) Area	斑块数 Patch number
A	2 576.87	33	A <sub>1</sub>	78.42	6	A <sub>11</sub>	6.24	4
B	23.27	6	A <sub>2</sub>	1 260.11	37	A <sub>12</sub>	72.09	2
C	332.04	40	A <sub>3</sub>	1 231.16	27	A <sub>21</sub>	438.12	21
D	403.66	37	A <sub>4</sub>	22.20	1	A <sub>22</sub>	812.42	28
E	252.27	86	B <sub>1</sub>	23.14	5	A <sub>31</sub>	480.27	14
F	39.48	3	B <sub>2</sub>	0.28	1	A <sub>32</sub>	695.52	16
G	64.87	1	C <sub>1</sub>	296.50	40	A <sub>33</sub>	62.51	5
H	62.18	1	C <sub>2</sub>	21.01	4	A <sub>41</sub>	22.21	1
I	25.00	34	D <sub>1</sub>	392.15	34			
			D <sub>2</sub>	3.66	2			
			D <sub>3</sub>	7.32	4			
			E <sub>1</sub>	250.99	87			
			E <sub>2</sub>	1.17	1			
			G <sub>1</sub>	39.48	3			
合计 Total	3 779.64	241	合计 Total	3 627.59	252	合计 Total	2 589.38	91

3.2 景观多样性、均匀度与优势度分析  
采用 Shannon-Weiner 指数和相应的均匀度指数

对肖坑小流域 3 个等级水平上的景观多样性指数、均匀度指数和优势度指数进行测算，结果见图 1。

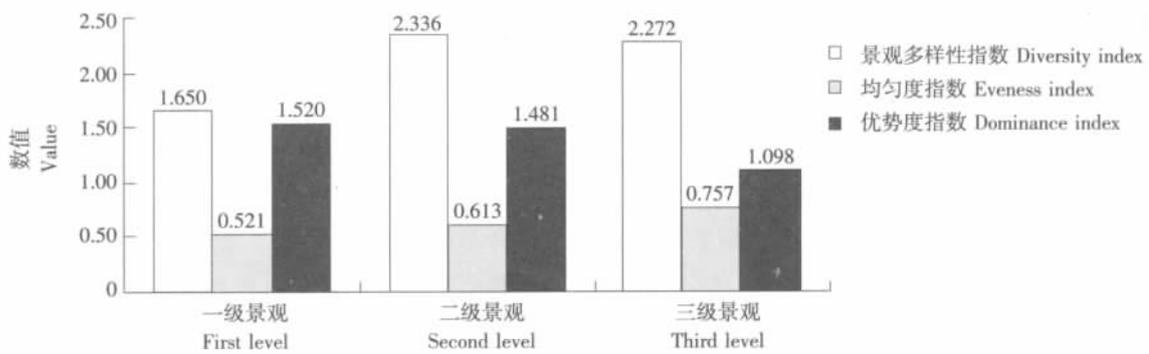


图 1 森林景观多样性指数、均匀度指数和优势度指数

Fig. 1 Diversity, evenness and dominance index of forest landscape

由图 1 可知，研究尺度对景观多样性指数和均匀度指数具有明显的影响。一级森林景观的景观多样性指数最小，二级最大，三级次之；均匀度指数

则是一、二、三级逐渐增大。与以往研究相比，景观多样性指数相对较大，高达 2.336，表明肖坑森林景观的类型非常丰富，景观异质性较高，但均匀度

指数为 0.613，均匀性稍差；三级分类的景观多样性指数为 2.272，仍然较高，说明阔叶林景观的信息含量较丰富，这是因为阔叶林类型总体上处于演替的不同阶段，群落组成种变化大、表现出较大的异质结构，但分布比均匀，均匀度指数达到 0.757，可认为阔叶林景观在结构及外貌上有逐渐同质化的趋向。

景观优势度指数随研究尺度减小而减小，森林景观由少数景观类型控制的特性转向由多种类型控制。一级森林景观类型所占比例的差异较大，阔叶林的优势地位很明显，在发挥生态功能上具有极为重要的作用。二级水平的景观优势度指数处于一级和三级森林景观优势度之间，景观表现为由常绿落叶阔叶林、落叶常绿阔叶林、茶园、毛竹纯林和杉木纯林等类型控制。三级分类景观类型偏离程度小，景观均质性强，即阔叶林所含各种类型的影响程度差异不大。

