

综 述

当代木材加工技术发展态势

王 恺 傅 峰

摘要 从木材高效利用、木基复合材料、高新技术应用和环境保护等四个方面论述了当代木材加工技术的发展态势。

关键词 木材加工; 高效利用; 木基复合材料; 高新技术; 环境保护

Current Developing Situations of Wood-processing Technology

Wang Kai Fu Feng

(Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091)

Abstract This paper revealed the current developing situations of wood-processing technology from high efficiency utilization of wood resources, wood matrix composites, high-tech application and environmental protection.

Keywords Wood-processing; High efficiency utilization; Wood matrix composites; High technology; Environmental protection

木材是当今世界常用的四大材料(钢材、木材、水泥、塑料)中唯一既可再生、又可多次再用和循环回用的资源,加以性能优异、对环境友善、能耗亦低,是世界公认的绿色材料。木材工业系以木材和木质材料为原材料,经机械或化学方法加工后,其产品仍保留木材基本特性的产业。产品主要包括锯材、人造板和木制品,与经济建设和人民生活休戚相关,也是国民经济中的基础产业。木材加工是联结资源与市场的纽带,其技术水平的高低是市场产品竞争的決定因素。因此,对其在当今的情况,我们必须充分掌握,并加以综合分析,阐明其发展态势,以指导木材加工技术今后的发展方向。

1 木材高效利用是木材加工技术发展的首要原则

联合国粮农组织1988年预测,世界木材消耗量(包括薪材)将从1975年的25.77亿 m^3 增加到2000年的41.30亿 m^3 ,即在25年间需增加16亿 m^3 ,年平均增长速度约1.9%。到21世纪木材总产量可望达到50.69亿 m^3 ,年平均增长速度为1.8%,却低于80年代水平,这预示着世界范围内木材的供给量将日渐减少,而且材质不断降低。迄今发达国家如美国,对天然林强调生态和社会效益,采伐受到限制,热带天然林一方面

继续消失,同时又受到国际经济持续发展战略的影响,木材实际产量均有下降。加以亚非主要木材供应国为满足本国需要、解决就业问题和提高其产品附加值,木材出口量已逐步减少。所以在未来的年代里,世界木材资源开采数量减少,材质下降,供需紧张,缺材国家依赖进口木材以弥补需求的不足,将日益受到制约。因此,世界各国特别是在木材资源消耗量较大的发达国家,无不积极寻求木材的高效利用,木材综合利用率一般均在80%以上,有的国家如瑞典甚至达到90%之高。

据有关专题研究预测我国木材供需前景,最低需求量在2000年和2010年分别为1.8亿 m^3 和2.1亿 m^3 (另薪材约5000万 m^3),而根据我国森林资源的可供量,到2000年和2010年大约是1.2亿 m^3 和1.5亿 m^3 ,届时供需缺口将达6000万 m^3 。如此巨大缺口,依赖进口可能日渐艰难。我国一方面木材供应甚感不足,另一方面在加工与利用上,浪费严重,效益极低。与先进国家比较,我国木材综合利用率现仅40%。差距之大,令人担忧。

木材高效利用是指包括木材数量高效、质量高效和经济高效的综合,即使木材达到充分合理的经济利用。具体涵义为:① 合理利用。主要指适树适用、适材适用,充分发挥木材本身的固有功能。如对木材用途的优选、产品设计的优化等;② 综合利用。主要指木

收稿日期: 1997-06-06
王恺: 中国林科院教授级高工; 傅峰: 中国林科院林业工程博士后流动站
站在站博士后、副研究员,北京 100091

材多层次、多品种的综合加工利用,提高木材综合利用率和附加价值;③ 节约利用。主要指在现在的加工利用水平上,通过先进加工技术,提高出材率、利用率,降低各种木制品和各种用途产品的单位木材消耗量,提高或改善木材的固有功能,延长使用寿命,以及产品的回收利用和循环利用等。对以上三者必须树立整体概念,发挥其最大综合效能。以我国木材综合利用率而论,如能由现在的 40% 提高到 2010 年的 80%, 则年节约原木 6 000 多万 m^3 , 木材供需有望达到基本平衡。由此可见,木材高效利用是缓解木材供需矛盾的必由之路,也是木材工业走可持续发展战略的必然选择,更是木材加工技术发展的首要原则。

2 木基复合材料是木材加工技术满足市场需求和新产品开发的核心

复合材料是现代材料科学发展的主要方向,它是由有机高分子、无机非金属或金属等几类不同的材料通过复合工艺加工而成的新型多相材料,它既保留原组成材料的主要特色,并通过复合效应获得原组分所不具备的性能。从复合材料的理论而言,基体和增强体是构成复合材料的两种基本组分,复合效应可赋予复合材料原组分材料所不具备的优异性能。研究的重点是材料复合效应的优值和失效的判据,设计准则和最佳用途及基体-增强体的界面特性和复合机理。

