第 42 卷 第 3 期
2006 年 3 月

林 业 科 学
SCIENTIA SILVAE SINICAE

Vol. 42, No. 3
Mar., 2006

FRW 阻燃胶合板的 DMA 分析

刘迎涛 刘一星
(东北林业大学 哈尔滨 150040)

关键词: 动态热机械分析(DMA);FRW 阻燃胶合板;FRW 阻燃剂;动态热力学性能;玻璃化转变温度
中图分类号:S782.39 文献标识码:A 文章编号:1001-7488(2006)03-0108-03

Dynamic Mechanical Analysis (DMA) of FRW Fire-Retardant Plywood

Liu Yingtao Liu Yixing
(*Northeast Forestry University Harbin* 150040)

Abstract: The thermodynamic parameters of FRW fire-retardant plywood at different temperatures were measured by dynamic mechanical analysis (DMA) equipment such as storage modulus, loss modulus and loss angle tangent. The influences on the thermodynamic properties of FRW fire-retardant plywood by the FRW fire retardant were analyzed between the FRW fire-retardant plywood and the untreated plywood. The results showed that the transition temperature of FRW fire-retardant plywood's storage modulus was delayed than the untreated plywood. Its value was also higher than the untreated plywood. Meanwhile the glass transition temperature of plywood treated by FRW fire retardant was raised. FRW fire-retardant plywood could keep the better mechanical performances and ability of deformation-resistance at higher temperature and during longer period than the untreated plywood.

Key words: dynamic mechanical analysis (DMA); FRW fire-retardant plywood; FRW fire retardant; thermodynamic performance; glass transition temperature

目前世界范围内木材资源短缺的情况日益加剧,发展人造板工业已成为世界各国解决木材资源严重不足的重要途径。其中,胶合板作为室内装饰的主要材料,其产量和需求量都在急剧增长。我国胶合板产量从 1980 年的 33.00 万 m^3 增长到 2004 年的 2 098.62 万 m^3,呈现大幅度增长的趋势(张文标等,2000)。但由于普通胶合板具有易燃性,在许多领域的应用上受到限制。因为一旦发生火灾,不仅造成重大的经济损失,而且往往会发生人员伤亡。1950—2003 年全国共发生火灾 4 177 730 起,直接经济损失 2 434.525 1 亿元,因火灾死亡174 855人,受伤 329 352 人。平均每年发生火灾 77 365 起,直接经济损失 450 838 万元,火灾死亡 3 238 人,受伤6 099人(杨巧红等,2005)。同时 21 %的火灾由木材等纤维材料引起,而住宅火灾 70 %是因木质材料缺乏难燃性而引起的(侯伦灯等,2000)。为了减少火灾,许多国家都以法律形式要求使用阻燃材料。世界各国对建筑结构及部件的耐火等级做了明确规定,并制定了相应材料可燃性能的标准试验方法。国际海上人命安全条约对船舶材料的阻燃性也做了明确规定。在我国,公安部于 1986 年颁布的《建筑消防管理规则》第 14 条明确规定:高层建筑的高级宾馆、饭店、医院病房和民用住宅的室内装修以及用作各类防火门的表板、防火家具的制作必须用非燃烧材料或难燃材料;同时 GB 50222-95《建筑内部整修设计防火规范》明确规定胶合板被列为可燃材料,必须进行阻燃处理才能使用(刘燕吉,1997)。因此,胶合板的阻燃处理势在必行,具有重要的现实意义。

本文采用动态热机械分析(DMA)仪,测试 FRW 阻燃胶合板在不同温度下的动态热力学参数;通过 FRW 阻燃胶合板和普通胶合板的对比,揭示 FRW 新型木材阻燃剂对 FRW 阻燃胶合板动态热力学性能的影响,这在国内尚未见报道。根据前期研究结果(刘迎涛等,2004),FRW 杨木(*Populus ussuriensis*)和桦木(*Betula costata*)阻燃胶合板的物理力学性能可达到国家标准 GB 9846.4-88 的规定,其阻燃性能达到日本标准 JISD 1322-77 中规定的难燃一级品的标准和国家安全标准 GA/T 42.1 的规定。

