

应用技术

工艺参数对防潮刨花板性能的影响

陈秀兰, 王俊伟, 王 丽

(大亚人造板集团有限公司, 江苏丹阳 212300)

摘要: 采用三聚氰胺-尿素-甲醛(MUF)树脂胶制备防潮刨花板, 讨论密度、施胶量、热压温度、热压时间等工艺因素对板材性能的影响。结果表明: 密度和施胶量是影响刨花板防潮性能的主要因素; 采用优化的制板工艺参数, 试板性能可达到 GB/T 4897-2015 中“P7 型潮湿状态下使用的承载型刨花板”及“P9 型高潮湿状态下使用的普通型刨花板”的要求, 甲醛释放量达到日本 JIS A 5908: 2003 中 F☆☆☆☆ 要求。

关键词: 刨花板; 防潮; 性能; 甲醛释放量

中图分类号: TS653

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2016)04-0043-03

Effects of Manufacturing Parameters on Humidity Resistance of Particleboard

CHEN Xiu-lan, WANG Jun-wei, WANG Li

(DareGlobal Wood Group, Danyang 212300, Jiangsu, China)

作为人造板三大主体产品之一, 刨花板具有原料适应性广、产品性能优、易于大规模生产等优势, 近年来在生产企业数量、产量、产品质量等方面, 都取得了令人瞩目的进展^[1]。普通刨花板在干燥环境下使用性能尚好, 但在潮湿或高潮湿环境中, 则易出现膨胀、翘曲变形、分层等严重缺陷。

为拓展刨花板在高温高湿环境的应用, 需赋予刨花板防潮功能。应用三聚氰胺-尿素-甲醛共缩合树脂胶(MUF)生产刨花板, 可以增强板材的防潮性能, 并降低游离甲醛释放量。因此, 笔者采用 MUF 树脂胶, 探讨防潮刨花板生产工艺中, 密度、施胶量、热压温度、热压时间等工艺因素对防潮刨花板主要性能指标的影响, 为防潮刨花板的工业化生产及应用提供依据与参考。

层结构刨花板, 表层与芯层刨花的含水率、筛分值列于表 1。

表 1 表芯层刨花含水率与形态
Tab.1 Moisture content and classification of surface and core particles

刨花	含水率/%	筛网目数/目	占比/%
表层	2.0~2.5	<28	28.3
		28~70	53.2
		70~100	14.1
		100~150	3.6
		<150	0.8
芯层	1.5~2	<7	14.3
		7~14	32.1
		14~28	39.9
		28~70	12.2
		<70	1.5

1 材料与方法

1.1 材料

刨花 取自大亚人造板集团盛易工厂。制备三

2) MUF 树脂胶, 自制, 甲醛、尿素、三聚氰胺的质量比为 1.75:1:0.98, 主要性能指标为:

固体含量 65%~68%, 黏度 100~125 mPa·s, pH 值 8~9, 水混合倍数 2~2.5, 固化时间 65~70 s, 游离甲醛含量<0.1%, 储存期 10~15 d。

3) 防水剂 乳化石蜡, 固体含量 40%~45%, 自制。

收稿日期: 2015-08-17; 修改日期: 2015-12-10

作者简介: 陈秀兰(1981—), 女, 大亚人造板集团有限公司工程师。

4) 固化剂 硫酸铵溶液, 质量分数 37%~38%。

1.2 试验装置

GH80R 多功能搅拌机、压缩空气机、试验热压机、万能力学试验机等。

1.3 试验方法

设定试板名义厚度为 18 mm, 幅面 400 mm×400 mm, 表层刨花占 40%, 芯层刨花占 60%。

按试验设计定量称取刨花和胶黏剂, 表芯层分别施胶。将施胶后的刨花手工铺装, 板坯置于模具中预压, 再根据设定的热压工艺热压成型, 最大热压压力 3.2 MPa。

选择板材密度 A、表层施胶量 B、芯层施胶量 C、热压温度 D、热压时间 E 为考察因素^[2], 根据生产线实际生产情况, 设定各因素的变化范围, 各取 4 个水平 (表 2), 按 $L_{16}(4^5)$ 正交表安排试验。各组条件压制 3 块试板。

表 2 试验因素及水平

Tab.2 Experimental factors and levels

水平	A 密度/ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	施胶量/%		D 热压温度/ ℃	E 热压时间/ ($\text{s}\cdot\text{mm}^{-1}$)
		B 表层	C 芯层		
1	660	11	8	160	10
2	680	12	9	170	15
3	700	13	10	180	20
4	720	14	11	190	25

