

讨论与建议

拔钉延迟时间对木结构用材 握螺钉力性能的影响

阙泽利¹, 杨玲², 王菲彬³, 王永兵⁴, 吴勇⁴

(1. 南京林业大学材料科学与工程学院, 江苏南京 210037; 2. 南京林业大学研究生院, 江苏南京 210037;
3. 南京林业大学风景园林学院, 江苏南京 210037; 4. 苏州皇家整体住宅系统股份有限公司, 江苏苏州 215105)

摘要: 为了获取木结构螺钉连接强度的基础数据, 探讨拔钉延迟时间对三种木结构用材握螺钉力性能的影响。试验结果表明: 1) 3种材料的握螺钉力依次为: 落叶松规格材(纵面) > 杨木胶合板(板面) > 杨木单板层积材(板面); 2) 随着拔钉延迟时间的延长, 落叶松规格材的纵向握螺钉力几乎没有变化; 杨木单板层积材和胶合板的板面握螺钉力均呈现先增大、后递减、再趋于平稳的趋势, 其中杨木胶合板的板面握螺钉力变化幅度更小。

关键词: 落叶松; 规格材; 杨木; 单板层积材; 胶合板; 握螺钉力; 延迟时间

中图分类号: TU366.2 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2014)04-0032-04

Effects of Screw Extracting Delay Time on Withdrawal Strength of Wood Structural Materials

QUE Ze-li¹, YANG Ling², WANG Fei-bin³, WANG Yong-bing⁴, WU Yong⁴

(1. College of Material Science and Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;
2. Graduate School of Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;
3. College of Landscape Architecture, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;
4. Suzhou Crownhomes Co., Ltd., Suzhou 215105, Jiangsu, China)

Abstract: Three kinds of structural materials, larch lumber, poplar laminated veneer lumbers (LVL) and poplar plywood were selected to evaluate the effects of screw extracting delay time on withdrawal strength of the materials. The results found that the vertical screw withdrawal strength for larch lumber was higher than the face withdrawal strength of poplar LVL and poplar plywood. With the extension of screw extracting delay time, larch vertical withdrawal strength kept almost the same, while the face withdrawal strength of poplar LVL and plywood increased at the beginning and then decreased until stabilized. The change in the face withdrawal strength of the poplar plywood was smaller than poplar LVL.

Key words: larch; dimension lumber; poplar; laminated veneer lumbers (LVL); plywood; withdrawal strength of screw; extracting delay time

收稿日期: 2013-12-11; 修改日期: 2014-05-25

基金项目: 江苏高校优势学科建设工程资助项目“不同国家规格材强度性能评价方法及相关性研究”(PAPD201102); 南京林业大学引进高层次人才基金“木结构中各种木基结构板材钉接合性能的研究”(163020031); 苏州市吴中区创新创业领军人才资助项目“高温高湿高盐环境对木结构建筑用材性能的影响及检测装备的研发”(WC201322)。
作者简介: 阙泽利(1973—), 南京林业大学副教授, 博士。

落叶松规格材、单板层积材(Laminated Veneer Lumber, LVL)和胶合板作为常见的木质工程材料, 已广泛应用于北美民用和商业木结构建筑中, 也是我国开展研究较早的结构用材。木结构各构件的连接性能

是木结构设计重要的内容之一,而钉连接是木结构构件的最主要和广泛使用的连接方式。木结构发达国家经过 60 多年的应用与研究,对钉入深度、钉直径^[1]、钉形状以及使用条件等影响因素进行了深入探讨^[2-6]。

我国木结构设计规范和试验方法研究刚刚起步,握钉力测试标准尚不完善。在 GB/T 14018-2009《木材握钉力试验方法》中,仅规定以直径 2.5 mm 的普通圆钢钉的静载握钉力值作为衡量值,在木结构构件连接性能的稳定性和可靠性等方面的数据明显不足。在 GB/T 14018-2009 和 GB/T 17657-1999《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》中,要求拧入螺钉后立即进行拔钉试验,然而拔出螺钉的延迟时间及放置环境对握螺钉力性能仍有一定影响^[7],目前国内鲜见相关研究。

鉴于此,笔者以落叶松规格材、杨木 LVL 和杨木胶合板等 3 种常用木质工程材料为研究对象,分析拔出螺钉的延迟时间对其握螺钉力的影响,旨在探讨木结构螺钉连接强度的影响因素,为相关标准制订提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 木材试件,3 种,均外购。

