

## 不同造林密度对马尾松营造林枝条发育的影响

查选周 (安徽嘉德森林评估有限公司, 安徽池州 245100)

**摘要** [目的]研究不同造林密度对马尾松营造林枝条发育的影响,为提高马尾松营造林的培育质量提供理论依据。[方法]以9年生马尾松营造林作为试验林区,通过测量林木8 m高以下1级分枝的枝长、基径、分枝角、方位角等,分析造林密度对枝条发育的影响。[结果]随着造林密度的增大,马尾松枯枝层的高度逐渐增高;造林密度对马尾松树干枝条总量、枯枝数量的影响较小,且随着造林密度的增大,活枝数量逐渐减少,枯枝率逐渐升高;树干8 m以下1级枝条的基径、枝长、分枝角均随造林密度的增大逐渐减小。[结论]造林密度对马尾松营造林枝条发育具有显著影响,造林密度为2 510株/hm<sup>2</sup>对枝条的生长发育产生抑制。建议根据不同的培育目的来调整造林密度,也可以采用间伐的方式调整林分密度,达到培育目标材种及提高木材质量的目标。

**关键词** 造林密度;枝条发育;影响;营造林;马尾松

中图分类号 S725.6 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)15-0111-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.15.028



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study on the Influence of Different Afforestation Density on the Branch Development of *Pinus massoniana* Plantation

ZHA Xuan-zhou (Anhui Jiade Forest Assessment Co., Ltd., Chizhou, Anhui 245100)

**Abstract** [Objective] To study the influence of different afforestation densities on the growth of *Pinus massoniana* plantation branches, and to provide reference for improving the quality of *Pinus massoniana* plantation. [Method] 9-year-old *Pinus massoniana* plantation as the experimental forest area, by measuring the branch length, base diameter, branch angle, azimuth angle and other data of the first-level branches of the forest below 8 m high, the influence of each afforestation density on the branch development was analyzed. [Result] With the increase in afforestation density, the height of the *Pinus massoniana* plantation dead branch increased gradually, afforestation density had a small effect on the total number of trunk branches and dead branches of the masson pine, and the number of live branches gradually decreased with the increase of the forestation density, and the dead branch rate increased gradually. The base diameter, branch length, and branch angle of the first-level branches below 8 m in the trunk gradually decreased with the increase of afforestation density. [Conclusion] The afforestation density had a significant impact on the growth and development of the branches of *Pinus massoniana* plantation. When the afforestation density is 2 510 plants/hm<sup>2</sup>, the growth and development of the branches will be inhibited. It is recommended to adjust the afforestation density according to different cultivation purposes, and it is also possible to use thinning to adjust the density of the forest stand to achieve the goal of cultivating target species and improving wood quality.

**Key words** Afforestation Density; Branch Development; Influence; Plantation; *Pinus massoniana*

马尾松是一种重要的造林树种,具有适应性强、生长速度快等优点,被广泛应用于建筑、松脂、造纸等产业<sup>[1]</sup>。目前,有关于马尾松的营林技术和栽培措施的研究已达较高水平<sup>[2]</sup>。造林密度可对营造林的各项指标产生直接影响,确定造林密度是营林的重要部分,科学、合理的造林密度可有效促进马尾松营造林的高产高效<sup>[3]</sup>。

枝条是树冠的组成部分,不仅起到支撑树冠结构的重要作用,还具有运输水分和营养物质的功能。枝条的数量、大小在一定程度上可以决定木材的质量和等级<sup>[4]</sup>。因此,研究枝条的分布和发育规律对于了解树木的生长特性和木材质量具有重要作用,也已逐渐成为研究的热点<sup>[5-6]</sup>。大量研究表明,造林密度措施与枝条的分布和生长规律具有密切的关联。欧阳红旗等<sup>[7]</sup>研究了造林密度对中华猕猴桃枝条产量的影响,结果表明,造林密度对中华猕猴桃2年生枝条基部直径、单株产量均具有显著影响,但对枝条长度的影响不明显;王志海等<sup>[8]</sup>研究指出,造林密度对米老排枝条大小的影响显著,在高密度条件下对枝条的生长会产生明显的抑制作用;章志都等<sup>[9]</sup>研究了林分密度对山桃树冠结构的影响,结果表明,林分密度在一定程度上对1级侧枝的各种树冠形态参数产生影响,各序级枝条的基径随密度的提高而增大。类

