

黄竹人工林林分结构与产量预测

黄大勇¹, 徐振国¹, 庞世龙¹, 黄福奋²

(1. 广西林业科学研究院, 广西南宁 530002; 2. 广西百色市林业技术推广站, 广西百色 533000)

摘要 [目的]预测黄竹人工林林分结构与产量。[方法]以广西田东县黄竹人工林为调查对象,通过采伐老竹、每竹检尺、单株称重,分析单株竹秆鲜重与胸径、高度之间的相关性。[结果]5年生林分立竹量 $9\,779\text{株}/\text{hm}^2$,竹材鲜重 $18.1\sim 32.7\text{t}/\text{hm}^2$,平均 $23.5\text{t}/\text{hm}^2$,立竹平均胸径 3.9cm ,平均高度 7.7m 。单株竹秆鲜重(W)与胸径(D)、高度(H)之间的最优回归方程为 $W=0.135DH+0.001(DH)^2$, $R^2=0.969$;单株鲜重与胸径的最优回归方程为 $W=-0.153D+0.325D^2$, $R^2=0.955$ 。[结论]在竹林生产经营中可利用胸径、高度及采伐株数进行竹林产量预测,在竹子高度测定困难时,也可利用胸径和采伐株数进行测算。

关键词 黄竹;林分结构;产量

中图分类号 S795 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)29-0171-03

The Stand Structure and Yield Prediction in *Dendrocalamus membranaceus* Plantation Forest

HUANG Da-yong, XU Zhen-guo, PANG Shi-long et al (Guangxi Forestry Research Institute, Nanning, Guangxi 530002)

Abstract [Objective] To forecast *Dendrocalamus membranaceus* plantation forest structure and yield. [Method] Taking *Dendrocalamus membranaceus* plantation in Tiandong County of Guangxi as the research object, by cutting the old bamboo, measuring the diameter at breast height (DBH) and culm height, individual culm weighing, the relativity among fresh culm weight, DBH and culm height were analyzed. [Result] The results showed that there were the 5 years standing forest of $9\,779\text{plants}/\text{hm}^2$. In the 5 years old bamboo forest, bamboo timber of the fresh culm weight was $18.1\sim 32.7\text{t}/\text{hm}^2$, and the average of fresh weight was $23.5\text{t}/\text{hm}^2$, and the average of DBH was 3.9cm , and the average of culm height was 7.7m . Optimal regression equation of the fresh weight(W) to DBH(D) and culm height(H) was that $W=0.135DH+0.001(DH)^2$, $R^2=0.969$; the optimal regression equation of plant fresh weight to DBH was that $W=0.153D+0.325D^2$, $R^2=0.955$. [Conclusion] In the production and management of bamboo forest, the bamboo production can be predicted by DBH, culm height and cutting number. If culm height was difficult to measure, the bamboo production can be predicted by DBH and cutting number.

Key words *Dendrocalamus membranaceus*; Forest stand structure; Yield

广西百色市从2007年开始广泛种植黄竹(*Dendrocalamus membranaceus*),为当地纸业企业提供原料。2014年底种植面积已达4万 hm^2 ,竹林遍布百色市各县,尤以田东县种植面积最大,达到0.67万 hm^2 ,现大多成林,竹材可采伐利用。因立地条件和经营措施的差异,各地竹林产量不一。竹林产材量的高低,需要在采伐前初步掌握,以便合理安排采伐面积、预算采伐成本、合理安排用工。目前,常采用样地采伐称重法^[1],即在样地内采伐立竹,直接称重能获得较准确产量,但采伐工作量较大。为了在竹林采伐前较准确、较轻松地预测林分产量,笔者对与竹林产量相关的立竹株数、胸径和高度等因子进行了研究,找出其中的规律,供竹林调查时使用。

