

文章编号: 1000-5692(2005)02-0203-04

E₁ 级防潮型中密度纤维板的工艺因子 对甲醛释放量的影响

沈哲红¹, 姜年春², 陈黎³, 李文珠¹, 俞友明¹

(1. 浙江林学院 工程学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省开化县林场, 浙江 开化 324300;

3. 浙江省平阳县林业局, 浙江 平阳 325400)

摘要: 为了生产符合要求的 E₁ 级防潮型中密度纤维板, 胶粘剂最好使用三聚氰胺改性的低毒脲醛树脂胶粘剂, 三聚氰胺添加量为 80 g·kg⁻¹ 时能满足 E₁ 级防潮型中密度纤维板的生产要求。在胶粘剂已定的情况下, 施胶量增加可以降低板材甲醛释放量, 11%~13% 施胶量比较合适; 热压温度升高、热压时间延长能明显降低板材中甲醛释放量; 随着中密度纤维板厚度增加, 板材中甲醛释放量也能降低。本次实验中板材厚度为 16 mm 时, 热压温度 190 °C, 热压时间 25 s·mm⁻¹ 是比较合适的。图 4 表 1 参 7

关键词: 林业工程; E₁ 级防潮型中密度纤维板; 甲醛释放量; 施胶量; 热压; 厚度; 脲醛树脂

中图分类号: TS653.6 **文献标识码:** A

中密度纤维板 (MDF) 具有比刨花板好的物理力学性能及外观质量, 对原料质量的要求相比于胶合板要低得多, 而且产品价格适中, 所以自它问世以来, 就大受市场欢迎。据有关资料报道, 中密度纤维板最近一两年来在我国的发展速度实在太快了, 完全可以说是一个超常规发展^[1]。85%~90% 中密度纤维板用于家具制造、建筑和室内装饰装修, 与人们的日常生活紧密相关。中密度纤维板生产用的胶粘剂主要为脲醛树脂胶粘剂, 由于脲醛树脂胶粘剂中含有游离甲醛, 所以中密度纤维板及其制品在后序使用过程中必定释放出甲醛。为了保证广大消费者的健康, 我国出台实施了 GB 18580-2001 《室内装饰装修材料——人造板及其制品中甲醛释放限量》。该标准规定, 用穿孔萃取法提取的甲醛释放限量必须 ≤0.09 mg·g⁻¹ 的中密度纤维板 (即 E₁ 级中纤板) 才可直接用于室内^[2]。E₁ 级防潮型中密度纤维板不但要求板材的甲醛释放量达到 E₁ 级水平, 而且对板材耐湿性能提出了更高的要求, 对于 12~19 mm 的中密度纤维板, 湿循环性能测试的吸水厚度膨胀率要 ≤15%, 24 h 测试的吸水厚度膨胀率要 ≤8%。作者对胶粘剂及生产过程中工艺因子对板材甲醛释放量的影响进行了研究。

1 试验方法

本项试验在某中密度纤维板厂实验室中完成。中密度纤维板设计密度为 0.73 g·cm⁻³, *m*_{软杂}: *m*_{硬杂} = 50:50。板材物理力学性能测试按 GB/T 11718-1999 规定进行, 甲醛释放量测定按 GB/T 17657-

收稿日期: 2004-05-31; 修回日期: 2004-12-21

基金项目: 浙江省教育厅资助项目 (2411003052)

作者简介: 沈哲红, 讲师, 硕士, 从事木材科学与技术研究。E-mail: zhehongshen2000@sohu.com

1999 规定进行。

基本工艺条件为：施胶量比为 13%（绝干树脂/绝干纤维）。固化剂比（氯化铵）为 1.5%（固体氯化铵/绝干树脂），石蜡乳液比为 1%（固体石蜡/绝干纤维）。板材公称厚度为 16 mm，热压温度 190 °C，热压压力 2.5 MPa，热压时间为 25 s·mm⁻¹。

实验采取单因素试验法。本实验所用 3 种胶粘剂都为工厂自制。UF 为没有加入三聚氰胺改性的摩尔比在 1:1.2 以内的低游离甲醛的脲醛树脂胶粘剂；MUF₁ 为以同样摩尔比反应的脲醛树脂胶，但反应过程中加入 80 g·kg⁻¹ 三聚氰胺（固体三聚氰胺/尿素和甲醛质量）进行共聚改性；MUF₂ 为以同样摩尔比反应的脲醛树脂胶，但反应过程中加入 20 g·kg⁻¹ 三聚氰胺进行共聚改性。重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 胶粘剂特性对吸水厚度膨胀率和甲醛释放量的影响

