

刨花板板坯表面增湿处理 ——缩短热压周期的有效途径

孙光瑞

(南京林业大学 南京 210037)

摘要 本文阐明,刨花板板坯表面增湿是缩短热压周期的有效途径及其原理,影响增湿效果的主要因素是热压板温度、增湿量、增湿层厚度比。

关键词 刨花板;增湿;热压周期

在刨花板生产中,热压工序周期的长短直接影响刨花板厂的生产率。当然,缩短热压周期应该以确保不损害刨花板质量,甚至是提高板质量为前提,否则就毫无意义。

1 板坯表面增湿缩短热压周期的理论根据

由“压力-时间”曲线(图1所示)可见,整个热压周期由若干个时间段组成: T_1 是装板时间, T_2 是闭合时间, T_3 是压实时间, T_4 是保压时间, T_5 是降压时间, T_6 是张板时间, T_7 是卸板时间。其中,除 T_4 和 T_5 时间段外的其余时间段均由设备动作所决定,并且只占整个热压周期较小的比例,可控潜力不大, T_4 和 T_5 时间段则是刨花板生产工艺所确定,占整个热压周期的比例颇大,它们的增减对热压周期将产生较大影响。显然,从生产工

艺角度出发,倘若要提高热压机生产率,缩短周期,必须也只能靠缩短保压时间和降压时间来实现。

在热压过程中,板坯从热压板获得热量加速树脂胶固化,同时在胶粘剂与木材(刨花)之间产生一系列化学反应而成板。就目前常用的脲醛树脂胶而言,欲使上述各项反应得以充分进行,除了提供热量,在板坯内创造一个良好的温度环境外,还必须创造恰当的湿度和酸碱度环境。板坯内的酸碱度已在施胶时通过施加酸性催化剂而控制在 $\text{pH}=4.0$ 左右。据资料介绍,热压过程中,板坯芯部区域平均含水率下降到18%以下之后,板坯内的各项物理变化、化学反应就能够快速进行。可见,影响刨花板胶合质量的关键在于,热压时板坯内的温度、湿度和酸碱度是否适宜。又从整个热压周期看,保压时间是板坯获得热量升高温度(实质为芯部区域达到预定温度),为树脂胶固化创造温度环境的主要时间,在其间水分排除不多。降压时间是板坯获得热量大量排除水分(主要排除聚集在芯部区域的水分),为树脂胶固化创造温度环境的主要时间。保压时间取决于板坯芯部区域温度上升的速率,降压时间长短依赖于板坯芯部区域水分排除的速率,而水分排除的速率又与芯部区域温度的上升速率和温度的高低密切相关。因而,板坯芯部区域温度上升速率和上升的高度是缩短热压周期的关键所在。

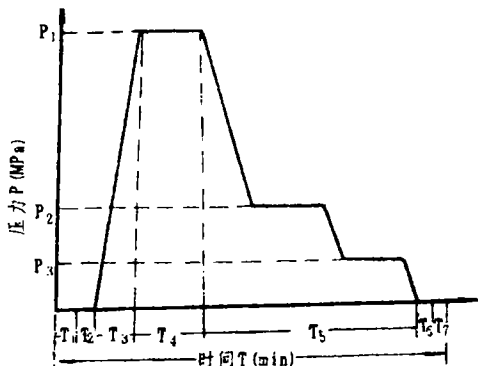


图1 压力-时间曲线

收稿日期 1995-05-05
曹家巍、欧阳伟参加本项试验。

对板坯两表面增湿可以提高芯层区域温度上升速率和上升的高度,缩短保压时间和降压时间。当板坯表面与高温热压板接触后,表面区域温度上升,其中水汽化,在表面区域和芯部区域之间形成温度梯度和压力梯度,并且这两种梯度不断增大。由于这两种梯度的共同作用,水汽和未汽化的热水携带着热量向芯部区域扩散、迁移,这是对流传热。同时,热压板也通过接触传热方式将热量传至表面区域,尔后再至芯部区域。依靠这两种传热方式使芯部区域获得热量,温度上升。由于刨花板是由木材、空气、水分组成的“固-液-气”三相体系,整体讲是热的不良导体,传热性能不好。惟有其中水分导热性能良好,并且汽化后能够加强对流传热(水汽在板坯内扩散比水分在板坯内移动容易得多)。板坯两表面增湿,大大强化了这一对流传热效果,增湿后表面区域由于含水量较高,与高温热压板接触后,水分急剧汽化,“冲”向芯部区域,使芯部区域温度上升速度大大提高,上升的高度也增加许多(见图 2,4)同时相应大大增加了板坯与周围环境大气的温差,聚集在芯部区域的水分很快散逸到四周大气中,以致板坯内各项物理变化、化学反应能够在较短的时间内基本完成,从而使保压时间和降压时间得以缩短,即缩短了热压周期。

