

蔗渣中密度纤维板的制备工艺参数与性能分析

简秀梅, 马瑞峻, 蒋恩臣

(华南农业大学 工程学院, 广东 广州 510642)

摘要:在预备性试验基础上,采用正交试验方法对蔗渣中密度纤维板的制备工艺参数进行了工艺研究. 根据蔗渣中密度纤维板的特性,分析了热压温度、纤维尺寸、施胶量和液体石蜡量对蔗渣中密度纤维板的各项物理力学性能的影响. 结果表明,在试验设计取值范围内,热压温度、纤维尺寸对蔗渣中密度纤维板物理性能的综合影响较显著,施胶量和液体石蜡量对蔗渣中密度纤维板物理性能影响较小. 因而在本试验条件下,就蔗渣中密度纤维板的各项物理力学性能而言,较佳的制备工艺参数为:温度 150 ℃,纤维尺寸 8 mm,施胶量 $w = 10\%$,液体石蜡量 $w = 1.0\%$.

关键词:蔗渣中密度纤维板; 工艺参数; 力学性能; 正交试验

中图分类号: TU531.6

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2008)04-0100-04

Study on Manufacturing Technology and Performance of Bagasse Medium Density Fibreboard

JIAN Xiu-mei, MA Rui-jun, JIANG En-chen

(College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: In accordance with relation between properties of bagasse board manufacture and product quality, based on many results from earlier experiments, the effects of hot-pressing temperature, fiber size, resin content and liquid paraffin content on the physical performance of bagasse were analyzed. This article systematically discusses the process of bagasse board manufacture. The optimum technological parameters obtained were: Hot-pressing temperature was 150 ℃, fiber size was 8 mm, glue content was 10%, liquid paraffin content was 1.0%.

Key words: bagasse medium density fibreboard; technological parameter; physical performance; orthogonal test

目前,在世界范围内木材供应不足,不能满足人们生活和社会发展的需要. 为了节约木材和提高木材综合利用率,发展蔗渣中密度纤维板是一种重要途径. 我国南方各大甘蔗产区拥有丰富的甘蔗渣,充分利用蔗渣生产板材,弥补木材市场的缺口,显得十分迫切和重要. 陈水合^[1]曾提到,我国中密度纤维板和刨花板的出口量近年大量增加,进口量下降,但由于质量和品种等原因,每年仍然要进口一定数量的中密度纤维板和刨花板,以满足家具和其他生产用材的需求,因此研究如何提高蔗渣中密度纤维板的质量很有现实意义. 生产不同厚度、密度的蔗渣中

密度纤维板如果未能对其产品性能准确地把握,将造成不必要的经济损失. 本研究通过正交试验^[2],分析热压温度、纤维尺寸、施胶量和液体石蜡^[3]含量对蔗渣中密度纤维板的吸水厚度膨胀率、静曲强度、内结合强度的影响,以利于其生产质量监控,对于提高生产质量,节约产品质量的检测时间,提高企业的生产效率和经济效益都具有一定的指导意义^[4].

1 材料与方法

1.1 材料

蔗渣: 2006年4月蔗渣从湛江糖厂送到实验室,

收稿日期: 2007-05-08

作者简介: 简秀梅(1977—),女,讲师,博士研究生, E-mail: silk cotton@scau.edu.cn

在实验室的温室大棚铺开干燥。蔗渣水分慢慢散开,糖分经过发酵渐渐消失。蔗渣的粗细比例要在粉碎和筛分工艺过程中进行调整。

脲醛树脂胶粘剂:固体质量分数约为60%。由于蔗渣中含一定量的糖和淀粉,这些糖和淀粉在热压时可以转化成胶粘物质,因此,只需加适量的胶粘剂就能制成表面紧密和强度高的蔗渣中密度纤维板。

固化剂为 NH_4Cl 溶液,质量分数为20%。防水剂为液体石蜡乳液,质量分数为40%。蔗渣中含有35%~40%呈海绵状无定型的蔗髓,具有很强的吸水性,这是造成蔗渣制品吸水率偏高的主要原因。用石蜡作为防水剂按比例与蔗渣混合,使石蜡均匀地附着在蔗渣纤维表面上,以起到防水的作用。

试验设备:DRF—4干燥箱,额定功率8 kW;MA30—000V3红外线快速水分测试仪;拌胶机,电机额定功率2 kW;GB204电子天平,感量为5 g;400 kN单层热压机,型号为BY 602×2/2.5A。

1.2 工艺流程

蔗渣中密度纤维板生产工艺流程:

蔗渣⇨除髓⇨打包⇨贮存⇨散包⇨湿料⇨干燥⇨粉碎⇨筛选⇨细料⇨拌胶⇨铺装⇨预压⇨热压⇨齐边⇨砂光。

下面对部分工序进行介绍^[5-6]:

