

讨论与建议

我国木材干燥工业现状与科技需求

顾炼百, 庄寿增

(南京林业大学, 江苏南京 210037)

摘要: 介绍木材干燥行业的现状、木材干燥工业取得的主要科技成就,以及木材干燥领域的科研与开发进展;分析行业存在的主要技术问题和关键技术瓶颈,提出木材干燥行业在“十二五”期间的科技需求以及主要的任务。

关键词: 木材干燥; 行业现状; 科技需求

中图分类号: S781.71

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2009)03-0024-04

Current Status and R&D Needs of Wood Drying Industry in China

GU Lian-bai, ZHUANG Shou-zeng

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstracts: The wood drying industry plays an important role in the development of the wood product industry in China. This paper presents a review of the latest technology and product development in the wood drying industry. Furthermore, some of the key barriers in promoting sustainable wood products are identified and the technological demands for China's wood drying industry are discussed. Finally, research tasks during the next National Twelfth Five-Year Plan period are proposed and the expected economic benefits are analyzed.

Key words: wood drying; industry status; technological demands

1 我国木材干燥行业概况

我国现已初步形成具有较大规模的专业木材干燥生产能力和干燥锯材市场,以及较强的木材干燥技术研发、创新能力和设备制造能力,并已形成相对独立的木材干燥工业体系。

2008 年,我国锯材产量约 6 600 万 m^3 ,主要用于实木家具、实木地板、细木工板芯板、室内装修、建筑门窗、文体器材和车船生产。经人工干燥的锯材总量约为 1 300 万 $\text{m}^3/\text{a}^{[1]}$,仅占应干燥锯材总量的 20% 左右。而在发达国家,锯材的人工干燥量,通常占锯材总量的 60%~70%。我国人工干燥锯材量如此之低,与我国世界第一家具、木地板生产大国和人造板生产大国的身份极为不符。

1.1 锯材应用

1) 实木家具 2007 年我国实木家具生产消耗

锯材量约 1 500 万~2 500 万 m^3 ,其中大部分为硬阔叶树材,主要来源于我国东北和俄罗斯,其次是北美洲、欧洲以及热带地区等。家具用材的树种、规格较多,人工干燥材约占 40%。主要问题有,一些尺寸较大的零部件常较难干燥;另外,在南方生产的家具产品,由于木材的终含水率偏高及木材中的残余应力,销售到北方,特别是到北美和欧洲,在使用过程中,家具易出现开裂和变形等问题。

2) 实木地板 2007 年我国实木地板产量约 5 000 万 m^2 ,板材消耗量约 125 万 m^3 。树种多为热带进口材,也有传统的东北材和俄罗斯进口材。实木地板坯料的断面尺寸(宽×长)多为 22 mm×(110~130) mm,现已全部实现人工干燥。

3) 建筑及室内装修 2007 年我国建筑装饰消耗锯材约 3 500 万 m^3 ,建筑材以樟子松、杉木、落叶松、马尾松、湿地松等针叶树材为主;室内装修则以桦木、橡木、枫木、黑胡桃木等硬阔叶树材为主。大部分建筑材都未进行人工干燥,或仅进行大气干燥。因

收稿日期: 2008-11-18; 修改日期: 2009-04-03

作者简介: 顾炼百(1940—),男,南京林业大学教授,博士生导师。

此,开裂、变形现象严重。

4) 细木工板芯板 2007年细木工板的产量为1 324万 m³,消耗板材约1 000万 m³,主要为人工林杨木、杉木等。人工干燥材约占40%。

1.2 干燥设备

目前,国内木材干燥设备制造业,已形成约6亿元的年生产能力,每年向市场提供近2 000台/套木材干燥设备,基本可满足国内木材加工企业的需求。

目前的干燥设备中,常规蒸汽干燥设备仍占主导地位,约占干燥设备市场的80%。除了以蒸汽为热媒之外,以热水(含高温热水)、炉气为热媒的常规干燥设备,也占有较大的市场份额。随着人工林杨木、杉木及进口易干材,如辐射松等的增多,市场上对高温、快速干燥窑的需求亦有一定的增长。

在水电资源丰富或对环境污染严重的地区,除湿干燥设备亦有一定的市场。真空干燥作为一种良好的辅助干燥方法,可弥补常规干燥的不足,多用于干燥渗透性较好的硬阔叶树材的厚板或方材。为提高木材的尺寸稳定性和耐久性,近年来,市场上出现了木材干燥与高温热处理(炭化木)一体化的设备。

