

轻型木结构中定向刨花板的握钉力分析

高建^{1,2}, 黄素涌¹, 任海青², 钟永²

(1. 西南林业大学材料工程学院, 云南昆明 650000; 2. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 选择圆钉、麻花钉与4种厚度定向刨花板(OSB), 测试不同因素水平组合下板材的抗拔握钉力和侧压握钉力。结果表明: OSB的抗拔握钉力和侧压握钉力分别为0.223~1.156 kN和1.383~2.678 kN, 握钉力均随板材厚度的增加而增大, 麻花钉增加速率明显快于圆钉。

关键词: 轻型木结构; 定向刨花板; 麻花钉; 圆钉; 抗拔握钉力; 侧压握钉力

中图分类号: TS67; TU366.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2017)01-0023-04

Nail Holding Ability of Oriented Strand Board in Light Wood Frame Construction

GAO Jian^{1,2}, HUANG Su-yong¹, REN Hai-qing², ZHONG Yong²

(1. College of Materials Engineering for Southwest Forestry University, Kunming 650000, Yunnan, China;

2. Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry Sciences, Beijing 100091, China)

Abstract: Two types of nails (circle nail and twist nail), and four different thicknesses of oriented strand board (OSB) specimens were selected for testing their nail pulling resistance and lateral nail holding abilities. The results indicated that the nail holding ability of the OSB was from 0.223~1.156 kN, while the lateral nail holding ability was from 1.383~2.678 kN. Both the pulling resistance and lateral nail holding abilities were enhanced with the increase of the OSB thickness. For the two types of nails, the nail holding ability for twist nail was higher than that for circle nail. Furthermore, there were significant differences between different test groups.

Key words: light wood structure; oriented strand board; twist nail; circle nail; anti-pulling nail holding ability; lateral nail holding ability

轻型木结构在北美住宅建筑中大量使用, 是一种由构件断面较小的规格材, 均匀密布连接组成的一种结构形式, 由主要结构构件和次要结构构件共同作用承受各种荷载, 具有经济、安全、结构布置灵活的特点。钉连接是轻型木结构节点连接的重要

方式。

钉连接节点承受的荷载分为两个方向, 即垂直于钉杆的侧向剪力(侧压握钉力)与平行于钉杆的垂直拔出力(抗拔握钉力), 是衡量钉连接节点性能的两个基本指标。目前, 国内外轻型木结构的覆面板大多采用定向结构板(OSB), 已有的国内外规范只给出了轻型木结构屋面板和楼面板的抗拔握钉力和侧压握钉力合格范围, 而墙面板只限定了抗拔握钉力的合格范围。由于握钉力数据变异性很大, 因此, 对墙面板抗拔握钉力的深入研究十分必要。

收稿日期: 2016-06-20; 修改日期: 2016-11-14

基金项目: “十二五”国家支撑计划课题“结构用木质复合材料构件制造技术研究”(2015BAD14B0502)。

作者简介: 高建(1988—), 男, 西南林业大学硕士研究生。

责任作者: 黄素涌, 女, 西南林业大学副教授, 博士。

笔者选择了两类钉与不同厚度的 OSB, 进行 OSB 覆面板握钉力的测试分析, 探讨钉类型和 OSB 厚度对轻型木结构用板材握钉力的影响, 旨在为轻型木结构钉连接和墙体结构研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 杨木 OSB: 湖北宝源木业有限公司产。采用异氰酸酯 MDI 结构胶, 施胶量 4%~6%, 连续压机热压, B3 等级, 幅面均为 1 220 mm×2 440 mm, 4 种厚度规格为: 9、12、15、18 mm。各种厚度板材数量各 10 张, 密度与含水率测试结果列于表 1。

表 1 OSB 含水率和密度测定结果

Tab.1 Moisture content and density of OSB specimens

厚度/ mm	含水率/% 均值 变异系数/%	气干密度/(g·cm ⁻³) 均值 变异系数/%	全干密度/(g·cm ⁻³) 均值 变异系数/%
9	7.2 2.2	0.624 5.1	0.582 5.2
12	5.6 5.9	0.59 5.2	0.559 5.1
15	6.8 3.3	0.613 4.5	0.574 4.6
18	6.0 3.3	0.643 2.6	0.606 2.5

2) 钢钉: 两种, 外购, 均为 Q235 钢。

① 普通圆钢钉, 直径×长度=2.8 mm×60 mm;

