

研究与开发

影响 API 粘接柞木的强度因子研究

任一萍¹, 王正¹, 王志玲²

(1. 中国林科院木材工业研究所; 国家林业局重点试验室, 北京 100091; 2. 济南大学化学化工学院, 济南 250022)

摘要: 对应用于集成材生产的水性高分子聚合物为主剂、异氰酸酯为固化剂的 API 胶合体系进行研究, 考察水性高分子聚合物的种类、黏度、冷压时间对 API 粘接柞木压缩剪切强度的影响, 结果表明: 特定加入比例下, SBR 是配制主剂强度最高的一种胶乳; 在考察范围内, 主剂黏度对 API 胶合强度的影响不显著, 黏度约为 $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 时, 有利于施胶; 冷压时间在 30 至 180 min 的范围内对胶合强度没有明显的影响, 说明在胶黏剂固化时间内施压即可。

关键词: API; SBR; 柞木; 压缩剪切强度; 固化时间

中图分类号: TQ433 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-8654(2007)02-0001-03

Factors Influencing Bonding Strength of API Adhesive Bonded Mongolian Oak

REN Yi-ping¹, WANG Zheng¹, WANG Zhi-ling²

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

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

2. College of Chemistry and Chemical Engineering, Jinan University, Jinan 250022, Shandong, China)

Abstract: Aqueous polymer isocyanate (API) which was made of two components, polyol and polyisocyanate, was studied by the authors to expand its application in laminated wood manufacturing. To find an optimized technology, the authors investigated how the bonding strength of API could be affected by the kinds and viscosity of polyol, as well as the cold-pressing time. The following conclusions were drawn from the results: 1) SBR was the best latex to prepare API adhesive, and its addition should be appropriate; 2) The viscosity of polyol had little influence on the bonding strength of API adhesive. However, when the polyol viscosity was around $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$, the adhesive was easy to operate; 3) During 30 min to 180 min, there was no relationship between the cold pressing time and the bonding strength of API, so the pressure should be loaded within the adhesive curing time.

Key words: API; SBR; Oak; compression shear strength; curing time

水性高分子异氰酯胶 (Aqueous polymer isocyanate, API) 因不含甲醛成分, 又被称为环保型水性高分子聚合物粘合剂, 具有固化速度快、胶合强度高、耐湿热、耐老化性能好等优点, 被大量地应用于集成材的粘接^[1-4]。近年来随着装修市场对集成材的

大量需求, API 的需求量地迅速增加^[2]。

胶合强度是胶黏剂最主要的性能指标之一, 其决定了胶黏剂的应用范围和使用价值。胶黏剂胶合强度受诸多因素的影响, 如胶黏剂自身结构及性能、粘接基材的结构和性能、胶合工艺及气候环境等。笔者在研制 API 主剂的过程中, 选择目前市场上应用较普遍的柞木作为粘接材料, 考察了主剂配比、主剂黏度、调胶及冷压时间等因子, 对 API 胶合柞木剪切强度的影响, 旨在开发一种高质量、环保型的, 可应用于集成材生产的水性高分子粘合体系, 进一步拓宽 API 胶的应用范围。

收稿日期: 2006-04-26; 修改稿: 2007-03-01

基金项目: 国家“十五”攻关计划项目“竹藤资源培育及高效利用产业化关键技术研究”之“竹材高效综合利用技术”(2001BA506B0203)。

作者简介: 任一萍(1968—), 女, 中国林科院木材工业研究所博士研究生。

通讯作者: 王正, 男, 中国林科院木材工业研究所副所长, 研究员, 博士生导师。

1 试验材料与方法

1.1 材料

API 胶黏剂:主剂由试验室自配,主要成分及原料为:苯乙烯-丁二烯胶乳(SBR)、聚乙烯醇(PVA)、苯乙烯-丁二烯胶乳(SBR 606)、苯乙烯-丙烯酸胶乳(PD-1)、聚醋酸乙烯酯(PVAc),均外购。进口 API 主剂胶样 PSC-G,市售,作为对照样。

固化剂:多官能度异氰酸酯,市售。按主剂与固化剂质量比 100 : 15 配制使用。

木材:柞木(*Quercus mongolica*),由山东某企业提供,经干燥、锯、刨后,挑选出含水率为 6%~12%、密度为 0.68~0.77 g/cm² 的木材,锯成(长×宽×厚)125 mm×25 mm×10 mm 的试件。