1 研究地概况与研究方法

1.1 竹林概况 黄竹是中等型丛生竹,秆高7~12 m,胸径3~8 cm。原分布于云南耿马、景洪等热带北缘和亚热带,生长在海拔500~1 000 m的河谷,该地区年均温 $19.8\sim 21.5\text{℃}$,年降雨量 $1\,207\sim 1\,533\text{mm}$,其中80%~90%分布在夏季,土壤为砖红壤和赤红壤^[2]。引种地位于广西田东县思林镇,属右江流域的丘陵区,海拔200~350 m,相对高差100~150 m,土壤为赤红壤,土层厚度大于100 cm,表土层15~20 cm。气候属亚热带季风区。太阳辐射强,日照较多,无霜期长;夏季炎热,冬季温和,年平均温度 21.9℃ ,年

降水量1 172.3 mm,年蒸发量1 774.7 mm,蒸发量大于降水量,是广西最干旱的地区之一;降水集中在夏季,干湿季分明。与原产地滇南地区相比,引种地海拔较低,降水量较少,但雨量和热量的分布、土壤类型与原产地一致^[3]。

竹林系2008年用1龄实生容器苗造林,株行距4 m×4 m,630丛/ hm^2 ,2008—2010年每年除草2次。种后每年追施复合肥1次,1.1 kg/(丛·次)。2010—2011年幼林期间伐小竹,之后未采伐。黄竹较耐旱,对广西最干旱地区的恶劣环境有较好的适应能力,在思林镇丘陵地各个坡面和坡位均良好生长,2014年底采伐前竹林郁闭度0.9,林内杂草稀少,灌草覆盖率不足5%,主要有五节芒(*Miscanthus floridulus*)、乌毛蕨(*Blechnum orientale*)等。枯枝落叶层厚度3~6 cm。竹林有卷叶虫危害,但不成灾。

1.2 研究方法

1.2.1 样地调查。随机设置9个20 m×20 m的标准样地,每丛记录株数,然后随机选择10丛,平地面采伐2年生以上(含2年生)立竹,采伐量约占全丛立竹的1/2,记录采伐株数及采伐竹的胸径、竹材长度,对可利用秆材逐条称重,随采随称。主秆可利用部分尾部直径统一保留至1.0 cm。共测定90丛732株。

1.2.2 数据处理与分析。采用Excel 2007对试验数据进行整理,应用SPSS 21.0进行回归分析。

2 结果与分析

2.1 林分结构 调查结果发现,试验研究的黄竹林郁闭度0.9,立竹9 779株/ hm^2 ,竹林密度是天然黄竹林(2 500~5 000株/ hm^2)的2~4倍,每丛立竹5~25株,立竹株数15~

基金项目 中央财政林业科技推广示范项目([2016] TG14号);广西科学研究与技术开发计划项目(桂科能1598025-50)。
作者简介 黄大勇(1968—),男,广西贵港人,高级工程师,从事竹类植物繁殖、栽培研究。
收稿日期 2017-07-31

16 株的竹丛最多,达 17 丛,占 18.9% (表 1)。

表 1 竹丛立竹株数分布

Table 1 Individual number distribution of bamboo thicket		
每丛株数 Each cluster number // 株	丛数 Cluster number // 丛	所占比例 Proportion // %
≤6	1	1.1
7~8	5	5.5
9~10	7	7.8
11~12	7	7.8
13~14	16	17.8
15~16	17	18.9
17~18	14	15.6
19~20	14	15.6
21~22	8	8.8
≥23	1	1.1

2014 年 12 月平均采伐量 5 124 株/ hm², 占单位面积立竹株数的 52.6%。由于 2008—2010 年的小竹已间伐, 该次采伐 2011—2013 年生长的立竹, 获得竹材 23.5 t/hm², 单位面积产量低于种植在土山区的云南龙竹 (*Dendrocalamus yunnanicus*)、花吊丝竹 (*D. minor* var. *amoenus*)、麻竹 (*D. latiflorus*)、撑绿杂交竹 30 号 (*Bambusa pervariabilis* × *Dendrocalamus grandis* ‘Chenglv 30’) 和粉单竹 (*B. chungii*) 等^[4], 高于石山地区广泛种植的吊丝竹 (*Dendrocalamus minor*)^[5]。

在采伐的 732 株立竹中, 剔除虫害、病害造成的枯梢竹、节间畸形竹等共 12 株, 统计生长正常竹的 720 株立竹测定数据, 胸径按每 1 cm 为一个径级统计。结果表明, 不同胸径的立竹株数呈现两极少、中间多的正态分布状态 (图 1)。

