

讨论与建议

树皮含量对纤维热磨机能耗 与纤维质量的影响

贾娜, 刘冰, 花军, 林晓亮

(东北林业大学, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要: 对以杨木为主的纤维热磨试验数据进行统计, 分析树皮含量与纤维热磨机能耗、纤维质量之间的关系。结果表明, 树皮含量对热磨机能耗与纤维质量产生较大影响, 热磨机能耗随着树皮杨木比(简称“皮木比”)的降低而减小, 纤维筛分值随皮木比的增加呈现先升后降的趋势; 对包装基材和地板基材用纤维板, 允许的树皮含量分别为 16% 和 14%, 既保证产品质量, 又降低原料成本。

关键词: 纤维板; 树皮含量; 热磨机能耗; 筛分值; 纤维质量

中图分类号: TS653.6 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2015)03-0035-04

Effects of Bark Proportion on Defibrator Energy Consumption and Fiber Quality

JIA Na, LIU Bing, HUA Jun, LIN Xiao-liang

(Northeast Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang, China)

Abstract: The authors analyzed the relationship among bark content, defibrator energy consumption and fiber quality based on statistical data obtained from a fiberboard production line. The results showed that defibrator energy consumption decreased and classification value increased at the beginning and then decreased as the ratio of bark to poplar decreased. For the fiberboard used for packaging and flooring, reasonable percentage of bark content was 16% and 14%, respectively, which ensured low production cost and higher fiber quality.

Key words: fiberboard; bark content; defibrator energy consumption; classifying value; fiber quality

目前我国纤维板生产所用原料多为小径木、枝桠材和木材加工剩余物, 原料中树皮含量较高。通常树木中树皮的体积分数占 6%~20%(平均 10%), 而小径木和枝桠材中树皮的比例占 15%~30%(平均

20%)^[1]。由于树皮与木材组成成分的差异^[2-3], 影响纤维制备过程的能耗及纤维质量; 树皮中的大部分可溶物会留在纤维浆料里, 降低纤维之间的结合力, 并使纤维板板面发黑, 影响板材品质。已有研究表明, 合理控制原料中树皮的比例, 在保证产品质量前提下, 可降低热磨机能耗^[4-8]。

现有相关文献研究大多是定性讨论, 鲜见定量研究与分析。因此, 笔者通过对纤维热磨过程中获得的试验数据进行统计分析, 分析树皮含量与热磨机能耗

收稿日期: 2014-11-13; 修改日期: 2015-04-08

基金项目: 教育部高等学校博士学科点专项科研基金(博导类)课题“基于 CFD 纤维分离运动特征与能量转换机理研究”(20130062110005)。

作者简介: 贾娜(1975—), 女, 东北林业大学副教授, 博士。

责任作者: 花军, 男, 东北林业大学教授, 博士生导师。

和纤维质量之间的关系,探索原料配比的最优范围,为降低纤维板生产能耗提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验数据采集自北京某年产 15 万 m³ 的纤维板厂。该厂主要原料为北京周边林区的采伐剩余物及制材剩余物,树种以杨木为主,为了保证板材质量,混有一定比例的落叶松和硬杂木(质量分数约为 35%~40%)。表 1 列出实际生产原材料的部分配比(以质量分数计)。

表 1 纤维板生产原料配比
Tab. 1 Mixture ratio of raw materials of fiberboard production

杨木/%	树皮/%	落叶松和硬杂木/%	皮木比
52	9	39	0.17
49	11	40	0.22
44	13	43	0.30
44	15	41	0.34
43	17	40	0.40

为排除其他原料比对试验结果的影响,本研究仅以单位质量杨木对应的树皮质量(即皮木比)作为变量指标,讨论其对热磨机能耗和纤维质量的影响。

1.2 数据采集

该厂使用 50-1CP 型热磨机,装机容量为 4 000 kW,主轴转速 1 500 r/min。生产中木片平均蒸煮压力值为 0.863 MPa,对应的饱和蒸汽温度为 173 ℃,蒸煮时间约 3 min,磨室压力平均值为 0.78 MPa,磨盘间隙设定值为 2 mm。

通过工厂主监测平台,监测并记录了生产过程中树皮含量、杨木含量、热磨机单位功率消耗(kW·h/t)、纤维筛分值等数据的变化。以纤维筛分值作为衡量纤维质量的重要指标,设定通过大于 20 目筛网的纤维为粗纤维,留于 120 目筛的纤维为细纤维,介于 20~120 目的为合格纤维,用合格纤维的质量衡量纤维品质优劣。

