

## 森林景观效果生成因子的相关性

韦新良<sup>1</sup>, 何莹<sup>2</sup>

(1. 浙江农林大学 环境与资源学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省安吉县林业局, 浙江 安吉 313300)

**摘要:** 森林群落结构是形成森林景观效果的物质基础。在浙江省淳安、金华和东阳等地采用典型选样法选取了 30 个景观林样地, 采用样地法进行森林群落结构及其景观效果调查, 用物种多样性、林分密度、群落丰富度、垂直层次性、种群分布格局等特征因子表征森林群落结构, 用树木高度、郁闭度、枝下高、草本层盖度、色调、树种组成、分布状况和采伐剩余物等森林景观因子表征森林群落的整体景观效果, 并对森林群落结构因子与森林景观因子之间进行相关性统计分析。结果表明: 每个森林群落结构因子只与森林景观的个别因子之间有一定的相关关系, 森林景观因子由相应的森林群落结构因子所生成, 森林景观效果是森林群落整体结构特征和经营管理状况的综合体现。图 1 表 2 参 16

**关键词:** 景观生态学; 森林景观效果; 生成因子; 森林群落结构; 相关统计分析

**中图分类号:** S718.5      **文献标志码:** A      **文章编号:** 2095-0756(2011)05-0701-05

## A correlation study of generation factors for forest landscape effects

WEI Xin-liang<sup>1</sup>, HE Ying<sup>2</sup>

(1. School of Environment and Resource, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Forest Enterprise of Anji County, Anji 313300, Zhejiang, China)

**Abstract:** Forest community structure is the physical foundation to form forest landscape effect. 30 plots of landscape forest were selected in Chun'an, Jinhua and Dongyang Cities in Zhejiang Province by standard quadrat method, and their forest community structures and the forest landscape effects were measured. The forest community structure was represented by character factors such as species diversity, stand density, community richness, vertical layer, and distribution patterns of species groups. The forest landscape effect was represented by landscape factors including tree height, canopy density, under-branch height, coverage of grass-vegetation layer, colour reaction of stand, species composition, distribution of trees and leavings of felling. The correlation between forest community structure factors and forest landscape effect factors was analyzed. The results showed that each forest community structure factor had correlation only with a certain individual factor of forest landscape. Each forest landscape effect factor was generated from correlated forest community structure factor; forest landscape effect was a synthesis reflection of the whole character of forest community structure and forest management situation. [Ch, 1 fig. 2 tab. 16 ref.]

**Key words:** landscape ecology; forest landscape effect; generation factor; forest community structure; correlation analysis

从森林景观的外在效果来看, 大的树冠、对比强烈的景观元素构成、丰富的色彩和多变的林冠面都有利于提高森林美景度, 而琐碎景观的存在、高的视觉清晰度和逆光都使美景度降低<sup>[1]</sup>。林分结构与森林内部景观效果有关, 如混交林的美景度较单纯林高<sup>[2-3]</sup>, 低密度和大年龄的林分美景度较高<sup>[4-5]</sup>, 林内可透视距离越长, 美景度越高<sup>[6]</sup>, 地被物对林分的美景度具有促进作用<sup>[1-3]</sup>。森林经营管理活动及其效果

收稿日期: 2010-10-18; 修回日期: 2011-01-13

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(Y304369)

作者简介: 韦新良, 教授, 博士, 从事森林经理和生态学研究。E-mail: weixl@zafu.edu.cn

对森林景观有一定的影响,皆伐会对林分风景造成不利影响,抚育强度越轻美景度值越高<sup>[7-8]</sup>,采伐剩余物及较差的卫生状况会降低美景度<sup>[7]</sup>,虫害会对美景度产生负影响<sup>[9]</sup>。对于有些景观元素的作用还存在分歧。Vodak 等<sup>[7]</sup>研究表明轻度间伐不会损害美景度,而 Hull 等<sup>[4]</sup>的研究结论则恰相反。Tahvanainen 等<sup>[10]</sup>则认为小面积的皆伐是改善林分景观质量较好的手段。枯倒木的存在使美景度降低<sup>[1]</sup>,但 Rudis 等<sup>[11]</sup>却认为有限的倒木有利于提高林分美景度。在中国森林景观质量评价中,许多研究是从森林的结构因子来评价森林景观效果<sup>[12-16]</sup>。在自然风景区、森林公园、生态旅游区、森林城市等规划和建设中,也提出了运用生态学原理和美学原理设计、营建、保护和管理相应的森林结构以达到一定的森林景观效果的要求,但森林群落结构与森林景观效果之间的内在关系至今尚未探明。因此,研究森林群落结构与景观效果之间的相关性规律,既能为森林景观的规划设计和建设提供技术支撑,也能为科学合理地开展森林经营活动提高森林景观质量提供技术服务,以满足人类经济社会发展中环境建设的需要。

