

竹材中密度纤维板(MDF)防霉研究

郭文莉

施振华

(中国林科院木材工业研究所)

(中国林科院热带林业研究所)

摘要 用厘竹、青皮竹、篙竹制成的MDF为试材,以国产TMO、DD及比利时的MECT三种防霉剂对其进行处理后,从板的物理力学性能及抗霉效力等方面进行比较表明,对木材有效的防霉剂并非对竹材MDF也有效。MECT与TMO比较,前者抗霉效力略高于后者,但前者使板的强度下降幅度较大,而价格约为后者的5倍。如果用法得当,TMO对竹材MDF的抗霉效力仍可达到100%。工艺试验结果表明,合适的制板工艺将使板的抗霉效果得到充分发挥,而且可以保证板的物理力学指标处于高水平前提下,确定其最低的原料及防霉剂消耗水平。

关键词 竹材中密度纤维板;防霉处理;低毒防霉剂

前言

我国对于竹材及其制品的防霉处理有相当丰富的经验,常用的防霉剂是五氯酚类或含酚的复合制剂^[1-9],而对于竹材中密度纤维板的防霉处理尚未见报导。

本研究选择低毒药物作为防霉剂。由于木质纤维板材料霉变的机理与腐朽过程的机理不同,因此有些对于木材防腐有效的药剂对防霉却无明显效果^[8]。

美国胶合板协会标准规定,用五氯酚作结构胶合板的防霉剂只限于与人距离建筑构件较远或偶然有接触的场所,同时还必须有二层覆盖层加以保护^[9,10]。由此可见,含酚复合剂虽效果明显,但由于它的毒性,并不适合于广泛地使用。德国有人研究认为五氯酚类化学药剂对人的健康有一定危害^[11]。

本研究采用的药剂系由中国林业科学院热带林业研究所林药厂生产的TMO及DD两种型号的防霉剂,并与比利时进口的MECT

防霉剂作比较试验。

试验方法

一、原料种类

广东怀集县所产的厘竹(*Arundinaria hindsii*)、青皮竹(*Bambusa textilis*)、篙竹(*Bambusa pervariabilis*)。

二、原料性质

1.竹材密度:用水银测容计测定。

2.化学性质:按造纸工业原料化学分析及食品物理与化学分析方法测定^[12,13]。

三、MDF物理力学性能测定

按预定的工艺条件压制MDF^[4]以后,在室温下放置48小时,砂光后按照国内有关标准的检验方法进行物理力学性能各项指标测定。

每块板取试件数为:密度及含水率1,静曲强度2,内结合强度3,吸水厚度膨胀率、吸水率及线性膨胀率1。

试验结果均以三块板中所取试样检测结果的算术平均数或用密度/强度回归方法所得数据加以表示。

四、防霉剂

TMO防霉剂,粉剂;DD防霉剂,粉剂;MECT防霉剂,油乳液。

收稿日期:1991.12.25.

*本研究主要由广东省怀集县微粒板厂资助,特此致谢。参加抗霉效力测定的还有中国林科院热林所李元同志。

五、试验室试验

1. 培养皿法 在直径10cm的灭菌培养皿内倒入约25ml灭菌培养基, 其上置灭菌玻棒, 将试块置于玻棒上, 试块与培养基上同时喷混合霉菌的孢子悬浮液, 每皿一块, 盖上皿盖, 置于室温25℃以上, 培养21天观察试块感染霉菌情况。

2. 培养箱法 用一密闭的试验箱, 盛少量清水, 使箱内空气相对湿度在94%以上, 温度在25℃以上, 将霉菌孢子悬浮液喷在试块上, 然后将试块放在试验箱内的架子上, 在14天和21天后观察霉变情况。

3. 试验用菌种 为常用的木材防霉试验菌种之混合菌: ①黑曲霉 (*Aspergillus niger*); ②木素木霉 (*Trichoderma lignorum*); ③桔青霉 (*Penicillium citrinum*)。

