

研究与开发

防霉增强型竹碎料混凝土模板的研制

刘景宏, 林巧佳

(福建农林大学, 福建南平 353001)

摘要: 本文针对竹碎料混凝土模板易霉变的缺陷, 采用线性回归分析法探讨了板材防霉性能与其密度的关系, 同时采用五种防霉剂对竹碎料进行降糖防霉处理试验。结果表明, 板材密度与防霉性能呈显著线性正相关, 自制 NPFB 防霉剂效果理想, 压制的防霉竹碎料混凝土模板物理力学性能达到 JG/T 3026-1995 建筑工业竹胶合板模板行业标准。

关键词: 防霉剂; 竹碎料板; 混凝土模板

中图分类号: S795, TU755.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2002)02-0015-04

Study on Antimould and Reinforced Bamboo Particle Concrete Form

LIU Jing-hong, LIN Qiao-jia

(Fujian Agriculture and Forestry University, Nanping 353001, Fujian, China)

Abstract: Considering the defect of easily mildewing of the bamboo particle concrete form, the experiments on the relationship between density and antimould property of the form with five anti-mould chemicals were carried out. The results showed that the density had a significant linear relationship with the antimould property of the panel. The panels treated with the antimould agent NPFB had the ideal antimould property and the main physical and mechanical properties of concrete form made of them could meet the requirements of the standard JG/F 3026-1995.

Key words: Antimould agent; Bamboo particleboard; Concrete form

随着木材资源的日益匮乏, 以竹代木, 以竹胜木的发展方向越来越受到人们的重视。竹材碎料板是一种对原材料要求不高(如竹加工剩余物、小径竹等均可利用)的综合利用产品, 若在制板过程中, 在板的表层增加单板或竹编、竹帘等增强材料, 再在其表面覆以浸渍胶膜纸, 即可制成增强型覆膜竹碎料板, 该种板材的表面性能、力学性能及重复使用次数等均与覆膜竹胶合板接近, 可作为混凝土模板用于大型清水混凝土施工工程^[1]。与覆膜竹胶合板相比, 其原料价格低廉, 但由于竹材富含淀粉、蛋白质、糖类等营养成分^[2], 竹碎料板的原料比表面积大, 更易受霉菌感染侵蚀。虽然增强型竹碎料模板表面覆膜后具有一定的防霉能力, 但霉变仍极易由边部发生, 继而迅速蔓延至整块模板, 导致产品使用性能急剧下降, 严重制约了该产品的大规模推广应用。针对覆膜竹碎料板的这一缺陷, 笔者对竹碎料进行了防霉处理试验, 并对

处理碎料制成的板材的物理力学性能进行了测定。

1 材料和方法

1.1 试验材料

竹材碎料 取自沙县竹凉席厂生产剩余物, 经再碎得到长 20~30 mm, 宽 2~6 mm, 厚 0.4~0.6 mm 的碎料。

浸渍胶膜用牛皮纸 定量 120 g/m², 含水率 7%~9%, 吸水高度 5 mm/10min。

马尾松单板 取自建阳胶合板厂, 厚 0.8~1.25 mm, 含水率 8%~15%。

酚醛树脂胶 实验室自制, 固体含量 50%, 粘度 (20℃) 190 mPa·s, pH 值 11。

防霉剂 选用 H₂O₂、MgSO₄+NaCl、Ca(OH)₂、NaOH 等化学纯试剂及自制 NPFB 防霉剂(属复合型氧化剂, 其主要成分为 NaOH、H₂O₂、NaF、硼砂等无机混合试剂), 均配制成 4% 溶液备用。

1.2 仪器设备

收稿日期: 2001-06-25

作者简介: 刘景宏(1972-), 男, 福建农林大学讲师, 硕士。

QD 试验热压机(上海人造板机器厂)、ME-50 电脑力学试验机(济南材料试验机厂)、BS-1228 环式拌胶机(福建林机厂)及 32A 调温调湿箱、101-3 电热鼓风干燥箱。

