

目次

CONTENTS

月刊 1994年创刊 Monthly, Since 1994
2025年 第32卷 第2期 总第368期
Vol.32 No.2 Feb. 2025 (Total No.368)

关注 FOCUS

【综合论述】

- 1 中国人造板标准国际化发展现状与思考 王正国 段新芳 王作民 袁磊 赵有科

科技 TECHNOLOGY

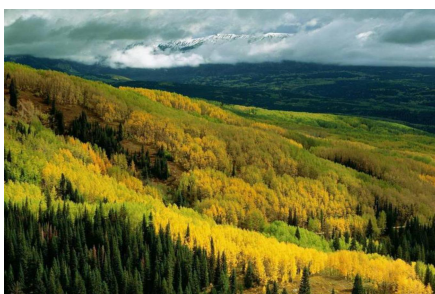
【技术探讨】

- 7 中/高密度纤维板的生产工艺与质量控制探析 覃丽萍 陈文渊 陈安心 陈文江 梁杰培 陆奕润
- 12 硼酸锌处理的平行木片胶合木的户外抗白蚁性能 施松林 Emmanuel Laval Kee Lung 李伟 李小鹰
- 19 热磨机根据纤维功耗控制磨片间隙的电气设计 王超
- 24 环境温湿度对无醛刨花板尺寸稳定性的影响 卢立 徐春燕 王晓明 胡国良 张守恒



P₀₁

中国人造板产量和消费量均居世界首位,但在国际标准制定方面话语权不足,制约了行业高质量发展和国际化进程。



P₀₇

针对中/高密度纤维板生产关键环节对工艺过程与技术参数的要求,提出了生产工艺控制和产品质量保障的要点,以期为高品质中/高密度纤维板的生产提供借鉴和参考。



ZHONGGUO RENZAOBAN

中国人造板
CHINA WOOD-BASED PANELS

主管单位 国家林业和草原局
主办单位 中国林业科学研究院木材工业研究所
承办单位 中国林业科学研究院木材工业研究所信息中心

主 编 唐召群
副 主 编 段新芳 张忠涛 郭西强 陈 怡
编辑部主任 张玉萍
特约编辑 丁炳寅
编 辑 舒文博 张玉萍 尹江苹
广 告 尹江苹
编辑出版 《中国人造板》编辑部
通讯地址 北京市海淀区香山中国林业科学研究院木材工业研究所(100091)

编辑部电话 010-62888476
广告电话 010-62888476 15101156749
广告邮箱 yjp@cwbp.cn
网 址 www.cwbp.cn
微信公众号 中国人造板
国内发行 北京市报刊发行局
全国各地邮局订阅(2—995)
国外发行 中国出版对外贸易总公司(DK11056)
定 价 15元/期
印 刷 和谐彩艺印刷科技(北京)有限公司
广告发布登记 京海市监广登字20170147号
国内统一连续出版物号:CN11—5459/S
国际标准连续出版物号:ISSN 1673—5064
出版日期 2025年2月5日

CONTENTS

目次

30 水性聚丙烯酸酯树脂在装饰原纸中的渗透性研究 王瑾 梁敏 龙玲 孙玉慧 刘如

36 全橡胶木生产高强度定向刨花板研究 葛立军 邵明亮 潘秋英

资讯 INFORMATION

【信息传真】

42 2024年获批发布木材工业国家标准和林业行业标准34项

【海外动态】

44 联合国粮农组织2023年度人造板市场报告



P₃₆ 基于橡胶木的优点和橡胶木枝丫材的利用现状,研发用橡胶木小径级材及其枝丫材生产高强度定向刨花板,可提高橡胶木的利用率 and 产品附加值。

P₄₄ 联合国粮农组织 (FAO) 和联合国欧洲经济委员会 (UNECE) 联合发布《2023—2024年度林产品市场报告》。2023年建筑行业持续低迷,经济前景不确定,在大多数终端用途行业内,人造板消费减少。

广告目次

铜彩广告

封面	亚联机械股份有限公司
封二	中国国际地面材料及铺装技术展览会
扉页	格雷康自动检测控制设备(上海)有限公司
目次旁页	东莞市沁翔智能科技有限公司
目次旁页	安徽立太自控设备有限公司
中央首插	辛北尔康普
广7	株洲新时代环保科技有限公司
广8	株洲新时代输送机械有限公司
广9	常州益林机械有限公司
广10	江苏保龙机电制造有限公司
广11	北京霖美科技有限公司
广12	浙江菱格木业有限公司
广13	常州科林环境科技有限公司
广14	中国林业科学研究院木材工业研究所标准化研究室
中央末插	第55届中国(广州)国际家具博览会
封三	千年舟新材科技集团股份有限公司
封底	苏州苏福马机械有限公司

