

研究与开发

高地竹制备结构用竹材人造板的研究

高黎, 王正, 蔺焘, 李旸

(中国林科院木材工业研究所; 国家林业局木材科学与技术重点实验室, 北京 100091)

摘要: 进行非洲高地竹制备竹层积板和胶合板的研究,检测竹材原料和竹材人造板的性能,并与毛竹进行对比。结果显示:高地竹的刚性比毛竹高,干缩率较大,制备的竹材人造板表现出相同趋势;高地竹层积板可达到日本结构用单板层积材标准中的较高等级水平,竹胶合板的性能大幅超过欧洲标准 OSB/4 级水平,在建材领域应用前景广阔。

关键词: 高地竹; 结构用; 层积板; 胶合板

中图分类号: S795.9; TS653

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2011)04-0008-03

Study on Structural Bamboo-Based Panels Made from Highland Bamboo

GAO Li, WANG Zheng, LIN Tao, LI Yang

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry;

Key Laboratory of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: Highland bamboo (*Arundinaria alpina*) is one of the most important bamboo species in Africa. To investigate its feasibility in structural applications, the authors tested its physical-mechanical properties when made into laminated bamboo boards and bamboo plywood. The properties of both original and composite bamboo products were tested and compared with Moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*). The results showed that Highland bamboo exhibited higher stiffness and shrinkage results than Moso bamboo. Highland bamboo laminated boards had properties similar to high-grade structural laminated veneer lumber when evaluated against the JAS standard (MAFF, Notification No. 237, 2003). Bamboo plywood also exhibited excellent properties exceeding the specifications at the OSB/4 Level in the European standard (EN 300-2006).

Key words: *Arundinaria alpina*; structural use; laminated board; plywood

非洲高地竹 (*Arundinaria alpina*, 又名 *Yushania alpina*) 是非洲原生的一种重要的大型散生竹种,高 2~19 m,直径 5~12.5 cm,节间长 12~65 cm^[1-2],多年来主要用作园艺、家具、手工艺品材料,也有直接用于搭建低档建筑,很少用于人造板、造浆等高附加值产业中。

近年,研究人员对其加工制备三层竹方条(单层厚度>5 mm)胶合板进行了初步研究,但尚未有进一步的报道^[3]。

笔者受 CFC(Common Fund For Commodities, 商品共同基金)项目委托,以非洲高地竹为原料,并以我国广泛利用的毛竹(*Phyllostachys pubescens*)作为对照,测试并比较了两种竹材的基本物理力学性能,以及利用其制备的层积板和胶合板的性能差异,旨在分析高地竹的建筑利用可行性,为促进非洲高地竹资源的高效利用,提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1) 竹材

① 高地竹:埃塞俄比亚提供,竹龄 3~4 年,直径 57~66 mm,壁厚 8.5~12 mm。去除竹青和竹黄,再

收稿日期: 2010-08-17; 修改日期: 2011-05-25
基金项目: “十一五”国家科技支撑计划专题(2008BADA9B0203); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(CAFINT2010C02)。
作者简介: 高黎(1979—),女,中国林科院木材工业研究所助理研究员。

破篾(竹篾厚度 1.0~1.5 mm)、编帘,气干后备用。

② 毛竹:采自浙江新昌,竹龄 3~4 年,直径 80~90 mm,壁厚 6.5~9 mm,处理方法同高地竹。

在竹帘加工过程中发现,高地竹壁比毛竹厚 2.74 mm,尖削度小,出材率比毛竹高约 10%。

2) 胶黏剂

浸渍用酚醛(PF)树脂,调节固体含量 25%,黏度 70 mPa·s,实验室自制。

1.2 设备

热压机、万能力学实验机等。

1.3 竹材人造板的制备方法

1) 竹层积板 根据建筑设计中对承重梁、柱等单向受力构件的强度要求,制备顺向竹层积板。为缩短生产周期,采用“热上-热下”的工艺。为了防止湿度过大,影响板材质量以及加工效率,因此,本研究设计层积板的制备厚度为 25 mm,密度为 1.00 g/cm³,幅面为 45 cm×45 cm。

2) 竹胶合板 主要考虑用做建筑覆面板材。在轻型木结构设计中,墙体板常规厚度 9.5 mm,屋面板常规厚度 12 mm,因此,本研究设定制备的竹胶合板厚度为 12 mm,密度为 0.8 g/cm³,幅面为 45 cm×45 cm。

