

研究与开发

刨花板板坯预压回弹率的研究

孙光瑞

摘要 本研究对刨花大小与形态、密度、施胶量,以及预压温度、保压时间、压缩厚度六个因素与板坯预压后厚度回弹率的关系进行了试验。试验结果证明,木材的材料属性和刨花刚性下降是引起回弹的主要原因,刨花的大小与形态、密度、施胶量等和预压条件对板坯的回弹率都产生影响。适当的工艺措施可以减小预压板坯的厚度回弹率。

关键词 预压;板坯;回弹率

Study on Spring-back of Particleboard Mat after Prepressing

Sun Guangrui

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract The relation among six factors (particle size and particle geometry, board density, resin consumption, prepressing temperature, closing time and compressing thickness) and particleboard mat spring-back after prepressing was studied. The results showed that wood properties and particle's rigidity decrease were the main reasons of the spring-back; and that all of reconstituting factors (particle size and particle geometry, board density, resin consumption and prepressing factors) affected the spring-back. It concluded that proper technological counter measure could be adopted to reduce the spring-back.

Keywords Prepressing; Particleboard mat; Spring-back

在采用多层热压机与无垫板输送的刨花板生产工艺中往往需要设置板坯预压工序,然而,预压后板坯厚度必定要产生回弹,因此了解产生回弹的原因并尽可能减少回弹是十分必要的。

1 预压后板坯厚度回弹的原因及回弹率

从宏观看,木材属于粘弹性材料,受外力作用后必然表现出一定的弹性。特别是被加工成刨花后刚性大大下降,再加之刨花的各个切面性质不相同,所以常呈不平直的状态,受压可使刨花展平伸直,但释压后必然会产生一定弹性恢复。由此可见,在刨花板板坯预压后,刨花弹性恢复的叠加总和就形成了板坯厚度的回弹。另外,还有少量刨花斜竖于板坯中,板坯受压时它们产生压缩与弯曲组合变形,一旦卸除压力随即恢复伸直,这类刨花数量虽少,但对板坯厚度回弹却起着推波助澜的作用;从微观看,木材和树脂胶都是高分子化合物。树脂胶分子在常温下能够通过氢键等物理作用与木材分子结合成更大的分子。板坯在受

压时,这些大分子物的分子链呈卷曲状,卸压后由于大分子链的热运动,大分子链又恢复伸长而表现出回弹,使板坯因此而产生厚度回弹(见图1)。

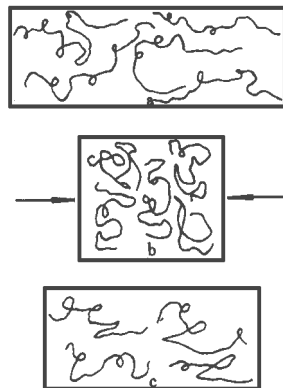


图1 预压板坯厚度回弹微观原理图

Fig. 1 Micro principle diagram for mat spring-back after prepressing

a. 未压缩板坯中的木材与树脂胶分子构象; b. 压缩板坯中的木材与树脂胶分子构象; c. 回弹后板坯中的木材与树脂胶分子构象

板坯厚度回弹率(下文简称回弹率)的定义:

$$d = \frac{h_2 - h_1}{h} \times 100\%$$

收稿日期 1997-02-18

孙光瑞:南京林业大学木材加工学院教授,南京 210037

式中: d —回弹率(%) ;
 h —铺装板坯的厚度,又称初始厚度(mm);
 h_1 —预压终了板坯的厚度,又称压缩厚度(mm);
 h_2 —板坯回弹后的稳定厚度,又称回弹厚度(mm).

