

研究与开发

粉状酚醛树脂竹大片刨花板的生产工艺

郑志锋, 张宏健, 温明明, 唐荣燕, 员永生

(西南林学院木材工业研究所, 昆明 650224)

摘要: 试验确定粉状酚醛树脂竹大片刨花板的较佳制板工艺条件为: 板材密度压缩比 $1:1.4$ (密度为 0.86 g/cm^3), 施胶量 3.5% , 刨花含水率 12% , 热压温度 $(165 \pm 5)^\circ\text{C}$, 闭合速度 12.5 mm/s , 热压时间 $1.35 \sim 1.45 \text{ min/mm}$ 板厚, 压力 8.75 MPa 。按以上工艺条件制备的板材性能达到或超过加拿大 CAN 3—O437.0—M85 相关要求。

关键词: 竹大片刨花板; 粉状酚醛树脂; 含水率; 施胶量

中图分类号: S795, TS653.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2005)05-0010-03

Manufacturing Technology of Bamboo-based Waferboard with Powdered Phenol-Formaldehyde Resin Adhesives

ZHENG Zhi-feng, ZHANG Hong-jian, WEN Ming-ming, TANG Rong-yan, YUAN Yong-sheng

(Wood Products Research Institute, Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: A series of experiments on determination of manufacturing technology for bamboo-based waferboard bonded with powdered phenol-formaldehyde (PF) resin were conducted by the authors. The optimum parameters obtained though the experiments were as follows: mat compression ratio at $1:1.4$ (board density 0.86 g/cm^3), glue consumption of 3.5% , wafer moisture content 12% after resin application, and hot pressing at $(165 \pm 5)^\circ\text{C}$ and 8.75 MPa , with closing speed at 12.5 mm/s , and pressing time at $1.35 \sim 1.45 \text{ min/mm}$. Waferboard made under the above conditions have excellent properties equal or even superior to the requirements of Canadian Standard CAN 3—O437.0—M85.

Key words: bamboo-based waferboard; powdered phenol-formaldehyde resin; moisture content; adhesive consumption

在我国,刨花板制备主要是用脲醛树脂(UF),只适用于室内的家具制造和装修,难以作为工程结构用材广泛地用于建筑业、门窗、车厢底板等。随着我国大径级优质原木的逐渐缺乏和工程结构用材的应用量日益增加,迫切要求寻找实木型结构板材(如厚胶合板等)的最佳替代材料^[1-2]。

大片刨花板是一种替代针叶树材胶合板的新型建筑结构用材。而竹大片刨花板具有原竹利用率高、产品强度大、综合性能良好的特点,可以广泛用于包装、建筑、车辆、家具等行业,尤其可作为优良的结构用板材^[3-4]。一般来说,粉状酚醛树脂(PF)的胶合效

率高于液态 PF。液态 PF 主要受黏度、树脂分子量和固体含量等方面的限制,而这些均与树脂的分布、固化速度、板坯含水率等有关^[5-7];而粉状 PF 则无这些限制,在制定树脂配方和合成工艺时有更大的选择范围。而且,施加粉状 PF 时不带入水分,对提高刨花含水率、降低刨花干燥能耗等有很大的空间。

张宏健等^[3-4,8]对 UF、液态 PF 竹大片刨花板的工艺条件与板材性能的关系进行了系列的研究,对粉状 PF 竹大片刨花板的性能也有报道^[9]。本研究就粉状 PF 竹大片刨花板的制板工艺作进一步探讨。

1 试验方法

1.1 试验材料

竹大片刨花 采用云南普洱产的龙竹(*Dendr-*

收稿日期:2004-11-19; 修改稿:2005-01-17

作者简介:郑志锋(1975—),男,西南林学院讲师,博士研究生。

通讯作者:张宏健,西南林学院教授,博士生导师。

ocalamus giganteus)制成,密度 0.602 g/cm³,刨花长度(60±3.0)mm,宽度为竹壁厚度,>2.0 mm,厚度(0.55±0.10)mm。

粉状酚醛树脂 采用高速离心式喷雾干燥机(江苏范群干燥设备厂 LPG-5 型)喷雾干燥制得,其性能见表 1。作为对比试验的液态 PF 树脂的配方和合成工艺与喷雾用的液态 PF 相同,但黏度稍大,固化时间略短,其余性能相同(见表 2)。

表 1 粉状酚醛树脂的主要性能指标

Tab. 1 Technical index of powdered PF resin

外观	密度/ (g·cm ⁻³)		平均	挥发	可被溴	游离甲	固化
	颗粒/		份含	份含	化物含	醛含	时
	装填	松散	mm	量/%	量/%	量/%	间/s
浅褐色、松散粉末	0.152	0.103	0.162	8.6	15	0.086	110

