

不同热压方法对无胶烟秆碎料板力学性能的影响

郑霞, 徐剑莹

(中南林业科技大学, 长沙 410004)

摘要: 分别采用普通热压和喷蒸热压 2 种热压方法制备了无胶烟秆碎料板, 对它们的物理力学性能进行了对比研究与分析。结果发现, 与普通热压法相比, 喷蒸热压法制备的无胶烟秆碎料板的静曲强度、弹性模量与内结合强度明显提高, 吸水厚度膨胀率显著减小, 其原因可能是不同热压过程中烟秆碎料发生了化学变化。

关键词: 烟秆; 无胶碎料板; 普通热压; 喷蒸热压; 力学性能

中图分类号: TB486.6; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)17-0041-03

Effect of Hot-pressing Method on Mechanical Properties of Tobacco Stem Binderless Particleboard

ZHENG Xia, XU Jian-ying

(Central South University of Forestry & Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: Tobacco stem binderless particleboard was prepared by ordinary hot-pressing and steam injection hot-pressing respectively, and mechanical properties of particleboard with different hot-pressing method was studied and analyzed. The results showed that, compared with ordinary hot-pressing, MOR, MOE and IB of the tobacco stem binderless particleboard with steam injection hot-pressing increased significantly; TS decreased significantly. The possible reason was that chemical changes of tobacco stem particles with different Hot-pressing method were different.

Key words: tobacco stem; binderless particleboard; ordinary hot-pressing; steam injection hot-pressing; mechanical properties

由于木材资源短缺与环境恶化, 农作物秸秆人造板材已经成为众多科技工作者的研究目标^[1]。烟秆木质部细胞大小和胞壁厚度差异不大, 材质较均匀, 木质化程度较高且优于稻草和麦秸等其它秸秆。烟秆的化学成分与木材基本相似, 灰分和抽提物含量高于木材, 而木素和综纤维含量接近阔叶材, 因此, 烟秆是较理想的人造板生产的原料^[2]。人造板生产多使用醛类胶粘剂, 导致人造板生产成本低, 而且板材生产和使用过程中还会向周围环境释放甲醛气体, 因此开发无胶人造板意义重大。无胶烟秆碎料板是在不施加任何胶粘剂与添加剂的情况下, 通过一定的成型工艺, 使烟秆碎料产生自胶合作用而制备的环保型无胶人造板。无胶烟秆碎料板成型方法主要有普通热

压法和喷蒸热压法 2 种, 与喷蒸热压法相比, 普通热压法制备碎料板具有热压周期长, 板材力学性能差等缺点^[3-4]。本研究以烟秆碎料为原料, 分别采用普通热压法和喷蒸热压法制备无胶烟秆碎料板, 研究、分析不同热压方法对无胶烟秆碎料板物理力学性能的影响。

1 试验

1.1 材料

烟秆, 取自福建三明市, 平均含水率为 15%~25%, 通过鼓式刨片机将去髓后的烟秆加工成烟秆碎料, 规格比例见表 1, 干燥到含水率为 10%左右备用。

收稿日期: 2011-06-08

基金项目: 国家林业局 948 项目(2011-4-22); 国家自然科学基金项目(30771681)

作者简介: 郑霞(1973—), 女, 湖南长沙人, 硕士, 中南林业科技大学讲师, 主要从事木质与非木质人造板研究。

通讯作者: 徐剑莹(1965—), 女, 湖南人, 博士, 中南林业科技大学教授、博士生导师, 主要从事木质与非木质人造板研究。

表 1 烟秆碎料的规格比例

Tab.1 Tobacco stem particle size proportion		
碎料形态	网孔尺寸/mm	质量分数/%
1	<0.25	6.4
2	0.25~0.50	14.4
3	0.50~1.00	37.3
4	1.00~2.00	37.2
5	>2.0	4.7

苯、乙醇、蒸馏水、氯化钡(分析纯)、体积比为 2∶1 苯醇混合液、浓硫酸、冰醋酸(AR 级)、乙酸、定量滤纸、定性滤纸、pH 试纸、碳酸钠、氢氧化钠、次氯酸钠等。