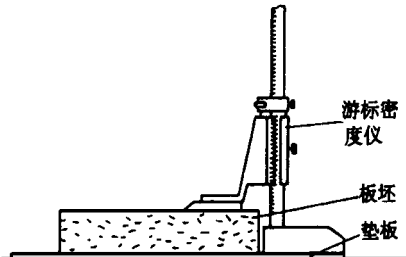


图2 板坯初始厚度测量方法示意图

Fig. 2 Measuring method of original mat thickness

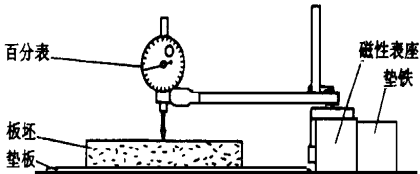


图3 回弹过程中板坯厚度测量方法示意图

Fig. 3 Measuring method of mat thickness after prepress

h 的数值可按图2所示方法直接测量,亦可用算式计算(见《林产工业》1982(6)); h_1 采用厚度规控制(压实的板坯不用厚度规),可在压机压板开口处量取; h_2 在板坯回弹过程中是个变数。如图3所示,将卸压后的板坯立即置于百分表头下方,随着时间的延续,板坯厚度回弹量 h_2-h 逐渐减小,直至最后达到稳定,该稳定状态对应的板坯厚度即是 h_2 (见图6至图11,图9除外)。由于压机的压板张开瞬间到板坯表面与百分表头接触,这一过程的回弹量是无法测量的,故图6至图11(图9除外)中所有板坯回弹厚度的时间特性曲线起始段只能以虚线表示。

2 影响回弹率的因素与结果分析

2.1 试验材料与条件

2.2 试验材料

刨花 黑松机制刨花,刨花形态与大小见表1刨花含水率为3%。

胶粘剂 脲醛树脂胶(仿中林-64),浓度60%,粘度320 mPa s

固化剂 氯化铵

防水剂 熔融石蜡

表1 试验用刨花筛分值

Tab. 1 Particles screen distribution

筛分号	+ 6	- 6/+ 9	- 9/+ 12	- 12/+ 14	- 14/+ 32	- 32/+ 50	- 50
正交试验用刨花							
筛分值 表层	0	0	10.0	20.8	57.7	3.5	8.0
芯层	29.0	36.2	24.8	6.5	3.0	0.5	0
单项因素试验用刨花							
筛分值	14.3	18.8	18.9	13.0	29.7	1.9	3.4

2.1.2 试验条件

固化剂用量 1% (使用时配至浓度20%)

防水剂用量 1%

刨花用量 按试板300 mm× 300 mm× 19 mm计算,试验板的密度按正交试验与单项因素试验的规定取值

试验设备 单层平压压机,压板幅面500 mm× 500 mm,总压力100 t

2.2 正交试验与结果分析

影响回弹率的因素颇多,现仅以黑松为树种代表,以脲醛树脂胶及其用量作为胶粘剂影响的表征因素。试验安排如表2

表2 因素水平表

Tab. 2 Factors and levels for experiment

因素	水平				
	1	2	3	4	5
刨花配比(粗/细),A	全粗	3/2	1/1	1/3	全细
施胶量(%),B	8	12	16	20	24
刨花板密度(g/cm³),C	0.50	0.65	0.75	0.80	0.90
预压温度(°C),D	常温	40	50	60	80
压缩厚度(mm),E	压实	12	16	20	24
保压时间(s),F	5	30	45	60	90

试验中:① 由于所用压机的液压传动系统依循帕斯卡原理设计,所以能藉压缩厚度反映预压压力的作用;② 采用图4所示“压力-时间”曲线;③ 刨花大小与配比因素中的水平1和水平5铺装成单层结构,其它三个水平对应的板坯铺装成三层结构板坯;④ 板坯含水率的作用通过刨花含水率和胶粘剂用量及浓度反映。

