

研究开发

麻毡增强竹炭板制造工艺初探

金永明, 严建敏, 张宏, 俞友明, 叶良明

(浙江林学院工程学院, 浙江临安, 311300)

摘要: 对以竹炭颗粒为主要原料、麻毡为增强材料制造竹炭板的可行性进行了试验, 探讨了不同水平的施胶量、热压温度和时间等工艺参数对样板部分物理力学性能指标的影响。结果表明: 麻毡增强竹炭板的制造工艺是可行的; 本试验范围内适宜的制板工艺条件为: 热压温度 125 ℃, 时间 12 min, 施胶量 11%; 按此工艺制得竹炭板的 *MOR* 为 4.6~6.1 MPa, *MOE* 为 600~1 100 MPa, *TS* 为 0.6%~1.0%, 24 h 吸水率 28.7%~33.0%。

关键词: 竹炭板; 麻毡; 增强; 制板工艺

中图分类号: S795, TS653 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2003)04-0018-03

Preliminary Research on Manufacturing Technology of Flax Felt Reinforced Bamboo Charcoal Board

JIN Yong-ming, YAN Jian-min, ZHANG Hong, YU You-ming, YE Liang-ming

(Faculty of Engineering, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: The feasibility of using flax felt to reinforce bamboo charcoal board is reported in this article. The experiment evaluated the effects of various levels of resin consumption, hot pressing temperature and hot pressing time on the properties of the flax felt reinforced bamboo charcoal board. The results showed that with 11% resin consumption and hot pressed at 125 ℃ for 12 min, the board could had the following properties: modulus of rupture (*MOR*) from 4.6 ~ 6.1 MPa, modulus of elasticity (*MOE*) from 600 ~ 1 100 MPa, 24 hour water absorption (*WA*) from 28.7% ~ 33.0%, and thickness swelling rate (*TS*) from 0.6% ~ 1.0%.

Key words: Bamboo charcoal board; Flax felt; Reinforce; Manufacturing technology

竹子是我国重要的资源之一, 素有“第二森林”之称, 具有生长周期短、成材快、更新易、再生能力强等特点。20年来竹材的工业化利用有了长足发展, 我国竹材加工利用已居国际先进水平^[1~3]。而近几年兴起的竹炭, 不仅可作燃料, 更重要的是可用作空气净化与湿度调节、卫生保健、抗辐射与电磁屏蔽材料等。随着竹炭业的发展, 国内外学者对竹炭的研究日渐增多^[4~7], 开发竹炭系列功能型环保装饰材料必将具有极为宽广的应用前景。笔者进行了以竹炭颗粒为主要原料、浸胶麻毡为增强材料, 通过热压胶合制造复合板材的工艺试验及板材性能测试, 寻求生产竹炭复合板的可能性和适宜的生产工艺参数, 以期扩大竹炭的

应用范围(本研究内容已申请发明专利, 申请号: 03108727.2)。

1 试验材料与试验设计

1.1 试验材料

炭粒 取自浙江遂昌文照竹炭厂, 其颗粒的筛分值如下:

颗粒目数	>7	7~10	10~16	16~20	<20
比例/%	5.7	18.6	28.5	31.4	15.8

麻毡 取自安徽舒城麻纺厂, 厚度 6 mm, 定量 0.37 kg/m²。

酚醛树脂胶 产自萧山力达模板厂, 固体含量 50.3%, 初粘度 0.95 Pa·s (20℃)。

收稿日期: 2003-05-15

作者简介: 金永明(1963—), 男, 浙江林学院工程学院讲师。

1.2 试验设计

试验板幅面为 330 mm×330 mm,名义厚度为 5 mm,设计密度为 800 kg/m³,热压压力为固定值 8 MPa。以施胶量(指竹炭颗粒)、热压时间、热压温度为试验因子,按照正交表 L₉(3⁴)设计试验方案,根据预备试验目标值确定每个因子的 3 个水平,见表 1。

表 1 试验因子与水平

Tab. 1 Experimental factors and levels

水平	施胶量 / %	热压时间 / min	热压温度 / °C
1	7	9	125
2	9	12	135
3	11	15	145

1.3 工艺流程

竹炭 → 粉碎 → 拌胶
麻毡 → 浸胶 → 烘干(60℃) → 铺装组坯 → 热压 → 陈放 → 性能测试

(1)施胶 竹炭粒采用搅拌式施胶;麻毡浸胶,浸胶量为其质量的 15%。

(2)干燥 浸胶麻毡在 60℃条件下干燥到含水率为 12%。

表 2 试验方案和试验结果

Tab. 2 Experiment arrangement and properties test results of boards

试验号	试验因子及水平				样板性能测试结果				
	施胶量 / %	热压时间 / min	热压温度 / °C	$\rho / (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$	MC / %	TS / %	WA / %	MOR / MPa	MOE / MPa
1	7	9	125	850	6.8	1.1	35.6	5.6	700
2	7	12	135	880	6.8	0.8	31.9	3.3	460
3	7	15	145	830	7.0	0.5	31.4	5.0	630
4	9	9	135	780	6.7	1.3	30.1	4.1	570
5	9	12	145	860	6.8	0.8	31.3	4.8	860
6	9	15	125	860	6.5	0.7	29.8	4.9	960
7	11	9	145	920	6.7	0.5	29.6	5.1	970
8	11	12	125	870	6.6	0.5	29.1	6.6	1390
9	11	15	135	890	6.6	0.9	27.3	6.7	880