中密度纤维板生产用的胶粘剂是脲醛树脂胶粘剂。脲醛树脂由尿素和甲醛缩合而成。脲醛树脂的合成过程属于二级平衡反应，所有参加反应的组分在达到平衡状态后，根据反应时参数不同，总有一定数量组分的存在，这就是说脲醛树脂胶粘剂中总会有游离的甲醛。为了降低板材中甲醛释放量，归纳起来不外乎以下几种方法：使用三聚氰胺共聚或共混的低游离甲醛释放的改性脲醛树脂胶粘剂；在脲醛树脂胶粘剂的调胶过程中加入甲醛捕捉剂；板材后期处理，用氨对人造板作后期封闭处理或用市场上销售的甲醛捕捉剂喷洒在板材表面^[3~5]。目前我国主要使用三聚氰胺改性的低游离甲醛释放的脲醛树脂胶粘剂和调胶阶段加入甲醛捕捉剂，对于板材后期处理的方法用得较少。一是成本上升，二是增加了工艺操作复杂度。

从表 1 中可以看出，在相同工艺条件下用三聚氰胺改性，可以明显提高中密度纤维板的抗水性能，使得板材的湿循环性能明显提高，而且随着改性过程中三聚氰胺用量的增加，湿循环性能也提高。从表 1 又可以看出，三聚氰胺加入对中密度纤维板干条件测试的内结合强度几乎没有明显提高作用，这说明脲醛树脂胶改性中加入三聚氰胺主要是整体提高了树脂的耐水性能。因为脲醛树脂胶固化后树脂中的亲水性羟甲基（-CH₂OH）受水分和热的作用会缓慢地产生分解，从而影响其耐水性。三聚氰胺，本身是环状结构，具有良好的耐水性，与脲醛树脂中的亲水羟甲基产生交联，生成稳固耐水的甲基桥，从而提高了板材耐水性能^[6]。加入三聚氰胺改性，也可降低 MDF 的甲醛释放量。在施胶量比都为 13% 条件下，没有加入三聚氰胺改性的同摩尔比反应生成的 UF 胶在同等热压条件下只能产生 E₂ 级中密度纤维板，甲醛释放量为 128.9 mg·kg⁻¹，而加入 80 g·kg⁻¹ 三聚氰胺改性的 MUF₁ 甲醛释放量为 64.9 mg·kg⁻¹，加入 200 g·kg⁻¹ 三聚氰胺改性的 MUF₂ 甲醛释放量为 50.0 mg·kg⁻¹。实质上三聚氰胺也起了甲醛捕捉剂作用，加入三聚氰胺后，相当于增加了易与甲醛反应的物料浓度，以使平衡反应向反应物浓度降低的方向移动，从而消耗尽可能多的游离甲醛。采用 MUF₁ 胶粘剂按常规工艺生产出来的板材物理性能都能达到 GB/T 11718-1999 的要求。

表 1 不同胶粘剂对板材性能的影响

Table 1 Effects of different glues on fiberboard properties

胶粘剂	测试性能				
	内结合强度/MPa	内结合强度（湿循环测定）/MPa	吸水厚度膨胀率/%	吸水厚度膨胀率（湿循环测定）/%	甲醛释放量/(mg·kg ⁻¹)
UF	0.70	0.10	9.5	60	128.9
MUF ₁	0.78	0.27	6.5	14	64.9
MUF ₂	0.78	0.29	4.0	12	50.0

说明：工艺条件参考基本工艺条件

2.2 施胶量对 E₁ 级防潮型中密度纤维板甲醛释放量的影响

在实际生产中，不存在 E₁ 级胶粘剂或 E₂ 级胶粘剂，只存在低游离甲醛释放的胶粘剂。长期积累

的实践经验证明,要生产出 E₁ 级中密度纤维板,除了要求胶粘剂为低游离甲醛含量的低毒胶外,在胶种已确定的情况下,生产中各种因子对产品能否达到 E₁ 级起着很大的作用。

