

密度对刨花板热压过程中表层与芯层压力的影响^{*}

雷亚芳, 刘艳贞

(西北农林科技大学 机械与电子工程学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 研究了密度对刨花板热压过程中表层与芯层压力的影响, 并对不同密度刨花板热压过程中芯层压力与芯层温度的关系进行了探讨。结果表明, 随着密度增大, 热压过程中刨花板板坯表层与芯层的压力最高值增大; 板坯芯层汽化段的温度高低与此阶段板坯芯层的压力大小有关, 板坯密度越大, 芯层压力越大, 汽化段温度也越高。

[关键词] 刨花板; 表层压力; 芯层压力; 压板工艺

[中图分类号] TS653.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)09-0130-05

在刨花板的热压过程中, 板坯中的水分主要来自木刨花细胞壁中的结合水、液体胶粘剂带进的自由水以及胶粘剂缩聚反应放出的水分^[1-2]。当温度升高到一定程度时这些水分变成水蒸气使板坯内产生蒸汽压力, 而热压中板坯内部的温度和压力影响刨花的密实度、胶合力及成板的性能^[2]。如果内部蒸汽压力变得过高, 在压板打开时, 胶结合力可能会失去, 从而引起板子放泡^[3]。

国外学者通过试验或建立模型的方法, 研究了刨花板热压过程中内部压力的变化与板坯的厚度和宽度、板坯含水率、热压温度和时间及定向刨花板刨花的排列等因素之间的关系^[4-8]。本试验研究了刨花板板材密度对刨花板热压过程中表层与芯层压力的影响, 并对不同密度刨花板在热压过程中芯层压力与芯层温度的关系进行了探讨, 以为生产制定科学的刨花板压板工艺提供依据, 从而保证板坯的胶合强度并有足够的时间使蒸汽压力消失, 防止压板打开时引起板子放泡。

1 材料与方法

1.1 材 料

107 欧洲杨(*Populus tremula*), 北京顺义产, 树龄5年; 刨花, 平均尺寸为: 27.61 mm × 13.67 mm × 0.32 mm; 胶粘剂, 脲醛树脂胶粘剂, 由北京太尔化工有限公司提供, 主要参数: 粘度 188 cp, 固化时间 42 s, pH = 8.32, 比重 1.241 g/cm³, 游离醛 0.35%, 固体含量 61%。

1.2 仪器与设备

ZOA 18L-01 型长材刨片机(德国 Hombak 公司); QD 型液压热压机(上海人造板机器厂), 压板尺寸为 500 mm × 500 mm; 热电偶(北京昆仑海岸传感技术中心)为 E 分度, 长度 500 mm, 直径为 1.5 mm; JWC 型分体式温度变送器(北京昆仑海岸传感技术中心), 量程 0~200, 分度号 K, 精度 ±0.5, 输出电压 0~5 V; JYB-KO-HVG 扩散硅压力传感器(北京昆仑海岸传感技术中心), 量程 0~250 kPa, 精度 0.25%, 供电 0~5 V。

1.3 方 法

1.3.1 传感器和热电偶的布置 表层压力传感器与热电偶布置在距板坯上表面 1/6 处平面的中心点, 芯层压力传感器与热电偶布置在板坯厚度方向上 1/2 处平面的中心点。热电偶和压力传感器固定在金属筛网上, 为了避免热电偶和压力传感器互相干扰, 布置时热电偶和压力传感器相互错开一定的距离。

1.3.2 板坯温度和压力的测定 试验采用 E 分度的铠装热电偶测量板坯内部温度, 压力的测量采用扩散硅压力传感器。上述测量仪器通过与 16 路数据采集卡相连而实现对数据的自动采集。上垫板接触到厚度规时即开始计时并采集数据, 热压机张开时结束数据的采集, 采集数据的时间为 20 min。