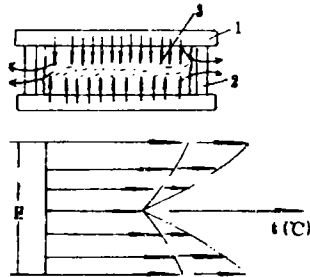


图 2 板坯传热传质及温度分布示意图
1. 热压板; 2. 厚度规; 3. 板坯

2 实验材料和条件

2.1 实验材料

刨花 杨木机制刨花,宽平形,尺寸

25mm×20mm×0.4mm,含水率 3%。

胶粘剂 脲醛树脂胶(仿中林-64),浓度 63%。

固化剂 氯化铵。

2.2 实验条件

施胶量 12%

固化剂用量 1.2%(稀释为 20%的浓度使用)。

实验刨花板 密度 0.65g/cm³,单层结构,规格 300mm×300mm×20.5mm(加砂光余量)。

热压工艺参数 热压温度 165~200℃(以 5℃为递增量,200℃为实验基准温度);热压压力,6MPa $\xrightarrow{4\text{分钟}}$ 3MPa $\xrightarrow{4\text{分钟}}$ 1.5MPa $\xrightarrow{4\text{分钟}}$ 0;热压周期 12 分钟(实验基准时间)。

实验设备 实验用热压机,压板幅面 400mm×400mm,总压力 100t。实验装置的安装见图 3。

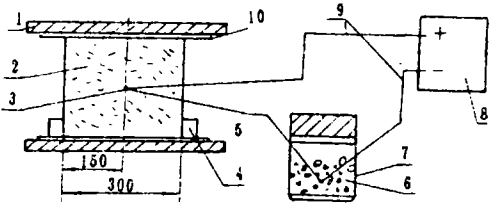


图 3 实验装置示意图

1. 热压板; 2. 板坯; 3. 热电偶埋设在板坯内的测温端; 4. 厚度规; 5. 9. 热电极(铜-康铜); 6. 冰水混合物; 7. 保温瓶; 8. 测量仪表(电位差计); 10. 垫板

3 实验结果分析

3.1 增湿后芯层区域的温度及其影响

以图 4 中未增湿板坯芯部区域的“温度-时间”曲线①为基准,将增湿后板坯的“温度-时间”曲线②③④⑤与其对比。芯部区域温度上升至 105℃左右,即未增湿板坯的最高温度区段,未增湿板坯需要 3 分 50 秒钟至 4 分钟,而增湿量为 0.10、0.15、0.20g/cm² 的板

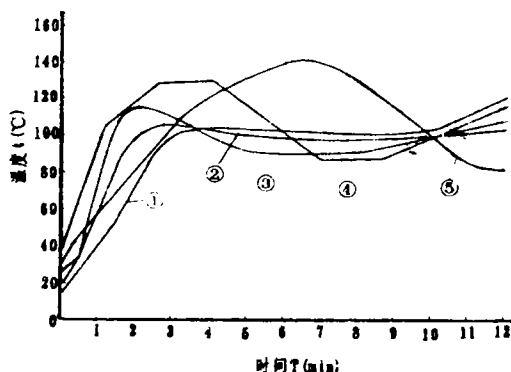


图4 芯部区域温度-时间曲线

曲线①—未增湿;曲线②③④⑤分别代表增湿量
0.10、0.15、0.20、0.25g/cm²

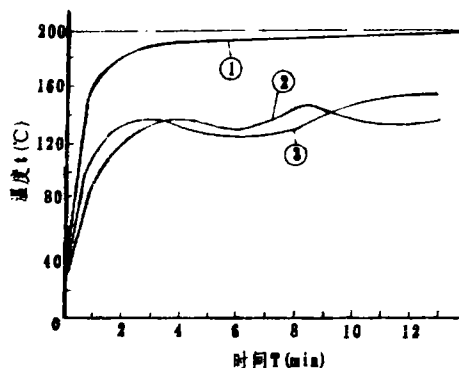


图5 表面区域“温度-时间”曲线

曲线①—未增湿;曲线②—增湿量 0.10g/cm²;
曲线③—增湿量 0.20g/cm²

坯分别需要2分30秒钟、1分30秒钟和1分10秒钟,对应缩短了1分30秒钟、2分30秒钟及2分50秒钟。由曲线①可知,当芯部区域温升至105℃左右,板坯的抗变形力消失殆尽,热压板传递的热量几乎全部消耗于汽化水分,水汽向四周大气扩散,这意味着保压时间结束,压力开始下降。不难看出,板坯表面增湿可以大大缩短保压时间。虽然表面增湿会导致芯部区域集聚的水分增多,但是因为,实际生产中保压时间虽然结束,芯部区域温度仍然上升一段时间(图4中曲线②、③、④很清楚地反映了这一点)增大了与四周大气环境的温差,水分汽化和向外部扩散的速率也因此增大,有利于芯部区域水分排除,含水率很快下降。其次是因为,经过增湿处理表面区域温度下降许多(见图5),这就容许进一步提高热压温度,从而导致芯部区域温度上升速率更大,上升得更高,对水分向外散逸起了促进作用,芯部区域的水分排除得更快更多,含水率迅速下降。