① 俄罗斯落叶松规格材:平均密度 0.614 g/cm³,含水率 18.6%,厚度 70 mm。

② 杨木 LVL:平均密度 0.455 g/cm³,含水率 8.0%,厚度 30 mm,14 层,脲醛树脂胶。

③ 杨木胶合板:平均密度 0.473 g/cm³,含水率 14.3%,厚度 25 mm,15 层,酚醛树脂胶。

三种板材均锯截成 150 mm×50 mm(长×宽)的试件,长度方向为表板木材顺纹方向,每种材料样本数为 6。

2) 自攻螺钉:市售,符合我国标准 GB/T 845-1985《十字盘头自攻螺钉》的要求,螺钉公称长度 38 mm,外径 4.2 mm。

1.2 试验方法

参照 GB/T 14018-2009 及 GB/T 17657-1999 进行试验。试件在温度(20±2)℃、相对湿度(65±5)%条件下放至质量恒定;再在室内环境温度 20~25℃、相对湿度 35%~45%的条件下进行测试。

设定导孔深度为 19 mm、直径为 2.8 mm,自攻螺钉拧入深度为(15±0.5) mm,钻孔及拧钉时必须保持和板面垂直;时间延迟间隔 0、1、2、3、4、5、7、12 和 24 h 后,进行拔钉试验。拔钉速度均为 15 mm/min,螺钉拔出时的最大力即为握螺钉力,精确至 10 N。

2 结果与分析

2.1 落叶松规格材纵面握螺钉力

试验结果列于表 1。拔钉延迟时间对落叶松规格材纵面握螺钉力的影响,如图 1 所示。测量数据的变异系数均<10%,又依据 GB/T 17657-1999 数据取值精确至 10 N,数据的离散性非常小,故未进行显著性差异分析。

表 1 和图 1 显示,尽管随着拔钉延迟时间的增加,落叶松规格材纵面握螺钉力基本在 1 260 N 上下浮动,最大握螺钉力和最小握螺钉力的测试结果仅相差 38 N。

表 1 落叶松规格材纵面握螺钉力测试结果

Tab. 1 Vertical screw withdrawal strength for larch lumber

延迟时间/h	平均值/N	标准偏差/N	变异系数/%
0	1 227	57	5.0
1	1 230	60	9.1
2	1 345	92	7.2
3	1 256	100	8.0
5	1 246	82	7.4
7	1 262	43	3.8
12	1 265	87	7.0
24	1 250	82	6.5

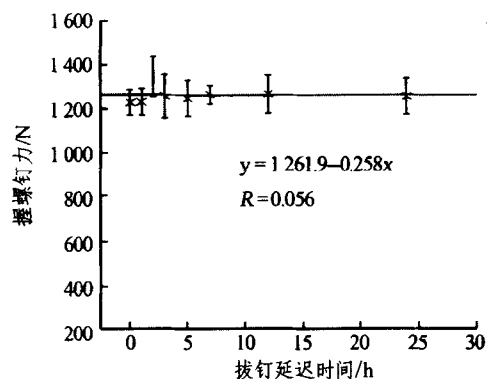


图 1 拔钉延迟时间对落叶松规格材纵面握螺钉力的影响

Fig. 1 Effect of extracting delay time on screw withdrawal strength for larch lumber

这是由于俄罗斯落叶松具有干缩较大、干燥较慢、在干燥过程中易开裂(径裂和轮裂)等特点,属较难加工木材,在螺钉刚开始钉入落叶松规格材时,对周围木材产生挤压,使得螺钉和周围木材之间形成了一定的间隙,随着钉入时间的延长,螺钉和木材之间的接触面积并没有产生很大的松弛及收缩变化,因此螺钉拔出力接近。

2.2 杨木 LVL 板面握螺钉力

试验结果列于表 2,拔钉延迟时间对杨木 LVL 板面握螺钉力的影响,如图 2 所示。

表 2 杨木 LVL 板面握螺钉力测试结果
Tab. 2 Screw withdrawal strength for poplar LVL

延迟时间/h	平均值/N	标准偏差/N	变异系数/%
0	984	86	8.7
1	1 128	170	15.1
2	1 135	119	10.5
3	1 256	100	8.0
5	1 274	106	8.3
7	1 259	159	12.6
12	1 181	221	18.7
24	1 089	143	13.1