胶彩广告

广18	青岛三山碳素有限公司 (P29)
-----	------------------

黑白广告

广19	安徽兄弟磨料磨具有限公司
广20	河南林诺机械工具有限公司
广21	《木材科学与技术》

本刊加入数字化期刊群的声明

为了适应我国信息化建设,扩大本刊及作者知识信息交流渠道,本刊被中国知网学术期文库、中文学术期文库数据库、中文科技期刊数据库、中国农业期刊高被引论文OA平台等收录,其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意文章被收录,请在来稿时向本刊声明,本刊将作适当处理。

《中国人造板》编辑部

CONTENTS

目次

英文目次

1 Developing Status and Thinking of Internationalization of China's Wood-Based Panel Standards

.....Wang Zhengguo, Duan Xinfang, Wang Zuoming, Yuan Lei, Zhao Youke

7 Discussion on Production Process and Quality Control of Medium/High Density Fiberboard

.....Qin Liping, Chen Wenyuan, Chen Anxin, Chen Wenjiang, Liang Jiepei, Lu Yirun

12 Exterior Termite Resistance Performance of Zinc Borate Treated Parallel Strand Lumber

.....Shi Songlin¹, Emmanuel Laval, Kee Lung, Li Wei², Li Xiaoying³

19 Electrical Design of Fibre Power Consumption Control for Grinding Gap of Refiner

.....Wang Chao

24 Effect of Environmental Temperature and Humidity on the Size Stability of Formaldehyde-free Particleboard

.....Lu Li, Xu Chunyan, Wang Xiaoming, Hu Guoliang, Zhang Shouheng

30 Study on the Permeability of Waterborne Polyacrylate Resin on Decorative Base Paper

.....Wang Jin, Liang Min, Long Ling, Sun Yuhui, Liu Ru

36 Research on Trial Production of High-strength Oriented Strand Board Using Rubber Tree

.....Ge Lijun, Shao Mingliang, Pan Qiuying

第三届编辑指导委员会

顾问: 石 峰 叶克林 钱小瑜 肖小兵

主任: 吕 斌

副主任: 于文吉 吴义强 杜官本 时君友
梅长彤

编委:

(按姓氏汉语拼音字母顺序排列)

卜立新	曹平祥	常 亮	陈明贵
陈水合	陈秀兰	陈 怡	陈 勇
陈志林	程 波	杜官本	段新芳
范东斌	方崇荣	付跃进	高 强
高 伟	高振忠	顾水祥	桂成胜
郭文静	郭西强	胡广斌	金菊婉
李文忠	林 海	刘硕真	陆铜华
罗文圣	吕 斌	马 岩	梅长彤
孟荣富	倪月忠	潘孝贞	彭力争
余学彬	沈万春	时君友	孙伟圣
唐召群	王高峰	王 瑾	王军锋
王志君	韦 剑	魏孝新	吴盛富
吴义强	吴智慧	向中华	谢延军
杨 帆	杨 虹	杨晓刚	杨 忠
姚红鹏	姚 遥	叶柏东	于文吉
于志明	余静渊	余养伦	袁全平
岳群飞	曾敏华	詹先旭	张恩玖
张方文	张和据	张 华	张林俊
张 挺	张 伟	张 岩	张忠涛
朱玲英			

协办单位 国家人造板与木竹制品质量检验检测中心
中国林产工业协会
全国人造板标准化技术委员会
中国林产工业协会地板专业委员会
中国林产工业协会装饰纸与饰面板专业委员会
中国林产工业协会纤维板专业委员会
中国林产工业协会刨花板专业委员会
国家木工机械质量检验检测中心
国家木竹产业技术创新战略联盟