收稿日期:2003-10-27。
项目基金:黑龙江省政府资助招收博士后资金和哈尔滨市青年科学基金(2004AFQXJ025)资助。

1　材料与方法

1.1　材料　将新型木材阻燃剂 FRW(脒基脲磷酸盐和硼酸)配制成浓度为 10 %的处理液,浸渍杨木和桦木单板,浸渍后杨木和桦木单板的载药量分别为 16.07 %和 9.94 %。采用热压压力 1.0 ~ 1.2 MPa、热压时间 4 ~5 min、热压温度 110 ~ 120 ℃、涂胶量 320 g·m^{2}(双面涂胶)的工艺条件(刘迎涛,2004),将阻燃处理后的杨木和桦木单板压制成 FRW 杨木和桦木阻燃胶合板;并采用相同的工艺条件压制了未处理普通杨木和桦木胶合板作为对比试材。测试时试样的尺寸为:50 mm(长)×10 mm(宽)×4 mm(厚)。

1.2　方法　利用德国 NETZSH 公司生产的 DMA242 型动态热机械分析仪,测试时采用三点弯曲,其中振幅为 60 μm,动态力为 0.6 N,升温速度为 10 ℃·min^{-1},在频率 5、10、20 Hz 下进行测试(由于 3 个频率的测试结果十分相似,因此本文所分析的数据均指 10 Hz 下的数据)。

2　结果与分析

采用动态热机械分析(DMA)仪,分别对经 FRW 阻燃剂处理的杨木、桦木阻燃胶合板和普通胶合板进行了测试,不同树种的存储模量 E'和损耗模量 E''随温度变化的曲线如图 1 所示。

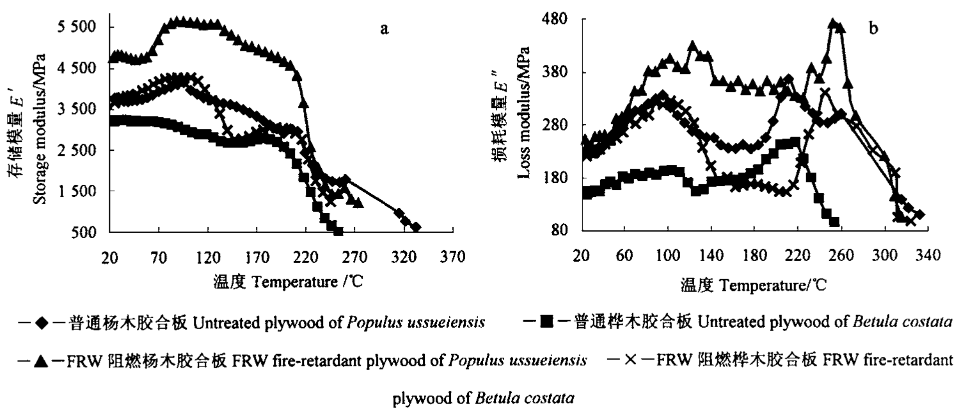

图 1　不同树种存储模量、损耗模量随温度变化曲线

Fig. 1　The curve of storage modulus, loss modulus of different species at different temperatures