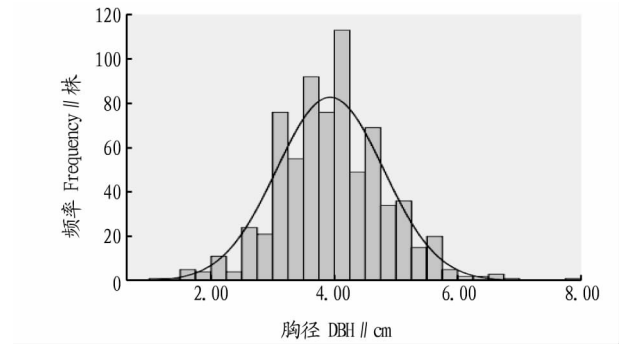


图 1 采伐立竹的胸径频率

Fig.1 DBH frequency histogram of cutting bamboo

胸径在 3.1~4.0 cm 的采伐数量 319 株, 占总株数的 44.3%。人工林分平均胸径 3.9 cm, 平均高度 7.7 m, 而天然黄竹林分平均胸径 7~9 cm, 平均高度 13~15 m。可见, 二者的胸径和高度均有明显差距。

立竹高度按每 1 m 为一个等级统计, 不同高度的立竹株数也呈现两极少、中间多的正态分布状态 (图 2)。立竹高度 7.1~8.0 m 采伐数量最大, 有 168 株, 占总株数的 23.3%。

竹林生长的优劣可用平均胸径、平均高度来表示^[6]。生长好的竹林平均胸径和平均高度大, 生长差的竹林平均胸径和高度小。该研究测定的黄竹人工林中胸径大于 5 cm、高度大于 10 m 的较大型竹秆有 61 株, 占总采伐量的 8.5%。较

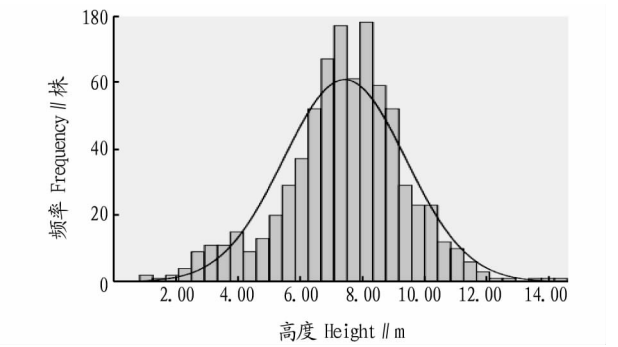


图 2 采伐立竹的高度频率

Fig.2 Height frequency histogram of cutting bamboo

大型立竹胸径和高度处于人工林平均水平与天然黄竹林之间, 说明如果得到更好的经营管理, 林分立竹胸径和高度数值仍可增加, 竹林有很大的增产空间。

2.2 竹材鲜重分析 竹子的单株鲜重 (W , kg) 与立竹胸径 (D , cm)、高度 (H , m)、竹壁厚度等因素密切相关, 均随着胸径、高度、壁厚的增加而增大, 同时又与竹材尖削度、节间长短、分枝高低等有一定关联。在生产中, 最容易测定的数据为胸径, 其次为枝下高和高度, 黄竹的分枝从秆基部第 1 节开始, 因此分枝高低对竹材鲜重的影响是一致的, 竹材尖削度、各节间长短的测定在生产操作中不易实施, 甚至比直接采伐竹材称重更为困难, 因此进行竹材鲜重预测主要考虑的因子是胸径和高度。

2.2.1 单株鲜重与胸径回归分析。 胸径是最容易测定的因子, 也是对竹材鲜重影响较大的因素。竹子单株秆重与胸径的 Pearson 相关系数为 0.860, 高于单株秆重与秆高的 0.775, 说明在生产中利用胸径这一单因素就可以准确地进行竹林产量估算。根据单株鲜重与胸径的散点图, 利用线性、对数、二次、三次、复合、幂函数和指数等曲线方程进行拟合, 所有曲线方程均达到极显著水平 ($P < 0.01$), 根据拟合优度及应用方便的原则, 二次曲线方程为描述单株鲜重与胸径关系的最优方程。拟合方程为 $W = -0.153D + 0.325D^2$, $R^2 = 0.955$ (图 3)。

