

高含水率中温热压新工艺

陈绪和 译

背景

结构人造板常规热压工艺要求热压温度为177—210℃,木刨花含水率2—8%。这主要是根据所使用的酚醛和脲醛树脂的要求确定的,这两种树脂在高温和低木材含水率下才能良好固化。类似的热压工艺条件甚至也用于使用异氰酸酯胶粘剂的工厂以缩短热压时间,虽然这种胶粘剂可在较低的热压温度和较高的含水率下胶合木材(Steiner等,1980;Palardy等,1989)。

板坯在高温和低含水率下热压成板时,在单个木材单元中就受到压应力的作用,使木材结构破坏,强度下降(Geimer等,1985;Jahan—Latibari,1982;Price,1976)。虽然由于软化和应力释放使这些破坏有所缓和,但在受压条件下干燥到近乎绝干状态,使复杂的残留应力留在板中(Humphrey and Bolton,1985;Wolcott, Kamke, and Dillard,1989)。这也是造成人造板过大厚度膨胀或称为“回弹”的原因(Kelly,1977)。

对密度高的木材而言,其木材单元的强度和刚度高于低密度树种。为得到刨花间相似的接触程度,需施以更高的压力,因而内应力也会增加。这也许就是木材原料的密度增加时,成板的尺寸稳定性和耐久性会降低的原因。

人造板热压新工艺

作者认为,使板坯在高于目前常用的含水率的条件下胶合有可能降低人造板内残留应力,从而降低板的吸水厚度膨胀。木材的塑性随水份增加而增加(Bodig和Jayne,1982)。之所以不采用高含水率热压,是因为传统胶粘剂所需的固化温度高,会产生过高的蒸气压。二苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)胶粘剂可与木材在40℃下反应(Steiner等,1980),与水在110—149℃时迅速反应生成聚脲网状聚合物以胶合人造板(Frink和Layton,1985;Frink和Sachs,1981)。

采用高木材含水率中温热压方法有可能减少人造板中的结构损坏和残留应力,以改善用传统树种为原料的人造板的尺寸稳定性,并可增大原料中高密度树种的比例。此法的其它优点是:1.降低干燥和热压阶段的能耗;2.降低干燥和热压的废气排放量;3.易将热压后板材的含水率调至使用时的含水率;4.可以扩大板材增值加工时选用化学助剂的范围,这是因为可选择的热压条件范围大。

研究目标

在初步试验的基础上,确定了高含水率中温(HMMT)热压工艺的研究目标:1.在温度99°—121℃、含水率15—25%的条件下,将12.7毫米厚板的热压时间降到240秒,即相当于目前生产中的速度;2.确定HMMT热压工艺是否能改善高密度阔叶树材刨花板的性能;3.评价热压温度、板坯含水率和热压时间对结构刨花板性能的影响,并确定最优工艺条件。

原材料和方法

直径16英寸新伐杨木(*Populus Spp.*)和糖槭(*Acer saccharum*)木段用6英尺盘式刨片机刨片。杨木刨花的名义厚度为0.71mm,糖槭刨花名义厚度为0.56mm。割刀的间距为50.8mm。用打磨机使刨花宽度减小。将刨花干至含水率4—7%并用Black-clawson震筛机以1/4英寸的筛网除去细末。在施胶前将刨花置于转鼓式拌胶机中喷水,然后封入塑料袋过夜,使刨花的含水率调至 $20 \pm 1\%$ 。

使用的胶粘剂为Mobay化学公司提供的Mondur E—441型聚二苯基甲烷二异氰酸酯(PMDI),在转鼓式拌胶机中用压缩空气将胶喷撒在刨花上,施量为3%。不加石蜡。在某些板中,施以叔胺或有机锡化合物以加速胶粘剂与木材和水的反应。手工铺装,模框尺寸为18×18×28英寸。对照组的热压条件为204℃,刨花含水率为 $7 \pm 1\%$,

施胶量为3%，不加固化剂。HMMT板的总热压时间为300秒，对照组为240秒。制得的板在18.3℃，相对湿度50%条件下调湿处理后再测定内结合强度、抗弯强度、刚度和吸水厚度膨胀（ASTM 1988）。

结果和讨论

1.关于缩短热压时间

试验结果见表1、表2。研究因子包括板的预定密度(压缩比)、初始板厚 (initial compressed thickness)、固化剂种类和用量及施加方法。这里仅报导某些固化剂的结果。

