

防白蚁胶合板的制备及性能研究

王启慧¹, 朱典想¹, 潘昌怀², 周国平¹, 徐长妍¹

(1. 南京林业大学, 南京 210037; 2. 常红木制品厂, 涟水 223400)

摘要: **目的** 实现包装人造板的防白蚁功能。 **方法** 采用联苯菊酯、溴氰菊酯和高效氯氰菊酯为防白蚁剂, 制备具有防白蚁功能的三聚氰胺甲醛树脂胶(MF)速生杨胶合板。研究防白蚁剂对 MF 胶黏剂的初粘度和胶合强度, 白蚁作用方式, 胶合板的防白蚁性能和力学性能等的影响。 **结果** 所用的防白蚁剂在 MF 中分散性良好, 无分层现象。防白蚁剂对胶合强度有不良影响, 溴氰菊酯和高效氯氰菊酯对弹性模量、静曲强度产生不良影响, 但其浓度对弹性模量、静曲强度无显著影响。 **结论** 当联苯菊酯占 MF 的质量分数为 1.25%, 或溴氰菊酯占 MF 的质量分数为 5%, 或高效溴氰菊酯占 MF 的质量分数为 2.2% 时, 胶合板的防白蚁性能最佳, 白蚁死亡率达到 100%, 而且其主要力学性能指标均达到国家标准要求。

关键词: 防白蚁胶合板; 三聚氰胺甲醛树脂; 防白蚁性能; 力学性能

中图分类号: TB484; TS653.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)09-0018-09

Preparation and Properties of Mothproof Plywood

WANG Qi-hui¹, ZHU Dian-xiang¹, PAN Chang-huai², ZHOU Guo-ping¹, XU Chang-yan¹

(1. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China;

2. Changhong Wood Products Factory, Lianshui 223400, China)

ABSTRACT: **Objective** To study the termite-resisting function of packing wood-based panel. **Methods** Mothproof plywood was manufactured using poplar veneer and melamine formaldehyde resin(MF) which were previously mixed with either bifenthrin, deltamethrin, or beta-cypermethrin. In this article, we tested the viscosity of melamine formaldehyde resin and the mechanical properties of mothproof plywood. This study evaluated the ability of termites to decompose pest control-treated or untreated plywood by termite mortality rate. **Results** The results suggested that the anti-termite agent was uniformly dispersed in the MF resin, and was not stratified. The bonding strength was declined. Deltamethrin and beta-cypermethrin had adverse effects on MOE and MOR, but its concentration had no significant effect on MOE and MOR. **Conclusion** When the ratio of bifenthrin and MF was 1.25%, or ratio of deltamethrin and MF was 5%, or ratio of efficient deltamethrin and MF was 2.2%, the plywood had the best anti-termite performance, the termite mortality rate reached 100%, and the main mechanical properties met the national standard.

KEY WORDS: mothproof plywood; melamine formaldehyde resin; anti-termite agent; mechanical properties

人造板作为实木的替代品,其需求量日益增大,在包装领域也被广泛应用^[1-2]。由于木质材料容易

受到白蚁的蛀蚀,因而人造板的抗蚁蛀性成为人造板发展和完善的方向之一。具有抗蚁蛀性能的人造板

收稿日期: 2013-12-23

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31370567);2011 年江苏省科技型企业技术创新资金(BC2011440)

作者简介: 王启慧(1990—),女,江苏泰州人,南京林业大学硕士生,主攻材料工程。

通讯作者: 徐长妍(1967—),女,湖北宜昌人,博士,南京林业大学副教授、硕士生导师,主要研究方向为材料学、物流运输包装系统设计。

的使用寿命长,能够节省包装费用,因此该类板材在包装行业上的推广应用具有一定意义。

目前国际上常用的结构人造板防腐防虫处理方法有3种:原料防腐防虫预处理;生产过程中防腐防虫处理一体化;成品防腐防虫处理^[3]。对于胶合板这种层状材料而言,成品防腐防虫处理的防虫剂渗透效果不如前2方法好,所以对于胶合板的防腐防虫处理一般使用前2种方法,即单板处理法和防虫剂与胶黏剂混合法(文中简称胶水混合法)^[4-5]。用防腐防虫剂处理单板会因防腐防虫剂中的有机成分而导致木材表面润湿性降低,而增加胶合难度,同时单板也易发生翘曲变形等缺陷^[6]。此外,经过防腐剂处理后的木材表层对胶黏剂可能出现不相容现象,从而影响木材的胶合^[7]。胶水混合法是将防腐防虫剂与胶黏剂混合制得具有防腐防虫性能的混合胶液,该法对木材表面的影响会相对减小。目前,大部分的结构人造板产品采用该工艺^[4-5,8-9]。

防治蚁类最多的药剂是拟除虫菊酯类药剂^[10]。这种仿生杀虫剂具有高效、光谱、低毒和低残留等优点,对鸟类和恒温动物毒性低,在自然环境中易分解,环境的相容性较好,是目前市面上白蚁防治药剂的主力军,也是品种最多的白蚁防治药剂。拟除虫菊酯类药剂的开发被称为杀虫剂农药的一个新突破,被认为是杀虫剂历史上的又一里程碑^[11]。这些药剂对白蚁有很好的趋避和毒杀作用,且用量少,毒性高,对环境和哺乳动物的毒性小^[12-16],是制备防虫胶合板的首选药剂。拟除虫菊酯类杀虫剂可分为光稳定性菊酯和光不稳定性菊酯^[17],文中选用的联苯菊酯、溴氰菊酯、高效氯氰菊酯均为光稳定性菊酯。

