



轻型木结构建筑用落叶松胶合板覆板性能及其生产工艺技术*

王 戈¹ 费本华² 林利民³ 王春明³ 赵荣军² 周海滨²
闫 超² 徐兰英³ 郑光林⁴

The Performance and Manufacturing Technology of Larch Plywood Sheathing for Light Wood Construction

WANG Ge¹ FEI Ben-hua² LIN Li-min³ WANG Chun-ming³ ZHAO Rong-jun² ZHOU Hai-bin²
YAN Chao² XU Lan-ying³ ZHENG Guang-lin⁴

(1. International Center for Bamboo and Rattan, Beijing 100102, China 2. Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China
3. Forest Products Industry Institute of Heilongjiang Province, Harbin 150081, China
4. Mohe Beiji Wood Products Ltd., Mohe 201109, China)

中图分类号: TS653.3 文献标识码: B 文章编号: 1001-5299(2007)05-0033-05

1 概述

胶合板是木材工业生产中历史最为悠久和利用最为广泛的人造板种之一。从用途方面可分为两大类,即以利用木材表面天然纹理和花纹装饰性能为主的薄板和以利用其力学性能为主的结构型厚板。从日本胶合板供应情况看,2003年3~6mm薄胶合板只占总产量的6%,而6~12mm和12mm以上胶合板分别占总产量的14%和77%。在北美,针叶材胶合板作为胶合板的重要板种,原料主要以花旗松、南方松、美国落叶松和美国西部黄松等树种为主,其产量约占胶合板总产量的70%以上,绝大部分用作结构型厚板,主要用于木结构房屋建筑的墙板、楼板、屋面板及复合梁等^[1,2]。此外,在集装箱底板、汽车和火车厢板、船板

及混凝土模板等方面也大量应用。成熟和完善的北美针叶材结构胶合板和日本厚胶合板的生产应用技术、性能检测方法以及评价标准,对其胶合板工业的发展起到了巨大的推动作用^[1,2]。

我国自1995年以来胶合板产量一直约占人造板总产量的50%左右,2005年胶合板产量达2 515万m³^[2]。但针叶材结构胶合板和厚胶合板产品产量占的比例极小,主要以国产或进口的珍贵树种为表板材料的装饰性薄板为主,这些产品的生产对树种和材质的依赖性强。受资源的制约及其他装饰性人造板产品快速发展的影响,装饰性胶合板产品的生产受到严重冲击。而目前我国针对结构胶合板产品的技术标准,特别是有关产品的胶合耐久性和结构性能等方面的研究很少;有关胶合板树种、单板厚度及组坯结构与结构力学性能关系方面的研究更少;缺乏成熟和完善的可以用作木结构房屋覆板的结构胶合板生产工艺和技术参数,这大大限制了结构胶合板的发展。开发结构胶合板不但可以适应木材原料变化的现状,充分利用人工林资源,提高木材利用率,而且也可以满足日益增长的环保型木结构建筑的需要。

笔者结合轻型木结构房屋有关技术要求,探讨利用落叶松原料生产木结构用胶合板覆板的有关物理力

* 此论文由国家林业局重点课题“建筑用落叶松胶合板结构用材应用技术推广”(2005-76)和国家林业局948项目“人工林木材的NIR(近红外)材性预测及增值利用技术”(2003-4-27)联合资助

王 戈, 博士, 副研究员, 国际竹藤网络中心, 北京 100102
费本华, 赵荣军, 周海滨, 闫 超, 中国林业科学研究院, 北京 100091
林利民, 王春明, 徐兰英, 黑龙江省林产工业研究所, 哈尔滨 150081
郑光林, 漠河北极木业有限公司, 漠河 201109
收稿日期: 2007-05-14



学性能和生产工艺技术,为国产结构胶合板作为环保材料用于建筑领域提供参考。

2 木结构用落叶松胶合板覆板性能评价

2.1 标准和评价体系

在我国最新颁布和实施的 GB50206—2002《木结构工程施工质量验收规范》、GB/T50329—2002《木结构试验方法标准》和 GB50005—2003《木结构设计规范》及《木结构设计手册》中,确定了我国普通木结构、胶合木结构和轻型木结构的木结构建筑体系和技术标准及试验方法。胶合板产品作为木结构建筑构件的重要组成部分,与梁、柱等方材共同构成木结构建筑的承重体系。

从木结构建筑设计和产品应用的角度,我国的木结构用胶合板产品的结构(强度)性能存在两种不同的评价体系,即结构(构造)设计体系和强度(计算)设计体系。两种性能评价体系的具体内容比较情况见表 1。

