

板坯表面喷水对刨花板热压传热的影响

谢力生, 杨 珍

(中南林学院工业学院, 湖南株洲 412006)

摘要: 研究刨花板板坯表面增湿处理对其热压过程中表面、中心层温度变化的影响, 比较分析不同板材密度和厚度、板坯含水率及热压温度等工艺条件下, 板坯中心层的升温速度随其坯表面喷水量的变化曲线, 总结出板坯表面增湿处理对其中心层温度的影响规律。

关键词: 刨花板; 板坯; 表面喷水; 热压; 传热

中图分类号: TS653 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2005)04-0012-03

Influence of Surface Sprinkling on Heat Conduction during Pressing of Particleboard

XIE Li-sheng, YANG Zhen

(College of Industry, Central South Forestry University, Zhuzhou 412006, Hunan, China)

Abstract: A Humidifying treatment was developed by sprinkling water on the particleboard mat surface before hot-pressing. Through analyzing the outer and core layer temperature change of the mat, the effect of humidifying treatment on mat heat conduction was determined. By comparing the temperature-time curves of core layers of boards made under different density and thickness, mat moisture content and hot-pressing temperature, the procedure of humidifying treatment for influencing the temperature of the mat core were educed.

Key words: particleboard; mat; surface sprinkling; hot pressing; heat conduction

我国刨花板在经过长期冷落后, 近几年来得到了稳步、快速的发展。据统计, 2004 年我国刨花板产量达到 642.92 万 m^3 , 比 2003 年的 547.41 万 m^3 增加了 17.46%^[1-2]。但目前我国生产的刨花板厚度一般都在 30 mm 以下, 产品品种、规格单一, 限制了刨花板的应用空间。由于木质刨花是热的不良导体, 常规热压工艺难以适应厚板的生产。在国外, 生产厚板一般采用微波热压、高频热压或喷蒸热压。我国电力紧张, 普及微波热压和高频热压较困难, 而喷蒸热压由于技术难度较大、设备复杂等原因也难以应用。受喷蒸热压的启发, 国内外学者提出了板坯表面增湿处理方法^[3-5], 但尚无板坯表面喷水对刨花板热压传热影响的系统研究。为此, 笔者研究了在不同板材厚度和

密度、板坯含水率及热压温度条件下, 板坯表面喷水量对其中心层在热压过程中升温速度的影响, 以期为刨花板表面增湿热压工艺提供理论依据。

1 试验材料与方法

1.1 材料

刨花 由湖南长沙某厂提供, 为 30% 马尾松 (*Pinus massoniana*) 和 70% 意杨 (*Populus spp.*) 的混合材, 含水率约 5.5%。

UF 树脂胶 由株洲某树脂厂生产, 固体含量 52%, pH 值 7~8, 黏度 16 s (涂-4 杯, 20 °C)。

固化剂 NH_4Cl (分析纯), 湘中地质实验研究所生产, 配制成质量分数为 20% 的水溶液。

1.2 主要仪器和设备

QD 型试验热压机 上海人造板机器厂制造, 电热单层下压式, 温度控制精度为 $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$, 压板幅面尺寸为 500 mm $\times$ 500 mm;

收稿日期: 2004-09-03; 修改稿: 2005-06-18

基金项目: 湖南省教育厅重点科研项目 (04A063); 中南林学院引进高层次人才科研启动基金资助。

作者简介: 谢力生 (1964—), 男, 中南林学院副教授, 博士。

喷雾式拌胶机 自制,主要由搅拌机、空气压缩机和 F-75 型喷漆枪组成;

测量仪器 Smart Reader Plus 6-128K 八频道温度数据记录仪及专用软件,加拿大 ACR 公司制造;WRE-111 型热电偶, $\Phi 0.4\text{ mm}\times 1\ 000\text{ mm}$ 。

1.3 方法

1.3.1 板坯制作 过程为:干燥→施胶→铺装→预压→插热电偶→喷水处理。

先将刨花干燥至要求的含水率,然后在喷雾式拌胶机中施胶:施胶量为 10%(UF 树脂胶固体质量/绝干刨花质量),固化剂添加量为 1%(NH_4Cl 与 UF 树脂胶固体质量之比)。采用手工铺装,模框幅面为 $350\text{ mm}\times 350\text{ mm}$,在板坯上下表面放置不锈钢垫板,预压后板坯的厚度约为其成品板厚度的 3 倍。在板坯的中心层及上、下表面的中心位置分别预置 2 根热电偶。采用手动气压雾化喷水壶对板坯表面喷水,用称量法控制喷水量,喷完一面后将板坯翻转,再喷另一面。试验方案如表 1 所示,每个试验重复 3 次,结果取其平均值。