防白蚁剂的剂型对防虫胶合板性能也有一定影响。只有适宜的剂型才能够使得防虫剂与胶黏剂充分混合,并随胶液渗透至木材细胞内,起到缓释长效的作用,同时降低防虫剂原药的毒性。目前,在我国登记的白蚁预防药剂的剂型有乳油、悬浮剂、微乳剂、水乳剂、水分散粒剂、粉剂、可湿性粉剂、气雾剂、粘捕剂等^[16,18]。不同剂型药剂的药效可能会有所不同。如邹文娟^[19]发现乳油制剂比水乳剂和悬浮剂对白蚁有更出色的防治效果,但是水乳剂和悬浮剂对环境和人类比乳油剂型更安全。考虑到胶黏剂多为水溶性液体,所以粉剂、可湿性粉剂、悬浮剂等为较合适的剂型^[16]。悬浮剂是指将固体农药原药利用湿法进行超微粉碎成4 μm 以下的微粒均匀分散于水或油中,从

而制成的粘稠可流动的悬浮体。水溶性悬浮剂以水作为溶剂,与粉剂、可湿性粉剂相比,悬浮剂无粉尘飞扬的问题,且药效更优^[21-22]。

综上所述,该研究选用联苯菊酯悬浮剂、溴氰菊酯悬浮剂和高效氯氰菊酯悬浮剂作为防白蚁胶合板的防白蚁有效成分。首先采用胶水混合法将防白蚁药剂植入到三聚氰胺甲醛树脂胶速生杨胶合板中,然后以黄胸散白蚁为研究对象,研究防白蚁胶合板的防白蚁蛀性能和力学性能。

1 实验

1.1 材料与仪器

实验材料:三聚氰胺甲醛树脂胶粘剂(简称MF),宫良木业有限公司提供,固体质量分数为57.5%;防白蚁剂,联苯菊酯悬浮剂(质量分数为10%),购于安徽康宇生物科技工程有限公司,溴氰菊酯悬浮剂(质量分数为2.5%)、高效氯氰菊酯悬浮剂(质量分数为10%),购于南通功成精细化工有限公司,剂型均为悬浮剂;杨木单板,410 mm×410 mm×2 mm,宫良木业有限公司提供;散白蚁,采于南京中山陵附近松树林。

实验仪器:XLB-D350*350*2平板硫化机,DHG-9070A电热恒温鼓风干燥箱,FZ102微型植物粉碎机,CMT-4204万能力学试验机,LRHS-300-II恒温恒湿培养箱。

1.2 防白蚁胶合板的制备

1) 工艺流程。将杨木单板置于恒温鼓风干燥箱中,在65 $^{\circ}\text{C}$ 条件下干燥3 h,使其含水率为10%左右。而后进行涂胶、组坯等工序。

2) 工艺配方。实验通过改变防白蚁药剂的种类和浓度,来考察防白蚁药剂对MF胶黏剂的初粘度和胶合强度,白蚁作用方式,胶合板的防白蚁性能和力学性能等的影响,以选择最佳的防白蚁药剂种类及浓度。称一定量的三聚氰胺甲醛树脂胶粘剂,将3种防白蚁药剂按照不同比例(见表1)加入到三聚氰胺甲醛树脂中,均匀涂刷在事先干燥至含水率为7%~13%的杨木单板上,而后组坯热压成板。热压温度为140 $^{\circ}\text{C}$,压力为1.4 MPa,时间为20 min,涂胶量为220 g/m^2 (单面),预压10 min,压制9层胶合板,共16块。

表 1 试验安排
Tab.1 Trial test design

试验号	防白蚁药剂类型	质量分数/%
0-0	无	
1-1	联苯菊酯	0.5
1-2		0.75
1-3		1.0
1-4		1.25
1-5		1.5
2-1	溴氰菊酯	1
2-2		2
2-3		3
2-4		4
2-5		5
3-1	高效氯氰菊酯	0.6
3-2		1.0
3-3		1.4
3-4		1.8
3-5		2.2

1.3 防白蚁胶合板的性能测试

1.3.1 胶粘剂黏度测定

使用量杯法测定胶黏剂黏度。用手堵住粘度计流出孔,将试样倒满黏度杯。松开手指,使试样流出。记录手指移开流出孔至流出试样达到 50 mL 时的时间,以流出时间(s)作为试样黏度。测定环境温度为 10 ℃。

1.3.2 胶合强度、静曲强度和弹性模量测试

热压后的胶合板在常温下放置 24 h 后裁边、取样(取样示意图见图 1),参照 GB 17657—1999《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》中规定的方法检测其胶合强度、静曲强度、弹性模量。

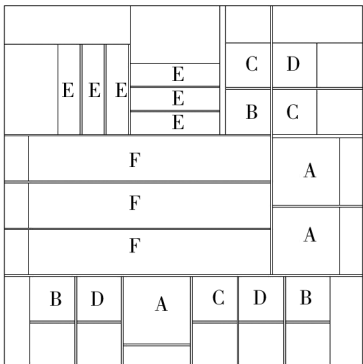


图 1 取样示意
Fig.1 Sampling schematic diagram

图 1 中,A 为浸渍剥离测试试件,试件规格为 75 mm×75 mm;B 为白蚁室内试件,试件规格为 50 mm×50 mm;C 为内结合强度试件,规格为 50 mm×50 mm;D 为 24 h 吸水厚度膨胀率试件,规格为 50 mm×50 mm;E 为胶合强度试件,规格为 100 mm×25 mm;F 为静曲强度、弹性模量试件,规格为 50 mm×270 mm。

