

研究论文

节子对木材胶合性能的影响

林兰英, 何 盛, 傅 峰

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 研究樟子松的节子类型、尺寸和组坯方式对其胶合性能的影响。结果表明:胶合面上节子的存在会降低木材的胶合性能,以节子尺寸的影响较显著,而节子类型的影响不显著;随着两胶合面节子相对面积的增加,木材的胶合性能降低。在集成材的生产过程中,建议去除直径 25 mm 以上的节子,或避免两胶合面上直径 >25 mm 节子的对接,可避免节子对木材胶合性能的影响。

关键词: 樟子松; 节子; 尺寸; 集成材; 组坯方式; 胶合性能

中图分类号: S791.253; TS653

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2012)04-0012-04

Effect of Knot Size and Types on Glulam Bonding Performance

LIN Lan-ying, HE Sheng, FU Feng

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Knots are one of the main natural defects that affect wood utilization. The authors sought to have a better understanding how knots affected glue laminated board performance by testing and analyzing the shear modulus of $100\text{ mm} \times 88\text{ mm} \times 48\text{ mm}$ *Pinus sylvestris* samples with different knot types and size. The results showed that knots present in the gluing surface influenced the bonding. Generally, knot size had more effect than the knot type on shear strength. The conclusion is that knots with diameter more than 25 mm significantly reduced the shear strength and should be removed.

Key words: *Pinus sylvestris*; knots; size; glulam; laminating type; gluability

节子是木材的主要缺陷,结构致密,树脂多,不仅破坏木材构造的均匀性,而且可降低木材的某些力学强度,影响木材的胶合等性能。通常,木材的等级评定,在很大程度上取决于节子的大小和数量,特别是结构用木材的分等,与节子的数量和尺寸关系更为密切。在集成材的加工中,节子的合理处理尤为重要,是提高木材出材率和利用率的关键。

原木表面的节子,通常呈圆形或椭圆形。板、方

材上节子的形状,取决于锯切面。当锯切的表面与树枝基部的纵轴接近于直角时,会出现圆形或椭圆形的节子(图 1a);当锯切面通过树枝基部的纵向,会出现条状节或称长节(图 1b)。

樟子松是我国三北地区优良造林树种,目前被大面积推广种植,其木材纹理直,质地较好,因此被广泛用于中档实木家具、集成材、门窗等制品的生产中^[1]。但是,樟子松木材存在节子多的特点,影响其加工利用。为此,笔者进行樟子松木材节子尺寸、类型对其胶合性能影响的研究,获得胶合性能满足结构用集成材标准要求的节子尺寸参数和组坯方式,为多节类针叶树木材的高效利用,提供理论依据。

收稿日期: 2011-11-14; 修改日期: 2012-06-04

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划(2012BAD24B01)。

作者简介: 林兰英(1979—), 女, 中国林科院木材工业研究所助理研究员。

通讯作者: 傅峰, 男, 中国林科院木材工业研究所研究员, 博士生导师。

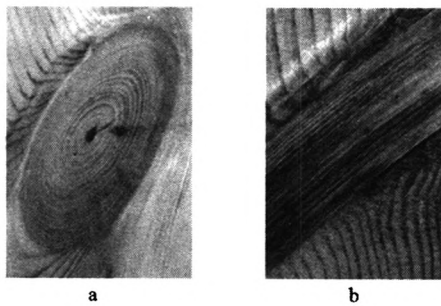


图 1 圆形节和条状节

Fig. 1 Knot types(round knot and splay knot)

1 材料和方法

1.1 材料

将樟子松(*Pinus sylvestris*)木材加工成(长×宽×厚)100 mm×88 mm×24 mm 的试板,含水率为 5%~11%。

胶黏剂选用集成材常用的双组份水性异氰酸酯胶黏剂(API),主剂与固化剂质量配比为 100 : 15,混合调制,单面涂胶,涂胶量为 240 g/m²。

1.2 试验方法

根据 GB/T 4823-1995《锯材缺陷》^[2],对樟子松试板上的节子尺寸进行检量和分类(表 1)。按照“无节-无节,有节-无节,有节-有节”三种组坯方式,将试板两两一组,制成幅面为 100 mm×88 mm、厚度为 48 mm 的试材,每一试验条件压制 6 块。其中“有节-有节”组坯时,将节子与节子对接。试验采用冷压胶合工艺:单位压力 0.8 MPa,加压时间 60 min^[3]。

表 1 试验因子及水平

Tab. 1 Experimental factors and levels

因子	水平		
	1	2	3
节子类型	圆形节	条状节	
节子尺寸	大(>40 mm)	中(25~40 mm)	小(<25 mm)