表 1 试验方案
Tab. 1 The experimental design

序号	目标厚度/ mm	目标密度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	含水率/ %	热压温度/ $^{\circ}\text{C}$	单面喷水量/ ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)
1	30	0.8	8.75	180	0
2	30	0.8	8.75	180	100
3	30	0.8	8.75	180	200
4	15	0.4	13.7	180	0
5	15	0.4	13.7	180	50
6	15	0.4	13.7	180	100
7	15	0.8	13.7	180	0
8	15	0.8	13.7	180	50
9	15	0.8	13.7	180	100
10	15	0.8	8.75	180	0
11	15	0.8	8.75	180	50
12	15	0.8	8.75	180	100
13	15	0.8	8.75	150	0
14	15	0.8	8.75	150	50
15	15	0.8	8.75	150	100

1.3.2 温度测定 采用热电偶、温度数据记录仪和计算机连续在线测定,设定记录仪读取数据的时间间隔为 8 s。当热压板达到试验温度时,将板坯迅速推进压机并快速闭合,上垫板接触到厚度控制规时开始计时,获取试验数据。

2 结果与分析

2.1 板坯表面增湿对其表面、中心层温度的影响

根据 1~3 号试验的实测温度数据,板坯表面喷水量对其表面和中心层升温速度的影响曲线(见图 1)。

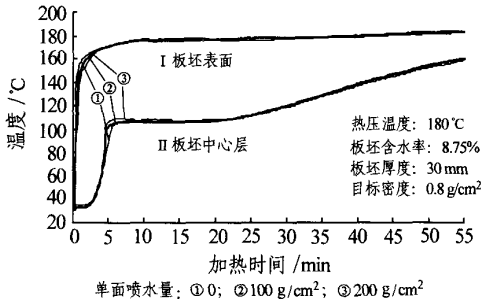


图 1 板坯表面喷水量对其中心层和表面升温速度的影响
Fig. 1 Mat temperature rate of rise for face and core layers with respect to surface sprinkling content

由图 1 中曲线 I 可见,板坯表面喷水处理对其表面升温速度一定影响。加热初始 3 min 内,板坯表面温度的上升速度随喷水量的增加而减慢。这是由于加热后,板坯表面水分激烈汽化带走了大量热量所致;当表面水分冲入板坯内部后,其影响便自然消失。板坯表面升温速度减慢,有利于缓解表层胶黏剂的预固化,但由于喷水量一般不可能很大,因此这种作用也不会太显著。

由图 1 中曲线 II 可见,当板材厚度为 30 mm 时,不论板坯表面是否喷水,其中心层达到 120 $^{\circ}\text{C}$ 需要约 30 min,这是因为板坯中水分的蒸发需要一定时间,故其中心层很难在短时间内达到高温,也说明板坯表面增湿处理不适合于固化温度较高的胶黏剂,而对于固化温度约 105 $^{\circ}\text{C}$ 、且在较高含水率下(板坯中水分不必全部排除)就能较完全固化的胶黏剂(如 UF 树脂胶)较适合。

2.2 不同工艺条件下板坯表面增湿处理的效果

板坯表面增湿处理的效果主要表现在提高板坯中心层的升温速度上,以缩短板坯中心层温度达到水分沸点的时间。根据 4~6 号、7~9 号、10~12 号、13~15 号试验实测的温度数据,得到不同工艺条件下,各板坯中心层的升温速度随其表面喷水量的变化曲线(加热前 10 min),见图 2 a~d。

2.2.1 板材密度 图 2 a、b 所示试板的目标密度分别为 0.4 和 0.8 g/cm^3 ,其他制板工艺参数相同。比较可见,其板坯中心层的升温速度都随着表面喷水量的增加而提高;而板材密度较小时,板坯表面增湿处理对于提高其中心层升温速度的作用更明显。

刨花板板坯是水、空气和刨花的混合物,其中只有水分才是热的良导体,并且水分汽化后能实现对流传热,因此,水分对板坯中心层的升温速度起着十分重要的作用。对于不同密度的板坯,在喷水前含水率

