

轻型木结构建筑覆板的集中静载性能

王戈¹, 费本华², 林利民³, 唐伟³, 徐兰英³

(1. 国际竹藤网络中心, 北京 100102; 2. 中国林业科学研究院, 北京 100091; 3. 黑龙江省林产工业研究所, 哈尔滨 150040)

摘要: 介绍轻型木结构建筑覆板集中静载结构性能试验的装置、条件和方法, 并进行国产人工林落叶松胶合板作轻型木结构覆板的集中静载性能研究。结果表明: 与国外胶合板覆板具有相同厚度的国产落叶松屋面板和楼面板, 其集中载荷性能均优于相关标准的要求。

关键词: 轻型木结构; 落叶松胶合板; 覆板; 集中静载性能

中图分类号: TS66 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2005)04-0009-03

Performance of Sheathing in Light Frame Construction under Concentrated Loads

WANG Ge¹, FEI Ben-hua², LIN Li-min³, TANG Wei³, XU Lan-ying³

(1. International Center of Bamboo and Rattan, Beijing 100102, China; 2. Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 3. Forest Products Industry Research Institute of Heilongjiang, Harbin 150040, Heilongjiang, China)

Abstract: Test equipment, conditions and methods for concentrated load performance testing for sheathing panels in light frame construction were introduced in this paper. The concentrated load performance of plantation grown Chinese larch (*Larix gmelinii*) plywood used as roof and flooring panels in light frame construction was also studied. The results showed that the performance of the larch plywood, with the same thickness as foreign plywood products, exceeded the requirements for the related standards.

Key words: light frame construction; Larch plywood; sheathing; concentrated loads

木结构建筑在保温、节能、环保、舒适、材料再生及循环利用等方面, 有着传统砖混结构无可比拟的优越性, 目前国外应用最多、技术最成熟的当属轻型木结构建筑。此类建筑通常使用实木方材或工程木材作为木桁架、墙骨、搁栅、各种梁等结构构件, 用胶合板或定向刨花板等作墙面、屋面及楼面等结构覆板。我国的轻型木结构建筑及其材料的研究刚刚起步, 目前木质人造板在建筑上的应用仅 26%, 其中大部分仍用作装修材料^[1], 而对轻型木结构墙面板、屋面板和楼面板的生产及结构性能研究尚属空白。本文探讨了我国人工林落叶松胶合板作为轻型木结构房屋

覆板时的集中静载性能, 拟为今后国产人工林木材用于结构人造板生产以及木结构建筑材料提供依据。

1 试验材料与装置

1.1 材料

落叶松(*Larix gmelini*)胶合板: 取自黑龙江大兴安岭地区人造板厂, 幅面 1 220 mm×2 440 mm, 厚度分别为 12.7 mm(9 层)和 18.5 mm(13 层), 其性能指标测定结果见表 1。

1.2 装置

目前国内尚无专门的集中静载性能测试设备, 在参考美国 ASTM E66-1997、美国木材工程协会标准 PS 2-92 和加拿大 CAN-0325. 1-88 的基础上, 笔者设计和制做了集中静载试验装置, 见图 1。

1) 加载装置 利用 UMT-10T-PL 日本产 10 t 万能试验机(可采用不同方式加载, 精确度在±1%

收稿日期: 2004-06-29; 修改稿: 2005-05-29

基金项目: 国家林业局科技项目“结构用木质复合材料区域化应用研究”(2002-12)内容之一。

作者简介: 王戈(1965—), 男, 国际竹藤网络中心副研究员, 博士;

通讯作者: 费本华(1964—), 男, 中国林业科学研究院研究员, 博士。

表 1 落叶松胶合板的物理力学性能
Tab.1 Properties of Larch plywood

用途	密度/ (g·m ⁻³)	含水 率/%	平均胶合 强度/MPa	试件合格 率/%	MOR / MPa		MOE / MPa	
					纵向	横向	纵向	横向
屋面板	0.84	11.9	0.99	95.7	80.1	54.0	9690	4915
楼面板	0.79	14.0	1.12	88.9	92.3	39.4	9985	2747

注：按 GB/T 17656—1999《混凝土模板用胶合板》进行。



图 1 集中静载试验装置

Fig.1 Apparatus of concentrated static load test

内),通过工字横梁使载荷传至试板,并用试验机的传感器及数据记录装置来记录载荷值。

2)加载盘 为直径 76 mm、厚度 13 mm 的金属盘,其底面与侧立面的过渡连接为半径 1.5 mm 的弧面。加载盘的上端与球座连接,以保证加载盘表面与试板加载表面平行。

