

综述

竹/木复合材料的研究现状与发展趋势

王小青¹, 刘君良¹, 张双保²

(1. 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; 2. 北京林业大学, 北京 100083)

摘要: 简要介绍了国内外竹/木复合材料研究和发展现状, 对竹/木复合材料发展中存在的问题进行了探讨, 简要分析了发展竹/木复合材料的经济效益和生态效益, 提出竹/木复合材料今后的发展方向。

关键词: 竹/木复合材料; 经济效益; 生态效益

中图分类号: TS653 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2006)01-0012-03

Current Research and Development on Bamboo/Wood Composites

WANG Xiao-qing¹, LIU Jun-liang¹, ZHANG Shuang-bao²

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry; Key Laboratory of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China; 2. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper focuses, in three parts, on the use of bamboo as a composite material. First, a review is made on current research and development, both in China and abroad, of bamboo/wood as a valuable material for composite products. Secondly, the problems in developing this kind of composite are explored. Finally, the economic and ecological benefits of developing bamboo/wood composites are analyzed and development trends for these products are projected.

Key words: bamboo/wood composite materials; economic benefits; ecological benefits

随着经济的发展和人口的增长,人类对木材和木制品的需求不断上升;然而,因森林资源的减少和森林砍伐的限制,使得木材供需矛盾日益突显。竹子以其分布广、生长周期短、材性良好等特点,在多竹资源国家中成为补充木材的首选原料。我国的竹材资源相对丰富,产量和面积均位于世界第一,大力开发利用竹材资源,是缓解我国木材供需矛盾的有效途径之一。竹材强度高、韧性大、耐磨性好,作为工程结构材料具有广阔的应用前景,尤其以竹材和人工林木材制造竹/木复合材料,可以充分合理地发挥竹材和木材各自的特性,获得既降低生产成本,又保证产品内在和外观质量的双重效益,具有极大的发展潜力^[1]。

1 国内竹/木复合材料的研究开发现状

竹/木复合材料的组合形式有:竹蓆或竹帘-木单

板;竹片覆面胶合板;竹/木复合 LVL;竹/木复合定向刨花板(OSB);竹/木复合中密度纤维板(MDF);竹/木复合空心板;竹/木复合装饰板等^[2]。

我国的竹/木复合材料研究范围广,内容丰富。南京林业大学竹材工程研究中心近20年来,一直从事竹材材性、结构、物理力学等应用研究以及竹材产品的开发,成功开发出价格低于木质集装箱底板、各项性能符合使用要求的竹/木复合集装箱底板^[3]。此外,以国内速生材马尾松和毛竹为原料,应用正交异性复合层积板的弯曲理论,对竹/木复合集装箱底板的结构和性能进行了理论设计和验证,系统地研究了压缩率和成型工艺对竹/木复合集装箱底板性能的影响,并与传统热带阔叶树材集装箱底板的性能作了对比^[4]。结果证明:合理的结构和工艺制造的竹/木复合板,其综合性能优良,通过十几家国际集装箱租赁公司和船运公司的批量使用,市场反映颇佳,被国际集装箱界公认可作为龙脑香(*阿必通* *Dipterocarpus grandiflorus*)集装箱底板的替代品。

南京林业大学竹材工程研究中心还曾对汽车车厢

收稿日期:2005-01-20; 修改稿:2005-04-12

基金项目:国家高新技术研究发展规划(863)“木材/竹材复合材料制造技术”(2002AA245171)。

作者简介:王小青(1979—),男,中国林科院木材工业研究所博士研究生。

底板用竹/木复合板进行了研制^[5]。研究表明,竹/木复合板的物理力学性能可以达到 LY/T 1055-2002《汽车车厢底板用竹材胶合板》的指标。此外,许斌等^[6]还研究了竹/木复合层积材(LVL)横纹静摩擦系数,结果显示,竹/木复合层积材的横纹静摩擦系数大于红松,可作为火车平车底板使用,为竹/木复合层积材进行装车试验提供理论依据。

王思群等^[7]对竹/木复合定向刨花板(OSB)强度性能进行了探索,发现:胶种对竹/木复合 OSB 的强度影响不大;降低刨花厚度或提高板密度均可提高板材强度;提高竹材的比率可明显改善板材强度,但不宜过高。殷苏州等^[8]用竹席和竹帘对 OSB 基材进行覆面处理,并测试主要物理力学性能,分析了覆面材料、组坯方式和施胶方法对覆面 OSB 性能的影响。试验结果表明,竹材覆面 OSB 的物理力学性能和耐老化性能较基材均有很大改善。吴章康等^[9]通过分析竹/木纤维比率、压缩比和纤维筛分值等工艺条件对竹/木复合中纤板性能的影响,指出合适的工艺可以生产出性能优良的竹/木复合中纤板。