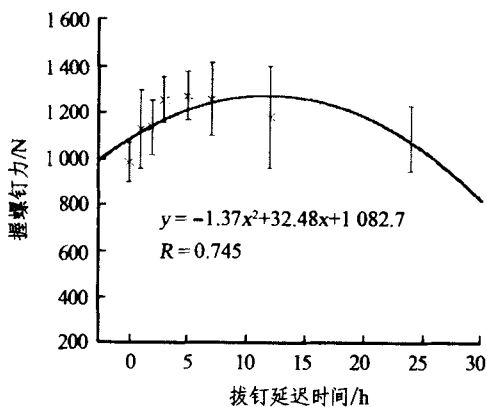


图 2 拔钉延迟时间对杨木 LVL 板面握螺钉力的影响
Fig. 2 Effect of extracting delay time on screw withdrawal strength for poplar LVL

从表 2 和图 2 可见,随着拔钉延迟时间的延长,杨木 LVL 的板面握螺钉力呈先增大、后逐减、再趋于平稳的趋势,5 h 左右产生最大握螺钉力。

导致原因是:当螺钉钉入板材时,对接触的木材产生挤压作用,木材象楔体一样顺着螺纹嵌入相邻两齿之间,拔出时必定会造成两齿之间楔形木材的剪切破坏。在初始 0~5 h 内,随着时间的延长,螺钉与木材接触紧密且面积增大,故握螺钉力逐渐增大;

但当拔钉延迟时间超过 5 h 后,由于单板层积材是由多层单板顺纹叠加胶合压制而成,螺钉与木材之间未能形成连续性接触面积,螺纹间进入的楔形木材易发生松驰、收缩、裂断等,使作用力逐渐减弱,故杨木 LVL 的握螺钉力随之降低。

2.3 杨木胶合板板面握螺钉力

试验结果见表 3,拔钉延迟时间对杨木胶合板的板面握螺钉力的影响,如图 3 所示。

表 3 杨木胶合板板面握螺钉力测试结果
Tab. 3 Screw withdrawal strength for poplar plywood

延迟时间/h	平均值/N	标准偏差/N	变异系数/%
0	1 021	69	6.8
1	1 150	155	13.5
2	1 051	123	11.7
3	1 229	125	10.2
5	910	84	9.2
7	1 259	159	12.6
12	1 226	121	9.9
24	1 089	143	13.1

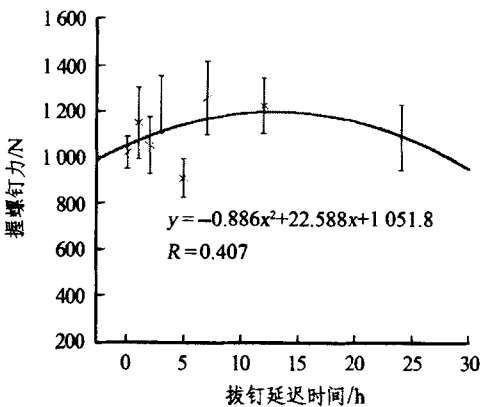


图 3 拔钉延迟时间对杨木胶合板板面握螺钉力的影响
Fig. 3 Effect of extracting delay time on screw withdrawal strength for poplar plywood

从表 3 和图 3 中可见,随着拔钉延迟时间的增加,杨木胶合板的板面握螺钉力先略微增大,在延迟时间 7.5 h 左右达到最大,然后缓慢减小至趋于平稳,总体握螺钉力较接近。

杨木胶合板的板面握螺钉力随拔钉延迟时间的变化原因与杨木 LVL 相似,但由于胶合板是单板按相邻纤维方向互相垂直的原则组坯,经涂酚醛树脂胶热压而成,强度较高,变形小,不宜松弛,因此,其板面握螺钉力随拔钉延迟时间的变化并不明显,基本处于平缓的状态。

