

研究简报

微米木纤维低密度轻质板制造技术探讨

马 岩

(东北林业大学林业与木工机械工程技术中心, 哈尔滨 150040)

摘要: 利用微米木纤维的絮状结构,通过纤维的重组交织技术,制造一种超低密度的新型人造板 MLFB(简称微米轻质板),用于对板材没有强度要求的装饰和家具,实现节省原料、降低能耗的目的。对 MLFB 样品的测定结果表明:板材密度在 $0.33\sim 0.40\text{ g/cm}^3$ 范围内,其 MOE 达到 $1\,825\text{ MPa}$;握钉力 810 N ;MOR 为 12.31 MPa 。

关键词: 微米轻质板(MLFB);纤维;重组;低密度

中图分类号: S782.33 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-8654(2006)04-0019-03

Exploring the Processing Technology for Low Density Boards with Micro-wood Fiber

MA Yan

(Forestry and Woodworking Machinery Engineering Center, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

Abstract: The processing technology for a new kind of super low-density board, called Micron Flake/Fiber Light Density Board, was introduced in this paper. Results of mechanical property tests for a laboratory produced board were: 1825 MPa in MOE, 12.31 MPa in MOR, 810 N in nail-holding power with a density from 0.33 to 0.40 g/cm^3 . This new board could have a bright future for many applications.

Key words: MLFB(micron flake/fiber light density board); fiber; reconstituted; low-density

随着我国家具和木业的快速发展,各种用途的人造板都具有广阔的发展前景。我国木材资源的短缺,原料成本的逐年升高,迫切需要开发低原料消耗的产品。在不需要高强度的场合,为了降低原料成本,采用低密度非结构型人造板替代实木和其他人造板,一直是现代木材加工和人造板制造技术的前沿课题^[1-2]。目前的纤维加工手段所制备的木纤维直径较粗,致使木材细胞六棱形空心形状没有破坏,纤维长度方向强度高、柔性差、纤维间排布空隙大,很难实现轻质又同时具备低密度板材的力学性能。然而在板材的许多应用场合,需要的只是其刚度和装饰效果,对强度要求并不高。本研究在国家自然科学基金的资助下,旨在利用微米纤维重组理论^[3],从微观的角

度研究木材强度,开发一种新型低原料消耗人造板——微米低密度轻质人造板 MLFB(Micron Flake Fiber Light Density Board),简称微米轻质板^[4]。

1 微米轻质板 MLFB 形成的基本思路

木材细胞壁物质密度一般近似等于 1.53 g/cm^3 ,绝大多数木材的密度也都超过了 0.4 g/cm^3 。利用木材微米木纤维的加工技术,在高速平面刨铣、定向切削、微量进给、高速钢刀具等加工设备和加工工艺措施的配合下,可获得几乎完全没有缺陷、松弛、柔软的长薄片状木纤维,从而保证 MLFB 的基本强度和柔度的要求。微米纤维与传统人造板纤维的尺寸对比见表 1。

当纤维厚度达到微米级以后,纤维的细胞劈裂方式发生也变化。由于细胞的六棱形结构被破坏,细胞长度方向的柔度可大幅度提高,纤维非常易于卷曲,纤维间容易形成彼此交织牵连的结构。微米木纤维

收稿日期:2005-08-15; 修改稿:2006-06-13

基金项目:国家自然科学基金资助项目(39870637);黑龙江省自然科学基金资助项目(C2004-13)。

作者简介:马岩(1955—),男,东北林业大学林业与木工机械技术工程中心教授,博士生导师。

表 1 微米轻质板与传统人造板纤维形态的对比				
Tab. 1 Shape contrast between micro-fiber and normal fiber				
板材种类	原料形状	长度/mm	宽度/mm	厚度/ μm
微米轻质板	长薄片状	40~80	2~8	30~120
刨花板	片状刨花	10~30	1~6	200~600
纤维板	针状纤维	15~35	0.1~0.5	100~500

通过合理的施胶,其松散的絮状在重组加工后,非常容易形成近似均匀的大空隙,保证 MLFB 空穴的均匀性。在此工艺条件下试制出的试验样品,其密度在实木和人造板材中最低、而强度在同等密度人造板中较高,打破了目前低密度人造板制造的理念,且其表面近似实木,很多性能将完全超出传统木材的概念。