## 1 研究材料与方法

### 1.1 研究材料

在浙江省淳安千岛湖风景区、金华北山森林公园和东阳南山城市森林公园等区域内,采用典型选样法选取景观效果、森林结构不同且有一定代表性的森林地段作为研究对象,设置 30 个面积为 20 m × 30 m 的研究样地。采用全站仪进行样地边界测设和每木三维定位。在每个样地中采用样地法<sup>[14]</sup>进行森林结构和群落调查,进行每木检尺,记录乔木层树木的种名、树高、枝下高、胸径、龄级、冠幅等值。在样地右上角设置 2 m × 2 m 的小样方调查灌木层,同样再在灌木层样方右上角辟出 1 m × 1 m 的小样方调查草本层,记录灌、草的种类、数量、高度、盖度等指标。根据森林景观类型划分的基本原理和方法<sup>[15-16]</sup>,将林分类型分为天然常绿阔叶林、次生针阔混交林、次生马尾松林和人工杉木林等 4 种类型。

对每个样本林分,分别按林外远景、林外近景和林分内景等 3 种景观视觉尺度取景拍摄成林分景观照片,并制作成统一大小和统一编号的 PowerPoint 幻灯片图片和网络相册图片,标明样地号及其景观尺度。设计调查问卷,采用网络方式调查和专家征询方法对森林景观效果进行评判计分,共收回有效答卷 411 份。

### 1.2 森林群落结构定量表征

森林群落结构主要包括群落物种组成、群落层次性和群落外貌等方面,用物种多样性、林分密度、群落丰富度、垂直层次性和种群分布格局等特征因子予以表征。

物种多样性(species diversity)作为群落组织水平的生态学特征之一,是生境中物种丰富度及分布均匀性的一个综合数量指标,表征生物群落和生态系统结构的复杂性,可以较好地反映群落的结构<sup>[15]</sup>。群落组成与物种多样性多选用 Shannon-Wiener 指数( $H$ ), Pielou 均匀度指数( $E$ )和物种丰富度指数( $S$ )来分析研究。一般认为 Shannon-Wiener 指数对生境差异的反映更为敏感<sup>[16]</sup>。公式为:

$$H = - \sum_{i=1}^s (P_i \times \ln P_i)。$$

其中:  $P_i$  为第  $i$  个物种的个体在取样中所占的比例。

森林林分密度说明林分中林木个体数量及其所占空间的利用程度,用单位面积上的林木株数来表示。群落丰富度采用物种丰富度指数( $S$ ),即群落中物种的总数  $s$ ,它反映的是构成群落的物种数,  $S = s$ 。根据森林群落的垂直层次性,划分为乔木层、灌木层、草本层和更新层,并用各层高度的标准差来表征。林木空间分布格局是指林木在水平空间的配置状况和分布状态,是研究森林空间结构的重要分析指数之一。选择方差均值比法,方差均值比(偏离系数)的  $t$  检验也称分布系数测定法,是对种群总体格局的统计描述。计算公式为:

$$V = - \sum_{i=1}^N (x_i - m)^2 / (N - 1);$$

$$m = - \sum_{i=1}^N x_i / N。$$

其中： $V$  为样本方差， $m$  为样本均值， $N$  为小样方数， $x_i$  为某种群第  $i$  样方内的个体数。当  $V/m = 1$  为随机分布； $V/m < 1$  为均匀分布； $V/m > 1$  为聚集分布，实测值与预期值的偏离程度可用  $t$  检验确定。

