

宁夏人工中幼龄林空间结构特征分析

阿日根¹ 李婉瑾² 格日乐高娃³ 韩阿茹娜⁴ 刘健奎⁵

1. 宁夏华林博源工程咨询有限公司 宁夏 银川 750000

2. 宁夏回族自治区水土保持监测总站 宁夏 银川 750000

3. 鄂尔多斯市杭锦旗吉日嘎朗图镇人民政府 内蒙古 鄂尔多斯 017421

4. 阿拉善左旗巴润别立镇综合保障和技术推广中心 内蒙古 阿拉善 750308

5. 隆基绿能.宁夏隆基乐叶科技股份有限公司 宁夏 银川 750000

摘要：以宁夏南部隆德县、中部利通区、北部平罗县人工中幼龄林为研究对象，利用样地调查数据，应用Winkelmass软件对林分空间结构进行分析，研究该区域中幼龄林林分空间结构和分布格局等特征。结果显示：宁夏南部区域林分处于零度混交状态；宁夏中北部区域林分处于弱度混交状态，宁夏南部区域接近纯林；宁夏中南部区域林分处于亚优势状态，宁夏北部区域林分处于中庸状态，宁夏中南部林分长势比北部略强；宁夏南部区域平均角尺度0.535、中部0.551、北部0.518，平均角尺度均大于0.517，则所有区域林分均为聚集分布，可适当的进行人工干预，对林分结构进行调整。

关键词：林分空间结构；混交度；角尺度；大小比数

1 研究区概况

宁夏位于我国中部偏北，与内蒙古、陕西、甘肃等省份为邻，疆域轮廓南北长、东西短，总面积6.64万km²，具有山地、黄土丘陵、灌溉平原、沙漠等多种地貌类型，海拔在1100-2300m。宁夏处于东部季风区域与西北干旱区域的交汇地带，属典型大陆性气候，年均降水量为155~724mm，“北少南多”地区差异明显，全区水平地带性土壤有黑垆土、灰钙土及灰漠土，自南向北分布，山地土壤主要是灰褐土，在贺兰山与六盘山呈现垂直变化；自然植被有针叶林、阔叶林、草甸等，一共涵

盖三十个亚类，一百三十二个群系，自然植被的主题是草原植被^[1]。

2 研究方法

2.1 样地设置

经过实地考察，在宁夏南部隆德县、中部利通区、北部平罗县选择人工中幼龄林设置样地，每个区域内设置1块大小为20m×30m的临时样地，共设置3块样地，见表1。根据相邻格子法划分成10m×10m的小样方进行每木检尺，调查样地内所需林分因子，并对每株树木定位，标注其坐标。

表1 标准地基本情况

标准地号	分区	海拔（m）	面积（m ² ）	密度（株/m ² ）	平均胸径（cm）	郁闭度	树种组成
1	南部	2391	600	118	7.86	0.61	9落叶松1小叶杨
2	中部	1129	600	45	11.60	0.30	9垂柳1刺槐
3	北部	1090	600	80	6.80	0.38	7旱柳3沙枣

2.2 空间结构参数

本文利用混交度、大小比数和角尺度等3种林木空间结构参数^[2-3]分析宁夏南部、中部和北部区域人工中幼龄林林分结构状态。

2.2.1 混交度（M_i）

混交度是林分内不同树种之间空间隔离程度的指数，用于表述树种组成和空间配置情况，计为：

$$M_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V_{ij}$$

在参照树i与第j株相邻木为相同树种的情况下，V_{ij}的取值为0；否则V_{ij}的取值为1。计算时，若M_i取值为0，则意味着存在零度混交；其等于0.25，则意味着存在弱度混交；而取值分别为0.50、0.75、1时，意味着林分内不同树种之间存在中度、强度、极强度混交^[4]。

可采用以下方法来确定混交度均值：

$$\overline{M} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n M_i$$

此处，N代表林分内所有树木总株数；M则代表第i株树木的混交度。

2.2.2 大小比数 (U_i)

该指标可以直观的反映出林分内树木个体大小的分化情况,通常采用以下方法来确定:

$$U_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n K_{ij}$$

此处, i 代表参照树树; j 代表相邻树木; K_{ij} 为离散性变量; U_i 代表的是参照树*i*的大小比数。 K_{ij} 取值为零, i 小于*j*; 其取值为1时, 相反。大小比数等于0, 表示树木在林分中处于优势地位, 其取值分别为0.25、0.50、0.75、1, 则意味着树木在林分中处于亚优势、中庸、劣势、绝对劣势^[5]。

