

文章编号: 1001-1498(2001)01-0023-05

# 混交林树种空间隔离程度表达方式的研究

惠刚盈, 胡艳波

(中国林业科学研究院 林业研究所, 100091 北京)

**摘要:**混交度表明了任意一个树的最近相邻木为非同种的概率。以参照树及其相邻最近 4 株树组成的最小空间结构单元较“结构 4 组法”更能恰当地进行林分空间结构分析。当借助整个林分的混交度分布或均值来分析树种空间隔离程度时最好附加说明混交林分的树种组成及其比例。这一点对精确分析树种空间分布及其结构重建意义十分重大。

**关键词:** 树种空间隔离; 空间结构; 混交度分布

**中图分类号:** S758.5

**文献标识码:** A

林分空间结构决定了树木之间的竞争势及其空间生态位。它在很大程度上决定了林分的稳定性、发展的可能性和经营空间大小。因此,空间结构分析目前已成为国际上天然林经营模拟技术的主要研究内容。传统的用于人工林的研究方法已不能完全套用于天然林,因人工林与天然林的最大区别就在于空间结构的显著不同。可见,如何对天然林的非同质、非均一、非规则性的复杂结构进行量化描述是天然林经营模拟研究中的首要问题。林分空间结构体现了树木在林地上的分布格局及其属性在空间上的排列方式,可从树种混交度和大小分化度以及林木个体在水平地面上分布的空间格局 3 个方面<sup>[1,2]</sup>加以描述。本研究仅就其中的树种空间隔离程度进行分析讨论。

关于树种空间隔离程度的研究有多种方法<sup>[3,4]</sup>,林学上过去常用的混交比仅说明了在林分中某一树种所占的份额,缺乏判知该树种在林分中的分布信息,更无法说明一树种周围是否是其它树种。Fisher 提出的多样性<sup>[3]</sup>是对物种丰富程度的度量,无法对物种间的分布作出判定。Pielou 提出的分隔指数<sup>[4]</sup>仅适用于分析树种随机分布混交林的种间隔离关系,对均匀与团状分布的种群易造成不合理的描述<sup>[5]</sup>。有鉴于此,Cadow 等<sup>[1]</sup>提出了混交度的概念。

## 1 混交度的概念及其意义

混交度 ( $M_i$ ) 用来说明混交林中树种空间隔离程度。它被定义为参照树  $i$  的  $n$  株最近相邻木中与参照树不属同种的个体所占的比例,用公式表示为:

$$M_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (1)$$

其中,  $v_{ij}$  是一个离散性的变量,其值定义为:当参照树  $i$  与第  $j$  株相邻木非同种时  $v_{ij} = 1$ ,反之,  $v_{ij} = 0$ 。

收稿日期: 1999-06-04

基金项目: 1999 年中国林业科学研究院重点基金项目

作者简介: 惠刚盈(1961-),男,陕西富平人,研究员,林学博士。

显然,  $0 < M_i < 1$ 。  $M_i = 0$  表示参照树  $i$  的周围  $n$  株相邻木与参照树均属同一树种;  $M_i = 1$  则表示参照树  $i$  的周围  $n$  株相邻木与参照树本身属不同树种。可见, 混交度表明了任意一株树的最近相邻木为它种的概率<sup>[5]</sup>。显然, 当考虑参照树周围的  $n$  株相邻木时,  $M_i$  的可能取值就有  $n+1$  种。现在的问题是如何确定  $n$  的大小。因  $n$  的不同, 由参照树及其相邻木组成的结构框架大小就不同。  $n$  过大或过小都难以充分体现空间结构规律, 同时  $n$  过大, 将造成不必要的人力、财力浪费。一个恰当的  $n$  应既简单又可操作, 且具有可释性强的特点。

