

桉树人工林木材的吸声性能¹⁾

江泽慧 赵荣军 费本华 王喜明 刘君良

(中国林科院, 北京, 100091)

摘要: 以五种桉树人工林木材为研究材料, 用驻波管法测试了五种桉树木材的吸声系数, 比较了这些桉木的吸声性能, 结果显示: 在所测试的声波频率范围内, 桉木板材的种类和板材的厚度影响其吸声性能; 但不同树种桉树木材的吸声性能差异不显著, 这些结果可以为合理利用桉树木材资源, 用桉树木材制作家具、地板和室内装饰材料时减少居室环境噪音提供参考。

关键词: 桉树人工林 木材 驻波管法 吸声系数

Sound absorption property of eucalypt wood from plantation

JIANG Ze-hui, ZHAO Rong-jun, FEI Ben-hua, WANG Xi-ming LIU Jun-liang

(Chinese Academy of Forestry, Beijing, 100091, P. R. China)

The five species trees that grew well from plantation eucalypt in Dongmen forestry center of Guangxi Province were selected to study. The wood sound absorption coefficient of the five species eucalypts were tested with standing wave method and their sound absorption properties among different trees were compared. The results showed: wood sound absorption properties of eucalypts are affected by their board thick and the type of sawn timber within the testing frequency, but the variance of wood sound absorption property among five species is not significant. It is expected that will be useful to guide the reasonable utilization of plantation eucalypt solid wood and decreasing house noise with these wood.

Keywords : Eucalypt plantation, Wood, Standing wave method, Sound absorption coefficient

人们对声音的探求自古就有, 语言与音乐都是通过声音来传达信息、思想与感情, 起到交流、理解和享受的目的。建筑结构中对声音的控制是通过建筑物和居室装修材料内表面材料的吸声性能来实现的。木材与木质材料的空间声学特性, 是根据它的吸声率 (acoustic absorption) 来判断。吸声率即吸声系数, 是被这种材料吸收的或者未被这种材料表面反射的能量占入射能量的比例^[1]。以往人们注重研究木材的声振动特性及其动弹性模量, 对木材和木质材料的吸声特性研究较少, 尤其对我国南方大面积桉树人工林木材的吸声性能至今还未见有报道。有鉴于此, 本研究选取五种生长性状较好的桉树人工林木材作为基本材料, 尝试从声学特性的角度出发, 比较这几种桉树木材的吸声特性, 为合理利用桉树木材资源, 减少居室环境噪声提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验树种: 采集方法按照国家标准 GB1930~41-91 进行; 共采集如下 5 个树种。

尾叶桉 (*Eucalyptus urophylla*), 尾巨桉 (*Eucalyptus.urophylla*×*E.grandis*)

尾园桉 (*Eucalyptus urophylla*×*E.tereticornis*)

尾赤桉 (*Eucalyptus urophylla*×*E.camaldulensis*), 大花序桉 (*Eucalyptus cloeziana*)

试样规格: 直径为Φ100mm, 厚度 0.5cm 和 1.0cm 的圆形试样。

1) 国家林业局 948 项目 2000-04-13 的部分内容

第 1 作者简介: 江泽慧, 1939 年生, 女, 中国林科院木材工业研究所, 教授, 主要从事木材科学与技术的研究工作。

1.2 方法

试验方法：按照国家标准 GBJ 88-85《驻波管法吸声系数与声阻抗率测量规范》进行，驻波管方法是测定材料的垂直吸声系数，即简单又经济，同时也可根据其测量结果推算均匀无规入射条件下的吸声系数；每个树种分径锯板和弦锯板。

测试仪器：Φ100mmB&K 4002 驻波管设备，B&K2010 分析仪，GF-10 型 功率放大器，B&K 2110 型音频频谱分析仪。

测试腔深：95cm

2 结果与分析

2.1 不同材料的吸声特性

声波作用在材料表面，一部分被反射回来，一部分被材料本身的振动吸收，还有一部分被透过。材料不同，吸收和未被反射声波的能力有所不同，表 1^[1]是不同材料的吸声系数。从表中可以看出，密度高的砖、玻璃、和涂漆木材的吸声率最低，因为密度越高，材料本身的吸声能力越差，对涂漆的木材来说，表面的油漆影响了木材对声音的吸收；而未涂漆木材的吸声率略高；地毯、墙板和吸声用的墙板吸声率高，所以吸声性能较好。

表 1 各种材料的吸声率（近似值）^[1]

Tab.1 Acoustic absorption of various material

材 料	吸 声 率
开启的窗	1.00
砖	0.03
地 毯	0.25
玻 璃	0.03
木 材	0.06
涂过漆的木材	0.03
墙 板	0.27
吸声用的墙板	0.20~0.90