似研究还有很多,研究结果也均表明林分的密度会对枝条的生长产生一定影响<sup>[10-13]</sup>。基于此,笔者探究了不同造林密度对马尾松营造林枝条发育的影响,以期为提高马尾松营造林的培育质量提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验地位于安徽省池州市石台县中龙山林场,地理坐标为117°12'~117°59'E,29°59'~30°24'N,该地为中亚热带湿润气候,年均气温16℃,年均降水量1 626.4 mm,年均日照时数1 704.4 h,土壤类型为黄红壤。参试树种为马尾松桂 MVF443号,试验林建于2009年7月,材料来源均为相同种源的实生苗。试验设5种试验密度处理,即A<sub>1</sub>:630株/hm<sup>2</sup>(4 m×4 m),A<sub>2</sub>:840株/hm<sup>2</sup>(3 m×4 m),A<sub>3</sub>:1 160株/hm<sup>2</sup>(3 m×3 m),A<sub>4</sub>:1 720株/hm<sup>2</sup>(2 m×3 m),A<sub>5</sub>:2 510株/hm<sup>2</sup>(2 m×2 m),每处理重复4次,18个小区,每小区面积约540 m<sup>2</sup>,每小区种植130株。

## 1.2 方法

**1.2.1 样地调查。**2018年2月调查马尾松营造林内的林木胸径、树高、枝下高等数据,各密度马尾松林分特征见表1。

**1.2.2 数据采集。**根据马尾松试验林林分的胸径和树高,在各小区选取4株远离林缘的标准木,18个小区共选取72株,于2018年4—5月测量选取的标准木。各标准木树干在8 m高范围内,按照1 m区分段将所有1级分枝进行编

**作者简介** 查选周(1968—),男,安徽石台人,工程师,从事营造林方面的研究。

**收稿日期** 2021-01-20

号,记录枝条的枯枝或活枝状态,测量各枝条的高度、基径、枝长、分枝角。其中,枝条基径用游标卡尺测量,枝长用卷尺

测量,分枝角用角度尺测量。树干高于8 m部分测量难度较大,因此仅计算枯枝、活枝的数量。

表1 各密度马尾松试验林林分特征

Table 1 Stand characteristics of *Pinus massoniana* plantation test stands of various densities

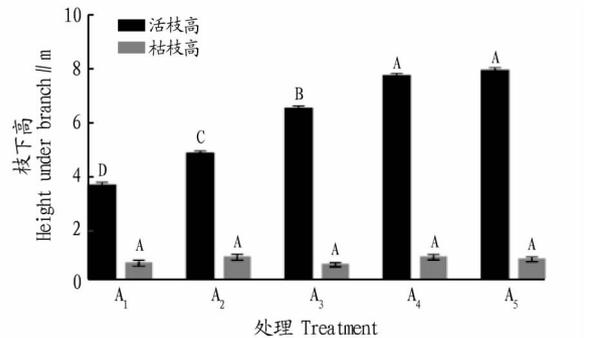
处理 Treatment	保存率 Retention rate//%	平均胸径 Mean breast diameter//cm	平均树高 Average tree height//m	优势高 High advantage//m	活枝高 Live branch height//m
A <sub>1</sub>	98.66	17.09	13.85	15.93	4.22
A <sub>2</sub>	96.97	16.54	13.56	15.84	5.26
A <sub>3</sub>	95.38	15.38	13.56	15.68	6.83
A <sub>4</sub>	95.38	14.06	13.07	15.93	7.87
A <sub>5</sub>	90.23	13.04	13.07	15.35	8.06