Fueldner<sup>[5]</sup>在研究混交林树种空间隔离程度时, 结合实例指出: 成对的比较, 即  $n=1$ , 容易引起混乱, 不能准确描述混交林的树种混交情况。实际上, 两株树难以构成空间, 因缺乏面的概念, 构成一个面起码要有 3 个(不在同一条直线上)点, 所以  $n$  起码要大于或等于 2, 即参照树与其两株相邻最近木可以构成一个最小结构块, 这样的结构块在分析树种隔离程度时则相应地有 3 种可能, 即参照树与它的两株相邻最近木均属同种; 或与其中 1 株属同一种; 或与两株均不属同种。这样的结构块用于由 2 个或 3 个树种组成的混交林或许还可以, 但对于由 4 个以上树种组成的混交林显然不够, 因为理论上 1 株树周围最多同时可能有 5~6 株最近相邻木(等腰三角形且顶角所对应的边大于其它两边, 或成正三角配置的情景)。从这个意义来讲, 或许可采用  $n=6$ 。然而, 过多的相邻木将给实际操作带来不便, 所以 Fueldner 选取了  $n=3$ 。在其后欧洲的许多文献中均采用了这一相邻木株数, 并命名为结构 4 组法<sup>[5]</sup>, 此结构 4 组法已成功地应用于分析混交林空间结构。然而, 本研究认为,  $n=3$  或 5 时有 4 或 6 种可能, 即在其类型划分上仅有 4 或 6 种(偶个数), 缺乏中间过渡类型, 这不符合自然现象。同时, 当选取  $n=3$  时, 对双株或双行以上混交的林分进行分析时易造成混乱。采用  $n=4$  时, 有下述 5 种可能:

- (1) 参照树周围 4 株相邻最近木均与参照树不属同一种,  $M_i = 1$ ;
- (2) 参照树周围 4 株相邻最近木中有 3 株与参照树不属同一种,  $M_i = 0.75$ ;
- (3) 参照树周围 4 株相邻最近木中有 2 株与参照树不属同一种,  $M_i = 0.50$ ;
- (4) 参照树周围 4 株相邻最近木中有 1 株与参照树不属同一种,  $M_i = 0.25$ ;
- (5) 参照树周围的 4 株相邻最近木均与参照树属同一种,  $M_i = 0$ 。

这 5 种可能对应于通常所讲的极强度、强度、中度、弱度、零度混交。它说明了在该结构块中树种的隔离程度, 且其强度以中度级为分水岭, 具有十分明显的生物学意义。况且,  $n=4$  已被成功地应用于林木空间分布格局的研究<sup>[6]</sup>。另外,  $n=4$  不会增加过多的判别费用。可见, 采用  $n=4$  可以满足对混交林空间结构分析的要求。所以, 本研究将采用  $n=4$ , 即以参照树及其相邻最近 4 株树组成最小结构单元(图 1), 分析混交林的树种空间隔离程度。

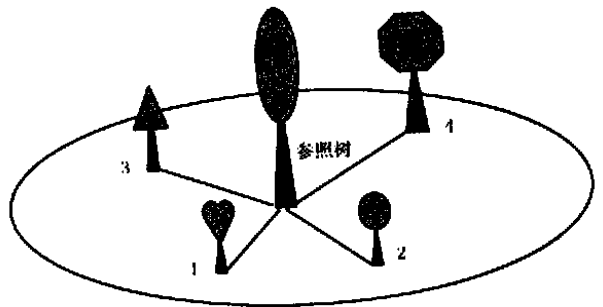


图 1 参照树及其 4 株最近相邻木所构成最小空间结构单元

## 2 几种典型混交林的混交度分析

实际应用混交度比较各林分树种隔离程度时,通常要分析各林分的混交度分布或比较该分布的均值( $\bar{M}$ )。对于单优或多优种群亦可采用分树种统计的方法,以获得该树种在整个林分中的混交情况。而对于由多树种组成的、无明显优势种群的天然林来讲,自然就没有分树种计算的必要。计算林分混交度均值的公式为:

$$\bar{M} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_i \tag{2}$$

式中, $n$ 表示林分内所有林木株数, $M_i$ 表示第*i*株树的混交度。

图 2 显示了一个由两个树种组成的 5 种典型混交图式。用通常的混交比例表示即为 1:1,或者说两树种所占株数比例均为 50%。然而,两树种在林分中的空间分布截然不同。