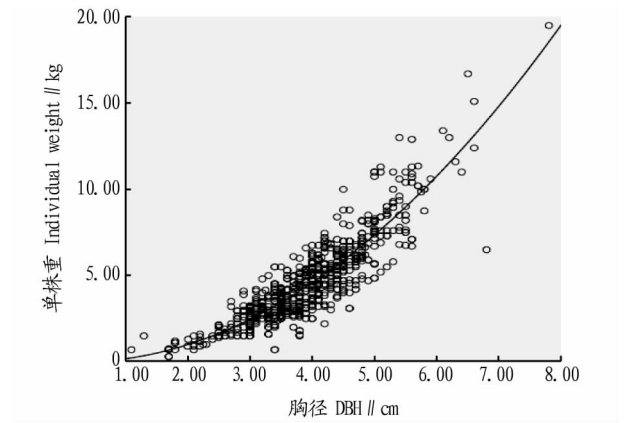


图 3 黄竹单秆鲜重随胸径变化模型

Fig.3 Fresh weight change model with DBH of *Dendrocalamus membranaceus*

2.2.2 单株鲜重与高度回归分析。 大多数乔灌木型竹种, 无

论是散生竹还是丛生竹,单株秆重与秆高呈正相关,均随着秆高的增加而增大,对于不同竹种,这种变化强度有所不同。黄竹是乔木型丛生竹,秆高 5~15 m,变化幅度较大,因此也是对竹材鲜重影响较大的因素。曲线回归分析表明,所有曲线方程均达到极显著水平($P < 0.01$),幂函数曲线方程是描述单株鲜重与高度关系的最优方程。拟合方程为 $W = 1.211H^2$, $R^2 = 0.948$ (图 4)。

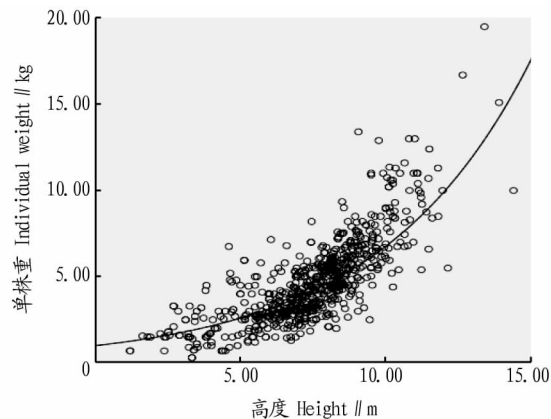


图 4 黄竹单秆鲜重随秆高变化模型

Fig. 4 Fresh weight change model with culm height stem model of *Dendrocalamus membranaceus*

2.2.3 单株鲜重与胸径、高度回归分析。在竹林中,相同胸径的立竹,由于出笋位置和出笋时间不同,供竹笋生长的光照、水分及养分亦不相同,对竹笋生长产生较大影响。如出笋初期营养和水分充足,笋体粗壮均匀,后期由于营养消耗殆尽,竹笋小且弱。胸径相同的立竹秆高不尽相同,其单株秆鲜重亦有差异。在测产时,采用胸径、秆高进行产量预测,估算结果将更准确。曲线回归分析表明,所有曲线方程均达到极显著水平($P < 0.01$),二次曲线方程是描述单株鲜重与胸径、高度关系的最优方程。拟合方程为 $W = 0.135DH + 0.0001(DH)^2$, $R^2 = 0.969$ (图 5)。

3 结论与讨论

(1)黄竹人工林 5 龄成林立竹量 9 779 株/hm²,采伐总立竹株数的 52.6%,获得竹材 23.5 t/hm²。与广西主要用材丛生竹相比,黄竹人工林的竹材产量处于较低水平。

