

增强金属网对尾巨桉单板/金属网层积复合材料 弹性模量的影响

李鹏, 胡传双, 李凯夫

(华南农业大学林学院, 广东广州510642)

摘要:研究了尾巨桉单板/金属网层积复合材料在 $[0/(0/90)/90]_s$ 与 $[0/(\pm 45)/90]_s$ 2种铺装方式下弹性模量的变化规律。结果表明:2种铺装方式的弹性模量随金属网目数的增加而减小;前一种铺装方式层积复合材料的弹性模量小于后者;在2种铺装方式下不锈钢金属网增强的层积复合材料的弹性模量大于铁网增强复合层积材料的弹性模量。

关键词:层积复合材料; 桉树; 增强金属网

中图分类号:TB330.1

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2008)02-0115-03

Effects of Reinforced Metal Mesh on the Elastic Modulus of Laminated Eucalyptus Veneer/Steel Mesh Lumber

LI Peng, HU Chuan-shuang, LI Kai-fu

(College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The effects of stack layouts of $[0/(0/90)/90]_s$ and $[0/(\pm 45)/90]_s$ on the mechanical properties of the laminated eucalyptus veneer/steel mesh lumber were studied. The results showed that the modulus of the laminated lumber under the above two stack layouts decreased with the increase of the wire mesh. The modulus of the laminated lumber with $[0/(\pm 45)/90]_s$ stack layout was greater than that with $[0/(0/90)/90]_s$. The modulus of the laminated lumber using stainless steel mesh was greater than that using iron mesh.

Key words: laminated veneer lumber; eucalyptus; reinforced metal mesh

尾巨桉旋切单板和金属网复合层积而成的尾巨桉单板/金属网层积复合材料兼具木材的自然属性和金属材料的强度,通过设计还可具有电磁屏蔽的特殊功能,因此尾巨桉单板/金属网复合层积被认为是提高尾巨桉速生材附加值的一个有效利用途径。本文研究了尾巨桉单板/金属网层积复合材料在2种铺装方式下增强金属网类型和目数对尾巨桉单板/金属网层积复合材料弯曲弹性模量的影响。

1 材料与方法

试验用尾巨桉单板由康隆木业有限公司提供,规格为长×宽×高=300 mm×300 mm×2.2 mm,干燥至含水率约为11%。20、40与60目的普通铁网

与不锈钢金属网(中国河北安加丝网制造有限公司,工业级)由市场购得,普通铁网丝径分别为0.35、0.21和0.17 mm,孔径分别为0.84、0.42和0.27 mm,不锈钢金属网丝径分别为0.32、0.18和0.13 mm,孔径分别为0.95、0.44和0.30 mm。应用广东增城广和胶水厂提供的酚醛树脂胶黏剂($w_{\text{固体}}$ 为49%,苯酚与甲醛物质的量比为1:2)对尾巨桉单板进行双面施胶,施胶量为350 g/m²。按相邻2层纹理方向相互垂直的尾巨桉单板之间嵌入金属网的形式进行组坯,利用3层尾巨桉单板与2张铺装方式、种类和目数都相同的金属网组成5层尾巨桉单板/金属网层积复合材料。其中,嵌入金属网与组坯长轴方向的夹角为 $(0/90)^\circ$ 或 $\pm 45^\circ$,分别对应 $[0/(0/90)/90]_s$ 和 $[0/(\pm 45)/90]_s$ 。这2种铺装方式。用于对比

收稿日期:2007-06-20

作者简介:李鹏(1984—),男,硕士研究生;通讯作者:胡传双(1978—),男,副教授,博士,E-mail:cshu@scau.edu.cn

基金项目:华南农业大学校长基金(4400-K05107)

的3层胶合板组坯方式与尾巨桉单板/金属网层积复合材的铺装方式相同,但不插入强化金属网. 陈化30 min后,放入热压机(型号为BY602 X 2/2.5A,华翔木业机械有限公司制造),采用预试验优化的热压工艺(140 °C、1.4 min/mm²,1.8 MPa)压制成板,卸板冷却并放置24 h后,应用万能力学试验机(型号AG-50KNI,日本岛津公司制造)按照国家标准GB/T 17657-1999^[1]测试层积材的顺纹弯曲弹性模量.

2 结果与分析

2.1 金属网类型对弹性模量的影响

由图1可知,除了 $[0/(0/90)/90]$ 铺装方式下60目普通铁网增强层积复合材的弹性模量与3层胶

合板的弯曲弹性模量相近外, $[0/(\pm 45)/90]$ 与 $[0/(\pm 45)/90]$. 2种铺装方式下尾巨桉单板/金属网层积复合材的弹性模量均大于未插入增强金属网的三层胶合板的弹性模量. 在上述2种铺装方式下当增强金属网目数相同时,尾巨桉单板/不锈钢金属网层积复合材的弹性模量均大于尾巨桉单板/铁网层积复合材的弹性模量,作者认为造成差异的原因是增强金属网的弹性模量大小会影响尾巨桉单板/金属网层积复合材弹性模量的大小. 由文献[2]可知不锈钢金属网等效弹性模量为206 GPa,而普通铁网的等效弹性模量为113 GPa,不锈钢金属网的等效弹性模量大于普通铁网的等效弹性模量.