1.3 性能测试

参照日本建筑用集成材物理力学性能指标检测标准 JAS MAFF, Notification No. 992, 评价樟子松试材的剪切强度、木破率和浸渍剥离率。

2 结果与分析

不同节子尺寸、类型和组坯方式的樟子松试样胶合性能检测结果列于表 2。

表 2 樟子松试样胶合性能的试验结果

Tab. 2 Bonding performance of *Pinus sylvestris* samples

组坯方式	节子尺寸	剪切强度/MPa	木破率/%	单面剥离率>1/4	剥离率/%
无节-无节	—	13.19/1.9	92.9/8.6	否	0.0/0.0
圆形节-无节	小	14.1/1.4	81.7/15.1	否	1.7/4.1
	中	10.9/2.0	70.0/19.0	否	0.0/0.0
	大	10.9/2.61	74.0/11.4	否	0.0/0.0
条状节-无节	小	13.1/1.8	87.5/16.4	否	2.2/5.4
	中	9.6/3.3	65.0/20.8	否	0.0/0.0
	大	12.3/2.4	80.0/3.2	否	1.0/2.4
圆形节-条状节	小-小	9.2/0.7	67.5/23.6	否	0.0/0.0
	小-中	10.7/1.9	66.7/23.6	否	0.0/0.0
	小-大	11.6/0.5	50.0/10.0	否	1.1/1.9
	中-小	11.5/0.4	45.0/8.7	否	0.0/0.0
	中-中	10.5/1.3	61.7/2.9	否	1.7/3.0
	中-大	9.1/1.2	51.7/10.4	是	2.9/5.1
	大-小	10.6/2.3	55.0/13.2	是	5.9/5.3
	大-中	9.6/2.6	36.7/12.6	是	2.1/3.6
	大-大	9.1/0.2	48.3/25.2	是	8.9/15.3
圆形节-圆形节	小-小	12.9/1.5	78.3/16.1	否	0.0/0.0
	小-中	11.0/1.1	58.3/11.5	否	1.6/2.8
	小-大	7.0/2.3	58.3/17.6	否	0.0/0.0
	中-中	12.7/2.7	63.3/32.5	否	0.0/0.0
	中-大	11.5/2.8	40.0/27.8	是	22.9/8.7
条状节-条状节	大-大	8.1/2.8	48.3/36.2	是	12.1/14.7
	小-小	12.1/0.8	85.0/13.2	否	0.0/0.0
	小-中	13.3/0.7	65.0/22.9	否	2.6/4.6
	小-大	8.6/0.6	46.7/11.6	是	6.8/11.8
	中-中	9.2/2.8	50.0/16.1	否	0.0/0.0
	中-大	5.7/1.0	70.0/22.9	是	6.0/10.4
	大-大	9.6/2.9	58.3/7.6	是	8.4/7.3

注 1: 表中性能数值按“平均值/标准差”排列;

注 2: 表中数据检测样本数≥6。

SAS 分析的结果表明,试板的组坯方式和节子的大小,对其剪切强度、木破率和浸渍剥离率均有显著性影响($\alpha=0.05$)。

2.1 组坯方式对胶合性能的影响

图 2 为三种组坯方式下樟子松试样剪切强度与木破率的变化趋势,可以看出,试样的剪切强度和木破率,以“无节-无节”组坯时最高,“有节-无节”组坯方式次之,“有节-有节”组坯方式最小。说明胶合面上节子的存在,会降低木材的胶合强度,且对木破率的影响尤为显著。

根据 JAS MAFF, Notification No. 992 标准要求,松木类木材的胶合剪切强度应>7.06 MPa,木破率应>65%,且每一个试件的强度值均应满足标准要求。本试验中,仅“无节-无节”和“有节-无节”两种组

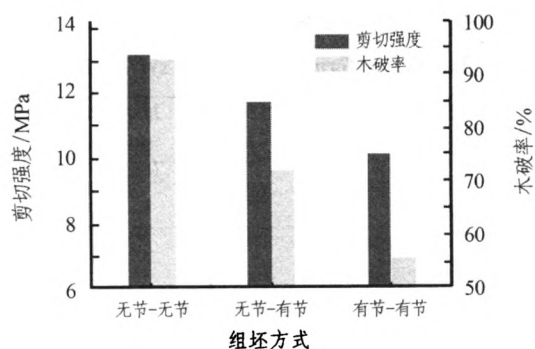


图2 组坯方式对胶合性能的影响

Fig. 2 Effect of laminating type on shear strength

坯方式下,试样的胶合剪切强度和木破率基本能满足标准要求;而“有节-有节”组坯方式下,虽然各试件剪切强度的平均值达到了标准要求,但仍有部分试件的剪切强度和木破率未达标,不符合标准中要求每个试件都必须达标的规定。