由图 1 a 可以看出:1)对于同一树种,FRW 阻燃胶合板的存储模量开始急剧下降时的拐点温度比普通胶合板滞后,其中普通杨木胶合板的拐点温度出现在 96 ℃,FRW 阻燃杨木胶合板的拐点则出现在 130 ℃;而普通桦木胶合板的拐点温度出现比普通杨木胶合板滞后,为 177 ℃,同样 FRW 阻燃桦木胶合板的拐点温度出现的也较晚,为 190 ℃。这主要是由于 FRW 阻燃胶合板中添加 FRW 阻燃剂后,促使板在高温下表面层迅速炭化。当温度继续升高之后,其表面炭化层在一定程度上阻碍了热量向胶合板内部进一步传递,因而内部受高温作用较普通胶合板要少,所以其存储模量比普通胶合板在较高温度时才开始下降,这说明 FRW 阻燃胶合板比普通胶合板更能在较高温度和较长时间内保持较好的力学性能,从而延长了结构完全丧失支撑能力的时间,为保证人身和财产安全提供了宝贵时间,同时证明在高温下,FRW 阻燃剂能促使 FRW 阻燃胶合板朝着产炭量增加和可燃性气体减少的方向发展,以形成表面炭化隔热层。普通胶合板则随着温度的升高,内外均较快地受热而发生炭化,导致其存储模量较低且始终呈下降趋势。2)从整体上看,所有经 FRW 阻燃剂处理后的阻燃胶合板均比普通胶合板的存储模量高。这主要是由于经 FRW 阻燃剂处理后的胶合板,其空隙部分被吸入的阻燃剂所填充,使 FRW 阻燃胶合板的密度增大,从而其存储模量较高;此外,在温度作用下阻燃剂促使 FRW 阻燃胶合板的表面迅速炭化,阻碍了温度向内部的快速传递,减缓了木材内部热降解的速度和程度,使其仍能保持较高的抵抗外力和变形的能力。3)单板吸收阻燃剂后,对于不同树种的胶合板,无论是否添加 FRW 阻燃剂,杨木胶合板的存储模量均要高于桦木胶合板,这是由于杨木的构造比桦木的构造疏松,孔隙率大,对于胶液的吸收更为完全,深入内层。当温度升高时,杨木内由于空气和胶体多于桦木,致使其导温速度较桦木慢,而且结合强度较高,导致杨木胶合板的存储模量较桦木高。

由图 1 b 整体趋势上可以看出:FRW 阻燃胶合板出现最高峰值对应的温度均比普通胶合板的滞后,其

中普通杨木胶合板为 212 ℃,FRW 阻燃杨木胶合板的峰值温度则出现在 253 ℃;而普通桦木胶合板的在 218 ℃,FRW 阻燃桦木胶合板的峰值温度出现在 246 ℃,表明经 FRW 阻燃剂处理后的 FRW 阻燃胶合板的玻璃化转变温度均有所提高。这主要是由于 FRW 阻燃胶合板中添加 FRW 阻燃剂后,促使板在高温下迅速炭化,延缓了板的刚性降低速度和程度,相对地增强了抗变形的能力,同时也说明了 FRW 阻燃胶合板比普通胶合板更能在较高温度和较长时间内保持较好的刚性和抗变形的能力。

3 结论

动态热机械分析(DMA)测试结果表明:FRW 阻燃胶合板的存储模量开始急剧下降时的拐点温度比普通胶合板滞后,而且 FRW 阻燃胶合板的玻璃化转变温度均比普通胶合板有所提高,说明 FRW 阻燃胶合板比普通胶合板更能在较高温度和较长时间内保持较好的力学性能,为遇难人员迅速逃离火灾现场和消防人员及时扑灭火灾赢得了宝贵的时间。

在温度作用下,新型木材阻燃剂 FRW 可促使阻燃胶合板的表面迅速炭化而形成炭化层,减少了可燃性气体的产生,阻碍了温度进一步向内部的快速传递,从而减缓了木材内部热降解的速度和程度,导致经 FRW 阻燃剂处理后的阻燃胶合板的存储模量数值均比普通胶合板高,表明 FRW 阻燃胶合板相对地具有更高的抵抗外力和抗变形的能力,因而相应地降低了 FRW 阻燃胶合板在火灾中的危险性。

参 考 文 献

郭 成.1998.木质材料阻燃机理研究综述.东北林业大学学报,26(6):71-74

侯伦灯,刘景宏,杨远才,等.2000.马尾松胶合板阻燃技术的研究.木材工业,14(2):6-8

刘燕吉.1997.木质材料的阻燃技术.木材工业,11(1):29,41-42

刘迎涛.2004.新型阻燃人造板的研究.东北林业大学博士学位论文

刘迎涛,李 坚,王清文.2004. FRW 阻燃桦木胶合板的性能研究. 林产工业,31(3):22-24

杨巧红,吴赤蓬,王声勇.2005.我国火灾情况的有序样品聚类分析.中国公共卫生,21(5):574-575

张文标,陆肖宝,柳献义,等.2000.阻燃胶合板研究的现状和对策.浙江林学院学报,17(2):208-214

(责任编辑 石红青)