

研究与开发

脲醛树脂胶稻草中密度纤维板的性能

吴章康¹, 周定国²

(1. 西南林学院, 昆明 650224; 2. 南京林业大学, 南京 210037)

摘要: 通过用稻草代替木材制造脲醛树脂胶稻草中密度纤维板的可行性研究, 探讨了板材密度、施胶量和防水剂等工艺因素对稻草中密度纤维板性能的影响。结果表明: 在实验室条件下, 当板材名义密度为 0.8 g/cm^3 和施胶量为 17% 时, 脲醛树脂胶稻草中纤维板性能达到现行国家标准一等品的要求; 施加 1.2% 的石蜡乳液, 板材的耐水性亦能满足国标要求。

关键词: 脲醛树脂; 稻草; 中密度纤维板

中图分类号: TS72, TS653.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2002)03-0003-03

Properties of Medium Density Fiberboard of Rice-straw with UF Resin

WU Zhang-kang¹, ZHOU Ding-guo²

(1. Southwest Forestry College, Kunming 650224, China; 2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: The feasibility of medium density fiberboard (MDF) manufactured from rice-straw with urea formaldehyde (UF) resin was investigated and the effects of board density, resin consumption and water repellent on properties of the board were also studied. Results showed that the properties of rice-straw MDF with UF resin could meet the requirement of GB/T 11718-1999 when the board density was 0.8 g/cm^3 and resin consumption equaled 17%. Thickness swelling of board was improved greatly when water repellent was added at 1.2%.

Key words: UF resin; Rice-straw; MDF

随着木材资源的日渐短缺, 稻草和麦秸等农作物秸秆资源的开发利用正成为木材加工行业关注的热点^[1]。北美在 1995 年实现了异氰酸酯胶农作物秸秆碎料板的工业化生产, 但异氰酸酯胶粘剂价格昂贵, 热压制板时需要采用脱模剂、隔离纸或隔离层等特殊措施以防粘板, 成本高而且工艺复杂, 因而在很大程度上制约了农作物秸秆碎料板的发展。稻草或麦秸等农作物秸秆通过热磨解纤工艺, 可以改善秸秆原料与胶合有关的化学和界面特性, 使采用传统、廉价的脲醛树脂为胶粘剂制造人造板成为可能^[2]。

本文着重探讨了板材密度、施胶量和防水剂等工艺因子对稻草中密度纤维板(简称中纤板)性能的影响, 为其实现工业化生产提供工艺理论基础。

1 试验材料与方法

收稿日期: 2001-10-08

作者简介: 吴章康(1967-), 男, 南京林业大学博士研究生, 西南林学院副教授。

万方数据

1.1 稻草纤维

稻草产自江苏连云港地区, 在中纤板生产线上通过 BX 216 型削片机切断和 QM 9B 型热磨机磨浆, 再经过管道干燥至纤维含水率约 6%。热磨参数为蒸汽压力 0.8 MPa, 预热时间 3~4 min。

1.2 胶粘剂、固化剂与防水剂

脲醛树脂胶取自江苏丹阳人造板厂, 固体含量 50.6%, 粘度 18 s(涂 4-杯), pH 值 7~8; 固化剂为浓度 20% 的氯化铵溶液; 防水剂采用浓度为 30% 的石蜡乳液。

1.3 制板工艺及试验板性能检测方法

按试验设计要求, 称取一定量的稻草纤维、脲醛树脂胶、固化剂和石蜡乳液, 将氯化铵溶液加入脲醛树脂胶中拌匀, 再加入石蜡乳液拌匀; 喷枪施胶, 手工拌胶。施胶后陈化 20~30 min, 使纤维含水率控制在 10%~12%。手工铺装成幅面为 300 mm×300 mm 的板坯, 并经人工预压后热压, 厚度规厚度为 10

mm。热压工艺及参数为：三段式加压法，热压温度 165 ℃，最大压力 3.2 MPa，热压时间 5 min。试样在室温状态下放置一周后，参照国家标准 GB/T 1718-1999 和 GB/T 17657-1999 进行试件制备和性能测试。

1.4 试验因子及水平

采用单因素试验法，重复 3 次。试验因子与水平如表 1 所示。

表 1 试验因子与水平

Tab. 1 Levels of testing factors

因子	水平				备注
	1	2	3	4	
密度 / (g · cm ⁻³)	0.70	0.80	0.90		名义密度 0.8 g/cm ³
施胶量 / %	13	15	17	19	名义施胶量 17%