依据该厂实际生产产品厚度规格,分别记录了包装基材(板厚 7.7 mm)和地板基材(板厚 11.8 mm)的生产数据。其中:树皮含量和杨木含量每 8 h 记录 1 次;热磨机单位功率消耗、纤维筛分值每 h 记录 1 次,将每 8 h 的数据取平均值,共采集 60 d。

2 结果与分析

树皮的强度较低^[7],在热磨相同质量的木片时,原材料中树皮含量高,热磨机能耗少;但由于树皮的纤维素含量低,纤维得率低,要获得相同质量的纤维,反需更多能耗。

2.1 皮木比对热磨机能耗影响

图 1a、1b 分别以包装基材和地板基材为样本,各点表示不同皮木比时热磨机的能耗值,直线则表示能耗平均值,二者同比例增长,基本呈线性规律。经过计算,生产包装基材和地板基材时,皮木比与热磨机单位能耗之间的相关系数分别为 0.92 和 0.85。

图 1 中,虚线位置表示生产单位纤维(t)热磨机的电能限定值,即根据《纤维板单位产品综合能耗限额及计算方法》计算出的热磨机电能消耗的限额值。实际生产中,包装基材与地板基材平均密度约为 740 kg/m³ 和 820 kg/m³,所对应的最低能耗分别为 140 kgce/m³ 和 160 kgce/m³,按热磨机能耗占生产总能耗的 33%计^[9],热磨过程电能与热能消耗比约为 1:1.8^[10-11],由此求得两种基材热磨机电能的限额值,分别为 125 kW·h/t 和 140 kW·h/t。

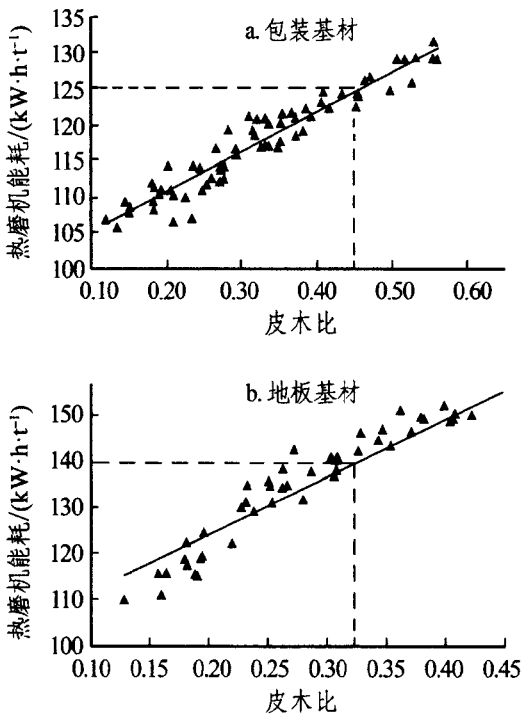


图 1 皮木比与热磨机能耗关系
Fig. 1 Relationship between poplar bark ratio and defibrator energy consumption

按此计算结果,生产包装基材与地板基材达到热磨机电能限定值,皮木比应分别为 0.45 和 0.325,换算出树皮的质量分数约为 17.5% 和 14%。

2.2 皮木比对纤维质量的影响

树皮韧皮部具有纤维素含量低,纤维形态细长,灰分和可溶物比例大的特点,其中细长纤维的形态对热磨纤维质量有较大影响。

图 2a、2b 分别表示生产包装基材和地板基材时,不同皮木比对应的纤维质量。纤维质量用筛分法评价,其中直线表示纤维筛分值的平均值。

从图 2 可以看出,随着树皮含量的增加,纤维筛分值呈先上升、再下降的趋势,两种基材的拐点分别出现在皮木比为 0.25 和 0.22 时。主要是在拐点之前,韧皮部纤维细长,得到合格纤维的几率较大;而经过拐点之后,由于树皮中纤维素含量低,纤维得率降低,导致合格纤维的比例下降。

板材用途不同对纤维筛分值的要求亦不同,根据工厂生产实际,平均纤维筛分值 ≥ 6 g 时即可满足生产要求。因此,本研究以该值作为合理确定皮木比的依据,包装基材、地板基材对应的皮木比分别为 0.38