1.2 仪器设备

电热恒温干燥箱,上海吴淞五金厂制造;电子恒温三用水箱,北京市光明医疗仪器厂生产;MWD-10B 型万能试验机,承德德盛实验机厂生产。

1.3 方法

1) 试件粘接 将配制好的 API 胶以 120~140 g/m² 的施胶量(单面)均匀涂覆在试件上,两个试件的涂胶面压合,在室温下用 1.0~1.5 MPa 的压力恒压。除考察冷压时间对强度影响的试验外,其他试验的冷压时间均为 4 h。

2) 强度测试 到达冷压时间后,卸压静置 72 h,参照 LY/T 1601-2002《水基聚合物-异氰酸酯木材胶粘剂》,制取试件和进行强度测试。4 组胶合试板上分别制取强度检测用试件,每组 3 个,测试结果取平均值。在试验初期,主要进行反复煮沸强度测试,以考察因子对强度的影响;后期主要测试热水浸渍强度,用以与对照试样做对比。

2 结果与分析

2.1 胶乳种类对 API 胶合强度的影响

API 胶黏剂体系中,水性高分子聚合物及胶乳在主剂组成中占较大比重。为考察各类胶乳对 API 胶合强度的影响,试验分别采用 SBR、SBR(606)、PD-1、PVAc 水乳液,与填料、PVA 配制主剂与异氰酸酯反应,用于柞木胶合,检测胶合试件的反复煮沸压缩剪切强度,结果见表 1。

表 1 胶乳种类对胶合试件压缩剪切强度的影响

Tab. 1 Effect of different latexes on compression shear strength of glued specimen

胶乳类型	PVAc	PD-1	SBR(606)	SBR
压缩剪切强度 /MPa	0.48	0.73	1.44	4.48

由表 1 可以看出,使用 SBR 胶合的试件,其反复煮沸后剪切强度最高。可能是因为 SBR 含有苯环,所配主剂与固化剂反应后形成的三维立体结构具有较强的耐水和耐热性;而 SBR(606)作为造纸用胶乳,其耐水性要求不高,合成乳液时苯乙烯含量相对少,以其胶合的试件仅有一定耐水强度;PVAc 因结构中无苯环,所配主剂的耐水性最差。

2.2 SBR 配置比例对 API 胶合强度的影响

在配制主剂时,SBR 的用量亦可影响胶的强度,SBR 的量太多会影响调胶后胶液的可涂布时间和形态,使主剂与固化剂混合后迅速变成渣状,影响施胶操作。因此,主剂中还须配以 PVAc,以控制胶的综合性能。

将 SBR 以不同的比例配制主剂,与异氰酸酯共混粘接试材,检测其常态、热水浸渍及反复煮沸强度,并与市售进口胶比较,结果见表 2。

表 2 SBR 胶乳的比例对 API 胶合柞木压缩剪切强度的影响

Tab. 2 Effect of SBR addition ratio on compression shear strength of glued specimen

序号	SBR 添加比例/%	强度/MPa			可涂布时间/h
		常态	热水浸渍	反复煮沸	
PPT-1	0	15.74	3.95	0.48	>96
PPT-3	30	10.24	4.45	1.74	>96
PPT-6	20	14.37	5.82	3.19	>144
PPT-7	10	15.74	5.82	2.24	>144
PSC-G		12.93	5.73	0.20	>144

表 2 结果表明,虽然在热水浸渍和反复煮沸状态下,API 的胶合强度未达到标准要求值,但在一定的范围内,API 的耐水性、耐热性、强度随 SBR 含量增加而提高。当 SBR 在主剂乳胶中比例为 20%时,其反复煮沸强度达到最大,且调胶后胶的可涂布时间长、胶的形态变化少,综合性能较好。

2.3 主剂黏度对 API 胶合强度的影响

API 是由主剂与固化剂组成的双组分胶黏剂,在本试验中所用的固化剂均一样,因此,主剂的黏度即决定了 API 的黏度。试验测试了系列主剂(所用胶乳类型相同、配比略有差异,调节黏度成分的用量不同)的黏度,与以其配制 API 胶合试件的浸渍压缩剪切强度,结果见图 1。

由图 1 可看出,在本试验范围内,主剂黏度与胶的强度值并不呈明显的线性相关。当主剂黏度在 10 Pa·s 左右时,胶的强度值均比较高。在试验中还发现,主剂黏度若太大,则胶的流动性较差,既不利于涂

胶,在制胶过程中气泡也难以排出。为便于施胶、利于贮存运输,主剂黏度以 10 Pa·s 左右较为合适。

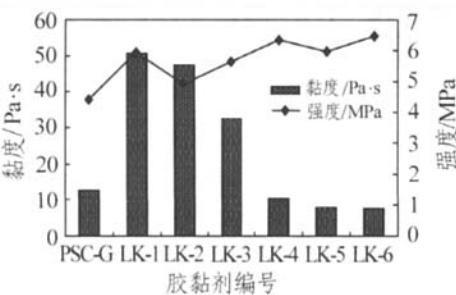


图 1 主剂黏度与胶合试件压缩剪切强度的关系
Fig. 1 Relationship between polyol viscosity and compression shear strength of glued specimen

