

研究论文

樟子松木材苯醇抽提物含量 对其胶合性能的影响

何盛, 林兰英, 傅峰

(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: 测定樟子松木材中的苯醇抽提物含量, 分析其与密度的相关性, 测试不同苯醇抽提物含量的樟子松试材组坯胶合板材的胶合强度。结果表明: 樟子松木材的苯醇抽提物含量与密度具有高度相关性, 苯醇抽提物含量对胶合板材的剪切强度及木破率均有显著影响。建议生产中尽量避免苯醇抽提物含量高的板材相互组坯胶合。

关键词: 樟子松; 苯醇抽提物; 密度; 胶合性能

中图分类号: S791.253; TS653

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2014)03-0009-04

Effect of Benzene-Alcohol Extractives Content on Gluability of *Pinus Sylvestris* Lumber

HE Sheng, LIN Lan-ying, FU Feng

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

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

Abstract: The benzene-alcohol extractive content and density of *Pinus sylvestris* lumber were evaluated and their relationship was analyzed. Glulam specimens were made of *Pinus sylvestris* lumber with different extractives contents and then tested for bond strength. The results showed that benzene-alcohol extractive content had a good correlation with density and extractive content had a significant effect on shear strength and wood failure rate.

Key words: *Pinus sylvestris*; benzene-alcohol extractive; density; gluability

木材除纤维素、半纤维素及木质素等主要组分外, 还含有其他少量组分, 一般称为提取物或抽提(出)物等。木材抽提物是指用乙醇、苯、乙醚、丙酮或二氯甲烷等有机溶剂以及水抽提出来的物质总称, 其含量及化学组成因树种、部位、产地、采伐季节、存放时间及抽提方法而异^[1]。

松属木材中多含树脂等抽提物^[2], 不仅影响木材

的密度, 还会导致木材本身及其制品的强度发生变化。在木材胶合过程中, 抽提物移向木材表面或接近表面时, 会阻碍材面湿润, 干扰胶木界面的形成, 从而导致胶合强度降低^[3]。樟子松(*Pinus sylvestris*)是目前应用较为广泛的一种松属木材, 其材质较软, 纹理通直, 主要用来制作胶合木或集成材^[4]。但是, 由于樟子松中富含树脂等抽提物, 制成的木制品在使用过程中会出现树脂溢出, 导致木材表面污染、胶接界面破坏和漆膜脱落等问题^[5]。

笔者以苯-乙醇混合溶液作为抽提液, 利用索氏提取法, 测定樟子松板材的苯醇抽提物含量, 并根据抽提物含量对试材分类。由于在实际生产中, 板材抽

收稿日期: 2013-07-15; 修改日期: 2014-03-29

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划“非常用与低等级木材高效加工技术集成与示范”(2012BAD24B01)。

作者简介: 何盛(1986—), 男, 中国林科院木材工业研究所博士研究生。

责任作者: 傅峰, 中国林科院木材工业研究所研究员, 博士生导师。

提物含量难以测定,但木材密度易于测量,因此,笔者在测定樟子松试材抽提物含量的同时,测定其密度,分析两者之间的相关性,以期通过密度表征抽提物含量,并探讨其苯醇抽提物含量对胶合性能的影响,为樟子松木材的合理加工利用提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料

试材:樟子松(*Pinus sylvestris*)板材,俄罗斯进口,选取尺寸为200 mm×88 mm×24 mm(长×宽×厚)的试材100块,要求整体密度均匀,无节子、裂纹等缺陷,含水率5%~11%。

苯-醇抽提液:将苯与95%乙醇溶液以2:1的体积比配制,抽提温度80℃。

胶黏剂:双组份水性异氰酸酯胶,上海太尔胶粘剂有限公司产,主剂与固化剂的质量配比为100:15,涂胶量240 g/m²。

1.2 主要设备与仪器

FZ102型植物纤维粉碎机,R3201型实验热压机,索氏提取器,INSTRON5582型万能力学试验机。

1.3 方法

1.3.1 木材密度和抽提物含量测定

分别参照GB/T 1933-2009《木材密度测定方法》和GB/T 2677.6-1994《造纸原料有机溶剂抽出物含量的测定》进行测定。

在前期试验中,沿着试材长度方向取6个试样,测试同一试材不同部位的抽提物含量,发现同一试材内部的抽提物含量差异较小;因此,在后续试验中,从每一块试材的端部锯取长度为1 cm的小块,测定其抽提物含量,即代表该试材的抽提物含量。