### 3.3 森林景观的空间结构特征分析

最小距离指数(NHI)用来确定景观中斑块的分布是否服从随机分布和定量描述景观中斑块的连接度，包括完全团聚分布、随机分布和完全规则分布。景观要素连接度(PX)描述景观中同类景观要素斑块的联系程度。肖坑小流域森林景观斑块的最

小距离指数和景观要素连接度指数见表 2。

肖坑小流域三级森林景观斑块的最小距离指数都比较小，接近团聚分布型。一级森林景观中，毛竹林斑块的最小距离指数最大，为 0.6277，分布类型在团聚分布与随机分布之间；针叶林、针阔混交林、经济林、阔叶林和居民点接近团聚分布，尤其阔叶林和居民点的团聚分布非常明显。二级森林景观中，常绿阔叶林的最小距离指数最大，为 0.6722，分布类型明显偏向于随机分布；毛竹纯林、茶园同时带有团聚分布和随机分布的性质；其他类型斑块较少且分布集中，接近于团聚分布。三级森林景观中，常绿乔木林偏向于随机分布；樟木混交林虽斑块较少，但有 1 个斑块距离其他斑块较远，最小距离指数偏大；其他 4 种类型接近团聚分布，其中，常绿落叶阔叶中龄林的最小距离指数只有 0.0887，极接近于 0，接近完全团聚分布。但这些群落均为进展群落，斑块处于扩展初期，有可能通过边缘扩展而逐步扩大。可见，肖坑森林景观在封山育林 20 年左右之后(各种类型的封山年限不同)，各种景观要素类型的分布都接近团聚分布，部分类型偏向随机分布，这也反映出在今后经营方面要更加注重对森林的保护，减少人为的干扰。

表 2 肖坑小流域森林景观斑块的最小距离指数与景观连接度指数

Table 2 The nearest neighbour index and connectivity index of patched of forest landscape in Xiaokeng minor watershed

一级景观 First level			二级景观 Second level			三级景观 Third level		
类型 Type	最小距离指数 NHI	景观要素连接度 PX	类型 Type	最小距离指数 NHI	景观要素连接度 PX	类型 Type	最小距离指数 NHI	景观要素连接度 PX
A	0.2961	0.5309	A <sub>1</sub>	0.6722	0.4170	A <sub>11</sub>	0.7011	0.0143
B	0.3892	0.2533	A <sub>2</sub>	0.1624	0.3934	A <sub>12</sub>	-	-
C	0.4677	0.3938	A <sub>3</sub>	0.1932	0.3573	A <sub>21</sub>	0.2969	0.1848
D	0.6277	0.1312	A <sub>4</sub>	-	0.3252	A <sub>22</sub>	0.0887	0.3265
E	0.3564	0.4151	B <sub>1</sub>	0.4723	0.1651	A <sub>31</sub>	0.2881	0.3806
F	-	-	B <sub>2</sub>	-	0.1053	A <sub>32</sub>	0.2632	0.3281
G	-	-	C <sub>1</sub>	0.4345	0.2145	A <sub>33</sub>	0.3215	0.6406
H	-	-	C <sub>2</sub>	0.3328	0.1876	A <sub>41</sub>	-	-
I	0.2905	0.1234	D <sub>1</sub>	0.5388	0.0784			
			D <sub>2</sub>	-	-			
			D <sub>3</sub>	0.2113	-			
			E <sub>1</sub>	0.5073	-			
			E <sub>2</sub>	-	-			
			G <sub>1</sub>	-	-			

森林景观的连接度相对较小,基本在 0.5 以下。一级森林景观中,阔叶林的连接度指数最大,其联系程度最好;其他类型则处于中等。二级、三级森林景观要素连接度指数普遍较小,破碎化程度较高。

#### 4 讨论与结论

经过多年的封山育林,肖坑小流域的森林覆盖率已达到 95.95%,形成了以常绿与落叶混交的阔叶林的中幼龄林为主的森林景观。毛竹、杉木和茶园的面积较大,特别是受经济利益驱使茶园的面积逐渐增加。按照既定的景观分类原则,划分为 9 个一级景观类型、14 个二级景观类型和 8 个三级景观类型,共 19 个景观要素。

