

世界木材利用发展态势

江泽慧¹, 陈绪和¹, 叶克林², 傅峰²

(1. 国际竹藤网络中心, 北京 100102; 2. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 应用最广泛的四大材料中,木材是唯一可再生的绿色材料和生物资源。木材产品在生产和使用过程中的能耗,远低于钢、铝、混凝土产品,使用寿命长,并有储碳的重要作用。建设有竞争力的生态型木材工业,合理加工利用木材,替代高能耗产品和石化燃料,对发展低碳经济、增加就业、减缓全球变暖,促进可持续发展,具有重要意义。

关键词: 木材; 利用; 低碳经济; 气候变化

中图分类号: TS6 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2010)01-0001-04

World Wood Utilization Trends

JIANG Ze-hui¹, CHEN Xu-he¹, YE Ke-lin², FU Feng²

(1. International Center for Bamboo and Rattan, Beijing 100102, China;

(2. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Wood is the only renewable material among the four most important widely-used construction materials: steel, cement, wood, and plastic. The embodied energy and in-use energy efficiency of wood products are far lower than that required for steel, aluminum, and concrete products. All wood products provide long term sustainable carbon sequestration to mitigate global climate change. Building a competitive bio-based wood industry through sustainable forest management will play an important role in developing a low-carbon economy, increasing job opportunities, and promoting sustainable development.

Key words: wood; utilization; low carbon economy; climate change

钢材、水泥、木材、塑料四大材料中,木材是唯一可再生、循环利用和自然降解的绿色材料和生物资源,是应用最广泛的材料之一。建筑、装饰、造纸、家具、包装、交通、农业等主要领域中,木材的年消耗量相当于钢、铝和塑料年消耗量的总和。

木材产品加工废料少,且废料可回收,用于人造板、造纸或能源生产,其生产能耗亦远比钢、铝、混凝土产品低;保温性能为煤渣砖的4倍,黏土砖的6倍,混凝土的15倍,铝的1770倍。使用木材和木材制品,代替高能耗、不可再生的产品,对减缓全球气候变化意义重大(表1)。

收稿日期: 2009-11-20; 修改日期: 2009-12-08

作者简介: 江泽慧(1938—),女,中国林学会理事长,教授,博士生导师,国际木材科学院院士。

通讯作者: 陈绪和,男,中国林学会木材工业分会主任委员,教授,国际木材科学院院士。

表1 不同材料的生产能耗、碳释放量对比^[1]

Tab. 1 Energy consumption and net carbon emission in manufacturing different construction materials

材料类别	能耗/(GJ·m ⁻³)	碳释放量/(kg·m ⁻³)
木材	1.2	-228
胶合木	4.5	-168
混凝土	7.3	182
铝材	362.0	6 325
钢材	448.0	8 117

此外,以木材为主要原料的可再生能源日益受到重视。用速生高产方式培育能源用材,并使之转化为气体或液体燃料,成为新的生物质可再生能源产业,将为缓解能源压力作出重要贡献。

木材工业有利于增加就业与农民增收。据统计,每生产1万 m³ 胶合板,可实现就业133人;每生产1万 m³ 中纤板(MDF)可实现就业61人;每生产1万

m³刨花板可实现就业 66 人。按 2008 年产量计,我国的人造板工业已实现近百万人的就业。

1 世界木材需求预测^[2]

1.1 锯材

1990 年世界锯材产量为 4.65 亿 m³,随后出现下滑,2006 年回升到 4.25 亿 m³。预计 2030 年,将增至 6.03 亿 m³,俄罗斯、东欧和南美的锯材产量增长较快;非洲、亚洲和中西亚将继续成为净出口地区。由于重组人造板和工程木材的利用,发达国家的锯材消费增长速度降低。

1.2 人造板

2006 年世界人造板的产量为 2.62 亿 m³,比 1990 年增加 94%。亚洲、欧洲、北美人造板产量占世界总产量的 91%,其他地区的产量、消费量也在增长。目前,世界人造板产量仅相当锯材产量的 56%,预计 2030 年将达 5.21 亿 m³,接近锯材的产量,其中亚太地区的产量增幅较大。

1.3 木材能源利用

全世界用于能源生产的木材量,从 1970 年的 20 亿 m³ 左右,增至 2005 年的 26 亿 m³。欧洲为实现 2020 年可再生能源占能源消费总量 20% 的目标,计划将生物质能源从 2005 年的 3.49 亿 m³,增加到 2020 年的 7.68 亿 m³。