1.3.2 组坯胶合

根据樟子松试材的苯醇抽提物含量范围,将其分为3个水平:低(<8%)、中(8%~15%)、高(>15%),并按其水平设计6种组合方式:高-高、中-中、低-低、高-中、高-低、中-低。

从100块试材中挑选60块,抽提物含量各水平取20个样,按照设计的6种组合方式,将每两块板材沿厚度方向胶合,涂胶量为240 g/m²,压力1.5 MPa,加压时间50 min^[6]。每组方式重复5次试验。

试材密度亦分为3个水平:低(<0.5 g/cm³)、中

(0.5~0.6 g/cm³)、高(>0.6 g/cm³)。每组按抽提物含量组坯胶合的板材,亦按其试材的密度水平,统计其密度组合方式(6种)。

1.3.3 胶合板材性能检测

参照日本集成材性能测试标准JAS MAFF, Notification No. 991 Glued laminated timber,测试胶合板材的剪切强度和木破率。在每一个胶合板材上取3个试件,对应每组方式试件数量为15。

2 结果与讨论

2.1 抽提物含量与木材密度的关系

试验选取樟子松试材的密度范围为0.364~0.764 g/cm³,苯醇抽提物含量范围为5%~22%,两者的相关性分析结果如图1所示。

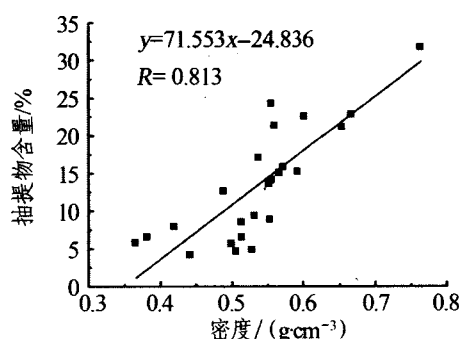


图1 樟子松试材抽提物含量与密度的相关性
Fig. 1 Relationship between density and extractives content of *Pinus sylvestris* lumber

从图1中可以看出,樟子松木材苯醇抽提物与密度含量可建立一元线性回归方程: $y = 71.553x - 24.836$,两者相关系数为0.813,表明樟子松木材密度与抽提物含量之间具有高度相关性。

2.2 板材组坯方式对胶合性能的影响

对胶合板材的胶合性能检测结果进行方差分析及多重比较,结果列于表1、2。

表1结果表明,樟子松试材的抽提物含量对其胶合板材的剪切强度和木破率有显著影响;密度仅对木破率有极显著的影响;而抽提物含量与密度的交互作用,对剪切强度和木破率的影响均为显著。

由图2还可以看出,樟子松木材的苯醇抽提物含量及密度,对板材胶合强度的影响基本一致。这是因为樟子松试材的抽提物主要为树脂,在木材胞壁率相同的条件下,抽提物含量越高则木材密度越大^[7]。

表 1 樟子松胶合性能的方差分析

Tab. 1 Variance of analysis of bonding performance for *Pinus sylvestris* lumber

指标	变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	Pr>F	显著性
剪切强度	抽提物	5	152.30	30.46	9.38	<.0001	***
	密度	5	13.74	2.75	0.85	0.5218	
	抽提物 * 密度	7	49.25	7.04	2.17	0.0474	**
	模型	17	215.28	12.66	3.90	<.0001	***
	误差	72	233.90	3.25			
	总计	89	449.18				
木破率	抽提物	5	6 018.89	1 203.78	3.57	0.0061	***
	密度	5	6 682.13	1 336.43	3.97	0.0031	***
	抽提物 * 密度	7	5 753.43	821.92	2.44	0.0265	**
	模型	17	18 454.44	1 085.56	3.22	0.0003	***
	误差	72	24 244.44	336.73			
	总计	89	42 698.89				