木材是历史最长久、应用范围最广泛的一种天然材料,在人类利用材料史上占有重要的地位。虽然目前材料领域已由天然材料、加工材料、合成材料而进入第四代的应用人工复合材料时代,但材料科学的发展一直没离开木材的自然启迪作用。反之,木材加工技术的发展也更离不开材料科学的反馈推动作用。近年来回顾材料历史的长河,特别是人类逐渐走向环境、生态的轨道上时,有必要对木材这一古老的材料给予重新认识和定位,因为木材集天然材料、生物材料、能源材料、信息材料以至复合材料于一身,是人类超越动物发展的历史见证。

现代人工复合材料的发展,就是以木材为借鉴开始研究的。木材是自然界中最典型的生物复合材料,由多种化学成分和多种细胞天然复合而成。木材作为最典型的生物复合材料,具有强重比大、隔热、隔音性好、加工能耗低、对环境污染小、可再生、可循环再用等优点,是一种理想的环境材料(EcoMaterials)但是作为工程材料,木材也有一些缺点,如材质变异大、各向异性、尺寸不稳定、易生物败坏、易燃烧等,大大降低了其使用价值。传统的方法是通过物理、化学等

手段对木材的固有性质进行改进,使木材性能得到改善。由于木材资源结构的变化和木材加工技术的进步,现代方法是将木材加工成木板、木条、单板、刨花和纤维等组元(Element),再重组成各种以木材为基体的材料,可大大减小木材的局限性,提高木材性能。随着材料科学的进步和发展,材料的复合化已成为当代材料科学发展的前沿,木材加工也必须遵循这一规律走木基复合材料的发展道路。即一方面应继续对不同形态木质组分复合材料(如各种木质人造板、材)的深化开发,同时还要积极扩展以木材为基体的有机高分子(如单板层积塑料、木塑复合材料)、无机非金属(如水泥、石膏刨花板或纤维板),以及与金属(如金属纤维与木质纤维复合板)等不同材料的复合。按照产品最终用途,通过二元以至多元相互复合,性能互补,彼此关联,进行产品设计、工艺设计、设备设计而制造出成千上万的新产品,充分体现木质材料工程的新的优势,直接满足多种最终用途,这是木材加工技术满足市场需求和新产品开发的核心,也是充分合理利用,节约利用木材和扩大木材资源的技术战略。多功能的人造板材,多种复合方式的复合地板,木塑复合材料,都是现已高度工业化生产并有代表性的木基复合材料。随着科学技术的进步,木基复合材料也正逐渐跨入高科技领域。例如,木塑纤维复合卷材在汽车上的应用、导弹头外罩等功能性较强的复合材料的制成,以及瓷化木材的开发等,均有着广阔的应用前景。

3 高新技术的应用是提高木材加工技术水平的关键

世界上木材加工技术现仍以开发实用技术为主,但高新技术亦不同程度地逐渐引入至各个领域。开展木材科学和加工技术应用基础的研究,以改造传统技术,使木材加工的技术水平,无论在产品产量、质量和节约原材料等方面均有质的飞跃,已成为提高木材加工技术的关键。兹举要者如次:

3.1 机电仪一体化

以电子和计算机技术为主导的机电仪一体化已应用于木材工业相关领域,标志着木材工业向现代化迈进。现代制材工业通过对原条或原木的扫描,最大限度获得其表征信息,并反馈通过计算机制定出原条量材与造材、原木下锯计划编制等最佳方案,以取得最高的出材率或最高售价;在木材干燥过程的自动监控以及在单板干燥、单板剪切等人造板工艺的应用,对提高产品质量,降低能耗等都有明显的经济效益。特别是人造板生产中的连续热压装备的出现,不但产量大幅度的提高,而且产品几乎没有裁边损失,被公

认为是人造板工业的一场革命。世界近代家具工业的发展,已由传统的生产方式向以 CAFD CNG CAM 的“3C”高技术迈进,为家具工业生产多品种、快变化、小批量、高效率的新时代提供了全面的技术保证。此外,机器人在美国 60年代已开始应用于木材锯割、旋切、刨切、装配、分等,现已在试用第三代智能机器人。机器人在喷漆工序上的应用,既可免去人工操作,又可节约原料。