2 木材利用发展态势

过去 15 年中,木材加工利用技术在以下领域取得了重大进展:

- 1) 制材、刨切单板和重组人造板技术的改进,扩展了小规格材的应用范围,提高了木材利用率;
- 2) 木材的回收和循环利用;
- 3) 微生物处理废水,降低处理成本和对环境的影响;
- 4) 通过生产生物质材料和生物质能源,实现木材的全部利用;
- 5) 纳米技术的开发与应用,主要包括:轻质高强纳米微晶纤维素产品;纳米涂料,改进产品表面质量;节能节材生产;智能产品,纳米传感器等。

2.1 木材原料

全球现有森林面积 39 亿 hm²,每年约减少 1 000 万~1 600 万 hm²。随着对木材需求的不断增加,应努力提高森林利用率并发展人工林。目前世界人工林面积仅为森林总面积的 3%,但由于集约经营和短

周期采伐,木材产量达 6.35 亿 m³,占全球工业用材量的 35%。其中欧洲人工林面积 2 800 万 hm²,年产木材 1.72 亿 m³,主要树种为杨树、云杉、桉树等。到 2050 年,美国人工林地面积占林地总面积,将由现在的 6% 增加到 9%,届时 1/3 的工业用材将来自人工林^[3],用于生产单板层积材、胶合梁、定向刨花板(OSB)、MDF 等人造板产品。而在热带国家,如巴西的速生人工林木材产品,与加拿大、瑞典、芬兰等传统木材产品相比,亦很有竞争力。

木材工业需要高质量、均一的木材原料,可利用生物技术对人工林进行改良,包括树木生长率、抗病虫害能力、树干形状、木材质量、加工性能等。人工林经营在增加产量的同时,还要防止地力衰退。

此外,人造板加工技术的改进,还使经济性不高的资源,如非常用树种、小规格材、加工剩余物和回收废弃木材等得到充分利用。

2.2 制材

随着制材设备的改进和计算机技术的应用,如激光和 x 射线扫描技术,能准确采集加工原木的信息,实现最优下锯方案和最高出材率;图象分析确定锯材表面质量(节疤、颜色),改进锯材分等,使锯材生产向精深加工、高附加值和专业化产品方向发展。

目前世界锯材平均出材率为 45% 左右,日本、欧美等采用高张紧带锯机,并利用计算机选择下锯方案,使出材率达到 63%~70%。高精度削片制材、多片圆锯机、框锯机等合格率均达 95% 以上。

经过严格的干燥、无损检测分等后,强度、含水率、外观一致、规格精确的成材,可免除二次加工。产品种类上,亦可提供各种专业化产品,如屋架材、结构成材、胶合木、地板、装饰线条等。

2.3 木材干燥

木材干燥是保证木制品质量的关键工序,也是实现木材资源高效节约利用的重要措施。国外木材干燥技术的发展趋势^[4]:

- 1) 注重人工林木材干燥技术的研发与应用。
- 2) 从单一常规干燥向组合干燥发展,如气干-预干或低温窑干-二次窑干组合,可用于难干硬阔叶树材干燥;在欧洲,广泛采用真空干燥或高频-真空联合干燥,用于硬阔叶树材的干燥,收效显著。
- 3) 木材干燥工艺向精细化、模型化、自动化方向发展。制定严格的操作规程,建立水分移动、热量传递、气流循环、木材应力应变的数学模型,以实现干燥过程控制智能化。

4) 干燥节能,防止过多排出湿热空气和吸入冷空气,提高热效率。

5) 清洁生产,研究木材干燥排放有机挥发物的种类、数量及收集和清除方法,实现绿色干燥。

2.4 木材保护和改性

木材经防腐、防虫、阻燃和改性处理,可改善其使用性能,延长使用寿命。如枕木防腐处理后,使用寿命可延长2~8倍。

开发推广长效、低成本的环保型防腐剂,以实现高效、安全的木材保护处理。美国和欧盟已限制使用CCA和克里苏油,欧盟还限制使用高挥发性有机溶剂型防腐剂。新型防腐剂及铜、硼和有机杀虫杀菌剂,如铜唑化合物和合成除虫菊酯,可代替CCA,CCB和CCP。美国、加拿大和英国,还开发了可回收重复利用有机溶剂的防腐处理设备,减少了环境污染^[5]。