通常竹/木复合地板的结构是以竹材作为表层材料(利用其强度大、装饰性好的优点),以木条、木单板、中纤板作为芯层材料。产品按表面结构分为弦切和径切竹/木复合地板;按颜色可分为素色和碳化竹/木复合地板。竹/木复合地板可以充分利用径级小、材质较差的人工林木材,竹材利用率高、投资少、见效快,国内已有许多厂家生产此类产品,但规模较小。

2 国外竹/木复合材料研究状况

对竹材物理力学性能及其加工利用的研究主要集中于亚洲一些国家,但有关竹/木复合材料的研究报道很少。日本的竹类利用已有上千年的历史,在开发竹类资源和竹材利用方面的研究亦异常活跃。竹/木复合研究方面,日本京都大学木材研究所的研究人员用柳安木、黄麻、竹材以及甘蔗渣复合制造复合纤维板,并对其各种性能进行了测定^[10]。另外,还开展了竹纤维和木材纤维,按不同比例混合,分析纤维不同比率对板材物理力学性能的影响。结果表明:增加竹纤维的比率有助于 MOR 和 MOE 的提高,但沸水煮后板材的线性膨胀也相应增加。他们还设计了带有拌胶装置的纤维干燥设备,并研制了试验所需的纤维板坯成型设备^[11]。ZHANG M 等^[12]还研究了三层竹/木复合板的性能,用有限元法进行了应力分析,发现板材的应力及其分布与竹材与木材纤维的表、芯层分布比率有密切的关系。

日本岛根大学的研究人员将竹材、黄麻与木单板组坯制造强化胶合板^[13]。结果表明:与竹材或黄麻复合,对于增加板材的抗弯和抗剪性能非常有效。在某些情况下,竹材在 45°方向的强化效果良好,因而可显著提高这个方向的剪切刚度。黄麻布在胶层中的胶合性能良好,但不及竹材在 45°方向剪切刚度提高得显著。最近,日本为有效利用人工林间伐小径材、竹材,开发出竹/木复合建筑材。

印度林业研究所的 JAIN 等^[14]以胶合板为面层、竹材为芯层制造竹/木复合板,并测试了其抗压和抗弯性能以及吸音性能。结果表明:这种结构的竹/木复合板质量轻,强度高,吸音性能优良。

3 竹/木复合材料发展存在的问题及发展方向

3.1 竹材利用率的提高

某些竹/木复合材料品种存在着竹材利用率低的问题。据统计:竹材层压板的竹材利用率为 50%左右;竹席、竹帘胶合板 45%~50%;竹材胶合板 35%~40%;竹地板的直接利用率仅为 20%~25%。其原因一方面是竹秆自身结构决定,另一方面与加工工艺和技术密切相关^[15]。因此,竹/木复合材料的开发研究应侧重竹材利用率高的竹/木复合产品,充分利用径级小的丛生竹等杂竹资源,通过合理匹配及界面调控,加之科学先进的复合工艺,生产新型竹/木复合材料,提高竹材综合利用率。如径切竹/木复合板,采用竹材径向剖篾、径向胶合的方法,使难以胶合的竹青、竹黄处于板材中的非胶合部位。此方法可大大提高竹材利用率,且可利用小径杂竹^[16]。

3.2 竹材加工设备的研制

竹子的直径小、壁薄中空、结构不均匀,现有的木材加工设备和加工工艺不宜直接使用。由于缺乏诸如优质高效竹单板旋切机、竹席编制机、剖篾机、专用削片机、干燥机等设备,使得各种竹/木复合材料加工一直处于半机械化的水平,与大规模工业化生产存在距离。因此,根据竹材的特点,解决竹材加工机械中存在的功能、结构、夹具和刀具等方面的一些特殊问题,开发出投资小、可生产优质、低能耗的新型竹板型材成套设备,是竹/木复合材料得以发展的关键。

3.3 竹/木复合性能的研究

竹材与木材是两种性质不同的材料,需要设计合理的复合工艺,以达到最佳的复合性能。目前,开发的竹/木复合材料产品主要是应用在工程结构材领域,如集装箱底板、汽车车厢底板、水泥模板等,多偏重于复合材料的力学性能研究,而对于材料的其他性

能,如尺寸稳定性、防腐、阻燃性等则鲜有报道。随着竹/木复合材料的发展及其使用范围的拓展,这些性能的改进和提高也将成为研究的重点。

3.4 轻质高强竹/木复合材料的开发

密度是人造板重要的指标之一,密度的大小决定了人造板的其他物理力学性能。竹/木复合材料由于具有结构和性能的可设计性,可以通过科学的结构设计复合工艺,在保证复合材料力学性能的同时,降低其密度,不仅可以降低成本,减少原料消耗,而且可以改善使用性能。因此,开发轻质高强竹/木复合材料产品亦是今后的发展方向之一。

3.5 木/竹重组材

木/竹重组材是在重组木和重组竹研究的基础上,运用混杂复合材料理论,利用价格低廉的速生材和竹材为原料,将木束和竹束采用混杂的方法复合,通过科学合理的设计得到既具有高强度,又具有良好韧性和加工性,兼具重组木和重组竹双重优点的一种新型结构材^[17],为速生材和非木质材料在工程结构材料领域的利用开辟了新径,具有广泛的应用前景。