1.3 科技现状

1.3.1 主要科技成果

“八五”以来,我国木材干燥工业经历了相对快速发展的阶段,构建了一批以国家木材科技开发中心、省部级重点实验室为依托的木材干燥技术创新平台、产学研基地;先后承担了多项国家科技攻关项目、省部级重点项目以及国家自然科学基金项目,取得多项科研成果。

1) 除常规蒸汽干燥外,以木材加工剩余物为能源的旋风干燥、炉气间接加热干燥;热水(含高温热水)加热干燥;高效真空干燥;除湿干燥等,相互配合和补充,形成了完整的木材干燥工业体系,并在工业生产中普遍使用,以满足不同木材产品的干燥要求。

2) 制定了近百种我国重要树种木材的窑干基准^[2],保证了锯材的干燥质量。

3) 建立了国产木材干燥设备制造工业体系。近年来新投产的一些大型木材加工企业,其生产线或主机设备常采用进口,而干燥设备多选用国产配套。说明我国常规窑干设备的总体技术性能,已接近国外先进水平,且已形成系列。

4) 在木材平衡含水率;木材中水分迁移机理;热、质传递模型;毛细管张力及木材细胞皱缩机理;木材干燥过程中的应力、应变及其规律性等木材干燥理

论研究方面,均取得了一定成果,有力地提升了我国木材干燥学科在行业中的学术地位。

长期以来,我国的木材干燥技术研究紧密联系生产实际,70%以上的研究成果已在企业推广和应用,对行业的贡献率较高。据不完全统计,近10年内,木材干燥科技成果创造的产值约30亿元,为木材加工企业节约投资约50亿元,节约能源约1 300万 t标准煤。木材干燥技术的发展,还为我国家具、地板企业创名牌,走向国际市场,做出了重要贡献。

1.3.2 自主知识产权

我国已制定有关木材干燥的国家标准3项,林业行业标准5项。在木材干燥新技术、新工艺和新装置方面,申报专利30项,已获授权的18项,其中发明专利4项,实用新型专利14项。

1.3.3 研发成果应用

1) 清洁能源干燥,热能回收技术。以电为能源的热泵除湿干燥技术、太阳能木材干燥技术,对环境无污染,且可回收木材干燥的排气余热,是一种节能降耗的绿色干燥技术。通过校企合作,现已进行了木材热泵除湿干燥节能工艺、高温双热源除湿干燥、高温双热源除湿与太阳能组合干燥等技术的研究。在国内已广泛推广应用,并推广至俄罗斯。

2) 高效快速干燥技术。包括真空干燥,高温干燥,微波、高频干燥及热压板接触干燥等。如以负压过热蒸汽为介质、带热回收装置的高效节能真空干燥技术;高频真空干燥的机理及工艺;木材真空-浮压干燥;单板和锯材的热压干燥等。

对渗透性较好的硬阔叶树材,宜采用真空、高频真空及微波干燥,干燥效率高,质量好;对人工速生材,宜采用高温干燥或热压板接触干燥,速度快,且材面光滑平整,表面密度和强度略有提高。

3) 改进工艺,控制干燥质量。阔叶树材,如桉木、杨木等,干燥过程中易产生皱缩。通过研究皱缩形成的机理与时机,提出了减少或消除木材皱缩的技术方法。有些材色浅白的阔叶树材,如枫木、白桦、泡桐等,针对其在干燥过程中易变色的缺陷,进行了变色机理、条件和防治的研究,并初获成效。

4) 干燥、改性一体化。针对杨木、杉木、马尾松等人工林木材,在加工和使用中易翘曲变形的缺陷,采用干燥、改性一体化技术,不但高质量地干燥了锯材,而且改进了材性,提高了密度、强度和平整度。如先浸渍树脂,或进行预压处理、再干燥定形的技术,提高了木材的强度和密度。

采用预浸泡或预汽蒸处理,再辅以适当的干燥工艺,可使松类木材有效脱脂,从而改良木材的品质。

为提高硬阔叶树种及人工林木材的尺寸稳定性、耐候性及耐久性,对锯材、地板坯料或贴面薄木进行高温热改性,可提高其利用价值。该项技术已在国内多家木材加工企业推广应用,取得了良好的经济效益和社会效益。热改性地板已出口日本,热改性窑已出口到欧洲。

5) 木材干燥工艺智能控制技术。通过神经网络、模糊变结构等技术,控制木材干燥工艺,目前已取得实验室研究的初步成效。

2 木材干燥行业的主要技术问题与科技需求

2.1 主要技术问题

尽管我国木材干燥行业发展迅速,木材干燥技术取得了很大进步,但大多是对国外技术的跟踪研究和开发,原始创新技术很少。主要技术问题:

1) 我国人工干燥锯材量很低,应继续面向广大中小型木材加工企业,开发和推广经济、实用、低耗的木材干燥技术,提升我国木材工业产品的质量。

2) 目前我国实木家具、实木地板用硬阔叶树锯材的总量约 1 600 万 m^3/a ,大部分由东南亚、非洲、南美和欧洲等国进口。由于木材树种多达百种,且多为难干材,开裂、变形、皱缩等缺陷严重,常造成一定的生产损失或产品质量不稳定。然而迄今为止,国内对上述进口材的干燥特性,仍缺乏系统、深入的研究,生产上亦缺乏针对性强的技术措施。

细木工芯板、拼板及木质包装材料(托盘)等使用的原料,主要为杨、杉、松等人工林木材,该类锯材中干燥材的总量偏小,生产上急需高效、低耗的干燥技术。

3) 松类人工林木材锯材,多作为附加值较低的细木工板芯板和包装材料。如能在处理成本较低的前提下,通过木材干燥与木材改性的一体化处理技术,可实现劣材优用,大幅度提升人工林木材的附加值,同时也将缓解我国长期存在的木材资源结构性矛盾。

4) 我国不同地域的木制品平衡含水率差异很大,而我国的家具、地板等产品的生产多集中在沿海地区。如果生产中对木制品的含水率管控不到位,极易出现开裂和变形等产品质量问题。因此,木制品生产和贮运过程中的含水率管控技术研究,亦已迫在眉睫。

2.2 科技需求与主要任务

2.2.1 国外木材干燥工业发展趋势

1) 锯材类别,以木结构用人工林针叶树种为主。由于人工林木材生长迅速、密度低、含水率高、生长应力大,给木材干燥技术带来新的难题。

2) 从单一的常规干燥,向组合干燥技术转变。表现在:①气干预干或大型低温窑预干,与二次窑干组合,主要用于难干的硬阔叶树种干燥;②高温干燥,主要用于干燥建筑木结构用针叶树种;③除湿干燥,主要适合于小型企业干燥硬阔叶树种^[3];④真空干燥或高频、真空联合干燥,在欧洲应用较广泛,可快速干燥硬阔叶树种,且降等损失较少;⑤热压干燥,适合于人工林木材干燥,速度快,且干燥后的锯材或单板光滑平整^[4];⑥干燥前锯材的预处理(预刨、预汽蒸、预分选、预钻孔、预冻处理及翘曲的控制);干燥后锯材质量(特别是含水率)的跟踪监控。

3) 木材干燥工艺精细化、模型化和自动化。发达国家对木材干燥工艺和干燥质量要求严格,制定了详细的工艺规程,且对干燥过程中的水分移动、热量传递、气流循环、木材中应力应变,均建有数学模型^[4],并成功地用于指导工业生产^[5]。

4) 节能干燥技术。木材干燥的能耗分为有用能耗及无用能耗。防止过多地排出湿热空气和吸入窑外冷空气,是木材干燥工艺节能的重点^[6]。另外,利用木材加工剩余物或天然气,直接燃烧加热用于干燥针叶树种,亦是节能的有效措施。该技术热效率高,干燥后板材的色泽好,使用普遍。

5) 木材干燥净化。研究木材干燥过程中排放的挥发性有机物(VOC)的种类、数量及收集清除的方法^[7]。

2.2.2 我国木材干燥技术的研究重点

1) 家具、地板用材的优质高效干燥技术。家具、实木地板用材多为进口的难干硬阔叶树种,树种繁多,且干燥特性不详。为稳妥起见,生产中多用低温慢干的工艺基准,生产效率低,降等损失大。因此,进行家具、实木地板用硬阔叶树种的干燥特性、渗透性及预处理改善渗透性的研究,开发优质高效的干燥技术,对我国实木家具、地板行业增强产品的市场竞争力意义重大。

针对难干硬阔叶树种,可采用集成干燥技术,包括预处理-预干燥(大型窑预干、太阳能预干等)-二次干燥(窑干或真空干燥等)技术的集成优化,以及干燥质量、速度、经济性评估指标体系的构建。

2) 人工林木材的高效干燥与材质改良一体化。人工林木材径级小、幼龄材及湿心材含量大,干燥时易翘曲、开裂及皱缩;干燥热能消耗大。常规干燥窑配置的热功率往往不足,导致干燥时间长。急需开发快速干燥且材质改良一体化的技术。