(1) 物理特征

HMMT板在压机张开时厚度膨胀显著（见表2）这在很大程度上决定了板的最终密度。膨胀的原因是内应力的释放。当板的密度从0.640g/cm³

表1 HMMT法及常规法压制的杨木刨花板物理性质的比较

树种：山杨						
胶粘剂：Mondur E-441 二苯基甲烷二异氰酸酯 (Mobay)						
施胶量：3% (占绝干木材重量)						
成板规格：1.7×457×457mm						
HMMT板：110℃，板坯含水率20%，热压300秒						
HMMTc：加有固化剂组						
0.560×C：板的名义密度为0.560g/cm³即35pcg，先将板压至11.4mm厚，使其卸机时板厚膨胀。						
常规组：204℃，板坯含水率7%，热压240秒						
	名义密度g/cm³	卸机时板厚mm		调湿后板厚mm		成板密度g/cm³
HMMT*	0.640	18.8	(7.2)	17.8	(2.7)	0.505 (2.1)
HMMTc**		16.6	(4.0)	16.2	(2.8)	0.558 (2.7)
HMMT**		14.9	(2.2)	14.6	(1.9)	0.494 (3.9)
HMMTc**	0.560	15	(3.1)	14.6	(1.7)	0.510 (3.6)
HMMT*		14	(3.1)	13.6	(3.0)	0.527 (1.5)
HMMTc*	0.560×c	13.2	(3.8)	12.9	(2.4)	0.571 (3.5)
常规组***	0.560	12.6	(3.0)	12.8	(1.0)	0.571 (2.0)

() = 变异系数 (%)。所有板厚均取4点测量。*根据2块板的数据；**根据3块板的数据；***根据5块板的数据。

降到0.560g/cm³时，这种厚度膨胀便显著减小。对杨木刨花板而言，这意味着压缩比（板材密度/木材密度）从1.78下降到1.56。压缩比降低，板的内应力减小。

当板材密度为0.640g/cm³时，采用固化剂可使卸机时板的厚度膨胀减小。

板材名义密度为0.560g/cm³时，热压时将板的预定厚度12.7mm实际压至11.4mm（减少10%），可使不加固化剂及加固化剂的板的卸机板厚膨胀分别减少6.5%和11.5%。此时有效压缩比为1.73。采用常规热压工艺的卸机板厚膨胀很小。这是因为在高温低含水率条件下胶粘剂的固化更完全，而且因为原料被干至很低的含水率，使内应力暂时被“固定”在板中（Kelly, 1977）。

作者认为，热压时板厚减小会增加内应力，并非解决卸机时板厚膨胀之良策。最新的研究表明，采用有效的固化剂可使卸机时板厚膨胀降到0.64mm

以下。
在18.3℃、相对湿度50%下平衡处理后，HMMT板的含水率自15%降至9%，板厚收缩；常规组的板平衡后板厚增加0.8%。

成板密度反映了板厚的变化。在HMMT热压工艺和胶粘剂的配方更规范后，将可精确地控制成板厚度。

(2) 内结合强度和板厚膨胀

加有固化剂的HMMT板组的内结合强度显著改进（见表2）。这说明固化剂使异氰酸酯与木材和水的反应加速，并影响了形成的化学键的特性，从而影响成板的强度和耐水性。

将板材密度从0.640g/cm³降至0.560g/cm³使未加固化剂板组的内结合强度提高。当热压时的板厚从12.7mm压至11.4mm时，各组板的内结合强度均增加，内结合强度的大小与卸机时的板厚膨胀密切相关。预定密度0.560g/cm³并在热压时压至

表2 按HMMT法及常规法压制的杨木刨花板的内结合强度和尺寸稳定性

	预定密度g/cm ³	成板密度g/cm ³	内结合强度N/mm ²	厚度膨胀率%	吸水率%
HMMT*		0.505 (2.1)	0.082 (30.9)	11.7 (2.0)	80.2 (4.8)
HMMTc**	0.640	0.558 (2.7)	0.312 (30.4)	7.8 (5.4)	41.6 (7.3)
HMMT**		0.494 (3.9)	0.274 (19.5)	6.4 (8.3)	34.2 (9.3)
HMMTc**	0.560	0.510 (3.6)	0.360 (25.2)	6.2 (14.3)	26.4 (10.6)
HMMT*		0.527 (1.5)	0.505 (20.0)	6.2 (1.8)	29.1 (4.5)
HMMTc*	0.560×C	0.571 (3.5)	0.644 (19.2)	5.7 (4.7)	20.5 (10.3)
常规组***	0.560	0.571 (2.0)	0.732 (33.5)	11.2 (6.7)	26.1 (5.1)

() = 变异系数. 所有板含4个内结合强度试件和2个厚度膨胀及吸水率试件.* 根据2块板的数据; ** 3块板的数据; *** 5块板的数据

11.4mm的板组, 其内结合强度值接近常规组。

预定密度为0.640g/cm³的板组中有固化剂的, 其尺寸稳定性明显改进。预定密度从0.640g/cm³降至0.560g/cm³时, 尺寸稳定性也变好, 且明显优于常规组。

2. 关于利用阔叶树材制板

表3、表4为采用HMMT法和常规法压制糖槭木刨花板的对比。HMMT板的名义密度为0.56g/cm³, 热压时压至11.4mm; 常规组名义密度0.672g/cm³。