硼酸锌处理的平行木片胶合木的 户外抗白蚁性能

施松林¹, Emmanuel Laval¹, Kee Lung¹, 李伟², 李小鹰³

1. Rio Tinto U. S. Borax (力拓美国硼砂集团), Boron, CA 93516, USA;

2. 无锡市建设工程管理服务中心, 江苏 无锡 214061; 3. 苏州江枫白蚁防治有限公司, 江苏 苏州 215129

摘要:在江苏省无锡市进行了为期15年的户外试验,考察了硼酸锌(ZB)处理的平行木片胶合木(PSL)样品的抗白蚁性能。试验样品分别为未处理、等效硼酸添加量(Boric Acid Equivalent,BAE)0.85%和1.72%的ZB处理PSL。结果显示,ZB处理的PSL样品具有良好的抗白蚁性能,15年后仍具有一定效果;等效硼酸添加量0.85%和1.72%的ZB处理PSL样品的中 B_2O_3 和ZnO的保留率统计学上差异不显著,因此推荐剂量为0.85%。

关键词:硼酸锌;抗白蚁性;平行木片胶合木

中图分类号:TS653 文献标志码:B 文章编号:1673-5064(2025)02-0012-07 DOI:10.12393/j.1673-5064.20250203

Exterior Termite Resistance Performance of Zinc Borate Treated Parallel Strand Lumber

Shi Songlin¹, Emmanuel Laval¹, Kee Lung¹, Li Wei², Li Xiaoying³

1. Rio Tinto U.S. Borax, Boron, CA93516, USA;

2. Wuxi Construction Management and Service Center, Wuxi 214061, Jiangsu, China;

3. Suzhou Jiangfeng Termite Prevention Cure Co. Ltd., Suzhou 215129, Jiangsu, China

Abstract: A 15 year exterior experiment was conducted in Wuxi City, Jiangsu Province to investigate the termite resistance of zinc borate treated parallel strand lumber (PSL) samples. The test samples were untreated PSL, and PSL treated with zinc borate with equivalent boric acid addition of 0.85% and 1.72%, respectively. The results showed that the PSL samples treated with zinc borate had good termite resistance and still had certain effect after 15 years. There was no significant differences in the retention rates of B_2O_3 and ZnO in the samples treated with 0.85% and 1.72% equivalent boric acid, so the recommended dose was 0.85%.

Key words: zinc borate; termite resistance; parallel strand lumber

硼酸锌(ZB)、四水八硼酸二钠(DOT)、五水四硼酸钠、钙硼酸盐和硼酸广泛用于木质复合材料处理中,以保护其免受有害生物的危害,包括真菌腐蚀和白蚁侵害^[1-3]。在这些硼酸盐中,ZB和DOT性能最为突出。DOT能提供高浓度的硼元素,且能快速溶解在水中,相对容易渗透到木材内部,通常用于实木的浸渍或加压防

腐防虫处理。受限于DOT在水中的易溶解性,其处理的木质复合材料仅推荐用于室内和地上用途。ZB因其良好的抗溶出性能、对木材破坏生物的广谱活性、良好的环境特性和易于在加工过程中添加的特性,已被广泛用于木质复合材料的处理,特别是定向刨花板(OSB)和平行木片胶合木(PSL)^[2-4]。得益于ZB在水中的低溶解度

和良好的抗溶出性能，其处理的木质复合材料可用于室内和室外（地上和受保护的环境）应用。在美国夏威夷和澳大利亚已进行了数次户外测试，结果表明，ZB处理的木质复合材料（包括OSB和PSL），对白蚁和腐朽真菌具有良好的防治作用^[5]。

本研究在中国江苏省无锡市户外试验中，考察了ZB处理的PSL样品与未处理样品的户外抗白蚁性能，试验持续15年，其间对样品被白蚁啃食的情况做了观察；并对最终样品的氧化硼（ B_2O_3 ）和氧化锌（ZnO）的保留率做了测量和分析。

1 材料与方法

1.1 样品制备

试验所用样品为用硼酸锌（U.S. Borax, Borogard[®] ZB）处理的平行木片胶合木（PSL），其制备工艺大致如下：木材来自生长在澳大利亚奥尔巴尼的蓝桉；在加拿大阿尔伯塔省的阿尔伯塔省研究院（Alberta Research Council）进行加工，首先在搅拌机中将ZB粉末与薄木片初步混合，再添加PMDI胶黏剂（质量占比约8%）和蜡（质量占比约5%）进一步混合，然后制成2 030 mm×1 020 mm的坯材，此阶段的ZB浓度设置3个水平，分别为0.00 BAE（对照样品）、0.85%BAE和1.72%BAE。最后，在204.4℃用幅面2 030 mm×1 020 mm的蒸汽喷射式热压机热压坯材30 min，形成最终的PSL板材，目标厚度38 mm，目标密度800 kg/m³。然后将板材切割成390 mm×89 mm×38 mm的试样块，用于户外现场试验。等效硼酸添加量（Boric Acid Equivalent, BAE）是北美木材防护行业常用的指标，是按照所添加的硼酸盐中的氧化硼