1.2 设备与仪器

鼓式刨片机;索式抽提器;水浴锅;日本岛津公司万能力学试验机;XD-2 型 X 射线衍射仪,北京普析通用仪器有限责任公司。

1.3 方法

1.3.1 无胶烟秆碎料板的制备

将准备好的烟秆碎料称量后,通过自制铺装框手工铺装成 300 mm×300 mm×8 mm 规格的单层碎料板板坯,板材设计密度为 0.85 g/cm³,板坯经人工预压后,送入普通热压机和喷蒸热压机分别进行热压。普通热压法所用烟秆碎料含水率为 25%,热压温度为 190 ℃,压力为 5 MPa,热压时间为 10 min;喷蒸热压法所用烟秆碎料含水率为 10%,喷蒸蒸汽压力为 1 MPa,喷蒸时间为 7 min,上下热压板温度设定为 190 ℃,这一温度稍高于蒸汽温度,以防止蒸汽产生冷凝作用。

1.3.2 烟秆碎料化学成分测定

将原材料及热压前后的烟秆碎料按照 GB/T 2677—1993 分别进行化学成分测定,测定项目包括热水抽提物、苯醇抽提物、木素、半纤维素及 a-纤维素等。

1.3.3 X 射线衍射分析

采用 X 射线衍射仪对烟秆碎料结晶度变化进行测试与分析。将原材料及热压前后的烟秆碎料通过粉碎机加工成 200 目的烟秆粉后,送入 X 射线衍射仪进行扫描测试,测试条件:CuKα 靶(λ=0.154 nm),电压 40 kV,电流 35 mA,扫描速度 2θ=4 (°)/min。

烟秆碎料纤维素相对结晶度可以根据 Segal 法计算^[5]:

$$C_rI = \frac{I_{002} - I_{am}}{I_{002}} \times 100\%$$

式中:CrI 为相对结晶度;I₀₀₂为(002)晶格衍射角的极大强度(任意单位);I_{am}为衍射角为 18°时非结晶背景衍射的散射强度(与衍射强度单位相同)。

1.4 物理力学性能检测

无胶烟秆碎料板力学性能测试按照 GB/T 4897—2003 进行,检测项目包括静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)、内结合强度(IB)与 24 h 吸水厚度膨胀率(TS)等。

2 结果与分析

2.1 化学成分检测结果分析

热压后烟秆碎料化学成分组成见表 2, 2 种热压

表 2 烟秆碎料的化学成分(质量分数)

Tab.2 Chemical composition of tobacco stem particle					
	热水 抽提物	苯醇 抽提物	木素	半纤 维素	a-纤维素
普通热压	4.13	3.41	22.10	33.3	36.31
喷蒸热压	5.26	3.87	23.50	31.6	34.51

后烟秆碎料的化学成分含量明显不同。与普通热压相比,喷蒸热压后烟秆碎料的半纤维素降低了 5.11%,其原因一方面是烟秆碎料中半纤维素的主要化学成分为聚戊糖,喷蒸热压时,由于蒸汽的喷入使水和热共同作用更加剧烈,导致更多易发生水解的半纤维素转化为低聚糖;另一方面是在喷蒸热压过程中蒸汽的水热作用,使烟秆碎料产生更多的甲酸和乙酸(类似于催化剂的酸性成分)加速半纤维素的水解,促使更多的半纤维素聚戊糖水解成糠醛等小分子化合物。

烟秆碎料中半纤维素水解产生的小分子有机物能溶于热水和苯醇抽提溶液;另外,烟秆碎料中单糖和部分果胶等物质热压时会产生降解,也生成能溶于热水和苯醇抽提溶液的碳水化合物。从表 2 可以看出,与普通热压相比,喷蒸热压后的烟秆碎料的苯醇抽提物和热水抽提物分别增加了 27.36% 和 13.49%,这是因为喷蒸热压时,烟秆碎料中单糖和部分果胶等物质会产生更大程度的降解,生成更多能溶于热水和苯醇抽提溶液的碳水化合物,抽提时这些化

合物溶于热水及苯醇溶液中与其它抽提物一并抽出。与普通热压相比,喷蒸热压后的烟秆碎料 α -纤维素含量降低了 4.96%,这是因为热压过程中不仅半纤维素产生了水解,而且一部 α -纤维素也同时发生了水解。由于喷蒸热压过程存在水和热的共同作用, α -纤维素水解程度更大。与普通热压相比,喷蒸热压后木素含量增加了 6.33%,这可能是因为热压过程中烟秆碎料半纤维素水解后,产生的低分子量糠醛类化合物与部分木素发生反应生成不能被酸水解分离的成分^[6]。