表 2 液态酚醛树脂常规性能指标

Tab. 2 Technical index of liquid PF resin

外观	pH 值	固体含 量/%	黏度/s (涂-4 杯)	固化 时间/s	可被溴化 物含量/%
棕褐色无杂质透明液体	10~11	40	25	90	>12

1.2 试验设计

按考察试验分成 3 部分:1)刨花含水率对板材内结合强度的影响;2)施胶量对成品板物理力学性能的影响;3)在相同的热压工艺条件下,与液态 PF 胶成品板的物理力学性能对比。

竹大片刨花板的设计密度为 0.85 g/cm³,试板(毛边板)规格 360 mm×360 mm×10 mm。刨花施胶方式:粉状 PF 采用手工播撒,液态 PF 采用喷枪喷涂。刨花含水率采用增湿平衡或干燥平衡控制。由于竹材含有较多糖分,热压温度过高时易造成竹大片刨花板表面炭化,故选取热压温度(165±5)℃;根据前期试验,取热压时间(14±0.5)min,热压压力 8.75 MPa,闭合速度 12.5 mm/s。

1.3 检验方法

竹大片刨花板质量衡量指标主要有内结合强度(IB)、静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)、吸水厚度膨胀率(TS)、吸水率、密度(ρ)、含水率(MC)等,测试方法参见 GB/T 17657—1999《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》,并与加拿大 CAN 3—O437.0—M85《Waferboard and Strandboard》进行比较。

2 结果与讨论

2.1 刨花含水率对粉状 PF 胶板材 IB 的影响

以粉状 PF 胶施胶量 3.5%,按试验设计确定的
万方数据

热压工艺参数压制竹大片刨花板,试验结果见表 3。从表 3 可见,刨花含水率越高,板的 IB 则越低。这主要由于刨花含水率越高,热压时板坯芯层中水分很难逸出,使板中的蒸汽压提高,对粉状 PF 胶的固化胶合不利^[10]。考虑到本试验的目的是提高刨花含水率,降低刨花干燥能耗。从试验结果看,当刨花含水率为 12%时,板的 IB 已达到 0.462 MPa,满足相应标准的要求。所以,确定刨花含水率取 12%。

表 3 刨花含水率对粉状胶刨花板 IB 的影响

Tab. 3 Effect of moisture content on IB of the waferboard

试验号	刨花含水率/%	IB /MPa	ρ/(g·cm ⁻³)
1	8	0.492	0.854
2	12	0.462	0.861
3	16	0.185	0.863

注:表中数值为 10 个试件的平均值。

2.2 施胶量对刨花板物理力学性能的影响

在刨花含水率 12%、粉状 PF 胶施胶量分别为 2%、3.5%、5%时,压制竹大片刨花板的性能见表 4。

表 4 粉状 PF 胶不同施胶量对竹大片刨花板性能的影响

Tab. 4 Effect of powered PF resin consumption on properties of the waferboard

性能指标	施胶量/%		
	2	3.5	5
ρ/(g·cm ⁻³)	0.870	0.863	0.873
MOR/MPa	25.23	36.02	39.20
MOE/GPa	5.40	6.34	7.04
IB/MPa	0.137	0.513	0.542
TS/%	2 h	14.96	5.69
	24 h	23.82	11.37
吸水率/%	2 h	35.98	26.15
	24 h	52.25	38.89
含水率/%	6.0	6.3	6.4

注:表中数值为 10 个试件的平均值。

根据表 4 结果可知,当施胶量从 3.5%下降为 2%时,板材的物理力学性能下降很快;而施胶量从 3.5%增加至 5%时,板材的物理力学性能提高的幅度却较小。根据在保证板材性能的前提下尽可能降低成本的原则,粉状 PF 胶的施胶量取 3.5%较为适宜。

2.3 液态 PF 胶与粉状 PF 胶的对比试验

根据以上试验确定:竹大片刨花含水率为 12%、粉状 PF 胶施胶量 3.5%,与液态 PF 胶进行对比试验,液态 PF 胶施胶量分别为 3.5%和 5%,其他工艺条件相同,结果见表 5。

从表 5 中可以看出,用粉状 PF 胶制备的竹大片刨花板的物理力学性能都超过了加拿大木材大片刨花板的标准要求;在施胶量为 3.5%的相同条件下,粉状 PF 胶竹大片刨花板的物理力学性能优于液态 PF 胶竹大片刨花板,与液态 PF 胶施胶量为 5%时的

表 5 粉状与液态酚醛树脂胶竹大片刨花板对比试验结果
Tab.5 Contrast of properties between waferboard bonded with powdered and liquid PF resins

性能指标		粉状 PF 施胶量 3.5%	液态 PF 施胶量/%		加拿大标准
			3.5	5	
$\rho/(g \cdot cm^{-3})$		0.863	0.852	0.873	
MOR/MPa		36.02	27.51	35.84	≥ 17.2
MOE/GPa		6.34	5.70	6.21	≥ 3.1
IB/MPa		0.513	0.164	0.483	≥ 0.345
TS/%	2 h	5.69	14.68	7.33	≤ 20
	24 h	11.37	24.54	13.23	
吸水率/%	2 h	26.15	30.88	24.98	
	24 h	38.89	51.82	40.11	
含水率/%		6.3	6.8	6.9	