注：* 0.1 水平下显著，** 0.05 水平下显著，*** 0.01 水平下显著。

表 2 不同抽提物含量樟子松板材
胶合强度的多重比较

Tab. 2 Multiple comparison of bond strength for
Pinus sylvestris lumber with different extractive contents

指标	组合方式	平均值/变异系数	T 检验
剪切强度/ MPa	中-低	13.68/0.152	A
	中-高	13.21/0.148	A
	中-中	13.15/0.117	A
	高-低	12.90/0.104	A
	高-高	10.67/0.218	B
	低-低	10.40/0.178	B
木破率/%	低-低	92.00/0.094	A
	中-低	88.00/0.115	A
	高-低	86.67/0.225	A
	中-中	82.00/0.140	A
	中-高	76.67/0.337	A
	高-高	67.33/0.528	B

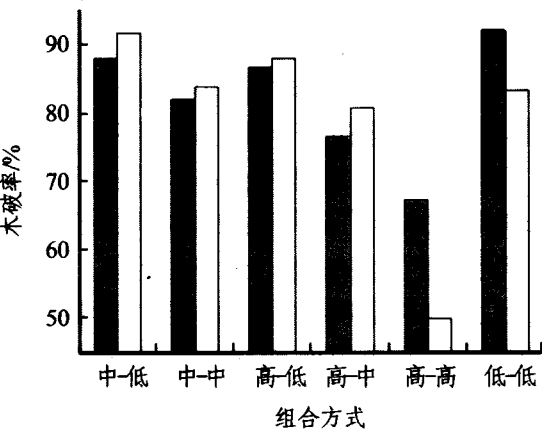
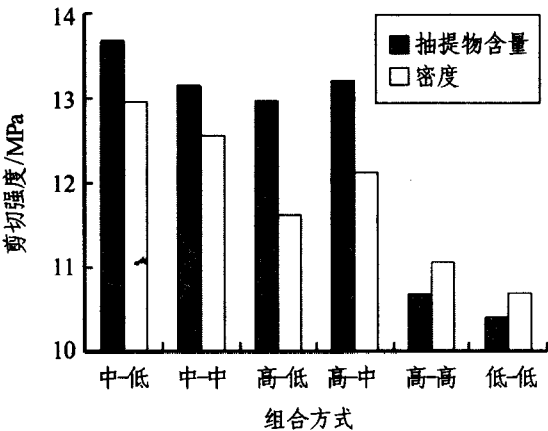


图 2 樟子松试材抽提物含量及密度对板材胶合强度的影响

Fig. 2 Effects of extractives content and density on mechanical properties for *Pinus sylvestris* lumber

2.2.1 对剪切强度的影响

结合表 2 及图 2 结果可知,以抽提物含量“高-高”或“低-低”进行组坯胶合的板材,其剪切强度均较低,并且与其他方式组坯胶合的板材存在显著差异;以其他四种方式组坯胶合的板材,其剪切强度略高,但四者之间无显著差异。其主要原因来自两方面:

一方面,木材的抽提物含量与密度均对木材强度有影响,一般木材密度高者其强度高,木材顺纹抗压强度受抽提物含量的影响较大。在进行

剪切强度测试时,木材本身所承受的是顺纹压缩载荷,假设试件胶层的胶合状态良好,则试件的剪切强度测试结果主要取决于木材本身的顺纹抗压强度。因此,在一定范围内,随着试材抽提物含量的增大,木材本身的顺纹抗压强度增大,即理论上试件的剪切强度呈随之增大的趋势。

另一方面,抽提物含量增大虽然可以增强木材本身的强度,但是会有碍木材胶合。首先,大量抽提物沉积于木材表面,降低界面间的胶合强度;其次,憎水性抽提物会降低木材表面润湿性,影响胶液的正常流动及其在木材表面的铺展,阻碍界面胶层的固化^[8];此外,抽提物的氧化有增加木材表面酸性的趋势,促进木材表面降解,降低其表面强度^[7]。因此,试材抽提物含量的增大可对其胶合性能产生负面影响。

综合多种因素可知,抽提物含量低的木材胶合时,虽然其界面胶合性能良好,但木材本身的强度较低,剪切强度测试结果仍较小;抽提物含量高的木材胶合时,虽木材本身强度高,但其界面胶合性能较差,故剪切强度测试值偏低。

