

我国木结构材用胶黏剂的性能评价及标准

秦特夫, 黄洛华, 李改云, 陈世英

(中国林科院木材工业研究所; 国家林业局木材科学与技术重点实验室, 北京 100091)

摘要: 介绍了国内木结构材用胶的研究和已制定的标准, 简述了标准中对胶黏剂要求和试验方法, 并提出对制定和完善结构材标准的建议。

关键词: 木结构材; 胶黏剂; 标准; 老化性能; 评价

中图分类号: S781; TQ43 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2007)05-0032-03

Standard for Adhesives in Structural Laminated Wood in China

QIN Te-fu, HUANG Luo-hua, LI Gai-yun, CHEN Shi-ying

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry;

Key Lab of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: This paper reviewed the studies and standards for structural laminated wood adhesives and the testing methods in China.

Key words: structural laminated wood; adhesives; standard; aging properties; evaluation

木材作为结构材大量应用于建筑上, 与常用的钢材等建筑材料相比, 具有重量轻、美观、能耗小、易加工、抗震性能好等优点, 受到建筑部门的青睐。但木材存有节疤、倾斜纹理和截面积有限等缺陷, 需要剔除木材缺陷后, 再用胶黏剂将木材重新组合, 成为优良的结构复合木材 (Structural Composite Lumber), 如胶合木 (Glulam)、单板层积材 (Laminated Veneer Lumber, LVL)、条状定向层积材 (Parallel Strand Lumber, PSL)、木片层积材 (Laminated Strand Lumber, LSL) 及木材工字梁 (Wood I-joist) 等。还可根据使用环境需要, 对以上结构材进行阻燃处理, 得到比钢材阻燃性能更好的建筑用材料。

由于木材资源的短缺, 我国政府曾对木材在建筑上的应用制定了严格的限制措施。随着木结构生产技术和新型胶黏剂的研发, 一些材质较差、长度不够的木材均可加以利用, 从而提高了木材的利用价值, 并逐步成为建筑木结构的主要材料。为提高结

构复合木材的性能和安全可靠性, 针对木结构用胶的性能展开了深入研究, 并制定了不同类型木结构用胶黏剂的标准。

1 木结构用胶的性能评价

胶合木是由 3~5 cm 厚的木板胶合而成, 因此, 除对木材本身的强度有要求外, 胶黏剂的性能亦是重要指标。胶黏剂的评价指标主要有胶合强度及耐久性, 特别是用于室外胶合木的胶合时, 需经受日晒雨露。确定室外环境对其胶合强度的影响, 是保证胶合木安全使用的重要前提。最能说明问题的是胶合木的天然老化, 但天然老化需要持续 10 年以上, 且各地的气候环境十分不同。因此各国都在研究采用加速老化的方法, 以评价胶合木的天然老化性能。

1.1 胶合性能

1990 年我国首次研制出间苯二酚-苯酚-甲醛 (RPF) 胶黏剂, 用于胶合木制造, 并对其进行耐候性能试验^[1]。采用 6 kW 氙灯耐候仪, 箱内温度为 35~45 ℃、相对湿度为 35%~75%, 对 2 种胶黏剂粘接的胶合木试件进行 500 h 的加速老化试验, 比较两者的耐老化性能: 1) 常温酸固化酚醛 (PF) 树脂、浸注

收稿日期: 2006-10-08; 修改稿: 2007-07-20

基金项目: 国家科技基础条件平台工作子课题《林业工程技术标准体系构建》(2004DEA70900)。

作者简介: 秦特夫 (1954—), 男, 中国林科院木材工业研究所研究员。

CCA 防腐剂的花旗松 (*Pseudotsuga menziesii*) 胶合木干状试验, 当胶合强度为 8.3 MPa 时, 木破率为 85%; 经过 500 h 老化试验后, 当胶合强度为 6.2 MPa 时, 木破率为 90%; 2) 常温固化 RPF 树脂、浸注 CCA 防腐剂的花旗松胶合木干状试验, 当胶合强度为 6.3 MPa 时, 木破率为 85%; 经过 500 h 老化试验后, 当胶合强度为 7.9 MPa 时, 木破率为 93%。结果证明: RPF 树脂生产的胶合木耐老化性能比酸固化的 PF 树脂好。

用同样的胶合木木构件, 还进行了另一种加速老化试验, 将试件在沸水中煮 4 h, 放入 (63±3)℃ 干燥箱中干燥 20 h 为 1 个循环, 试件的老化试验结果与以上基本相同。

陆照炯等^[2]较详细介绍了结构用胶黏剂耐久性试验方法、CCA 浸注结构材对胶合强度的影响、胶合强度的测定方法、不同树种对胶合强度的影响等方面的研究结果, 为当时全面评估结构材用胶的性能提供依据。