1.3.3 防虫剂对白蚁的作用方式

参照农业行业标准 NYT 1154.8—2007《农药室内生物测定试验准则 杀虫剂》中规定的测试方法——滤纸药膜法,通过观察白蚁是否侵蚀药膜,以及白蚁在容器中所处的位置来初步判定药剂对白蚁的毒杀方式。

准备直径为 9 cm 的培养皿,取直径为 9 cm 的定性滤纸对折置于培养皿皿底,分别吸取用蒸馏水配制好的药液 1 mL 均匀地滴加在滤纸上,待溶剂挥发制成药膜,常温下放置 24 h 后备用。在滤纸药膜上滴 1 mL 的纯水,保持滤纸湿润,但不能粘着白蚁,待药膜吸收后,在每个垫有滤纸药膜的培养皿中放入 30 只健康成熟、个体大小一致的工蚁,观察白蚁的活动情况。将培养皿置于温度为(27±1) ℃、相对湿度为 60%~80%的暗室中培养。48 h 后观察药膜侵蚀情况,以及白蚁在容器中所处的位置。

1.3.4 防白蚁性能

将热压后的胶合板放置 24 h 后裁边取样,使用粉碎机将胶合板磨成木粉,以备用。将直径为 9 mm 的滤纸平铺于直径为 9 mm 的培养皿内,向滤纸上滴加少量蒸馏水以保持滤纸的湿润,在滤纸上均匀铺洒一层粉碎好的胶合板木粉,将从野外捕获来的白蚁先在实验室环境中适应 1 周,而后移至铺有胶合板木粉的培养皿中,每只培养皿中有 25 只白蚁。用保鲜膜封口,并在上面扎孔以透气。48 h 内观察、记录培养皿内散白蚁的死亡情况。试验在温度为 27 ℃,相对湿度为 73% 的恒温恒湿培养箱内进行。白蚁的死亡率即可表征胶合板的防白蚁效果。

2 实验结果的分析与讨论

2.1 防虫剂对胶合性能的影响

2.1.1 对胶黏剂的储存稳定性的影响

在三聚氰胺甲醛树脂中分别按比例加入联苯菊酯、溴氰菊酯、高效氯氰菊酯防白蚁剂,搅拌,观察其

溶解性及稳定性。结果表明,联苯菊酯、溴氰菊酯、高效氯氰菊酯在三聚氰胺甲醛树脂中的分散性良好,混合胶液放置 48 h 以上无分层现象。虽然加入防虫剂会带入一些水分,但由于联苯菊酯、溴氰菊酯和高效氯氰菊酯为弱酸性,导致部分 MF 树脂发生反应,使得加入防虫剂后粘度较未加入防虫剂时有所增加,但

胶液粘度随时间变化不明显。其结果与孙丰文^[22]在酚醛树脂胶黏剂中加入防虫剂 Derenleum SP20 相同。联苯菊酯添加量为 1.5%、溴氰菊酯添加量为 5%、高效氯氰菊酯添加量为 2.2% 时混合胶液的黏度变化见表 2。

表 2 防白蚁剂对胶黏剂黏度的影响

Tab.2 Impact of anti-termite agent on the viscosity of the adhesive								
防白蚁 剂种类	胶黏剂的 初始粘度	加入防白蚁剂后胶黏剂的粘度变化						
		0 h	0.5 h	1 h	2 h	4 h	24 h	48 h
联苯菊酯	48.35	53.15	52.65	50.11	48.06	49.04	50.37	50.20
溴氰菊酯	47.84	55.70	54.96	53.17	54.14	53.15	54.49	53.63
高效氯氰菊酯	47.68	48.75	46.69	46.32	43.99	43.28	43.28	43.62

2.1.2 防虫剂种类及其浓度对胶合强度的影响

胶合强度是反映胶合板的胶合性能,是评价胶合板性能的重要标准之一。由于样品 1-5 发生鼓泡,故剔除。测试剩余 15 块板的胶合强度,共 15 组,每组重复 6 次。对所得数据采用 *t* 检验法^[23]。*t* 检验法是用服从 *t* 分布的统计量检验正态总体均值的方法^[24]。由于无法检测同一试件添加及未添加防白蚁剂的胶

合强度、弹性模量、静曲强度的变化,只能通过比较分析添加防白蚁剂试件与未添加防白蚁剂对照试件胶合强度、弹性模量、静曲强度的差异。

2.1.2.1 *t* 检验法

分别对 15 组试样的胶合强度进行测量,并在水平 0.05 下对胶合强度测量值的差异显著性进行 *t* 检验,结果见表 3。

表 3 添加防虫剂前后胶合板的胶合强度比较

Tab.3 Bonding strength of plywood sample before and after addition of anti-termite agent							
实验 组别	胶合强度 平均值/MPa	变异系数 /%	相对差值 /%	与对照组 <i>t</i> 差异统计量	自由度 (df)	差异性显著的 检验值 (sig)	<i>t</i> _α (α=0.05)
1-1	1.2183	25.05	-26.16	-2.863	10	0.017	1.8125
1-2	1.5117	12.04	-8.38	-1.226	10	0.248	1.8125
1-3	1.0667	25.48	-35.35	-4.176	10	0.002	1.8125
1-4	0.7717	16.46	-53.23	-8.832	10	0.000	1.8125
2-1	1.1117	15.66	-32.62	-4.864	10	0.001	1.8125
2-2	1.0467	23.55	-36.56	-4.583	10	0.001	1.8125
2-3	0.8783	19.97	-46.77	-6.950	10	0.000	1.8125
2-4	0.8133	15.64	-50.71	-8.410	10	0.000	1.8125
2-5	0.9883	12.23	-40.10	-6.740	10	0.000	1.8125
3-1	1.1967	8.63	-27.47	-4.784	10	0.002	1.8125
3-2	1.1867	17.85	-28.08	-3.824	10	0.003	1.8125
3-3	1.3517	9.73	-18.08	-2.971	10	0.014	1.8125
3-4	1.2383	25.33	-24.95	-2.680	10	0.023	1.8125
3-5	1.2200	25.55	-26.06	-2.811	10	0.018	1.8125
0-0	1.6500	12.60					