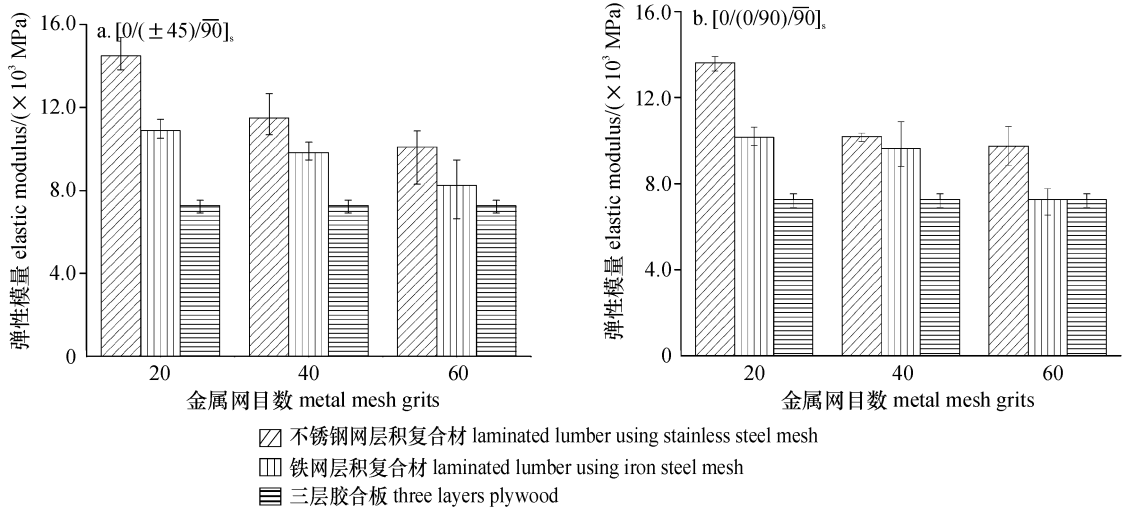


图1 不同类型增强金属网对尾巨桉单板/金属网层积复合材弹性模量的影响

Fig. 1 Effects of the different metal mesh on elastic modulus of the laminated eucalyptus veneer/metal mesh lumber

2.2 金属网目数对弹性模量的影响

由图2可知, $[0/(0/90)/90]$ 和 $[0/(\pm 45)/90]$ 铺装方式下,随增强金属网目数的增加弹性模量依次递减,20目金属网增强层积材的弹性模量最高,40目的次之,60目的最小. 例如在 $[0/(0/90)/90]$ 铺装方式下,20、40和60目的尾巨桉单板/不锈钢金属网层积复合材的弹性模量分别为13 620、10 180和9 745 MPa,尾巨桉单板/铁网层积复合材的弹性模量分别为10 140、9 640和7 255 MPa. 单就增强金属网而言,在每平方米金属网质量相同的情况下,网孔越密、丝径越细承载性能越好^[3]. 但在金属网作为尾巨桉单板/金属网层积复合材的增强层时,尾巨桉单板/金属网层积复合材弹性模量出现相反的趋势. 分析认为原因有三:首先,与金属网接触的相邻两层尾巨桉单板在胶黏剂接合作用下透过金属网孔洞存在铆接作用^[4],并根据织物层间剪切理论可

知,层间剪切强度由金属网表面与尾巨桉单板之间的粘接剪切强度和金属网孔洞形成的层间铆钉剪切强度2部分组成,由织物增强复合材料界面剪切强度理论^[5-6]分析可知,层间铆钉剪切强度为尾巨桉单板/金属网层积复合材层间剪切强度的主要影响因素,随着金属网目数的增加,基体的铆接面积随之减小,从而导致层间剪切强度的减小;其次,由界面粘接特性对层积材弯曲刚度的影响^[7]可知,随着界面粘接状况的弱化,会导致尾巨桉单板/金属网层积复合材整体的弯曲弹性模量下降;再次,由3点弯曲试验观察到尾巨桉单板/金属网层积复合材的破坏形式首先是从金属网与尾巨桉单板界面结合较弱处开始开裂,裂纹沿着界面传递,致使金属网发生滑移,导致载荷在界面处卸载,阻碍了载荷的连续传递,以至于不能完全发挥金属网理论上的增强效果,导致层积复合材整体弹性模量的下降.

