

研究与应用

预热处理对麦秆纤维板性能的影响

艾军, 陆仁书

(东北林业大学林产工业学院, 哈尔滨 150040)

摘要: 研究了麦秆在不同预热处理条件下, 其纤维化学性质以及制得的中密度纤维板的性能, 同时结合施胶量对不同预热处理麦秆纤维板性能的影响, 探讨了在麦秆纤维/脲醛树脂胶中密度纤维板生产中施胶量对板性能影响的重要性。结果表明, 采用预热温度为 160 ℃ 左右、预热时间 5~7 min 的处理条件获得的麦秆纤维在 16% 左右的施胶量时, 可获得满足 GB/T 11718-1999 标准的麦秆纤维/脲醛树脂胶中密度纤维板。

关键词: 麦秆纤维; 预热处理; 施胶量; 中密度纤维板

中图分类号: TS721⁺.3, TS653.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2001)02-0009-02

Effect of Preheating Treatment on Properties of Wheat Straw Fiber Board

AI Jun, LU Ren-shu

(College of Forest Products Industry, Northeast Forestry University, Harbin 150040)

Abstract: The chemical compositions of wheat straw fibers treated with different preheating conditions were measured. The properties of medium density fiberboard (MDF) with different wheat straw fibers and different resin consumption were explored in this work. The results showed that the boards made with appropriate wheat straw fibers and a 16% resin consumption could meet the requirement of National Standard GB/T 11718-1999.

Key words: Wheat straw fiber; Preheating treatment; Resin consumption; Medium density fiberboard (MDF)

由于天然林资源迅速减少, 自然环境日益恶化, 保护环境、保护资源, 充分开发、利用各种再生资源已成为人们不懈追求的目标。利用农作物秸秆生产人造板已是世界性的研究课题, 并在代替木材制造刨花板方面取得了一定成绩, 现已有秸秆刨花板商品问世^[1]。

麦秆表面光滑且富含蜡质, 同时秸秆 SiO₂ 含量大, 用人造板生产常用的脲醛树脂、酚醛树脂胶粘剂很难生产出合格的板材。随着异氰酸酯类胶粘剂的发展, 新型胶粘剂的开发成功为制造麦秆刨花板创造了条件。美国、德国、加拿大、日本和我国对利用异氰酸酯胶粘剂生产刨花板进行了大量的研究。1998 年加拿大 Isoboard 公司开始生产麦秆刨花板, 生产线的设计能力达 660 m³/d, 是目前世界上最大的麦秆刨

花板生产线。

异氰酸酯类胶麦秆刨花板的质量可达到木材刨花板国家标准, 且耐潮性优于标准要求, 无甲醛气体释放, 属绿色环保产品。但用异氰酸酯胶生产人造板尚存在以下问题: (1) 异氰酸酯胶成本高; (2) 具有很强的化学反应活性, 尤其可与水 (即使是微量的水) 发生反应, 需采用不同于醛类胶粘剂的输胶设备; (3) 需使用脱模剂 (内脱模剂或外脱模剂) 等。因此, 在中国市场上推广异氰酸酯类胶粘剂秸秆人造板还有一定的工作要做。

用麦秆纤维和醛类胶粘剂生产的中密度纤维板, 与异氰酸酯人造板相比, 不仅降低了原料成本, 又可以利用现有的生产设备^[2], 这对麦秆的充分利用以及其产品的商品化均具有积极的意义。

本研究通过在实验室对不同预热处理条件下获得的麦秆纤维的化学性质分析以及对制得的中密度纤维板性能的测定, 目的在于探索在现有生产线上利

收稿日期: 2001-02-08
第一作者: 艾军 (1961-), 女, 东北林业大学林产工业学院副教授, 博士研究生。

用醛类胶粘剂生产合格的中密度纤维板,从而为解决农作物秸秆人造板的生产提供一条捷径。

1 试验材料和方法

1.1 材料

麦秆纤维 麦秆产地四川省,在四川省东力雅 3 万 m³/a 中密度纤维板生产线上制备纤维;

脲醛树脂胶粘剂 自制低毒 UF 树脂胶,游离甲醛含量≤0.15%。

1.2 试验方法

麦秆纤维化学成分分析 包括水分、灰分、原料中的 SiO₂ 含量、灰分中的 SiO₂ 含量、苯-醇抽出物、冷水抽出物、热水抽出物、1%NaOH 抽出物、木质素、综纤维素、综纤维素-α 纤维素、原料-α 纤维素、多戊糖等,按国家标准 GB/T 2677.6-94 进行测定。