2 结果与讨论

2.1 密度对稻草中纤板性能的影响

从图 1 和图 2 可以看出，密度为 0.70 g/cm³ 的稻草中纤板，其物理力学性能较差，特别是内结合强度仅为 0.19 MPa，远低于国标规定的合格品要求（0.50 MPa）；密度由 0.70 g/cm³ 提高到 0.80 g/cm³，板的物理力学性能呈大幅度上升，静曲强度（MOR）提高了 41.9%，弹性模量（MOE）提高了 39.5%，内结合强度（IB）提高了 61.9%，吸水厚度膨胀率（TS）下降了 55.5%；在未加防水剂的条件下，除吸水厚度膨胀率未能达标外，其它指标均满足国标合格品要求。随着密度由 0.80 g/cm³ 增大到 0.90 g/cm³，MOR、MOE 和 IB 虽仍有提高，不过上升幅度有所降低，相应分别提高了 7.5%、11.6%、26.3%；TS 下降了 16.1%。MOR 和 MOE 达到国标优等品要求，IB 达到国标一等品要求。可见，物理力学性能指标提高的幅度随密度的递增逐渐减小，而且板的密度越高，单位体积产品消耗的原料量越多，由此会导致板材重量增大，变形严重^[3]。因此，在保证板材性能的前提下其密度不宜过高。

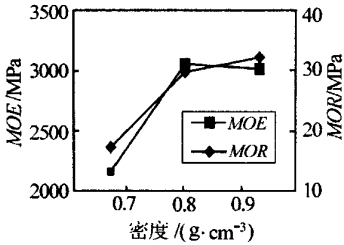


图 1 密度对稻草中纤板 MOE 和 MOR 的影响
Fig. 1 Effects of density on MOE and MOR of rice-straw MDF

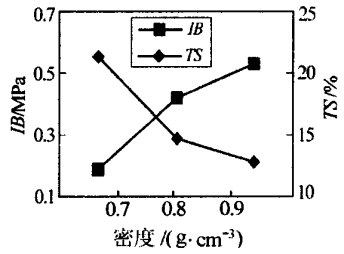


图 2 密度对稻草中纤板 IB 和 TS 的影响

Fig. 2 Effects of density on IB and TS of rice-straw MDF

2.2 施胶量对稻草中纤板性能的影响

图 3 与图 4 所示为在名义密度为 0.80 g/cm³ 条件下，稻草中纤板的主要物理力学性能指标随施胶量的变化情况。当施胶量为 13% 时，稻草中纤板的各项物理力学性能均低于国标合格品的要求，特别是 IB 只有 0.23 MPa；当施胶量提高到 15%，MOE 和 MOR 达到国标要求，但 IB 为 0.42 MPa，仍低于国标合格品要求；施胶量达到 17% 时，板的抗弯性能达到国标优等品，IB 超过国标合格品规定值；当施胶量增加到 19% 时，所测各项指标虽仍有一定幅度的提高，但用胶量过高不仅不经济，而且还会引起板材游离甲醛含量的上升，故施胶量以 17% 为宜。

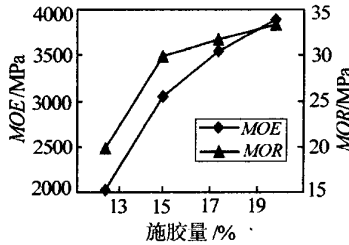


图 3 施胶量对稻草中纤板 MOE 和 MOR 的影响

Fig. 3 Effects of resin consumption on MOE and MOR of rice-straw MDF

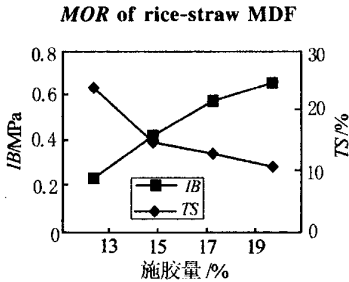


图 4 施胶量对稻草中纤板 IB 和 TS 的影响

Fig. 4 Effects of resin consumption on IB and TS of rice-straw MDF

2.3 防水剂的效果

上述试验中，由于没有使用防水剂，板材的 TS 指标均未达到国标规定的合格品要求。因此，在施胶量 17%、密度为 0.90 g/cm³ 的条件下，对施加石蜡

与不施加石蜡的板材性能进行了比较。由图 5 可见,施加 1.2% 的石蜡后,TS 由 12.6% 下降至 7.9%,降幅达 33.1%,满足了国标要求。同时对板材的 MOR 和 MOE 影响较小,IB 虽然下降了 12.2%,但仍满足国标合格品的要求。

