

讨论与综述

# 结构人造板防腐防虫技术的应用及发展

周冠武<sup>1</sup>, 李春高<sup>2</sup>, 虞华强<sup>1</sup>, 高超英<sup>1</sup>, 段新芳<sup>1</sup>

(1. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091; 2. 涞源县林业局银坊林业站, 河北涞源 074311)

**摘要:** 为提高人造板的附加值, 拓展人造板的应用领域, 对结构人造板用防腐、防虫药剂种类, 及木质原材料防腐防虫预处理、生产过程中防腐防虫处理一体化、成品防腐防虫处理3种处理工艺进行了总结, 并提出了我国结构人造板防腐防虫处理研究的主要方向。

**关键词:** 结构人造板; 防腐性能; 防虫性能; 处理工艺

中图分类号: S781.71; TS653

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2012)05-0032-04

## Current State and Development of Technologies for Protecting Structural Board against Decay and Insect Attack

ZHOU Guan-wu<sup>1</sup>, LI Chun-gao<sup>2</sup>, YU Hua-qiang<sup>1</sup>, GAO Chao-ying<sup>1</sup>, DUAN Xin-fang<sup>1</sup>

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. Laiyuan County Forestry Administration, Yinfang forestry station, Laiyuan 074311, Hebei, China)

**Abstract:** In order to explore application of wood-based panels, the authors summarized the current state of various of structural board preservation against decay and insects, pretreatment of wood furnish, in line treatment during the manufacturing process and post-treatment of the finished products. On the basis of these analysis, future research directions of wood-based panels preservation techniques in China are presented.

**Key words:** structural board; decay resistance; insect resistance; treatment processes

我国是世界人造板生产大国, 2011年的人造板产量达到2.09亿m<sup>3</sup><sup>[1]</sup>, 主要用于家具制造和二次加工等室内用途, 用于室外木结构构件的比例很小<sup>[2]</sup>。而北美、欧洲、日本等地区, 95%以上的民用住宅为木结构房屋, 单板层积材(LVL)和集成材等人造板产品是木结构建筑的主要结构件。随着国内木结构建筑产业的发展, 对LVL、集成材、工字梁、定向刨花板等结构用人造板需求亦不断增大<sup>[3]</sup>。为避免用于室外的结构人造板遭受菌、虫、白蚁的危害, 必须对其进

行防腐防虫处理。

美国、欧洲和澳大利亚的结构人造板防腐防虫处理产业发达, 技术先进, 标准化程度高, 对LVL、胶合梁、工字梁、定向刨花板、胶合板等产品均制定了详细的防腐处理标准。

美国木材保护协会标准AWPA U1-09《Use category system: user specification for treated wood 6. Commodity specifications F: wood composites》中规定, 包括但不限于胶合板、胶合梁、单板条层积材(PSL)及LVL的加压防腐处理要求, 及不同使用环境等级下, 使用不同防腐剂处理的载药量; 在AWPA U1-09《Use category system: user specification for treated wood 6. Commodity specifications J:

收稿日期: 2012-02-23; 修改日期: 2012-08-16

基金项目: 农业标准化重要标准体系专项研究项目(2011-3)。

作者简介: 周冠武(1981—), 男, 中国林科院木材工业研究所助理研究员, 博士。

通讯作者: 段新芳, 男, 中国林科院木材工业研究所研究员, 博士生导师。

nonpressure composites》中规定,包括但不限于将胶黏剂与单板、木纤维、刨花等生产的产品非加压防腐处理时的一般要求。

澳大利亚防腐木材与人造板系列标准 AS 1604-2006《Specification for preservative treatment》的第2~5部分,是专门针对重组木制品、胶合板、单板层积材和胶合梁等人造板产品的防腐处理规范,规定了各类人造板具体的防腐处理工艺,以及不同使用环境下,经不同防腐剂处理后的载药量<sup>[4-7]</sup>。

我国人造板防腐、防虫技术发展起步较晚,目前主要生产防腐胶合板和防虫胶合板,前者主要出口,而后者主要是国内销售。我国已制定了林业行业标准 LY/T 2062-2012《防虫胶合板》,从2012年7月1日开始实施。

实木防腐处理通常采用浸渍加压处理,而对于人造板防腐处理,还必须考虑人造板生产原料、生产工艺,及防腐防虫药剂与胶黏剂、防水剂等的兼容性。因此,人造板防腐防虫处理工艺较实木防腐工艺更加复杂。

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。基于此,笔者总结了结构人造板用防腐、防虫药剂的类别与应用,及国内外的结构人造板防腐防虫技术研究现状,旨在为我国结构人造板防腐防虫技术的研究、推广和应用提供参考。