表 1 胶合板产品的结构(强度)性能评价体系比较^[3~5]

评价体系	结构(构造)设计体系	强度(计算)设计体系
适用范围	标准的轻型木结构 (跨距 ≤ 600mm、规定 载荷下)	① 大跨距(跨距 > 600mm)、大载荷轻 型木结构; ② 胶合木结构; ③ 其他木结构。
主要检测内容	胶合耐久性、均布载荷、 握钉力、集中静载、冲击 载荷、尺寸稳定性、热耐 久性、抗剪性能等。	胶合强度、静曲强度、弹 性模量等。
试件的规格	大幅面足尺(等同或接 近应用规格)	净小试件
试件的处理条件	干态、湿态和湿态重新 干燥	调湿处理
测试、评价方法 的特点	试件规格尺寸大、试件 数量多,测试项目多,周 期长,试验工作量大,测 试费用高	测试项目较少,试验相 对简单,测试费用低

强度(计算)设计体系是一种传统的产品性能测试、评价和产品设计应用方法,静曲强度和弹性模量等是我国生产企业和建筑部门比较熟悉和一直采用的性能评价指标。它比较直观和简单,是我国胶合板产品(如混凝土模板用胶合板、集装箱底板用胶合板等)标

准规定的主要力学性能指标,多数胶合板生产企业都采用其来监控胶合板产品的生产质量情况。其最大缺点是采用净小规格尺寸试件进行产品性能的测试,在实际应用时还要再次考虑产品材质和加工缺陷及应用条件对性能的不利影响。而北美的轻型木结构建筑是采用结构(构造)设计体系来评价胶合板的性能,这种体系更符合产品足尺规格的质量情况和应用条件,便于产品在木结构建筑上的设计和实际应用。

2.2 试验方法和结果

目前,我国还没有木结构用胶合板覆板的相关技术标准,在木基材料性能研究和产品生产性试验中所采用的标准主要是美国材料测试方法(ASTM)以及美国工程木材协会(APA)和加拿大国家标准(CSA)等有关技术评价指标和试验方法,同时参考我国新颁布有关木结构国家标准的有关内容。归纳木结构用胶合板覆板产品的主要试验方法和技术性能见表 2。

依据表 2 列出的木结构用胶合板覆板产品的主要性能指标,针对木结构房屋墙面板、屋面板和楼面板用落叶松胶合板进行试验,研究结果表明^[6]:

(1) 采用 14d 单面喷水处理木结构用落叶松胶合板墙面板、屋面板和楼面板的线性膨胀和厚度膨胀测试结果均远远小于标准规定的技术指标要求,对于国产木结构用落叶松胶合板覆板产品可以很容易满足该项技术性能的要求^[7];

(2) 在北美有关木结构覆板产品标准中,评价木结构用胶合板覆板产品的胶合耐久性的方法是:分别对胶合强度试件进行煮沸—干燥和真空—加压处理,再依据试件的木材破坏率来评判;同时对胶合板覆板产品的胶层进行热耐久性测试。通过对比我国胶合板胶合强度的测试方法和判定标准,能够达到我国 I 类胶合板胶合强度规定性能技术指标的落叶松胶合板产品,完全可以符合北美有关胶合耐久性技术要求(APA PS1 和 APA PS2)^[8]。

(3) 但对于轻型木结构建筑用胶合板覆板来说,其结构性能是产品非常重要的性能评价指标。握钉力性能体现了木结构建筑中板材与柱材连接状况,对于按照结构型产品生产的具有较高静曲强度和弹性模量的落叶松胶合板覆板,不论侧压握钉力还是拔出握钉力均能够达到其技术指标要求。而且集中静载、冲击载荷和均布载荷等结构性能均能够超过指标要求^[15]。



表2 轻型木结构用胶合板覆板产品主要技术性能要求^[9~14]

