

应用技术

用异氰酸酯胶生产中密度纤维板的尝试

李杰

(东营正和木业有限公司, 山东东营 257300)

摘要: 以异氰酸酯为胶黏剂,进行了2种原料的中密度纤维板(MDF)生产试验,分析其生产工艺的特点,并根据我国国标及日本相关标准,对板材的性能与甲醛释放量等指标进行检测。结果表明:用异氰酸酯制造的MDF,其各项指标均优于UF胶的MDF,是一种应用前景广阔的环保板材。

关键词: 异氰酸酯(MDI); 胶黏剂; 中密度纤维板; 低甲醛释放; 工艺; 性能

中图分类号:TS653.6;TQ433 文献标识码:B 文章编号:1001-8654(2008)05-0028-04

Medium Density Fiberboard Made with Isocyanate Resin

LI Jie

(Dongying Zhenghe Wood Industry Co., Ltd., Dongying 257300, Shandong, China)

Abstract: A plant trial of manufacturing medium density fiberboard (MDF) by using isocyanate resin in the production line was conducted in the Dongying Zhenghe Wood Industry Co., Ltd., Shandong, China. Compared with MDF made with commonly-used urea formaldehyde (OF) resin, the MDF panels made with isocyanate resin system demonstrated superior physical and mechanical properties. Furthermore, the average formaldehyde emission from the MDF panels made with the isocyanate resin, tested according to the National Standards GB/T 18580-2001 and Japan Standards JIS A 5905:2003, was 0.1 mg/L which is lower than the average maximum value (0.3 mg/L) required by both Chinese and Japanese standards. The low formaldehyde emission, and improved mechanical and physical properties, would add value to the MDF panels made with isocyanate resin and make them attractive for many applications.

Key words: isocyanate (MDI); adhesive; MDF; low formaldehyde emission; technology; property

近年来,随着人们对健康和环境问题的关注,环境友好的产品日益成为人们追求的目标。世界卫生组织《2002年世界卫生报告》中,已明确将室内空气污染列为威胁人类健康的十大因素之一;在2004年6月发布的第153号公告中,宣布甲醛为强烈致癌物^[1]。因此,许多国家都对人造板的甲醛释放量提出了日趋严格的要求。

2008年,国际标准化组织(ISO)已完成ISO/DIS 16895《人造板—干法纤维板》标准初稿的制订,现处于

审核状态。其中第2部分的技术要求明确规定:采用穿孔法时,纤维板的最大甲醛释放限量为8 mg/100 g,即取消E₂级产品。由此可见,走环保之路是人造板行业发展的必然趋势。对此,笔者所在公司积极应对,进行了一系列非醛胶黏剂制造MDF的工艺试验。

1 材料和方法

1.1 试验材料

胶黏剂 异氰酸酯 Suprasec1041, Huntsman 公司提供,棕黄色液体,以二苯甲烷二异氰酸酯(MDI)为主要原料,可乳化于水,官能度约2.7,密度1.24 g/cm³(25℃),黏度275 mPa·s(25℃)。

收稿日期:2008-07-02; 修改日期:2008-08-19

作者简介:李杰(1963—),女,东营正和木业有限公司副总经理,高级工程师。

脱模剂 选用 2 种脱模剂:内部脱模剂采用 Add 9898,外部脱膜剂采用 Add 9265。

防水剂 高熔点、全精炼固体石蜡。

木片 试验分别使用 2 种原料进行:一类是选用径级 4 cm 以上的杨、柳、槐树新鲜木材,加工成混杂木片,含水率 38.25%;另一类是选用径级 8 cm 以上的新鲜杨木,剥皮后削片制得的纯杨木片,含水率 37.82%。试材均采自山东境内或周边地区。木片筛分和纤维筛分值见表 1。

表 1 2 种原料的木片筛分与纤维筛分值

Tab. 1 Classification of mixed hardwood and poplar wood fibers

筛分	分类	原料树种	
		混杂木片	纯杨木片
分选/%	树皮	16.92	2.05
	大木片	0.00	0.00
	标准木片	61.81	78.92
	小木片	15.58	17.91
	杂质	5.70	1.12
筛分值/%	粗纤维	7.12	6.70
	长纤维	29.73	56.95
	中纤维	38.67	28.29
	细小纤维	24.48	8.06