② 麻花钉, 直径×长度=3.8 mm×63 mm。

1.2 主要设备及仪器

万能力学试验机, 电子数显游标卡尺等。

1.3 试验方法

试验分两组进行(表 2), 分别考察钉类型和 OSB 覆面板厚度两个因素对 OSB 抗拔握钉力和侧压握钉力的影响。其中在 18 mm 厚 OSB 侧压握钉力测试时, 由于钉已达到屈服破坏而 OSB 依然完好, 无法测出 OSB 的准确侧压握钉力, 因此侧压握钉力测试仅对 9、12、15 三种厚度 OSB 进行。

每个因素组合重复 60 次, 抗拔握钉力 8 个水平组合共 480 个数据值; 侧压握钉力 6 个水平组合共

表 2 试验设计及因素水平

Tab.2 Factors and levels of experiments

组别	测试指标	因素水平	试件数量
I	抗拔握钉力	2 种钉 (圆钉、麻花钉) 4 种 OSB 厚度 (9、12、15、18 mm)	8×60
II	侧压握钉力	2 种钉 (圆钉、麻花钉) 3 种 OSB 厚度 (9、12、15 mm)	6×60

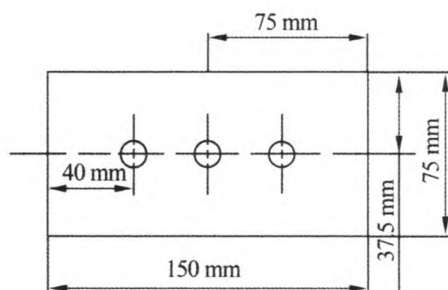
360 个数据值。统计各组合的抗拔握钉力和侧压握钉力, 采用 SPSS 软件进行方差分析和多重比较。

1.4 性能检测

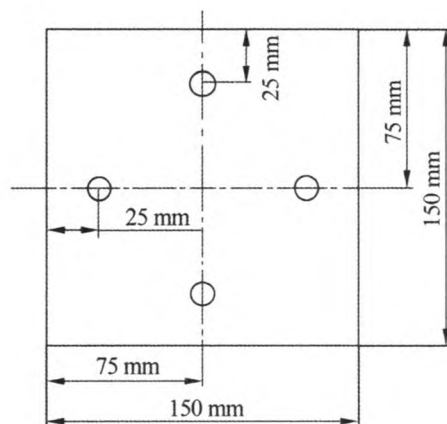
因国内外无专门的板材握钉力试验规范, 故本试验参照 GB/T14018-2009《木材握钉力试验方法》和 GB/T22349-2008《木结构覆板用胶合板》, 选取试样尺寸并进行握钉力试验。

测试抗拔握钉力、侧压握钉力时, 钉的位置分别如图 1a、1b 所示。因为两种夹具要安装在两个试验机上, 分别采用美国 Istron10 t 万能力学试验机、日本 5t 万能试验机上进行单调加载, 直至钉完全拔出后停止试验, 记录最大荷载作为抗拔握钉力。

每组试验重复次数为 60, 结果取平均值。



a 抗拔握钉力



b 侧压握钉力

图 1 握钉力测试试样示意图

Fig.1 Sketch of tensile testing specimen

2 结果与讨论

2.1 因素水平组合的影响分析

不同钉及 OSB 厚度组合条件下, 板材握钉力的测试结果列于表 3; 方差分析结果列于表 4。

表3 抗拔握钉力和侧压握钉力测试结果

Tab.3 Test results of nail holding ability and lateral nail holding ability

试验因素及水平		抗拔握钉力/kN					侧压握钉力/kN				
钉类型	OSB 厚度/mm	编号	平均值	标准差	最大值	最小值	编号	平均值	标准差	最大值	最小值
圆钉	9	I-1	0.223D	0.068	0.375	0.097	II-1	1.383D	0.207	0.860	1.920
	12	I-2	0.326C	0.078	0.538	0.167	II-2	1.474D	0.255	0.820	2.050
	15	I-3	0.416C	0.134	0.963	0.200	II-3	1.760C	0.218	1.220	2.320
	18	I-4	0.535C	0.098	0.785	0.289					
麻花钉	9	I-5	0.397C	0.155	0.998	0.138	II-4	1.778C	0.318	0.830	2.600
	12	I-6	0.447C	0.220	1.097	0.126	II-5	2.114B	0.398	1.280	3.850
	15	I-7	0.905B	0.335	1.682	0.289	II-6	2.678A	0.534	1.630	4.360
	18	I-8	1.156A	0.376	2.118	0.505					