2.2 不同种类桉树木材的吸声特性

桉树木材不仅是优良的纸浆、纤维材树种，而且是优良的细木工、家具、地板和室内装饰等方面的用材树种。目前我国南方 17 个省市 600 多个县已经营造了大面积的桉树人工林，为了能充分合理地利用好这些木材资源，本文开展了桉树木材吸声性能的研究工作。

表 2 不同桉树木材的吸声系数

Tab.2 Wood sound absorption coefficient of different species eucalypts

树 种	频 率 (Hz)										
	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
尾叶桉	0.030	0.033	0.023	0.030	0.017	0.020	0.017	0.017	0.035	0.073	0.042
尾巨桉	0.027	0.028	0.028	0.030	0.020	0.017	0.017	0.013	0.020	0.072	0.070
尾园桉	0.025	0.025	0.015	0.025	0.018	0.015	0.015	0.010	0.015	0.053	0.145
尾赤桉	0.023	0.022	0.020	0.013	0.012	0.015	0.010	0.013	0.013	0.053	0.078
大花序桉	0.018	0.025	0.013	0.028	0.010	0.015	0.010	0.010	0.023	0.043	0.120

事实上，任何材料对声音都有吸收，只是吸收的程度不同。材料的吸声性能一方面与材料本身的特性有关，另一方面也与声音的频率及声音的入射方向有关，因此，吸声系数是用声音从各个方向入射的吸收平均值来表示，并明确是对那一频率的吸收。

表 2 是不同桉树木材在不同频率的吸声系数，由表中可以看出：五种桉树木材的吸声系数在频率 1000 Hz 以下时变化不是非常明显，而在频率 1000 Hz 以上时它们的吸声系数有所增加，并随着频率的增加其吸声系数不断增大，这一研究结果与常规材料的测试结果相一致^[2]。同时，五

种桉树木材在不同的频率段各自的吸声性能也有所不同，其中，在频率 200 Hz~1600 Hz 的范围内，尾叶桉和尾巨桉木材的吸声系数高于其它三种桉树木材的吸声系数；在频率是 2000 Hz 时，尾园桉木材的吸声系数最高，大花序桉木材的吸声系数较高，尾叶桉木材的吸声系数最低，其它两种桉木的吸声系数居中。通过进一步的方差分析（见表 3），结果表明，不同桉树木材的吸声系数在所测试的频率范围内差异不显著。

表 3 桉树木材吸声系数的方差分析

变差来源	离差平方和	自由度	方差	F	F _{0.05}
组间	0.000422	4	0.000105	0.143195	2.56
组内	0.0368	50	0.000736		
总计	0.037221	54			

2.3 桉木不同板材的吸声特性

人们在实体木材加工的过程中，锯解的板材分径锯板和弦锯板，因此本文试图分析不同种类桉木板材的吸声性能，比较这些桉木板材吸声系数的差异性。

由表 2 可知，五种桉树木材弦锯板的吸声系数在频率 200 Hz~800 Hz 时高于或等于径锯板的吸声系数；频率高于 800Hz 时，不同板材吸声系数的变化无明显规律。可见，在低频区，桉树木材弦锯板的吸声性能好于径锯板。

在所测试的频率范围内，尾叶桉木材弦锯板的吸声系数高于径锯板；尾巨桉木材在频率 1250Hz~1600 Hz 时径锯板的吸声系数高于弦锯板，频率 2000Hz 时弦锯板的吸声系数则大于径锯板；尾赤桉木材在频率 1000Hz~1600 Hz 时弦锯板的吸声系数等于或大于径锯板，在频率 2000Hz 时，则径锯板的吸声系数大于弦锯板，而且达到最大值，说明在高频区尾赤桉木材径锯板的吸声性能好；大花序桉木材在频率 2000Hz 时径锯板和弦锯板的吸声系数皆最大，吸声性能好于低频段。

表 2 不同桉木板材的吸声系数

Tab.2 Wood sound absorption coefficient of different species eucalypts

树种	频率 (Hz)										
	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
尾叶桉	0.010	0.010	0.010	0.020	0.010	0.010	0.010	0.010	0.015	0.018	0.035
	0.030	0.050	0.030	0.040	0.020	0.030	0.020	0.020	0.060	0.180	0.040
尾巨桉	0.010	0.015	0.015	0.020	0.010	0.010	0.010	0.010	0.020	0.155	0.055
	0.010	0.020	0.020	0.020	0.020	0.010	0.010	0.010	0.010	0.030	0.105
尾园桉	0.025	0.035	0.015	0.025	0.015	0.010	0.010	0.010	0.010	0.065	0.110
	0.025	0.020	0.015	0.025	0.020	0.020	0.020	0.010	0.020	0.040	0.180
尾赤桉	0.015	0.010	0.010	0.020	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.040	0.115
	0.025	0.025	0.020	0.015	0.015	0.015	0.010	0.010	0.010	0.100	0.090
大花序桉	0.020	0.025	0.015	0.025	0.010	0.015	0.010	0.010	0.020	0.055	0.085
	0.015	0.025	0.010	0.030	0.010	0.015	0.010	0.010	0.025	0.030	0.155