## 1 结构人造板防腐防虫剂的种类及应用

根据美国和澳大利亚标准对结构人造板防腐防虫药剂选择的规定,结构人造板防腐防虫药剂可分为5种类型,见表1。此外,还有铜络合物、硼酸钙等。

结构人造板防腐防虫药剂的选用,与人造板产品的种类及防腐防虫处理工艺密切相关,具体应用情况见表2。

## 2 结构人造板防腐防虫处理工艺

### 2.1 木质原材料的防腐防虫预处理工艺

对人造板生产用木质原材料单元,采用浸渍加压处理,或喷雾、浸泡等常压处理,进行防腐、防虫预处理,干燥后再进行施胶、铺装和热压。

表1 结构人造板防腐防虫药剂类型

Tab. 1 Types of preservation and insect prevention for structural board

| 药剂类型        | 主要药剂                                                                                                             |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 水载型防腐防虫剂    | 铜唑-B型(copper azole-type B, CA-B)、季铵铜                                                                             |
| 油载型防腐防虫剂    | 8-羟基喹啉铜                                                                                                          |
| 轻有机溶剂基防腐防虫剂 | 氨基甲酸-3-碘-2-丙炔丁酯(3-iodo-2-propynyl butyl carbamate, IPBC)                                                         |
| 有机防腐剂       | 丙环唑(propiconazole)、戊唑醇(tebuconazole)                                                                             |
| 有机杀虫剂       | 苄氯菊酯(permethrin)、溴氯菊酯(deltamethrin)、联苯菊酯(bifenthrin)、吡虫啉(imidacloprid)、氯吡硫磷(chlorpyrifos)、氯氰菊酯(cypermethrin)、氯菊酯 |

如对刨花、单板、纤维等进行加压处理后,再用于防腐、防虫刨花板、胶合板、单板层积材、纤维板的生产;在特定使用环境下,对于防腐剂载药量有特定要求的防腐防虫胶合板、单板层积材、胶合木等的原料,通常采用原材料的浸渍加压处理。此外,还可以将废弃的CCA防腐木材回收,将其加工成刨花、纤维后,用于防腐人造板的生产。

木质原料防腐防虫处理工艺在胶合板、刨花板、定向刨花板等人造板的生产中应用较广泛<sup>[8-9,13]</sup>。需要注意的是,防腐剂和防虫剂的配比需合理,才能使处理人造板厚度方向上的载药量达到使用要求。该处理工艺的不足之处是,预处理的木质原料在干燥和热压过程中,释放的气体会污染空气,在实际生产中,需要安装空气过滤装置。

### 2.2 生产过程中的防腐防虫一体化处理工艺

防腐防虫处理工艺一体化,是指在板坯铺装和热压前,将防腐防虫药剂与干燥的原材料混合,生产防腐防虫人造板。该工艺可使用有机或无机防腐防虫药剂和防水剂,可单独使用,也可混合使用。

防腐防虫药剂与原料的混合方式:

1) 在施胶工序中,先将雾化的药剂喷洒到原料上再施胶,如硼酸锌等粉末状药剂,适用于定向刨花板、单板条层积材(PSL)等结构用人造板的生产<sup>[8-13]</sup>;

2) 将防腐防虫药剂先与胶黏剂混合,再喷洒到干燥的原材料表面,该工艺又称胶线处理,主要用于单板层积材、胶合板等的生产。目前,大部分的结构人造板产品,采用生产过程防腐、防虫处理一体化的工艺<sup>[8-13]</sup>。

表 2 不同种类人造板的防腐、防虫处理工艺与药剂选用

Tab. 2 Preservation and insect prevention technologies for wood-based panels<sup>[8-13]</sup>