### 1.3 森林景观效果定量表征

森林景观效果是森林群落的综合表现，具体从林外景观和林内景观 2 个方面来分析。许多研究表明：林外景观因子主要有色调、林冠大小、林冠面层次变化等，林内景观因子主要有树种组成、树高、枝下高、树木胸径、树干形态、枯断木、林分密度、林木分布、郁闭度、灌木层特征、草本层特征、采伐剩余物等。根据对研究样本森林景观效果评判结果的统计分析，树木高度、郁闭度、枝下高、草本层盖度、色调、树种组成、分布状况和采伐剩余物等森林景观因子能比较全面地反映出森林群落的整体景观效果。树木高度、郁闭度、枝下高均以乔木测定统计值的平均数表示，草本层特征分草本层盖度和草本层高度表示，树种组成以乔木树种数表示。色调、分布状况和采伐剩余物等定性因子则依据其好差划分等级，对不同等级赋予不同的分值进行量化(表 1)。

表 1 森林景观定性因子量化

Table 1 Decomposition of qualitative elements in forest scenery

景观因子	好(5分)	较好(4分)	中(3分)	较差(2分)	差(1分)
色调	丰富多变	较丰富多变	整齐统一	较杂乱	杂乱
分布状况	均匀或随机	较有规则	有少量丛生	分布不均	零散
采伐剩余物	几乎没有	少量	一般	较多	多

### 1.4 森林群落结构与景观效果的相关性统计分析

对森林群落结构因子指标值和景观效果因子指标值进行数据标准化处理。

分别对森林群落结构因子——物种多样性、林分密度、群落丰富度、垂直层次性和种群分布格局，与森林景观因子——树种组成、树木高度、郁闭度、枝下高、草本层特征、色调、分布状况和采伐剩余物建立起相关关系，采用 SPSS 12.0 软件对数据进行相关统计分析，并进行相关显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 森林群落结构因子与森林景观因子之间的相关性

由表 2 可知：物种多样性与树种组成的相关系数为 0.911，呈很好的正相关；与色调的相关系数为 0.308，呈一定的正相关；与其他森林景观效果因子之间的相关性不显著。由此表明：物种多样性对森林景观效果中的树种组成和色调具有正效应，物种多样性越高，树种组成和色调越丰富，森林景观效果越好；物种多样性对其它森林景观效果因子的作用不明显。

表 2 森林群落结构因子与森林景观因子间的相关系数

Table 2 Correlation coefficient of forest community structure factors and forest scenery elements

森林群落 结构因子	森林景观因子							
	树种组成	树木高度	郁闭度	枝下高	草本特征	色调	分布状况	采伐剩余
多样性	0.911**	0.178	0.154	0.312	0.100	0.308	0.071	0.003
林分密度	-0.409*	-0.128	0.218	0.061	0.272	0.309	0.222	0.149
丰富度	0.738**	0.268	0.209	0.326	0.144	0.365*	0.054	0.117
乔木层高	0.097	1.000**	-0.364*	0.768**	0.016	-0.122	0.242	-0.067
灌木层高	0.333	-0.279	0.152	-0.477**	0.210	0.241	-0.209	0.348
草本层高	-0.226	-0.113	-0.104	-0.034	0.673	0.040	-0.234	-0.085
种群格局	0.365*	-0.235	-0.044	0.390*	0.304	0.011	-0.772**	0.127

说明：\* $P < 0.05$ ，\*\* $P < 0.01$ 。

林分密度与树种组成的相关系数为-0.409，呈明显的负相关；与其他森林景观效果因子之间的相关

性不显著。由此表明：林分密度对森林景观效果中的树种组成具有负效应，林分密度越大，则森林景观树种组成偏向单一化；林分密度对其他森林景观效果因子的作用不明显。

群落丰富度与树种组成的相关系数为 0.738，呈很好的正相关；与色调的相关系数为 0.365，呈一定的正相关；与其他森林景观效果因子之间的相关性不显著。由此表明：群落丰富度对森林景观效果中的树种组成和色调具有正效应，群落丰富度越高，树种组成和色调越丰富，森林景观效果越好；群落丰富度对其他森林景观效果因子的作用不明显。