2 种竹材人造板的工艺流程为:

竹帘→浸胶→干燥→铺装(顺向或交叉向)→热压→裁切→陈化→测试。

竹帘浸胶量为 7%~8%,称量后进行组坯、铺装,送入热压机。热压温度 150~160 ℃,热压压力 4~5 MPa;为控制板内水分蒸发,分 3 段进行卸压,热压时间 1.5 min/mm,厚度由厚度规控制。

1.4 试材性能的测试方法

1) 竹材 鉴于利用竹材进行深加工的目的,按照 JG/T 199-2007《建筑用竹材物理力学性能测试方法》,检测其密度、干缩率、顺纹抗压强度、弦向静曲强度和弹性模量。

由于竹材在运输过程中水分大量蒸发,故测试干缩率时,先将试件在室温冷水中浸泡至质量恒定后,再进行测试。

2) 竹人造板 由于国内尚未有结构用竹层积板、竹胶合板的专用标准,因此,参照日本农林水产省(JAS)告示第 237 号(2003 年 2 月 27 日)《结构用单板层积材》相关方法,检测竹层积板的含水率、密度、抗弯弹性模量和静曲强度、抗压强度、短梁抗剪强度;参考欧洲标准 EN 300-2006《定向刨花板》,检测竹

胶合板的密度、含水率、24 h 吸水厚度膨胀率、抗弯静曲强度、弹性模量和 2 h 水煮内结合强度。

2 结果与讨论

2.1 竹材原料的性能

检测结果列于表 1。

表 1 竹材原料的主要物理力学性能
Tab. 1 Properties of original bamboo materials

竹种	基本密度/ (g·cm ⁻³)	全干干缩率/%		顺纹抗压 强度/MPa	弦向静曲 强度/MPa	弦向弹性 模量/GPa
		弦向	径向			
高地竹	0.554	8.20	11.90	63.87	102.20	13.38
毛竹	0.642	4.57	5.90	66.40	180.88	10.85

2.1.1 物理性能

高地竹的基本密度低于毛竹,硬度相对较低,加工性较好;其径、弦向的干缩率均比毛竹高,由此可推断,原竹利用时较易干裂,制备的竹材人造板材相对毛竹人造板亦易变形。

2.1.2 力学性能

高地竹的顺纹抗压强度与毛竹相当,与松木(40~65 MPa)和麻栎(50~70 MPa)等高强度木材相当^[4-5]。可见,高地竹的材料性能,可以满足替代木材制作建筑支撑柱等承重材料的要求。

高地竹弦向弹性模量比毛竹高 23.3%,静曲强度却比毛竹低 43.5%,说明高地竹刚度高而韧性略低,可推断其制备的人造板刚性亦较高。

2.2 竹材人造板的性能

2.2.1 竹层积板

性能检测结果列于表 2。

表 2 竹层积板的主要物理力学性能
Tab. 2 Properties of laminated bamboo boards

性能	高地竹		毛竹	JAS 告示第 237 号	
	实测值	最小值		标准值	强度等级
含水率/%	6.33		7.54	—	
密度/(g·cm ⁻³)	0.98		1.02	—	
静曲强度/MPa	126.23	112.26	136.90	67.5	180E
弹性模量/GPa	14.25	13.45	10.21	14.0	140E
顺纹抗压强度/MPa	93.31	87.56	80.55	—	
短梁抗剪强度/MPa	13.83	11.24	21.06	6.5	65V

由表 2 可见,高地竹制备的层积板,其抗弯弹性模量可达到 JAS 标准中 140E 等级,静曲强度可满足最高 180E 等级强度,短梁抗剪强度远超过最高的 65V 等级,充分显示出高地竹的高强度和高韧性。由此可推断,以其制备的建筑部件,将与木材类产品一样,具有良好的抗震性能。

高地竹层积板与毛竹层积板相比,在抗弯性能和抗剪强度上的差异,和竹材原料自身特性一致,表现出模量、刚性较高,而强度较低,与马尾松(9~12 GPa)、侧柏(9~13 GPa)^[4]的刚度相当。经过深加工,高地竹层积板的抗压强度超过毛竹层积板。