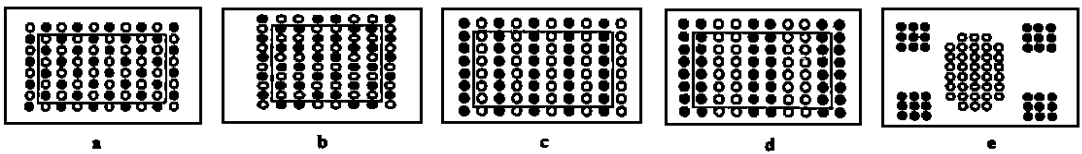


图 2 二树种组成的 5 种典型混交图式 (● 树种 A, ○ 树种 B)

对应于图 2 各林分的混交度均值分别为:a  $\bar{M} = 1$ ,表示极强度混交(单株混交);b  $\bar{M} = 0.75$ ,表示强度混交(双株混交);c  $\bar{M} = 0.5$ ,表示中度混交(单行混交);d  $\bar{M} = 0.25$ ,表示弱度混交(双行混交);e  $\bar{M} = 0$ ,表示零度混交(各自成团分布)。可见,用混交度方法可以表达出树种空间分布信息。这也同时显现出了采用  $n = 4$  时能明显地表达出混交度的林学意义。下面再分析一个假设由 3 个树种组成的混交图式(图 3)。

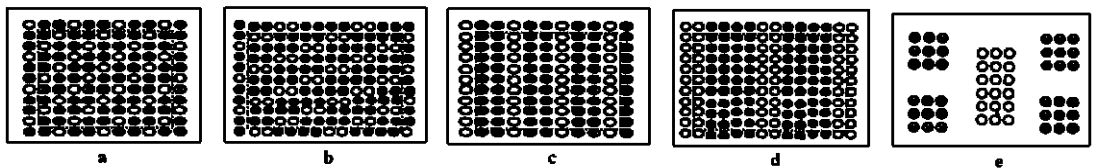


图 3 三树种组成的 5 种典型混交图式 (● 树种 A, ○ 树种 B, ● 树种 C)

显然,对应于图 3 的混交度值与对应于图 2 的相同,唯一区别在于两类图式的树种组成及其比例不同。图 2 显示的是两树种等分林分空间的情景,图 3 显示的则是三树种等分的图式。可见,用混交度方法进行树种空间隔离程度表达时还要指明树种组成。因为林分平均混交度受混交树种所占比例的影响<sup>[5]</sup>,所以,通常采用的树种混交度要分树种计算且用平均混交度表达树种混交程度时必须指明各树种的混交比例。

自然界中存在极其复杂的、由多树种组成的天然混交林。不妨将其视为由以上所表述的各种各样的结构单元复合而成,只不过分布的规则性及各类型所占比例有极大差异而已。因此,亦可用本文所描述的混交度方法分析树种空间隔离程度。下面举一个热带雨林复杂林分

的实例(张家城先生提供了该林分标有树种名称的定位图)。分析林分为海南岛尖峰岭热带林自然保护区的山地雨林,试验地面积为  $100\text{ m} \times 30\text{ m}$ ,试验地内林木胸径大于  $7.5\text{ cm}$  的树木有 245 株,由 81 个树种组成。该群落被认为是干扰甚少的原生群落,其结构及组成具有代表性<sup>[7]</sup>。用混交度方法分析这一原始林的树种混交程度,结果见图 4。