森林群落垂直层次性中，乔木层高与树木高度、枝下高的相关系数为 1.000 和 0.768，呈极好的正相关；与郁闭度的相关系数为-0.364，呈一定的负相关；与其他森林景观效果因子之间的相关性不显著。灌木层高与枝下高的相关系数为-0.477，呈明显的负相关；与其他森林景观效果因子之间的相关性不显著。草本层高与草本层特征的相关系数为 0.673，呈很好的正相关；与其他森林景观效果因子之间的相关性不显著。由此表明：乔木层高通过树木高度、枝下高对森林景观效果产生正效应，灌木层通过枝下高对森林景观效果产生负效应，草本层高仅通过草本层特征对森林景观效果产生正效应。森林群落垂直层次性对其他森林景观效果因子的作用不明显。

森林群落种群格局与林木分布状况的相关系数为-0.772，呈很好的负相关；与树种组成的相关系数为 0.365，呈明显的正相关；与枝下高的相关系数为-0.390，呈明显的负相关；与其他森林景观效果因子之间的相关性不显著。由此表明：森林群落种群格局主要通过林木分布、树种组成和枝下高等因子对森林景观效果产生作用，而对其他森林景观效果因子的作用不明显。

### 2.2 森林景观效果的生成特征

森林群落结构因子与森林景观因子的相关性研究表明：森林群落结构因子与森林景观因子之间有一定的内在关系，森林景观因子由相应的森林群落结构因子所生成(图 1)。

在森林景观因子中，树种组成取决于物种多样性、林分密度、群落丰富度和种群分布格局等森林群落结构因子；郁闭度主要取决于群落垂直结构的影响，尤其是乔木层高度的影响；树木高度、枝下高取决于森林群落结构中的垂直层次性、种群分布格局；分布状况由森林群落的种群分布格局因子所决定；草本层特征受群落垂直结构影响，尤其是受到草本层高度的影响；色调取决于群落丰富度；采伐剩余物仅是作为景观评价中描述林内整洁性的因子而存在，与群落结构相关性不大，不受森林群落结构影响。

在森林景观因子中，色调是森林群落外貌特征的综合体现，树种组成是描述林木个体形态的因子，郁闭度、树木高度和枝下高是描述林内透光性和透视距离的因子，分布状况是描述林分分布格局和群落整体性，草本层盖度、采伐剩余物是描述林下层状况的因子。森林景观效果主要由森林的林木形态、林内景观环境和森林外观所生成，而这些森林景观要素则取决于物种多样性、林分密度、群落丰富度、垂直层次性和种群分布格局等森林群落结构特征。

### 3 结论和建议

森林群落结构因子与景观因子存在着一定的关联性，群落结构决定了景观效果的生成。森林群落结构中的一个特征只是从一个或几个方面对森林景观效果产生影响，而不是对森林景观整体产生影响。丰富的森林植物种类对森林群落的林相与季相起着直接的作用，较大的林木高度和枝下高、稀疏的林木密

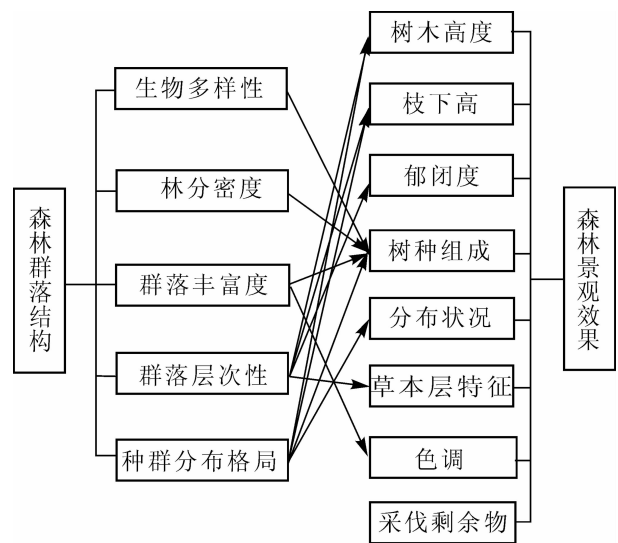


图 1 森林景观因子生成图  
Figure 1 Generation of forest scenery factors

度和郁闭度所形成的适宜林内光线与开阔的视野可以提高人们在森林内的舒适感，多层次的林内垂直空间结构和较高的草本层可以增强林内的立体感，均匀、随机或较有规则的森林种群格局有助于提高森林美感。个别森林景观要素如采伐剩余物的存在并不是森林群落结构本身所形成，而是由不合理的森林经营管理所形成。景观林内外效果都是森林群落内部结构的整体表现。