测试性能	试件尺寸(mm)	试验条件	性能评定	依据标准	
物理性能	线性膨胀	1 220×1 220	单面喷水 14d	≤0.30%(纵向) ≤0.35%(横向)	APA PS1 APA PS2
	厚度膨胀	1 220×1 220	单面喷水 14d	≤25%	CAN/CSA-0325.0 GB/T9846
	煮沸—干燥	100×25	煮—干燥—煮	根据木材破坏率值评价或根据木材破坏率和强度值综合评价	APA PS1 CAN/CSA-0325.0
胶合耐久性	真空—加压		真空—压力	根据木材破坏率值进行评价	APA PS1 CAN/CSA-0325.0
	热耐久性	140×205	800~900℃燃烧	观察胶层分离情况,不产生分离现象	APA PS1
结构性能	握钉力	侧压 150×150 拔出 150×75	干态或湿态重新干燥	符合规定技术指标 ≥712N(楼面板侧压) ≥67N(楼面板垂直)	APA PS2 CAN/CSA-0325.0
	集中静载			符合规定技术指标 ≥1.78kN	GB/T50206 ASTM E661
	冲击载荷	试件长边 L 为 2 倍标准 跨距,试件短 边 S≥595	干态、湿态或湿态重新干燥	符合规定技术指标 ≥1.33kPa	APA PS2 CAN/CSA-0325.0
	均布载荷			符合规定技术指标 ≥3.6kPa(墙面板) ≥7.2kPa(屋面板) ≥15.8kPa(楼面板)	
	抗剪性能	1 220×2 440	构成抗剪构件进行测试	符合规定技术指标	APA PS2 ASTM E72

结构性能中集中静载、冲击载荷和均布载荷性能指标与其产品的树种、材质和组坯结构有着密切的关系。在美国 PS1-95《建筑结构和工业用胶合板》和 PS2-04《木基结构用人造板材性能标准》中,不但规定了胶合板覆板产品的性能要求,而且对构成胶合板覆板产品的树种、单板等级、表板单板厚度等都有详细的规定。在我国,轻型木结构建筑用胶合板覆板的生产性能研究工作刚刚开始,质优价廉的国产化墙面板、屋面板和楼面板产品生产工艺技术尚需要进一步的研究和开发^[16~18]。抗剪性能是评价胶合板覆板产品与柱材连接状态下的抗剪及变形情况,该检测装置庞大而复杂,目前国内还没有有关这方面研究和测试的报道^[10]。

3 木结构用落叶松胶合板覆板生产工艺技术

3.1 落叶松材性和木结构用落叶松胶合板覆板的生产特点

落叶松具有力学强度高,耐久性好,材质坚硬,花纹美丽的优点,是非常良好的工程和建筑材料;但它的树脂含量高,木材组织结构不均,干燥难、易开裂和变形,影响了其使用范围。以单板类人造板加工生产方式来开发和应用落叶松资源,最适合其木材材性特点,轻型木结构建筑用落叶松胶合板覆板性能及其生产工艺技术——王戈 费本华 林利民 王春明 赵荣军 周海宾 · 35 · 闫超 徐兰英 郑光林

对我国木结构建筑材料工业的发展及落叶松资源的高效利用具有重要意义。

木结构用落叶松胶合板覆板是一种结构型胶合板产品,与常规装饰型胶合板薄板的生产工艺和技术有所不同。由于使用落叶松厚单板在生产中应采用“先剪后干”的工艺流程,并依据所生产的产品厚度及力学性能要求来确定旋切单板的厚度和组坯情况以及热压的单位压力。一般结构用落叶松胶合板覆板的单位压力为 1.5~2.0MPa。

3.2 木结构用落叶松胶合板覆板关键生产技术

木结构用落叶松胶合板覆板生产工艺流程主要为:落叶松原木→截断软化剥皮→木段旋切→单板剪切→单板干燥→单板挑选修补→涂胶→预压热压→胶合板修补→裁边→砂光→产品分选→产品入库。其关键制造技术和特点叙述如下。

(1) 单板厚度

我国胶合板企业多数是按照装饰型胶合板产品的工艺和设备进行设计、配备的。因此,在确定轻型木结构用胶合板覆板产品时,不但要考虑到单板的旋切质量和生产中胶黏剂消耗情况,而且要考虑单板干燥过程。研究表明,单板厚度在 1.8~2.8mm 范围,可以保证单板的质量和符合干燥设备的情况。在旋切时除



按照工艺要求保证木段热处理和设备调整状态,还要依据不同的单板厚度调整旋切过程中的木材压榨率(落叶松覆板用单板加工压榨率范围为8%~15%)。特别是在确定单板厚度时要根据不同树种的干缩性质,计算单板的干缩损失,从而确定湿单板的厚度。