1.3 性能检测

物理力学性能 根据刨花板国家标准 GB/T 4872-92 采样检测,其结果与建筑工业竹胶合板模板行业标准 JG/T 3026-1995 比较。

防霉性能 截取试件尺寸 100 mm×100 mm,置于温度 30 ℃、相对湿度 95% 的调温调湿箱内,观测记录致霉面积达 50% 以上时的天数。

1.4 试验方法

试板热压工艺条件 $P_{\text{#}}=3.0\text{ MPa}$, $T=150\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t=1\text{ min/mm}$;施胶量 8%^[3]。

试验过程

试验一 观察未经防霉处理的竹碎料板的密度与防霉性能的关系。设定 4 种密度 0.80、0.90、1.00、1.10 g/cm³ 压制竹碎料素板,每种密度制板 3 块,采用一元线性回归分析法探讨两者相关性。

试验二 防霉剂筛选试验。考虑到自制 NPFB 防霉剂水溶液的最高溶解度约 4%,因此将 5 种防霉剂均配制成浓度为 4% 的溶液,以便对比。防霉处理采用常温下将竹碎料分别浸泡于 5 种防霉剂溶液中 24 h 的方法,再干燥至碎料板制造工艺要求的含水率 2%~6%^[4] 范围内。此外,分别压制两块密度为 1.0 g/cm³ 的素板(未经覆面)作对比,为迅速反映其抵抗霉菌感染的能力,试样表面先用黑曲霉(*Aspergillus niger*)、木霉(*Trichoderma lignorum*)、桔青霉(*Penicillium citrinum*)、球毛壳霉(*Chaetomium globosum*)等试菌孢子悬浮液喷洒,然后放入调温调湿箱内,同时放入未经防霉处理的竹碎料板对照试样,观察其防霉天数,由此筛选出最佳效果的防霉剂。防霉剂的最佳防霉处理工艺(包括防霉剂浓度、碎料浸泡处理时间、浸泡温度等)有待作进一步研究。

试验三 力学性能稳定性试验。由于竹碎料板主要用作清水混凝土模板,为了提高板材的物理力学性能与使用次数,在竹碎料板上再覆盖单板与浸渍纸,其组坯方式如图 1。单板双面涂胶量 300 g/m²;浸渍纸的浸胶量 80%~100%,残留挥发分 8%~12%^[5];制板工艺采用一次成型工艺,热压参数和竹碎料施胶量与前相同。

2 结果与分析

2.1 板密度对防霉性能的影响

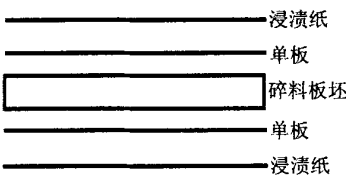


图 1 模板组坯方式

Fig. 1 Lay-up pattern of mat

试验一的结果见表 1。当板材表面上出现霉变时菌丝已侵袭到了板材芯层,从板材内部汲取大量营养生长。提高板材密度可减少板内部间隙,阻碍了菌丝深入,使其防霉能力得到相应提高。进一步用线性回归分析竹碎料板防霉天数与密度的关系,结果见表 2。竹碎料板的防霉性能与密度(在 0.80~1.20 g/cm³ 范围)呈 $\alpha=0.01$ 水平下的显著线性正相关关系,其回归方程为:

$y=87.79x-49.78$

表 1 竹碎料素板密度与防霉天数的关系

Tab. 1 Relation between antimould property and density of the board

编号	1	2	3	4	5	6
密度 x	0.81	0.83	0.84	0.90	0.92	0.92
防霉天数 y	21	21	22	33	31	34
编号	7	8	9	10	11	12
密度 x	1.01	1.02	1.02	1.13	1.15	1.17
防霉天数 y	39	41	41	48	53	51