(1)除髓:蔗渣利用前一定要进行除髓。采用人工去髓方法,在铺装过程中去掉蔗髓粉尘,同时在蔗渣胶粘剂中加入适量的液体石蜡,减少合成板材的吸水厚度膨胀率。

(2)粉碎:采用由华南农业大学自行研制的鲜牧草干式粉碎机进行粉碎。

(3)筛选:采用孔径为2.5 mm、筛网目数为8的标准检验筛。

(4)干燥:去除蔗渣中多余的水分。原料中过多的水分会使热压时水分蒸发出来,使得蔗渣中密度纤维板分层或起泡而成为废品。

(5)施胶:使用脲醛树脂作为胶粘剂。

(6)预压:由于原料是分散的固体小蔗渣,模压时必须设置预压工序。预压工序可令板坯密实,使其具有一定的强度,以防止在搬运过程中发生板坯断裂或边缘散塌等现象^[7]。

(7)热压:热压工艺规程对成品蔗渣中密度纤维板的许多性能有很大影响,尤其是对剖面密度、静曲强度和平面抗拉强度的影响重要。不同的工艺路线对成品蔗渣中密度纤维板有不同的影响作用。

1.3 国家标准

根据蔗渣中密度纤维板物理力学性能状况^[8],

按照蔗渣中密度纤维板的国家标准 GB/T 4897—2003^[9],本试验考查吸水厚度膨胀率(Thickness Swelling Rate of Water Absorption,缩写TS);内结合强度(Internal Bonding Strength,缩写IB)和静曲强度(Modulus of Rupture,缩写MOR)^[10]。第1个指标越小越好,后2个指标越大越好,具体标准为:吸水厚度膨胀率≤8.0%为合格;内结合强度≥0.24 MPa评价为A;静曲强度≥11.5 MPa评价为A。

1.4 试验设计

根据预备性试验的研究与实践得知,影响蔗渣中密度纤维板物理力学性能的主要因素是:热压温度、纤维尺寸、施胶量和液体石蜡量,采用正交L₉(3⁴)试验法(表1),研究这4个因素对蔗渣中密度纤维板物理力学性能的影响^[11]。

表1 正交试验表头设计¹⁾

Tab.1 The table design in orthogonal experiment

水平 level	A	B	C	D
1	150	8	10	1.0
2	160	11	12	1.5
3	170	15	15	2.0

1) A:热压温度/℃,B:纤维尺寸/mm,C:施胶量(w)/%,D:液体石蜡量(w)/%

2 结果与分析

2.1 正交试验结果

经过热压温度、纤维尺寸、施胶量和液体石蜡量4因素3水平9个组合的正交试验结果(表2)表明,各种组合对刨花板物理力学性能的影响差异很大。并对试验结果进行了直观分析,各因子与产品性能关系分析见图1。

表2 正交试验结果

Tab.2 The result of orthogonal experiment

组合 combination	A	B	C	D	吸水厚度膨胀率 TS/%	内结合强度 IB/MPa	静曲强度 MOR/MPa
1	1	1	1	1	4.36	0.49	16.83
2	1	2	2	2	6.87	0.38	15.90
3	1	3	3	3	6.67	0.36	9.45
4	2	1	2	3	6.30	0.37	17.40
5	2	2	3	1	6.86	0.27	13.05
6	2	3	1	2	6.08	0.39	17.55
7	3	1	3	2	7.81	0.36	18.30
8	3	2	1	3	9.30	0.24	11.39
9	3	3	2	1	9.31	0.24	13.59