1.3.3 试验方案 脲醛胶的绝干胶量为绝干刨花用量的 10%。固化剂用量为绝干胶量的 1%, 使用时配成 200 g/L 的水溶液。板坯含水率为 12%, 所用刨花的含水率为 6.81%。成板目标密度为 0.50, 0.55,

^{*} [收稿日期] 2005-12-19

[基金项目] 西北农林科技大学重点科研项目

[作者简介] 雷亚芳(1965-), 女, 陕西合阳人, 副教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事家具设计和木质材料利用研究。E-mail: leiyafang@sina.com

0.65, 0.75 和 0.85 g/cm³。每个试验重复 2 次, 结果取其平均值。

2 结果与分析

2.1 密度对刨花板热压过程中表层与芯层压力的影响

影响

不同密度刨花板热压过程中表层与芯层压力的变化曲线见图 1。

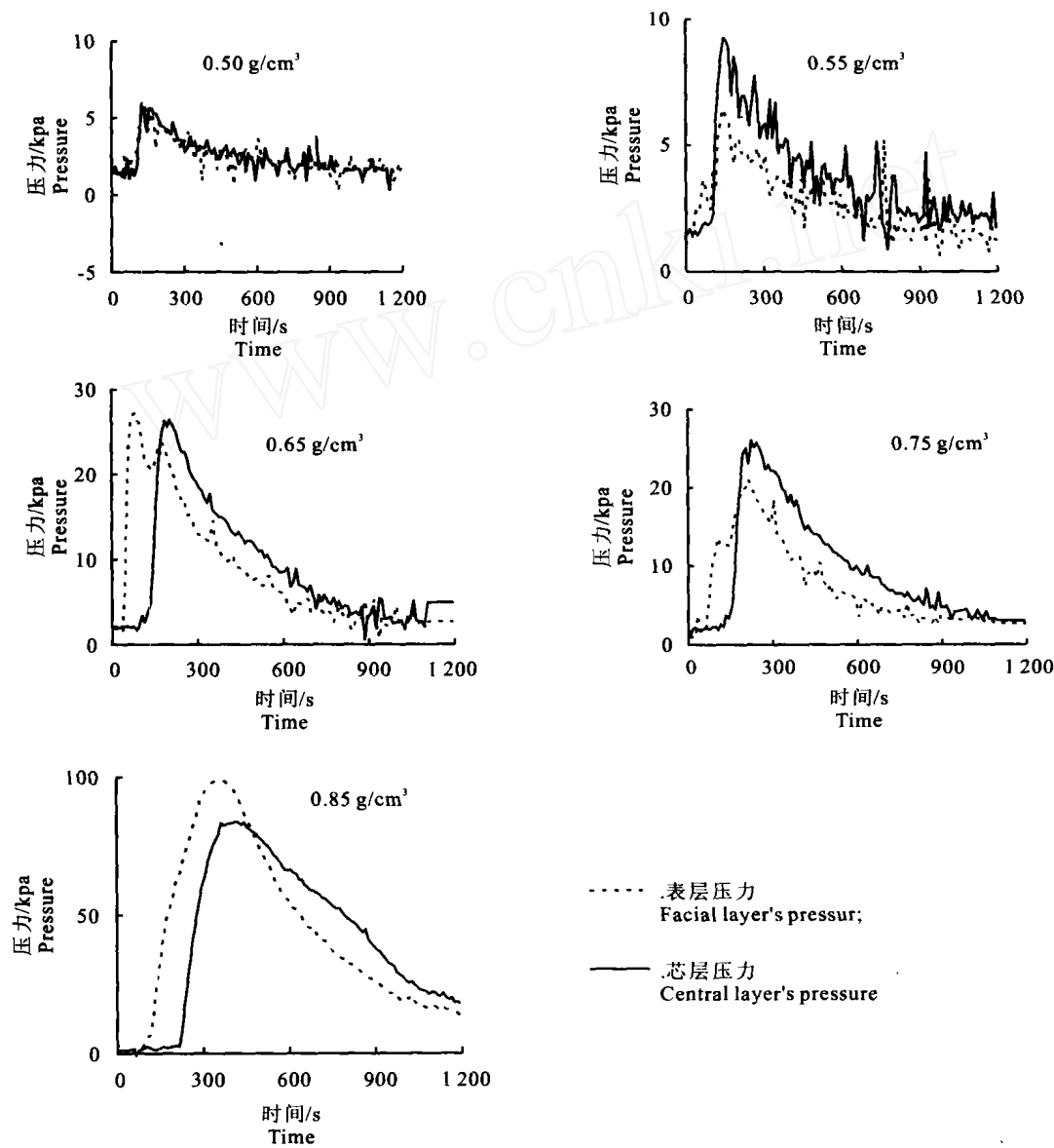


图 1 不同密度刨花板表层与芯层的压力曲线

Fig 1 Curves of the facial and central layer's pressure under different densities of panels

图 1 表明, 不同密度刨花板热压过程中的表层和芯层压力曲线均可以分为 3 个阶段, 即热压板刚接触厚度规时的短暂平衡段、快速升压段和降压段。从图 1 可以看出: (1) 在短暂平衡段, 表层出现小的压力峰值, 而且密度越小板坯压力峰越显著。这主要是因为, 在压机刚闭合的短暂时间内, 板坯是非常疏松的, 空隙所占体积超过板坯的 90%^[2], 板坯的渗透