3.2 激光技术

利用激光技术切削木材,木材损失量小(锯缝宽度仅 1 mm 以下),切削精度高,设备通用性强,能加工各种复杂形状的工件,并且没有粉尘、锯屑、噪音和振动,因此已广泛应用于家具、建筑业中的木材镶饰和雕刻、异型工件的切割以及人造板的加工等。据报道,美国研制的 ALPS 高效激光制材系统,已应用于生产。此外,对于难干燥和不易浸渍处理的木材,如利用激光在其表面“钻孔”,可以提高其浸注效率。随着大功率激光装置的出现,在木材加工中的应用可能将得到进一步发展。

3.3 无损检测技术

木材与人造板的机械应力分等和同位素分等的无损检测技术,国外研究较早并已较广泛应用于木材及其产品的缺陷和强度检测。利用扫描技术探测木材内部的缺陷,按密度确定其强度等级并合理利用,可全面提高木材加工时的产品质量,是解决木质产品变异性大的安全保证,尤其在结构用材上的应用显得更为重要。又如人造板生产过程中板坯和成品质量的在线无损检测,反馈快、精度高,可以保证产品质量和提高自动化程度。

3.4 生物技术

生物技术应用与木材工业已有较长历史,但过去主要研究生物对木材的破坏机制与防护方法,以及对木材工业污染物的处理。目前生物技术应用研究重点正在发生战略转移,从生物防护转移到生物建设,主要的如木素生物降解、纤维生物分离等。从初步效果看,可使加工过程效率提高,能耗降低,因此具有广阔前景。美国已开展研究“新森林生物技术项目”,旨在研究木素在林木生长时的形成过程,以期减少木素含量,有利于制浆造纸;或反之强化木素,以提高木材硬度和抗病能力。这样,林木培育将走向与加工进一步结合的崭新途径。

3.5 “无胶”技术

“无胶”技术研究始于 40 年代,到 70 年代取得突破性进展。其特点是利用木质纤维材料自身所含的化学

物质,经过一定条件预处理使其转化成为具有胶粘作用的不溶、不熔聚合物,实现“自身粘合”成材。因其不添加胶粘剂,故称“无胶”胶合。“无胶”技术对发展人造板具有重要意义。因为不用外加胶粘剂,既大大地降低了成本,又无游离甲醛释放之虞。近年来我国对“无胶”技术已有不少研究,甘蔗渣“无胶”制板技术的研究已获成功,并建成第一条以甘蔗渣为原料的无胶刨花板生产线。木质纤维的“无胶”技术已通过生产性试验。据知,东欧已建有新厂。“无胶”制板技术为发展人造板生产开拓了新路。

但也应当指出,木材是一种材性变异很大的非均质生物材料,必须找出其变异性有关因素的相互规律,研究木材本体性质与其产品的相关程度,该研究领域现已成为国际上木材学基础研究的热点;其次,木材基本性质决定了在木材加工领域引进高技术比钢铁、塑料、水泥等工业难度更大;三是木材工业系统的经济和技术力量也相对较弱,因此有效地采用高新技术手段,实现应用时间亦较长。

4 环境保护必须与木材加工技术的发展相结合

木材加工涉及的行业多、产量大、分布广,属“三废”较严重的产业,生产或使用时会排出有害气体、废水、粉尘、废渣等。木材加工和利用过程中有诸多对环境的负面影响,危害性较大,主要表现在纤维板生产、木材防腐以及木材染色加工处理中的水污染,木质产品中的游离甲醛有害气体,以及粉尘、噪声等诸多方面,世界各国都在积极地治理和解决。这些方面以前论述的较多,兹不重述。需强调的是,近年来一些新的污染源正在逐渐引起人们的重视。

4.1 有机挥发物

1990 年美国颁布了《清洁空气法》,对美国木质人造板工业产生了巨大影响。联邦环保立法的目的是限制工厂释放各种有机化合物(VOCs)。木材中有机挥发物包括焦油、树脂、脂肪酸和萜品,这些物质在高温加工,如干燥、热压时挥发,随着废气排出。美国现有两种办法解决该污染问题:①将气体在高温时捕集和燃烧,将类似接触转换器装于自动排气系统;②将干燥温度降至碳氢化合物释放点下。前者可采用再生式热氧化(Regeneration Thermal Oxidation, RTO)技术。再生式热回收器早已在许多工业中广泛应用,1993 年该装置分别在中纤板、定向刨花板的干燥和热压工序上采用,但由于再生式热氧化处理系统无法处理无机颗粒,可采用湿式静电沉淀器,将其在燃烧前沉淀。据称,美国经过 17 套再生式热回收器的安装试