可采用以下方法来确定出 U_i 的均值:

$$\bar{U} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n U_i$$

此处, N 代表目标树种的参照树数量。

2.2.3 角尺度 (W_i)

本小节的论述中, 将引入交尺度分析分布格局, 该指标可以直观的反映出相邻木围绕参照树的均匀性^[6], 通常采用以下方法来确定其值:

$$wi = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 Z_{ji}$$

计算时, 若*j*个*a*角小于标准角 ($a_0 = 72^\circ$), 则 Z_{ji} 的取值为1; 否则取值为零; 若计算所得结果为0, 则意味着树木的空间分布绝对均匀; 若计算结果分别为0.25、

0.50、0.75、1, 则意味着树木的空间分布分别为均匀、随机、不均匀、聚集。

应用以下方法来确定林分角尺度平均值:

$$\bar{W} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n W_i$$

此处, N 代表的是样地内林木总株数^[7-8]。

在学术研究领域, 通常还采用角尺度平均值来判别林木空间分布情况, 当其平均值介于0.475~0.517之间时则为随机分布; 小于0.475代表树木在空间上呈均匀分布, 大于0.517则代表树木在空间上呈现为聚集分布。

3 结果与分析

3.1 林分混交度

研究区域林分混交度及其频率分布如表2所示, 研究区域林分混交频度在零度混交比例按区域划分: 南部68.1%、中部50%和北部27.3%, 弱度混交频度比例分别为29.7%、31.2%和29.5%, 中度混交频度比例分别为2.2%、18.8%和29.4%, 仅有宁夏北部涉及强度混交, 混交频度比例是13.6%, 此时林分结构中参照树和最近的相邻木多为同种树。宁夏南部区域平均混交度为0.163, 根据以往的研究资料^[9-10], 该地区的林分平均混交度在[0, 0.25]内, 属于零度混交状态; 宁夏中部和北部区域平均混交度为0.301和0.404, 在[0.25, 0.5]内, 属于弱度混交状态。

表2 中幼龄林混交度及其频率分布

分区	混交度频度					平均值
	零度混交	弱度混交	中度混交	强度混交	极强度混交	
南部	0.681	0.297	0.022	0.000	0.000	0.163
中部	0.500	0.312	0.188	0.000	0.000	0.301
北部	0.273	0.295	0.294	0.136	0.000	0.404

3.2 林分大小比数

研究区域林分树种胸径大小比数及其频率分布情况见下表。此区域林分大小比数处于优势状态的比例按区域划分南部22%、中部18.8%和北部24.5%, 处于亚优势状态比例分别为25.3%、18.8%和15.9%, 处于中庸状态比例分别为20.9%、25%和22.7%, 处于劣势状态比例分别为14.3%、9.4%和15.8%, 处于绝对劣势状态比例分别为

17.6%、28.1%和20.5%, 林分内林木胸径大小比数分布整体均匀, 差异不明显, 各林木之间关系良好。宁夏南部和中部区域平均胸径大小比数分别为0.473和0.494, 林分平均胸径大小比数在[0.25, 0.5]内, 属于亚优势状态; 宁夏北部区域胸径大小比数为0.526, 在[0.5, 0.75]内, 属于中庸状态。

表3 中幼龄林树种胸径大小比数及其频率分布

分区	胸径大小比数					平均值
	优势	亚优势	中庸	劣势	绝对劣势	
南部	0.220	0.253	0.209	0.143	0.176	0.473
中部	0.188	0.188	0.250	0.094	0.281	0.494
北部	0.245	0.159	0.227	0.158	0.205	0.526

3.3 林分角尺度

由研究区域中幼龄林树种角尺度及其频率分布表（表4）可知，宁夏南部区域平均角尺度0.535、中部0.551、北部0.518，平均角尺度均大于0.517，则所有区域

林分均为聚集分布；同时，分析定位图（图1），可以观察到全区南部、中部及北部林木分布较集中，这意味着当前区域的林分属聚集分布^[1]，应及时给予人工干预，使林分分布格局向随机分布转变。