如以人工林木材为原料的细木工板芯板、包装材及部分建筑材的高温快干工艺;速生材锯材表层密度、强度的改善,平整度和尺寸稳定性提高的技术;松木低成本、无化学污染及与干燥一体化的脱脂改性及增值技术等。经绥芬河、莆田等大型进口材基地高效干燥体系的实践,经济效益显著。

3) 户外建筑用材组合干燥与功能改性增值技术。随着城市环境的建设,户外建筑装修及庭院木质家具的需求量愈来愈大。目前,多使用针叶树材并进行防腐或滞火处理。由于木材防腐处理对环境有一定的污染,若采用高温热处理材(俗称炭化木)做户外建筑及庭院家具,不但健康、环保,而且色泽美观、古朴、典雅。

因此,需着重开发防腐、阻燃处理材的高效干燥技术、户外材的超高温热处理技术及性能评价体系;户外家具用针叶树材的高效快速干燥技术;防腐或阻燃处理后的二次干燥技术。

4) 木制品生产、贮存过程中的含水率及应变监控技术。在木材干燥、贮存、加工及制品贮存的整个过程中,对木材或制品的含水率及应力、应变进行全程自动监控,以便实时调整木材加工工艺,保证木制品的质量。研究重点是,木材含水率及应变管理体系模型的构建;节能、环保的木材含水率及应变连续遥测及管控技术;木制品零部件质量实时评估体系的构建等。

5) 木材干燥的节能减排技术。包括常规干燥窑的进、排气监控及排气余热的高效回收技术;太阳能与其他绿色干燥技术的组合;人造板加工的节能减排技术;节能减排评估体系的构建。

上述技术关键的研发,须始终贯穿优质高效和节能减排的原则,对提高木质产品的质量和附加值,提高生产效率,节能降耗,减少降等率,节约木材资源的意义重大。

2.3 产业化前景和经济效益分析

“十二五”期间我国木材干燥的科技任务,是针对我国木材工业的现状和需求,紧密结合生产实际而提出,预期的经济效益如下:

1) 传统家具、实木地板用材优质高效干燥技术

的应用,可显著改善家具和实木地板产品的质量,大大缩短生产周期,有力地提升家具和实木地板产品的品牌价值和市场竞争力。

2) 速生材的高效快干及材质改良一体化技术,可直接应用于细木工板芯板、包装箱板厂及部分建筑材料的生产,提高生产效率,降低能耗,改善产品质量,提高产品附加值。

3) 防腐及阻燃材的高效组合干燥与功能改性增值技术,可直接用于正规的防腐企业,提高防腐针叶树材的质量及生产率;且木材超高温热处理技术的应用,将为木材的防腐和改性开辟一条环保、健康、且产品材质优良的新型发展道路。

4) 木制品生产、贮存过程中含水率及应变的监控技术,可用于企业监控木制品在整个生产和贮存过程中的质量,保证木制品生产的各个环节的质量均符合要求,从而提升产品的合格率及优质产品率,创建优质名牌产品,提高产品的附加值。

3 结语

“十二五”期间木材干燥科技项目的实施,将大大促进木材工业行业的发展,提高木质产品的质量和附加值,提高生产效率;节约能耗,减少废气排放及使用化学品对环境的污染;提高正品和优质产品率,减少降等率,节约木材资源,使木材得到合理、充分的利用。

参考文献:

- [1] 庄寿增. 对我国木材干燥技术创新与发展问题的几点思考[J]. 林产工业, 2008, 35(20): 6-9.
- [2] 滕通源. 我国木材干燥工业展望[J]. 林业科技开发, 1998, 25(6): 6-9.
- [3] Milota M R, wengert E M. Applied drying technology, 1988 to 1993[J]. Forest Products Journal, 1995, 45(5): 33-41.
- [4] Perre Patrick, Remong Romain. A dual-scale computational model of kiln wood drying including single board and stack level simulation[J]. Drying Technology, 2006, 24(9): 1069-1074.
- [5] Pang S. Mathematical modeling of kiln drying of softwood timber, model development, validation and practical application[J]. Drying Technology, 2007, 25(3): 421-431.
- [6] Geoff Cooper Full. Methods of reducing the consumption of energy on wood drying kilns [C]//2004 BRE Forestry Commission, United Kingdom, 2004.
- [7] Milota Michael R. HAP and VOC emissions from white fir lumber dried at high and conventional temperatures[J]. Forest Products Journal, 2003, 53(3): 60-64.

(责任编辑 姜征、张一萍)