霉菌的孢子悬浮液浓度在高倍镜 (10×45) 下为10~15个/视野。

六、MDF霉变实地观察试验

该试验在广东省怀集县进行。MDF在5~10月份气温为25~36℃, 空气相对湿度为90~98%条件下放置五个月。

试验结果与讨论

一、原料密度

厘竹、青皮竹、篙竹的密度分别为0.854、0.839、0.512g/cm³ (均不包括髓心)。

制板原料: 以厘竹、青皮竹、篙竹按3:2:1的比例混合。混合竹材密度为0.794g/cm³。

原料密度与人造板材密度关系极为密切^[15, 16]。一般情况下, 合理的制板密度应该按照原料的密度及其压缩比加以设定^[16]。做中密度纤维板时, 板的密度可以略低于原料密度, 即略低于0.79g/cm³。

二、原料的化学成分

一般认为, 竹材内含物中的糖类、淀粉、

表1 三种竹材的化学成分 (%)

项 目	水 分	冷 水 抽 出 物	热 水 抽 出 物	1%NaOH 抽 出 物	苯 醇 抽 出 物	木 素	综纤维素	戊 糖	α纤维素	还原糖	淀 粉	蛋白质
青皮竹	5.76	5.06	5.68	24.99	2.30	24.90	71.27	18.92	50.50	0	1.32	0.079
厘 竹	5.29	4.49	6.17	23.89	3.10	25.12	70.86	19.12	49.02	0	1.32	0.038
篙 竹	6.27	3.48	4.92	26.43	1.17	26.02	69.73	19.83	47.30	0	0.11	0.062

含氮化合物均为有利于霉菌繁殖的营养物质, 除单糖类可被霉菌直接利用外, 半纤维素也易被水解而吸收, 尤其木霉和某些青霉、曲霉可产生纤维素酶而利用纤维素^[2]。

有鉴于此, 本试验首先观察上述物质对霉变的敏感性, 试验结果见表2。

表2 竹材冷水抽出液的霉变情况

材 料	厘竹: 青皮竹: 篙竹					
	1:0:0	0:1:0	0:0:1	3:2:1	1:1:1	1:1:2
放置天数	7	7	2个月	7	7	7
发霉程度	***	****	0	****	*	.

*: 代表发霉程度。

这一结果表明, 三种竹子发霉程度由大到小的顺序为: 青皮竹、厘竹、篙竹, 恰好与淀粉+蛋白质含量的顺序相一致。前人的研究也表明了这一点^[8, 4], 以此原则判断竹材和竹制品霉变敏感性有一定的可信性。

然而, 木质纤维材料的霉变与很多因素有关。除了所含“营养”物质多少之外, 木质纤维材料的化学成分、解剖特征、菌种等均有密切关系, 不同霉菌对上述各因素的反应不同^[2, 4, 7, 10]。据研究, 各种霉菌对木材化学成分敏感程度由大到小的顺序为: 木糖, 葡萄糖, 淀粉, 综纤维素、木素及果胶质。略溶于水的碳水化合物很容易霉变^[10]。由于热磨、干燥、热压过程中木材高聚物降

解而可能成为易于霉变的物质,使表2中0:0:1与1:1:1这两种竹种配比的板子在正规的防霉检验中都易于发霉(见表7)。所以,各种竹材制成中密度纤维板以后,原来竹材的化学成分对霉变的敏感性似乎不产生什么明显的影响。

三、密度与板质量的关系

表3 板材密度与板质量的关系

原料比例		3:2:1		
板密度	按目标调整	0.72	0.76	0.83
(g/cm³)	实际	0.69	0.76	0.79
MOR	按目标调整	29.3	31.8	36.1
(N/mm²)	实际	30.7	31.3	33.5
IB	按目标调整	0.72	0.87	—
(N/mm²)	实际	0.51	0.84	—
吸、水、率(%)		19.7	18.3	17.4
吸水厚度膨胀率(%)		8.4	7.5	7.9
线性膨胀率(%)		0.25	0.25	0.15

表3结果表明,板中如不加防霉剂,则密度在0.72g/cm³以上已足够达到高质量要求。

四、防霉剂处理对板材质量的影响

用TMO、DD及MECT防霉剂进行防霉处理之后,考察对板质量的影响。防霉剂的

用量分10个剂量等级,即1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,未加防霉剂为0级。经防霉剂处理后对板质量的关系其结果列于表4、5、6。