(2) 单板宽度

结构型胶合板产品的生产过程是“先剪后干”,需要在湿单板剪切时要考虑到单板干燥过程的干缩损失。研究表明,湿单板的宽度(垂直木材纤维方向)为:

$$B=b+\delta+2t$$

式中: B 为湿单板宽度, b 为干单板宽度, δ 为干缩损失量, t 为裁边余量,单位均为 mm。

落叶松木材的边心材干缩差异较大、干燥后单板的含水率也存在很大差异。在生产中通常按照单板宽度的6%~9%计算干缩损失量;裁边余量通常取30~40mm。

(3) 产品组坯结构

轻型木结构用胶合板覆板产品的厚度在GB50005—2003《木结构设计规范》已经有具体规定,墙面板、屋面板和楼面板的最小厚度见表3。

表3 轻型木结构用胶合板覆板最小厚度^[5]

最大墙骨 (搁栅、支承 板)间距 (mm)	墙面板 (mm)	屋面板(mm)		楼面板(mm)	
		规定载荷 1	规定载荷 2	规定载荷 3	规定载荷 4
400	9	9	11	15	15
500	—	9	11	15	18
600	11	12	12	18	22

轻型木结构用胶合板覆板的生产首先需要确定产品的用途(墙面板、屋面板或楼面板)和应用条件(标准跨距),从而确定产品的厚度;其次要确定产品的压缩率和热压前板坯组坯厚度;最后确定产品的层数和各层单板的厚度。研究显示,落叶松结构胶合板的板坯压缩率通常在12%以上,通过调整板坯压缩可以获得符合要求的产品力学性能。但板坯压缩过大单板的压缩损失大,而且产品热压时卸压极易产生热压缺陷。对于有特殊要求的结构型产品,可以通过最佳板坯的结构设计来达到。

在生产中考虑到干单板的库存量和单板利用率,通常确定单板的组坯方式有三种情况,即芯板固定结构、表板固定结构和等厚结构。芯板固定结构是以涂胶芯板的厚度为基础,计算确定表板和中板的厚度。

这种组坯方式,涂胶芯板的厚度相对固定,工艺参数也相对稳定;更可以充分利用低质木材和表板材的心材部分。出口日本的结构型(衬板)胶合板多采用此生产方式。表板固定结构是首先确定表板厚度,根据表板厚度再确定其他各层的单板厚度,这种方式的表板需要单独旋切,以保证板的单板质量;表板固定,相对可以保证产品所设计的力学性能要求。以上两种方式适合产量较大的工厂。等厚结构方式是通过单板旋切和单板分选来确定表板、中板和芯板的匹配,它适用于产品生产量不确定的企业,对于轻型木结构用胶合板覆板产品,表板的厚度要在2.0mm以上,以保证产品的力学性能满足要求。

(4) 产品的定厚

根据目前胶合板企业的单板旋切精度和胶合板组坯情况,轻型木结构用胶合板产品的定厚应采用厚度规进行控制,并应该做到使负偏差单板组坯的胶合板达到规定的板坯压缩率。轻型木结构用胶合板产品最好不要采用砂光定厚,必须采用的要在组坯设计时适当增加表板的厚度。

虽然轻型木结构用胶合板覆板产品尚属试验研究和生产开发中,最佳生产工艺技术和实际应用的性能还需要不断完善和提高。但由于木材的优质特性以及木结构建筑的大量需求,木结构用胶合板将具有良好的应用前景。

4 参考文献

- 1 费本华、王戈等. 我国发展木结构房屋的前景分析[J]. 木材工业, 2002, (5): 6~9.
- 2 林利民等. 轻型木结构建筑用覆面胶合板的产品特点及性能要求[J]. 人造板通讯, 2004, (7): 14~16.
- 3 国家质量监督检验检疫总局. GB/T50329—2002 木结构试验方法标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- 4 国家质量监督检验检疫总局. GB50206—2002 木结构工程施工质量验收规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- 5 国家质量监督检验检疫总局. GB50005—2003 木结构设计规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- 6 费本华、王戈等. 结构用木质复合材料区域化应用研究[R]. 中国林科院木材工业研究所.
- 7 林利民等. 轻型木结构用胶合板覆板的尺寸稳定性能[J]. 林业科技, 2005, (5): 39~41.
- 8 王春明、闫超等. 木结构用胶合板耐久性的试验研究[J]. 中国人造板, 2007, (1): 11~14.
- 9 The Engineered Wood Association. PS1—95 Construction And Industrial Plywood[S].