2.2.2 对木破率的影响

表1的方差分析结果显示,试材抽提物含量对木破率有极显著影响。由多重比较结果(表2)可知,抽提物含量“低-低”及“中-低”组合的板材,与“高-高”组合的板材相比,其木破率存在显著差异,而其他3种组合方式间均无明显差异。

樟子松试材不同组合方式导致其木破率测试结果的差异,同样与抽提物含量对木材强度及界面胶合性能的影响有关。抽提物含量低的木材胶合时,其胶接性能良好,可形成良好的胶合界面;但木材密度相对较小时,木材强度亦低,剪切强度测试过程中的破坏主要从木材本身开始产生,因此木破率高;而抽提物含量高的木材进行胶合时,由于木材界面胶合性能下降,胶液难以渗入木材内部形成胶钉,故试件承受剪切破坏作用时在胶合界面发生分离,木破率低。

3 结论及建议

1) 樟子松木材的密度与苯醇抽提物含量具有高度相关性,相关系数达到0.813;

2) 樟子松木材的苯醇抽提物含量对剪切强度和木破率的影响极显著,密度仅对木破率有显著影响,两者交互作用对剪切强度和木破率均产生显著影响;

3) 苯醇抽提物含量高的樟子松试材组坯胶合,板材的剪切强度和木破率均低于其他方式组合的板材,因此,应避免抽提物含量高的木材之间组坯胶合。在实际生产中,可利用樟子松木材抽提物含量与其密度的相关性,通过密度测试,评估抽提物含量,避免高含量抽提物对木材胶合的不利影响。

参考文献:

- [1] 南京林业大学. 木材化学[M]. 北京:中国林业出版社,1990.
- [2] Pohjamo S P, Henning J E, Willfor S M, et al. Phenolic extractives in *Salix caprea* wood and knots[J]. *Phytochemistry*, 2003, 63(2): 165-169.
- [3] Moredo C C, Skuno T. Effects of apitong (*Dipterocarpus* spp.) extractives on bond strength development and curing rate of adhesives[J]. *Int. J. Adhesion and Adhesives*, 1991, 11(4): 228-234.
- [4] 郭明辉. 脱脂处理对樟子松单板苯醇抽提物含量的影响[J]. *材料科学与工艺*, 2008, 16(6): 852-854.
- [5] 李坚. 木材科学[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,1994.
- [6] 彭立民,王金林. 集成材胶合工艺的研究[J]. *木材工业*, 2004, 18(3): 29-31.
- [7] 尹思慈. 木材学[M]. 北京:中国林业出版社,2002.
- [8] 彭万喜,朱同林,郑真真,等. 木材抽提物的研究现状与趋势[J]. *林业科技开发*, 2004, 18(5): 6-9.

(责任编辑 向琴)

行业简讯

全国刨花板工业发展研讨会落幕

由中国林产工业协会刨花板专业委员会、鸿伟木业(仁化)有限公司、仁化县人民政府承办的“2014全国刨花板工业发展研讨会”,2014年4月在广东仁化召开。广东省林业厅、国家林业局、中国林产工业协会、中国林科院木材工业研究所的领导及来自全国刨花板生产和经营企业的代表150余人到会。

会上,来自中国林产工业协会、国家人造板与木竹制品质量监督检测中心、迪芬巴赫公司及中国林科院木材工业研究所的专家,分别就我国刨花板产业的发展、刨花板产品质量检测分析、定向刨花板生产技术、木塑刨花板技术及其应用等主题做报告。

同期,召开了“刨花板专业委员会理事长扩大会议”,汇报了行业近况及近期协会工作重点,刨花板专业委员会今后的工作思路,及刨花板现货上市的情况。

在2011年首次编制印发《中国刨花板产业报告-2010》的基础上,本次研讨会发布了《中国刨花板产业报告-2013》。主要内容:

中国刨花板生产线建设情况、产品质量状况、技术与装备情况、产业存在问题分析、产业发展前景、国家及部门相关产业政策等,有助于从业者了解和掌握刨花板行业现状及发展趋势,投资者进行科学分析和正确决策,各级政府加强行业管理和规范,促进刨花板产业健康发展。

张一萍