

“木竹重组材高效利用技术”专栏

编者按:在“高性能竹基纤维复合材料制造技术”平台的基础上,为适应市场需求,中国林科院木材工业研究所进行了以木、竹为原材料,制造高附加值产品的工艺技术系列研究,突破了制约我国小径级木材和竹材产业发展的技术瓶颈,开发出高性能木、竹重组材制造技术,获得了多项成果和专利,为我国木竹产业的发展,提供实用而有效的技术支撑。2013年本刊将继续开辟“木竹重组材高效利用技术”专栏,系列报道重组木、竹材料领域的重要创新技术及成果。

我国木、竹重组材产业发展的现状与前景

于文吉, 余养伦

(中国林科院木材工业研究所; 国家林业局木材科学与技术重点实验室, 北京 100091)

摘要: 木、竹重组加工,是速生林木材和竹材未来最具发展前景的高效利用途径之一。通过回顾我国木、竹重组材产业的发展现状,对当前产业发展过程中存在的主要技术、工艺、设备和标准化体系建设等问题,进行了分析归纳,对我国木、竹重组材产业未来的发展提出建议。

关键词: 木材; 竹材; 重组材; 技术与装备; 中国

中图分类号: S795 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2013)01-0005-04

Development and Prospect of Wood and Bamboo Scrimber Industry in China

YU Wen-ji, YU Yang-lun

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry;

Key Laboratory of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: Wood and bamboo reconstituted processing method was one of the best ways for effectively utilizing plantation wood and bamboo. In this paper, the current status of wood and bamboo scrimber products were reviewed and some existing barriers including technology, processing, continuously manufacturing equipments and standardization, were analyzed, and future prospects for promoting the industry were also presented.

Key words: wood; bamboo; scrimber; technology and equipment; China

木材是四大基础材料(木材、钢材、水泥和塑料)中,唯一可再生的材料,也是我国国民经济建设的战略性资源,在经济建设的各个方面及全过程中,作为环保低碳的材料,木材以及木制品将愈加成为宜居环

境的首选建筑材料。

2011年,我国木材产品市场总消费量达4.999亿 m^3 ,其中进口的木质林产品,折合木材达2.238亿 m^3 ,对外依存度高达44.8%^[1],是目前世界上最大的木材及木制品进口国。一方面,我国对木材的需求将日趋增长,木材供应的缺口趋于增大;另一方面,我国尚有大量的速生丰产林资源和丰富的竹材资源有待高效利用。由于速生林木材生长周期短、径级小、材

收稿日期: 2012-12-25

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项基金(CAFYBB2012028)

作者简介: 于文吉(1962—),男,中国林科院木材工业研究所研究员,博士生导师。

质差;竹材则存在壁薄中空、径级小等缺陷,采用传统的加工工艺,难以生产出高质量的装饰用材和结构用材。如果将此两种资源合理地加工利用,可有效地缓解我国木材资源供需不足的矛盾。而木、竹材重组技术的成功开发,为速生林木材和竹材的高质利用,开辟了新的有效途径。

木材重组技术是 20 世纪 70 年代中期,由澳大利亚率先开发的一种新型木质复合材料,以小径级速生人工林木材为主要原料,在保持原有木质纤维排列方向和木材基本性能的前提下,克服木材各向异性和材质不均的缺陷^[2];但由于该项技术未能解决疏解工艺的关键技术难题,因而未得到推广应用。近 10 年来,我国浙江安吉的企业在重组木技术的基础上,结合竹材的特点,率先开发了重组竹制造的关键工艺和技术装备,并实现了产业化。

虽然木、竹重组材开发取得了重大技术突破与进步,但在生产实践中,也暴露出许多技术与装备方面的问题。因此,笔者归纳整理我国木、竹重组材的发展过程及存在的问题,旨在为我国木、竹重组材产业未来进一步的发展提供借鉴。