1.4 性能测定

试板在 20 ℃、65%恒温恒湿环境中放置 3 天后, 依据 GB/T 17657-2013《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》, 检测静曲强度 (MOR) 及弹性模量 (MOE); 内结合强度 (IB) 及 2 h 沸水煮后 IB; 24 h 吸水厚度膨胀率 (24 h TS)。其中 24 h TS 和 2 h 沸水煮后 IB 是反映板材防潮性能的主要指标。

依据日本 JIS A 1460: 2010《建筑用板材的甲醛释放量测定-干燥器法》, 检测板材的甲醛释放量。

参照 GB/T 4897-2015《刨花板》, 进行板材性能评价。

2 结果与分析

2.1 正交试验结果及分析

在不同压制条件下, 试板的性能检测结果列于表 3。

表 3 试板性能检测结果及标准指标对比

Tab.3 Comparison between testing results and standard specifications

试验号	MOR/ MPa	MOE/ MPa	IB/ MPa	2h 沸水煮 IB/ MPa	24h TS/ %
1	15.8	2506	0.39	0.03	4.25
2	16.3	2610	0.43	0.03	3.69
3	17.8	2936	0.61	0.05	2.72
4	18.9	3093	0.89	0.09	2.55
5	17.1	2836	0.47	0.04	3.67
6	17.3	2898	0.51	0.04	3.99
7	19.6	3136	0.8	0.1	2.87
8	18.6	3066	0.7	0.08	2.65
9	18.3	3058	0.79	0.06	2.96
10	19.6	3236	0.83	0.11	2.83
11	18.9	3069	0.4	0.04	3.53
12	19.8	3196	0.67	0.12	2.77
13	20.7	3312	0.87	0.13	2.98
14	21.8	3498	0.7	0.12	3.01
15	22.3	3468	0.87	0.14	3.21
16	21.2	3392	0.6	0.07	3.29
P7 型	≥16	≥2400	≥0.40	≥0.14	≤11
P9 型	≥12	未规定	≥0.24	≥0.12	≤12

注: P7 型为潮湿状态下使用的承载型刨花板; P9 型为高潮湿状态下使用的普通型刨花板。

由表 3 数据可知, 所有试板的 MOE、24 h TS, 均达到相应标准要求, MOR、IB 基本达到相应标准; 而 2 h 沸水煮后 IB 仅有少数试件达到相应标准。对试板性能检测数据进行直观变化趋势分析, 结果如图 1 所示。

2.1.1 密度

由图 1 结果可知, 随着试板密度从 660 kg/m^3 增加到 720 kg/m^3 , 其 MOR、MOE、IB、2 h 沸水煮后 IB 均呈逐渐增加, 但是 TS 呈现先降低后升高。这是因为在一定范围内提高密度, 板材内部孔隙率降低, 刨花之间的结合更紧密, 故板材的力学性能提高, 且 TS 降低。但是, 密度提高也会使板材的膨胀总体积变大, 引起其 TS 升高。但在本试验范围内, 试板的 TS 值仍低于国标规定值。