在森林景观规划和管理中，森林的景观效果由林外景观和林内景观等 2 个方面所构成，需要进行全面、系统、综合的分析评价。林外景观效果的形成，主要考虑构成森林群落的建群树种配置，强调树种的多样性、适宜性和协调性。林内景观的形成，重点在林分的密度、林木高度与层次性、林木的空间分布，还需要加强林内环境卫生的管理。

#### 参考文献：

- [1] ARTHUR L M. Predicting scenic beauty of forest environments: some empirica tests [J]. *For Sci*, 1977, **23** (2): 151 - 160.
- [2] STAFFELBACH E. A new foundation for forest aesthetics [J]. *Allg Forstz*, 1984, **39**: 1179 - 1181.
- [3] RIBE R G. A general model for understanding the perception of scenic beauty in northern hardwood forests [J]. *Landscape J*, 1990, **9** (2): 86 - 101.
- [4] HULL R B, BUHYOFF G J. The scenic beauty temporal distribution method: an attempt to make scenic beauty assessments compatible with forest planning efforts [J]. *For Sci*, 1986, **32** (2): 271 - 286.
- [5] RUDELL E J, GRAMANN J H, RUDIS V A. The psychological utility of visual penetration in near-view forest scenic-beauty models [J]. *Environ Behav*, 1989, **21** (4): 393 - 412.
- [6] PAQUET J, BELANGER L. Public acceptability thresholds of clear cutting to maintain visual quality of boreal balsam fir landscapes [J]. *For Sci*, 1997, **43** (1): 46 - 55.
- [7] VODAK M C, ROBERTS P L, WELLMAN J D. Scenic impacts of eastern hardwood management [J]. *For Sci*, 1985, **31** (2): 289 - 301.
- [8] 王雁, 陈鑫峰. 心理物理学方法在国外森林景观评价中的应用[J]. 林业科学, 1999, **35** (5): 110 - 118.  
WANG Yan, CHEN Xinfeng. Application of psychophysical method in evaluation of foreign forest landscapes [J]. *Sci Silv Sin*, 1999, **35** (5): 110 - 118.
- [9] BUHYOFF G J, HULL R B, LIEN J N. Prediction of scenic quality for southern pine stands [J]. *For Sci*, 1986, **32** (3): 769 - 778.
- [10] TAHVANAINEN L, TYRVAJAINEN L, IHALAINEN M. Forest management and public perceptions-visual versus verbal information [J]. *Landscape Urban Plann*, 2001, **53** (1/4): 53 - 70.
- [11] RUDELL E J, GRAMANN J H, RUDIS V A. The psychological utility of visual penetration in near-view forest scenic-beauty models [J]. *Environ Behav*, 1989, **21** (4): 393 - 412.
- [12] 蒋有绪. 新世纪的城市林业方向——生态风景林兼论其在深圳市的示范意义[J]. 林业科学, 2001, **37** (1): 138 - 140.  
JIANG Youxu. Eco-landscape forest as an important component of urban forest in Shenzhen Municipality [J]. *Sci Silv Sin*, 2001, **37** (1): 138 - 140.
- [13] 徐学红, 于明坚, 胡正华, 等. 浙江古田山自然保护区甜槠种群结构与动态[J]. 生态学报, 2005, **25** (3): 645 - 653.  
XU Xuehong, YU Mingjian, HU Zhenghua, et al. The structure and dynamics of *Castanopsis eyrei* population in Gutian Mountain Nature Reserve in Zhejiang, East China [J]. *Acta Ecol Sin*, 2005, **25** (3): 645 - 653.
- [14] 董鸣. 陆地生物群落调查观测与分析[M]. 北京: 中国标准出版社, 1997: 3 - 23.
- [15] 彭少麟, 陈章和. 广东亚热带森林群落物种多样性[J]. 生态科学, 1983(2): 98 - 103.  
PENG Shaolin, CHEN Zhanghe. The species diversity of subtropical forest group in Guangdong [J]. *Ecol Sci*, 1983 (2): 98 - 103.
- [16] 朱守谦. 贵州部分森林群落物种多样性初步研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1987, **11** (4): 286 - 296.  
ZHU Shouqian. The species diversity of subtropical forest group in Guizhou [J]. *Chin J Plant Ecol*, 1987, **11** (4): 286 - 296.