表 2 回归方程显著性方差检验

Tab. 2 Variance analysis of regression equation

来源	平方和	自由度	均方和	F	显著性
回归	1357.23	1	1357.23	315.48	$\alpha=0.01$
剩余	43.02	10	4.302		
总计	1400.25	11			

注: $F_{0.01}(1,10)=10.0$

尽管提高竹碎料板的密度可以增强其防霉性能,但仍不能保证在长期使用过程中不发生霉变。而且密度增大,原材料消耗也大,相应成本增高;另外从建筑行业实际操作使用考虑,模板不宜太重,故密度以控制在 1.00 g/cm³ 为宜。为进一步提高模板防霉性能,最有效的方法是对其进行防霉处理。

2.2 不同防霉剂的防霉效果

试验二中几种防霉剂的防霉效果见表 3。

竹材多呈酸性,pH 值 4.8~6.7^[2],正适合霉菌生长所需的酸性条件^[6]。竹材化学组分中富含葡萄糖、果糖、淀粉、蛋白质等营养物质,又给霉菌的生长提供了养料。据资料报道,目前竹制品防霉处理主要

表 3 竹碎料素板防霉处理结果
Tab. 3 Results of antimould treatment
of the bamboo particleboard

防霉剂类型	未处理	H ₂ O ₂	MgSO ₄ +NaCl	Ca(OH) ₂	NaOH	NPFB
防霉天数/天	4.3	17.8	12.5	11.6	29.3	28.2

注：表中数据为 6 个试件平均值

是采用毒杀方法,但这种方法在毒杀霉菌的同时也给产品使用者带来一定的毒副作用^[7]。本研究针对竹碎料原料比表面积大、易浸注、易萃取抽提的特点,一改以往的防霉思路,采用降解脱糖、提高原料 pH 值、改变霉菌生存环境的方法,以达到防霉的目的。实践证明,此方法效果显著。从表 3 结果可见,经防霉处理后板材防霉性能都有不同程度的提高,其中尤以 NaOH 和 NPFB 防霉剂效果最佳,但经 NaOH 处理后,原料发黑,纤维素组分受到破坏,压制的模板试样不但强度显著下降,并且表面不断出现凝结水而影响模板使用。而施用 NPFB 对原料进行降糖抽提处理,则不会对原料的纤维素维管束的微观强度支撑结构造成破坏,其原因是 NPFB 为无机化合物组剂,其各组分分别承担了降糖、抽提、碱化、杀菌等不同功能,针对不同对象标本兼治,充分发挥协效作用,从而达到防霉目的,同时不会破坏板材的力学强度。

NPFB 溶液 pH 值为 8.5,与酚醛胶兼容,能适应现有碎料板生产工艺,对设备无腐蚀。笔者将压制的 NPFB 防霉处理素板试样于自然状态下侧立于洗手池内壁,在潮湿环境下放置 7 个月,其间经历了南方的梅雨季节,样板未见霉变。

表 5 成本分析

Tab. 5 Production cost analysis

项目	成本	备注	项目	成本	备注
1. 竹碎料	120 元/m ³	80 元/t,消耗量 1.5 t/m ³	6. 工资	64.03 元/m ³	
2. 辅助材料	515.2 元/m ³	PF 胶、单板、浸渍胶膜纸	其中:生产人员	350 元/人	60 人
其中:PF 胶	3500 元/t		管理人员	400 元/人	6 人
防霉剂	67.2 元/m ³		7. 社会保险	16.01 元/m ³	工资总额的 25%
3. 能耗	125.1 元/m ³	电耗、煤耗	8. 利息	91.78 元/m ³	贷款年利率为 8.344%,流动资金贷款为固定投资贷款额的 10%
其中:电耗	0.514 元/度	150 度/m ³	9. 税收	200 元/m ³	销售价的 10%
煤耗	240 元/t	0.2 t/m ³	合计	1277.32 元/m ³	
4. 制造费用	78 元/m ³				
其中:设备	360 万元	15 年折旧			
厂房	140 万元	20 年折旧			
5. 车间经费、修理费	8 万元/年				