综合考虑, 以密度在 720 kg/m^3 时, 防潮板材各方面性能达到最佳水平。

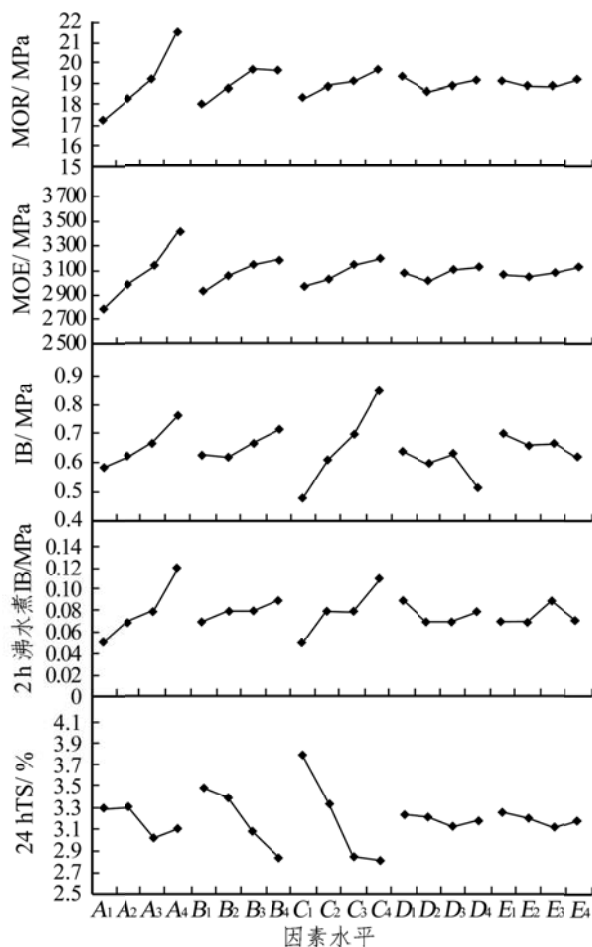


图1 各因素对刨花板性能的影响

Fig.1 Effects of factors on particleboard properties

2.1.2 施胶量

表层施胶量从 11% 增加至 14%，试板的 MOE、IB、2 h 沸水煮后 IB 均逐渐增加，MOR 先增后降，24 h TS 逐渐降低；芯层施胶量从 8% 增加至 11%，板材的 MOR、MOE、IB、2 h 沸水煮后 IB 均逐渐增加，24 h TS 逐渐降低。

结果表明，随着施胶量的增加，试板总体性能提高。这是因为胶黏剂与刨花的胶联点增多，胶黏剂固化后与刨花表面形成的氢键增多^[3]，刨花之间的水分传递受阻，从而 TS 降低。

2.1.3 热压温度

随着热压温度从 160 °C 上升至 190 °C，试板的 MOR、MOE 先降低后增加，IB 则在 160 °C 时最高，沸水煮后 IB 和 TS 均呈先降后升。这是因为在一定范围内提高温度，传热性能提高，胶黏剂固化充分，故板材性能得以改善；但是温度过高，表层胶黏剂易产生过度固化，使胶联点减少而影响板材性能^[4]。

2.1.4 热压时间

在本试验条件下，热压时间从 10 s/mm 增加至 25 s/mm 时，试板的 MOR、MOE 均提升，但 IB 降低，煮沸试验后 IB 先升后降，TS 先降后升。这是因为延长热压时间，胶黏剂固化充分，与刨花交接性能提高；但热压时间过长，会使交联点减少，从而影响刨花板性能^[4]。

综上所述可知，影响防潮刨花板防潮性能的主要因素为密度和施胶量。对于刨花板的 24 h TS，施胶量的影响为主；对于 2 h 沸水煮后 IB，则是密度的影响为主。随着密度的增大和施胶量的提高，试板的 24 h TS 逐渐降低，2 h 沸水煮后 IB 逐渐上升，防潮性能增强。

2.2 优化工艺验证试验

根据表 3 和图 1 结果，并结合实际生产效率、生产成本等因素，选择 15 号试验条件，即密度 720 kg/m³、表层施胶量 13%、芯层施胶量 9%、热压温度 190 °C、热压时间 10 s/mm，进行验证试验。试板的性能检测结果列于表 4。

表4 优化工艺压制试板的性能检测结果

Tab.4 Properties of particleboard samples made with optimized conditions

试验号	MOR/MPa	MOE/MPa	IB/MPa	2 h 沸水煮后 IB/MPa	24 h TS/%	甲醛释放量/(mg·L ⁻¹)
1	22.3	3465	0.96	0.17	3.03	0.29
2	22.5	3519	0.99	0.17	3.2	0.28
3	22.9	3566	0.93	0.16	3.12	0.29
平均值	22.6	3516.7	0.96	0.17	3.12	0.29

由表 4 结果可知，试板的物理力学性能达到 GB/T 4897-2015 中“P7 型潮湿状态下使用的承载型刨花板”及“P9 型潮湿高湿状态下使用的普通型刨花板”的要求。按日本 JIS A 5908: 2003 中 F☆☆☆☆ (≤0.3 mg/L) 的要求检测，板材的甲醛释放量亦符合要求。

3 结论

1) 使用 MUF 树脂生产防潮刨花板时，密度和施胶量对板材防潮性能影响最大。在本试验范围内，随着密度的增加，板材的 MOR、MOE、IB 及防潮

(下转第 52 页)

在滇青冈木材的低温高湿干燥过程中,控制好介质湿度是关键,因此对于气密性不佳的干燥窑以及满足低温要求的除湿干燥窑,间歇干燥具有较好的技术可行性。如控制滇青冈木材的开裂与变形等干燥缺陷,进一步提高干燥质量,在工厂操作中可从以下方面入手:

首先是干燥工艺的优化,确定间歇干燥开始的合理时机与持续时间,充分利用温度梯度的作用,降低板材内含含水率梯度,减少开裂风险。

其次是制材工艺的优化,兼顾出材率与干燥质量,如可以采用三面或四面下锯法,锯解出较窄的板材,尽量避免半侧含髓心的半弦半径宽板材,减少两宽表面干缩差异带来的瓦弯变形。