表 3 样板物理力学性能指标及各因素极差

Tab. 3 Range analysis of the tested physical and chemical properties

因素	水平	MOR/MPa		MOE/MPa		TS/%		WA/%	
		测定结果	极差	测定结果	极差	测定结果	极差	测定结果	极差
施胶量	1	4.63		597		0.80		33.0	
	2	4.60	1.5	797	483	0.93	0.26	30.4	4.3
	3	6.10		1080		0.67		28.7	
热压时间	1	4.93		747		0.97		31.8	
	2	4.90	0.63	903	156	0.83	0.37	30.8	2.3
	3	5.53		823		0.60		29.5	
热压温度	1	5.70		1017		0.9		31.5	
	2	4.70	1.0	637	380	0.9	0	29.8	1.7
	3	4.97		820		0.9		30.8	

注:对照的无麻毡增强竹炭板的压制也采用正交试验,试验方案及工艺同麻毡增强竹炭板(见文中 1.2);性能检验结果平均值:MOR 为 2.5 MPa,MOE 因强度低设备无法测定,TS 为 0.6%,WA 为 27%。分析略。

(3)铺装 由于纯竹炭板的强度较低,在搬运过程中易破损,故采用中间加麻毡的方法以提高复合竹炭板的强度,便于搬运。铺装时将拌胶后的竹炭粒均匀分成二份,先将一份均匀铺装于自制的木框内,压平后放一层麻毡,然后铺装剩余的一份并压实,取下木框,把铺装好的板坯送入压机进行热压。

2 试验结果与分析

2.1 试验结果

每次试验做 1 块样板,每个试验号重复 2 次,结果取其平均值。麻毡增强竹炭复合板的物理力学性能检测参照 GB/T 17657-1999,分别测定样板密度(ρ)、含水率(MC)、吸水厚度膨胀率(TS)、24 h 吸水率(WA)、静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)等指标,结果见表 2;每一因素水平下指标平均值与极差列于表 3。

2.2 试验结果(表 4)分析

2.2.1 密度 表 4 结果表明,施胶量、热压时间、热压温度对应的样板密度的 F 值均小于 $F_{0.1}$,说明各因素对板密度无显著影响。这是因为板坯的幅面尺寸是固定的,厚度由厚度规控制,因此板密度只与炭粒重量、胶的固体含量及麻毡质量有关,施胶量、热压时间、热压温度对样板密度影响不大。

2.2.2 吸水厚度膨胀率 表 4 结果表明,各因素对应的样板吸水厚度膨胀率的 F 值均小于 $F_{0.1}$,说明施胶量、热压时间、热压温度对样板吸水厚度膨胀率都无显著影响。因为竹炭是在高温下发化制得的,其本身的吸水膨胀率小;另外,本试验用酚醛胶是防水胶,故施胶量、热压时间、热压温度对样板吸水厚度膨胀率无显著影响。但从表 3 极差分析可见,热压时间对其影响相对较大,而热压温度的影响最小;这是由于随着热压时间的延长,胶的固化率增加,可塑性减小。

2.2.3 24 h 吸水率 由表 4 可见,施胶量的 F 值大于 $F_{0.05}$,说明施胶量对样板的 24 h 吸水率有显著影响,而热压时间、热压温度均无显著影响。因为竹炭是在高温下发化制得的,其本身的吸水率小,加之试验中所用的是酚醛胶。从极差分析中的施胶量因素变化可见,胶的用量越高,板材的吸水率就越低。其原因是胶粘剂覆盖了竹炭表面的孔