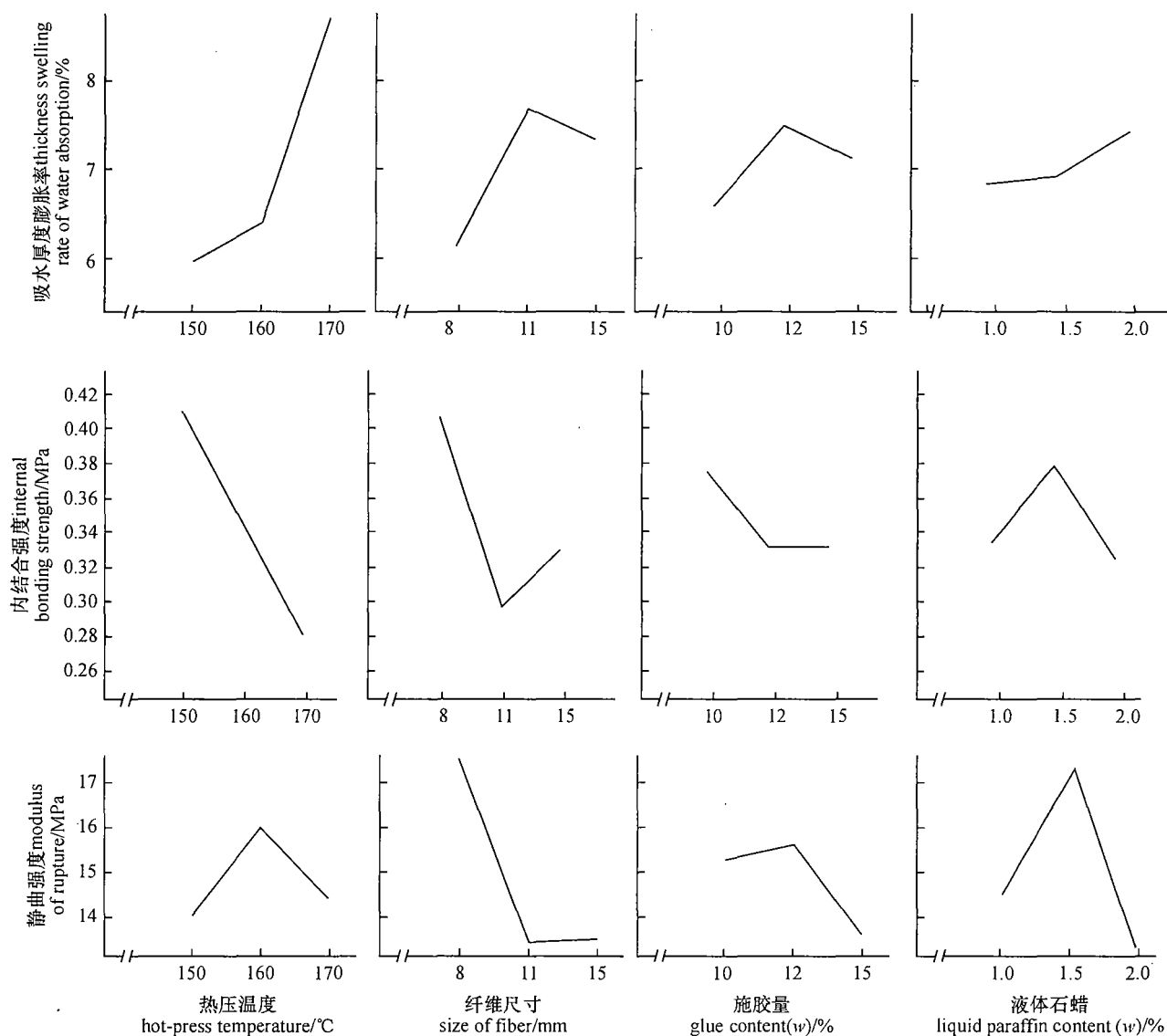


图1 各因子与产品性能的关系

Fig. 1 Relations between different factors and product properties

试验结果表明,热压温度(A)、纤维尺寸(B)对吸水膨胀率及内结合强度的影响都是最大的,说明它们的影响最为显著;因而热压温度宜取 150 °C,纤维尺寸宜取 8 mm.

施胶量(C)对吸水膨胀率、内结合强度及静曲强度 3 个指标的影响都很小,是次要的因素. 对吸水膨胀率及内结合强度来讲,施胶量(w)宜取 10%;对静曲强度来讲,施胶量取 12% 最好,但取 10% 也不是太差. 综合考虑施胶量取 10%.

液体石蜡量(D)对静曲强度影响最为显著,宜取 $w = 1.5\%$;对吸水膨胀率及内结合强度影响都很小. 考虑到液体石蜡主要是起到防水作用,从目前液体石蜡量对吸水膨胀率指标的影响,液体石蜡量(D)宜取 $w = 1.0\%$.

2.2 较佳工艺参数

针对本正交试验,综合比较得出较佳的工艺参数组合是 $A_1B_1C_1D_1$,即:热压温度为 150 °C,纤维尺寸为 8 mm,施胶量(w)为 10%,液体石蜡量(w)为 1.0%. 从正交表可以看出,即为试验 1 的工艺参数,在该工艺条件下,蔗渣中密度纤维板的各种物理性能均已超过国家标准.

3 讨论与结论

综合制备工艺参数对蔗渣中密度纤维板物理性能的影响,影响最大的参数是热压温度,其次是纤维尺寸,影响最小的是施胶量. 考虑工艺本身的一些特点与要求,得出较佳的工艺参数组合如下:热压温度为 150 °C、纤维尺寸为 8 mm、施胶量(w)为 10%、液体石蜡量(w)为 1.0%. 热压温度不宜过高,高温易

使纤维自身和脲醛树脂胶粘剂发生降解,削弱其强度。蔗渣纤维尺寸宜细小,使蔗渣中密度纤维板在较低的温度下加工即可达到国家标准,起到节能的作用。根据植物纤维材料的无胶胶合理论和试验验证得知,在一定的工艺条件下,施胶量的降低可节省胶粘剂费用,且不影响蔗渣中密度纤维板物理力学性能。