**1.3 数据处理** 从72株样木共采集4265个1级分枝的长度、基径、分枝角等数据,利用Excel进行数据的初步处理,计算出单株林木的枝条总量、活枝数量、枯枝存量、枯枝率;采用SPSS 21.0统计软件对相关数据进行统计,并分析各造林密度对林分枝下高(包括枯枝高和活枝高)、树干枝条总量、枯枝数量、活枝数量和枯枝率的影响。由于树干8 m以上的枝条数量是观测值,因此,除了要对枝条总量进行统计分析外,还要分别对8 m以上、8 m以下的枝条数量进行统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同造林密度对林分枝下高的影响** 由图1可知,造林密度对马尾松枯枝高的影响较小,各密度下的差异不显著( $P>0.05$ ),且各密度的第一枯枝高均在1~2 m;但是造林密度对马尾松活枝高的影响较大,各密度下的差异达极显著( $P<0.01$ );此外,随着密度增大,活枝高也逐渐增大,各密度下的林木活枝高为3.8~8.3 m, A<sub>1</sub>的活枝高约为A<sub>5</sub>的50%。

**2.2 不同造林密度对林分枝条数量的影响** 由表2可知,造林密度对马尾松树干枝条总量、枯枝数量的影响较小,各密度下的差异不显著( $P>0.05$ ),而且随着密度的增大,枝条总量表现出逐渐减少的趋势;造林密度对活枝数量影响较



注:不同大写字母表示各处理间比较差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Different capital letters in the figure indicated extremely significant differences among treatments ( $P<0.01$ )

图1 不同造林密度对马尾松林分枝下高的影响

Fig. 1 The influence of different afforestation density on the lower branch height of *Pinus massoniana* Forest

大( $P<0.01$ ),且随着密度的增大,活枝数量逐渐减少, A<sub>1</sub>的活枝数量约是A<sub>5</sub>的1.6倍; A<sub>5</sub>的枯枝率最大,达72.9%, A<sub>2</sub>的枯枝率达到最小,仅59.8%。这就说明随着造林密度的增大,马尾松郁闭度也逐渐提高,林内的光照逐渐减弱,枯枝层高度较高,活枝数量减少。

表2 不同造林密度对马尾松林分枝条数量的影响

Table 2 Influence of different afforestation densities on branches of *Pinus massoniana* plantation

处理 Treatment	枝条总量 Total number of branches	8 m以下数量 Quantity below 8 m	8 m以上数量 Quantity over 8 m	枯枝数量 Number of dead branches	活枝数量 Number of live branches	枯枝率 Dead branch rate//%
A <sub>1</sub>	112.8±3.9 a	72.6±3.3 a	39.6±2.4 a	70.4±4.0 a	43.2±2.0 A	60.6±2.2 B
A <sub>2</sub>	105.7±5.8 a	62.6±4.1 a	42.8±3.1 a	64.2±4.4 a	43.0±2.8 A	59.8±2.3 B
A <sub>3</sub>	107.5±4.2 a	64.4±3.7 a	43.1±1.4 a	72.6±3.9 a	34.7±1.7 AB	66.2±1.8 AB
A <sub>4</sub>	101.6±3.4 a	64.2±3.0 a	37.9±1.5 a	71.9±3.4 a	29.8±1.2 B	70.0±1.9 A
A <sub>5</sub>	100.5±3.5 a	65.1±3.1 a	35.2±2.3 a	74.2±3.6 a	27.4±1.4 B	72.9±1.5 A

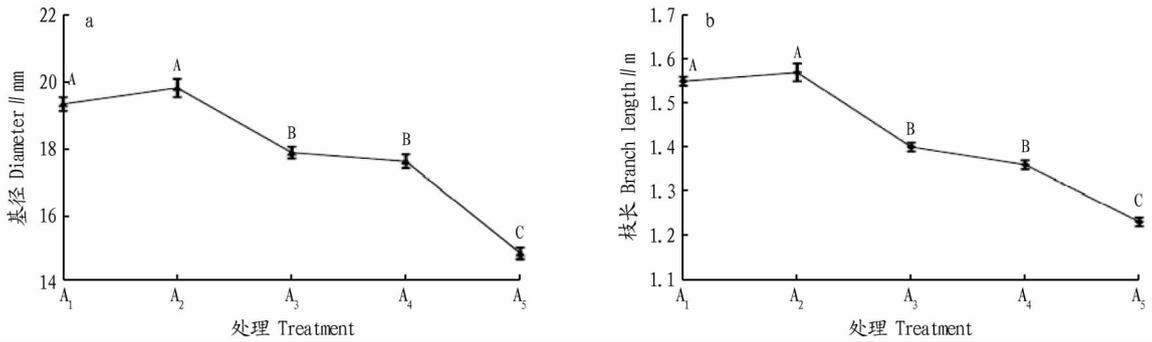
注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences ( $P<0.05$ ), and different capitals indicated extremely significant differences ( $P<0.01$ )