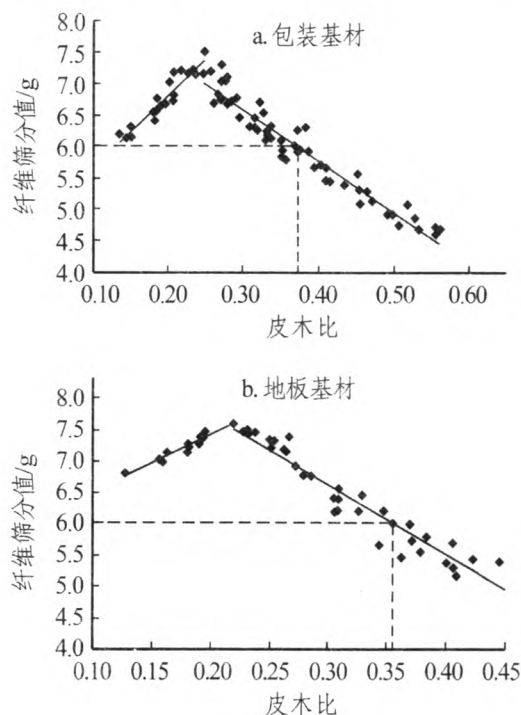


图 2 皮木比与纤维质量的关系

Fig. 2 Relationship between poplar bark ratio and classifying value

和 0.353,此时树皮含量约为 16% 和 15%。当树皮含量分别小于该值时,即能满足生产中两种规格板材对纤维质量的要求。

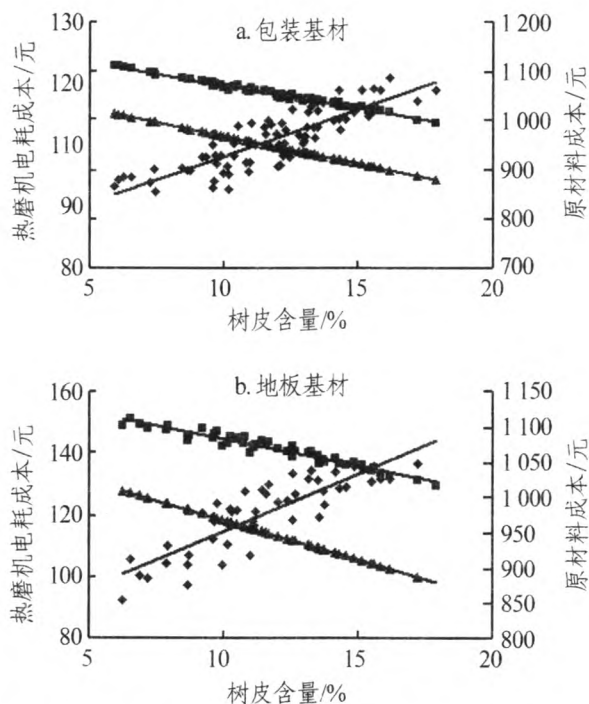
2.3 树皮含量的优化分析

为了更切合实际生产,将上述分析得出的最佳皮木比换算成树皮含量,进行优化分析,通过计算和分析原材料成本和能耗成本,确定合理取值范围。

工业用电按 0.9 元/kW·h;原料采购价为:松木/硬杂湿材 440 元/t,杨木湿材 480 元/t;单位纤维生产消耗约 0.837 t 绝干原材料计,试验原料平均含水率为 40%,平均纤维得率杨木约为 85%、松木约为 91%,计算不同树皮含量时,生产单位质量纤维(t)所对应的热磨机电能成本和原材料成本。

图 3 a、3 b 分别为包装基材与地板基材所对应的成本关系图。

从图 3 可以看出,热磨机电能成本随着树皮含量的增加而增加,原材料成本反之。优化树皮含量配比,应在满足纤维板合格质量要求的前提下,使电能和原材料总成本之和最低。



注: ◆ 电耗成本; ▲ 原材料成本; ■ 电耗与原材料成本之和。

图 3 树皮含量与热磨机电能成本(元/t)、
原材料成本(元/t)的关系

Fig. 3 Relationship among bark content, defibrator energy consumption and raw material cost

由图 3 还可知,原材料成本的影响相对更明显,即在满足纤维质量的前提下,增加树皮含量引起的原材料成本降幅,大于热磨耗电成本的增幅。

综合考虑热磨机能耗和纤维质量,包装基材和地板基材树皮含量分别为 16% 和 14% 时,热磨机能耗和纤维质量均满足设定条件,此时热磨机电能成本与原材料成本之和最低。

3 结论

1) 原材料中树皮的含量对热磨机能耗具有显著影响,二者呈正比例线性规律。

2) 随着原材料中树皮的含量增加,纤维筛分值得呈现先升后降的趋势。对于包装基材和地板基材生产,其拐点分别出现在树皮与杨木之比为 0.25 和 0.22 时,符合线性规律。

3) 相对热磨机电耗成本,原材料成本的影响更显著。综合考虑成本,生产包装基材和地板基材时,树皮含量为 16% 和 14% 时,热磨机电能成本和原材料成本之和最低,且纤维质量较理想。