4 发展竹/木复合材料的效益分析

4.1 经济效益

我国现有人工林面积 4 666.7 万 hm^2 ,约占全国森林面积的 20%,占世界人工林面积的 1/3 左右。利用我国丰富的人工林木材与竹材资源,生产竹/木复合材料,不仅为人工林木材和竹材的工业化利用开辟了新径,同时可缓解我国木材及其制品的供需矛盾,减少林木采伐,减少木材进口量,为国家节约外汇开支。

竹/木复合只要产品结构设计合理,结合科学的工艺措施,可以充分发挥竹材的优点,在保证产品性能的基础上提高竹材的综合利用率,降低生产成本,增强产品的市场竞争力和企业的经济效益。以竹/木复合集装箱底板为例,根据力学原理,在结构设计上,以强度高、韧性大、耐磨性好的竹材作表层,中间为加工容易、价格低廉、来源广泛的木材原料,通过胶合制成竹/木复合结构的胶合板,则既可获得竹材胶合板的强度,又大幅度降低了生产成本^[3]。再以南京林业大学开发的空心结构竹/木复合层积材为例,按我国目前造船业每年的木脚手架需求量为 1 万~1.5 万 m^3 计,如果用空心结构竹/木复合层积材替代木材脚手架,对于 1 万 m^3/a 的生产规模,每年可创产值达 2 800 万元,利税 630 万元,为造船业降低成本 600 万元,并节约大径级松木 3 万 m^3 ^[19]。

4.2 生态效益

发展竹/木复合材料,对维护自然生态环境,保障天然林保护工程的顺利实施,促进林业的可持续发展也将起到积极的作用。以竹/木复合集装箱底板为例,在开发竹/木复合产品之前,热带木材一直被当作集装箱底板的理想材料,竹/木复合集装箱底板的问世,不仅解决了集装箱原料的来源,也为维护热带雨林的生态平衡作出了贡献。

参考文献:

- [1] 张齐生,孙丰文.竹/木复合结构是科学合理利用竹材资源的有效途径[J].林产工业,1995,22(6):4-6.
- [2] 孙丰文.竹/木复合人造板[J].林业科技开发,1994(3):23-25.
- [3] 张齐生,孙丰文.竹/木复合集装箱底板的研究[J].林业科学,1997,33(6):546-554.
- [4] 张齐生,孙丰文,李燕文.竹/木复合集装箱底板使用性能的研究[J].南京林业大学学报,1997,21(1):27-32.
- [5] 朱一辛,蒋身学.汽车车厢底板用竹/木复合板的研制[J].木材工业,1996,10(3):4-7.
- [6] 许斌.竹/木复合层积材横纹静摩擦系数的研究[J].林业科技开发,2000,14(6):22-23.
- [7] 王思群,华毓坤,董士琴.竹/木复合定向刨花板强度性能的研究[J].木材工业,1991,5(3):6-10.
- [8] 殷苏州,李北冈,胡德彪.竹材覆面向刨花板性能的研究[J].木材工业,1997,11(4):8-11.
- [9] 吴章康,张宏健,黄素涌,等.竹/木复合中密度纤维板工艺条件的研究[J].木材工业,2000,14(3):7-10.
- [10] ZHANG M, KAWAI S, SASAKI H. Production and properties of composite fiberboard[J]. Wood Research, 1994, 81:31-33.
- [11] ZHANG M, KAWAI S, SASAKI H. Manufacture and Properties of Composite Fiberboard II. Fabrication of board manufacturing apparatus and properties of bamboo/wood composite fiberboard[J]. Journal of the Japan Wood Research Society, 1995, 41(10): 903-910.
- [12] ZHANG M, KAWASAKI T, YANG P. Manufacture and properties of composite fiberboard III. Properties of three-layered bamboo-wood composite boards and stress analysis by the finite element method[J]. Journal of the Japan Wood Research Society, 1996, 42(9): 854-861.
- [13] XU H, TANAKA C, NAKAO T. Mechanical properties of plywood reinforced by bamboo or jute[J]. Forest Products Journal, 1998, 48(1): 81-85.
- [14] JAIN J D, SANYAL S N. A note on sandwich constructions from forest based materials[J]. Journal of the Indian Academy of Wood Science, 1993, 24(1): 25-30.
- [15] 张齐生,孙丰文.我国竹材工业的发展展望[J].林产工业,1999,26(4):3-5.
- [16] 赵仁杰.关于发展竹材人造板工业的思考[J].林产工业,2001,28(2):6-8.
- [17] 朱一辛,饶文彬.木竹重组材研究进展及开发前景[J].林业科技开发,2003,17(6):6-7.
- [18] 张齐生,蒋身学,朱一辛.优质工业用材林定向培育与高效利用技术.技术成果编号:96-011-02-07.

(责任编辑 姜征)