2.2 X 射线衍射结果与分析

烟秆碎料 X 射线衍射见图 1,101 和 002 2 个主

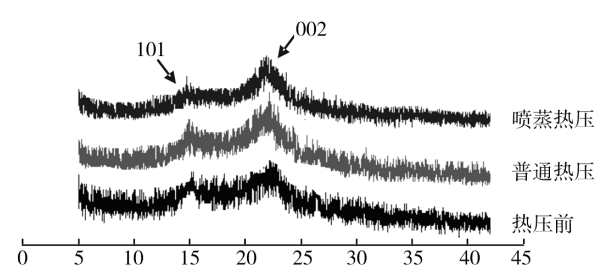


图 1 烟秆碎料的 X 射线衍射

Fig. 1 X-ray diffraction spectrum of tobacco stem particle

要晶面反映了烟秆碎料的结晶结构。由图 1 可看出,热压前后 101 和 002 晶面特征峰位置没有发生明显的变化,说明热压前后烟秆碎料纤维素结晶区未受到影响或受到的影响很小^[7]。但热压后峰的高度发生了变化, I_{101} 和 I_{002} 最大的是喷蒸热压样品,其次是普通热压样品,最小的是热压前样品,表明热压过程中烟秆碎料纤维相对结晶度变大了,喷蒸热压后相对结晶度增加的更加明显。烟秆碎料相对结晶度见表 3,

表 3 烟秆碎料的相对结晶度

Tab.3 Relative crystallinity of tobacco stem particle			
	$I_{am}(18^{\circ})$	I_{002}	结晶度/%
热压前	222	368	39.67
普通热压	243	451	46.12
喷蒸热压	208	493	57.81

热压前烟秆碎料样品相对结晶度为 39.67%,普通热压后样品相对结晶度为 46.12%,喷蒸热压后样品相对结晶度为 57.81%。热压后烟秆碎料纤维相对结晶度增加的原因是热压过程中在水、热共同作用下,非结晶区的部分半纤维素水解,使非结晶区微纤丝的羟基暴露出来,并与结晶区表面微纤丝形成氢键,使

非结晶区的微纤丝向结晶区靠拢并有序化排列,导致烟秆碎料纤维素微纤丝结晶区宽度增加。喷蒸热压过程水、热共同作用更加剧烈,半纤维素水解程度更大,烟秆碎料纤维素微纤丝结晶区宽度增加更显著,所以样品相对结晶度较普通热压大。

2.3 物理力学性能检测与分析

普通热压与喷蒸热压的无胶烟秆碎料板物理力学性能见表 4,从表 4 可以看出,与普通热压板材相

表 4 无胶烟秆碎料板的力学性能

	Tab.4 Mechanical properties of tobacco stem binderless particleboard			
	MOR	MOE	IB	TS
	/MPa	/MPa	/MPa	/%
普通热压板	13.03	2 220	0.42	24.7
喷蒸热压板	15.02	2 860	0.61	21.4

比,喷蒸热压板材的物理力学性能得到了明显地改善。普通热压板静曲强度(MOR)为 13.03 MPa,喷蒸热压板的 MOR 提高加到 15.02 MPa,增加了 15.27%;普通热压板弹性模量(MOE)为 2220 MPa,喷蒸热压板的 MOE 达到了 2 860 MPa,提高了 28.83%;普通热压板内结合强度(IB)为 0.42 MPa,喷蒸热压板的 IB 达到了 0.61 MPa,提高了 39%;普通热压板 24 h 吸水厚度膨胀率(TS)为 24.7%,喷蒸热压板的 TS 降到了 21.4%,降低了 13.36%。喷蒸热压无胶烟秆碎料板的物理力学性能得到明显改善原因可能是:与普通热压过程相比,喷蒸热压过程中水热作用更加剧烈,烟秆碎料中更多的半纤维素、纤维素产生的水解,生成了更多的能与木质素发生反应的的低分子量糠醛类水解产物,产生了更多的起到胶粘作用的类似于酚醛胶粘剂成分^[8],改进了无胶烟秆碎料板胶合性能,这一点可以从化学成分检测结果和 X 射线衍射结果得到证实。

3 结论

1) 与普通热压过程相比,喷蒸热压过程中水热作用更加剧烈,烟秆碎料中更多的半纤维素、纤维素产生水解,生成了更多的低分子量糠醛类水解产物。

2) 喷蒸热压过程中更多的半纤维素水解,使烟秆碎料纤维素微纤丝结晶区宽度增加,相对结晶度增大。

(下转第 59 页)