4) 影响热磨机能耗和纤维质量的因素较多,将在此研究基础上,进一步深入研究纤维制备能耗模型,为探索有效的节能降耗方法提供理论依据。

参考文献:

- [1] 周强,武兰义,于中华,等. 原料与中密度纤维板性能关系的研究与探讨[J]. 辽宁林业科技,2006(6):46-48.
- [2] 刘一星,赵广杰. 木质资源材料学[M]. 北京:中国林业出版社,2004:195-208.
- [3] 李坚. 木材科学[M]. 北京:高等教育出版社,2002:173-177.
- [4] 杨振寅,李昆,廖声熙,等. 不同类型构树皮的纤维形态、化学组成与制浆性能研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2007(6):65-68.
- [5] 方普新. 关于提高热磨机纤维形态的探讨[J]. 中国人造板,2013(7):22-25.
- [6] 李得茂. 热磨工段在中纤板生产中应如何节能[J]. 林产工业,2007(4):21-22.
- [7] 蒋维祖,张燊. 树皮对纤维板生产的影响[J]. 林业科技,1985(5):42-43.
- [8] 周强,武兰义,于中华,等. 原料与中密度纤维板性能关系的研究与探讨[J]. 辽宁林业科技,2006(6):46-48.
- [9] Beatriz Rivela, Ma Teresa Moreira, Gumersindo Feijoo. Life cycle inventory of medium density fiberboard[J]. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2007, 12(3):143-150.
- [10] Jingge Li, Shusheng Pang, Eric W Scharpf. Modelling of thermal energy demand in MDF production[J]. Forest products Journal, 2007(9):97-104.
- [11] 葛冰,花军,贾娜,等. 纤维板纤维制备单元能耗分析[J]. 科技导报,2013(18):49-52.

(责任编辑 向 琴)

(上接第 13 页)

参考文献:

- [1] 孙丰文,李小科. 竹材苯酚液化及胶黏剂制备工艺[J]. 林产化学与工业,2007,12(6):65-70.
- [2] 刘乐群,孙丰文,刘杨,等. 竹材液化制备墙体新材料的研究进展[J]. 木材工业,2012,26(1):15-19.
- [3] 刘杨,刘乐群,王宇红,等. 竹材加工剩余物液化及液化产物制备发泡树脂的工艺研究[J]. 木材工业,2012,26(2):10-13.
- [4] 刘乐群,汪洪根,孙丰文,等. 竹材液化树脂发泡材料发泡工艺的研究[J]. 木材工业,2012,26(3):11-14.
- [5] 刘乐群,王进,钱华,等. 竹材液化树脂发泡材料的性能测试及应用评价[J]. 木材工业,2012,26(4):5-8.
- [6] 刘乐群,钱华,王进,等. 竹材液化树脂发泡材料的性能与技术要求[J]. 木材工业,2012,26(5):9-13.
- [7] 刘乐群,王进,张文福,等. 竹材液化树脂发泡材料的降解性能和热老化性能评价[J]. 木材工业,2012,26(6):4-8.
- [8] 卢婷婷,房桂干,王戈,等. 竹材废料液化及其产物在聚氨酯材料中的应用研究[J]. 黑龙江造纸,2013(4):6-9.
- [9] 刘晓欢. 毛竹苯酚液化物/多聚甲醛树脂的合成及其泡沫体的制

备研究[D]. 浙江农林大学,2011.

- [10] 张建辉. 竹材液化物碳纤维的制备、结构与性能表征[D]. 北京林业大学,2010.
- [11] LY/T 2484-2015, 竹材液化发泡工程材料通用技术条件[S].
- [12] 戈进杰,钟伟,石磊,等. 生物降解性聚氨酯保温隔热材料的合成及性质研究[J]. 复旦学报(自然科学版),1999,38(4):418-427.
- [13] 赵春玉. 梯度密度聚氨酯泡沫塑料的制备及性能研究[D]. 北京化工大学,2004.
- [14] 肖卫华,李振宁,牛文娟,等. 玉米秸微波液化合成可生物降解聚氨酯泡沫研究[J]. 农业机械学报,2013,44(3):124-128.
- [15] Rivera-Armenta J L, Henze T H, Mendoza-Martinez A M. New polyurethane foams modified with cellulose derivatives [J]. European Polymer Journal, 2004, 40(12):2803-2812.
- [16] GB 50222-1995, 建筑内部装修设计防火规范[S].
- [17] 余明高,孟牒,路长,等. 聚氨酯泡沫材料密度对阴燃及向明火转化过程的影响[J]. 中南大学学报(自然科学版),2012,43(2):1864-1870.

(责任编辑 向 琴)