

废旧刨花板循环利用技术的研究

胡孙跃, 向仕龙, 唐忠荣

(中南林业科技大学, 长沙 410004)

摘要: 探讨利用废旧刨花板循环制造刨花板的技术。采用高压水煮、水煮、汽蒸和直接粉碎4种方法制备刨花,通过比较刨花的筛分值和压制刨花板的主要物理力学性能,得出最佳的处理方法为水煮。试验压制的一次循环水煮和二次循环水煮刨花板的性能,可分别达到 GB/T 4897.5-2003 和 GB/T 4897.3-2003 的要求。

关键词: 废旧刨花板; 循环利用; 处理方法; 性能

中图分类号: TS653 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2007)01-0021-03

Research on Technology for Recycling Waste Particleboards

HU Sun-yue, XIANG Shi-long, TANG Zhong-rong

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

Abstract: The authors of this article made a two-step experiment on waste particleboards in order to investigate an effective method and the number of possible times waste particleboards could be recycled. In the first step, four methods of reducing waste particleboards back into particles were used including conventional water boiling, water boiling with high pressure, steaming and direct shattering, and were compared. Tests on particle screening values and recycled particleboard properties showed that water boiling was the best treatment method. Based on the results, the second step was to reuse the recycled particleboard from the water boiling treatment again to make particles also by water boiling. Property tests indicated that the once re-utilized particleboard had qualified performance according to the national standard GB/T 4897.5-2003 for load-bearing boards used in humid conditions. Although the twice re-utilized particleboard had lower properties, it still met the requirements for interior applications according to GB/T 4897.3-2003.

Key words: waste particleboard; recycle; treatment; property

废弃木质材料是重要的可再生资源,在国外被称为“第四种森林”。一些发达国家纷纷通过立法,促进废弃木质材料的回收再利用,美国的 Willamette 工业公司和意大利的 Mauro Saviola 集团均是利用废弃木质材料生产再生刨花板的大户^[1]。

我国每年产生的城市垃圾总量约为 60 亿 t,各类木材制品抛弃物约占 1%,相当于 6 000 万 t,折合材积约为 8 500 万 m³^[2]。如能有效再利用,对缓解我国木材供需矛盾、促进木材工业的可持续发展将起到积极作用。本研究以废旧刨花板为原材料,对废旧刨花

板循环利用的工艺和方法进行探讨,旨在寻找出最佳方法,推动废旧人造板的工业化循环利用。

1 试验材料和主要设备

1.1 材料

废旧刨花板:为废旧家具部件(去除表面装饰部分),板厚 15.2 mm,含水率 9.7%,密度 0.68 g/cm³。

胶黏剂:低毒 UF 胶,固体含量 50%,pH 值 7.5~8.5,黏度 22.3 s(涂-4 杯,20℃)。

添加剂:固化剂(NH₄CL);乳化石蜡防水剂(自制,固体含量 23%,pH 值 8~9)。

1.2 主要设备

101A-3 型干燥机;电热实验压机;PCL 程序控

收稿日期:2006-02-17; 修改稿:2006-12-25

基金项目:国家教育部博士点基金资助项目(20040538007)。

作者简介:胡孙跃(1983—),男,中南林业科技大学硕士研究生。

制,压板幅面尺寸 500 mm×500 mm; MWD-50 型万能木材力学实验机:微机控制,最大加载负荷 50 kN; 电子万用炉:最大功率 1 kW; 高压锅; 水煮锅; 粉碎机:功率 2 kW,筛孔直径 2 mm; 板边回收机。

2 试验方法

2.1 技术路线

第 1 步 一次循环再生刨花板。废旧刨花板采用水煮、高压水煮、汽蒸和直接粉碎 4 种方法进行处理。水煮、高压水煮、汽蒸的时间均为 20 min; 高压水煮和汽蒸压力为 1.4 MPa,通过高压锅的安全阀控制。处理后的刨花板送入板边回收机,失去胶黏剂作用的刨花板,在回收机叶片的高速旋转搅动下,重新分解成刨花。直接粉碎则是通过锤式粉碎机,将板材直接分解成刨花。各种处理方法制得的再生刨花经筛选、干燥、铺装成型、热压,制成一次循环再生刨花板。每种处理方法制备 4 块试板,检测板材的主要物理力学性能,通过比较找出最佳的处理方法。

第 2 步 二次循环再生刨花板。将由第 1 步试验确定的最佳处理方法制得的一次循环再生刨花板,用相同方法处理再次制备刨花。刨花经过筛选、干燥、铺装成型、热压,制成二次循环再生刨花板。重复 4 次,制备 4 块试板,检测性能,结果取平均值。