分析原因:首先,节子的存在会使木材的正常构造发生变化,如产生斜纹理,纹理方向对材料的胶合性能产生影响^[4];其次,虽然节子本身的强度很高,但其与周围木材结合不紧密,导致木材整体强度下降,因而其胶合强度亦随之下降^[5]。

另外,樟子松木材内部树脂含量高,锯切木材时损伤树脂道,易使材面受到树脂污染,影响木材的胶合。节子部分的木材结构更为致密,树脂道分布相对更多;且在制材过程中,若节子区域木材的锯切方向接近于端向切削,对树脂道损伤更大。因此,节子区域的树脂对木材胶合性能的影响更大。

2.2 节子类型对胶合性能的影响

图3所示为不同类型节子组合时,试样胶合性能的变化趋势。

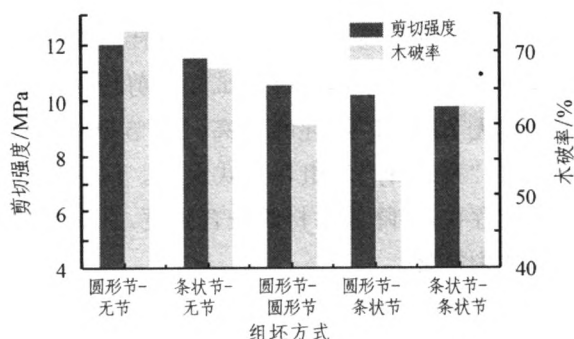


图3 节子类型对胶合性能的影响

Fig. 3 Effect of knot type on shear strength

从表2和图3可以看出,在“有节-无节”的胶合条件下,圆形节和条状节与无节材胶合时,所得胶合木材的剪切强度和木破率没有显著差异($\alpha=0.05$),且均能达到检测标准的要求;含条状节的木材,其胶合剪切强度和浸渍剥离率,低于含圆形节的木材。这是由于节子中的纤维方向与胶合面上木材的纤维方向不同所致。

在木材胶合过程中,节子区域与木材其他部位的胶合强度差异明显。当受到载荷作用时,破坏首先从节子与胶合面其他部分木材的接合处产生,一旦有微小破坏产生后,应力容易在此处集中,直至试件产生破坏。条状节的存在,使节子与胶合面接合的上下两部分纤维完全中断,而圆形活节周边区域存在扭转纹理,但纤维连续性未完全中断,导致含条状节的试件相对含有圆形节的试件,更易在节子与胶合面其他部分木材的接合处产生破坏,更早产生集中应力,剪切强度更低。

在“有节-有节”组坯方式下,试样的剪切强度和木破率没有显著差异,平均值都低于标准的规定值;但“圆形节-圆形节”与“圆形节-条状节”试样的浸渍剥离率存在显著差异($\alpha=0.05$),其中“圆形节-圆形节”试样的平均浸渍剥离率为6.1%,不满足标准中两端胶线剥离率 $\geq 5\%$ 的要求。

2.3 节子尺寸对胶合性能的影响

图4为“有节-无节”组坯方式下,试样的胶合性能随节子尺寸的变化趋势。

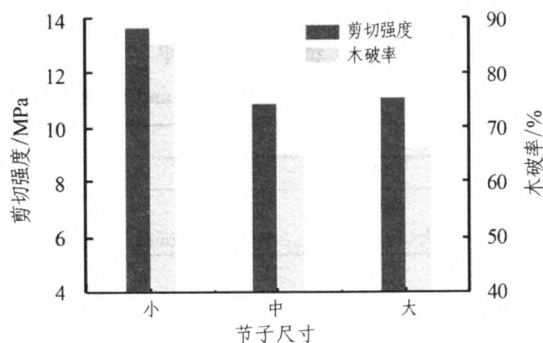


图4 有节-无节组坯时节子尺寸对胶合性能的影响

Fig. 4 Effect of knot size on shear strength of knot-clear samples

方差分析结果表明,“有节-无节”组坯方式下,节子尺寸对试样的胶合性能无显著性影响;其中,当节子直径 <25 mm时,其胶合性能与无节胶合时相近,

其剪切强度、木破率和浸渍剥离率的平均值分别为13.62 MPa、84.6%和1.9%。由此结果可知,在制材和木材分等时,可将25 mm以下的节子保留,以提高木材的出材率和利用率。

图5为“有节-有节”组坯方式下,试样胶合性能的变化趋势。可以看出,节子尺寸<25 mm时,对应的剪切强度和木破率,明显高于节子尺寸>25 mm的试样。当胶合面均为小尺寸节子(25 mm以下)时,试样的胶合性能指标基本上满足JAS MAFF, Notification No. 992标准要求,其胶合剪切强度、木破率和浸渍剥离率分别为11.4 MPa、72.8%和0%。