1.2 工艺试验参数

依据公司所在地区的原料情况,选用 2 类木片进行试验。为了确认脱模剂的脱模效果,及确定其在板材成本中所占的比例,试验选用内、外两种脱模剂。

工艺试验 I:选用混杂木片生产 2.7 mm 厚的 MDF。木片蒸煮时间约 4.0 min;以 Suprasec 1041 为胶黏剂,采用 Add 9898 内部脱模剂,全精炼固体石蜡为防水剂;施胶环境温度<10℃(冬季),板坯铺装密度控制在 16~22 kg/m³,板坯含水率 9%~13%;根据压机的不同区域,控制热压温度在 175~215℃之间,压机速度控制在1 000 mm/s 以内。

工艺试验 II:选用纯杨木片生产 3.0 mm 厚 MDF。选用 Add 9265 外部脱膜剂,施胶环境温度>20℃(夏季),木片蒸煮 2.5 min,板坯铺装密度 16~22 kg/m³,其余工艺参数同试验 I。

1.3 生产试验设备

试验在笔者所在公司现有的生产设备上进行。纤维制备采用德国 Pallmann 公司的水洗、热磨系统;施胶采用 Huntsman 公司的信号模拟计量、全封闭施加系统;铺装和制板采用德国 Dieffenbacher 公司的连续平压装置;板材表面处理和规格成型,分别采用瑞士 Stenimann 公司的宽幅砂光机和德国 Anthon 公司的自动规格锯进行。

1.4 板材性能检测

1) 参照 GB/T 17657-1999《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》,检测板材密度、含水率、吸水厚度膨胀率(TS)、内结合强度(IB)、静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)、表面结合强度、表面吸收性能、尺寸稳定性、湿循环性能及甲醛释放量;2) 参照 GB/T 11718-1999《中密度纤维板》测定沸腾试验性能;3) 参照 GB/T 18580-2001《室内装饰装修材料人造板及其制品中甲醛释放量》和日本 JIS A 5905:2003《纤维板》,检测和比较板材的甲醛释放量。各项检测结果均与 GB/T 11718-1999《中密度纤维板》的规定值进行比较。

2 结果与分析

2.1 板材的物理力学性能

表 2 是按试验工艺 I 和 II 制作板材的实测结果,以及与 GB/T 11718-1999 中室内型、防潮型、室外型三类板材性能要求的对比。

从表 2 可见:当 MDI 制造的 MDF 的密度远低于 UF 胶 E₁、E₀ 级的 MDF 时,板材的各项强度指标则均高于 UF 胶的 MDF,且防水性能更优,特别是其表面吸收性能和尺寸稳定性,表现优异。

MDI 板材经过湿循环和沸腾试验后,其强度和 TS 指标显示出极强的稳定性。经过沸腾试验后,其 IB 不但没有受到影响,反而有所提高。另外,其表面吸收性能亦远高于 UF 胶的 MDF,因而 MDI 板材的表面光洁度高。

MDI 板材之所以表现出优越的特性,是由于异氰酸酯可同木材内的水分和木材的羟基基团发生化学反应^[2],经过沸腾试验后,在热压过程中未反应完全的异氰酸酯胶可进一步固化,并促进板材 IB 的提升。这种反应不仅强化了机械胶结,而且增加了牢固耐水的化学粘结,赋予了板材优异的特性,即室外耐气候性、耐潮湿、尺寸稳定、较高的内结合强度和极佳的表面光洁度。

2.2 板材的甲醛释放量

分别按国家标准和日本标准,进行甲醛释放量的检测,结果列于表 3;相关国家级人造板检测机构的实测结果见表 4。

异氰酸酯树脂为非醛系列树脂,不含有甲醛,属于环保类胶黏剂^[3],所以板材不存在游离甲醛释放问题。至于表 3 和表 4 中显示测出的极微量甲醛,主要是木材自身代谢物留存所致。

表 2 板材的物理力学性能检测结果及对比

Tab. 2 Physical and mechanical properties of MDF panels made with UF and MDI resins