3)支承支座 可按要求调整跨距、支承试板。

4)千分表 安装在三脚架上,显示试板在载荷作用下的挠度值。

2 试验方法^[2,4]

2.1 加载方式

集中静载试验目的是模拟覆板的实际受力情况。将试板平置在 3 根等跨距的支撑支座上,形成双跨连续板。通过施加集中静载,检测其在规定静载下的挠度值及最大破坏载荷。根据覆板的支承情况,分为四周支撑、边缘不完全支撑和边缘无支撑 3 种受力状态,并在最不利的位置加载。本研究采用对试板最不利的、边缘无支撑状态进行试验,加载位置见图 2。

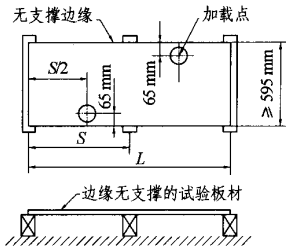


图 2 集中静载试验的试件及加载

Fig.2 Specimens under concentrated static load

2.2 试验条件

2.2.1 试板 根据我国轻型木结构建筑设计规范,选定标准中规定的最大跨距, $S=600\text{ mm}^{[5]}$; 试板尺寸为: $1\,220\text{ mm}\times 610\text{ mm}$ ($L\times B$);试板的厚度完全参考国

外同类用途、同等跨距结构板材的厚度,即屋面板(斜顶)为 12.7 mm ,楼面板 $18.5\text{ mm}^{[6]}$ 。

2.2.1 条件 覆板的最终用途不同,其集中静载试板的处理条件和试验内容、技术指标也不同。屋面板分别测试干、湿状 2 种条件下的静载挠度值及最大破坏载荷性能;楼面板测试干状及湿状再干燥 2 种条件下的静载挠度值及最大破坏载荷性能。试板处理条件如下:

1)干状 试板在 $(20\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 、 $(65\pm 5)\%$ 的条件下调节至少 2 周,使其达到恒重。

2)湿状 称量试板初重,喷湿上表面并保持 3 d 处于湿状,再称重、计算板的增湿率(注意避免试板面局部积水)。

3)湿状再干燥 将保湿 3 d 的试板重新调节到干状状态^[2-3]。

2.3 试验步骤

1)按照标准要求对试板进行处理;2)将符合条件的试板平放在支承支座上,并与支承支座紧密牢固接触;3)将千分表对准试板产生最大挠度的位置,即支承支座中间中心线上与距试板边部 152 mm 的交点处,加载速度 2.5 mm/min ,测定并记录规定载荷 (0.890 kN)下的集中静载挠度值,然后卸载。4)加载盘以 5 mm/min 速度作用于加载点,测定和记录试板破坏时的最大载荷。本试验条件下,受装置加载能力所限,测试时未能达到试板破坏的极限载荷。

2.4 胶合板覆板集中载荷性能指标^[2-3](见表 2)。

表 2 胶合板覆板集中静载性能标准指标
Tab.2 Performance criteria of concentrated static test for plywood sheathing

产品类别	跨距/mm	试验条件	最小极限/kN	最大挠度 ^a /mm
屋面板	600	干状及湿状	1.78	12.7
楼面板	600	干状及湿状再干燥	1.78	6.4

^a 为 0.890 kN 集中静载作用下的挠度值。

3 试验结果与分析

3.1 屋面板的集中静载性能

3.1.1 干状试验 落叶松屋面板干状条件下集中静载试验按图 2 进行。试板为 6 块,每块设 A、B 共 2 个测点,每点测量 3 次,测量结果的平均值列于表 3。

表 3 屋面板干状的集中静载性能
Tab.3 Test results of concentrated static loads for dry roof panel

试板 编号	挠度/mm			平均厚 度/mm
	6 测点平均值	标准差	变异系数/%	
1	5.52	0.19	3.42	13.03
2	7.08	0.22	3.07	12.60
3	5.90	0.35	6.00	13.01
4	5.61	0.24	4.33	13.02
5	5.31	0.15	2.75	12.91
6	6.02	0.23	3.90	12.71
总平均	5.90	0.63	10.7	

注：本试验极限载荷均>1.96 kN。受试验装置加载能力所限，未达到试板破坏的极限载荷。以下同。

从表 3 可见，落叶松屋面板干状集中静载下的挠度值为 5.9 mm，仅为标准规定值的 46.46%；极限载荷也高于标准规定值 1.78 kN。

3.1.2 湿状试验 试验条件与干状试验相同，结果见表 4。

表 4 屋面板湿状的集中静载性能
Tab.4 Test results of concentrated static loads for wet roof panel