由表 5 分析可知,防霉增强型竹碎料混凝土模板税后成本约为 1 277.32 元/m³,而同规格覆膜竹胶合板市场价格约为 3 600~5 500 元/m³。两种产品外观基本相同,物理力学性能相近,因此,防霉增强型竹碎料模板具有很强的价格优势和市场竞争力。

2.3 板材的物理力学性能

根据试验三的制板工艺,分别压制经 NPFB 防霉剂处理和未作处理的覆膜增强型竹碎料模板各 3 块,板材物理力学性能检测结果见表 4。结果表明,NPFB 防霉处理对板材物理力学性能影响轻微,经防霉处理的覆膜增强型竹碎料模板各项主要力学性能指标均能达到覆膜竹胶合板建筑工业行业标准,完全可以取代竹胶合板作为室外建筑模板。

表 4 覆膜竹碎料板物理力学性能试验结果

Tab. 4 Test results of and physical mechanical
properties of overlaid and reinforced board

性能指标	JG/T 3026-1995 标准(一等品)	NPFB 处理板	未处理板
$\rho / (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	≥ 0.85	1.01	0.98
W/%	≤ 14	7.8	8.3
MOR/MPa //	≥ 80		
$\perp$	≥ 55	86.4	88.6
MOE/MPa //	$\geq 6.5 \times 10^3$		
$\perp$	$\geq 4.5 \times 10^3$	8.9×10^3	9.2×10^3
IB / MPa	≥ 0.70	0.98	1.04
WA / %	≤ 14	8.7	10.2

注：表中数据均为 3 块板 6 个试件平均值。

3 产品经济指标分析

以已投产的一条 5 000 m³/a 的覆膜增强型竹碎料模板生产线为例,产品规格 2 440 mm×1 220 mm×15 mm,成本分析见表 5(原材料价格参考南平周边地区市场价格)。

4 结论与建议

- 1)竹碎料板密度与防霉变性能呈显著线性正相关。
- 2)NPFB 防霉剂与酚醛胶相溶,价格便宜,对生产设备无腐蚀作用,适应现有生产工艺和设备。
- 3)经 NPFB 防霉剂处理的覆膜增强型竹碎料板

防腐性能好,物理力学性能与覆膜竹胶合板相近,达到 JG/T 3026-1995 标准,能适用于大型清水混凝土施工工程。

4)采用浸泡方式防腐处理竹碎料的,周期长、干燥耗能大。建议探索相应的适合高含水率碎料的胶粘剂配方和生产工艺,降低能耗,提高生产效率;同时还应探寻一种能够迅速检测防腐性能的方法。

参考文献:

[1] 张晓东,朱一辛,张齐生.增强型覆膜竹刨花板模板的研制开发

[J].林业科技开发,2001,15(3):31~33.

- [2] 张齐生.木材的工业化利用[M].北京:中国林业出版社,1995.
- [3] 黄军,肖妙和.覆塑竹碎料板生产工艺[J].林产工业,1998,25(4):26~28.
- [4] 陆仁书.刨花板制造学[M].北京:中国林业出版社,1992.
- [5] 韩健.竹胶合板表层浸渍纸工艺特性的研究[J].林产工业,1996,23(4):14~16.
- [6] 冉隆贤,吴光金,林雪坚.木材霉菌生理特性及防腐研究[J].中南林学院学报,1997,17(2):14~19.
- [7] 冉隆贤.木材防腐研究进展[J].经济林研究,1996,14(4):56~58.