用,证明其总有效率可达95%~99%。

4.2 电磁辐射

木材加工过程中的电磁辐射污染,是高频感应、高频介质加热、微波和红外辐射等电磁波加热技术对周围环境产生的危害较大的污染。高频辐射会导致人体神经功能失调、周身不适、记忆力减退,微波辐射则可引起程度不同的植物神经机能紊乱,对心血管系统危害严重。采用屏蔽材料或吸波材料对污染源进行抑制或封闭,是治理电磁波辐射污染的主要方法。国外一些企业将导电性材料用于高频电磁波屏蔽体,尖劈型材料用于微波吸收体,都可有效地减弱电磁辐射的污染程度。

在此,我们应予阐明的是:近年来的研究表明,树木生长和木材使用都对环境友善的鲜明特性。树木生长过程中二氧化碳浓度的增加对其有“施肥效应”,非常有利于生物圈对大气中二氧化碳的吸收。通过光合作用,每生长1吨木材可吸收1.47吨二氧化碳,产生1.07吨氧气,碳元素被固定在树木中形成纤维材料。这种固碳作用和造氧机能是其它材料所不能比拟的,有利于阻止以二氧化碳为主的温室气体积累产生的温室效应、全球气候逐渐变暖以及由此引发的一系列严重问题,对地球生物圈的生态平衡有着重要的作用。

自古以来,木材就以它特有的质、纹、色、味等特性受到人们的珍爱,有木材存在的空间会使人们在学习、工作和生活中感到舒适和温馨。从木材与人类和环境有关的主要环境学特性上,我们可以看到木材是改善人类生活质量的重要材料,在居住条件以至生活环境中起着重要作用。木材表面层纤维切断后表现出的无数个细胞凹槽,反射的光泽有着丝绸表面的视觉效果,其它材料的仿制品很难模拟。纹理和节子是天然形成的图案,人们对其有一种亲切感。木材的使用量(木材率)对人的心理有直接的影响,木材率的高低与人的温暖感、稳静感和舒畅感有着密切的关系。调湿性是木材具备的独特性能之一,也是其作为室内装饰材料和家具材料的优点所在,木材的吸湿或解吸作用可直接缓和室内的湿度变化,使湿度稳定在一定的

范围内,对人体健康和物品保存都是非常有利的。此外,若按各种材料聚类分析谱系图,木材的触觉特性远比金属、玻璃、混凝土和石膏为好。

综上所述,结合我国具体国情,借鉴当今世界木材加工技术发展态势,可找到我国在木材加工领域赶超先进国家的努力方向。具体说,当代木材加工技术发展态势总的是以应用高新技术,高效利用木材资源,加强环境保护,大力发展木基复合材料,以满足经济建设和人民生活不断增长的需要。由于木材科学、加工技术以及有关应用基础研究的深入,木材加工技术未来的21世纪将有更大的发展。

5 参考文献

- Goerge Woodson. Air and Water Challenges for Wood Industry. Proceedings of the 1994 FPS-S. E. Section Workshop on Environmental Quality in Wood Processing, Atlanta, USA, 1994, 61~ 64
- Kenneth Skog, et al. Potential Timber Market Impact of Current Wood Utilization Research. Forest Prod. J., 1991, 41(7/8): 44
- NCSU Research Program Will Benefit Industry. Forest Prod. J., 1989, 39(1): 50
- Richard P.V. et al. An Analysis of State-level Economic Development Program Tageting the Wood Products Industry. Forest Prod. J., 1996, 46(9): 23~ 29
- Ward Williams. Major Start-ups Open a New Chapter in the Story of MDF. WBPI, 1996, 16(4)
- Ye Kelin. Recycling of Wood-based Materials. Proceedings of International Workshop on Recyclable Materials Design and Ecobalance. Xi'an China, 1995. 81~ 84
- [美]G. Robison Gregory著,许伍权等译.森林资源经济学.北京:中国林业出版社,1985
- 王恺、李永庆.家具工业的新时代.家具与环境,1996,(5): 4~ 5
- 王恺、张弈.积极开发木质复合材料,优化木材资源高效利用.木材工业,1990,4(1): 19~ 20
- 王恺、袁东岩等.90年代木材工业展望.中国科协第四次全国代表大会论文.北京:1996
- 王恺、曹志强.世界中密度纤维板发展态势.中密度纤维板工业发展问题研讨会论文集.中国林学会木工分会,1996
- 叶克林、傅峰.木材环境特性与高效利用. '96中国材料研讨会,北京:1996
- 师昌绪主编.材料大辞典.北京:化学工业出版社,1994
- 傅峰.功能人造板的研究[南京林业大学博士研究生论文]. 1995