试板 编号	增湿 率/%	挠度/mm		
		6 测点平均值	标准差	变异系数/%
1	6.17	7.32	0.64	8.72
2	7.98	8.34	0.18	2.21
3	6.82	7.21	0.19	2.64
4	5.17	6.80	0.56	8.16
5	7.61	7.37	0.53	7.22
6	6.77	7.00	0.12	1.70
总平均	6.75	7.34	0.63	8.60

从表 4 试验可见，落叶松屋面板试板经过增湿处理后，其湿状集中静载总平均挠度值为 7.34 mm，是标准挠度值的 57.79%。比干状试板增大了 1.44 mm；极限载荷仍高于标准规定的 1.78 kN。

由此表明，以国产人工林落叶松 12.5 mm 厚的胶合板作屋面板，其干状及湿状条件下集中静载性能均超过标准规定的技术指标。

3.2 楼面板的集中静载性能

3.2.1 干状试验 与屋面板干状条件相同，试验结果见表 5。

表 5 楼面板干状的集中静载性能
Tab.5 Test results of concentrated static loads for dry floor panel

试板 编号	挠度/mm			平均厚 度/mm
	6 测点平均值	标准差	变异系数/%	
1	2.62	0.17	6.35	18.11
2	2.58	0.05	2.01	18.12
3	2.67	0.15	5.81	18.28
4	2.81	0.16	5.65	17.75
5	2.51	0.19	7.51	18.14
6	2.62	0.32	12.06	18.36
总平均	2.63	0.20	7.56	

从表 5 试验可知，落叶松楼面板干状集中静载总平均挠度值仅为标准挠度值的 41.1%；极限载荷也高于标准规定值。

3.2.2 湿状再干燥试验 试验板经过增湿和再干燥处理，集中静载的测试结果见表 6。

表 6 楼面板湿状/再干燥后的集中静载性能
Tab.6 Test results of concentrated static loads for wet/re-dry floor panel

试板 编号	增湿 率/%	挠度/mm		
		6 测点平均值	标准差	变异系数/%
1	2.55	2.18	0.04	1.78
2	1.98	2.21	0.04	1.97
3	2.07	2.24	0.07	3.03
4	2.02	2.32	0.17	7.15
5	4.20	2.49	0.15	5.92
6	2.35	2.21	0.12	5.42
总平均	2.53	2.28	0.15	6.43

从表 6 可知，落叶松楼面板湿状再干燥后，其集中静载总平均挠度为标准值的 35.6%；比干状试板减小 0.35 mm。极限载荷也高于标准规定的 1.78 kN。

从表 5 和表 6 结果表明，以国产落叶松 18.5 mm 胶合板作楼面板，其干状及湿状再干燥条件下集中静载性能均超出标准规定的技术要求。

4 结论

1) 落叶松屋面板干状及湿状条件下，集中静载的总平均挠度值分别为 5.90 mm 和 7.34 mm，湿状集中静载挠度比干状增加 1.44 mm，分别是标准规定值的 46.46%和 57.79%；干、湿条件下，试板的极限载荷均>1.78 kN，超出标准规定值。

2) 落叶松楼面板的干状及湿状再干燥条件下的集中静载总平均挠度值分别为 2.63 mm 和 2.68 mm，是标准规定值的 41.1%和 35.6%；再干燥后，试板的集中静载挠度值与干状仅相差 0.35 mm；干状及湿状再干燥条件下试板极限载荷均>1.78 kN，超出标准规定值。

3) 与国外相同厚度的胶合板覆板相比，国产材落叶松屋面板和楼面板，其集中载荷性能均优于标准规定值。在胶合板厚度不变的前提下，可进一步通过增加单板厚度、降低单板材质标准等措施，进一步提高胶合板的出材率，降低生产成本。

参考文献：

[1] 费本华,王戈. 我国发展木结构房屋的前景分析[J]. 木材工业,2002,16(5):6-9.
[2] American Plywood Association. PS 2-92, Performance Standard for Wood-Based Structural-Use Panels[S]. 1992.
[3] GB/T 50329-2002, 木结构试验方法标准[S].
[4] GB/T 50206-2002, 木结构工程施工质量验收规范[S].
[5] GB 50005-2003, 木结构设计规范[S].
[6] Canadian Wood Council. Wood Reference Handbook [M]. Canada: Canadian Wood Council Press, 1991.

(责任编辑 姜 征)