表5 DD防霉剂用量与板质量的关系

目标密度	0.76g/cm³			0.72g/cm³		
防霉剂用量等级	0	D(2)	D(3)	0	D(2)	D(3)
MOR (N/mm²)	31.8	33.9	30.5	29.3	28.7	30.0
IB (N/mm²)	0.87	0.70	0.53	0.72	0.59	0.45
吸水率(%)	18.3	18.5	20.1	19.7	—	19.5
吸水厚度膨胀率(%)	7.5	8.6	8.4	8.4	—	11.3
线性膨胀率(%)	0.25	0.25	0.23	0.25	—	0.20

表4、表5的结果表明,经TMO 1~4及7~8级分别处理密度为0.76g/cm³的板时,板的MOR有所提高,提高幅度在0~24%范围。但IB值有所下降,下降最大幅度在24%左右。尺寸稳定性的变化并不十分明显。而对密度在0.72g/cm³的板,不但MOR下降,而且IB值下降幅度更大些,大多数指标达不到本试验目标质量要求,因此在用TMO防霉剂时板密度应由0.72g/cm³提高到0.76g/cm³,即可获得具有相当

表4 TMO防霉剂用量与板质量的关系

目标密度 (0.76g/cm³)									
防霉剂用量等级	0	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)	T(5)	T(8)	T(9)	T(10)
MOR (N/mm²)	31.8	32.5	39.7	37.7	34.6	31.6	34.5	32.2	34.6
IB (N/mm²)	0.87	—	0.68	—	0.66	—	0.73	—	0.57
吸水率(%)	18.3	18.7	20.8	18.9	16.3	26.9	20.1	18.1	17.5
吸水厚度膨胀率(%)	7.5	10.2	9.9	9.1	8.7	12.1	8.2	8.6	8.7
线性膨胀率(%)	0.25	0.25	0.18	0.15	0.17	0.25	0.23	0.23	0.23
目标密度 (0.72g/cm³)									
防霉剂用量等级	0	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)	T(7)	T(8)	T(9)	T(10)
MOR (N/mm²)	29.3	26.8	36.7	28.1	30.8	24.4	31.1	24.0	31.3
IB (N/mm²)	0.72	—	0.58	—	0.54	—	0.50	—	0.54
吸水率(%)	19.7	20.3	18.5	18.9	16.3	26.9	20.1	18.1	17.5
吸水厚度膨胀率(%)	8.4	10.2	7.0	9.1	8.7	12.1	8.2	8.6	8.7
线性膨胀率(%)	0.25	0.25	0.18	0.15	0.17	0.25	0.23	0.23	0.23

高物理力学性能指标的MDF。

经DD处理的板子，IB下降幅度较大，而且MOR又未见提高，明显地比用TMO处理对MDF的影响更不利。

表6 MECT防霉剂用量与板质量的关系

目标密度	0.76g/cm³			0.72g/cm³		
防霉剂用量等级	0	M(2)	M(3)	0	M(2)	M(3)
MOR (N/mm²)	31.8	28.0	29.5	29.3	25.1	25.4
IB (N/mm²)	0.87	0.69	0.64	0.72	0.56	0.56
吸水率 (%)	18.3	10.6	11.5	19.7	10.6	11.5
吸水厚度膨胀率 (%)	7.5	18.9	21.6	8.4	18.9	21.6
线性膨胀率 (%)	0.25	0.18	0.25	0.25	0.18	0.22

表6的结果表明，用MECT处理的板，MOR与IB均下降，MOR下降约12%左右，IB下降约26%。而用TMO处理的板，MOR却是增加的，IB下降幅度与用MECT防霉剂的相近，所以，从对板质量的影响而言，用TMO优于MECT。

五、防霉效果

防霉试验分实验室和广东气候环境中两种方式进行。①实验室试验结果列于表7、表8及图1、图2（图见封三照片）。

表7 板的原料配比与抗霉效力

培养皿法 (21)				培养箱法 (21天)			
原料配比	防霉剂用量等级	霉级	抗霉效力 (%)	原料配比	防霉剂用量等级	霉级	抗霉效力 (%)
A	0	4	—	A	0	4	—
B	0	4	—	B	0	4	—
C	0	4	—	C	0	4	—
K	0	4	—	K	0	4	—
A	T(5)	3.7	7.5	A	T(6)	3	2.5
B	T(5)	3.7	7.5	B	T(6)	4	0
C	T(5)	4	0	C	T(6)	4	0