表4 中幼龄林树种角尺度及其频率分布

分区	角尺度					
	绝对均匀分布	均匀分布	随机分布	不均匀分布	聚集分布	平均值
南部	0.020	0.198	0.495	0.198	0.089	0.535
中部	0.000	0.179	0.564	0.128	0.128	0.551
北部	0.029	0.250	0.297	0.265	0.059	0.518

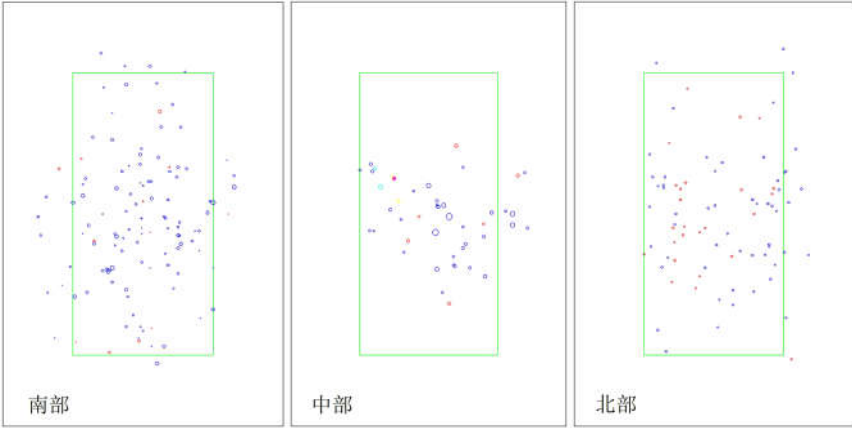


图1 林分定位图

4 结论与讨论

本文利用空间结构参数分析宁夏人工中幼龄林的林分空间结构，从数据分析结果可知，宁夏南部林分处于零度混交，中、北部林分处于弱度混交，林分树种间隔离程度很低，存在树种结构单一现象，导致林分稳定性差，因此要采取针对性的措施予以林分结构优化，以尽可能的提高其稳定性。结合整个林分大小比数平均值，参照树周围最近的四株树中大约50%的树木直径小于参照树，该区域内树木从南向北个体大小分化程度逐渐增大，整体上林分是从亚优势状态转向中庸状态，大小比数相差并不显著，林分内树种种间竞争很激烈。全区林分角尺度平均值均大于0.517，即树木在空间上呈现为聚集分布，聚集的个体群具有较强的抗性和自我调节功能，以聚集分布形式来增强与其它物种竞争的能力。本研究存在一定的局限性，仅借助胸径大小比数来评估林分内林木的大小分化水平；未来的研究中，应全面结合树高、冠幅的大小比数进行评估，以提高最终研究结论的效度。

参考文献

[1]魏耀锋.宁夏多功能林业和生态功能分区及评价[M].银川:阳光出版社,2020.

[2]惠刚盈,克劳斯·冯佳多.德国现代森林经营技术[M].北京:中国科学技术出版社,2001:119-134.

[3]惠刚盈,克劳斯·冯佳多.森林空间结构量化分析方法[M].北京:中国科学技术出版社,2003:170-173.

[4]惠刚盈,胡艳波.混交林树种空间隔离程度表达方式的研究[J].林业科学研究,2001,14(1):23-27.

[5]惠刚盈,Klaus von Gadow,胡艳波.结构优化森林经营.北京,中国林业出版社,2007,7.

[6]陈冀楠.马尾松阔叶树混交林空间结构量化分析[D].福建农林大学,2009.

[7]邓超.基于多功能经营的杉木生态公益林空间结构优化研究[D].中南林业科技大学,2016.

[8]周永奇.杉木生态公益林林分结构与林下植被多样性研究[D].中南林业科技大学,2014.

[9]惠刚盈,李丽,赵中华,党普兴.林木空间分布格局分析方法[J].生态学报,2007,(11):4717-4728.

[10]惠刚盈.基于相邻木关系的林分空间结构参数应用研究[J].北京林业大学学报,2013,35(04):1-9.

[11]惠刚盈,赵中华,胡艳波,张岗岗,张弓乔,程世平,卢彦磊等.基于4株相邻木关系的林分空间结构多样性测度方法研究[J].北京林业大学学报,2023,45(07):18-26.