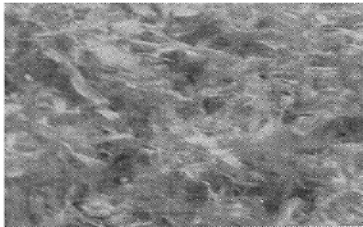


图 1 微米木纤维的絮状结构
Fig. 1 Flow structure of wood micro-fiber

图 1 为微米纤维加工以后的状态,而传统人造板纤维的针状结构则无法形成这种絮状纤维结构。将图 1 的微米纤维按其存在的原始状态(杂乱的絮状组合结构)进行重组,构成低密度、超轻质的板材 MLFB。在理论上可认为是宏观重构木材纤维的组织结构,使其同时具有和实木近似相同的性能。

人造板板种差别的实质是原料单元形态的差别,而原料单元形态的差别可导致板材在强度、握钉力、内应力、表面质量、工艺性等方面的性能差异。为了达到最佳的板材性能,本研究定义 MLFB 的纤维厚度理论上应小于木材细胞的外径 d_0 , 实际应用中,一般取在 $0.5\sim 1.3 d_0$ 之间,纤维的宽度 $2\sim 8\text{ mm}$,长度 $40\sim 80\text{ mm}$ 。图 2 所示为加工至 0.048 mm 厚时的白杨(*Populus tomentosa*)微米纤维样品。

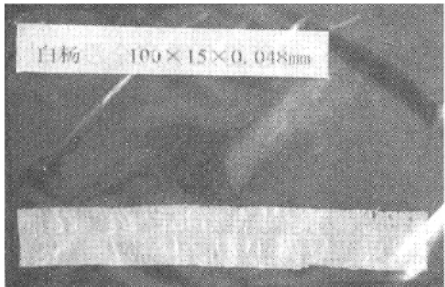


图 2 经微米加工后的白杨木纤维
Fig. 2 Wood fiber in micro-level

2 微米轻质板 MLFB 的理化性能检验

在上述理论构思和研究分析的基础上,笔者利用实验室设备试制了 9 块 MLFB 样品(图 3),试验条件和制板工艺参数将在后续文章进行专题介绍。样品由黑龙江省人造板质量检测站检测,试件规格为 $200\text{ mm}\times 50\text{ mm}\times 14\text{ mm}$,依据日本 JISA 5908《轻质刨花板》进行检测。

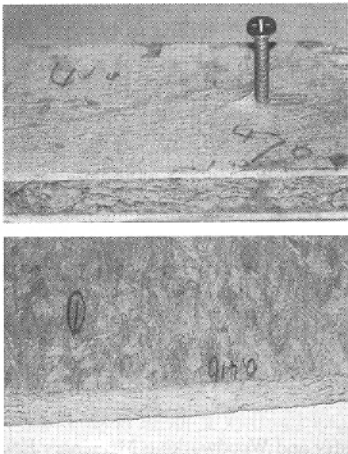


图 3 MLFB 试件
Fig. 3 MLFB samples

经检验测试,MLFB 板材试件的 MOE 最高已经达到 1825 MPa ;握钉力最高可以达到 810 N ;MOR 最高达到 12.31 MPa 。主要理化性能指标的平均值基本达到日本 JISA 5908《轻质刨花板》的标准要求(见表 2)。

表 2 MLFB 的理化性能检测结果				
Tab. 2 Properties of MLFB samples				
性能指标	试件类型 ^a	标准值	检验结果	结论
密度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	A	0.3	0.33	合格
	B	0.3	0.35	
	C	0.4	0.40	
MOR/ MPa	A	4.5	4.53	合格
	B	4.5	8.82	
	C	10	12.31	
MOE/ MPa	A	850	669.0	不合格
	B	850	1106.5	
	C	1700	18250	合格
握螺 钉力/ kg	A	20	45	合格
	B	20	28	
	C	33	81	

^a A 为微米长纤维轻质单板复合人造板; B 为微米长纤维轻质薄木复合人造板; C 为微米长纤维轻质人造板素板。

3 微米轻质板 MLFB 的应用

3.1 MLFB 的应用前景

MLFB 的应用前景主要体现在:

1) 从微观研究木材微米化加工带来的板材强度等性能的变化,为人造板新板种的创新和应用开辟新径。经过 4 年的探索研究,通过对样品性能指标的检测验证,MLFB 作为一种新型的人造板产品,其使用价值和商业价值得到了同行的认可;彻底解决了 MDF 表面色泽深、密度大、比强度低和握钉力小的问题;也改变了刨花板变形大、密度大、表面质量不好和易损坏的现状;同时还弥补了重组木表面质量差、内应力释放困难的缺陷,是一个具有自主知识产权的新型板种。