注：表中字母分别表示在 0.01 和 0.05 水平的差异显著性。

表4 抗拔握钉力和侧压握钉力因素组合方差分析

Tab.4 Variance of analysis for nail holding ability and lateral nail holding ability

指标	差异源	平方和	自由度	均方	F	P
抗拔握钉力	组间	42.192	7	6.027	132.350	$4.48 \times 10^{-107}^{**}$
	误差	21.496	472	0.046	-	-
	总计	63.688	479	-	-	-
抗侧压握钉力	组间	67.629	5	13.526	115.849	$2.68 \times 10^{-72}^{**}$
	误差	41.331	354	0.117	-	-
	总计	108.960	359	-	-	-

注：**表示差异极显著，即 $P < 0.01$ 。下同。

第1组抗拔握钉力在8种组合条件的测试结果平均值为0.223~1.156 kN，最大值对应组合为麻花钉和18 mm厚OSB覆面板；第2组侧压握钉力在6种组合条件的测试结果平均值为1.383~2.678 kN，最大值对应麻花钉和15 mm厚OSB覆面板的组合。

通过对比可发现，在OSB厚度相同时，无论是抗拔握钉力还是侧压握钉力，均以麻花钉的测试值居高；而相同钉与OSB厚度组合，侧压握钉力值明显高于抗拔握钉力值。

由表4结果可知，对抗拔握钉力而言，8种不同组合条件的测试值存在极显著差异；同样，6种不同组合条件，亦导致侧压握钉力测试值的极显著差异。进一步采用极差分析与组间方差分析，探讨影响握钉力的主导因素，结果分别列于表5与表6。

2.2 主要因素影响分析

极差分析结果（表5）表明，影响OSB覆面板握钉力的主导因子是麻花钉和OSB覆面板厚度。抗拔握钉力的最优组合为：麻花钉和18 mm厚OSB覆

表5 各因素及其水平的极差分析

Tab.5 Range analysis of factors and levels

因素	水平	抗拔握钉力	侧压握钉力
钉类型	圆钉	0.375B	1.539B
	麻花钉	0.726A	2.19A
	极差	0.351	0.651
OSB 厚度	9	0.310D	1.581C
	12	0.386C	1.794B
	15	0.660B	2.219A
	18	0.846A	
	极差	0.536	0.638

表6 因素水平间方差分析

Tab.6 Analysis of variance among level of factors

握钉力	差异源	离差平方和	自由度	均方	F	P 值
抗拔	A	14.802	1	14.802	325.029	$1.15 \times 10^{-55}^{**}$
	B	22.105	3	7.368	161.792	$4.05 \times 10^{-72}^{**}$
	A*B	5.285	3	1.762	38.682	$2.29 \times 10^{-22}^{**}$
	误差	21.496	472	0.046	-	-
	总计	209.170	480	-	-	-
抗侧压	A	38.149	1	38.149	326.744	$3.32 \times 10^{-52}^{**}$
	B	25.357	2	12.678	108.592	$1.68 \times 10^{-37}^{**}$
	A*B	4.124	2	2.062	17.660	$4.89 \times 10^{-8}^{**}$
	误差	41.331	354	0.117	-	-
	总计	1360.413	360	-	-	-

面板；侧压握钉力的最优组合为：麻花钉和15 mm厚OSB覆面板。说明使用麻花钉并提高OSB覆面板厚度，可以快速提升OSB覆面板的握钉力。

由表6因素水平间的方差分析结果可知，钉类型和OSB厚度的不同水平，以及两者的交互作用，

对 OSB 的抗拔握钉力和侧压握钉力均具有极显著影响。说明钉和 OSB 覆面板均极显著提高了 OSB 覆面板的握钉力,两者同时作用比单一因素提高握钉力的效果更优。

同时,麻花钉的试件握钉力极其显著地高于圆钢钉;不同厚度的 OSB 覆面板,厚度越大对握钉力的影响越显著。在所有的影响因素范围内,无论是麻花钉还是圆钢钉,其抗拔握钉力和侧压握钉力均随 OSB 覆面板厚度的增加而提高。

3 结论

1) 在本试验条件下,轻型木结构 OSB 覆面板的抗拔握钉力平均取值范围为 0.223~1.156kN,侧压握钉力平均取值范围为 1.383~2.678kN。随着 OSB 厚度的增加,麻花钉的握钉力增加速率更快。