为 $y = -0.0824x^2 + 3.527x + 23.97$, 绝对系数 $R^2 = 1$ 。由图 2 看出, 大米脂肪酸值先增大后减少, 变化趋于平缓。

3 结论

1) 真空度的确定。由实验结果可以看出, 在大米销售阶段, 真空包装是大米保鲜的良好选择, 其中, 真空度在 $-0.06 \sim -0.09$ MPa 都可以起到保鲜作用, 在其它条件相同时, 真空度越高保鲜效果越好。但是, 高真空度包装的大米, 大米被压缩的很紧, 大米两端对包装材料的刺穿作用会加大, 如果包装材料的厚度不够, 则会造成破袋, 影响包装效果, 因此, 真空度的确定要参考所用包装材料的特性。

2) 贮藏环境条件和时间的确定。在真空度相同的情况下, 低温贮藏大米保鲜效果最好。在日常生活中, 冰箱中的冷藏室是常见的低温贮藏环境, 在高温高湿的夏季, 可以把大米放在冷藏室中贮藏。大米贮藏品质的变化, 受贮藏时间的影响很大, 因此, 建议不要一次购买很多, 每次购买的量在两周内消费完为佳。大米小包装, 以使消费者可短期内食用完, 是大米销售包装的发展趋势。

参考文献:

- [1] 于莉. 大米小包装贮藏保鲜技术研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
- [2] 徐雪萌. 结合流通环境对大米真空包装技术的研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2004.
- [3] 刘国锋, 徐雪萌, 王德东. 不同真空度对真空包装大米食用品质影响的研究[J]. 包装工程, 2005, 26(4): 30—31.
- [4] 杨振东. 大米贮藏保鲜技术研究进展[J]. 粮食与油脂, 2009(10): 1—4.
- [5] 周显清, 杨文生, 张玉荣. 模拟典型储粮环境下大米品质指标的变化及其差异性分析[J]. 粮食与饲料工业, 2009(5): 1—5.
- [6] 陈玮, 李喜宏, 胡云峰. 人工模拟和过夏贮藏条件对大米脂肪酸的变化研究[J]. 粮油加工与食品机械, 2006(5): 65—67.
- [7] 高瑤珑, 鞠兴荣, 姚明兰, 等. 稻米贮藏期间陈化机制研究[J]. 食品科学, 2008, 29(1): 470—474.
- [8] 李军城. 部队大米保鲜防霉变的研究[D]. 上海: 第二军医大学, 2006.
- [9] 王瑾, 王世让, 屈岩峰, 等. 大米贮藏品质变化规律研究[J]. 粮食加工, 2009(5): 30—31.
- [10] 李星星, 张喜基. 南方地区东北大米贮藏保鲜技术初探[J]. 粮食科技与经济, 2010(3): 30—31.

(上接第 43 页)

3) 喷蒸热压过程中产生更多的低分子量糠醛类水解产物, 能与木质素发生反应, 生成了更多起到胶粘作用的类似于胶粘剂成分, 改善了无胶烟秆碎料板物理力学性能。

参考文献:

- [1] 王明治. 秸秆材料在室内用品设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2010, 31(12): 43—47.
- [2] 黄素涌. 烟秆原料及其制板性能的研究[D]. 昆明: 西南林学院, 2004.
- [3] NOBUHISA Okuda, KEKO Hori, MASATOSHI Sato. Chemical Changes of Kenaf Core Binderless Boards during Hot Pressing(I): Influence of the Pressing Temperature Condition[J]. Jap Wood Res Soc, 2006(10): 1—5.

- [4] NIKHOM Laemsak, MOTIAKI Okuma. Development of Boards Made from Oil Palm Frond II: Properties of Binderless Boards from Steam-exploded Fibers of Oil Palm Frond[J]. Jap Wood Res Soc, 2000(46): 322—326.
- [5] 薛振华, 赵广杰. 不同处理方法对木材结晶性能的影响[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(2): 169—171.
- [6] 刘一星, 赵广杰. 木质资源材料学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004.
- [7] 李坚, 郑睿贤, 金春德. 无胶人造板实践与研究[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [8] OKUDA N, HORI K, SATO M. Chemical Changes of Kenaf Core Binderless Boards during Hot Pressing (I): Influence of the Pressing Temperature Condition[J]. Journal Wood Sci, 2006, 52(3): 244—248.