性很大, 对气体围绕刨花的流动几乎没有阻力, 蒸汽和空气的混合物可以自由地向板坯的芯层移动或通过板坯的边缘逃逸, 表层和芯层没有蒸汽压力。随后, 板坯的表层首先被压缩, 加之表层温度先达到水分汽化温度而产生一定的蒸汽, 板坯表层受堵的空气和蒸汽被压缩, 就会产生小的压力峰^[7]。而此时芯层还没有被压缩, 热量还未传递到芯层, 因此没有压

力产生。(2)不论板坯密度大小,刨花板在热压过程中压力变化的总趋势是:在开始阶段表层的压力上升,表层压力大于芯层;随后芯层压力急剧上升并超过表层;最后随着热压的进行,表层与芯层的压力开始下降,在降压阶段,芯层压力一直大于表层。这是因为在压机刚闭合的时候,热压板的热量首先通过导热的方式传给与其接触的表层刨花,表层刨花受热温度达到水分汽化的温度而产生水蒸汽,而此时热量还没有传到芯层,所以表层压力比芯层压力高。随着热压的进行,表层的水蒸气开始向温度较低的芯层移动,同时板坯密化,热量传递到芯层后,芯层的水分开始汽化,所产生蒸汽使芯层压力不断增大并超过表层。降压阶段,因芯层的水分始终比表层多,所以芯层压力一直大于表层压力。(3)在整个热压过程中,板材密度越大其压力变化越小,当板材密度为 0.85 g/cm^3 时,其压力曲线几乎是光滑的;密度越小,压力的波动越大。这是由于板材密度大,相对来说其内部所含的水分多,产生的蒸汽多;另外,密度大的板坯与密度小的板坯在压缩到同一厚度时,密度大的板坯内部空隙较少,所以板坯内部的压力大且气流稳,压力的波动也就小。(4)板材密度越大,表层与芯层的压力最高值越大,并且压力最高值出现的时间越晚。因为板材密度大,其相对含水量就大,板坯的渗透性则低,水蒸气的移动速度也就慢,内部水蒸气向边部的移动扩散就少,所以最高压力大,压力的最高峰出现得也晚。