类型	检测指标	标准 规定值	UF 胶		Suprasec 1041 胶	
			2.7SE ₀	3NE ₁	2.7SMDI(Ⅰ)	3NMDI(Ⅱ)
室内型	板材平均密度/(kg·m ⁻³)	450~880	840	820	780	730
	板材表层密度/(kg·m ⁻³)		1056	1025	1040	980
	板内密度偏差/%	±7.0	+4.6 -5.3	+4.0 -5.1	+3.1 -1.7	+2.7 -1.3
	含水率/%	4~13	4.0	4.0	4.0	4.0
防潮型	TS/%	30.0	22.8	28.3	13.6	11.2
	IB/MPa	0.7	1.78	1.66	2.10	2.09
	TS(湿循环)/%	40.0			13.8	11.1
	IB(湿循环)/MPa	0.35			2.16	2.12
	IB(沸腾)/MPa	0.20			2.35	2.34
室外型	MOR/MPa	34.0	36.3	31.6	52.0	48.5
	MOE/MPa	3 000	3 500	3 150	3 800	3 700
室内型	表面结合强度/MPa	1.2	1.2	1.2	1.82	1.75
	表面吸收性能/mm	150	280	260	310	328
	尺寸 长度	IL (65~85)%	+0.32	+0.18	+0.22	+0.08
	稳定 性 厚度	DL (65~35)%	-0.18	-0.07	-0.09	-0.02
		IT (65~85)%	+7.5	+4.2	+4.5	+1.8
		DT (65~35)%	-2.5	-1.2	-1.8	-0.7

注：1. 表面吸收性能测定，试件尺寸(长×宽)：(300±2) mm×(100±1) mm。2. 试验Ⅰ和Ⅱ的试件尺寸(长×宽)：(640±2) mm×(300±1) mm。3. 试板代码：N—亚光板，S—砂光板。

表 3 板材甲醛释放量检测结果

Tab. 3 Results of formaldehyde emissions of various MDF panels

等级	标准 规定值	2.7SE ₀	3NE ₁	2.7SMDI (Ⅰ)	3NMDI (Ⅱ)
E ₁	≤9.0	1.6	7.4	0.20	0.18
F****	平均值≤0.3	0.2	—	0.1	0.1
	最大值≤0.4	0.3	—	0.1	0.1

注：测试执行标准(以下同)：E₁：GB 18580-2001,mg/100g；
F****：JIS A 5905:2003,mg/L。

表 4 不同国家检测机构的甲醛释放量检测结果

Tab. 4 Results of formaldehyde emission testing at different testing agencies

检测 机构*	等级	单位	标准 规定值	检测 结果
1	E ₁	mg/100g	≤9.0	0.20
2				0.20
3	F****	mg/L	平均值≤0.3 最大值≤0.4	0.1 0.1

注：1—国家人造板与木竹制品质量监督检验中心；2—国家装饰装修材料质量监督检验中心；3—国家林业局南京人造板质量监督检验站。胶种均为 MDI。

2.3 工艺特性分析

与采用 UF 胶生产 MDF 的工艺相比,MDI 的 MDF 生产工艺具有如下特点。

2.3.1 优点

1) 用 MDI 生产的 MDF 产品,其甲醛释放量满

• 30 •

足日本 JIS A 5905:2003 的要求;

2) 工艺条件宽松。因为水可作为反应介质,故允许纤维有较高的含水率(比用 UF 树脂胶,可提高约 2%),每 t 绝干纤维可降低干燥热能消耗 45.2 kJ;而使用 UF 树脂胶时,纤维含水率不宜过高,否则易导致板材出压机时爆板;

3) 胶黏剂固化速度快,生产速度可以提高约 10%,生产效率提高;

4) 板材的物理力学性能良好,在机加工或锯切时,很少崩块或剥落,废品率比用 UF 胶可降低约 1%;

5) 板材各项性能指标均达到 GB/T 11718-1999 中防潮板的要求,可在标准规定的潮湿环境下使用,扩展了板材的适用范围;

6) 尽管 MDI 的成本较高,但施胶量低;另外,由于板材表面光滑,表面水性涂饰的合格率得到提高,并可取消后续生产的脱漆工序,饰面油漆量可减少约 10%;

7) 产品附加值提高,产品售价比普通 UF 胶的 MDF 可提高 1 倍。

2.3.2 缺点

1) 对木质原料的要求较高,最好是一定径级、剥皮的原木,以控制树皮和细小纤维含量,否则耗胶量增加,且易导致板材强度、耐水性能降低。

2) 如按常规工艺设置热压温度,在纤维含水率较高、压机速度较快时,板坯中的胶固化尚未完全,在压机出口处,因板材刚度不够,容易造成打折、起拱而卡板。所以,需要依据产品的厚度调整热压工艺,可将热压温度设置偏高。

3) 树脂的储存和施加要求非常严格。为避免其与大气中的水气接触而发生反应,异氰酸酯胶需在充满干燥空气的容器中封盖存放。在每次取用后,容器必须重新密封。储存温度宜在 20~30℃,过低的温度可导致原料结晶,且黏度急剧增高,影响胶的正常施加。在冬季的北方地区,必须配置相应的保温设施;而保存温度高于 50℃时,树脂会生成不溶固体,并且黏度也会增高。