图 4 海南岛尖峰岭热带原始天然林的混交度分布

由图 4 可见,不足 10% 的树仅有 1 株与其本身属同种的树为伴,而绝大部分即 90% 以上的树周围均为其它树种。平均混交度  $\bar{M} = 0.98$ ,这充分表明了海南岛尖峰岭的热带森林具有种类异常复杂的特点。

### 3 讨论与结论

混交度表明了任意一株树的最近相邻木为它种的概率。显然,当考虑参照树周围的  $n$  株相邻木时,它的可能取值就有  $n + 1$  种。如何确定  $n$  的大小是应用混交度方法的前提。因  $n$  的不同,由参照树及其相邻木组成的结构框架大小就不同。 $n$  过大或过小都难以充分体现空间结构规律,同时  $n$  过大,将造成不必要的人力、财力浪费。一个恰当的  $n$  应既简单又可操作,且具有可释性强的特点。Fuedner<sup>[5]</sup>在研究混交林树种隔离程度时结合实例指出了  $n = 3$  的恰当性。在其后欧洲的许多文献中均采用了这一相邻木株数,并将此混交度方法成功地应用于分析混交林空间结构。然而,本研究认为,采用  $n = 4$  较为恰当。因  $n = 3$  或 5 时,在其类型划分上仅有 4 或 6 种(偶个数),缺乏中间过渡类型,这不符合自然现象。同时,当选取  $n = 3$  时,对双株或双行以上混交的林分进行分析时易造成混乱。采用  $n = 4$  时能明显地表达出混交度的林学意义。

混交度的分布可用来表达树种空间隔离程度。对于单优或多优种群可采用分树种统计的方法,从而获得混交林中各树种的空间隔离信息。但对由多树种组成的、无明显优势种群的天然林来讲,自然就没有分树种计算的必要,可直接借助整个林分的混交度分布或均值来分析树种空间隔离程度。鉴于混交度均值受树种组成及其混交比例的影响,所以利用混交度均值分析树种空间隔离程度时,还需附加说明混交林分的树种组成及其比例。这对精确分析树种空间分布及其结构重建意义十分重大。

**参考文献:**

- [1] von Gadow K, Fueldner K. Zur Methodik der Bestandesbeschreibung[R]. Vortrag Anlaesslich der Jahrestagung der AG Forsteinrichtung in Klieken b. Dessau, 1992.
- [2] 克劳斯·冯佳多, 惠刚盈. 森林生长与干扰模拟[M]. Göttingen: Cuvillier Verlag Göttingen, 1998. 117 ~ 126.
- [3] Fisher R A, Corbet A S, Williams C B. The relation between the number of species and the number of individuals in a random of an animal population[J]. Ecology, 1943, 12:42 ~ 58.
- [4] Pielou E C. Segregation and symmetry in two-species populations as studied by nearest neighbour relations [J]. Ecology, 1961, 49: 255 ~ 269.
- [5] Fueldner K. Strukturbeschreibung von Buchen-Edellaubholz Mischwäldern [M]. Göttingen: Cuvillier Verlag Göttingen, 1995.
- [6] 惠刚盈, von Gadow K, Albert M. 角尺度——一个描述林木个体分布格局的结构参数[J]. 林业科学, 1999, 35(1):37 ~ 42.
- [7] 张家城, 蒋有绪, 王丽丽, 等. 象限法在热带山地雨林群落学调查中的应用研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(3):207 ~ 215.

## Measuring Species Spatial Isolation in Mixed Forests

HUI Gang-ying, HU Yan-bo

(Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China)

**Abstract:** Mingling was used to describe the probability of the closest neighboring tree in a forest being a different species. The minimum spatial structure unit consisting of a reference tree and its 4 closest neighboring trees is more appropriate than the “four group structure method” in analyzing spatial structure of forest stands. When using the distribution or the mean of mingling to analyze the spatial isolation of species in the stands, it is recommended that the species composition and their ratio in the mixture stand be described. The description has significant impacts on the precise analysis of species spatial distribution and structure restoration.

**Key words:** species spatial isolation; spatial structure; distribution of mingling