前期实验表明, MUF₁ 胶用常规工艺生产出来的板材物理性能都能达到 GB/T 11718-1999 要求,而要使板材中甲醛释放量达到 E₁ 级必须严格控制好各种因子,所以在本节及后文中着重讨论工艺因子对 E₁ 级防潮型中密度纤维板的甲醛释放量的影响。从图 1 可以看出,在本次实验中,随着施胶量的增加,中密度纤维板中的甲醛释放量降低。当施胶量比从 7% 增加到 15% 时,甲醛释放量降低明显,当施胶量比从 15% 增加到 19% 时,甲醛释放量降低趋向缓和。这可能是随着施胶量的增大纤维表面被胶液所覆盖的面积也在增加,胶液中分子量较大的树脂在纤维喷胶,接着又马上进行管道高温干燥的过程中,伴随着胶液与纤维中的大部分水分的蒸发,几乎都附在了纤维的表面。由于树脂层的阻

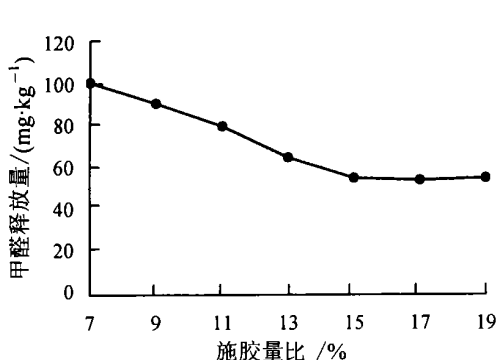


图 1 施胶量 (MUF₁) 对甲醛释放量的影响

Figure 1 Effects of resin loading (MUF₁) on formaldehyde emission

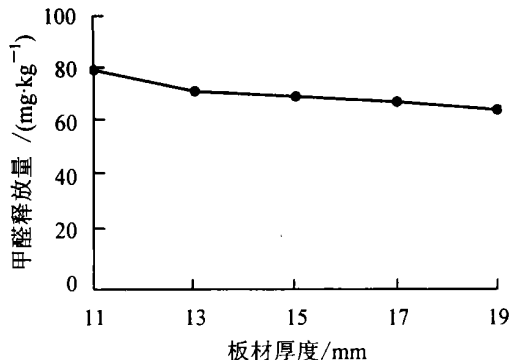


图 2 板材厚度对甲醛释放量的影响

Figure 2 Effects of board thickness on formaldehyde emission

挡,胶液中的游离甲醛在胶液固化中会随着水蒸气蒸发大部分被释放,只有极少量进入纤维中。纤维表面上树脂覆盖的面积越大,热压时进入纤维中的游离甲醛就会越少。但是当施胶量达到一定程度后,纤维表面已几乎被胶液所覆盖,再增加施胶量,进入纤维的游离甲醛不会再减少,而趋于稳定。这就是在一定的施胶量范围之内,随着施胶量的增加,MDF 中的甲醛不断减少,而后趋于稳定的原因。当然,随着施胶量的增加,在穿孔法测甲醛时固化了的树脂分解所释放的甲醛也应该会多些,但这应是次要的因素。综合考虑生产成本与板材性能,施胶量比为 11%~13%,比较合适。

2.3 板材厚度对 E₁ 级防潮型中密度纤维板甲醛释放量的影响

从图 2 可以看出,随着中密度纤维板板材厚度增加,最终板材中甲醛释放量降低。这可能与 MDF 从压机出来后热量散发有关。中密度纤维板从热压机出来后经过晾板架冷却堆放时,板材内部的温度仍大于 70℃,板材内的脲醛树脂仍继续反应,堆放时一般厚板中的热量大于薄板,而且厚板向外散发热量也比薄板慢,所以从压机出来后厚板内的热量会使反应更完全一些,最终使得板材中游离甲醛含量降低。具体生产时板材厚度根据消费者要求而定。据有关资料研究,若将 70℃ 的 MDF 热堆放 2 h,游离甲醛从 12 mg 降到 4 mg。但若出现过固化现象,会使 MDF 的内结合强度下降。

2.4 热压温度、热压时间对 E₁ 级防潮型中密度纤维板甲醛释放量的影响

从图 3 图 4 可见,随着热压温度提高,热压时间延长,甲醛释放量降低。这是因为,随着温度上升,时间延长,胶反应得越完全,胶在固化反应过程中充分吸收脲醛树脂胶粘剂中未参加反应的游离甲醛。同时,板坯在热压过程中蒸发的水分越多,脲醛树脂中的游离甲醛随着水分向外释放到空气中也越多^[7]。两者综合作用,使得板材中的甲醛含量降低。热压温度和热压时间的选择,对于不同的生产线,具体的数值不一样。在考虑板材物理力学性能、甲醛释放量和生产效率前提下每个厂家可选择出最适合自己的生产线的数值。而对于本次试验的生产线,热压温度 190℃,热压时间 25 s·mm⁻¹是比较合适的,同时兼顾了板材物理力学性能、甲醛释放量及生产效率等因素。