（ B_2O_3 ）含量换算成硼酸（ H_3BO_3 ）而得；如本试验中ZB浓度0.85%BAE，可以理解为0.85 kgBAE/100 kg木材，按照氧化硼（ B_2O_3 ）含量换算成ZB含量为1.00 kg ZB/100 kg木材。表1中列出了PSL试样的标识及对应的ZB添加量（BAE）。

表1 户外现场试验中试样的标识和ZB添加量

ZB添加量/%BAE	试样标识
0	1、3、6、11、16
0.85	21、26、31、36、41
1.72	53、58、63、68、73

1.2 户外现场试验

户外现场试验地点位于中国江苏省无锡市太湖沿岸的山坡上（经度120.271750°，纬度31.470483°）。该地点以白蚁活动频繁而闻名，尤其是散白蚁和土白蚁，这使其成为一个进行野外现场试验的理想场地。

试验设计参考了AWPA E21-6: *standard field test for evaluation of wood preservatives to be used for interior applications (UC1 and UC2)*（用于室内应用的木材防腐剂评估标准现场试验）。在山坡上的平地上放置了空心混凝土块（高150 mm，宽90 mm，长390 mm），并在其上开矩形口，将未处理的木块（50 mm×20 mm×170 mm）插入土壤中，作为白蚁的食物诱饵。PSL试样放置在混凝土块顶部；每个测试组由3个混凝土块组成，每块上放置经过0.00 BAE（对照试样）、0.85%BAE和1.72%BAE处理的PSL试样；每组3个混凝土块共用一个尺寸为高250 mm×长500 mm×宽500 mm的混凝土箱防雨。总共设置5组，即P1、P2、P3、P4和P5，相邻组之间的距离至少为50 cm，见图1（a）~（d）。



（a）空心混凝土块 （b）混凝土箱顶视图 （c）混凝土箱内的样品 （d）户外试验场地视图

图1 试验现场混凝土箱及试样布局

1.3 完好值定义 (Y)

白蚁侵害程度的描述及评价参照 NY/T 1153.4—2006 《农药登记用白蚁防治剂药效试验方法及评价》的第4部分,具体如表2所示。完好值基于白蚁对样品的侵害程度,平均完好值(I)按公式(1)计算。

$$I = \frac{\sum fY}{F} \quad (1)$$

其中, f 为每一完好值对应的试样块数, Y 为完好值, F 为总试样块数。

表2 试验样品完好值标准表

白蚁侵害程度描述	完好值
样品完好无损,无白蚁侵害迹象	100
样品表面有轻微侵害,深度 ≤ 0.2 mm	90
中等程度侵害,深度 $\leq$ 样品厚度的1/3	70
严重侵害,深度 $\leq$ 样品厚度的1/2,但样品未蛀穿	40
非常严重侵害,样品蛀穿	0

此次户外试验持续了15年,期间共进行了5次观察,分别为2008年11月(放置6个月)、2011年5月(放置3年)、2013年6月(放置5年零1个月)、2014年11月(放置6年零6个月)和2023年4月底(放置15年),对试验样品的白蚁啃噬情况进行评估,相应的完好值进行记录。

1.4 B_2O_3 的保留率和ZnO保留率的测试方法

经历长时间的户外试验,样品中ZB的残留量一般通过分别测量 B_2O_3 和ZnO来推算。试验结束后,从混凝土箱中取出添加了ZB的试样(如图2所示),刷掉泥土和灰尘,测量尺寸并称重。将试样切成两半,从试样长度的末端、四分之一处和二分之一处截取3个子样本切片,切片质量在5~20 g之间。然后将子样本切片在103℃的烘箱中干燥约12 h,再用1 mol/L 盐酸浸泡2.5 h,稀释50倍之后用电感耦合等离子体原子发射光谱仪(ICP-AES)测量提取液中的硼和锌含量。