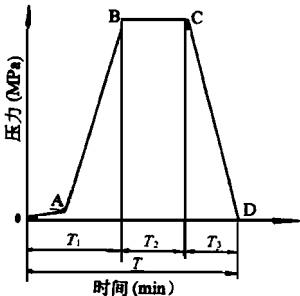


图4 压力-时间曲线

Fig. 4 Pressure-time curve

根据试验结果得出因素与回弹率的关系(见图5),从图5可得出影响回弹率的因素依次为:施胶量,

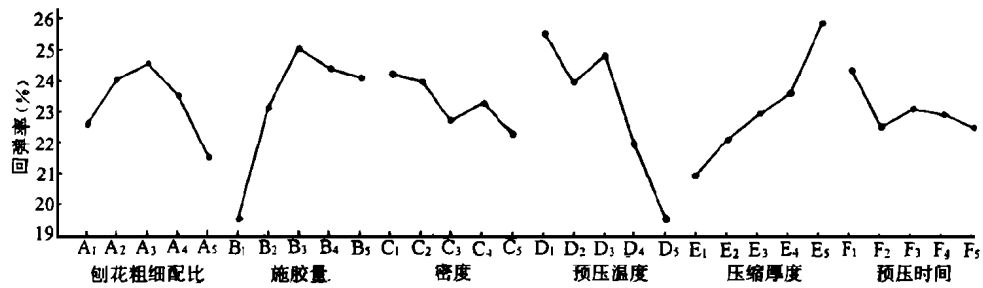


图 5 六因素与回弹率的关系

Fig. 5 Relation among six factors and spring-back

预压温度、压缩厚度(即预压压力)、刨花大小与配比、保压时间及密度。仅从减小回弹率的角度看,最佳组合是 $A_5B_1C_5D_5E_1F_5$,最佳水平组合试验结果是:初始厚度 82.75 mm,压缩厚度 16.08 mm,回弹厚度 28.99 mm,回弹率 15.6%。当然,实际生产中不会采用如此细小的刨花,板的密度也不会高达 0.90 g/cm³。不过,由上述结果可见,当刨花板的密度、结构等一定时,通过正确拟定预压工艺因素和施胶量是能够控制回弹率的。

2.3 单项因素试验与结果分析

2.3.1 施胶量对回弹率的影响 图6中纵座标上 A、B、C点标明的数值为对应施胶量的板坯压缩厚度(除图9外,图7至图11情况相同),由各条曲线得出相应的回弹率见表3。显而易见,施胶量愈大,板坯不但回弹率大,而且对应相同时刻的回弹量也大,同时在前6分钟内的回弹量增长速率亦大。其原因在于其它因素不变时,施胶量大则带入板坯的水量亦大,刨花的含水率因此增大,从而引起刨花(木材)的弹性增强(在纤维饱和点以下),使板坯回弹量增大。与此同时,刨花吸水润胀后,不仅厚度胀厚,且因各表面湿胀变形不均匀翘曲度加大,致使板坯初始厚度增加(见表3)。综合结果是,回弹率随施胶量增大而增大。另外,在预压阶段树脂胶分子基本呈线型态,受压力作用还会产生粘性流动引起的不可逆变形。施胶量大时板坯中树脂胶分子总数量大,板坯受压时每个分子承受的压力小,不易产生粘性流动造成的不可逆变形,释压后回弹量大,这是回弹率随施胶量增大而增大的又一个原因。因此,降低施胶量对减小板坯回弹率也很有好处。

2.3.2 预压温度对回弹率的影响 从图5图7和表4的结果可以看出,回弹率对施加给板坯的热量十分敏感,随着温度升高回弹率明显减小,而且在80℃以上整个回弹过程也相当短暂。显然,加热促使树脂胶分子交联长大,一方面使刨花部分胶结,使其丧失

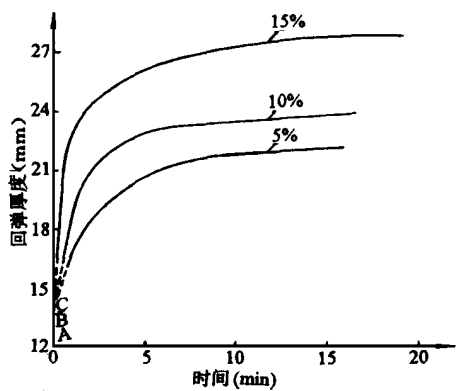


图 6 不同施胶量的板坯回弹厚度-时间关系曲线

Fig. 6 Mat spring-back /time curve with different resin consumption

表 3 施胶量对回弹率的影响

Tab. 3 Effect of resin consumption on spring-back				
施胶量 (%)	初始厚度 (mm)	压缩厚度 (mm)	回弹厚度 (mm)	回弹率 (%)
5	48.32	14.01	22.03	16.60
10	55.37	13.21	23.98	19.45
15	62.84	12.33	28.42	25.60