注：表中每单元格分别表是桉树木材径锯板和弦锯板的吸声系数

从以上分析结果可以看出，尾叶桉木材弦锯板的吸声性能好于径锯板，其他桉木径锯板和弦

锯板的吸声性能在频率 1250Hz~20000 Hz 时变化规律不明显。

2.4 不同厚度桉树木材的吸声特性

由图 1 可知，两种厚度的桉树板材在频率 200Hz~1000 Hz 时随着频率的增加，吸声系数有逐渐减小的趋势；在频率高于 1000Hz 时吸声系数逐渐增大，而且差值比较明显。厚 0.5cm 板材在高频区的吸声系数明显大于低频区，而且其吸声系数显著大于 1.0cm 厚的板材；同时尾叶桉和尾赤桉板材在频率 1600Hz 时吸声系数达最大值，说明桉树板材在高频区的吸声性能好于低频区。总之 0.5cm 厚的板材的吸声效果较佳。

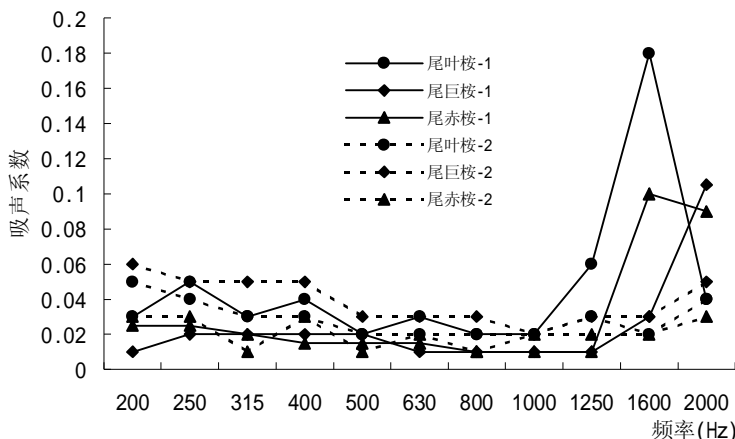


图 1 不同厚度桉树木材的吸声系数

Fig.1 Wood sound absorption coefficient of eucalypts with different thick

注：图中实线条（1）表示 0.5 cm 厚的桉木板材，虚线条（2）表示 1 cm 厚的桉木板材。

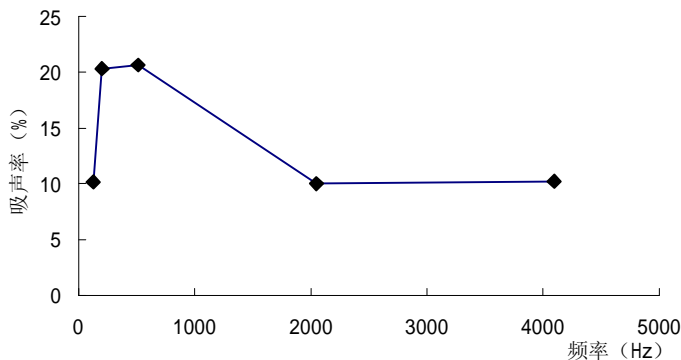


图 2 3mm 厚胶合板的吸声率和频率的关系

Fig.2 The relationship of acoustic absorption and frequency of plywood with 3mm thick

注^[1]：胶合板的尺寸：1.21m×1.52m；离墙壁距离：2.5cm

比较图 1 和图 2 可以得知，3mm 厚胶合板的吸声率在低频段较高，而在高频段随着频率的增加则有所降低，与桉树木材吸声率的变化趋势刚好相反，当频率高于 2000 Hz 时其吸声率基本稳定。可见材料厚度的不同影响着它们的吸声性能，那么桉树木材的有效厚度及其最佳的吸声性还有待进一步研究。

3 结论与讨论

材料的密度决定其吸声性能，密度越高，材料的吸声性能越好。在所测试的频率范围内，五种桉树木材的吸声系数差异虽不显著，但是尾叶桉木材低频区的吸声性能好于其它四种桉树木材。

桉树木材的平均吸声系数在高频区较高；在低频区，桉木弦锯板的吸声系数高于径锯板；因此在这两种情况下均可获得较好的吸声效果。

0.5cm 厚桉树木材的吸声性能较好，那么有效的桉树木材厚度及其最佳的吸声性、不同油漆木材和油漆与未油漆桉树木材的吸声性有待进一步研究。

参考文献

- 1 渡边治人著.张勤丽, 张齐生, 张彬渊译.木材应用基础.上海: 上海科学技术出版社.1986, 275-279
- 2 马大猷, 沈山豪编著.声学手册.北京: 科学出版社.1983, 470-477