3.2 增湿后表面区域的温度及其影响

采用板坯表面增湿处理的热压工艺,对表面区域产生的影响是积极的,同时还改善了刨花板的某些物理、力学性能。板坯表面增湿后进行热压,消耗于汽化水分的热量增加许多,图5中曲线②、③表明板坯表面区域温

度维持在140℃左右有八分钟之久,毋庸解释,这对提高板面光洁度和静曲强度等都大有裨益。同时由于板坯表面区域和芯部区域的温度相差不大(对照图4看)板坯内各处物理变化、化学反应进行的程度差异不大,因此板坯各处的物理、力学性能趋于一致。另外不可忽视的是,正如上述存在进一步提高热压温度的余地,那就有可能采用高温短周期的高效热压工艺。反之,消耗于汽化水分的热量不多,热压板提供的热量大部分用于升高板坯表面区域的温度,板坯表面区域内的温度在极短的时间内趋近热压板的温度(图5中曲线①),在整个热压过程中处于干热的状态,结果树脂胶脆化,表面质量下降,严重时板面出现碳化现象。

3.3 影响增湿效果的主要因素

影响增湿处理效果的主要因素是:热压板温度、增湿量、增湿层厚度比(板坯增湿层厚度与板坯厚度之比。此处所言板坯是指在热压机内处于压实状态的板坯)。

热压板温度 热压板的温度偏高,板坯表面区域水分获得热量多,水分的汽化多而且温度高,板坯表面区域和芯部区域之间形成的温度梯度和压力梯度大,携带到芯部区域的热量随之增加,使得芯部区域温度上升速率大大提高。图6中曲线②、③分别为热压

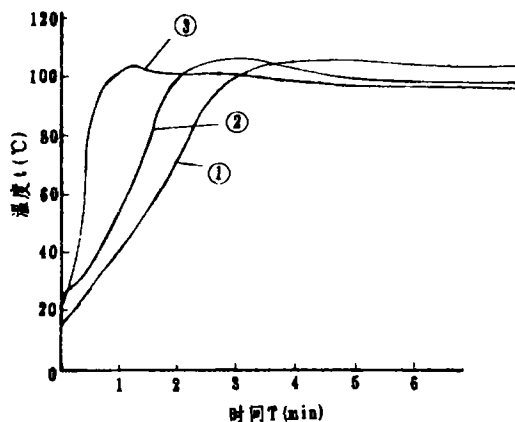


图6 不同热压温度下芯部区域温度-时间曲线

曲线①—未增湿,热压温度 200℃;

曲线②—增湿量 0.1g/cm² 热压温度 175℃;

曲线③—增湿量 0.1g/cm²,热压温度 200℃

温度 175℃和 200℃的芯部区域温度时间曲线。当芯部区域的温度上升至 105℃左右时,热压温度为 200℃仅需要 1 分钟,而热压温度为 175℃却需要 2 分 10 秒钟,增长约 1 分 10 秒钟。由此可见,热压温度偏高些为好。

增湿层厚度比 增湿层厚度比反映水分在板坯表层区域内的密集程度。增湿层厚度比小意味着水分在表面区域内密集程度高,大部分水分都能够直接从热压板获取热量,与热压板温度偏高的道理相似,汽化的水汽数量多,传递到芯部区域的热量多,芯部区域

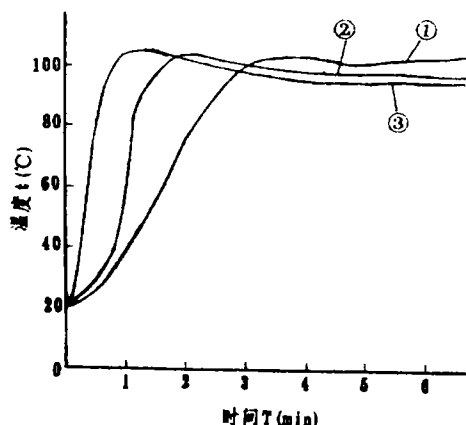


图7 不同增湿层厚度比的芯部区域温度-时间曲线

曲线①—未增湿,②③—增湿层厚度比分别为 1/5 和 1/10

的温度升高得快。图 7 中曲线②、③是增湿层厚度比为 1/5 和 1/10 的芯部区域的温度-时间曲线。当芯部区域的温度上升至 105℃左右时,增湿层厚度比为 1/10 的只需要 50 秒钟,增湿层厚度比为 1/5 的需要 1 分 48 秒钟,增长了 58 秒钟。显而易见,增湿层厚度比偏小些为好。