2.4 三种材料对比

三种材料握螺钉力对比结果,如图4所示。

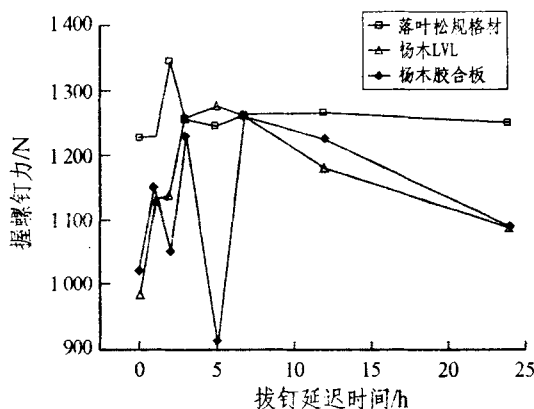


图4 三种木结构建筑用材握螺钉力的比较

Fig.4 Comparison of screw withdrawal strength for larch lumber, poplar LVL and poplar plywood

从图4可以看出:

1) 落叶松规格材的纵面握螺钉力整体上大于杨木LVL和胶合板的板面握螺钉力,在延迟时间为7.5 h时,三者握螺钉力相差最小。这是因为随着延迟时间的增加,螺钉与杨木LVL、胶合板木纤维的摩擦力作用力持续增大,近7.5 h时均达到最大值,而落叶松规格材的纵面握螺钉力基本恒定,故三者握螺钉力值相差最小。

2) 杨木胶合板板面握螺钉力大于LVL,是因为胶合板是单板通常按相邻层木纹方向互相垂直组坯、纵横交错胶合而成,而单板层积材是单板经施胶、顺纹组坯胶合而成,因此在拔钉时,胶合板中的螺钉受到木纤维的相对摩擦力作用大,故握螺钉力较大。之后,由于延迟时间的增加,螺钉和木纤维之间的间隙变大,螺纹中楔形木材发生松弛,两者握螺钉力差距不断减小。

3 结论与建议

1) 随着拔钉延迟时间的延长,落叶松规格材的纵面握螺钉力无明显变化;杨木LVL和胶合板的板面握螺钉力均先增大后逐渐减小,两者产生最大握螺钉力是延迟时间分别为5、7 h左右。

2) 拔钉延迟时间对落叶松规格材、杨木LVL和胶合板的握螺钉力均有影响,但程度不同,因此,现行国标GB/T 14018-2009及GB/T 17657-1999中,对“拧入螺钉后,立即进行拔钉试验”的规定有待商榷。

3) 在试验过程中还发现,在有引导孔的情况下,拧入螺钉时,拧入深度和垂直度仍有误差,建议使用相应的辅助工具(如螺钉定深导向块规),控制螺钉的拧入深度,并保证拧入角度垂直;另外,测试环境温度、湿度等因素对握螺钉力的影响,亦有待深入探讨。

参考文献:

- [1] 阙泽利,蒋海东,付勃,等. 导孔直径对单板层积材握螺钉力性能的影响[J]. 中国人造板, 2012(6): 14-16.
- [2] 孙学东,胡生辉,张淑军. 关于人造板握螺钉力测试方法的验证试验[J]. 中国人造板, 2006(9): 24-26.
- [3] Rammer, Douglas R, Zelinka, et al. Review of end grain nail withdrawal research [R]. Gen Tech Rep FPL-GTR-151 Madison, WI: US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2004.
- [4] Thomas E McLain. Design axial withdrawal strength from wood: Plain-shank common wire nails[J]. Forest Products Journal, 1997, 47(6): 103-109.
- [5] Özifi A. The effects of pilot hole, screw types and layer thickness on the withdrawal strength of screws in laminated veneer lumber [J]. Materials & Design, 2009(7): 2355-2358.
- [6] Aytakin A. Determination of screw and nail withdrawal resistance of some important wood species[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2008(9): 626-637.
- [7] 赵荣军,费本华. 杉木规格材圆钢钉握钉强度研究[J]. 建筑材料学报, 2010(13): 463-467.

(责任编辑 向琴)

行业简讯

2014 一季度满洲里口岸原木进口量跃增

据满洲里海关数据,2014 年第一季度,满洲里口岸进口原木 156 万 m^3 ,同比增加 31.5%,贸易额达 12.5 亿元,同比增长 27.3%,一跃成为我国原木进口量最大的口岸;进口原木全部来自俄罗斯,占我国俄产原木进口总量的一半。

为保护森林资源,俄罗斯等国家已开始调整和紧缩原木出口政策,实行配额管理。满洲里海关将加强原木及木材产品进出口监测预警,建议企业拓宽进口来源地,鼓励有实力的企业走出去,在俄罗斯建厂,完成原木的初级加工后再出口到国内。

向琴摘编