注：厘竹、青皮竹、篙竹（按绝干计）的重量比：
A代表3：2：1；B代表1：1：1；C代表1：1：2；
K代表0：0：1

抗霉效力评定：

抗霉效力 = 100 -

$$\left(\frac{\text{处理试样平均霉变等级}}{\text{对照试样平均霉变等级}} \times 100 \right)$$

其结果大于70者为有效，50~70者为基本有效。

试块霉变程度分五级：

0级 试块侧面有少量霉菌侵染，不连接；表面无霉或侵染面积 < 5 %。

1级 试块侧面面积大部分长霉；表面霉菌侵染面积 < 1 / 4 或有稀疏菌丝体。

2级 试块表面感染霉菌面积 1 / 4 ~ 1 / 2 。

3级 试块表面感染霉菌面积 1 / 2 ~ 3 / 4 。

4级 试块表面感染霉菌面积 > 3 / 4 。

从表7中看出，任何配比的板子，凡不加防霉剂处理的，均无抗霉力。不含淀粉的篙竹同样严重发霉。A、B、C三种配比的板子以小剂量的T(5)级处理后，A、B两种板子稍有抗霉效力，而C板中篙竹含量虽最大却显得毫无抗霉效力。可见，原料中营养物质对制成MDF后的霉变易发性不发生什么联系。

表8 A配比板中防霉剂加入量与抗霉效力

培养皿法 (21天)			培养箱法 (14天)		
防霉剂用量等级	霉级	抗霉效力 (%)	防霉剂用量等级	霉级	抗霉效力 (%)
0	4	—	0	4	—
T(1)	4	—	T(1)	4	—
T(2)	2.3	42.5	T(2)	4	0
T(3)	0	100	T(3)	0.7	82.5
T(4)	0.3	92.5	T(4)	0.3	92.5
T(5)	3.7	7.5	T(6)	3	25.0
T(7)	2.7	32.5	T(7)	2.3	42.5
T(8)	0	100	T(8)	0.3	92.5
T(9)	0	100	T(9)	1.3	67.5
T(10)	1.3	67.5	T(10)	0.7	82.5
D(2)	4	0	D(2)	4	0
D(3)	4	0	D(3)	3.3	17.5
D(5)	4	0	D(5)	4	0
D(7)	4	0	D(7)	4	0
M(2)	0	100	M(2)	0	100
M(3)	0	100	M(3)	0	100

从抗霉效力试验结果(表7、表8)看出TMO防霉剂抗霉效力是较理想的,用3, 4, 8, 9, 10级药量处理后,板的霉变达到0级与1级。从比利时进口的MECT防霉剂,用2, 3级药量不论培养皿法及培养箱法抗霉变力均为0级。略优于TMO,但板强度下降幅度略高于TMO处理板。然而, TMO的价格只有MECT的1/5(按绝干重计)。由于TMO防霉剂具有相当明显的经济优势,是应用于竹材MDF防霉处理中值得注意的国产防霉剂。从表8结果看, DD防霉剂效力差,而且经处理后板的质量下降幅度也很大,但DD防霉剂已被证明对锯材防霉十分有效。由此可见对木材有效的防霉剂对MDF则未必有效。

2.大气中防霉观察试验在怀集县进行,所有经防霉处理的及未经防霉处理的板子,从5月放到10月中均无任何霉变现象产生。这一结果表明,如竹材MDF的制板工艺合理,表面坚硬结构紧密,可具有一定程度的抗霉能力。

结 论

1.竹材MDF易于霉变的程度与竹材原料的化学组成无明显关系。

2.不同种防霉剂处理的竹材MDF,抗霉效力有明显区别。对于木材有显著防霉效果的药剂,对竹材MDF不一定有效,如DD药剂。

3.制板工艺及防霉剂用量、用法对竹材MDF的强度、抗霉效力有明显影响。

4.TMO防霉剂在板内加入3、4、8、9级剂量时,霉变只有0级与1级,抗霉效力90%以上。与进口防霉剂相比,其防霉效力与对板的物理力学性能影响各略有所长,价格又较进口防霉剂便宜很多。

5.由此在防霉方面得出结论为:

①如产品的使用环境较干燥,板的密度达到原料密度的0.9倍时,则不必用防霉剂处理。但其前提是板的各项质量指标必须处

于国内外通用的高水平之上。

②如产品使用环境比较恶劣,可用TMO防霉剂2, 7级剂量。如用于恶劣环境(如南方湿热地区)则用3, 4, 8, 9级剂量处理,板的密度为原料的0.96倍。其物理力学指标可达到标准要求。

(责任编辑 袁东岩)

参 考 文 献

- [1] 张厚培, 1984, 竹制品防霉抗虫研究, 木材保护学术讨论会论文。
- [2] 王书翰, 1985, 竹材的霉变及其防治方法, 竹类研究增刊。
- [3] 刘云, 1985, 竹制品防霉防虫, 竹类研究增刊。
- [4] 周慧明, 1986, 竹材防霉防蛀技术, 竹类研究, 5 (1)。
- [5] Liese, W., 1987, 竹子的特性和利用, 竹类研究, 6 (2)。
- [6] 汤宜庄等, 1990, 竹材防腐防霉处理研究, 木材工业, 4 (2)。
- [7] 刘秀英等, 1990, 竹材防霉剂筛选试验, 木材工业, 4 (4)。
- [8] Nicholas, D.D., 1973, Wood deterioration and its prevention by preservative treatments, Syracuse University Press, New York.
- [9] U.S. Product Standard PS1-83.
- [10] APA (USA) product guide, Preservative-treated plywood.
- [11] Krause, C., N. Englert, 1980, Health evaluation of PCP (pentachlorophenol) containing wood preservatives in rooms, Holz als Roh-und Werkstoff, 429-432.
- [12] 北京造纸研究所编, 1975, 造纸工业化学分析, 轻工业出版社。
- [13] 刘富岭等, 1987, 食品物理与化学分析方法, 轻工业出版社。
- [14] 郭文莉等, 1991, 竹材中密度纤维板及其防霉处理的研究, 中国材料院木材工业研究所, 委托试验研究报告。
- [15] 王培元, 1986, 关于刨花板质量的几个基本问题, 林业科学, 22, (1)。
- [16] 郭文莉等, 1986, 竹材制造刨花板工艺研究试验报告, 中国林科院木材工业研究所。

A study on anti-mold of bamboo MDF

Guo Wenli

(The Research Institute of Wood Industry, CAF)

Shi Zhenhua

(The Research Institute of Tropical Forestry, CAF)

Abstract A series of MDF prepared from three species of bamboo, *Arundinaria hindsii*, *Bambusa textilis*, *Bambusa pervariabilis* and mixture of them, respectively, treated with 3 kinds of low hazard fungicides against mold, domestic products TMO and DD, and imported product MECT. The result indicated that a fungicide effective in controlling mold for timber, would not be equal effective for MDF. Comparing with TMO for MDF, MECT was more expensive and would more decrease the strength of MDF than that of TMO. Preparation of MDF and treatment with fungicide in proper way and optimum conditions made not only satisfactory antimold efficiency, but also high level of physical-mechanical properties of MDF with low consumption of raw material and fungicide.

Keywords Bamboo MDF, Antimold treatment, Low hazard fungicides

(上接第36页)

Decay resistance of rubber wood treated with preservative TWP

Luo Tushou Shi Zhenhua

(The Research Institute of Tropical Forestry, CAF)

Abstract The decay resistance of the rubber wood treated with preservative TWP by full-cell process was tested after 2~9 months airseasoning. The results showed that the board with 4~6cm in thickness was fully penetrated by TWP with a loading of BAE (Boric Acid Equivalent) over 0.2% (w/w) in the outer part with a thickness of 15mm. The durability of the treated wood was raised to durable grade, but the decay resistance was relative poor in field. The effect of different penetration depth on decay resistance of treated board was also studied.