(1) 物理特征

HMMT板在卸机时的板厚膨胀较杨木小, 故成板密度略高于预定值(见表3)。槭木刨花的名义厚度(为0.56mm)比杨木刨花(0.71mm)薄, 也是原因之一。

HMMT槭木刨花板在相对湿度50%状态下平衡时, 板厚收缩。因为热压槭木板的含水率为15%, 平衡后降至9%, 故无论是否加固剂, 板厚收缩均不小于3%。常规组板热压后含水率不足1%, 平衡后为6.3%, 板厚增长2.2%。

(2) 强度和尺寸稳定性

用HMMT法压制的板中, 加固剂的板的强度高, 其抗弯强度与常规法压制的板相似, 而内结合强度和抗弯弹性模量要高得多。

24小时浸水后, 两组HMMT板的平均厚度膨胀率均显著低于常规板组。从表4可见HMMT板

的残留厚度膨胀较常规板组为小。

表3 用HMMT法及常规法压制的糖槭木刨花板物理性能的比较

树种: 糖槭 (<i>Acer saccharum</i>)
胶粘剂: Mondur E-441 二苯基甲烷二异氰酸酯 (Mobay)
施胶量: 3% (占绝干木材重)
成板规格: 12.7×457×457mm
板材名义密度: HMMT法: 0.56g/cm ³ , 12.7mm厚; 实际压至11.4mm
常规法: 0.672g/cm ³ , 压至12.7mm
HMMT板: 110℃, 20%板还含水率, 55秒闭合, 总热压时间300秒
HMMTc: 加有固化剂的组
常规法板: 204℃, 7%板还含水率, 55秒闭合, 总热压时间240秒

名义密度 g/cm ³	卸机时 板厚 mm	含水率 %	平衡后(18℃, 50%RH) 板厚 mm	含水率 %	板厚变化 %
HMMT 0.56	12.8 (2.4)	15.2 (3.8)	12.3 (2.3)	9.1 (4.0)	-3.6
HMMTc 0.56	12.2 (2.0)	15.3 (2.9)	11.7 (1.9)	9.1 (2.4)	-3.7
常规法 0.672	13 (2.5)	0.63 (75)	13.3 (2.1)	6.3 (1.8)	+2.2

() = 变异系数; 所有板的厚度均为8点测量; 每组压板5块。

用4 HMMT法及常规法压制的糖槭木刨花板的强度和尺寸稳定性

	成板密度 g/cm ³	内结合强度 N/mm ²	抗弯强度 N/mm ²	抗弯弹性模量 MPa	厚度膨胀 %	吸水率 %	残留厚度膨胀 %
HMMT	0.589 (3.7)	0.272(49.2)	23.88(30.1)	3746 (27.7)	6.32(15.1)	22.0(10.7)	1.20(24.7)
HMMTc	0.629 (2.3)	0.816(28.3)	37.78(13.6)	4758 (10.1)	6.12 (9.6)	20.8(4.2)	1.58(17.7)
常规法	0.658 (1.8)	0.665(29.5)	37.27(28.0)	3530 (17.0)	7.22 (4.8)	18.0 (3.7)	3.95(11.9)

() = 变异系数; 每组5块板, 每块板取6个内结合强度试件, 3个抗弯强度试件, 3个厚度膨胀和吸水率试件。残留厚度膨胀是用测完浸水厚度膨胀的试件在18℃, 50%RH下平衡后测量的。(下接32页)

比春季施肥的略小外,其余的项目均略大,其差异均不显著,而江西分宜的毛竹,则秋季施肥的比春季施肥的物理力学性质小,其绝大部分项目差异特别显著。

4. 不论是否施肥和采用什么方式施肥,它们的物理力学性质在不同地区之间的差别均较大,而差异均特别显著。

参 考 文 献

- 〔1〕 李源哲、张寿槐等, 1986, 中国七种竹材的物理力学性质, 研究报告, 木工4号。
- 〔2〕 傅懋毅等, 1988, 不同用途毛竹林的施肥研究, 林业科学研究, 1 (5)。

Effect of different manuring methods on physico-mechanical properties of biennial *Phyllostachys pubescens*

Zhang Souhuai Zang Lihua Liu Hong

(Inst. of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry)

Abstract

This study presents the effect of different manuring methods and seasons on physico-mechanical properties of biennial *Phyllostachys pubescens*. The results showed that there is difference between manuring and non-manuring, two manuring methods, manuring in autumn and spring, but the difference is not signifecant.

Keywords *Phyllostachys pubescens*; Manuring method; Physico-mechanical properties

(责任编辑 袁东岩)

(上接第53页)

结 论

1. 施加3%的聚异氰酸酯胶粘剂,在温度为110℃、板坯含水率为20%条件下可制得优质刨花板;

2. 使用胺及有机金属盐作催化剂可显著改进用HMMT法压制的板的性能;

3. 用HMMT条件压出的板的浸水厚度膨胀显著低于常规法,即204℃、板坯含水率7%条件压出的

板;

4. 用HMMT条件压出板的残留吸水厚度膨胀率较常规法板为小。

(本文摘译自美国密执安技术大学木材研究所 Robert D. Palardy 等的1989年4月研究报告《Improving flakeboard quantity and reducing costs by pressing at high moisture content and moderate temperature》)