1 木、竹重组材的制造技术进展

1.1 重组木

目前我国最主要的速生材树种为杨树和桉树,其砍伐周期一般为 5~6 年,大部分径级仅 10 cm 左右,难以用于锯材加工。而且,杨木材质软、力学性能差;桉树木材生长应力大,按照传统工艺加工,容易扭曲变形,难以满足装饰和结构用材的要求。但是,此两种木材均具有干形均匀的特点,若采用先进的单元疏解技术,将其加工成形状规则、粗细均匀的基本单元,根据目标产品的需求进行设计,制造出材质均匀、性能可控的优质重组材料,将极具发展前景。

优质重组材可以广泛地应用于室内装饰材、结构材料以及户外材料的生产,附加值高,是缓解我国建筑结构材缺乏的有效途径。我国已经有多家科研单位和企业开展了重组木技术的研发,并实现了小批量的生产。目前,重组木生产常用 3 种技术方案:

1) 小径木原态疏解重组技术。即以原木直接疏解形成木束为主要原料,这种工艺制备的木束存在尺寸不规则、单元形态偏大、面密度不均等问题,影响后

续施胶、干燥、铺装等工序的均匀稳定性,导致产品翘曲、变形、跳丝等诸多缺陷;另外,由于该技术疏解效率低、能耗大,现几乎被淘汰;

2) 单板化重组技术。主要采用胶合板生产的加工剩余物,即废单板为主要原料,但单元形态偏大、施胶不易均匀,常导致产品质量不稳定;

3) 单板纤维化再重组技术。即将原木旋切成单板或利用废单板,采用纤维原位可控分离技术,对单板进行纤维化处理,以纤维化单板为主要原料再进行重组,可以有效解决重组木产业化的技术难题^[3]。

1.2 重组竹

竹材重组技术在我国历经了 10 余年的发展,目前已经成为我国竹材加工产业的主流产品之一。据初步统计,现有生产企业 60 家以上,年产能达到 60 万 m³ 左右。

传统的重组竹生产主要采用竹窗帘加工的剩余物,俗称“竹丝”,经过简单疏解,以形成的竹束作为主要原材料。该工艺主要存在三方面的问题:

1) 过分依赖于上游产业。窗帘制造业的发展速度,制约着重组竹原材料的供应状况、价格和质量;

2) 竹丝的疏解工艺粗糙,导致材料在浸胶过程中,树脂难以均匀分布,影响产品的最终质量;

3) 竹丝加工基本是作坊式生产,其质量难以有效控制,经常出现含水率不均、疏解程度不够、竹青竹黄残留等问题。

近年来,竹基纤维复合材料的最新制造技术由中国林科院木材工业研究所成功开发,针对上述难题,采用单板化制造技术,在竹材表面形成线段状裂纹,使其充分展平,实现了竹材单板化,生产效率提高 10 倍以上。技术要点:

1) 采用差速异步点裂微创技术,使竹材表面的蜡质层和硅质层被有效破坏,无需再刻意去除竹青和竹黄;2) 采用纤维原位可控分离技术,将竹材分离成 1~5 个维管束和基本组织组成的纤维束,形成纵向不断、横向交织的网状纤维化竹单板。

利用该技术,生产企业可以自行制备原材料,一条压机生产线配备一套疏解设备,即可满足对原料制备的需求,真正实现原材料供应的连续化;原材料疏解均匀,且疏解程度可以根据目标产品的要求进行控制,彻底改变了原有重组竹的生产模式。

此外,该项技术不仅将毛竹的一次利用率从 50%左右提高到 90%以上,对于以往难以工业化利用的丛生竹、散生杂竹和小径毛竹,一次利用率亦达到 90%以上,可实现大规模工业化生产^[4-5]。

2 木、竹重组材的发展瓶颈问题

虽然我国木、竹重组材制造技术取得了阶段性成果,实现了产业化生产,且产品已成功地应用到地板、家具、建筑梁、柱、风电桨叶基材、集装箱底板和水泥模板等领域,但仍然存在一些问题有待有效解决。