**2.3 不同造林密度对林分枝条基径和长度的影响** 由图2可知,马尾松树干8 m以下的1级枝条基径随造林密度的增大呈现出逐渐减小的趋势,即在A<sub>1</sub>时最大(19.81 mm),在A<sub>5</sub>时最小(14.80 mm),各造林密度间的枝条基径极差为5.01 mm;1级枝条的枝条长度随造林密度的增大也呈现出逐渐减小的趋势,即A<sub>1</sub>最大(1.58 m), A<sub>5</sub>最小(1.22 m),各造林密度间枝条长度的极差为0.36 m。方差分析结果表明,

低密度(A<sub>1</sub>和A<sub>2</sub>)、中密度(A<sub>3</sub>和A<sub>4</sub>)、高密度(A<sub>5</sub>)之间枝条基径和长度的差异达极显著水平( $P<0.01$ )。

**2.4 不同造林密度对林分分枝角的影响** 由图3可知,随着密度的增大分枝角呈逐渐减小的趋势,其中, A<sub>1</sub>与A<sub>2</sub>之间差异不显著,但是A<sub>1</sub>与A<sub>2</sub>的分枝角均极显著大于A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>( $P<0.01$ )。分析原因,可能是由随着密度的增大枝条水平生长的空间变得狭小,同时竞争加剧所致。

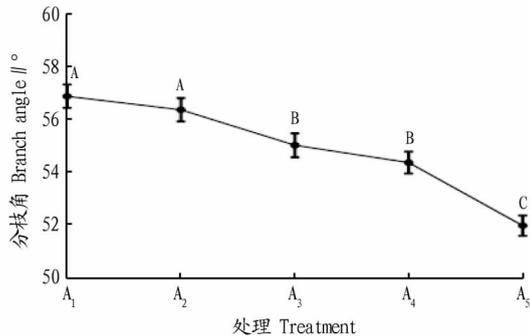


注:不同大写字母表示各处理间差异极显著( $P < 0.01$ )

Note: Different capital letters indicated extremely significant differences among treatments ( $P < 0.01$ )

图2 不同造林密度对马尾松林分枝条基径(a)和枝长(b)的影响

Fig. 2 The influence of different afforestation density on the base diameter and length of forest branches of *Pinus massoniana* plantation



注:不同大写字母表示各处理间差异极显著( $P < 0.01$ )

Note: Different capital letters indicated extremely significant differences among treatments ( $P < 0.01$ )

图3 不同造林密度对马尾松林分枝角的影响

Fig. 3 The influence of different afforestation density on the branch angle of *Pinus massoniana* plantation

### 3 结论与讨论

(1) 该研究表明,不同造林密度对马尾松营造林林分的枯枝高影响不显著,但是活枝高随着造林密度的增大逐渐升高,这与梁佳宁等<sup>[14]</sup>对油松、杨桂娟等<sup>[12]</sup>对杉木、唐继新等<sup>[15]</sup>对米老排的研究结果一致。马尾松的自然整枝能力不强,虽然存在部分枯枝,但是枯枝并未凋落,因此,单一的活枝高指标并不能完全代表马尾松的自然整枝能力。造林密度对马尾松树干枝条总量、枯枝数量的影响较小,这与张文文等<sup>[16]</sup>对柠条的部分研究结果一致,这一定程度上可以说明马尾松枝条发育与环境因子的关系较小,主要是受到基因控制;但是造林密度对活枝数量影响较大,两者呈现出显著的负相关关系,这说明环境因子对活枝的保存影响较大,这与刘新亮等<sup>[17]</sup>对樟树幼林的研究结果一致。