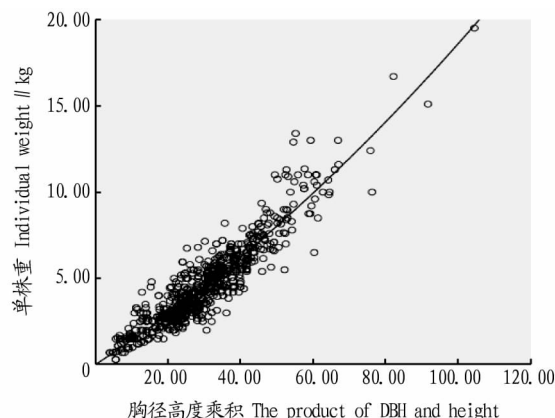


图 5 黄竹单秆鲜重随胸径、高度变化模型

Fig. 5 Fresh weight change with DBH, culm height model of *Dendrocalamus membranaceus*

(2)黄竹人工林每丛立竹 5~25 株,平均 16 株/丛,立竹株数 15~16 株的竹丛最多,林分平均胸径 3.9 cm,平均高度 7.7 m,与天然黄竹林分相比,人工林整体上密度大,秆形小。

(3)利用 SPSS 软件拟合的黄竹材单株鲜重与胸径、高度之间的最优回归方程 $W = 0.135DH + 0.0001(DH)^2$;单株鲜重与立竹胸径的最优回归方程 $W = -0.153D + 0.325D^2$ 。这 2 个方程的可信度高,可以利用回归方程编制一元重量表和二元重量表,供调查时使用。虽然单株鲜重与竹材高度相关程度高,拟合的回归方程也较好,但立竹高度不易准确测定,因此在生产中多不采用高度预测产量。而胸径是比较容易获得的准确数据,在立竹高度不易测量的情况下,利用正常立竹胸径数据也能准确地预测竹林产量。

参考文献

- [1] 周芳纯. 竹林培育学[M]. 北京:中国林业出版社,1998.
- [2] 安曼云,杨汉奇,杨宇明,等. 我国黄竹天然竹林资源现状和保护策略分析[J]. 山东林业科技,2010(4):111-114.
- [3] 辉朝茂. 黄竹生物学特性的研究[J]. 西南林学院学报,1989,9(2):108-115.
- [4] 黄大勇,戴启惠. 优良丛生竹选择和培育技术[J]. 广西林业科学,2002,31(3):137-138.
- [5] 黄大勇,岑美红,覃红棉,等. 广西田阳县石山区竹产业发展对策[J]. 广西林业科学,2009,38(2):110-112.
- [6] 李祚文,王剑. 毛竹分株竹高与胸径的表型分析和遗传测定[J]. 现代园艺,2015(6):8-9.
- [7] 范迪富,黄顺生,廖启林,等. 不同量剂凹凸棒石粘土对镉污染菜地的修复实验[J]. 地质学刊,2007,31(4):323-328.
- [8] 廖启林,刘聪,朱伯万,等. 凹凸棒石调控 Cd 污染土壤的作用及其效果[J]. 中国地质,2014,41(5):1693-1704.
- [9] 魏荣道,崔峤. 甘肃临泽凹凸棒石粘土矿开发应用研究[J]. 甘肃科学学报,2005,17(3):43-45.
- [10] 刘左军,陈正宏,袁惠君,等. 凹凸棒石粘土对土壤团粒结构及小麦生长的影响[J]. 土壤通报,2010,41(1):142-144.
- [11] 袁惠君,刘左军,张旭霞,等. 凹凸棒石粘土对灌淤土养分含量及小麦生长的影响[J]. 兰州理工大学学报,2008,34(6):82-84.
- [12] 范迪富,黄顺生,廖启林,等. 不同量剂凹凸棒石粘土对镉污染菜地的修复实验[J]. 地质学刊,2007,31(4):323-328.
- [13] 廖启林,刘聪,朱伯万,等. 凹凸棒石调控 Cd 污染土壤的作用及其效果[J]. 中国地质,2014,41(5):1693-1704.
- [14] 王展,张玉龙,虞娜,等. 不同冻融处理土壤对镉的吸附能力及其影响因素分析[J]. 农业环境科学学报,2013,32(4):708-713.

(上接第 103 页)