注:变异系数=标准差÷平均值;相对差值=(胶合强度_{实验组}-胶合强度_{对照组})÷胶合强度_{对照组}。

通过表 3 数据得知,添加不同防白蚁剂的不同浓度制备的样品与未添加任何药剂的对照组的胶合强度在水平 α=0.05 下差异都很显著(除试样 1-2 外)。试样 1-2 的胶合强度与对照组胶合强度无显著差异,

胶合强度的变化不明显。各组胶合强度都有降低,降低幅度在 8.38%~53.23%。高浓度联苯菊酯对胶合强度影响显著,添加各浓度溴氰菊酯和高效氯氰菊酯制备试样的胶合强度与对照组差异都很显著。

2.1.2.2 直观分析

胶合强度直观分析见图 2(横坐标具体比例见表 1)。以联苯菊酯为活性成分制备的胶合板,其添加比例变化对胶合强度影响最大,以高效氯氰菊酯为活性成分制备的胶合板其添加比例对胶合强度影响最小。这与前面所得结论:“高浓度联苯菊酯对胶合强度影响显著,各浓度溴氰菊酯和高效氯氰菊酯对胶合强度影响均显著”相符。从图 2 中可以清晰地看出,虽然加入防白蚁剂后胶合强度下降了,但是仍然大于 0.7 MPa,符合国家标准。

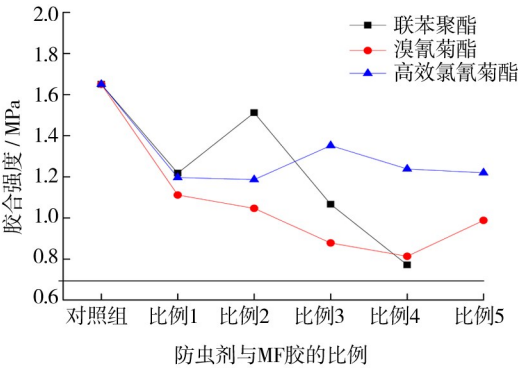


图 2 防白蚁添加比例对胶合强度的影响
Fig. 2 Impact of concentration of anti-termite agent on the bonding strength

表 4 弹性模量、静曲强度测试结果

Tab.4 MOE and MOR of mothproof plywood

	弹性模量/MPa						静曲强度/MPa					
	比例 1	比例 2	比例 3	比例 4	比例 5	标准差	比例 1	比例 2	比例 3	比例 4	比例 5	标准差
联苯菊酯	4231.05 (812.66)	5747.11 (431.03)	4942.41 (915.83)	5290.70 (743.34)	-	639.30	74.27 (17.36)	82.71 (20.42)	63.92 (12.04)	79.71 (14.82)	-	8.27
溴氰菊酯	4497.32 (216.77)	4281.88 (192.68)	2734.44 (572.86)	4100.52 (595.8)	3363.23 (938)	730.56	68.18 (1.9)	70.26 (6.89)	45.07 (6.07)	64.61 (10.45)	53.72 (12.74)	10.67
高效氯氰菊酯	3458.51 (1027.52)	4203.11 (437.96)	4969.45 (569.49)	4142.95 (1093.74)	4621.61 (65.97)	568.24	53.86 (9.67)	59.68 (3.22)	62.40 (9.19)	59.36 (10.07)	62.58 (2.49)	3.53

注:试验结果均为 3 个重复试验的平均值,括号内为标准差。

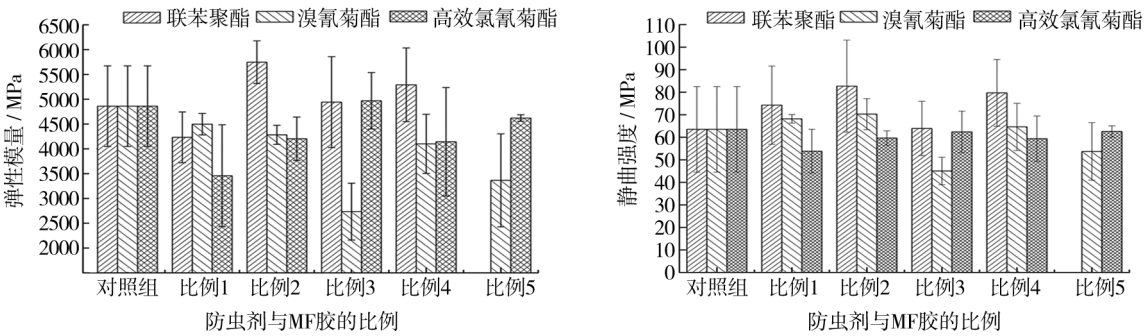


图 3 防白蚁剂添加比例对弹性模量、静曲强度的的影响
Fig. 3 Impact of termite concentration on MOE and MOR

将所用 3 种防白蚁剂加入 MF 胶中,混合胶液中含有一定的农药原药微粉。由于这些微粉的存在,使得相邻两单板平面不能紧密接触,此外加入防虫剂会带入一定的水分^[25]。由于残留的空气或吸附的水分会阻碍胶黏剂渗透而不利于粘结,从而影响胶接的强度和质量,胶合强度下降。另一方面,悬浮剂的分散性和展着性比较好,悬浮率高,很容易粘附在木材表面,有时会堵塞木材组织内的胞腔^[26],不利于胶黏剂的渗透,从而表现为胶合强度下降。