2.4 陈化时间对 API 胶合强度的影响

由于 API 胶黏剂固化剂中的异氰酸基(—NCO)与主剂中的羟基(—OH)反应形成三维结构大分子,因而两组分混合后活性期较短,进而影响胶黏剂的胶合强度。鉴于本研究最初目的是为了研制出与市售 PSC-G 达到相同性能的胶黏剂,因此,在分析 API 调胶至冷压时间段(即陈化时间)对其胶合强度的影响时,以市售进口的 PSC-G 主剂配制的 API 胶作为参考,其陈化时间对胶合试件的反复煮沸压缩剪切强度的影响见表 3。

表 3 陈化时间对 API 胶合柞木压缩剪切强度的影响
Tab. 3 Effect of adhesive assembly time on compression shear strength of glued specimen

陈化时间/min	30	60	90
压缩剪切强度/MPa	1.85	1.15	0.00

由表 3 可以看出,随着胶黏剂陈化时间的延长,API 胶合柞木的压缩剪切强度明显下降;当达到 90 min 时,胶合柞木的反复煮沸压缩剪切强度降至零。因此,综合工艺可行性及胶的强度性能,市售 API 的陈化时间一般定为 45 min,而在高温季节则更短。

2.5 冷压时间对 API 胶合强度的影响

采用以上试验得出的优化因子条件,即:主剂选用 SBR 与 PVAc 混配、SBR 比例 20%、主剂黏度 10 Pa·s、陈化时间不超过 45 min,配胶并粘接试材,考察冷压时间对试件浸渍强度性能的影响,结果见图 2。

由图 2 可见:冷压时间从 30 min 延长到 60 min,胶合强度几乎不变;而冷压时间继续增至 120 min 时,PSG-G 和 LK-1 的强度值出现了异常下降,其原

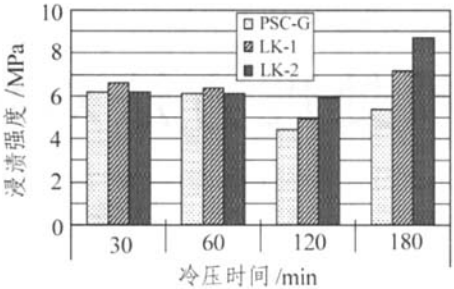


图 2 冷压时间对 API 胶合柞木压缩剪切强度的影响
Fig. 2 Effect of cold pressing time on compression shear strength

因将另文讨论;冷压时间为 180 min 时,LK-1 和 LK-2 的强度值有较大的提高,但其平均值与冷压时间为 30 和 60 min 的强度平均值相差不大。

结合 2.4 节中陈化时间对 API 胶合强度的影响可知,在陈化时间超过 90 min 时,胶已基本固化,胶黏剂固化过程中的施压时间在工艺因素中对强度起重要的作用,而固化以后的施压时间对强度指标没有正影响,因此,可缩短胶黏剂固化后的施压时间,以提高生产效率。

3 结论

1) 本试验内,SBR 是多种胶乳中配制主剂强度最高的一种,且其在主剂乳胶中的比例为 20% 时,以其配制的 API 胶的耐水强度较高,胶液形态较好。

2) 在本试验范围内,主剂黏度对 API 胶合强度无明显影响。主剂黏度为 10 Pa·s 左右时,不仅施胶方便,而且胶合试件的压缩剪切强度值较高。

3) 冷压时间从 30 min 延长至 180 min 时,胶合试件的压缩剪切强度无明显提高,因此,在胶黏剂固化时间内施压即可。

4) API 胶黏剂的陈化时间对其强度有显著影响,陈化 60 min 较 30 min 后,胶的强度已明显下降,到 90 min 时强度为零。

本课题得到孙振鸾研究员的指导和帮助,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

[1] 顾继友. 胶粘剂与涂料[M]. 北京:中国林业出版社,1999.
[2] 宋克祥,张国强,王瑞雪,等. 集成材拼接胶粘剂的研制[J]. 化学与粘合,2001 (1):10-13.
[3] 王志玲,王正,解竹柏,等. 异氰酸酯水乳液胶粘剂在木质复合材料中的应用[J]. 林产工业,2004(2):3-6.
[4] 李绍雄,刘益军. 聚氨酯树脂及其应用[M]. 北京:化学工业出版社,2002.

(责任编辑 向 琴)