从左到右的样品标识依次为21、53、26、58、63、31、68、36、73和41

图2 经过15年户外试验后从现场收集的试样(2023年4月)

2 结果与讨论

2.1 PSL 试样的目视检查

试验历次观察的试样平均完好值结果列于表3，平均完好值与户外试验时间的关系曲线如图3所示，放置6年零6个月和15年后的试样的照片分别如图4和图5所示。

表3 样品平均完好值评定结果

		平均完好值				
ZB 含量 (%) BAE)	样品标识	6个月 (2008年11月)	3年 (2011年5月)	5年零1个月 (2013年6月)	6年零6个月 (2014年11月)	15年 (2023年4月)
1.72	53	100	100	100	100	70
	58	100	100	100	90	70
	63	100	100	100	90	90
	68	100	100	100	90	70
	73	100	100	100	90	40
	平均值	100	100	100	92	68
0.85	21	100	90	90	90	70
	26	90	90	90	90	90
	31	100	90	90	90	70
	36	100	90	90	90	70
	41	100	100	90	90	40
	平均值	98	92	90	90	68
0	1	70	0	0	0	0
	3	70	0	0	0	0
	6	90	0	0	0	0
	11	90	0	0	0	0
	16	90	0	0	0	0
	平均值	82	0	0	0	0

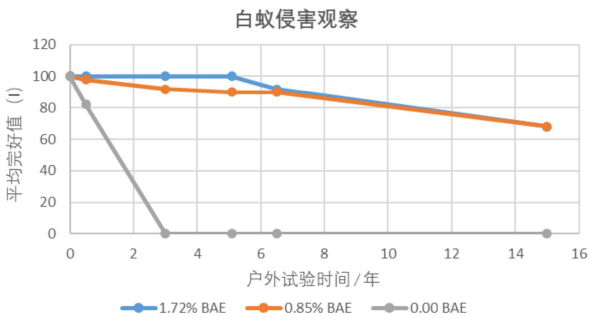


图3 平均完好值与试验时间的关系



图4 6年零6个月后的目视检查
(2008年5月至2014年11月)

对于未经过处理的试样 (ZB 剂量为 0.00 BAE)，6 个月已经受到了白蚁的轻微侵害，并且在 3 年后已经被蛀穿和彻底破坏。如图 4 所示，6 年零 6 个月后，这些未处理的试样有些已经变成了木屑。而对于 ZB 剂量为 0.85%BAE 和 1.72%BAE 的 PSL 试样，6 个月外观几乎没有变化；6 年零 6 个月后，这些样品仍然对白蚁具有防护作用；15 年后，采用 ZB 处理后的 5 个试样中有 4 个显示了中等防治效果，剩余的 1 个试样则受到了白蚁的侵害但未蛀穿，综合来说其仍然对白蚁具有中等防治效果。

关于 0.85%BAE 和 1.72%BAE 含量之间的防治性能比较，在 5 年零 1 个月时，用 1.72%BAE 处理的试样比用 0.85%BAE 处理的试样表现稍好。考虑到视觉主观检查的偏差，从统计学上来看这种差异可以忽略不计。6 年零 6



图5 15年后的目视检查 (2008年5月至2023年4月)

个月后,乃至15年后,这种性能差异进一步缩小。根据此结果,建议PSL中用于白蚁防治的剂量为0.85%BAE。

2.2 15年后试样的化学分析

表4总结了试样中保留的 B_2O_3 和ZnO的含量(质量百分数),为了比较每个试样不同位置的 B_2O_3 和ZnO的保留率,柱状图分别如图6和图7所示。从表4和图7可知,15年后的个别试样ZnO保留率超过了100%,这主要是由于在PSL生产阶段ZB粉末分布不均匀,导致PSL样品个别部位的载药量比预定的高所致。

15年后,用1.72%BAE处理的PSL试样的平均 B_2O_3 保留率为54.4%,而用0.85%BAE处理的试样平均保留率为37.4%。目前还不清楚为什么用1.72%BAE处理的PSL试样的 B_2O_3 保留率比用0.85%BAE处理的高,推测可能是在用1.72%BAE处理的试样中,ZB分解成硼酸的比例较小,残余ZB中的 B_2O_3 没有被浸出。