2.2 防白蚁剂对静曲强度、弹性模量的影响

2.2.1 直观分析

从表 4 中可以看出在 3 种防虫剂中,溴氰菊酯添加量对防白蚁胶合板弹性模量、静曲强度的影响最大,其次为联苯菊酯,高效氯氰菊酯最小。图 3 表明 3 种防虫剂浓度对弹性模量、静曲强度的影响无显著规律。添加溴氰菊酯的防虫胶合板的弹性模量较对照组有所下降,添加高效氯氰菊酯的防虫胶合板的弹性模量、静曲强度的均较对照组有所下降。

2.2.2 t 检验法

分别对 15 组试样的弹性模量、静曲强度的进行测量,并在水平 0.05 下对弹性模量、静曲强度的测量值的差异显著性进行 t 检验,结果见表 5—6。

表 5 添加防虫剂前后胶合板的弹性模量比较

Tab.5 MOE of plywood sample before and after addition of anti-termite agent

实验组	弹性模量 平均值/MPa	变异系数 /%	相对差值 /%	与对照组 t 差异统计量	自由度 (df)	差异性显著的 检验值 (sig)	t_{α} ($\alpha=0.05$)
1-1	4231.0533	12.10	-12.95	-1.135	4	0.320	2.1318
1-2	5747.1133	7.50	18.24	1.670	4	0.170	2.1318
1-3	4942.4083	18.53	1.69	0.116	4	0.913	2.1318
1-4	5290.6967	14.05	8.85	0.677	4	0.536	2.1318
2-1	4497.3233	4.82	-7.47	-0.748	4	0.496	2.1318
2-2	4281.8833	4.50	-11.90	-1.200	4	0.296	2.1318
2-3	2734.4367	20.95	-43.74	-3.704	4	0.021	2.1318
2-4	4100.517	14.53	-15.63	-1.306	4	0.261	2.1318
2-5	3363.2250	27.89	-30.80	-2.090	4	0.105	2.1318
3-1	3458.5067	29.71	-28.84	-1.854	4	0.137	2.1318
3-2	4203.1133	10.42	-13.52	-1.233	4	0.285	2.1318
3-3	4969.4467	11.46	2.24	0.190	4	0.858	2.1318
3-4	4142.9450	26.40	-14.76	-0.912	4	0.413	2.1318
3-5	4621.6083	14.28	-4.91	-0.395	4	0.713	2.1318
0-0	4860.3933	16.72					

表 6 添加防虫剂前后胶合板的静曲强度比较

Tab.6 MOR of plywood sample before and after addition of anti-termite agent

实验组	静曲强度 平均值/MPa	变异系数 /%	相对差值 /%	与对照组 t 差异统计量	自由度 (df)	差异性显著的 检验值 (sig)	t_{α} ($\alpha=0.05$)
1-1	74.2667	23.38	16.88	0.722	4	0.510	2.1318
1-2	82.7133	24.69	30.17	1.190	4	0.300	2.1318
1-3	63.9183	18.83	0.59	0.029	4	0.978	2.1318
1-4	79.7133	18.59	25.45	1.162	4	0.310	2.1318
2-1	68.1800	2.7835	7.30	0.421		0.714	2.1318
2-2	70.2567	9.80	10.57	0.576	4	0.596	2.1318
2-3	45.0733	13.46	-29.07	-1.604	4	0.184	2.1318
2-4	64.6100	16.17	1.68	0.085	4	0.936	2.1318
2-5	53.7150	23.71	-15.47	-0.744	4	0.498	2.1318
3-1	53.8567	17.95	-15.24	-0.787	4	0.475	2.1318
3-2	59.6767	5.40	-6.08	-0.348		0.760	2.1318
3-3	62.4033	14.72	-1.79	-0.094	4	0.930	2.1318
3-4	59.3617	16.96	-6.58	-0.337	4	0.753	2.1318
3-5	62.5767	3.98	-1.52	-0.087		0.938	2.1318
0-0	63.5433	29.90					

在水平 0.05 下,对弹性模量、静曲强度测量值的差异显著性进行 t 检验,见表 5—6。从表 5—6 中可以看出,防虫剂浓度对防虫胶合板弹性模量、静曲强度影响不显著,溴氰菊酯对弹性模量有负面影响,高效氯氰菊酯对弹性模量、静曲强度均有不良影响。这与直观分析结论相符。

2.3 防虫剂对白蚁的作用方式

根据药剂的杀虫作用,杀虫剂可分为触杀作用、

胃毒作用、内吸作用、熏蒸作用等 4 种^[27]。通过滤纸药膜法,可以初步确定防虫剂对白蚁的作用方式是触杀、胃毒、趋避或是拒食。如果白蚁直接接触滤纸药膜死亡,则表明该种防虫剂的作用方式是触杀;如果白蚁因侵蚀药膜而死亡,则表明该种防虫剂的作用方式是胃毒;如果白蚁抱作一团远离滤纸药膜,则表明该种防虫剂的作用方式为趋避;如果白蚁侵蚀药膜后未死亡,而后不再侵蚀药膜,则表明该种防虫剂的作用方式为拒食^[28]。3 种防虫剂对白蚁的作用方式见