- 10 The Engineered Wood Association. PS2—2004 Performance Standard For Wood-Based Structural-Use Panels[S].
- 11 The Canadian Standards Association. CAN/CSA-0325. 0-92 Construction Sheathing[S].
- 12 The Canadian Standards Association. CAN-0325. 1-88 Test Methods for Construction Sheathing[S].
- 13 The American Society for Testing and Materials. ASTM E72-1998 Standard Test Method of Conducting Strength Tests of Panels for Building Construction [S].
- 14 The American Society for Testing and Materials. ASTM E661-1997 Standard Test Method for Performance of Wood and Wood - Based Floor and Roof Sheathing Under Concentrated Static and Impact Loads [S].
- 15 林利民等. 轻型木结构建筑覆板的握钉力性能[J]. 木材工业, 2005, (5):4~6.
- 16 费本华、王戈等. 轻型木结构用胶合板覆板均布载荷性能试验研究[J]. 林业科技, 2005, (4):40~45.
- 17 王戈、费本华等. 轻型木结构建筑覆板的集中载荷性能[J]. 木材工业, 2005, (4):9~11.
- 18 王戈、林利民等. 轻型木结构用胶合板覆板冲击载荷性能试验研究[J]. 林业科技, 2005, (5):35~38.

(责任编辑 张国萍)

(上接第 11 页)

- 14 Yang B, Wyman CE. BSA treatment to enhance enzymatic hydrolysis of cellulose in lignin containing substrates[J]. Biotechnol Bioeng, 2006, 94: 611~617.
- 15 Kaar W E, Holtzaple M. Benefits from Tween during enzymic hydrolysis of corn stover[J]. Biotechnol Bioeng, 1998, 59: 419~427.
- 16 Ballesteros I, Oliva J M, Carrasco J, Cabanes A, Navarro A A, Ballesteros M. Effects of surfactants and zeolites on simultaneous saccharification and fermentation of steam - exploded poplar biomass to ethanol[J]. Appl. Biochem. Biotechnol. , 1998, 70: 369~381.
- 17 Borjesson J, Peterson R, Tjerneld F. Enhanced enzymatic conversion of softwood lignocellulose by poly (ethylene glycol) addition [J]. Enzyme. Microb. Technol. , 2007, 40: 754~762.
- 18 Borjesson J, Engqvist M, Sipos B, Tjerneld F. Effect of poly (ethylene glycol) on enzymatic hydrolysis and adsorption of cellulase enzymes to pretreated lignocellulose [J]. Enzyme. Microb. Technol. , 2007, 41: 186~195.

(责任编辑 李永康)

2008 年《林产工业》杂志征订启事

《林产工业》杂志是由国家林业局林产工业规划设计院和中国林产工业协会共同主办,中国林业机械协会协办的专业技术性刊物,创刊于 1964 年,为全国中文核心期刊,“中国期刊全文数据库”、“中国科学引文数据库”、“中国学术期刊综合评价数据库”、“万方数据——数字化期刊群”、“中国科技期刊数据库”、“中国核心期刊(遴选)数据库”、美国《AGRICOLA》、英国《CAB Abstracts》等国内外大型数据库收录期刊。2001 年首批进入国家新闻出版署组织的“中国期刊方阵”,被评为“双效期刊”;2002、2003 年分别获国家林业局优秀期刊一等奖、二等奖。

办刊宗旨:面向生产,报道以应用技术为主,融科技性、实用性、学术性、信息性于一体,服务于木材加工行业广大读者。

报道内容:宣传林产工业发展的技术方针和政策;介绍制材,木材干燥,胶合板、纤维板、刨花板等各类人造板、非木质人造板,各类人造板饰面,木地板等室内装饰装修材料,家具制造,胶料的生产 and 应用等方面的先进经验和新技术、新材料、新设备、新工艺;报道上述领域的科研设计成果;综述国内外林产工业现状、水平及发展趋势。

主要栏目:综述,研究与分析,生产与应用,专题讲座,国外技术,综合信息,专利介绍等。

适读对象:本行业及相关行业的企业,科研、设计、教育单位及管理部门,从事生产、管理、科研和开发、设计、教育、咨询及市场营销的人员。

为加强企业之间的信息交流,介绍新设备、新工艺和新技术,活跃经济,本刊辟有黑白/彩色广告版。

《林产工业》杂志为双月刊,大 16 开,正文 64 页,单月中旬出版,国内外公开发行,定价每期 8 元,全年 48 元,挂号每期另加 3 元。本刊邮发代号:2-141,读者可向当地邮局或本刊编辑部订阅。

编辑部地址:北京朝内大街 130 号 邮编:100010

电话:(010)65220126、65221187、65135577-6223 传真:(010)65239789

电子信箱:cfpipaper@cfpi.cn 网址:www.cfpi.cn