中密度纤维板的性能测定 试验板尺寸为 340 mm×350 mm×12 mm,按国家标准 GB/T 11718-

1999 进行测定。

1.3 试验设备

人造板实验室预压机、热压机、拌胶机、万能力学试验机、拉力机、恒温水浴及常用的玻璃仪器等。

2 试验结果与讨论

2.1 不同处理条件下的麦秆纤维组成分析

麦秆纤维的分离过程包括两个步骤^[3],首先是麦秆预热处理,目的使木素充分地软化,减少脆性,以便在盘磨机的破碎区将草片尺寸磨小,从而使纤维易于分离而不致使纤维过度磨断或破碎,磨出较多的长纤维、较少的碎屑和未磨碎物。第二步,由盘磨机给麦秆施加机械能,此阶段纤维多次受到盘磨机周期性应力作用,应力大小应适宜而不致使纤维断裂。因此,需要有合适的预热处理条件。试验选用 3 种温度 140、160、180℃和 3 种蒸煮时间 3、5、7 min 处理麦秆纤维,然后对其化学组成进行了分析。麦秆纤维组成分析见表 1。

表 1 不同预热处理条件下麦秆纤维的化学组成

Tab. 1 Chemical compositions of wheat straw fiber treated with different conditions

纤维 编号*	水分 %	灰分 %	原料中的 SiO ₂ %	灰分中的 SiO ₂ %	不同溶剂的抽出物/%				木素 %	综纤 维素 %	综纤维 素中-α 纤维素	原料中-α 纤维素	多戊糖 %
					苯-醇	冷水	热水	1% NaOH					
1	9.44	8.41	5.78	68.73	5.12	11.90	13.46	43.66	20.68	64.54	63.67	41.09	21.42
2	8.28	8.70	5.69	65.40	5.60	9.45	13.39	41.94	22.65	66.99	55.69	37.31	23.16
3	9.70	7.94	5.17	65.11	5.73	7.98	10.78	39.08	21.45	70.99	56.97	40.44	23.68
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* 各编号纤维预热处理条件为:1. (160±5)℃,3 min; 2. (160±5)℃,5 min; 3. (160±5)℃,7 min; 4. (140±5)℃,3min; 5. (180±5)℃,5min。

1~3 号是在(160±5)℃时不同处理时间下获得的麦秆纤维。由表 1 可看出,其化学组成有一定的变化,不同溶剂抽出物随着处理时间的延长有明显的下降;木素、纤维素以及综纤维素含量随着时间的延长有变化的趋势。由于 4、5 号纤维性能较差,所以未对其的化学组成进行分析。

2.2 麦秆纤维/脲醛树脂胶中密度纤维板性能

用上述麦秆纤维分别施以 12%,14%和 16%脲醛树脂胶,制造中密度纤维板,其性能如表 2。

由表 2 可看出,无论施胶量如何变化,与 1、2 号麦秆纤维板的性能相比,3 号纤维的板性能均有改善。随着施胶量的增大,3 号纤维板性能明显好于 1、2 号板性能,尤其内结合强度的提高更为显著,3-3 板的性能均已达到国家标准 GB/T 11718-1999 所要求的室内型板物理力学性能指标。3 号纤维的溶剂抽出物较 1、2 号纤维少;在胶接过程中随着温度的升高,低分子的抽出物便会迁移到胶接界面,并在此形成弱界面层,低分子抽出物越多,形成的弱界面层也就越

表 2 不同预处理的麦秆纤维中纤维的物理学性能

Tab. 2 Properties of MDF made by wheat straw fiber treated with different conditons

编号	含水率 %	密度 kg/m ³	吸水厚度 膨胀率 %	吸水率 %	内结合 强度 MPa	静曲 强度 MPa	弹性 模量 MPa	施胶量 %
1-1	5.8	787	19.8	76.6	0.265	26.93	2716	12
1-2	6.8	776	19.3	72.8	0.277	26.32	2936	12
1-3	5.3	769	18.9	71.7	0.259	26.77	2649	12
1-4	5.8	775	20.3	77.8	0.226	24.54	2316	12
1-5	5.3	796	19.5	77.2	0.232	24.15	2431	12
2-1	6.1	783	16.5	67.9	0.315	29.31	2686	14
2-2	5.4	789	15.8	63.3	0.265	27.94	2780	14
2-3	5.8	773	14.8	60.4	0.326	27.86	2567	14
2-4	5.7	759	18.4	73.5	0.276	26.31	2652	14
2-5	6.2	764	17.5	70.2	0.288	25.65	2698	14
3-1	6.8	786	13.2	56.9	0.438	31.34	3016	16
3-2	5.9	779	12.2	47.6	0.504	28.24	2965	16
3-3	6.7	798	11.3	42.8	0.521	30.43	3012	16
3-4	6.1	769	16.9	68.3	0.321	28.57	2742	16
3-5	5.8	747	15.8	65.7	0.334	27.87	2874	16

注:每个数据都是为 3 张试板、每张试板 3 个试件(吸水厚度膨胀率指标为 2 个试件)共 9 个试件(吸水厚度膨胀率为 6 个试件)的平均值。

蓄压器自动蓄压和热压机自动运行 是控制系统的核心部分,蓄压器自动蓄压用于不需进行热压操作时对蓄压器补充压力;热压机自动运行模块,按照参数设置模块设置的热压参数自动完成热压操作。