图 4。可初步确定联苯菊酯和溴氰菊酯的作用方式以胃毒为主,高效氯氰菊酯的作用方式以触杀为主。

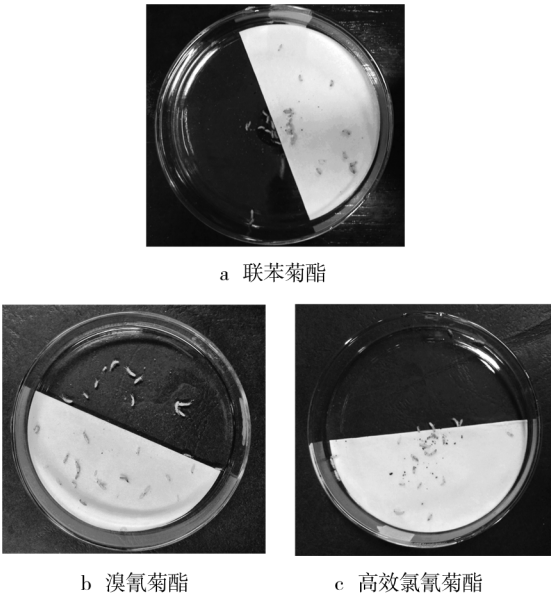


图 4 防虫剂作用方式
Fig. 4 Insecticide mode of action

2.4 防白蚁性能

观察发现,在实验初期,白蚁异常兴奋,活动频繁。拟除虫菊酯类杀虫剂主要作用于白蚁的神经突触和神经纤维^[29]。它主要对神经轴突(纤维)膜起物理作用,改变神经轴突(纤维)膜 Na^+ 的通透性,使 Na^+ 通道维持长期开放形式, Na^+ 可不断通过,一旦冲动产生便发生一连串的动作电位^[21]。即拟除虫菊酯作用于神经膜,改变神经膜的通透性,从而引起膜电位的异常,干扰神经传导而产生中毒,直至白蚁死亡。

48 h 后各组白蚁死亡情况见图 5。实验表明,随着防虫剂添加比例的增加,白蚁死亡率也随之增加。联苯菊酯、溴氰菊酯和高效氯氰菊酯生产的防白蚁胶合板对白蚁都有较好的毒杀作用。联苯菊酯的质量分数为 1.25% 时,或溴氰菊酯的质量分数为 5% 时,或高效氯氰菊酯的质量分数为 2.2% 时,白蚁死亡率均达 100%。添加防虫剂的胶合板试样的白蚁死亡率远远高于对照组。这表明使用联苯菊酯、溴氰菊酯和高效氯氰菊酯悬浮剂制备防白蚁胶合板具有可行性。

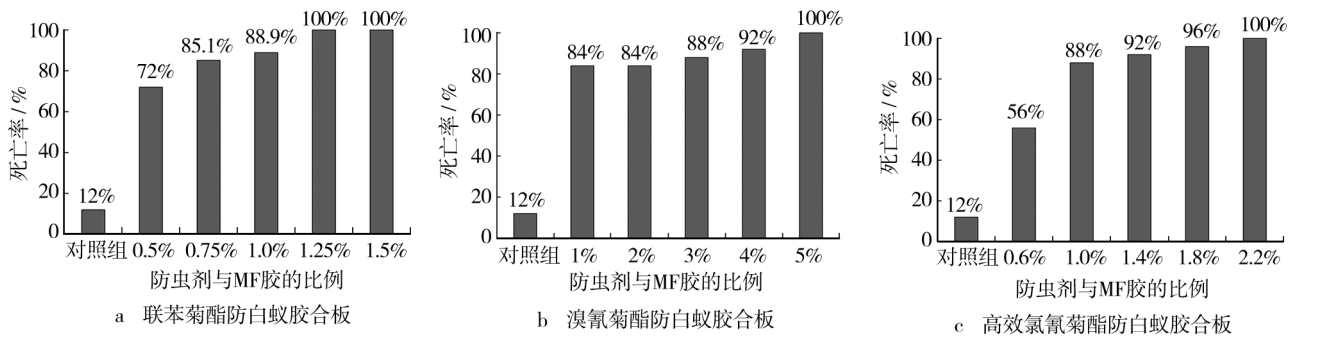


图 5 各药剂制备胶合板的防白蚁性能
Fig. 5 Anti-termite performance of plywood treated by various insecticides

3 结语

1) 试验所用 3 种防虫剂:联苯菊酯悬浮剂、溴氰菊酯悬浮剂、高效氯氰菊酯悬浮剂对白蚁均具有优异的毒杀作用,其毒杀方式主要为胃毒和触杀。

2) 使用联苯菊酯悬浮剂、溴氰菊酯悬浮剂或高效氯氰菊酯悬浮剂,采用胶水混合法制备防白蚁胶合板可行。各防虫剂的质量分数分别为 1.25%、5%、2.2% 时,白蚁死亡率为 100%。在实际生产实践中,

可根据实际情况适当增减防虫剂含量。

3) 在该实验条件下, t 检验表明 3 种防虫剂对胶合板胶合强度有不良影响,胶合强度降低幅度在 8.38% ~ 53.23%, 依然达到 GB/T 9847—2004 中 II 类胶合板的要求(杨木胶合板 ≥ 0.7 MPa)。

4) 添加溴氰菊酯和高效氯氰菊酯降低了胶合板的弹性模量、静曲强度。在该实验条件下, t 检验表明不同浓度的防白蚁剂制备的胶合板弹性模量、静曲强度与对照组比较在统计上无显著差异,即防白蚁剂浓度对胶合板的弹性模量、静曲强度无显著影响。

参考文献:

- [1] 国际代木包装发展趋势[J]. 中国包装工业, 2003(9): 7—8.
Developing Trends of Non-wood Packaging in the World [J]. China Packaging Industry, 2003(9): 7—8.
- [2] 卫佩行, 周定国. 人造板机电包装材料应用现状及前景[J]. 林业科技开发, 2012, 26(1): 13—16.
WEI Pei-xing, ZHOU Ding-guo. The Application and Prospects of Plywood Electromechanical Packaging Materials [J]. China Forestry Science and Technology, 2012, 26(1): 13—16.
- [3] 周冠武, 李春高, 虞华强, 等. 结构人造板防腐防虫技术的应用及发展[J]. 工业木材, 2012, 26(5): 32—35.
ZHOU Guan-wu, LI Chun-gao, YU Hua-qiang, et al. Current State and Development of Technologies for Protecting Structural Board Against Decay and Insect Attack [J]. China Wood Industry, 2012, 26(5): 32—35.
- [4] SMITH W R, WU Qing-lin. Durability Improvement for Structural Wood Composites through Chemical Treatments: Current State of the Art [J]. Forest Prod J, 2005, 55(2): 8—17.
- [5] SEAN T, GILLES B, FRANCINE C. Protection of Oriented Strand Board with Borate [J]. Forest Prod J, 1999, 49(6): 47—51.
- [6] 蒋明銓. 防腐胶合板制作工艺和性能研究[D]. 福建: 福建农林大学, 2013.
JIANG Ming-xian. Studies on Manufacture Techniques and Properties of Preserved Plywood [D]. Fujian: Fujian Agriculture and Forestry University, 2013.
- [7] 蒋明銓, 陈奶荣, 林巧佳. 木材防腐的研究进展[J]. 福建林业科技, 2013, 40(1): 207—213.
JIANG Ming-xian, CHEN Nai-rong, LIN Qiao-jia. Research Progress in Preservative-treated Wood [J]. Jour of Fujian Forestry Sci and Tech, 2013, 40(1): 207—213.
- [8] 刘元强, 朱典想, 沈金祥, 等. 防虫(蛀)胶合板的试制[J]. 木材加工机械, 2010(3): 35—36.
LIU Yuan-qiang, ZHU Dian-xiang, SHEN Jin-xiang, et al. Trial-manufacture of Mothproof Plywood [J]. Wood Processing Machinery, 2010(3): 35—36.
- [9] 刘元强, 朱典想, 沈金祥, 等. 防虫(蛀)胶合板防治台湾乳白蚁的试验研究[J]. 中国人造板, 2010(11): 16—19.
LIU Yuan-qiang, ZHU Dian-xiang, SHEN Jin-xiang, et al. Study on Mothproofing Effects of Decorative Plywood Against Coptotermes Formosanus [J]. China Wood-Based, 2010(11): 16—19.
- [10] 睦亚萍, 孙芳丽, 杨中平, 等. 木材防白蚁药剂研究概况及展望[J]. 浙江林学院学报, 2008, 25(2): 250—254.
MU Ya-ping, SUN Fang-li, YANG Zhong-ping, et al. Overview and Prospect of Termicides in Wood Protection [J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 2008, 25(2): 250—254.
- [11] 韩永奇. 拟除虫菊酯类农药市场前景看好[J]. 农药市场信息, 2008(19): 28.
HAN Yong-qi. The Market Prospects of Pyrethroid Pesticide [J]. Pesticide Market Information, 2008(19): 28.
- [12] 刘文军, 陈海洪, 张大羽, 等. 溴氰菊酯防治黄肢散白蚁的室内药效试验[J]. 白蚁科技, 1998(2): 10—13.
LIU Wen-jun, CHEN Hai-hong, ZHANG Da-yu, et al. Indoor Efficacy Trials of Deltamethrin Against Reticulitermes Flaviceps [J]. Science and Technology of Termites, 1998(2): 10—13.
- [13] 李小鹰, 高道蓉, 夏亚忠. 溴氰菊酯处理木材防治白蚁野外试验研究结果[J]. 白蚁科技, 1999, 16(1): 15—16.
LI Xiao-ying, GAO Dao-rong, XIA Ya-zhong. The Experimental Study of Field Test of Deltamethrin Treatment Wood Against Trimites [J]. Science and Technology of Termites, 1999, 16(1): 15—16.
- [14] 陈问达, 周留坤, 周晔. 5% 联苯菊酯杀白蚁悬浮剂[J]. 中华卫生杀虫药械, 2005, 11(5): 341—343.
CHEN Wen-da, ZHOU Liu-kun, ZHOU Ye. 5% Bifenthrin Termiticide Suspensions [J]. Chinese Journal of Hygienic Insecticides of Equipments, 2005, 11(5): 431—434.
- [15] 何基伍, 马延明. 7 种防制白蚁药剂的药效试验[J]. 中华卫生杀虫药械, 2006, 12(5): 399—401.
HE Ji-wu, MA Yan-ming. Efficacy of Seven Kinds of Termite Insecticide [J]. Chinese Journal of Hygienic Insecticides of Equipments, 2006, 12(5): 399—401.
- [16] 刘元强, 朱典想, 沈金祥, 等. 影响防虫(蛀)胶合板防虫性能的诸因素分析[J]. 木材加工机械, 2011(1): 43—46.
LIU Yuan-qiang, ZHU Dian-xiang, SHEN Jin-xiang, et al. Analysis on Influencing Factors of the Mothproof Plywood's Insecticidal Function [J]. Wood Processing Machinery, 2011(1): 43—46.
- [17] 戴自荣, 陈振耀. 白蚁防治教程[M]. 广州: 中山大学出版社, 2004.
DAI Zi-rong, CHEN Zhen-yao. Termite Control Tutorial [M]. Guangzhou: Zhongshan University Publisher, 2004.
- [18] 赵兴华, 金占宝. 白蚁防治剂的剂型及对预防效果的分析[C]//第27届全国卫生杀虫药械学术交流暨产品展示会资料汇编, 2010: 194—196.
ZHAO Xing-hua, JIN Zhan-bao. Analysis of Termite Insecticide Formulations and Prevention Effect [C]//27th National Health Insecticide Academic Exchange and Product

Exhibition Compilation, 2010: 194—196.