但是,只要有一个胶合面上的节子尺寸>25 mm,就可能产生部分试件的剪切强度和浸渍剥离率不达标,且木破率低于标准要求值。

对于尺寸>40 mm的节子,其对试样胶合剪切强度的影响,与节子尺寸在25~40 mm时无差异($\alpha=0.05$),同时也不能满足标准中关于单边胶线剥离率<1/4的要求。

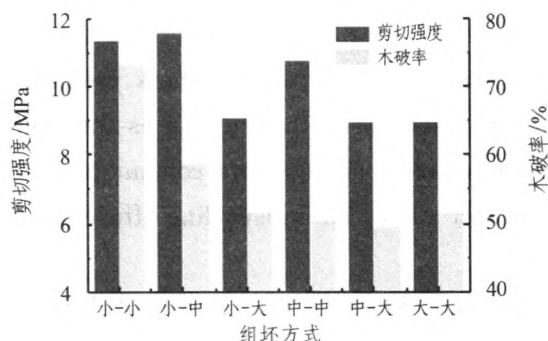


图5 有节-有节组坯时节子尺寸对胶合性能的影响

Fig. 5 Effect of knot size on shear strength of knot-knot samples

以上结果表明,节子尺寸>25 mm时,对木材的胶合性能有显著影响。节子尺寸越大,其四周倾斜纹理的斜率越陡,木材的强度损失越大,胶合性能越低。

3 结论

1) 胶合面上节子的存在,会影响木材的胶合性能。“有节-无节”组坯方式下,其胶合性能满足JAS标准要求;而“有节-有节”组坯方式下,平均胶合性能不能满足JAS标准要求。在实际生产中,应避免两个胶合面上的节子区域直接对接胶合。

2) 节子尺寸对木材的胶合性能影响显著,而节子类型的影响不显著;胶合性能随着两胶合面节子面积的增加而降低。在结构集成材的实际生产中,建议去除尺寸在25 mm以上的节子,或者避免胶合面中两个尺寸>25 mm节子的对接,以消除节子尺寸对胶合性能的影响。

3) 研究过程中发现,樟子松木材的树脂含量亦对胶合性能产生影响,有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 陈东升,金钟跃,李凤日,等. 樟子松节子的大小及分布[J]. 东北林业大学学报,2007,35(5):20-21.
- [2] GB/T 4823-1995, 锯材缺陷[S].
- [3] 张玉萍. 六种人工林木材实木胶合性能的研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院,2006.
- [4] 赵喜龙,傅峰,张海升. 人工林杨树胶合工艺及不同纹理方向胶合性能研究[J]. 内蒙古农业大学学报,2004,25(2):91-94.
- [5] 柯病凡. 节子对马尾松木构件抗弯强度及抗弯弹性模量的影响[J]. 安徽农学院学报,1982(2):11-21.

(责任编辑 向 琴、孟凡丹)

(上接第11页)

参考文献:

- [1] 杨红旗,陈志林,王金林. 铝木复合装饰人造板的研究现状与展望[J]. 木材工业,2011,25(3):34-37.
- [2] 周兆,芮秉泉. 铝箔覆面刨花板[J]. 木材工业,2000,14(1):32-34.
- [3] 王孟钟,黄应昌. 胶粘剂应用手册[M]. 北京: 化学工业出版社,1993:406-418.
- [4] 李春华,齐暑华,张剑,等. 酚醛树脂的增韧改性研究进展[J]. 国外塑料,2006,26(4):35-39.
- [5] 陈平. 热固性树脂的增韧方法及其增韧机理[J]. 复合材料学报,1999,16(3):19-22.
- [6] 伊廷会. 高性能酚醛树脂改性研究进展[J]. 塑料技术,2001(4):28-33.

- [7] 张明珠,文志红,杨德超. 聚醋酸乙烯乳液的改性研究[J]. 化学与粘合,2004(4):157-158.
- [8] 高学敏,黄世德,李全,等. 粘接和粘接技术手册[M]. 成都: 四川科学技术出版社,1990:354-358.
- [9] 夏志远. 木材工业实用大全 胶黏剂卷[M]. 北京: 中国林业出版社,1996:49-74.
- [10] 王良贤. 硅烷偶联剂对粘接性能的影响[J]. 航天工艺,1995(2):15-18.
- [11] 张玉龙. 粘接技术手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社,2001:7-8.
- [12] 李和平. 木材胶黏剂[M]. 北京: 化学工业出版社,2009:9.
- [13] 顾继友. 胶接理论与胶接基础[M]. 北京: 科学出版社,2003:196.

(责任编辑 张一萍、姜 征)