3.1 热压温度、纤维尺寸对蔗渣中密度纤维板物理性能的综合影响

纤维尺寸均匀的蔗渣中密度纤维板可在较低的温度下经过热压达到国家标准^[7-8]。但温度太高,蔗渣纤维和脲醛树脂胶粘剂自身发生降解,从而削弱其强度。使用华南农业大学自行研制的粉碎机进行粉碎,粉碎后的蔗渣纤维尺寸比较均匀和纤细,较细的蔗渣纤维在较低温度下可以有很好的塑性,能形成较好的交织与结合,因而纤维内部的木素能在较低温度下熔融或流展,发挥了其自身的胶合作用。

3.2 施胶量对蔗渣中密度纤维板物理性能的综合影响

施胶量对蔗渣中密度纤维板物理性能的影响不显著,且用量仅取10%,是水平的下限值。施胶量的降低,节省了胶粘剂费用,成本降低,增加纯利润,属于直接效益;降低胶粘剂的用量,可尽可能消除污染源,属于间接利益。

植物纤维材料的无胶胶合理论,尚无统一的认识。在向仕龙等^[12]、蒋远舟^[13]等已取得的研究成果中,主要有2种解释:即木素的热塑融合作用和半纤维素及糖类物质的胶合作用。前种解释认为,在植物纤维原料中,木素是一种热塑性的高分子化合物,能在高温高压下热塑熔融,并在纤维材料的空隙中流展,冷却凝固时,即可将纤维材料粘合;另一种解释认为,植物纤维材料中的半纤维素和糖类物质,可在高温下水解形成糠醛。在酸性条件下,糠醛本身或糠醛与植物纤维中的酚类物质发生聚合作用,生成一种耐高温而不溶于水的树脂类物质,从而将纤维材料粘合。

3.3 液体石蜡量对蔗渣中密度纤维板物理性能的综合影响

为了减少蔗渣中蔗髓的吸液性,可将石蜡乳液作为防水剂与蔗渣按一定的比例进行混合,使石蜡均匀的附着在蔗渣的纤维表面,以起到防水的作用。

由于石蜡的加入又会阻碍蔗渣纤维与胶粘剂的结合,从而使包装制品的物理力学强度下降^[14]。同时,蔗髓有一定的粘性,保证一定的含髓率在一定程度上可以节省添加的粘合剂。

为确保包装制品质量能够满足性能指标的要求,施蜡量也应控制在适中范围,既要起到防水作用,又不能影响蔗渣纤维和蔗髓的自身粘性,保证纤维板有一定的结合强度。

参考文献:

- [1] 陈水合. 我国纤维板和刨花板业的现状和发展[J]. 中国人造板, 2007(1): 39-40.
- [2] 徐仲安, 王天保, 李常英. 正交试验设计法简介[J]. 科技情报开发与经济, 2002, 12(5): 148-150.
- [3] 顾继友, 高振华, 谭海彦. 制造工艺因素对刨花板吸水厚度膨胀率的影响[J]. 林业科学, 2003, 39(1): 132-139.
- [4] 叶世俊. 刨花板主要性能与影响因子相关分析[J]. 福建林业科技, 2004, 31(1): 45-48.
- [5] 向仕龙, 万惠香. 不同热压工艺条件下木材 MDF 与蔗渣 MDF 物理力学性能的对比研究[J]. 建筑人造板, 1995(2): 3-5.
- [6] 刘永保. 定向刨花板及其生产工艺特点[J]. 林业建设, 2000(1): 24-26.
- [7] 周兆, 曹建春, 汤佩钊, 等. 蔗渣模压制品工艺研究[J]. 材料导报, 2002, 16(6): 76-78.
- [8] 袁纳新, 李重根. 蔗渣刨花板的物理力学性能分析[J]. 林业科技通讯, 1999(8): 35-36.
- [9] 全国人造板标准化技术委员会. GB/T 4897—2003, 刨花板[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [10] 周兆, 曹建春, 汤佩钊, 等. 蔗渣包装制品模压工艺与性能分析[J]. 包装工程, 2001, 22(5): 15-19.
- [11] 任强, 李建章, 鹿振友, 等. 木纤维 P 岩棉纤维复合材料的研究[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(2): 161-164.
- [12] 向仕龙, 李远幸. 干法蔗渣中密度纤维板热压工艺的研究[J]. 林产工业, 1996, 23(2): 5-7.
- [13] 蒋远舟, 向仕龙, 龙中芳. 无胶干法硬质纤维板热压工艺的探讨[J]. 中南林学院学报, 1990, 10(1): 87-91.
- [14] 张金柱, 赵行志, 杜官本, 等. 蔗渣定向刨花板的初步研究[J]. 建筑人造板, 2002(2): 26-28.

【责任编辑 周志红】