

文章编号: 1000-5692(2004)02-0130-04

雷竹人工林竹材物理力学性质

於琼花¹, 俞友明², 金永明², 马灵飞²

(1. 浙江省临安市林业局, 浙江 临安 311300; 2. 浙江林学院 工程学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 为了有效利用雷竹 *Phyllostachys praecox* 竹材, 对雷竹人工林竹材物理力学性质进行了研究。结果表明: 竹龄对雷竹的物理力学性质有显著的影响; 竹材的径向、弦向和体积干缩系数随竹龄增加逐渐减小; 基本密度、顺纹抗压强度、顺纹抗拉强度和抗弯强度都随竹龄增加而增加, 至 4~5 年生较稳定。竹秆由下至上, 含水率和干缩性逐渐减小; 维管束密度和基本密度逐渐增加, 力学强度亦相应提高。根据材性来看, 竹材的采伐利用以 4~5 年生为合适。表 3 参 10

关键词: 木材学; 竹材; 人工林; 物理性质; 力学性质

中图分类号: S781 **文献标识码:** A

雷竹 *Phyllostachys praecox* 为中国特有的优良笋用竹种, 主要分布于浙江西北部的丘陵平原, 江西、上海、福建、云南和贵州等南方省(市)有引种。国内关于雷竹高产栽培技术有较多的研究^[1,2], 对其他竹种的材性也有一定的研究^[3,4]。随着雷竹栽培面积的不断扩大, 综合利用雷竹资源势在必行。本文对雷竹人工林竹材物理力学性质进行研究, 为其有效利用提供一定的依据。

1 材料与方 法

1.1 试材采集和加工

1.1.1 试材采集 2003 年 6 月在浙江省临安市三口乡采集雷竹 30 株, 按竹子生长年龄(3 个月, 1~5 年生), 每龄各砍 5 株。竹子生长正常, 无病虫害, 胸径差异不大, 平均值 4.2 cm。标准竹齐地砍倒后, 从砍口向上取 3.0 m, 按其高度锯成 3 等份, 编号后运回实验室。

1.1.2 试件加工 ①试件的锯截部位: 为了保证各种试件取自竹秆上相对一致的位置, 将圆筒剖开, 对称取材, 每项做 6 个试件, 每一段试材自下部至上部按下列顺序截取试件: 维管束密度、基本密度、干缩系数、顺纹抗压强度、顺纹抗拉强度和弦向抗弯强度。②试件的规格与要求: 试件端面应相互平行, 并与侧面垂直。测定维管束密度的试件规格: 圆环, 高 20 mm。测定基本密度的试件规格: 5 mm×55 mm×*t* mm (*t* 为竹壁厚)。测定干缩系数的试件规格: 8 mm×20 mm×*t* mm (*t* 为竹壁厚)。顺纹抗压强度的试件规格: 5 mm×15 mm×*t* mm。测定顺纹抗拉强度的试件规格: 5 mm×160 mm×*t* mm。破坏断面为 1.5 mm×*t* mm。测定弦向抗弯强度的试件规格: 5 mm×160 mm×*t* mm。

1.2 试验方法

胸高直径小于 50 mm, 竹壁厚度小于 4 mm 的小径级竹材的物理力学性质试验目前尚无统一规定,

收稿日期: 2004-01-06; 修回日期: 2004-03-09

基金项目: 浙江省科学技术厅重大项目(2003C12009)

作者简介: 於琼花(1962-), 女, 浙江黄岩人, 工程师, 从事林业技术推广和应用研究。E-mail: malingfei@zjfc.edu.cn

故参照竹材物理力学试验方法和竹材物理力学性质的相关研究进行试验^[5-8]。顺纹抗压强度、顺纹抗拉强度和弦向抗弯强度在微机控制电子式木材万能力学试验机(山东济南 MWD-50)上进行测定。

2 试验结果与分析

2.1 竹龄对雷竹人工林竹材物理力学性质的影响

为了使物理力学性质具有可比性,统一选择竹秆下部进行比较,实测数据按国家标准所规定的方法进行统计整理。雷竹人工林竹材物理力学性质的试验结果见表 1 和表 2。

表 1 不同年龄雷竹竹材的物理力学性质

Table 1 Physico-mechanical properties of *Phyllostachys praecox* wood in different ages