Keywords Rubber wood, Water-soluble preservative, Decay resistance, penetration depth

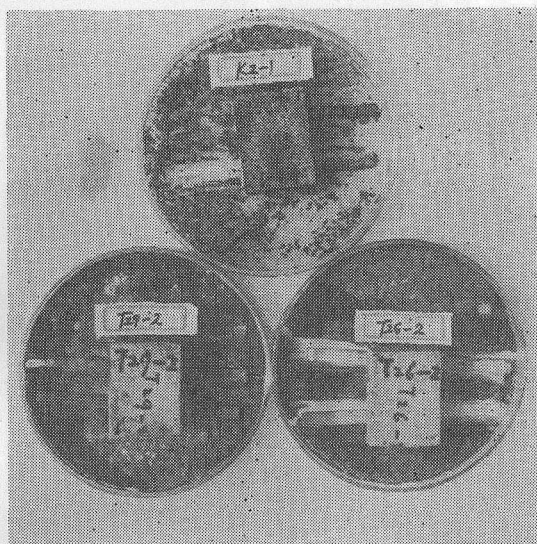


图1 培养皿法

K2-1—K (0 : 0 : 1) 未经防霉剂处理, T26-2—A (3 : 2 : 1) 用TMO防霉剂以T (4) 级处理,
T29-2—A (3 : 2 : 1) 用TMO防霉剂以T (10) 级处理

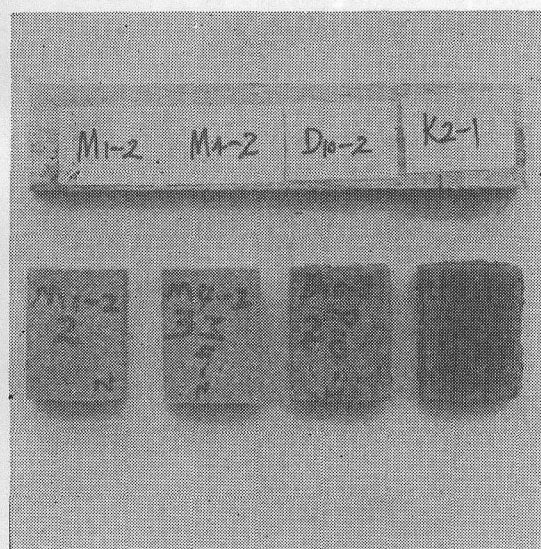
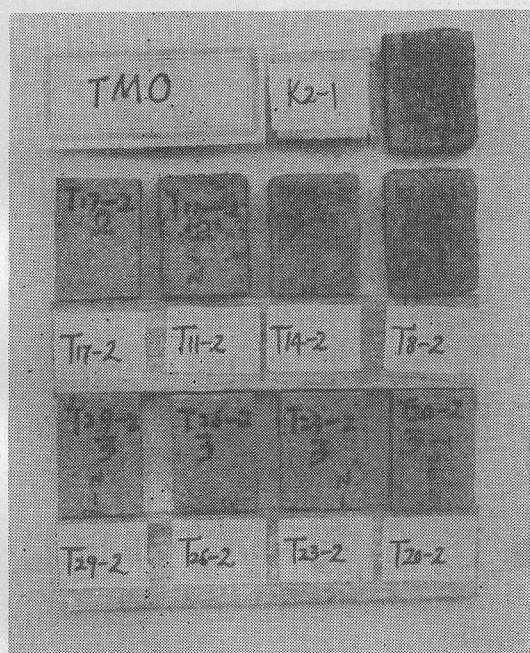


图2 培养箱法

K2-1—K (0 : 0 : 1) 未经防霉剂处理

D10-2—A (3 : 2 : 1) 用DD防霉剂以D(3) 级处理

M1-2—A (3 : 2 : 1) 用MECT防霉剂以M(2) 级处理

M4-2—A (3 : 2 : 1) 用MECT防霉剂以M(3) 级处理

T8-2—A (3 : 2 : 1) 用TMO防霉剂以T(1) 级处理

T14-2—A (3 : 2 : 1) 用TMO防霉剂以T(2) 级处理

T11-2—A (3 : 2 : 1) 用TMO防霉剂以T(7) 级处理

T17-2—A (3 : 2 : 1) 用TMO防霉剂以T(8) 级处理

T20-2—A (3 : 2 : 1) 用TMO防霉剂以T(3) 级处理

T23-2—A (3 : 2 : 1) 用TMO防霉剂以T(9) 级处理

T26-2—A (3 : 2 : 1) 用TMO防霉剂以T(4) 级处理

T29-2—A (3 : 2 : 1) 用TMO防霉剂以T(10) 级处理