不变因素:板密度 0.65 g/cm³;普通刨花;单层结构板坯;常温预压,保压时间 0.5 min;压缩厚度 13.21 mm(压实板坯)

部分弹性恢复能力;另一方面树脂胶分子链构象在卸压后恢复伸长的能力有所消失,故回弹率显著减小。随着预压温度提高,特别是在100℃以上,板坯表面就会出现不同厚度的固结层,而实际具有明显回弹能力的是芯部区域。因此高温的预压没有实用意义。但适当提高预压温度有助于减小回弹率,也不致降低热压后的板子质量,若采用高频加热就更为适宜。

表 4 预压温度对回弹率的影响

Tab. 4 Effect of prepressing temperature on spring-back

预压温度 (°C)	初始厚度 (mm)	压缩厚度 (mm)	回弹厚度 (mm)	回弹率 (%)
常 温	55.37	13.21	23.98	19.45
80	55.20	13.08	22.85	17.70
130	54.47	12.98	20.48	13.76
180	55.92	12.76	16.00	5.79

不变因素:板密度 0.65 g/cm³;普通刨花;单层结构板坯;保压时间 0.5 min;压缩厚度 13.21 mm(压实板坯);施胶量 10%

2.2.3 压缩厚度对回弹率的影响 表5与图8的结

表 5 压缩厚度对回弹率的影响

Tab. 5 Effect of compressing thickness on spring-back			
压缩厚度 (mm)	初始厚度 (mm)	回弹厚度 (mm)	回弹率 (%)
13.21(压实)	55.37	23.98	19.45
16(15.18)	55.07	27.32	22.05
20(20.44)	54.85	33.41	23.65

不变因素: 密度, 0.65 g/cm³; 普通刨花; 单层结构板坯; 常温预压; 保压时间 0.5 min; 施胶量 10%

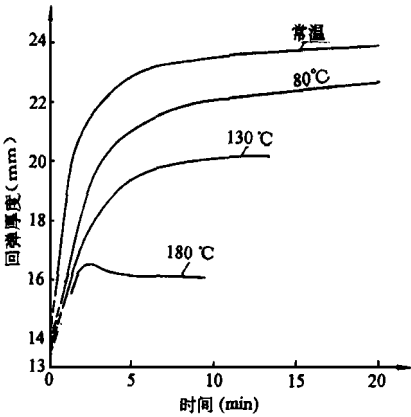


图 7 不同预压温度下板坯回弹厚度-时间曲线
Fig. 7 Mat spring-back/time curve with different prepressing temperatures

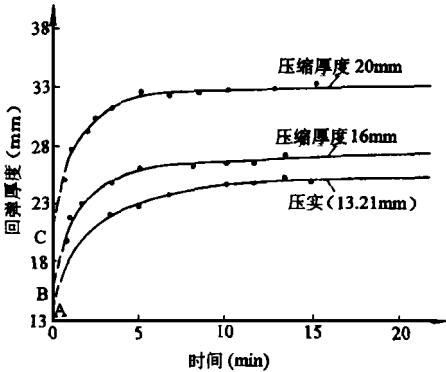


图 8 不同压缩厚度时板坯的回弹厚度-时间关系曲线
Fig. 8 Mat spring-back/time curve with different compressing thicknesses

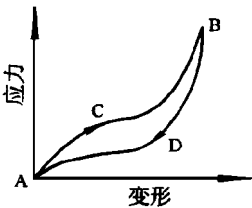


图 9 压缩与回弹周期的应力-应变曲线
Fig. 9 Stress-deformation curve of mat during compressing and springing-back cycle

果表明减小压缩厚度可以减小回弹率,以压实板坯为最佳。从图 9 可见,板坯被压缩时,应力与变形沿 ACB 线增长,没有达到平衡位置;回弹时则由 BDA 线变化,基本按平衡位置进行,压缩与回弹不是沿同一条