竹龄	项目	基本密度/ ($g \cdot cm^{-3}$)	径向干缩 系数/%	弦向干缩 系数/%	体积干缩 系数/%	顺纹抗压 强度/MPa	顺纹抗拉 强度/MPa	弦向抗弯 强度/MPa
3 个 月	平均值	0.341	0.447	0.416	0.942	15.3	73.2	46.5
	标准差	0.0159	0.0228	0.0272	0.0594	1.3459	5.4772	5.9132
	标准误差	0.0046	0.0066	0.0079	0.0172	0.2747	1.5054	1.0796
	准确指数/%	2.6724	2.9457	3.7792	3.6415	3.5931	4.1130	4.6435
1 年 生	平均值	0.435	0.395	0.376	0.844	24.6	104.5	66.3
	标准差	0.0222	0.0162	0.0231	0.0434	2.0736	11.4033	7.5649
	标准误差	0.0064	0.0047	0.0067	0.0125	0.4233	2.0819	1.3812
	准确指数/%	2.9516	2.3716	3.5484	2.9713	3.4413	3.9846	4.1664
2 年 生	平均值	0.493	0.369	0.342	0.787	35.5	151.3	84.6
	标准差	0.0173	0.0143	0.0175	0.0365	2.0035	13.6981	9.3789
	标准误差	0.0050	0.0041	0.0051	0.0106	0.4090	2.5009	1.7123
	准确指数/%	2.0276	2.2401	2.9678	2.6822	2.3041	3.3059	4.0481
3 年 生	平均值	0.522	0.357	0.334	0.779	39.7	169.8	101.2
	标准差	0.0166	0.0120	0.0139	0.0406	4.8989	8.4688	10.8561
	标准误差	0.0048	0.0035	0.0040	0.0117	0.7705	1.5462	1.9821
	准确指数/%	1.8372	1.9486	2.3942	3.0144	3.8819	1.8212	3.9171
4 年 生	平均值	0.547	0.352	0.329	0.772	44.4	176.6	105.7
	标准差	0.0152	0.0108	0.0138	0.0369	3.2161	7.3576	8.9556
	标准误差	0.0044	0.0031	0.0039	0.0107	0.6565	1.3433	1.6351
	准确指数	1.6023	1.7782	2.4315	2.7631	2.9571	1.5213	3.0938
5 年 生	平均值	0.562	0.359	0.322	0.770	45.4	178.7	106.4
	标准差	0.0204	0.0106	0.0130	0.0423	2.6313	7.0864	5.1269
	标准误差	0.0059	0.0031	0.0038	0.0122	0.5371	1.2938	0.9361
	准确指数/%	2.0982	1.5733	2.3382	3.1756	2.3662	1.4480	1.7595

竹材的物理力学性质是衡量竹材质量的重要指标。研究竹子年龄对竹材物理力学性质的影响,不仅对竹材利用有现实意义,而且对竹林培育和确立合理的砍伐提供理论依据。

由表 1 可知,雷竹材基本密度、气干密度和力学性质随着年龄的增大而增大;而径向、弦向和体积干缩系数随竹龄增加逐渐减小。根据表 1 的测定数据求得各项物理力学性质与竹龄的回归方程见表 2,且相关性极显著。

为了进一步了解竹龄对雷竹材各项物理力学性质的影响,对各项指标进行了方差分析。结果表明,竹龄对基本密度、体积干缩系数、顺纹抗压强度、顺纹抗拉强度、径向抗弯强度和弦向抗弯强度均有极显著影响。此结果与杨云芳等人对红壳竹的研究结果相类似^[7,9,10]。

用 q 值检验法对 6 种不同竹龄的物理力学性质进行多重比较。结果显示:基本密度在 4 年生与 5 年生之间差异不显著,在 3 年生与 4 年生以及 2 年生与 3 年生之间差异显著,其余相互之间均有极显著差异;体积干缩系数在 3 个月、1 年生与 2 年生、3 年生、4 年生和 5 年生之间有极显著差异,3 年生以后相互之间差异不显著;顺纹抗压强度在 2 年生与 3 年生、3 年生与 4 年生以及 4 年生与 5 年生

之间的差异不显著,在3年生与5年生之间顺纹抗压强度差异显著,其余相互之间均有极显著差异;顺纹抗拉强度在3年生后差异不显著,其余相互之间均有极显著差异;弦向抗弯强度在3年生后差异不显著,其余相互之间均有极显著差异。这些都表明雷竹竹材的各项物理力学性质在2年生以前有极显著差异,处于材质生长期

间,2年生以后各项性质的差异在不断减少,4年生与5年生的各项性质差异不显著,物理力学性质在4~5年生已趋于稳定。因此,在竹林的培育中,雷竹的采伐竹龄在4~5年生为宜。

2.2 竹秆不同部位的竹材物理力学性质

选取3年生雷竹材,制作试件。测试结果见表3。

表3 3年生雷竹竹秆不同部位竹材的物理力学性质

Table 3 The physico-mechanical properties of *Phyllostachys pubescens* in various parts of the culm at age of 3 years