在树脂浸渍和密实化处理方面,除酚醛树脂外,天然树脂等也被用于改进木材的防水性能。采用热、蒸汽和压力使木材密实化,也是提高木材防水性能和耐久性能的有效途径。乙酰化木材已实现商品化,封闭循环式乙酰化处理,有可能成为木材改性的重要方法。乙酰化木材具有密度均匀、表面平整、尺寸稳定性高、耐腐蚀性强、木材自身强度不降低等优点,可用于室外平台、甲板等。

木材涂料正向低挥发物含量、以水溶性涂料代替溶剂型涂料的方向发展。在使用要求和性能方面,室内、室外用涂料有很多不同,研究主要集中在界面渗透性、胶合性及老化试验的标准方法等方面。

2.5 人造板

随着优质大径原木资源的匮乏,利用人工林木材、次小薪材、采伐和加工剩余物、竹材以及农作物秸秆生产各种人造板,具有十分重要的经济、社会、生态和环境效益。

人造板新技术的发展,使产品用途日益广泛,引起市场份额的重新分配,并向替代塑料、金属制品方向发展。如刨花板和纤维板(含MDF),在家具和木制品领域,代替了相当部分的传统胶合板和木材;OSB则在结构用途方面,部分代替了结构胶合板。

2000年以来,世界人造板生产能力迅速增加。2005年,世界人造板生产线约1224条,总生产能力1.634亿m³/年,其中刨花板占58.7%,MDF占34.6%,OSB占6.7%。约400条生产线为连续式压机;2007年,世界人造板生产能力达2.3亿m³/年,

比2000年增加25%。预计今后将继续以每年10%速度增加,人造板中以OSB和MDF发展最快。

1) 刨花板:生产能力占人造板总生产能力的35%,其中欧洲为4480万m³/年,占其人造板总生产能力的66%,占世界刨花板生产能力的52%。42%的刨花板用于家具制造,22%用于建筑,8%用于厨卫,6%用于家庭装修,5%用于地板,4%用于办公家具,6%出口^[6-7]。欧洲刨花板原料组成:木片53%,小径木25%,回收木材15%,锯木7%。

2) 三聚氰胺浸渍纸饰面木质地板(强化地板):年产量已超过6亿m²,俄罗斯、中国等地区的需求将继续保持旺盛,主要由欧洲和中国生产。

3) 建筑用木材产品:结构胶合板和OSB代替实体木材用作承载部件;产品的强度、刚度、防水、防腐等性能是研发重点;大规格重组胶合梁、单板层积材、胶合木及平行定向成材等工程木材产品,具有木材利用率高、使用性能好、游离甲醛释放量低等优点,应用领域不断拓宽。北美工程木材产品产量的60%以上,用于新建民用以及学校、商店等非民用建筑;欧洲年产工程木材产品250万m³,亦主要用于桥梁、体育馆等大型建筑^[8]。

4) OSB和平行定向成材(OSL):2007年的产量为2600万m³,预计2012年将增加到3800万m³,年均增长9%。主要生产和消费地区:北美、欧洲、南美、亚洲、澳洲等。

5) 甲醛释放:2008年,国际标准(ISO)规定,所有人造板的甲醛释放量必须<0.124mg/m³(1m³气候箱法,相当于E₁级)^[9];德国、奥地利、丹麦、瑞典均已规定(穿孔法):刨花板的甲醛释放量为<6.5mg/100g,纤维板为<7mg/100g。最近,欧洲人造板联合会(EPF)13个成员国,已同意只生产E₁级人造板。

日本标准F^{☆☆}与欧洲E₁级标准相当,而日本F^{☆☆☆}和F^{☆☆☆☆}的甲醛释放量远低于E₁级。F^{☆☆☆☆}板甲醛释放量在0.008~0.01ppm或0.5~2.0mg/100g之间,接近天然木材的释放量。

6) 树脂胶:人造板树脂胶改进技术主要有:三聚氰胺或非三聚氰胺改性的脲醛树脂;采用酚醛树脂、聚异氰酸酯树脂等替代树脂;大豆、单宁、木素等生物胶黏剂。

2.6 木建筑

建筑业是美欧日本木材工业的主要市场。美国、加拿大和北欧,约85%的房屋用木材建造。2004年,美国建成住宅190万栋,90%为木结构房屋,其中住宅

表2 部分国家和地区木建筑占住宅总量的比例^[9]

Tab. 2 Percentages of wood construction houses in selected countries or regions

国别	比例/%	国别	比例/%	国别	比例/%
美国	90~94	苏格兰	60	荷兰	6~7
加拿大	76~85	英国	20	法国	4
北欧	80~85	德国	10		