(2) 研究显示,随着造林密度的增大,马尾松枝条的基径和长度均呈现出逐渐减小的趋势,这与吴鞠等<sup>[18]</sup>的研究结果一致。同时,造林密度对林分分枝角的影响较大,两者呈现出显著的负相关关系,这可能是由于造林密度的增大,导致枝条生长空间减小,水平竞争力增加,枝条和树干之间形成的夹角减小,便于枝叶吸收阳光。但 Gort 等<sup>[19]</sup>对赤松的研究表明,分枝角与造林密度无关,仅受基因控制,这与

该研究结果不一致,可能是由于各树种的遗传特性不同且与环境共同作用所致。

(3) 该研究表明,要根据不同的培育目的来调整马尾松造林密度,也可以采用间伐的方式来调整林分密度,可以在马尾松幼龄期对优势木进行修枝处理,以达到培育目标材种、提高木材质量的目的。

### 参考文献

- 杨文利,杨俊,赵建民,等. 马尾松人工林地浅沟表层土壤的分形特征[J]. 南昌工程学院学报,2019,38(6):33-38,49.
- 王科,戚玉娇,谭伟. 不同营林措施对黔中马尾松天然次生纯林生物量的影响[J]. 林业科技,2019,44(4):10-14.
- 韦肇兰,邓惠萍. 论马尾松高产原料林营林新技术[J]. 种子科技,2018,36(1):74.
- 黄樟雄. 抚育间伐对马尾松中龄林林木生长的影响[J]. 林业勘察设计,2019,39(4):49-53.
- 黄鑫,郑夔荣,周志翔,等. 湖北省马尾松林生态服务价值的空间分异特征[J]. 林业调查规划,2019,44(5):84-90,141.
- 尹晓爱,周运超,叶立鹏. 马尾松苗木根系生长的养分-密度耦合效应[J]. 中国水土保持科学,2019,17(1):39-47.
- 欧阳红旗,王俊杰. 造林密度对中华猕猴桃枝条产量及经济效益的影响[J]. 湖南林业科技,2014,41(3):14-18.
- 王志海,尹光天,杨锦昌,等. 不同造林密度对米老排人工林枝条发育的影响[J]. 林业科学研究,2019,32(2):78-86.
- 章志都,徐程扬,蔡宝军,等. 林分密度对山桃树冠结构的影响研究[J]. 北京林业大学学报,2009,31(6):187-192.
- 李大勇,张国强,袁慧菊. 冀北山地不同密度华北落叶松林生长状况分析[J]. 防护林科技,2019(12):43-44,60.
- 许冠军,郑宏,林开敏,等. 间伐密度管理模式对杉木大径材生长的影响[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2019,48(6):753-759.
- 杨桂娟,胡海帆,孙洪刚,等. 林分年龄、造林密度和林分自然稀疏对杉木人工林个体大小分化和生产力关系的影响[J]. 林业科学,2019,55(11):126-136.
- 张海东,卜玉强,于楠楠,等. 大青山油松人工林林分密度对其生长指标的影响[J]. 安徽农业科学,2019,47(21):115-117,128.
- 梁佳宁,周晓东,薛柳,等. 林分密度对北京山区不同龄级油松人工林生长的影响[J]. 防护林科技,2020(8):5-10.
- 唐继新,贾宏炎,王科,等. 密度调控对米老排中龄人工林生长的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2019,43(1):45-53.
- 张文文,郭忠升,宁婷,等. 黄土丘陵半干旱区柠条林密度对土壤水分和柠条生长的影响[J]. 生态学报,2015,35(3):725-732.
- 刘新亮,章挺,邱凤英,等. 造林密度对材用樟树幼林生长和蓄积量的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2019,39(3):23-27,60.
- 吴鞠,陈瑜,刘海轩,等. 林分密度及混交度对长白山天然风景林树木形态的影响[J]. 林业科学,2018,54(12):12-21.
- GORT J, ZUBIZARRETA-GERENDIAIN A, PELTOLA H, et al. Differences in branch characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) genetic entries grown at different spacing[J]. Annals of forest science, 2010, 67(7):705.