流域内森林植被以天然更新的常绿与落叶阔叶混交的次生林为主体,人工林的比例相对较少。景观多样性指数相对较大,以一级森林景观最小,二级最大,三级处于中等水平;均匀度指数以一级、二级森林景观较小,均匀性稍差,三级达到 0.757,可以认为阔叶林景观在结构及外貌上有逐渐同质化的趋向。景观优势度指数相对较大,且从一级分类到三级分类水平上依次减小,表明随研究尺度的减小,森林景观由少数景观类型控制的特性转向由多种类型控制。

最小距离指数比较小,说明斑块分布接近于团聚分布,斑块之间的邻接程度高,但连接度指数同样偏小,表明景观破碎化严重,景观要素内各斑块间的生态功能联系较差,特别是常绿落叶阔叶中龄林的最小距离指数只有 0.0887,接近完全团聚分布,但这些群落均为进展群落,斑块处于扩展初期,有可能通过边缘扩展而逐步扩大。

综合各指标可看出,该流域由阔叶林景观控制,而阔叶林类型总体上处于演替的不同阶段,群落组成变化大、异质性强,但分布比较均匀。同时,森林景观斑块接近团聚分布,信息交换有一定的难度,不利于生物多样性保护和生物资源管理,今后在森林经营管理方面要更加注重对森林的保护,继续封山育林,防止因过度开发森林旅游和采

茶等活动造成严重的人为干扰。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 白涛,王宏燕,王江丽.土地利用及景观格局变化研究[J].东北农业大学学报,2008,39(10):51-56.
- [ 2 ] 邬建国.景观生态学:格局,过程,尺度与等级[M].北京:高等教育出版社,2000:100-110.
- [ 3 ] Forman R T T. Ecological general principles of landscape and regional ecology[J]. Landscape Ecology, 1995, 10(3): 133-142.
- [ 4 ] Franoise B, Jacques B. Landscape ecology: concepts, methods and applications[M]. New Hampshire: Science Publishers, Inc., 2003: 8-24.
- [ 5 ] 胥晓,郑伯川,陈友军.嘉陵江流域植被景观空间格局特征[J].长江流域资源与环境,2007,16(3):373-378.
- [ 6 ] 任文韬,彭少麟,周婷,等.东江流域集水区城市化差异及其对景观格局的影响[J].应用生态学报,2008,19(12):2680-2686.
- [ 7 ] 张金屯,李斌.黄土高原森林植被景观的特征分析[J].山地学报,2006,24(1):1-6.
- [ 8 ] 梁存柱,祝廷成,周道玮.东北农牧交错区景观空间格局[J].东北师大学报:自然科学版,2008,40(4):121-127.
- [ 9 ] 王辉,袁宏波,徐向宏,等.黄河源区沙化草地区域景观特征[J].应用生态学报,2006,10(9):1665-1670.
- [ 10 ] 杨国靖,肖笃宁.中祁连山浅山区山地森林景观空间格局分析[J].应用生态学报,2004,15(2):269-272.
- [ 11 ] 朱雪,李晖,文正祥,等.月亮山景区景观格局分析研究[J].生态科学,2008,27(3):138-142.
- [ 12 ] 黄尤优,刘守江,张鹤,等.唐家河自然保护区植被景观空间格局分析[J].中南林业科技大学学报,2008,28(1):108-112.
- [ 13 ] 白降丽,彭道黎,庚晓红,等.森林景观生态研究现状与展望[J].生态学杂志,2005,24(8):943-947.
- [ 14 ] 张金屯,邱杨,郑凤英.景观格局的数量研究方法[J].山地学报,2000,18(4):346-352.
- [ 15 ] 边延辉,张光辉,包洪福,等.马尔柯夫模型在洪河湿地景观变化研究中的应用[J].东北农业大学学报,2008,39(3):53-57.
- [ 16 ] 陈利顶,刘洋,吕一河,等.景观生态学中的格局分析:现状、困境与未来[J].生态学报,2008,28(11):5521-5531.