竹秆部位	维管束密度/ (个·cm ⁻²)	基本密度/ (g·cm ⁻³)	含水率/ %	体积干缩 系数/%	顺纹抗压 强度/MPa	顺纹抗拉 强度/MPa	弦向抗弯 强度/MPa
基部	256	0.524	83.6	0.779	40.1	171.6	96.2
中部	378	0.561	74.1	0.768	44.2	179.2	103.8
顶部	424	0.606	52.7	0.762	47.6	192.4	116.3
平均值	353	0.563	70.1	0.770	44.0	181.1	105.4

由表3可知:同一竹秆不同部位竹材的物理力学性质是不同的。自竹秆基部至顶部,竹材体积干缩系数和含水率逐渐减小,维管束密度、基本密度、顺纹抗压强度、顺纹抗拉强度及弦向抗弯强度逐渐提高。其主要原因同一竹秆自基部至顶部,维管束横截面积逐渐缩小,维管束密度增大,导管孔径变细,自由水含量减少,密度增大,从而使力学性质相应提高。

3 结论

雷竹竹材的基本密度、顺纹抗压强度、顺纹抗拉强度和抗弯强度随竹龄增加而提高,径向、弦向和体积干缩系数随竹龄增加而减小。方差分析和多重比较表明,竹材的各项物理力学性质在2年生以前有极显著差异,2年生以后各项性质的差异在不断减小,4年生与5年生的各项性质差异不显著。这说明人工林雷竹竹材在前3年生处在材质生长期,至4~5年生材质稳定在较高水平。可以认为在竹林的培育中,雷竹竹材利用的采伐竹龄应在4~5年生较合适。

竹秆部位与雷竹人工林竹材物理力学性质有关。竹秆自基部至顶部,体积全干缩率和含水率逐渐减少,维管束密度、基本密度和力学强度逐渐提高。

参考文献:

- [1] 方伟,何钧潮,卢可学.雷竹早产高效栽培技术[J].浙江林学院学报,1994,11(2):121-128.
- [2] 刘力,林新春,叶丽敏.雷竹不同栽培类型竹笋的蛋白质组成[J].浙江林学院学报,2001,18(3):271-273.
- [3] 马灵飞,韩红,徐真旺.部分竹材灰分和木素含量的分析[J].浙江林学院学报,1996,13(3):276-279.
- [4] 马灵飞,韩红,马乃训.部分散生竹材纤维形态及主要理化性能[J].浙江林学院学报,1993,10(4):361-367.
- [5] GB/T15780-1995.竹材物理力学性质试验方法[S].北京:中国标准出版社,1995.
- [6] 马灵飞,马乃训.毛竹材材性变异的研究[J].林业科学,1997,33(4):356-364.
- [7] 杨云芳,俞友明,方伟.红壳竹竹材物理力学性质的研究[J].浙江林学院学报,1998,15(2):158-163.
- [8] 马灵飞,项利清,汪贤洪.浙江省6种丛生竹材物理力学性质的研究[J].竹类研究,1989,8(4):25-33.
- [9] 俞友明,杨云芳,方伟,等.红壳竹人工林竹材物理力学性质的研究[J].竹子研究汇刊,2001,20(4):42-46.

[10] 俞友明 方伟, 杨云芳, 等. 不同立地条件红壳竹竹材物理力学性质比较[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(1): 380-383.

Physico-mechanical properties of planted *Phyllostachys praecox*

YU Qiong-hua¹, YU You-ming², JIN Yong-ming², MA Ling-fei²

(1. Forest Enterprise of Lin'an City, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. School of Engineering, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Physico-mechanical properties of planted *Phyllostachys praecox* were studied for the effective application of it. The results showed that age had a remarkable effect on the physico-mechanical properties. The radial shrinkage coefficient, chord shrinkage coefficient and cubage shrinkage coefficient decreased with the increase in age while the basic density, compression strength along grain, tensile strength along grain and bending strength increased with the age, and became stable at the age of 4-5 years. From the bottom to the top, the moisture content and shrinkage coefficient reduced gradually; the vascular bundle density, basic density and mechanical strength correspondingly increased. Judging by the properties, *P. praecox* of 4-5 years old are suitable for cutting and applying. [Ch. 3 tab. 10 ref.]

Key words: wood science; bamboo wood; plantation; physical properties; mechanical properties

我校 2004 年度国家自然科学基金申请工作圆满结束

2004 年, 我校申请国家自然科学基金共 29 项, 其中: 生命科学学院 14 项, 工程学院 10 项, 园林与艺术学院 2 项, 经济管理学院、理学院和信息工程学院各为 1 项。根据报送学部可分为生命科学部 23 项, 管理科学部、地球科学部各 2 项, 数理科学部、化学科学部各 1 项。

近几年, 通过我校广大科技人员的共同努力, 国家自然科学基金的申请量和资助量都有明显增加, 如 2003 年共申请 21 项, 4 项获资助。

(凌申坤)