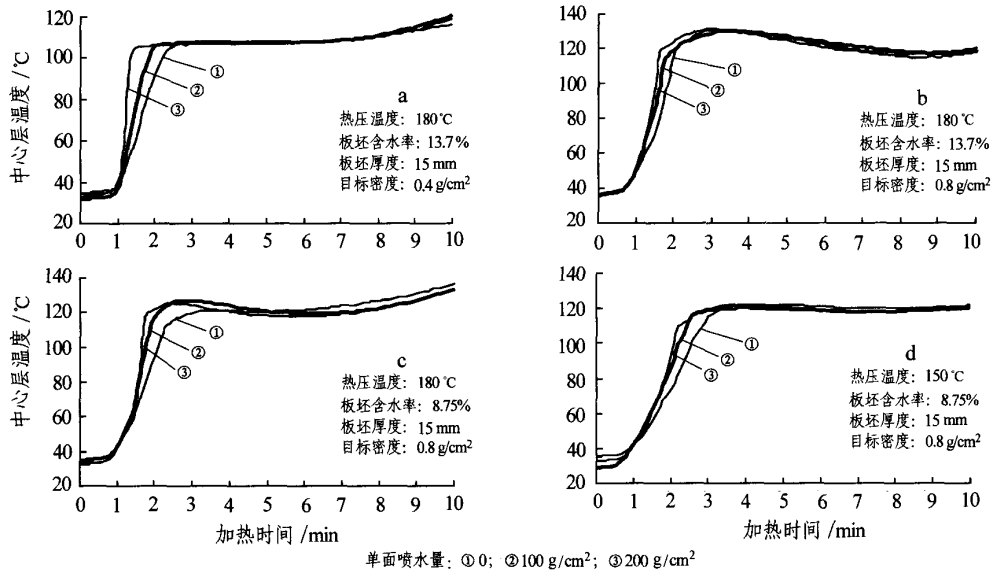


图 2 不同工艺条件下板坯表面喷水量对其中心层升温速度的影响

Fig. 2 Temperature rate of rise for core layer with respect to surface sprinkling content under different conditions

相同的条件下,相同的喷水量将使得密度较小者由于质量较小,含水率相对增加较多,因而比密度较大者传热更快,中心层温度提高更显著。

比较图 2 中 a 与 b 曲线①、③可知,当表面喷水量由 0 增加到 100 g/m² 时,对于密度为 0.4 g/cm³ 的试板,板坯中心层温度达到水分沸点(约 108 °C)的时间可从 2.5 min 缩短到 1.4 min,减少了 44%;而密度为 0.8 g/cm³ 的试板,从 2.0 min 减少到 1.6 min,只缩短了 20%。

2.2.2 热压温度 图 2 中 c、d 所示的试板分别在 180 °C 和 150 °C 条件下热压,比较可见,热压温度较高时,板坯表面增湿效果更显著,这是因为热压温度越高,板坯表面水分汽化的能力越大,故中心层温度的上升速度越快。因此,在保证产品质量的前提下,应尽量提高热压温度,加快板坯中心层升温速度,缩短热压时间。

2.2.3 板坯含水率 图 2 中 b、c 所示板坯的初始含水率不同。当表面喷水量从 0 增加到 100 g/m² 时,初含水率为 8.75% 的板坯,其中心层达到水分汽化温度的时间从 2.2 min 减少到 1.6 min,缩短了 27%;而初含水率为 13.7% 的板坯,其中心层达到水分汽化温度的时间从 2.0 min 减少到 1.6 min,只缩短了 20%。说明在相同处理条件下,表面增湿处理对于初含水率较低的板坯更有效。这是因为当表面喷水量相同时,板坯含水率较低者,其表面与中心层的含水率梯度相对增大,有利于水分和水蒸气从表面向芯层移动,因此其中心层升温速度较快。

• 14 万方数据

比较图 2 中 b 与 c 曲线③可见,当表面喷水量为 100 g/m² 时,含水率为 13.7% 和 8.75% 的板坯,其中心层温度达到水分沸点的时间基本相同,但含水率较低的板坯,其内部水分汽化所需的时间较少,因而热压时间较短。综合以上分析,采用表面增湿热压工艺时,板坯含水率宜低。

2.2.4 板材厚度 比较图 3 与图 2 c 可见,当喷水量为 100 g/m² 时,30 mm 板的板坯中心层温度达到水分沸点的时间为 4.7 min(图 3 之曲线②),比未增湿处理时的 5.7 min 缩短了 17.5%;而 15 mm 板的时间为 1.6 min(图 2 c 之曲线③),比增湿处理前的 2.2 min 缩短了 27%。结果表明,表面增湿处理对于厚度较小的板坯作用更显著。其原因是,同样的喷水量对于板材厚度较小者,水分增加相对较多,因而传热速度更快,缩短升温时间的效果更明显。

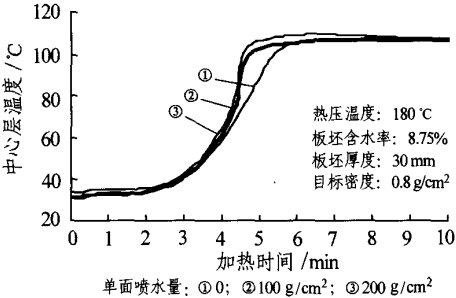


图 3 加热初始 10 min 板坯中心层温度-时间曲线
Fig. 3 Mat temperature-time curve of core layer during initial ten-min hot-pressing phase