墙体和屋顶的95%使用木材制品(表2)。

在亚洲,日本建造的117万套住宅,45%为木材预制房。韩国在过去10年中,住宅年建造量由30万套上升到70万套,人造板消费量亦大幅增加。其中MDF消费量200万m³,居世界第四。而中国每年仅有0.01%的住宅用木材建造。

以木材和人造板为主要材料的木建筑,具有建造能耗低、墙体轻薄灵活、隔声隔热、耐久舒适,使用能耗低,防火性能可控等优点。瑞典曾进行木建筑和钢筋混凝土建筑的比较,结果显示,混凝土建筑的用材和建造能耗较木建筑多2300 MJ/m²,相当于木建筑6年供暖的总能耗;混凝土建筑供暖CO₂排放量比木建筑多370 kg/m²,是木建筑的27倍。

据推算,2004~2010年,欧洲木材消费量年增加4%,相当于每年减少CO₂排放1.5亿t;如全面推广木建筑,欧洲地区可减少温室气体排放15%~20%,约合3亿t。

2.7 木材的循环利用

目前,欧洲每年消费木材1.6亿t,其中1500万t为回收木材,使用木材废料和回收木材制造人造板的趋势不断上升。欧洲将立法,禁止掩埋废弃木材,并规定包装用材中必须使用15%的回收木材。在刨花板生产中,制材废料的比比例已从1970年的30%增加到现在的75%;而西班牙等南欧国家,已基本全部使用制材废料和回收木材生产刨花板等人造板。

2.8 木材能源

木材是良好的可再生清洁能源,燃烧时释放的CO₂比石化燃料少90%,生成的灰烬亦少;另外,因其氮、硫含量低,木材燃烧不会导致酸雨。因此,木片、树皮、间伐及加工剩余物、废弃木材等,都可用于能源生产。

美国、加拿大、芬兰、瑞典是世界最大的木材能源工业化利用国家,欧美的木材加工和人造板企业,所需能源的50%~75%来自锯末、树皮、加工剩余物。欧美现代热能中心(Combined Heat and Power station),生产1m³锯材产生的木材废料,可提供250~290 kWh

的电能和2800~3200 MJ的热能。

3 结语

森林可持续经营,减少对环境的负面影响,降低对石油的依赖,发展低碳经济,促进经济发展和增加就业等重大问题,对世界木材的供应、加工利用和贸易都产生了重大影响^[10]。木材工业正向高效利用、清洁生产、循环利用的方向发展;向着以市场为导向,发展创新产品,适应消费需求,建设有竞争力的知识型、生态型木材工业的方向发展^[11-12],将为可持续发展和应对全球气候变化,作出更大的贡献。

参考文献:

- [1] Buchanan A H. Concrete, Steel or Timber: An Environmental Choice[R]. Wood Design Focus 4, 1993; 5-8.
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). State of the World's Forests 2009[R]. Rome, 2009.
- [3] Don Wijewardana. Market perspectives for timber from planted forests[R]. Brazil: the World Forestry Congress on Plantation Wood Products, 2004.
- [4] 顾炼百,庄增寿.我国木材干燥工业现状与科技需求[J]. 木材工业, 2009, 23(3): 24-27.
- [5] Coggins C R. Trends in timber preservation- A global perspective[J]. Journal of Tropical Forest Science, 2008, 20(4): 264-272.
- [6] Ghent University. A European wood processing strategy//Future resources matching products and innovations[R]. Milan, Cost Action E44 Final Conference, 2008.
- [7] Marius C Barbu, Chris van Riet. European Panels Market Developments-Current Situation and Trends [R]. Chile: Proceedings of the 51st International Convention of Society of Wood Science and Technology, 2008.
- [8] UNECE/FAO. Forest Products Annual Market Review, 2007-2008[R]. New York and Geneva: Geneva Timber and Forest Study Paper 23, 2008.
- [9] Eriksson L O, Gustavsson L, Hänninen R, et al. Climate Implications of Increased Wood Use in the Construction Sector[J]. Epsilon-electronic publishing at the SLU, 2009, (257): 67-71.
- [10] Helmuth Resch. Considering changes in wood utilization-a European perspective[J]. Maderas. Ciencia y tecnologia, 2008, 10(1): 61-68.
- [11] American Forest & Paper Association. 2003 Progress Report [R]. Washington DC: Agenda 2020, Forest Products Industry Technology Alliance, 2004.
- [12] Timwood A B. Roadmap 2010 for the European Woodworking Industries[R]. European Parquet Congress 2004 - Lugano Filip De Jaeger, 2004.

(责任编辑 姜征、张一萍)