2.2 工艺条件

板坯为单层结构,幅面尺寸 450 mm×450 mm,厚度 15.2 mm,密度 0.7 g/cm³;施胶量 10%,防水剂 1%,固化剂 0.5%。采用常规热压工艺,板厚由厚度规控制,热压温度 170 ℃、时间 6 min、压力 4 MPa。

2.3 检测方法

按 GB/T 4897-2003《刨花板》,检测再生刨花板的静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)、内结合强度(IB)、吸水厚度膨胀率(TS)等指标。

3 结果与讨论

3.1 一次循环再生刨花板的性能

3.1.1 刨花形态 经过水煮、高压水煮处理后,物料吸水后的厚度为原来的 2~5 倍,制得再生刨花的含水率分别为 118%和 121%,刨花基本保持原有形态,刨花长度适宜,仅有少量碎料胶结呈块状;汽蒸处理得到的刨花含水率为 34%,刨花形态较差,长度较短,有部分胶层还未脱落的块状碎料;直接粉碎得到的刨花碎屑较多,长度短,有部分块状碎料,与原刨花形态有明显差别。另外,几种处理方法得到的刨花表

面均有灰色的残留胶斑。不同方法制得一次循环再生刨花的筛分值见表 1。

表 1 4 种处理方法制得再生刨花的筛分值
Tab. 1 The screening value of once recycled particles by different treatments

处理 方法	筛分值/ %					
	≥10 mm	<10 mm, ≥5 mm	<5mm, ≥3 mm	<3 mm, ≥2 mm	<2 mm, ≥1 mm	<1 mm
水煮	0.6	12.0	11.7	43.8	18.9	13.0
高压水煮	0.7	12.8	11.4	45.1	15.5	14.5
汽蒸	0.3	10.9	9.2	37.7	18.6	23.3
直接粉碎	0	0	0	0	59.7	40.3

3.1.2 最佳处理方法 不同处理方法压制的一次循环再生刨花板的性能检测结果(平均值)见表 2。可以看出,通过水煮和高压水煮处理分离的刨花,制得刨花板的各项性能指标都优于汽蒸和粉碎处理制得的刨花板;且刨花板的各项理化性能相近,均能达到 GB/T 4897. 5-2003《刨花板 第 5 部分:在潮湿状态下使用的结构用板要求》指标值,与对照的废旧刨花板相比,各项性能都有了很大的提升。

表 2 一次循环再生刨花板的性能检测结果
Tab. 2 Properties of once recycled particleboards

处理方法	厚度/ mm	密度/ (g·cm ⁻³)	MOR/ MPa	MOE/ MPa	IB/ MPa	TS/ %
水煮	15.1	0.71	17.5	2920	0.56	2.9
高压水煮	15.1	0.72	17.7	3074	0.52	2.6
汽蒸	15.6	0.69	11.7	1832	0.29	4.2
粉碎,去粉尘	15.0	0.72	7.6	1384	0.27	5.3
粉碎,未去粉尘	15.1	0.71	6.9	1336	0.24	5.6
对照的废旧刨花板	15.2	0.68	9.6	1368	0.14	10.0
GB/T 4897. 5-2003	>13~20		≥16	≥2400	≥0.45	≤10

汽蒸和直接粉碎处理制得的刨花板的各项性能均较低,其原因在于:汽蒸的过程中只有温度的作用,没有水分参与,不易将刨花与胶液分离,刨花未能保持原有的形态,对板材性能产生了不良影响;直接粉碎后的刨花大多为细料,刨花的比表面积增大,单位面积施胶量降低,对板材的 MOR 和 IB 影响很大。

出于产业化考虑,高压水煮成本投入大、安全性较差;而水煮方法可在密封的水煮锅内进行,水可反复使用。结合已有的研究结果^[3],本试验确定:采用水煮处理为制备循环再生刨花的方法。

3.2 二次循环再生刨花板的性能

通过上述试验,以水煮为制备再生刨花的处理方法,一次水煮与二次水煮处理制得的再生刨花筛分值见表 3;二次循环再生刨花板、一次循环再生刨花板与对照废旧刨花板的性能比较见表 4。

表 3 不同循环次数制得水煮再生刨花的筛分值
Tab.3 The screening value of once/twice recycled particles by water boiling