3 结论与建议

1) 滇青冈木材属于典型难干材,采用常规连续干燥基准时,木材开裂严重;采用间歇干燥基准,可在22 d内将其含水率从近40%干燥至12%,无表面开裂,含水率和应力指标达到GB 6491-2012中二级干燥质量的要求。

2) 间歇干燥操作方便,干燥质量良好,特别适合易开裂木材,在除湿干燥和气密性较差的常规干燥窑使用。

3) 间歇干燥试板的扭曲和瓦弯指标偏高,还需通过干燥工艺优化、板材预处理和锯解方式等措施协同调控,改善木材干燥质量。

参考文献:

- [1] 康利国,艾沐野,程万里,等. 青冈锯材常规干燥工艺探讨[J]. 森林工程, 2011, 27 (2): 31-34.
- [2] 郑忠福. 硬杂木的除湿干燥技术[J]. 木材加工机械, 1995, 26 (3): 26-28.
- [3] 肖绍琼,施桂萱,吴立忠. 黄毛青冈等四种硬木干燥特性的研究[J]. 木材工业, 1992, 6 (4): 28-34.
- [4] 林金国,郑郁善,陈新兴,等. 突脉青冈木材物理力学性质的研究[J]. 福建林学院学报, 1999, 19 (1): 47-49.
- [5] 杜国兴,顾炼百,钟争登. 25 mm厚脲醛胶地板坯料干燥工艺的研究[J]. 林产工业, 2003, 20 (2): 22-23.
- [6] Herritsch A, Dronfield J, Nijdam J. Intermittent and continuous drying of red-beech timber from the green condition[C]// Proceedings of 16th International drying symposium, 2008.
- [7] Putranto A, Chen X D. Modeling intermittent drying of wood under rapidly varying temperature and humidity conditions with the lumped reaction engineering approach [J]. Drying technology, 2012, 30 (4): 1658-1665.
- [8] Yang L, Liu H-H, Cai Y-C, et al. The study on cell collapse and recovery of *Eucalyptus urophylla* during drying[J]. BioResources, 2014, 9 (2): 2584-25920.
- [9] 徐开蒙,彭鹏祥,涂登云,等. 60mm厚枫香木材快速干燥工艺[J]. 木材工业, 2011, 25 (6): 38-41.
- [10] 顾炼百. 木材加工工艺学(2版)[M]. 北京: 中国林业出版社.

(责任编辑 向 琴)



(上接第45页)

性能均呈增强趋势;提高施胶量,对控制板材的24 h TS有明显作用。

2) 在本试验提出的优化工艺条件下制备 MUF 防潮刨花板,其物理力学性能达到 GB/T 4897-2015 中“P7 型潮湿状态下使用的承载型刨花板”及“P9 型高潮湿状态下使用的普通型刨花板”。

参考文献:

- [1] 周定国. 我国刨花板工业的创新展望[J]. 木材工业, 2006, 20 (2): 30-32.
- [2] 贾珉倩,孙德阳,朱长庆,等. 影响刨花板尺寸稳定性的因素[J]. 木材加工机械, 2005 (1): 42-45.
- [3] 董葛平,邓玉和,王新洲,等. 竹柳材性及其刨花板制造工艺研究[J]. 西南林业大学学报, 2013, 33 (3): 92-96.
- [4] 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.

(责任编辑 向 琴)

(上接第48页)

- [2] Homan W J, Jorissen A J M. Wood modification developments [J]. Heron, 2004, 49 (4): 360-369.
- [3] 蔡家斌,董会军. 木材压缩处理技术研究的现状[J]. 木材工业, 2014, 28 (6): 28-31.
- [4] 李坚. 功能性木材[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [5] Gabrielli C P, Kamke F A. Phenol-formaldehyde impregnation of densified wood for improved dimensional stability [J]. Wood Science and Technology, 2010, 44 (1): 95-104.
- [6] Leemon N F, Ashaari Z, Uyup M K A, et al. Characterisation of phenolic resin and nanoclay admixture and its effect on impreg wood [J]. Wood Science and Technology, 2015, 49 (6): 1209-1224.
- [7] 余养伦,周月,于文吉. 密度对桉树纤维化单板重组木性能的影响[J]. 木材工业, 2013, 27 (6): 5-8.
- [8] 余养伦. 高性能竹基纤维复合材料制造技术及机理研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2014.
- [9] 顾继友. 胶粘剂与涂料[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [10] 张亚慧,祝荣先,于文吉,等. 浸胶竹纤维化单板干燥温度对竹基纤维复合材料性能的影响[J]. 木材工业, 2011, 25 (6): 1-3.

(责任编辑 向 琴)