3 结论

对于 E₁ 级防潮型中密度纤维板生产可以使用 80 g·kg⁻¹ 三聚氰胺改性的低质量比脲醛树脂胶粘

剂。随着三聚氰胺用量的增加,板材的耐水性能更好。

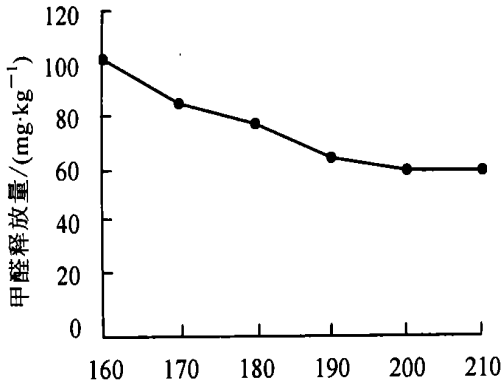


图3 热压温度对甲醛释放量的影响

Figure 3 Effect of hot-pressing temperature on formaldehyde emission

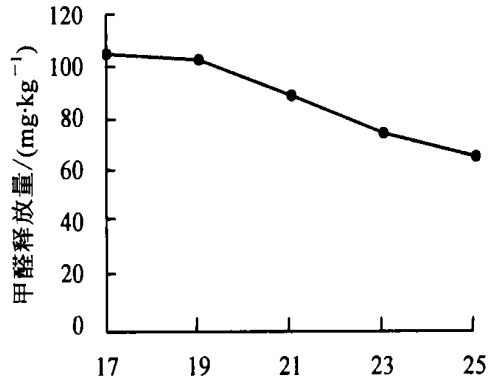


图4 热压时间对甲醛释放量的影响

Figure 4 Effect of hot-pressing time on formaldehyde emission

生产工艺因子对于 E₁ 级防潮型中密度纤维板生产起了重要作用,一般随着施胶量增加,板材厚度增厚,热压温度提高,热压时间延长,板材中甲醛含量降低。

参考文献:

- [1] 何泽龙. 我国中密度纤维板工业 2003 综合调查[J]. 林产工业, 2004, 31 (1): 7-13.
- [2] 刘晓红, 周定国. 室内环境污染的危害及其预防[J]. 浙江林学院学报, 2003, 20 (3): 297-301.
- [3] 陆仁书. 降低人造板甲醛释放量的措施[J]. 人造板通讯, 2002, (6): 12-14.
- [4] 于红卫, 傅深渊, 槐敏, 等. 低毒脲醛树脂合成[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19 (2): 122-126.
- [5] 傅深渊, 吕健全, 于红卫, 等. BA-VAC 共聚乳液胶及其对木材的冷胶合[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19 (1): 12-16.
- [6] 陈治华. 环保、防潮二合一胶种的研究与应用[J]. 人造板通讯, 2002, (6): 26-27.
- [7] 陆仁书. 刨花板制造学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.

Effects of production factors on formaldehyde emission of E₁ humid resistant medium density fiberboard

SHEN Zhe-hong¹, JIANG Nian-chun², CHEN Li³, LI Wen-zhu¹, YU You-ming¹

(1. School of Engineering, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Forest Station of Kaihua County, Kaihua 324300, Zhejiang, China; 3. Forest Enterprises of Pingyang County, Pingyang 325400, Zhejiang, China)

Abstract: Low toxin urea formaldehyde resin modified with melamine formaldehyde should be used in order to produce E₁ humid resistant MDF. Resin load increasing can reduce formaldehyde emission. 11%~13% resin load was fit. The increase of hot-pressing temperature and hot-pressing time also can reduce the formaldehyde emission. The formaldehyde emission of MDF decreased with the increase of MDF thickness. When thickness is 16 mm, the proper hot-press temperature was 190 °C and hot-press time was 25 s·mm⁻¹ the products would be satisfied. [Ch, 4 fig, 1 tab, 7 ref.]

Key words: forest engineering; E₁ humid resistant MDF; formaldehyde emission; resin loading; hot pressing; panel thickness; urea resin