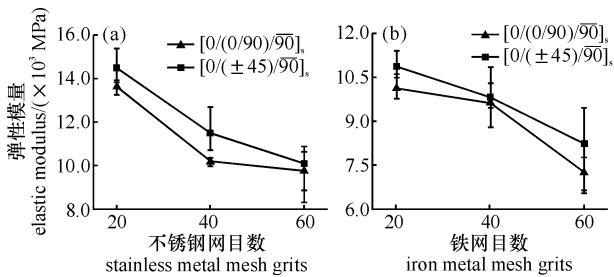


图2 不同金属网目数对尾巨桉单板/金属网层积复合材料弹性模量的影响

Fig. 2 Effects of the metal mesh grits on elastic modulus of laminated eucalyptus veneer/metal mesh lumber

2.3 金属网的铺装方式对弹性模量的影响

由图2可知,对于20、40与60目不锈钢金属网与铁网的层积复合材料, $[0/(\pm 45)/90]$ 铺装方式下的弹性模量均大于 $[0/(0/90)/90]$ 铺装方式下的弹性模量. 首先,当尾巨桉单板/金属网层积复合材料界面具有理想的结合状态时,由于铆钉的作用,金属网会被很好地固定在尾巨桉单板间. 当尾巨桉单板/金属网层积复合材料受到顺纹理弯曲应力作用时,由金属网弯曲模型^[3]可知,金属网中各金属丝主要受到拉伸载荷的作用. 所以当界面具有理想的结合状态时,尾巨桉单板/金属网层积复合材料的弯曲性能增强效果很大程度依赖于金属网中金属丝的拉伸强度. 根据织物复合材料增强机理^[8]可知,对于以 $[0/(0/90)/90]$ 方式铺装的尾巨桉单板/金属网层积复合材料,其弯曲性能的增强效果很大程度是由金属网经线拉伸强度来决定的,而当其按 $[0/(\pm 45)/90]$ 方式进行铺装时,其经纬方向的金属丝线共同承受拉伸应力的作用,这时纵向等效经纬方向金属丝的拉伸强度为 $\sigma'_L = (\sigma_L + \sigma_T) \cos 45^\circ$, 其中 σ_L 为经线正轴拉伸强度, σ_T 为纬线正轴拉伸强度. 又由于试验所用金属网为平纹织物,且经纬方向金属丝的性能与密度相同,所以上式可改写为: $\sigma'_L = 2\sigma_L \cos 45^\circ$, 这时有 $\sigma'_L > \sigma_L$ 关系成立,所以可以看出对于相同目数的金属网, $[0/(\pm 45)/90]$ 铺设方式的承载能力要高于 $[0/(0/90)/90]$ 铺设方式的承载能力. 其次,试验中发现 $[0/(\pm 45)/90]$ 铺设方式下尾巨桉单板/金属网层积复合材料中的金属网在纵向拉伸力作用下网孔在宽度方向上出现几何尺寸减小的现象,如上分析,当尾巨桉单板/金属网层积复合材料受到弯曲载荷时金属网丝线会受到拉伸应力的作用,

这时由于 $[0/(\pm 45)/90]$ 铺设方式的层积复合材料的金属网的几何变形作用而增加金属丝线与胶钉之间接触与摩擦应力,增强了金属网的固定作用,使之更好地限制弯曲破坏过程中金属网的侧移现象,使弯曲应力得以连续传递,从而更好地发挥金属网的增强作用. 而对于 $[0/(0/90)/90]$ 铺设方式的层积复合材料,在受到弯曲载荷的作用时则没有此类几何结构变形现象,即不存在此类相应的增强作用.

3 结论

在 $[0/(0/90)/90]$ 和 $[0/(\pm 45)/90]$ 2种铺装方式下,尾巨桉单板/不锈钢金属网层积复合材料和尾巨桉单板/铁网层积复合材料的弹性模量均随增强金属网目数的增加而减小.

$[0/(0/90)/90]$ 铺装方式下尾巨桉单板/不锈钢金属网层积复合材料和尾巨桉单板/铁网层积复合材料的弹性模量都小于 $[0/(\pm 45)/90]$ 铺装方式下层积复合材料的弹性模量.

在铺装方式及增强金属网目数都相同的情况下,尾巨桉单板/不锈钢金属网层积复合材料的弹性模量要大于尾巨桉单板/铁网层积复合材料的弹性模量.

参考文献:

- [1] 中国林业科学研究院木材工业研究所,人造板标准化技术委员会. GB/T17657-1999 人造板及饰面人造板理化性能试验方法[S]. 北京:中国标准出版社,1999.
- [2] 成大先. 机械设计手册[M]. 4版. 北京:化学工业出版社,2002.
- [3] 严肃,张世凯,陈维国,等. 金属网受力浅析[J]. 中州煤炭,1987(3): 7-12.
- [4] 高峰,姚穆. 织物增强复合材料层间基体铆接与层间剪切强度的关系[J]. 西北纺织工学院学报,1995, 9(3): 199-204.
- [5] 高峰,姚穆. 织物结构对增强复合材料层间断裂韧性的影响[J]. 西北纺织工学院学报,2001(2): 256-259.
- [6] NAIK N K, REDDY K S, MEDURI S. Interlaminar fracture characterization for plain weave fabric composites[J]. Journal of Materials Science, 2002, 37(14): 2983-2987.
- [7] 晏雄. 板状力学梯度功能材料弯曲特性[J]. 玻璃钢/复合材料,1996(2): 6-10.
- [8] 吴德隆,沈怀荣. 纺织复合材料的力学性能[M]. 长沙:国防科技大学出版社,1998.