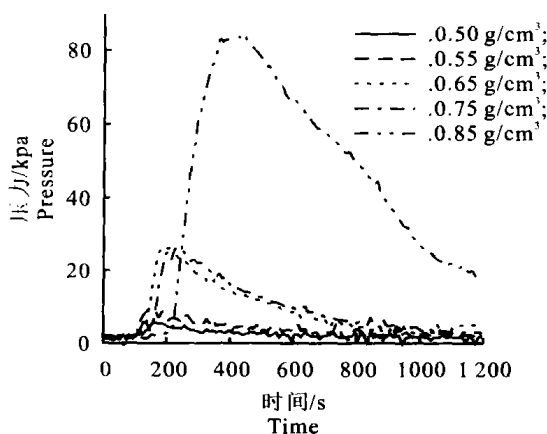


图2 不同密度板坯芯层的压力曲线

Fig 2 Curves of the central layer's pressure under different densities of panels

图2为密度与刨花板芯层压力的关系曲线。从图2可以看出,随着板材密度的增大,芯层压力的最大值增大,特别是当密度为 0.85 g/cm^3 时,板材内部压力明显增大,相当于密度为 0.75 g/cm^3 的板材

的3倍;密度越大,板材内部压力的最大值出现得越晚;板坯芯层压力升压之前的平衡段随密度的增大而延长,这与板坯密度大、渗透性低、水蒸气的移动速度慢等因素有关。

2.2 不同密度刨花板在热压过程中芯层蒸汽压力与温度的关系

在刨花板热压过程中,刨花板芯层温度达到胶粘剂固化温度的时间对刨花板的热压周期起决定性的作用,而板坯内部温度的高低和升温速度与板坯芯层的压力密切相关。

当板坯内部的水分处在一定的压力下,其最高温度可能被系统的平衡状态所限制。在一个瞬变的系统中,如热压过程中的刨花板板坯,其平衡状态是非常复杂的,温度、压力、含水率和湿度相互作用,形成板坯中的局部环境,这些参数只有3个可以独立地变化。因此,在一个几乎纯蒸汽环境的板坯内部产生压力,并且存在着足够量的压缩状态的水分(结合水或自由水)时,其升温速度被其系统的总压力所控制^[2]。

图3为不同密度板材芯层温度和压力关系的曲线。由图3可以看出,当板材密度分别为 $0.50, 0.55, 0.65, 0.75$ 和 0.85 g/cm^3 时,相应的芯层温度达到 100°C 的时间分别为 $98.0, 121.1, 129.8, 153.21$ 和 221.2 s ,而这个时间与其芯层压力开始上升前的平衡段时间几乎相等。这说明在芯层温度达到 100°C 之前,传递到芯层的热量没有使芯层的温度达到水分汽化的温度,芯层没有蒸汽产生,也就不会出现压力的上升。

随着板材芯层产生蒸汽后压力的上升,芯层温度还会继续上升,直至超过 100°C 达到水分汽化的恒温段。板坯恒温段的温度高低与其芯层的压力大小有关,因密度越大的板材在此阶段的芯层压力也越大,因而汽化温度也越高。当板坯芯层的温度上升到当时压力下水的沸点温度时,板坯内的水分即发生快速汽化,加入的热量几乎全部用于蒸发水分,板坯中心温度稳定^[8]。如果压力进一步升高,芯层的温度会随之缓慢上升。板坯沿边部的渗透性影响压力的大小,板材的密度越小其渗透性越好,气体通过边部的逸出越容易,这将阻碍压力的增加,因而导致芯层较低的温度稳定状态。

压机在闭合之后卸压之前,板坯内的空隙体积将保持不变。但刨花板板坯不是一个封闭的系统,气体可以通过板坯边部逃逸。当水蒸气形成的比率超过其通过边部逃逸的比率时,气体压力上升;当板坯