表 4 竹炭板性能测试结果的方差分析
Tab. 4 Variance analysis on test results

方差来源	平方和	自由度	均方差	F 值	显著性
板材密度					
施胶量	5600	2	2800	1.00	不显著
热压时间	600	2	300	0.11	不显著
热压温度	600	2	300	0.11	不显著
误差	5600	2	2800		
吸水厚度膨胀率					
施胶量	0.135556	2	0.06778	1.24	不显著
热压时间	0.142222	2	0.07111	1.31	不显著
热压温度	0.242222	2	0.12111	2.22	不显著
误差	0.108889	2	0.05444		
24 h 吸水率					
施胶量	28.082222	2	14.04111	11.56	显著
热压时间	7.742222	2	3.87111	3.19	不显著
热压温度	4.542222	2	2.27111	1.87	不显著
误差	2.428889	2	1.21444		
静曲强度					
施胶量	4.602222	2	2.30111	1.87	不显著
热压时间	0.762222	2	0.38111	0.31	不显著
热压温度	1.608889	2	0.80444	0.65	不显著
误差	2.462222	2	1.23111		
弹性模量					
施胶量	35388.9	2	17694.4	49.00	极显著
热压时间	36822.22	2	18411.11	5.10	有影响
热压温度	21668.9	2	10834.4	30.00	极显著
误差	7222.222	2	3611.111		

注:临界值 $F_{0.01}=18.0$, $F_{0.05}=6.9$, $F_{0.1}=4.3$

隙,阻断了水分传递的途径,故施胶量对板 24 h 吸水率影响最大。

2.2.4 静曲强度 由表 4 结果可知,各因素对应的样板静曲强度的 F 值均小于 $F_{0.05}$,说明施胶量、热压时间、热压温度对板的静曲强度都无显著影响。但从表 3 极差分析看出,施胶量对样板静曲强度影响程度相对较大,热压时间的影响最小;因为施胶量影响竹炭颗粒间的结合强度。另外,麻毡增强竹炭板的平均静曲强度值比无麻毡增强的竹炭素板增加一倍多。

(上接第 5 页)

化合作,加快实现生产方式的工业化和管理的现代化^[5]。

5 结语

“变革、开放、合作”是新世纪的主题。我国家具制造业只有用先进的管理理念、先进的信息技术武装自己,走技术之路、市场之路,才能把握住有利的时机,在激烈的国际竞争中处于不败之地,才能真正实现我国家具制造业的新型工业化进程,中国家具业必将在

2.2.5 弹性模量 表 4 结果表明,施胶量、热压温度的 F 值大于 $F_{0.05}$,说明施胶量、热压温度对板的弹性模量均有显著影响。从表 3 中也可看出,样板的弹性模量随着施胶量增加而提高、随热压温度升高而降低,这是因为施胶量增加,提高了竹炭颗粒间的结合强度;热压温度过高有可能导致胶粘剂的过度固化和变脆,及麻毡出现轻度的分解。麻毡增强竹炭板弹性模量的平均值为 825 MPa,而无麻毡增强的竹炭素板的弹性模量太低,在本试验设备条件下无法测定。

3 小结

1)以竹炭颗粒为主要原料、浸胶麻毡为增强材料制作竹炭板是可行的。

2)本试验范围内,麻毡增强竹炭板的适宜工艺条件为:热压温度 125 ℃,时间 12 min,施胶量 11%。

3)按本试验确定的制板工艺,板的性能指标可达到:静曲强度 4.6~6.1 MPa;弹性模量 600~1 100 MPa;24 h 吸水率 28.7%~33.0%,吸水厚度膨胀率 0.6%~1.0%。

参考文献:

- [1] 张齐生,孙丰文.我国竹材工业的发展展望[J].林产工业,1999,26(4):3-5.
- [2] 王昌友,戴迪蓉,王勇,等.浙江省竹材加工利用现状和发展对策[J].竹子研究汇刊,1997,16(1):55-60.
- [3] 张齐生.重视竹材化学利用,开发竹炭应用技术[J].竹子研究汇刊,2001,20(3):34-35.
- [4] 张齐生,梁树海,黄河浪,等.竹炭对 2,4-二氯苯酚的吸附性与影响因素研究[A].2001 年国际竹炭竹醋液学术研讨会[C],6-15.
- [5] 叶良明,张文标,李文珠.竹炭的烧制工艺与理化性能关系的研究[A].2001 年国际竹炭竹醋液学术研讨会[C],16-25.
- [6] 池嶋庸元.竹醋液的生产方法与用途[M].日本:农山渔村文化协会发行所,1999,1-102.
- [7] 池嶋庸元.竹炭的效用[M].东京:致知出版社,1999,1-100.

冷静的思想蜕变中全面复兴。

参考文献:

- [1] 刘力.企业信息化的对策措施[J].企业管理,2002(1):13.
- [2] 信息化全面改造传统行业[J].CAD/CAM 与制造业信息化,2002(7):26.
- [3] 王惠芬.推动企业信息化的“雁行模式”[J].企业管理,2002(2):84.
- [4] 梅绍祖,黄爱舟,岩松,等.中国 ERP 应用“地图”调查报告[J].电子商务世界,2002(7):35.
- [5] 许柏鸣.我国家具的工业化进程[J].家具,1997(1):13.