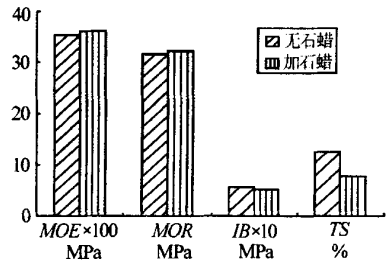


图 5 石蜡乳液添加与否对稻草中纤板性能的影响
Fig. 5 Effects of wax emulsion on properties of rice-straw MDF

总之,与木材原料相比,脲醛树脂胶稻草中纤板需要较高的密度和施胶量,才能保证产品的主要物理力学性能达到现行国家标准的要求。其原因主要有:

(1)稻草的非纤维细胞含量较高,热磨后细碎纤维和粉尘含量也较高^[4];(2)稻草含有占组成量约 10% 的二氧化硅(SiO₂),其形成的非极性表层结构影响胶粘剂有效吸附和氢键的形成,进而影响胶合力^[5];(3)稻草原料的纤维素含量低,自身强度低,势必对稻草板有一定影响。稻草碎料板在施胶量 15%~17% 的条件下,IB 仅为 0.21~0.23 MPa^[5],而稻草中纤板可达到 0.42~0.57 MPa,其它物理力学性能指标也完全达标,说明热磨解纤工艺明显改善了稻

草原料的胶合性能。艾军^[2]等人的研究证实了预处理对于麦秸原料化学性质的影响。事实上,通过现代仪器分析测试也已进一步证实了热磨工艺对稻草原料胶合界面特性的影响,具体内容将另文报道。

3 结论与建议

1)实验室条件下,板材密度为 0.8 g/cm³ 和施胶量为 17% 时,稻草中纤板的物理力学性能可达到 GB/T 11718-1999 一等品的指标要求。

2)稻草中纤板密度在 0.7 g/cm³ 到 0.9 g/cm³ 范围内,板的各项物理力学性能随密度的增加而显著提高;施胶量在 13%~19% 范围内,板的各项物理力学性能随施胶量的增加而显著提高。

3)施加 1.2% (以固体石蜡计)的石蜡乳液,可以保证产品的耐水性能,虽然内结合强度略有下降,但各项性能仍能够达到国标合格品的要求。

致谢:感谢江苏金田集团中密度纤维板厂、建湖人造板厂和丹阳人造板厂等单位提供试验材料和便利条件。

参考文献:

[1] 周定国,梅长彤.面向 21 世纪的农作物秸秆材料工业[J].南京林业大学学报,2000,24(5):1~4.
[2] 艾军,陆仁书.预处理对麦秸纤维板性能的影响[J].木材工业,2001,15(2):9~10,13.
[3] 徐咏兰.中密度纤维板制造[M].北京:中国林业出版社,1995.
[4] 王菊华.中国造纸原料纤维特性及显微图谱[M].北京:中国轻工业出版社,1999.
[5] 陆仁书,汪孙国.稻草碎料板制造工艺研究[J].林产工业,1988,(6):4~8.

2000 年世界刨花板生产情况

地区/国家		工厂个	生产线条	生产能力万 m ³
北美	美国	44	52	18
	加拿大	12	16	352
	墨西哥	8	9	94
	总计	64	77	1 389
欧共体	奥地利	6	12	243
	比利时	7	14	334
	丹麦	1	1	35
	芬兰	3	3	65
	法国	17	19	412
	德国	24	24	889
	希腊	5	7	51
	爱尔兰	1	1	14
	意大利	24	25	461
	葡萄牙	4	4	109
	西班牙	16	18	296
	瑞典	6	6	81
	英国	8	12	305
	总计	122	146	3 293
欧洲其他国家	捷克共和国	3	3	84
	爱沙尼亚	2	22	15
	立陶宛	2	2	18
	拉托维亚	2	2	20

	挪威	5	5	48
	斯洛文尼亚	3	3	20
	斯洛伐克	2	2	38
	瑞士	2	2	60
	土耳其	26	27	180
	波兰	8	9	284
	匈牙利	2	2	44
	罗马尼亚	7	7	50
	俄罗斯	29	29	250
	总计	93	95	1 111
亚洲	中国	260	263	574
	东北亚	30	35	276
	泰国		21	
	印度尼西亚		30	
	亚洲其他地区		8	
	印度		11	
	巴基斯坦		8	
拉丁/美洲	伊朗		8	
	其他	84	24	
	总计	374	400	1 532
	非洲	51	69	579
澳洲	澳大利亚	16	17	126
	新西兰		12	
	总计	13	14	128

摘自“Wood Based Panels International”,2001.