进一步制备 9、16 mm 厚高地竹层积板,其静曲强度和弹性模量如图 1 所示,可见竹材层积板的抗弯强度,与其厚度基本呈线性关系。

2.2.2 竹胶合板

两种厚度的高地竹胶合板的性能检测结果,列于表 3。

表 3 竹胶合板的主要物理力学性能

Tab. 3 Main physical and mechanical properties of bamboo plywood

竹种	厚度/ mm	含水率/ %	密度/ (g·cm ⁻³)	24 h TS/ %	静曲强度/MPa		弹性模量/MPa		2 h 水煮内结合 强度/MPa
					顺纹	横纹	顺纹	横纹	
高地竹	9	6.75	0.815	7.67	114.24	80.80	12 408	7 090	0.787
高地竹	12	7.14	0.808	9.36	105.33	51.32	10 579	5 042	0.406
毛竹	12	6.70	0.785	4.97	124.11	54.66	9 775	5 206	0.382
EN 300-2006	6~10	—	—	12	30	16	4 800	1 900	0.17
OSB/4	10~18	—	—	12	28	15	4 800	1 900	0.15

高地竹胶合板与毛竹胶合板的性能差异,仍表现出 2 种竹材原料本身的特性差异。相同厚度的板材,高地竹胶合板的吸水变形率略高,顺纹抗弯弹性模量略高,而静曲强度较低。对照 EN 300-2006,高地竹胶合板的力学性能已大幅超过 OSB/4 级板材性能要求,可用作覆面板应用于建筑领域。

3 结论

1) 高地竹原料特性与毛竹存在差异性,其刚性较高而干缩率较大,制备的人造板材性能也体现出相似趋势,抗弯模量高而强度略低,胶合板的吸水厚度膨胀率较高。

2) 在本试验条件下,高地竹层积板的性能可达到日本结构用单板层积材标准较高等级水平,竹胶合板的性能大幅超过 OSB/4 级水平。表明高地竹用于

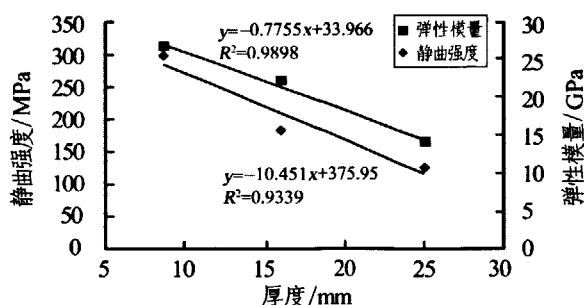


图 1 高地竹层积板的厚度与抗弯性能的关系

Fig. 1 Relationship between bending properties and thickness of laminated highland bamboo boards

制备建筑部件的可行性,将为非洲地区提高竹建筑档次、开发新型建筑材料,发挥重要作用。

参考文献:

- [1] Berhanu Adenew, Jochen Statz. Bamboo market study in Ethiopia; Prepared for the United Nations industrial development organization acting as executing agency for the common fund for commodities[R]. UNIDO, 2007.
- [2] Ibrahim K M, Kabuye C H S. An illustrated manual of Kenya grasses[M]. Rome: FAO, 1988.
- [3] Kuala Lumpur. Testing of two Ethiopian bamboo species for value-added products[R]. UNIDO, 2008.
- [4] 杨家驹. 中国主要树种木材物理力学数据换算表[J]. 中国木材, 2001(3):37-41.
- [5] 杨帆, 杨家驹. 中国主要阔叶树材的物理力学性质表[J]. 中国木材, 2001(6):28-29.

(责任编辑 向琴)

行业简讯

第 16 届大连木工机械展圆满落幕

2011 年 6 月,第 16 届中国国际木工机械(大连)展览会,在大连星海会展中心圆满落幕。

本届展会规模和人气均达到较高水平,共吸引国内外近 200 家企业参展,总规模达到 1.2 万 m²。据组委会不完全统计,4 天展期内,展会共接待国内专业观众 1.52 万人,来自韩国、日本、东南亚以及中东

等地的专业客商 2 500 多人。

同期举办第 16 届中国国际家具(大连)展览会、第 16 届中国国际家具配件及原辅材料(大连)展览会,为专业采购商提供了便利。组委会的强势宣传,众多行业协会的鼎力支持,极大地带动了展会的现场成交效果和后续影响。

王硕 王超