增湿量 增湿量指对板坯表面区域增加水分的数量,以 g/cm² 表示。增湿量偏大些对板坯芯部区域温度的提高及其提高速率都是有利的,其道理相类同于以上两个因素,在此不再赘述。

必须说明的是,热压板温度的提高,增湿层厚度比的减小,增湿量的增大均有一定限度,超过此限度,热压周期反而需要延长。其原因在于;第一,表面区域的水分过多,消耗于汽化水分的热量增加许多,表面区域的温度偏低,表面区域和芯部区域之间的温度梯度相应减小,即传热动力不足,以致芯部区域温度的上升速率减小,上升的高度也随之降低,为了创造芯部区域脲醛树脂胶固化的必要温度环境,保压时间必须延长。第二,由表面区域扩散、迁移至芯部区域的水分太多,即芯部区域需要排除的水分过多,再加上芯部区域温度偏低,与四周大气环境温差减小,水分排除速率减小,为了创造芯部区域脲醛树脂胶固化的必要温度环境,芯部区域水分向周围环境散逸的时间必须延长,即降压时间必须延长。结果导致热压周期必须延长。

3.4 增湿处理对刨花板的性能影响

表 1 板坯增湿处理对刨花板性能的影响

喷水量 (g/cm ²)	热压 周期 (min)	内结合 强度 (MPa)	静曲强度 (MPa)	厚度偏差 (mm)	平衡 含水率 (%)
0	8	0.39	16.70	0.98	10
0.10	6	0.41	21.61	0.39	10
0.15	5	0.37	18.60	0.31	10
0.20	6	0.36	16.30	0.31	10

从表 1 可以看出,由于对板坯表面增湿,在热压周期缩短以后,增湿量为 0.1g/cm² 时刨花板的内结合强度、静曲强度还有不同程度的增大。同时,由于在高温高湿状态下压

制,刨花(木材)的塑性增加,而弹性恢复能力减弱,刨花板厚度偏差小,对于刨花板来说这是非常可贵的物理性能的改善。可想而知,压机的能耗将因为板坯压缩阻力减小,必然也随之下降。从表1还可以看出,刨花板的平衡含水率不会因增湿处理而有所改变。

4 结论

4.1 采用板坯表面增湿热压工艺,可以缩短刨花板的热压周期,提高生产率。仅从表1中数据看,热压周期就能够缩短2~3分钟。

4.2 板坯表面增湿可以提高板的表面质量,在一定程度上改善了刨花板的物理、力学性能,特别是减小刨花板的厚度偏差,而不会改变刨花板的平衡含水率。

4.3 板坯增湿量较好范围为 $0.10\sim 0.20\text{g}/\text{cm}^2$,增湿层厚度比以 $1/5\sim 1/10$,热压温度以 $200\pm 10\text{C}$ 为宜。

至于生产应用,在目前的刨花板生产线中,按确定后的增湿量降低用于表面细刨花的胶粘剂浓度即可(当然,增湿层厚度比未必是最佳数据)。如果专门设计增湿机构就更为理想了。

5 参考文献

- 1 杨强生主编. 对流传热与传质. 1985
- 2 Kays W M and M E Crawford. Convective heat and mass transfer. McGraw-Hill Book Company, 1980
- 3 Thomas M Maloney. Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing. Miller Freeman Publication, 1977

Study on Humidification Treatment in Particleboard Mat Surface

Sun Guangrui

(Nanjing Forestry University Nanjing 210037)

Abstract This article described the principle of humidification treatment of particleboard mat surface, which proved to be effective in shortening hot-pressing cycle. The major factors of humidification treatment were hot-pressing temperature, humidifying content and thickness ratio of humidified layer.

Keywords Particleboard; Humidification; Hot-pressing cycle

热诚欢迎订阅《家具》杂志

• 设计者的益友 • 制作者的良师 • 生产厂的指南

双月刊 单月出版 国内外公开发行

《家具》的办刊宗旨:为促进我国家具工业发展和科技进步服务。

《家具》的编辑方针:科学性、实用性、知识性三者并举。

《家具》的报道内容:报道科研成果,探讨工艺技术。活跃设计思想,传递经科信息,介绍新颖家具。

《家具》从1996年起,版面改成大16开,将以崭新面貌面对读者。

凡从事家具业、室内装饰业和相关行业的科技人员、企业管理人员、技术工人和有关大专院校师生、业余爱好者均可订阅。读者可到就近邮局订阅,或汇款至本刊编辑部。

地址:上海市南京东路石潭弄89号 邮编:200001

本刊每期定价6.0元,全年36元。本刊代号:4-398。