2.1 木、竹材疏解的关键设备

基本单元的均匀疏解,是制造高质量重组材的必要前提之一。目前,重组木的疏解设备存在加工精度问题,导致疏解制备的原料基本单元的均匀性差。竹材主要由纵向的维管束和基本组织组成,疏解相对较容易;而木材除了纵向组织之外,还存在木射线等横向组织,尤其是小径木的斜纹理、节子、生产应力和涡纹等,亦增加了疏解难度。因此,开发高效高质的疏解设备,是木材重组材发展的重要基础。

2.2 原材料供应模式和生产方式

目前,重组竹原料竹束的供应模式是:竹丝加工厂对毛竹进行简单加工,将性能好、靠近竹青部分的“青丝”分离出来,出售给竹窗帘加工厂为原材;剩余的部分竹丝,经简单疏解形成竹束,出售给重组竹材的加工厂,作为重组竹的基本单元。因此,竹束的价格完全受制于青丝的价格。

近几年,青丝的价格不断下降,而原竹价格和劳动力成本不断上涨,严重挤压了竹丝加工的利润空间。为增加利润,竹丝加工厂多采取非正规的加工方式,使竹束的质量不断下降。如竹束中的竹黄本应去除,却大部分被保留;竹束厚度本应控制在 6 mm 以下,现在实际为 8~15 mm,甚至达 20 mm;竹束的含水率应严格控制在 12% 以内,现在普遍在 15%~18%,有的高达 20%。

由于竹束的竹黄表面覆盖了硅质层,材质致密,阻碍了胶黏剂润湿,导致板材因胶合不良而产生开裂;含水率过高,胶黏剂难以浸入,浸胶后干燥困难;竹束疏解不到位,也会影响树脂在竹束中渗透的均匀性,从而阻碍有效胶合,使产品的性能降低,出现跳丝、耐水性差等缺陷。

另外,在重组竹压制过程中,因需较高的单位压力,不仅对压机总吨位要求高,且高压易导致重组竹内部应力过大而出现变形。

目前,由于原料质量问题,已严重影响到重组竹产品的质量,导致索赔现象剧增,产品不得不降价出售。而产品价格下降,又促使厂家为追求利润而压缩生产成本,或偷工减料,导致原材料质量进一步下降,形成恶性循环。

2.3 生产的机械化、连续化和自动化

木、竹重组材的生产仍处于劳动密集型状态,随着劳动力成本的不断增长,企业不堪重负。以竹材为例,目前 1 t 竹材的砍伐及运输成本,已占总成本的 40%~50%。在木、竹重组材的整个生产加工过程中,所有工段均未实现连续化和自动化。据初步调查统计,目前,一般的木、竹重组材企业,人均年产值仅 30~50 万元,远低于我国纤维板和刨花板行业的平均水平,与胶合板和细木工板相当。劳动力成本的上涨将成为不可逆转的趋势,开发相关生产设备,实现生产的机械化、连续化和自动化已迫在眉睫,对木、竹重组材产业的发展至关重要。

就目前竹材的疏解工段以及热压出板工段而言,若进行适当的技术革新与装备改造,可实现分段的连续化生产。竹材纤维化单板制造技术实现了竹材的单板化,也为重组竹的连续化生产,提供良好的技术条件;国外单板条层积材(parallel strand lumber, PSL)的连续化生产技术,为竹重组材全工序的连续化奠定了基础。因此,重组竹的连续化和自动化生产也将成为可能。

2.4 木竹重组材的生产工艺技术

木竹重组材料生产工艺技术在以下几方面急需改变与升级:

1) 原材料疏解技术。采用先进的装备进行精细化疏解,才能够制造出性能优良的产品。

2) 树脂浸渍工艺。目前绝大多数企业仍在凭经验生产,不重视树脂本身的性能指标和浸胶工艺参数的控制。

3) 重组竹原材料的高温炭化工艺。部分户外重组竹产品的生产企业,在原材料处理过程中,为了使最终产品的吸水厚度膨胀率达到规定要求,采用过高的热处理温度和过长的热处理时间,导致竹束的质量

损失率达到 10%~20%，产品的力学性能大幅度降低，且能耗升高，从而导致生产成本提高。此外，热处理过程中产生的废气、废液，也会造成一定的环境污染。需要采取有效措施，治理不合理工艺的使用。