内的凝结水分减少到一定程度时, 形成水蒸气的比率将降低, 板坯内部的气体压力将趋于平稳然后下降。

经过恒温段之后, 板坯内部的水分含量已经很低, 输入的热量主要用于升高温度, 所以板坯温度继续上升。

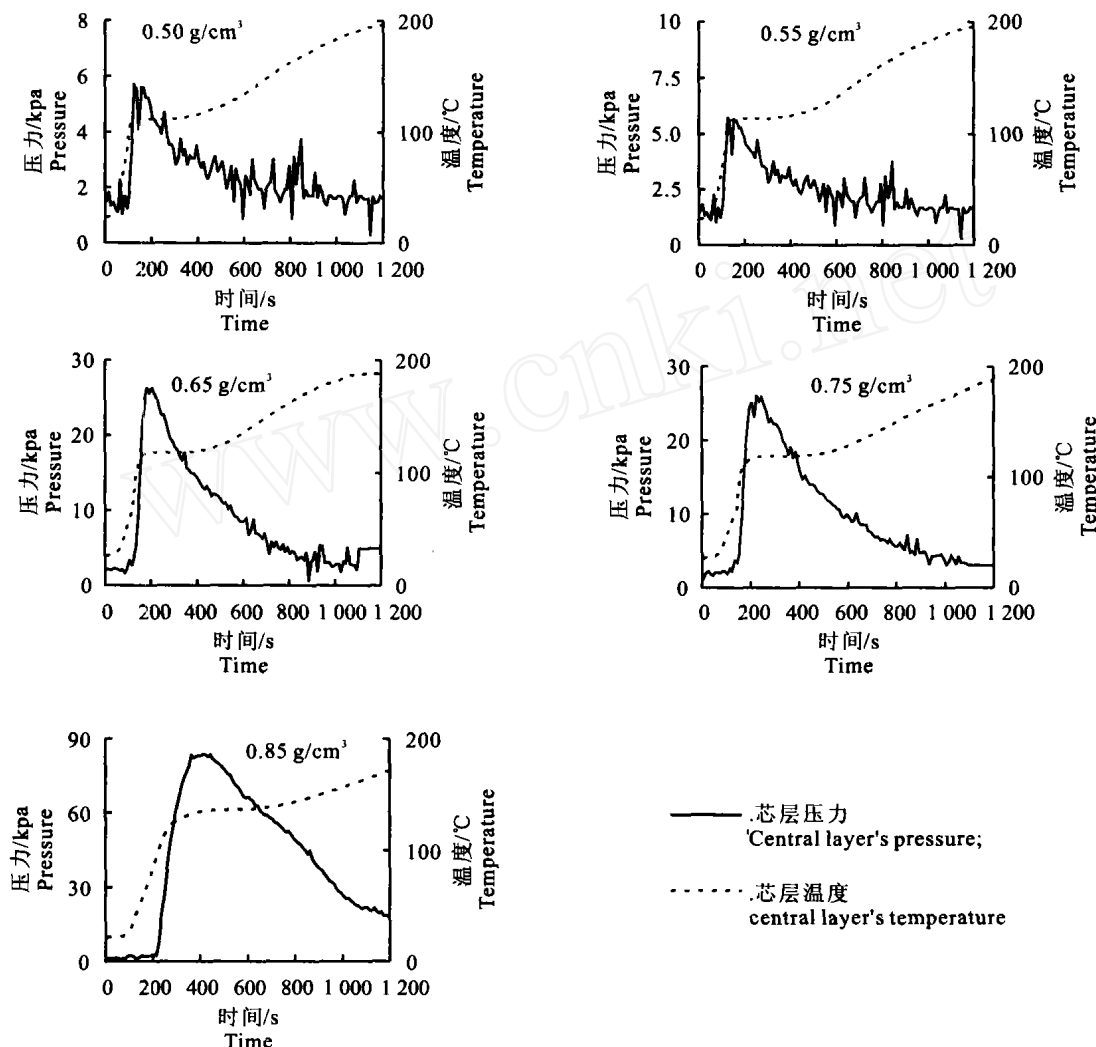


图3 不同密度板材的芯层温度与芯层压力关系

Fig 3 Curves of the central layer's temperature and pressure under different densities of panels

3 结论

1) 在热压过程中, 刨花板的表层与芯层压力曲线均可以分为3个阶段, 即热压板刚接触厚度规时的短暂平衡段、快速升压段和降压段。表层在短暂的平衡段会出现小的压力峰值, 而且板材密度越小压力峰越显著。