| 板材种类   | 处理工艺           | 常用防腐防虫剂                                                                        |
|--------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 纤维板    | 管道内与干纤维搅拌      | 硼酸锌、硼酸                                                                         |
| 刨花板    | 与刨花搅拌          | 苄氯菊酯等有机杀虫剂                                                                     |
| 定向刨花板  | 干燥和施胶前直接喷洒     | 铜类化合物                                                                          |
|        | 与刨花搅拌          | 硼酸锌、铜络合物、氯氰菊酯、氯菊酯、硼酸钙或其他含硼化合物,有机防腐防虫混合制剂                                       |
|        | 成品板表面涂刷、喷涂、浸泡  | 硼酸盐、有机防腐防虫药剂                                                                   |
|        | 成品板加压浸渍        | 氨基甲酸-3-碘-2-丙炔丁酯、氯吡硫磷、氯菊酯等溶于轻烃防腐剂的混合制剂                                          |
| 胶合板    | 干燥单板涂刷、喷涂、浸泡   | 丙环唑、戊唑醇等防腐剂,苄氯菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、吡虫啉等杀虫剂                                             |
|        | 药剂与胶黏剂混合       | 丙环唑、戊唑醇等防腐剂,苄氯菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、吡虫啉等杀虫剂                                             |
|        | 成品板表面涂刷、喷涂、浸泡  | 硼酸盐制剂、有机防腐防虫药剂                                                                 |
|        | 成品板加压浸渍        | 铜唑-B型、季铵铜水载型药剂,氨基甲酸-3-碘-2-丙炔丁酯、丙环唑、戊唑醇等混合制剂,可依实际情况添加苄氯菊酯、氯吡硫磷等杀虫剂              |
| 单板层积材  | 干燥单板直接涂刷、喷涂、浸泡 | 丙环唑、戊唑醇等防腐剂,氯菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、吡虫啉等杀虫剂                                              |
|        | 药剂与胶黏剂混合       | 丙环唑、戊唑醇等防腐剂,苄氯菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、吡虫啉等杀虫剂                                             |
|        | 成品板表面涂刷、喷涂、浸泡  | 硼酸盐制剂、有机药剂                                                                     |
|        | 成品板加压浸渍        | 氨基甲酸-3-碘-2-丙炔丁酯、丙环唑、戊唑醇等溶于轻烃的防腐剂混合制剂;可依实际情况添加苄氯菊酯、氯吡硫磷等杀虫剂,8-羟基喹啉铜等油载型防腐防虫剂    |
| 单板条层积材 | 干燥单板直接涂刷、喷涂、浸泡 | 丙环唑、戊唑醇等防腐剂,氯菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、吡虫啉等杀虫剂                                              |
|        | 药剂与胶黏剂混合       | 丙环唑、戊唑醇等防腐剂,苄氯菊酯、溴氰菊酯、联苯菊酯、吡虫啉等杀虫剂                                             |
|        | 成品板表面涂刷、喷涂、浸泡等 | 硼酸盐制剂、有机防腐防虫药剂                                                                 |
|        | 成品板加压浸渍        | 铜唑-B型、季铵铜等水载型药剂,8-羟基喹啉铜等油载型药剂,氨基甲酸-3-碘-2-丙炔丁酯、氯吡硫磷、氯菊酯等溶于轻烃防腐剂的混合制剂,硼酸盐制剂,有机药剂 |
| 胶合梁    | 原料单元加压预处理      | 铜唑-B型、季铵铜等水载型药剂                                                                |
|        | 成品板加压浸渍        | 8-羟基喹啉铜等油载型药剂,铜唑-B型、季铵铜等水载型药剂,轻有机溶剂药剂,硼酸盐制剂                                    |
| 工字托梁/檩 | 由预处理的人造板构件组装而成 | 参见胶合板产品预处理用药剂                                                                  |
|        | 成品板加压浸渍        | 氨基甲酸-3-碘-2-丙炔丁酯、丙环唑、戊唑醇等溶于轻烃防腐剂的混合制剂,可依情况添加苄氯菊酯、氯吡硫磷、溴氰菊酯、联苯菊酯、吡虫啉等有机杀虫剂       |

上述两种工艺均要求:

① 药剂在人造板中可均匀分布;② 药剂的活性成分可耐受 220 ℃ 的热压温度;③ 药剂与胶黏剂能够相容。

该处理工艺的优点是,可使防腐防虫剂与胶黏剂充分混合,加工成本低于加压处理,便于企业进行产品质量控制;可在施胶过程中,同时添加胶黏剂、防水剂、防腐防虫剂,而不需要调整人造板生产工艺;板材后期的锯切、裁边等加工工序,不会影响产品的防腐防虫性能。

缺点是防腐防虫剂可能会影响胶黏剂的固化,从而影响人造板产品的胶合强度等力学性能;在人造板热压成型时,可能有部分化学药剂挥发,影响人造板的处理效果;为此,应选择在人造板热压过程中稳定性高、挥发性低、对板材胶合强度影响小的防腐防虫剂进行结构人造板处理。裁边后,由于裁切下来的边角料含有防腐防虫药剂,废弃时必须作为有毒有害垃圾进行专门处理。

### 2.3 人造板成品的防腐防虫处理工艺

人造板成品防腐防虫处理常用加压浸渍、浸泡和喷涂法,可实现人造板的短期或长期保护。

短期保护处理一般采用浸泡法和喷涂法,仅作用于人造板表面,保护人造板在运输、储存和施工过程中免受菌、虫侵害。优点是易实施、处理成本低,处理效果好。

长期保护多采用加压浸渍和浸泡、喷涂等处理,须采用在人造板中的渗透性优良的药剂。加压浸渍处理多用于胶合板、胶合木梁、单板层积材和集成材。但必须选择合适的防腐防虫剂,不能使处理后的人造板产生变形等缺陷,可采用有机型防腐防虫剂,已保证处理后的板材不变形<sup>[8-12]</sup>。