曲线。板坯被压缩时,外力对其做功的量等于 ACB 曲线下所围面积;而回弹时,板坯释放的能量等于 BDA 曲线下所围面积。差值 ACBDA 所围的面积,即为板坯在压缩和回弹循环中净接受的能量。这一能量消耗于分子内摩擦,转变成热量,使树脂胶分子进一步交联长大并与刨花产生反应,从而使板坯失去一定回弹能力。显然,板坯压缩厚度减小,外力对板坯做的功增多,同时由于外加压力大,木刨花“塑变”程度也大,回弹时板坯释放的能量减小,导致 ACBDA 所围面积增大,板坯回弹率减小。

2.3.4 刨花大小与形态对回弹率的影响 板坯回弹率与刨花尺寸成正变关系(见图 10 和表 6)。试验用细屑刨花为表 1 中单项试验用,筛分号 - 32# - 50# 的刨花,大刨片为筛分号 + 6# - 64# 的刨花;普通刨花为表 1 所列因素试验用刨花。细屑刨花的板坯回弹率比大片刨花的板坯回弹率小约 6.5 个百分点。可见刨花所表现的弹性行为与其大小、形态密切相关。刨花尺寸愈大,尤其是长厚比与宽厚比愈大,刚性就大大下降,而且刨花易呈翘曲状,由这类刨花铺装的板坯预压后回弹力就大,回弹率高。刨花尺寸大小还间接制约着树脂胶对板坯回弹率产生的作用。如果刨花尺寸偏大,刨花的比表面积就小,刨花单位面积上涂胶量势必多。外力一定时,刨花单位面积上承受外力作用的树脂分子数目多,树脂胶产生粘性流动的不可逆变形小,板坯回弹率因此增大,这也是刨花尺寸偏大导致回弹率大的另一个原因。因此,就回弹率而言,刨花尺寸以偏小些为好。

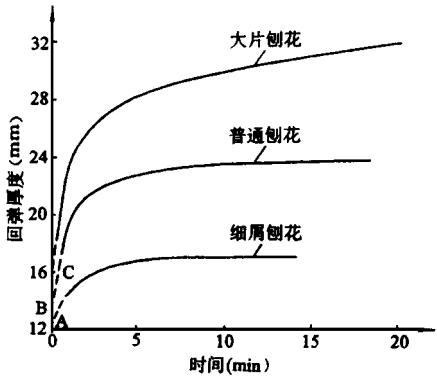


图 10 不同大小与形态刨花的板坯回弹厚度-时间曲线
Fig. 10 Mat spring-back/time curve with different particle size and shapes

2.3.5 保压时间对回弹率的影响 延长保压时间可以减小板坯回弹率(见图 11 及表 7)。板坯是一个变形的粘弹性体系,从正交试验结果和此处结果看,延

(下转第 19 页)

4.2 气干缺陷主要是端裂、细短端表裂和少量表裂。除二种落叶松和刺槐外,马尾松、湿地松、杉木、毛白杨和火炬松虽有缺陷但数量不多,个别板气干后有瓦弯和弓弯,但在板宽 120 mm 时,最大瓦弯量不超过 2 mm。因此,八种短周期工业材气干缺陷不严重,生材可以直接气干。

4.3 八种短周期工业材四季的干燥规律相同,即从初含水率降到含水率为 30% 左右时,含水率下降梯度很大,而后开始趋于平缓,到含水率为 20% 以下时,随外界气候条件变化呈波动性变化。因此,以气干作为预干时,适宜的预干终含水率为:马尾松,20%;湿地

松,25%~20%;杉木,30%~25%;日本落叶松,30%~25%;长白落叶松,30%~25%;火炬松,25%~20%;毛白杨,25%~20%;刺槐,30%~25%。

5 参考文献

1 何定华等.锯材气干、窑干联合干燥试验.木材干燥学术讨论会论文集,1991
2 南京林业大学.木材干燥.中国林业出版社,1981
3 成俊卿主编.木材学.中国林业出版社,1985
4 何定华等.毛白杨和沙兰杨木材气干过程和窑干工艺的研究.木材工业,1987,1(2): 8~15

(上接第 11 页)