朱焕明^[3]对 RPF 树脂、PF 树脂压制的胶合木及实木试件, 进行了剪切强度比较研究。经过 50 次的循环处理, 胶合木试件加速老化剪切强度与木材剪切强度之比分别是 111.9%、18.7% 和 100%。试验证明: 采用 RPF 树脂胶合的木构件试件的剪切强度比其他的高。

罗文士等^[4]列出了我国木结构设计规范规定承重结构用胶的胶合能力最低指标。以松木为例, 胶缝处的顺纹抗剪强度, 干状为 5.9 MPa, 湿状为 3.9 MPa。为承重木结构胶黏剂的评估提供参考依据。

1.2 耐久性能

木结构耐久性是十分重要的性能指标。对胶层耐久性主要考察耐水、剥离和冻融性能等指标。为了考察胶合木木梁的胶层耐久性, 将不同种类树脂胶合的胶合木试件和实木木材对照试件分别进行室内、外耐候性试验^[4]。

1) 将一批试件置于室内嬉水乐园园内与大梁相同环境 (温度 28℃, 相对湿度 70%) 条件下作室内试验, 结果如表 1。

表 1 室内嬉水乐园试件的老化试验结果
Tab. 1 Test results of samples at indoor waterland

胶种	胶合强度/MPa / 木材破坏率/%					
	1991-02	1992-02	1992-08	1993-02	1993-08	1994-02
RPF 树脂	10.59/95	10.40/97	9.60/99	9.60/99	8.80/95	9.50/100
PF 树脂	9.04/95	5.61/82	4.50/96	4.70/96	5.20/85	6.00/85
实木木材	10.56	10.96	10.50	9.60	9.70	8.40

2) 将一批试件置于距地面 2.7 m 的平屋顶上, 试件朝东南方向并与屋顶呈 30° 摆放, 进行天然老化试验, 结果见表 2。

表 2 室外天然老化试验结果
Tab. 2 Results for outdoor accelerated test

胶种	胶合强度/MPa / 木材破坏率/%					
	1991-02	1992-02	1992-08	1993-02	1993-08	1994-02
RPF 树脂	10.59/95	5.30/85	3.70/86	3.98/65	4.30/75	3.30/65
PF 树脂	9.04/95	—	—	—	—	—
木材	10.56	8.28	5.60	4.80	4.40	3.92

从表 1、2 可看出, 用 RPF 树脂生产的胶合木试件, 其耐老化性比常用的室温酸固化 PF 树脂好; 室外暴露 3 年的耐老化性能试验相当于加速老化试验 23 天; 室外暴露自然老化方法较准确, 但因试验时间较长, 适合于新研制胶种的耐久性试验。

王春鹏等^[5]研制的 RPF 树脂, 参照 I 类胶合板胶合强度测定方法: 将试件置于沸水中煮 4 h, (62±3)℃ 干燥 20 h, 再沸水煮 4 h 后, 测定其拉伸剪切强度。测试结果: 不同配比的树脂其胶合强度在 1.64~1.84 MPa, 木破率 63%~98%。

2 胶合木结构标准的应用

早期测试胶合木的耐久性是参照我国 20 世纪 70 年代制定的《胶合板》标准, 主要测定其湿状胶合强度。为当时胶合木的研究和生产发挥了应有的作用, 并为以后的标准制定奠定了基础。

LY/T 1401~1415-1999《木质层积塑料》, 是针对研制出的木材层积塑料专用标准。这种结构材是将木材单板浸渍 PF 树脂后热压而成, 因此, 检验时采用浸泡 72 h 后, 测定试件的体积膨胀率; 而胶合强度则检测其顺纹胶层的剪切强度。

LY/T 1416-1999《纺织用木质层压板》, 仅测定室温未预处理试件的顺纹胶层剪切强度。试件尺寸和强度测定装置基本上同木材层积塑料的测试。

GB 13124-1991《竹编胶合板》中, 规定了老化试验的方法, 竹编胶合板分为 I 类和 II 类, 并按胶合板厚度分为薄型和厚型 2 种, 主要测定其静曲强度。I 类竹编胶合板, 需水煮 3~6 h 后, 在 -20℃ 条件下冰冻 24 h, 再在 100℃ 干燥箱中干燥 3 h; II 类板只需在 (63±2)℃ 水中浸泡, 再在 -20℃ 条件下冰冻 24 h, 在 100℃ 干燥箱中干燥 3 h, 冷却后测定静曲强度。而 GB/T 17656-1999《混凝土模板用胶合板》, 则主要采用 I 类胶合板的方法测定胶合强度。

GB/T 17517-1998《胶粘剂压缩剪切强度试验方法 木材与木材》，本标准规定了在干状态下，木材与木材胶接的压缩剪切强度的测定方法。

随着木结构房屋的兴建，我国于 2002 年发布了 GB/T 50206-2002《木结构工程施工质量验收规范》，在规范中规定了胶缝脱胶（剥离）的试验方法。建筑使用木构件的性能检测，对使用环境的温湿度范围、木材含水率、对应的胶型号、采取的测试方法，都做了较详细描述。