4) 热压工艺。木、竹重组材生产采用“冷进冷出”工艺，生产效率低、能耗大、热压周期偏长；采用冷压热固化法的固化道进行干燥固化，传热效率低，且板坯长时间处于低温状态，固化时间过长，产品质量不稳定，生产效率降低，生产成本增加。

2.5 产品的标准化体系建设

近 10 年来，虽然木、竹重组材标准一直在加紧建立，但与产业的发展速度相比，仍显滞后。LY/T 1984-2011《重组木地板》行业标准已经于 2011 年正式颁布实施；《重组竹》、《户外用重组竹材》和《重组竹地板》等 3 项国家标准，目前均已通过了专家审定，进入报批阶段。

重组竹材和重组竹地板已经成为目前竹材产业的主流产品，但是迄今为止，仍无国家或行业标准，使得市场发展无序，产品质量良莠不齐，流通市场无法规范。随着我国木、竹重组材产业的快速发展，产品应用领域不断拓展，已经由传统的地板、家具，拓展到了风电桨叶叶片、建筑结构材、集装箱底板和水泥模板等领域。因此，急需行业主管部门和相关科研单位以及企业，共同加快我国木竹重组材料标准体系的建设，以保证产业的健康发展。

3 木、竹重组材的发展前景和展望

随着整个行业的技术进步，未来木、竹重组材的生产技术与装备必将得到快速发展，特别是在装备的连续化和自动化方面，已有很多科研单位和装备企业在积极合作、探索与开发，为我国木、竹产业的进一步发展提供了支撑。

预计在“十二五”末期，我国木、竹重组装备将取得突破性进展；传统重组竹跳丝、开裂两大制约产业发展的瓶颈技术难题将得到解决，木、竹重组材料的总体性能水平也将得到进一步提高。

另外，大规格的木、竹重组材料将会出现，从而解决大跨度、大尺寸重组材料的市场需求问题，使木、竹重组材的应用领域进一步拓展。

参考文献：

- [1] 中国将加强东北国有林区建设[EB/OL]. (2012-12-22)[2012-12-25]. <http://legal.people.com.cn/n/2012/1222/c188502-19982104.html>.
- [2] 马岩. 重组木技术发展过程中存在的问题分析[J]. 中国人造板, 2011, 18(2): 1-5, 9.
- [3] 余养伦, 于文吉. 桉树单板高值化利用最新研究进展[J]. 中国人造板, 2009, 16(1): 3-8.
- [4] 于文吉. 我国重组竹产业发展现状及趋势分析[J]. 木材工业, 2012, 26(1): 11-14.
- [5] 于文吉. 我国高性能竹基纤维复合材料的研究进展[J]. 木材工业, 2011, 25(1): 6-8, 29.

(责任编辑 向琴、孟凡丹)

行业简讯

“户外用竹基纤维复合材料”通过鉴定

由中国林科院木材工业研究所和安徽宏宇竹木制品有限公司共同研制的“户外用竹基纤维复合材料”，2012 年 10 月通过了中国林产工业协会组织的鉴定。由国家林业局林产工业设计院、美国农业部林务局南方林业试验站、国际竹藤中心、木材节约发展中心、全国工商联家居与装饰委员会、国家人造板与木竹制品质量监督检验中心等单位的专家，组成了成果鉴定委员，一致对该产品给予充分肯定和高度评价，认定达到国际先进水平。

“户外用竹基纤维复合材料”采用纤维化竹单板制造技术，将竹材的一次利用率从 50% 提高至 90%；

采用板坯芯层温度在线控制技术，提高了产品质量的稳定性，降低了生产能耗，产品性能达到相关国家标准要求，具有强度高、耐候性强、防腐性强和难燃等特点。作为一种新型户外建筑和装饰材料，得到消费者的认可。

该产品解决了当地竹材资源高附加值利用问题，对节约木材资源具有重要意义，推广应用前景广阔。目前，安徽宏宇竹木制品有限公司年产 1 万 m³ 户外用竹基纤维复合材料生产线已经投产，年产值超过 2 亿元。

祝荣先