表 6 刨花大小与形态对回弹率的影响
Tab. 6 Effect of particle size and geometry on spring-back
刨花大小与形态 初始厚度 (mm) 压缩厚度 (mm) 回弹厚度 (mm) 回弹率 (%)
大片刨花 70.55 16.01 31.99 22.65
普通刨花 55.37 13.21 23.98 19.45
细屑刨花 31.51 12.22 17.34 16.32
不变因素:密度 0.65 g/cm³;单层结构板坯;常温预压;保压时间 0.5 min;压缩厚度 13.21 mm (压实板坯);施胶量 10%

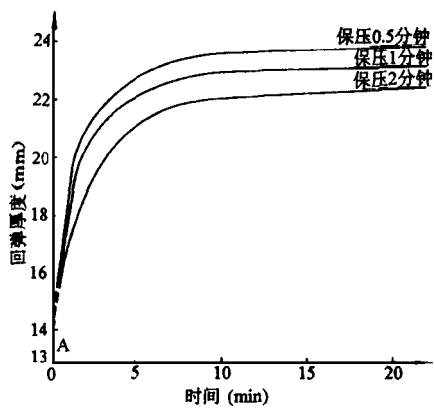


图 11 不同保压时间的板坯回弹厚度-时间曲线
Fig. 11 Mat spring-back/time curve with different closing time
表 7 保压时间对回弹率的影响
Tab. 7 Effect of closing time on spring-back

保压时间 (min)	初始厚度 (mm)	压缩厚度 (mm)	回弹厚度 (mm)	回弹率 (%)
0.5	55.37	13.21	23.98	19.45
1	55.21	13.02	23.23	18.50
2	55.05	13.32	22.40	16.50

不变因素:密度 0.65 g/cm³;普通刨花;单层结构板坯;常温预压;压缩厚度 13.21 mm (压实板坯);施胶量 10%。

长保压时间对减小回弹率的影响并不很大,且会降低生产率,所以不宜仅以延长保压时间来减小回弹。

2.3.6 刨花板密度对回弹率的影响 刨花板的密度与其板坯预压后的回弹率成反变关系。依据回弹率定义式,以表 8 所列 0.85 g/cm³ 与 0.45 g/cm³ 两密度数值的实验结果为例,可见,它们的密度之比为 0.85:0.45= 1.89,回弹量之比为 (28-16.05)/(16.90-

9.04)= 1.5,而铺装板坯的初始厚度之比却为 80.85/35.01= 2.3,分子比值小,分母比值大,显然板的密度大,其板坯预压后的回弹率反而小。

表 8 密度对回弹率的影响
Tab. 8 Effect of density on spring-back
密度 (g/cm³) 初始厚度 (mm) 压缩厚度 (mm) 回弹厚度 (mm) 回弹率 (%)
0.45 35.01 9.04 16.90 22.71
0.65 55.37 13.21 23.98 19.45
0.85 80.85 16.05 28 14.78
不变因素:普通刨花;单层结构板坯;常温预压;保压时间 0.5 min;压缩厚度 13.21 mm (压实板坯);施胶量 10%

3 结论

3.1 预压后刨花板板坯产生厚度回弹的主要原因在于刨花(木材)是粘弹性材料,具有一定弹性。板坯的构成因素(如刨花的树种、大小与形态、胶粘剂种类、性质、用量、刨花板密度、结构)和预压工艺因素(时间、压力、温度)对回弹率都有作用。

3.2 预压时对板坯施加热量能显著减小回弹率,但不宜超过 80℃。

3.3 预压板坯的压缩厚度越小,回弹率也越小,以压实板坯为最佳。

3.4 适当增加刨花板内(或配用)细小刨花的用量,非但有利于减小回弹率,而且对减小板材的孔隙度和提高表面光洁度也很有裨益。

3.5 当刨花板的密度、结构以及所用刨花大小与形态一定时,可通过合理确定施胶量和预压工艺参数来控制回弹率。

林庆旺 参加试验

4 参考文献

1 陆仁书主编.刨花板制造工艺学(第二版).中国林业出版社,1994
2 尹思慈主编.木材学.中国林业出版社,1996
3 何曼君等编.高分子物理.复旦大学出版社,1996
4 天津大学化工系高分子教研室编.高分子物理.化学工业出版社,1979