数据查询 热压过程中系统将过程参数按热压周期记录于数据库中,在本模块中可查询热压过程历史数据,为热压工艺参数分析提供依据。

数据备份与恢复 工艺参数、模拟量标度表、热压过程参数等数据作备份,便于在系统重装或数据丢失后恢复,也可将数据备份到其它非控制计算机中分析处理。

帮助 提供 HTML 格式的系统帮助,便于操作人员学习使用本系统。

4 结束语

本控制系统采用计算机(PC)与单片机接口的测控系统结构,单片机只需完成前端数据采集与控制,数据处理等由 PC 完成,减少了单片机的数据处理量,提高了单片机的速度;数据存储于 PC 中,数据存

(上接第10页)

严重,导致板性能下降。

由表2还可看出,3-4,3-5号纤维板的性能较差,即使增加施胶量到16%,板性能也未达标,这与纤维的处理条件有关。4号纤维是在 $(140\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 下预热处理3 min,进入热磨机热磨,纤维分离软化的程度不够,致使纤维分离困难,纤维粗且粉尘多,造成纤维板强度低;5号纤维在 $(180\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 下预热处理5 min,麦秆中的木素几乎全部熔融,胞间层破裂,纤维被分离的同时,木素熔出而附着于部分纤维表面,随着温度的下降,木素转变为玻璃态,在纤维表面形成一层结壳物质;同时由于麦秆中纤维素的聚合度较木材中纤维素的聚合度低,因此在这种较高的温度下长时间软化,很有可能部分纤维素会发生热降解、分解^[4],而使单纤维强度下降,在一定的范围内即使增加施胶量,也不能使板性能达到使用要求。

中密度纤维板的强度决定于单纤维本身的强度和纤维之间的结合强度,单纤维本身的强度对板强度影响明显。单纤维的强度除了与纤维素的聚合度和结晶度有关外,与其本身的微观形态也有直接的联系。纤维素是组成纤维细胞的骨架和主体,是决定板强度的根本因素,同时细胞壁的厚度、壁腔比越大,强度越高。麦秆等农作物秸秆,纤维素含量低、杂细胞含量多,同时细胞壁薄、长度短,这都是麦秆制板性能差的内在原因。因此,在制造麦秆纤维脲醛树脂胶中密度

储量大,可设置适合各种型号中纤板或各种情况下的热压参数,便于操作人员快速选择;PC与单片机间通过串行口实现通讯,降低了成本;硬件、软件设计过程中,考虑了一定扩展性,只需增加通讯控制器,并对程序稍作修改,可与其他工序或设备的控制系统进行通讯,实现网络化控制;同时也考虑了其通用性,稍作修改即可用于其他型号或板种的热压机的测控。

本系统已在中密度纤维板生产线试用,运行情况良好,降低了次、废品率,降低了中纤板的厚度偏差,断面密度分布和板的物理力学性能得到改善。

参考文献:

- [1] 徐咏兰. 中密度纤维板制造[M]. 北京:中国林业出版社,1995.
- [2] 李朝青. 单片机原理及接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1999.
- [3] 王宜怀,等. FL-I型热压机微机控制系统的研制[J]. 木材工业, 1999,13(4):24~26.
- [4] Brian Siler, et al. Visual Basic 6.0 开发使用手册[M]. 北京:机械工业出版社,1999.

纤维板时,掌握麦秆纤维的处理条件极为重要,同时需要通过增加施胶量来弥补麦秆的内在缺陷,使胶粘剂浸入纤维束的导管、筛管和薄壁细胞等的空腔中,这样在麦秆纤维与脲醛树脂胶的结合过程中,除了增加了由胶粘剂所产生的纤维之间的结合外,同时也增加了单纤维的强度,从而在现有的生产条件下,来获得满足使用要求的产品。

3 结论

- 1) 预热温度、预热时间对麦秆纤维的化学性质有一定的影响,在上述的几种预热处理条件中,较适宜的处理条件为 $(160\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 、5~7 min;
- 2) 麦秆纤维中的溶剂抽出物对板性能有明显的影响;
- 3) 施胶量增加,板的性能有显著增加,当施胶量达到16%时,2、3号纤维制得的板的各项物理力学性能均可达到国家标准。

随着试验条件的改善,麦秆纤维的预热处理条件还将深入研究。

参考文献:

- [1] Pande H. Non-wood Fiber and Global Fiber Supply[J]. Unasylva 193 (49), 1998.
- [2] 徐咏兰,等. 中密度纤维板制造[M]. 北京:中国林业出版社, 1995.
- [3] 凯西J P. 制浆造纸化学工艺[M]. 北京:中国轻工业出版社,1988.
- [4] 郭义明. 植物纤维化学[M]. 北京:中国轻工业出版社,1995.