2) 传统纤维制备采用的是热磨法加工,是大楔角、甚至是负前角加工,功率损失大。据文献估算,其功率利用率不到 5%。而对于 MLFB 的备料,由于在纤维阶段制备就将纤维厚度加工到微米级,刨片使用的刀具采用的是小刀楔角刨切,且为顺纹切削,其功率消耗非常小。因此,设备功耗远远低于热磨加工的功耗。

3) 当纤维的加工厚度达到图 1 和图 2 所示的微米级时,木材的所有缺陷可很容易地通过纤维筛选,而被自然地剔除和分离,因为缺陷部分的纤维不可能达到图 2 所示的纤维长度和宽度。薄纤维的纵向也可很容易地自然剖开,木纤维经胶合、絮状蓬松铺装和热压以后,适当调节工艺,从理论上其强度就可以超过不同密度人造板折算成低密度以后的水平。

4) MLFB 能够充分地利用人工林间伐资源;密度为 0.35 g/cm^3 的 MLFB 与同等密度的 MDF 相比,其原料消耗可以节约 50~90%。MLFB 的低密度将解决非承重人造板原料成本高的问题,在人造板利润越来越低的今天,节省原料所带来的效益亦相当可观,有巨大的节能效益和社会效益。

MLFB 的生产过程中没有木片的蒸汽加热过程,没有废水排出,如果采用无毒胶,可以实现生产清洁化的绿色人造板。即使是小规模生产,也可以保证产品质量和不产生污染。

5) 板材的自身重量轻,不仅使后续加工时的装卸劳动量减轻,且运输费用大大降低。另外,目前市场上,轻质刨花板的售价也往往高于普通刨花板。

3.2 MLFB 的产品性能与主要用途

MLFB 的问世,改变了我国没有真正国际标准轻质人造板的现状,弥补了当前的市场需求,解决了装修和家具需要轻质板的问题。MLFB 产品的优越性能体现在以下几个方面:

1) 密度和强度达了日本标准的要求;单位密度的 MOE 和 MOR 超过了传统的刨花板和 MDF;握钉力

远远超过日本轻质刨花板。

2) MLFB 在制造过程中,没有 MDF 生产中纤维反复受高温、高压作用的过程,产品仍呈现木材固有的颜色。

3) 生产设备与刨花板类似;相对于 MDF 的热磨机,备料设备的整机功率消耗大幅度降低;生产线无需有蒸汽加热等装置,能耗低,投资也大幅度减少。

4) 握钉力大幅度增加,使板材的应用场合广泛,板材制造成本下降。

由于 MLFB 的最大特点是具有较低的密度和较大的握钉力,将在家具行业非承重结构方面、建材装修行业,替代传统 MDF 和刨花板以及替代实木。另外,还兼具低成本、省原料、木本色、表面质量优良等特点,可以替代 MDF,应用到一些要求材料浅色或木本色的场合。MLFB 已具有较好的投资前景,具备形成工业化生产的基本条件。

4 结论

1) 运用微米级纤维的形成方法和细胞结构的分析理论,为新板种的开发提出一种新的研究途径。目前提出的新板种设计和试验方案,仅是试验室小规模初探,许多理论和工艺问题还有待于系统地进行进一步的修正和验证。

2) 在 MLFB 加工的构思过程中,将单丝纤维直接作为板材强度的构成主体,通过改变木材细胞的剖分方式,进行缺陷的剔除和纤维重组,是 MLFB 形成的主要机理。应用本文的试验结果,可以在人造板的微米加工技术研究中,验证最佳纤维形成的加工方法。

3) 由于纤维结构形状的优势,MLFB 可以在普通生产设备上很容易实现 0.35 g/cm^3 左右的板材密度,在普通人造板生产线上生产超低密度板。

4) MLFB 的优良性能,使其可以在装修和家具生产等方面,替代传统的 MDF 和刨花板。

参考文献:

- [1] 曾钦志,饶久平,陈金明,等.小径杉木制轻质刨花板芯复合板的研究[J].林业科技开发,2000,14(3):34-36
- [2] 王明光,石淑杰,包梅琪,等.轻质刨花板制造工艺技术的研
究[J].林产工业,1995,22(1):13-16.
- [3] 马岩.微米木纤维定向重组细胞纤维含量的定量求解理论研
究[J].生物数学学报,2002,17(3):353-357.
- [4] 马岩.微米木纤维形成 MFB 的理论初探[J].林产工业,2005,
32(4):5-8.

(责任编辑 姜 征)