循环 次数	筛分值/ %					
	≥10 mm	<10 mm, ≥5 mm	<5mm, ≥3 mm	<3 mm, ≥2 mm	<2 mm, ≥1 mm	<1 mm
一次	0.6	12.0	11.7	43.8	18.9	13.0
二次	0.4	11.6	10.3	41.5	16.1	20.1

表 4 不同循环次数压制的刨花板的检测结果
Tab.4 Properties of recycled particleboards by different circulate times

刨花板	厚度/ mm	密度/ (g·cm ⁻³)	MOR/ MPa	MOE/ MPa	IB/ MPa	TS/ %
对照的废旧刨花板	15.2	0.68	9.6	1368	0.14	10.0
一次循环再生	15.1	0.71	17.5	2920	0.56	2.9
二次循环再生	15.1	0.71	14.6	2448	0.44	3.4
GB/T 4897.3-2003	>13~20		≥13	≥1600	≥0.35	≤8.0

表 3 结果显示,经过二次水煮处理后,刨花形态损伤加重,长刨花减少,粉末、细小刨花增多,长短刨花配比相对较差。从表 4 可知,二次循环再生刨花板各性能比一次循环再生刨花板相比都略有降低,主要是由于刨花形态差异的缘故,但仍能达到 GB/T 4897.3-2003《刨花板 第 3 部分:在干燥状态下使用的家具及室内装修用板要求》指标值,且优于废旧刨花板的性能指标。

(上接第 20 页)

3) 红外加热透入木材的深度有限,辐射能主要集中在木材表层,而木材内部主要以水分传导的方式从表面传导热量,热转移的速度远低于辐射加热速度,因而在木材厚度方向形成较大的温度差和含水率差,导致锯材在干燥过程中易产生表面硬化、干裂和变形缺陷。由此可知,红外辐射加热仅适用于薄板的干燥。

3 结论

- 1) 热风对流、红外线干燥速度与板厚成反比;微波辐射干燥速度与板材厚度无关。
- 2) 微波干燥的能耗比热风对流、红外线辐射干燥的能耗低。不同树种之间,在热风对流和红外辐射干燥方式下,马尾松比杨木的速度快、能耗低;微波干燥则相反。
- 3) 热风对流干燥周期长,易产生表裂和内裂缺陷;微波加热属体积加热,适于干燥厚板,但其干燥速

4 结论

- 1) 废旧刨花板经过合理的处理,循环制造再生刨花板在工艺上可行。
- 2) 用水煮和高压水煮方法分离处理废旧刨花板,能较好地保持原有刨花形态,刨花质量好。出于产业化及操作安全性考虑,水煮方法最为可取。
- 3) 二次水煮循环制得的刨花在反复的高温 and 湿度作用下,刨花形态变差,长刨花减少,粉末、细小刨花增多。
- 4) 用水煮方法对废旧刨花板分离制备刨花,制造的一次循环再生刨花板的性能可达到 GB/T 4897.5-2003 的要求;二次循环再生刨花板比一次循环再生刨花板的性能有所降低,但仍能满足 GB/T 4897.3-2003 的要求。

参考文献:

[1] 刘守华. E₁ 级刨花板可产自城市废料[J]. 亚洲板材与家具, 2001(6):14-15.
[2] 崔积瑞,郭萌. 我国城市木材废弃物亟待重视——关于废旧木材资源再生利用的建议[C]. 中国林学会木材工业分会新世纪生物材料与木材工业可持续发展研讨会论文集,2004.
[3] 叶克林,于文吉,曲岩春. 热处理对废弃刨花板的刨花形态及其再循环利用性能的影响[J]. 木材工业,1998,12(6):7-9.

(责任编辑 向 琴)

度快,若工艺操作不当,易出现木材内裂和炭化等干燥缺陷;红外干燥成本较高,干燥质量较差,仅适于薄板干燥。

参考文献:

[1] 潘永康. 现代干燥技术[M]. 北京:化学工业出版社,1998:579-1021.
[2] Zhou B, Avramidis S. On the loss factor of wood during radio frequency heating[J]. Wood science and technology,1999(33): 299-310.
[3] 李大纲,李坚,刘一星. 木材微波加热过程中的表面温度和干燥速度[J]. 东北林业大学学报,2003,31(6):18-19.
[4] Lee H W. Combined microwave and convective drying of Korea [C]. 8th international IUFRO wood drying,2003:146-149.
[5] Rusli M S, Luecke W. Microwave-assisted convective drying of potato slices [C]. 12th international drying symposium, 2000: 2831.
[6] 鲍甫成,江泽慧. 中国主要人工林树种木材性质[M]. 北京:中国林业出版社,1998:211-259.

(责任编辑 向 琴)