- [19] 邹文娟. 三种不同剂型联苯菊酯对栖北散白蚁和台湾乳白蚁的药效研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2009.
- ZOU Wen-juan. Toxic Effects of Three Different Formulations Bifenthrin Against the Workers of Reticulitermes Sp. Kollar and Coptotermes Formosanus Shiraki [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2009.
- [20] 仲苏林. 农药悬浮剂的开发现状和展望[J]. 世界农药, 2010, 32(3): 47—51.
- ZHONG Su-lin. Development Status and Prospects of Pesticide Suspension [J]. World Pesticides, 2010, 32(3): 47—51.
- [21] 华乃震. 农药悬浮剂的进展、前景和加工技术[J]. 现代农药, 2007, 6(1): 1—7.
- HUA Nai-zhen. Progress, Future and Process Technology of Pesticides SC Formulations [J]. Modern Agrochemicals, 2007, 6(1): 1—7.
- [22] 孙丰文, 张齐生, 王书翰. 集装箱底板用防虫剂的研究[J]. 林产工业, 2006(6): 33—37.
- SUN Feng-wen, ZHANG Qi-sheng, WANG Shu-han. A New Preservative for Container Flooring [J]. China Forest Products Industry, 2006(6): 33—37.
- [23] 叶慈南, 曹伟丽. 应用数理统计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004(6): 112—119.
- YE Ci-nan, CAO Wei-li. Mathematical Statistics [M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2004(6): 112—119.
- [24] 王朝晖, 吴玉章, 费本华, 等. ACQ 和 CuAz 防腐处理对木材力学性能的影响[J]. 木材工业, 2004, 18(3): 17—19.
- WANG Zhao-hui, WU Yu-zhang, FEI Ben-hua, et al. Mechanical Properties of ACQ and CuAz Treated Fir [J]. China Wood Industry, 2004, 18(3): 17—19.
- [25] 贾聪, 李凤, 徐兴武, 等. 芳香剂对脲醛树脂性能的影响[J]. 包装工程, 2012, 33(11): 54—56.
- JIA Chong, LI Feng, XU Xin-wu, et al. Influence of Aromatic Agent on Performance of Urea-formaldehyde Resin [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(11): 54—56.
- [26] 王炼, 程瑞香. 木材影响其胶合强度的诸因素分析[J]. 中国人造板, 2006(8): 10—13.
- WANG Lian, CHENG Rui-xiang. Effects of Wood Material Factors on Bonding Strength of Wood [J]. China Wood-Based, 2006(8): 10—13.
- [27] 戴自荣, 陈振耀. 白蚁防治教程[M]. 广州: 中山大学出版社, 2004: 104—105.
- DAI Zi-rong, CHEN Zhen-yao. Termite Control Tutorial [M]. Guangzhou: Zhongshan University Publisher, 2004: 104—105.
- [28] 安鑫. 丛生竹及其复合材料的白蚁防治技术研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2012.
- AN Xin. Study on Control Techniques of Termite for Symptomatic Bamboo and Composite Materials [D]. Beijing: Chinese Academy of Forestry, 2012.
- [29] 王鸣华. 拟除虫菊酯化学[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004: 201.
- WANG Ming-hua. Chemistry of Pyrethroids [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2004: 201.

(上接第9页)

- [11] GUO Zhan-yong, XING Rong-e, LIU Song, et al. Antifungal Properties of Schiff bases of Chitosan, N-substituted Chitosan and Quaternized Chitosan [J]. Carbohydrate Research, 2007, 342(10): 1329—1332.
- [12] da SILVA C M, da SILVA D L, MODOLO L V, et al. Schiff Bases: A Short Review of Their Antimicrobial Activities Review Article [J]. Journal of Advanced Research, 2011, 2(1): 1—8.
- [13] ANTONY R, MANICKAM T D, SARAVANAN K, et al. Synthesis, Spectroscopic and Catalytic Studies of Cu(II), Co(II) and Ni(II) Complexes Immobilized on Schiff Base Modified Chitosan [J]. Journal of Molecular Structure, 2013, 1050(24): 53—60.
- [14] 林飘飘, 倪芬芬, 孔天浩, 等. 一种新型席夫碱的合成及光谱性质[J]. 浙江教育学院学报, 2010(5): 96—100.
- LIN Piao-piao, NI Fen-fen, KONG Tian-hao, et al. Synthesis and Spectrum Properties of a Novel Schiff-base Derived from 4,5-diazafluorene-9-one [J]. Journal of Zhejiang Education Institute, 2010(5): 96—100.
- [15] 李小芳, 冯小强, 伏国庆, 等. 壳聚糖中胺基对其抑菌性能的影响及与 DNA 的作用[J]. 天然产物研究与开发, 2010(22): 373—377.
- LI Xiao-fang, FENG Xiao-qiang, FU Guo-qing, et al. Interaction of Chitosan with DNA and Effect of Amino Group on Antibacterial Activity [J]. Natural Products Research Development, 2010(22): 373—377.