成品板性能相当或稍高。这主要是因为粉状 PF 胶基本上分布在刨花表面,胶合效率高;而液态 PF 胶则存在不同程度的渗透(液态胶的固体含量为 40%);且竹刨花含水率偏高,竹材吸湿性比木材大,胶液渗入量大,故其液态胶的施胶量要提高到 5%时才与粉状胶施胶量 3.5%的成品板性能质量相当。相对于木材刨花,液态 PF 胶施胶量为 4.5%左右可与粉状 PF 胶施胶量 3.5%的板材性能质量相当^[11]。此试验结果与相关报道道相一致^[5-7]。

3 结论

1) 粉状 PF 竹大片刨花板的较佳制板工艺条件为:板材密度压缩比 1:1.4(密度为 0.86 g/cm³),粉状 PF 施胶量 3.5%,刨花含水率 12%,热压温度(165±5)℃,闭合速度 12.5 mm/s,热压时间 1.35~1.45 min/mm 板厚,热压压力 8.75 MPa。按此工艺制备的板材性能达到或超过加拿大 CAN 3—O437.0—M85《Waferboard and Strand board》的要求。

2) 刨花含水率对粉状 PF 竹大片刨花板力学性

能的影响很大,在本试验条件中,随着刨花含水率的降低,板材的内结合强度呈上升趋势。

3) 在施胶量都为 3.5%、刨花含水率 12%的条件下,粉状 PF 胶比液态 PF 胶竹大片刨花板的性能要好,与液态 PF 施胶量为 5%时竹大片刨花板的性能相当或稍强。

致谢:本研究得到西南林学院杜官本教授、杨承教授、吴章康副教授等大力支持和帮助,在此表示诚挚的谢意。

参考文献:

[1] 王恺,林凤鸣. 面向 21 世纪,建立有中国特色的可持续发展的
人造板工业体系[J]. 木材工业,1996,10(1):1-5.
[2] 张宏健. 国内外木材工业态势和我国的可持续发展对策[J]. 木
材工业,1998,12(5):21-24.
[3] 张宏健,叶喜,李君. 竹大片刨花板的生产开发前景[J]. 林业建
设,1995(3):15-17.
[4] 张宏健,叶喜,李君. 竹大片刨花板主要工艺参数的研究[J].
西南林学院学报,1995,15(4):56-60.
[5] Ellis S C, P R Steiner. Characterization of Chemical Properties
and flow Parameters of Powdered Phenol-formaldehyde Resins
[J]. Wood and Fiber Sci,1991,23(1):85-97.
[6] C R Davis. PF Powder Resin Capabilities in OSB: Resin Usage Has
Been Reduced Significantly[J]. Panel World,1993(3):18-20.
[7] James T White. Wood Adhesives and Binders: What's the
Outlook[J]. Forest Prod J,1995,45(3):21-28.
[8] 张宏健,张福兴,员永生. 竹大片刨花板对竹材生物学特性的适
应性[J]. 林产工业,1998,25(6):1-4.
[9] 郑志锋,张宏健. 粉状酚醛树脂胶粘剂的制备和性能[J]. 林产
工业,2004,31(6):25-27.
[10] 刘正宇,李文昭,邱儒慧. 粉末状酚醛树脂胶合剂应用于粒片板
之制造[J]. 林产工业[台湾],1995,14(1):116-128.
[11] Go Andrew. New Developments in Waferboard/OSB Resin
Technology[D]. Proceedings Twenty-two International Parti-
cleboard Sym-posium,WSU,Pullman,1988,123-132.

(责任编辑 鲍加芬)

2006《家具》杂志全新改版 欢迎订阅

2006 年,中国家具业的整合与转型将更加显著,为了紧扣行业发展的脉搏,推动行业技术、管理、设计的革
新,行业老牌杂志《家具》将推出:

新看点 热点聚焦:从多角度剖析行业热点问题 顾问在场:技术管理顾问团与企业代表现场交流
科技讲座:企业的标准化建设专题 家具图集:新潮家具的设计图

新举措 每期增加 16 页,价格调整为 15 元。

为答谢新老读者,第 150 期杂志(2006 年第 2 期)将附赠时新家具图集光盘一张

各地邮局 10 月起开始征订,邮发代号:4-308,刊号:CN 31-1295/TS,ISSN 1000-4629。每期逢双月 15 日
出版,定价 15 元,全年 90 元。如在杂志社订阅,请邮局汇款至杂志社,每本另加邮挂费 3 元。

邮购地址:上海市(市西)南京东路石潭弄 89 号 邮编:200001 传真:021-63605767
联系电话:021-63612634,63221159 杂志网址:www.furmag.net E-mail:Furmag@126.com