高渗透性药剂包括:合成拟除虫菊酯类、硼酸盐类等,用于人造板表面处理,可保护人造板免受霉菌、害虫等侵害。使用氧化三烷基氮(tri-alkyl nitrogen oxide)作为辅助剂,可产生协同作用,促进防腐、防虫剂活性成分,向人造板原材料单元和胶

层渗透。该工艺最初在新西兰生产企业中应用,目前美国开始引进并推广。

另一种新型人造板成品防腐、防虫处理工艺为硼蒸汽后处理,将人造板产品置于硼化合物三甲基硼的蒸汽中,酯键水解,药剂活性成分硼酸沉积于人造板中,但大部分硼酯类化合物遇水易分解。因此,该技术目前仍处于研究阶段。

### 3 结语

随着我国人造板应用范围的扩大,结构人造板的防腐、防虫处理问题日益突出。为促进我国防腐防虫结构人造板产业的发展,应尽早开展相关技术研究和标准制定工作。今后人造板防腐、防虫技术的发展方向:

1) 研发适合结构人造板使用的环境友好型防腐、防虫剂。

2) 开展结构人造板防腐防虫处理基础研究,获得不同的木材树种、胶黏剂、防腐防虫剂生产的人造板的载药量、透入度等基础数据,为制定适合我国木材树种的人造板防腐防虫处理标准,提供技术依据;研发新技术和新产品,满足我国木结构产业发展需求。

3) 加强人造板热压过程中,木材胶黏剂与药剂间相互作用的研究,如采用高精度定位扫描探针显微技术(如原子力显微技术)与局部热分析技术,对木材、胶黏剂、处理药剂间的交互作用机理进行研究;加强防腐防虫人造板内部药剂分布的研究,为改进人造板防腐防虫处理工艺,提供理论依据。

4) 根据产业发展需要,制定和不断完善我国的结构人造板防腐防虫处理标准。

(上接第21页)

4) 今后的研究中,有待增加试验树种的数量,扩大原木径级和锯材年轮角范围,以获得更加全面的试验数据。

### 参考文献:

- [1] 孙友富,尼玛拉姆.影响锯材变形的因素分析[J].木材工业,2000,14(6):18-20.
- [2] 孙友富.控制锯材变形的办法[J].木材工业,2001,30(5):20-22.

### 参考文献:

- [1] 2011年我国木材及人造板产量[J].中国人造板,2012,19(7):37.
- [2] 陈绪和.世界人造板工业发展态势[J].中国人造板,2011,18(3):78-84.
- [3] 周海宾.中国木结构产业的现状与发展[J].木材工业,2012,26(1):7-10.
- [4] AS/NZS 1604.2:2004, Specification for preservative treatment-Reconstituted wood-based products[S].
- [5] AS/NZS 1604.3:2004, Specification for preservative treatment-Plywood[S].
- [6] ASS/NZS 1604.4:2004, Specification for preservative treatment-Laminated veneer lumber (LVL)[S].
- [7] AS/NZS 1604.5:2005, Specification for preservative treatment-Glued laminated timber products[S].
- [8] W Ramsay Smith, Qinglin Wu. Durability improvement for structural wood composites through chemical treatments: current state of the art[J]. Forest Prod J, 2005, 55(2):8-17.
- [9] 宋润慧,郝金城.结构集成材的防腐处理[J].林业科技,2003,28(6):38.
- [10] Kirkpatrick J W, Barnes H M. Biocide treatments for wood composites-a review[C]//The International Research Group on Wood Protection, 2006.
- [11] Diana N Obandaa, Todd F Shupea, H Michael Barnes. Reducing leaching of boron-based wood preservatives - A review of research[J]. Bioresource Technol, 2008, 99(15):7312-7322.
- [12] Tor P Schultz, Darrel D Nicholas, Alan F Preston. A brief review of the past, present and future of wood preservation[J]. Pest Manag Sci, 2007, 63:784-788.
- [13] Trek Sean, Brunette Gilles, Cote Francine. Protection of oriented strandboard with borate[J]. Forest Prod J, 1999, 49(6):47-51.

(责任编辑 张一萍、姜征)

- [3] Archer R R. Growth stresses and strains in trees [M]. Springer-Verlag, 1987.
- [4] 奥山刚. 树干残余应力降低法[J]. 木材工业(日), 1994, 49(10):446-541.
- [5] Robert Beauregard. Evaluating warp from three sawing process including saw-dry-rip to produce aspen structural lumber [J]. Forest Products Journal. 1992, 42(6):61-64.
- [6] 孙友富,郭琪伟,陈有财. 锯材变形的热压校正研究[J]. 林业科技, 2004, 29(6):32-36.

(责任编辑 张一萍、姜征)