2) 钉和 OSB 覆面板厚度是影响板材抗拔握钉力和侧压握钉力的主要因子。在轻型木结构建筑中,使用麻花钉和相对厚度较大的 OSB,可以提高结构的可靠度,明显改善轻型木结构建筑的耐久性。

参考文献:

- [1] 李吉庆,陈礼辉,苏团. 3 种常用螺钉对家具用竹集成材面握钉力的研究[J]. 福建林学院学报, 2011, 31 (3): 271-275.
- [2] 王军,尹子康,范秀丽,等. 导向孔径比与刨花板的握钉力[J]. 吉林林业科技, 1989 (3): 48-51.
- [3] 杨小军,孙友富. 木构件螺钉结合持久性能研究[J]. 福建林学院学报, 2012, 32 (1): 93-96.
- [4] 陈恩灵,费本华,郭伟. 木结构握钉力的研究与发展[J]. 木材加工机械, 2008, 19 (3): 38-43.
- [5] 林利民,唐伟,王厚军,等. 轻型木结构建筑胶合板覆板的握钉力性能[J]. 木材工业, 2005, 19 (5): 4-6.
- [6] 陈恩灵,费本华. 杉木规格材圆钢钉握钉力性能研究[J]. 木材加工机械, 2008, 19 (5): 31-34.
- [7] 赵荣军,费本华,陈恩灵,等. 杉木规格材圆钢钉握钉强度研究[J]. 建筑材料学报, 2010, 13 (4): 463-467.
- [8] 程大莉,谭喆,刘雪瑶,等. 深冷处理对桦木胶合板抗弯强度和握钉力的影响[J]. 木材加工机械, 2015 (5): 14-16.
- [9] 程迅. 玉米秸秆模压制品握钉力的试验研究[J]. 木材加工机械, 2008, 19 (3): 14-17.
- [10] Alper A. Determination of screw and nail withdrawal resistance of some important wood species[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2008, 9 (4): 626-637.
- [11] Reza Taghiyari H, Gholamiyan H, Karimi A. Effects of heat-treatment on screw and nail withdrawal resistance of nanosilver-impregnated and untreated solid woods[J]. Current Nanoscience, 2012, 8 (4): 637-642.

(责任编辑 向琴)

行业简讯

美国阔叶木窑干材证书会议

2016 年 12 月,美国阔叶木外销委员会(AHEC),联合北美硬木板材协会(NHLA)、美国驻华大使馆农业贸易处等机构,在北京召开了窑干材证书会议。

会议由 AHEC 东南亚及大中华区处长陈席镇主持;美国驻华大使馆农业贸易处主任、美国动植物检疫局北京办事处亚太区区域主任到会致辞; NHLA 首席检测员 Dana Spessert,就窑干认证项目的实施进展、窑干技术规范做专题报告。

该项目由美国农业部动植物检疫服务中心(USDA-APHIS)发起,通过 APHIS 和 NHLA 两个机构的“谅解备忘录”[Memorandum of Understanding (MOU)]来实施管理。NHLA 获得 USDA-APHIS 的授权批准,从事窑干材鉴定,建立了严格的月度审计制度,对干燥质量达到其标准要求的板材,出具窑干证书。

窑干材证书得到 USDA-APHIS 监控和批准,每半年审计一次,与 USDA-APHIS 的检疫证书具有同等效力,用以代替授权认证的官方检验。通过认证

的窑干材必须附有窑干材证书,在运输包装上均有钢制条码标签,标明产地、目的地、认证标准和货物明细等信息,通过标签可追溯至产地。目前, NHLA 的窑干证书已得到欧盟 27 个国家,以及澳大利亚、巴西、委内瑞拉和越南的认可,替代了美国农业部的植物检疫证书。

中国作为美国阔叶木最重要的市场,目前尚未认可使用 NHLA 窑干证书。因此,主办方希望通过此次会议,向中国国家质量监督检验检疫总局及相关政府单位介绍美国阔叶木窑干材证书的情况,普及窑干证书的相关知识,寻求中美双边在美国阔叶木贸易时,以 NHLA 窑干证书替代使用美国农业部植物检疫证书。

全美硬木锯材协会 NHLA,成立于 1898 年,代表了 1 200 多家从事生产、使用和销售北美硬木锯材的企业,建立有一整套统一的分等规则,以用来测量和检查硬木锯材。会上还向与会者介绍了板材检验的规则概要。

向琴