4) 由于异氰酸酯树脂具有较高的浸润性^[4],生产时必须使用脱模剂,来改善钢带和相关设备的粘结问题。

试验显示:内部脱模剂须在施加比例较高时,才能保证脱模效果,导致成本增加;外部脱模剂用量较少,喷施装置简易。但由于钢带温度较高,会有部分脱模剂蒸发,既造成浪费,又污染环境;且冷凝在钢带上的脱膜剂,容易在板面形成缺陷,影响产品质量。所以,每次生产完成后,需用配套的清洗剂全面清洗施胶等设备。工业化生产时,必须配置合适的脱膜剂喷施装置,按照压机的速度及时调整脱膜剂的施加量。

5) 异氰酸酯胶在人造板生产企业的推广应用中,最大的制约因素是价格,约为UF胶的10倍^[3],占产品总成本的50%~60%。因此,需要对设备和工艺进行改进,提高喷胶的均匀性。

另外,针对胶黏剂粘结钢带、使用周期短、对环境温度要求严格和设备的清洗维护等问题,所采取的措施,也会导致生产辅助成本增加。

6) 毒性与防护。空气中雾化的异氰酸酯,会对眼部和呼吸系统有一定刺激;直接与皮肤接触,也可造成轻度刺激^[4]。因此,需要做好生产安全培训和劳动保护

工作,配置在线检测仪器,对生产环境进行严密监控。

3 结语

1) 采用异氰酸酯胶生产MDF,板材的各项性能指标均优于UF胶生产的板材,尤其是板材的力学性能、防水性能、耐候性能、甲醛含量等指标。

2) 虽然异氰酸酯树脂价格高,但是板材单位体积的施加量却远小于UF树脂的用量,且无醛、环保是其优势所在。板材自身附加值的提升,足以使异氰酸酯MDF形成新的竞争力。

3) MDI作为胶黏剂已在全球人造板行业中广泛应用。实践证明,正确的操作和适当的防护,异氰酸酯树脂完全可以安全使用。

参考文献:

- [1] 王正. 无甲醛人造板研究现状及应用前景[J]. 中国人造板, 2008, 15(1): 1-4.
- [2] 顾继友. 胶黏剂与涂料[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [3] 周定国. 关于稻秸秆人造板的几个问题[J]. 林产工业, 2008, 35(1): 3-6.
- [4] 王维新. 异氰酸酯及其在人造板生产上的应用[J]. 中国人造板, 2008, 15(4): 16-17.

(责任编辑 姜征)

2009年《林产工业》杂志征订启事

为国家林业局林产工业规划设计院和中国林产工业协会共同主办,中国林业机械协会协办的专业技术性刊物,1964年创刊。全国中文核心期刊,“中国期刊全文数据库”、“中国科学引文数据库”、“中国学术期刊综合评价数据库”、“万方数据——数字化期刊群”、“中文科技期刊数据库”、“中国核心期刊(遴选)数据库”、美国《AGRICOLA》、英国《CAB Abstracts》等收录。首批进入中国期刊方阵,被评为双效期刊;2002、2003年分别获国家林业局优秀期刊一等奖、二等奖。

办刊宗旨:面向生产,报道以应用技术为主,融科技性、实用性、学术性、信息性于一体,服务于木材加工行业广大读者。

报道内容:宣传林产工业发展的技术方针和政策;介绍制材,木材干燥,胶合板、纤维板、刨花板等各类人造板、非木质人造板,各类人造板饰面,木质地板等室内装饰装修材料,家具制造,胶料的生产和应用,制浆造纸以及林产化工,生物

质材料等方面的先进经验和新技术、新材料、新设备、新工艺;报道上述领域的科研设计成果;综述国内外林产工业现状、水平及发展趋势。

主要栏目:综述,研究与分析,生产与应用,专题讲座,国外技术,综合信息,专利介绍,黑白/彩色广告版。

适读对象:本行业及相关行业的企业,科研、设计、教育单位及管理部门从事生产、管理、科研和开发、设计、教学、咨询及市场营销的人员。

双月刊,大16开64页,单月中旬出版,国内外公开发行,每期10元,全年60元,挂号每期另加3元。邮发代号:2-141,读者可向当地邮局或本刊编辑部订阅。

地址:100010 北京朝内大街130号

电话:010-85128107, 85128120

传真:010-85128070

Email:cfpipaper@cfpi.cn

网址:www.cfpi.cn