(上接第 11 页)

六亚甲基四胺,加热到 120℃,可生成具有较好拉丝性的树脂化溶液,拉丝后并以一定速率加热使其硬化,最高的硬化温度为 250℃。这些纤维可进一步碳化,制备碳纤维。在电加热炉中以 5.5℃/min 速率加热直至最高为 900℃,完成碳化,可获得满意的碳纤维。按日本工业标准 JIS-R7601 测定其抗拉强度为 1 GPa,与通用的沥青碳纤维相当。用同样的方法,也可由未经改性的木材制备出抗拉强度达 1.2 GPa 的碳纤维。

4 结束语

综上所述,由液化木材制备高分子材料,不但可以提高森林资源的利用率,缓解资源匮乏的难题,而且可以使废旧木材和木制品得以转废为宝,保护环境。目前,木材液化的研究还主要集中于木材液化产物的初步应用,今后应大力加强以下几个方面的研究:

1)进一步研究木材液化中各组分的反应机理,这不仅有利于木材液化技术的深入发展,而且可为一些纤维素制品如纸张等的回收利用,以及造纸工业中的废液处理等开辟新的应用前景;

2)在掌握木材液化机理的基础上,结合超临界状态下的反应体系等新技术,开发新的催化剂与反应体系,进一步发展新的液化方法,实现液化过程的“绿色化”;

3)进一步研究液化产物在高新技术领域的应用,以提高产品的附加值,为液化技术走向产业化奠定基础。

参考文献:

- [1] 叶克林.面向 21 世纪的林业[M].北京:中国林业出版社,1998,521.
- [2] Yokoyama S, Ogi T, Koguchi K, et al. Liquid Feuls Technol., 1994, 2:115.
- [3] Shiraishi N, Goda K. Mokuzai Kogyo, 1984, 390:329.
- [4] Shiraishi N, Kishi H. J. of Applied Polymer Science, 1986, 32: 3189.
- [5] Lin L, Yoshioka M, Yao Y, et al. J. Appl. Polymer Sci., 1995, 58: 1297.
- [6] Shiraishi N, Itoh H, Lonikar S V. J. Wood Chem. Technol., 1987, 7:405.
- [7] Pu S, Shiraishi N. J. Japan Wood Res. Soc., 1993, 39(4): 446,453.
- [8] Maldas D, Shiraishi N. J. Reinf. Plast. Comp., 1997, 16:870.
- [9] Maldas D, Shiraishi N. Intern. J. Polymeric Mater., 1996, 33: 61.
- [10] Yao Y, Yoshioka M, Shiraishi N. Mokuzai Gakkaishi, 1993, 39: 930.
- [11] Pu S, Shiraishi N. Mokuzai Gakkaishi, 1994, 40: 824.
- [12] Lin L, Yao Y, Yoshioka M, et al. Holzforschung, 1997, 51: 316.
- [13] Yamada T, Ono H, Ohara S, et al. Mokuzai Gakkaishi, 1996, 42(11):1098.
- [14] Yamada S, Ito K, Hamaguchi E, et al. Mokuzai Gakkaishi, 1997, 43(1): 68.
- [15] Shiraishi N, Itoh H, Lonikar S V. Journal of Wood Chemistry and Technology, 1987, 7: 405.
- [16] Alma MH, Yoshioka M, Yao Y, et al. Mokuzai Gakkaishi, 1995, 41(8): 741.
- [17] Alma MH, Yoshioka M, Yao Y, et al. Wood Science & Technol., 1995, 30:39.
- [18] Shiraishi N. In Inagaki H. and Philips G. O. (Ed.) "Cellulosic Utilization: Research and Forward in Cellulosics", Elsevier Applied Science, 1989, 97.
- [19] Kurimoto K, Shirakawa K, Yoshioka M, et al. In the Abstract Papers Presented at 42th Annual Meeting Japan Wood Research Society, Nagoya: 1992, 298.
- [20] Tsujimoto N. In Preprints for 14th Symposium on Chemical Processing of Wood, Kyoto:1984, 17.