对于某些试样,如P1箱中的53号和21号试样,在这两个试样中,从中间位置(1/2处)到四分之一(1/4处)再到末端的 B_2O_3 含量逐渐降低,表明硼逐渐被浸出。但在P3箱中的试样中发现了相反的趋势,表明硼的浸出发生在各个方向,而不仅仅是沿着长度的方向。由此可以得出,环境对硼浸出速率的影响大于单个试样的位置

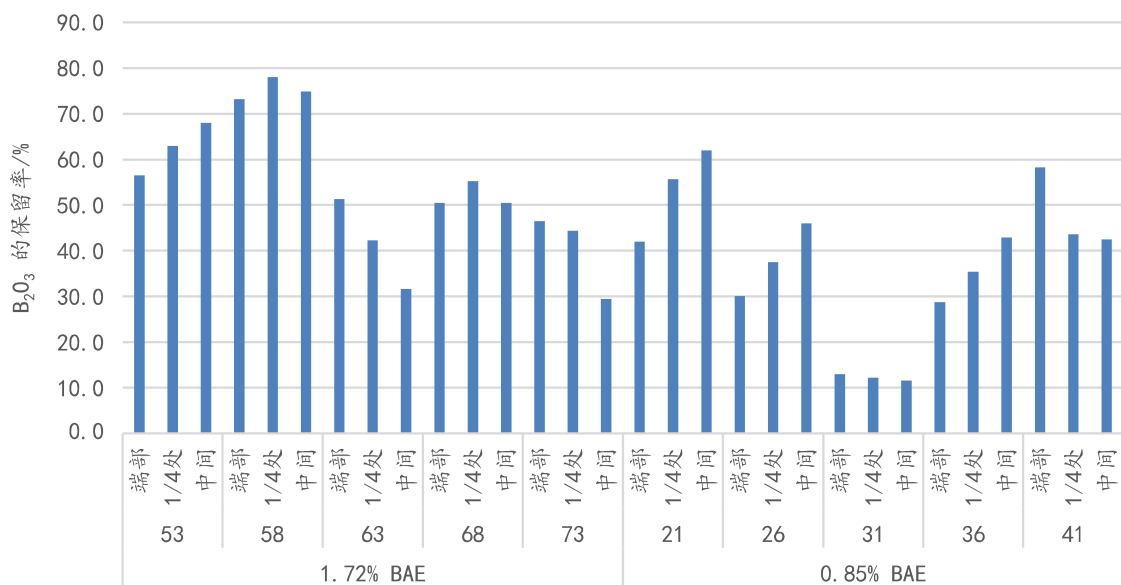


图6 15年后试样 B_2O_3 的保留率

表4 15年后试样的化学分析结果

组别	编号	ZB添加量/% BAE	初始B ₂ O ₃ /%	位置	15年后 B ₂ O ₃ 含量/%	B ₂ O ₃ 保留 率/%	初始ZnO/%	15年后 ZnO 含量/%	ZnO 保留 率/%
P1	53	1.72	0.97	端部	0.55	56.5	0.75	0.86	100.3
				1/4处	0.61	63.0		0.84	97.8
				中间	0.66	68.0		0.90	104.2
P2	58			端部	0.71	73.2		0.88	102.7
				1/4处	0.76	78.0		0.88	101.9
				中间	0.73	74.9		0.85	98.8
P3	63			端部	0.50	51.3		0.93	102.7
				1/4处	0.41	42.3		0.86	93.5
				中间	0.31	31.6		0.88	95.7
P4	68			端部	0.49	50.5		0.84	96.0
				1/4处	0.54	55.3		0.85	97.2
				中间	0.49	50.5		0.86	97.7
P5	73			端部	0.45	46.4		0.86	94.0
				1/4处	0.43	44.4		0.90	96.6
				中间	0.29	29.5		0.84	89.2
P1	21	端部	0.20	42.1	0.45	108.4			
		1/4处	0.27	55.7	0.42	98.0			
		中间	0.30	62.0	0.41	95.8			
P2	26	端部	0.14	30.0	0.39	93.6			
		1/4处	0.18	37.6	0.41	97.3			
		中间	0.22	46.0	0.41	97.4			
P3	31	端部	0.06	13.0	0.31	72.8			
		1/4处	0.06	12.2	0.39	86.4			
		中间	0.06	11.6	0.39	85.5			
P4	36	端部	0.14	28.7	0.41	97.3			
		1/4处	0.17	35.4	0.41	94.7			
		中间	0.21	42.9	0.42	97.1			
P5	41	端部	0.28	58.3	0.42	97.6			
		1/4处	0.21	43.6	0.41	92.4			
		中间	0.20	42.5	0.42	90.5			