规范中规定了与抗剪强度相应的最小木材破坏百分率：当抗剪强度平均值分别为 6、8 和 ≥ 11 MPa 时，最小木破坏率平均值分别为 90%、70% 和 45%；抗剪强度在 4~6、6 和 ≥ 10 MPa 时，最小木破坏率平均值分别为 100%、75% 和 20%。

在 GB/T 50329-2002《木结构试验方法标准》中，制定了胶合强度检验方法，标准中规定胶的耐久性加速老化测定法，目的是评估新研制胶黏剂的耐久性。经过浸泡、冷冻、干燥等 8 个循环处理后，进行干、湿状态试验。

2003 年发布了 GB 50005-2003《木结构设计规范》。规范中规定试件木块厚度为 25 mm，试件剪切面积为 50 mm×50 mm。并提出承重结构用胶黏剂性能的最低要求：胶缝顺纹抗剪强度值，试件干状时：红松（*Pinus koraiensis*）等为 5.9 MPa；栎木（*Quercus*

spp.）或水曲柳（*Fraxinus mandshuricu*）为 3.9 MPa。试件湿状时：红松等为 7.8 MPa；栎木或水曲柳为 5.4 MPa。

3 结论

我国对木结构用胶进行了初步研究，但在当今快速发展的建筑木结构，这些标准显得还不够全面。特别在对木结构用胶的加速老化试验与天然老化时间的关系，以及木结构用胶黏剂的性能和指标的研究和标准的制定，缺乏深入的研究。同时，为适应建筑材料的国产化，必须制定相应的产品标准^[6]。

参考文献：

- [1] 罗文士. 间苯二酚-苯酚-甲醛树脂的研制与在胶合梁上的应用[J]. 木材工业, 1990, 4(3): 14-19.
- [2] 陆熙娴, 罗文士. 承重木结构胶黏剂的评估[J]. 木材工业, 1991, 5(4): 38-41, 27.
- [3] 朱焕明. 间苯二酚-苯酚-甲醛树脂胶的快速老化性能试验[J]. 木材工业, 1993, 7(4): 8-14.
- [4] 罗文士, 陆熙娴. 承重胶合木结构的应用及胶黏剂耐久性试验[J]. 木材工业, 1995, 9(1): 24-27.
- [5] 王春鹏, 赵临五, 刘奕, 等. 间苯二酚-苯酚-甲醛树脂制备及性能研究[J]. 林产化学与工业, 1999, 19(4): 23-28.
- [6] 任海青, 江泽慧, 费本华, 等. 中国现代木结构住宅未来发展之路[J]. 木材工业, 2006, 20(2): 45-47.

(责任编辑 鲍加芬)

2008 年《林产工业》杂志征订启事

由国家林业局林产工业规划设计院和中国林产工业协会共同主办，中国林业机械协会协办的专业技术性刊物，创刊于 1964 年。为全国中文核心期刊，被“中国期刊全文数据库”、“中国科学引文数据库”、“中国学术期刊综合评价数据库”、“万方数据——数字化期刊群”、“中文科技期刊数据库”、“中国核心期刊（遴选）数据库”、美国《AGRICOLA》、英国《CAB Abstracts》等数据库收录。2001 年进入“中国期刊方阵”，被评为“双效期刊”；2002、2003 年分别获国家林业局优秀期刊一等奖、二等奖。

办刊宗旨：面向生产，报道以应用技术为主，融科技性、实用性、学术性、信息性于一体，服务于木材加工行业广大读者。

报道内容：宣传林产工业发展的技术方针和政策；制材，木材干燥，各类人造板、非木质人造板，各类人造板饰面，木质地板等室内装饰装修材料，家具制造，胶料的生产和应用等方面的先进经验和新技术、

新材料、新设备、新工艺；报道上述领域的科研设计成果；综述国内外林产工业现状、水平及发展趋势。

主要栏目：综述、研究与分析、生产与应用、专题讲座、国外技术、综合信息、专利介绍等。为加强企业之间的信息交流，辟有黑白/彩色广告版。

适读对象：本行业及相关行业的企业、科研、设计、教育单位及管理部门从事生产、管理、科研和开发、设计、教学、咨询及市场营销的人员。

双月刊，大 16 开，正文 64 页，单月中旬出版，国内外公开发行人，定价每期 8 元，全年 48 元，挂号每期另加 3 元。邮发代号：2-141，读者可向当地邮局或本刊编辑部订阅。

地址：100010，北京朝内大街 130 号

电话：010-65220126, 65221187, 65135577-6223

传真：010-65239789

Email: cfpi@cfpi.cn

网址: www.cfpi.cn