2) 不论板材密度大小, 刨花板在热压过程中压力变化的总趋势是: 在开始阶段表层的压力先上升, 使表层压力大于芯层压力, 随后芯层压力急剧上升并超过表层; 随着热压的进行, 表层和芯层的压力开始下降, 在降压阶段, 芯层压力一直大于表层。在整

个热压过程中, 板材密度越大其压力变化越小, 芯层的压力最高值越大, 并且压力最高值出现的时间越晚。

3) 板坯芯层的温度和压力密切相关, 板坯芯层汽化段的温度高低与此阶段芯层的压力大小有关, 板坯密度越大, 芯层压力越大, 汽化段温度也越高。刨花板在热压结束后卸压时, 当板坯内部的蒸汽压力大于板坯内部的胶结力时, 板坯可能发生“放泡”现象。板坯密度大, 热压时其内部的蒸汽压力大, 因此需延长热压时间以释放内部的水蒸气, 避免“放泡”现象发生。

[参考文献]

- [1] 陆仁书. 刨花板制造学[M]. 2版. 北京: 中国林业出版社, 1992
- [2] Kamke F A, Casey L J. Fundamentals of flakeboard manufacture: internal mat conditions[J]. Forest Products Journal, 1988, 38(6): 38-44
- [3] Smith D C. Waferboard press closing strategies[J]. Forest Products Journal, 1982, 32(3): 40-45
- [4] Balszs G, Zombori, Frederick A, Kamke, Layne T, Watson. Simulation of the internal condition during the hot pressing process[J]. Wood and Fiber Science, 2003, 35(1): 2-23
- [5] Kamke F A, Casey L J. Gas pressure and temperature in the mat during flakeboard manufacture[J]. Forest Products Journal, 1988, 38(3): 41-43
- [6] Pablo Jose Garcia. Three-dimensional heat and mass transfer during oriented strandboard hot pressing[D]. Vancouver (Canada): the University of British Columbia, 2002
- [7] Bolton A J, Humphrey P E. The hot pressing of dry-formed wood-based composites Part III Predicted vapour pressure and temperature variation with time, compared with experimental data for laboratory boards[J]. Holzforshung, 1998, 43(4): 265-274
- [8] 徐长妍, 华毓坤. 喷蒸真空热压刨花板板坯内部的温度场特性[J]. 林产工业, 2002, 19(6): 13-15

Effect of density on the surface and central layers pressure of particleboard during hot pressing

LEI Ya-fang, LIU Yan-zhen

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The paper presents the research of density's effect on the pressure of surface and central layers, and discusses the relationship of central layer's pressure and temperature. Results indicate that the pressure maximum values of both the surface and central layers increase with the increasing density of particleboard mat; the central layers temperature of evaporation stage is closely related to its pressure, and the temperature and the pressure of central layer is in direct proportion to the particleboard mat density.

Key words: particleboard; surface layer pressure; central layer pressure; hot pressing technology

欢迎订阅2007年《园艺学报》

《园艺学报》是中国园艺学会主办的学术刊物, 刊载有关果树、蔬菜、观赏植物和西瓜、甜瓜等方面未曾发表的学术论文、研究报告、研究简讯、经过省(直辖市)级审定或鉴定的新品种、学术活动报道及广告等。读者对象主要是园艺科研人员、大专院校师生及专业技术人员。2007年由224页增加至304页, 双月25日出版。每期定价20元, 全年120元。国内外公开发售, 全国各地邮局办理订阅, 邮发代号: 82-471, 漏订者可直接寄款至本编辑部订购。国外发行由中国国际图书贸易总公司承办, 代号BM 448。自办发行本刊2000年、2001年和2002年增刊, 每册10元, 欲购者请与编辑部联系。

编辑部地址: 北京中关村南大街12号 中国农科院蔬菜花卉所《园艺学报》编辑部

邮政编码: 100081 电话(传真): (010) 68919523

E-mail: ivfyxb@mail.caas.net.cn