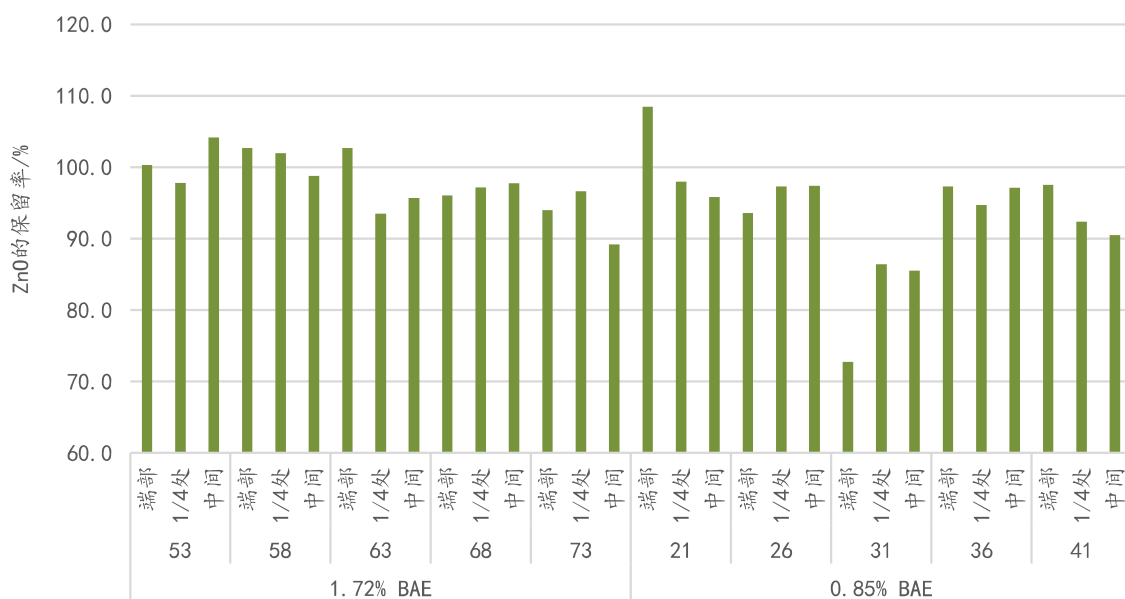
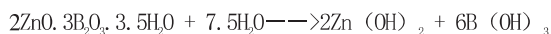


图7 15年后试样ZnO的保留率

的影响。值得指出的是,用1.72%和0.85%BAE处理的PSL试样的平均ZnO的保留率分别为97.9%和93.7%,这表明大多数ZnO保留在试样内部,没有被浸出。这可能表明ZB的水解已经发生,形成了 $Zn(OH)_2$ 和硼酸,而 $Zn(OH)_2$ 的溶解度远低于硼酸,导致样品中残留了更多的锌,反应原理如下面的方程式所示:



3 结论

为期15年的野外试验表明,硼酸锌剂量分别为0.85%BAE和1.72%BAE的PSL试样具有良好的抗白蚁性能。户外试验15年后,硼酸锌处理过的PSL试样对白蚁仍然具有一定的防治效果。本试验条件中,硼酸锌处理PSL推荐剂量为0.85%BAE。

参考文献:

- [1] Sean T., Brunette G., Côté F. . Protection of oriented strandboard with borate[J]. Forest Prod. J., 1999, 49(6): 47-51.
- [2] Barnes H.M. Durable composites: An overview[J]. Proceedings of American Wood Protection Association, 2012, 107: 267-279.
- [3] Williams L. H. Amburgey, T.L. Integrated protection against Lyctid beetle infestations. IV. Resistance of boron treated wood

to insect and fungal attack[J]. Forest Prod. J., 1987, 37(2): 10-17.

- [4] Lee S. Y., Wu Q., Smith W. R. Formosan subterranean termite resistance of borate- modified strandboard manufactured from southern wood species: A laboratory trial[J]. Wood and Fiber Science, 2004, 36(1): 107-118
- [5] Laks P. E. The past, present and future of preservative-containing composites[C]. In: 33rd International Particleboard/ Composite Materials Symposium Proceedings, 1999: 151-158.

本文编校:张玉萍