(下转第 21 页)

各零件图。

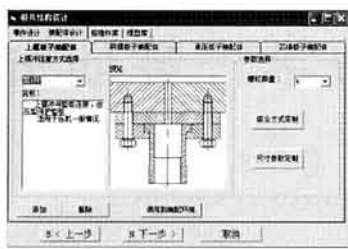


图 6 模具结构设计对话框
Fig. 6 Structural design of a die

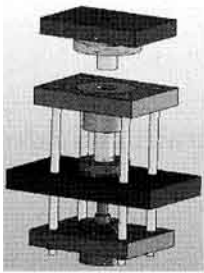


图 7 模具装配设计
Fig. 7 Assembly design of the die

(上接第 14 页)

3 结论

- 1)刨花板板坯表面增湿处理对其表面的升温速度有一定的影响。在加热开始约 3 min 内,板坯表面的升温速度随喷水量的增加而减慢。
- 2)板坯表面增湿处理适合于固化温度约 105 ℃,且在较高含水率下就能较完全固化的胶黏剂(如 UF 树脂胶);处理效果主要表现在提高板坯中心层的升温速度上,以缩短其温度达到水分沸点的时间。
- 3)板坯中心层的升温速度随表面喷水量的增加而提高。板材目标密度或厚度越小、板坯含水率越低、热压温度越高,板坯表面增湿处理对于提高其中心层升温速度的作用越显著。

参考文献:

[1] 中国林学会木材工业分会. 2004 年我国人造板产量[J]. 木材工业, 2005, 19(3): 49.

[2] 中国林学会木材工业分会. 2003 年我国主要人造板产品产量[J]. 木材工业, 2004, 18(3): 39.

[3] 孙光瑞. 刨花板板坯表面增湿处理: 缩短热压周期的有效途径[J]. 木材工业, 1995, 9 (5): 8-12.

[4] 刘正添, 王洁瑛, 于辉. 影响刨花板热压传热过程因素的研究[J]. 北京林业大学学报, 1995 (2): 64-71.

[5] 杜官本, 杨忠, 黄伟. 中密度纤维板板坯表面增湿处理[J]. 木材工业, 2000, 14 (2): 3-5.

(责任编辑 向 琴)

5 结束语

针对三维 CAD 软件在不同领域、不同专业特点所作的二次开发,可更进一步提高工作效率,缩短产品的开发周期。实践证明, CAD 技术可在木基陶瓷材料成形模具设计领域得到很好的应用。如能进一步针对其它种类陶瓷材料(如金属陶瓷、硅酸盐陶瓷等)的成形模具,开发出相应的 CAD 系统模块,必将使本系统更加完备。

参考文献:

[1] 韩风麟, 张华诚, 吴庆定, 等. 粉末冶金模具模架实用手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1988: 267-278.

[2] 吴权威. SolidWorks 2003 中文版实务[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 23-41.

[3] 江洪, 李仲兴. SolidWorks 2003 二次开发基础与实例教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003: 8-17.

[4] 吴央芳, 李江雄, 柯映林. 基于 SolidWorks 的级进模标准件库的建立[J]. 模具工业, 2002(10): 10-14.

[5] SolidWorks. SolidWorks 高级装配体建模[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 6-19.

(责任编辑 鲍加芬)

第 10 次全国木材干燥学术讨论会
征文启事

为满足经济建设对干燥木材的大量需求,近年来木材干燥生产能力迅速扩大,木材干燥技术也有长足进步,形成一定规模、具有中国特色的木材干燥生产体系。但在木材干燥发展中仍存干燥企业规模小、无序的市场竞争等很多问题,在干燥设备制造和质量控制方面亦有很大的差距。

对此,中国林学会木材工业分会木材干燥研究会和中国林产工业协会木材干燥专业委员会初定, 2005 年 10 月中旬在北京(具体地点和日期另行通知)联合召开第 10 次全国木材干燥学术讨论会,以推动木材干燥工业的持续、健康、快速发展。

会议议题: 强化木材干燥技术创新力度,提高木材干燥质量,在实现木材资源高效和节约利用方面发挥木材干燥重要作用。现开始广泛征集论文,欢迎木材干燥工作者积极撰文投稿,论文将统一汇编成册。并欢迎生产企业和个人赞助论文出版。

书写格式及投稿要求,请咨询: 张璧光教授
zhangbg@bjfu.edu.cn 或 hbguang@sohu.com
电话: 010-62337960, 62338569 传真: 010-62337742
会务咨询: 高建民
电话: 010-62337960, 80693913, 62338878