

文章编号:1007-6735(2012)05-0487-03

木材干燥烘房循环气流引导供风 系统新技术应用研究

严平¹, 曹伟武¹, 施胜辉²

(1. 上海工程技术大学 机械工程学院, 上海 201620; 2. 上海松森木业有限公司, 上海 201611)

摘要: 在分析常规木材干燥烘房存在的问题的基础上, 论述了木材干燥烘房风机同步回转自动供风系统和气流调控引导送风系统这两项自主知识产权技术, 两项技术配合使用能实现烘房内热空气流的平稳、均匀、可调的正反向循环流动, 满足木材干燥工艺要求。实际应用证明, 新颖烘房保证了多种木材的干燥质量, 显著降低了木材的干燥能耗, 节省耗电量 60% 以上, 缩短了干燥周期, 有效提高了烘房工作效率, 方便了烘房的操作运行。

关键词: 木材干燥; 烘房; 循环气流; 风机回转供风; 气流引导送风

中图分类号: TS 652

文献标志码: A

New Techniques Applied in Circulating Air Supplying System in Wood-drying Kiln

YAN Ping¹, CAO Wei-wu¹, SHI Sheng-hui²(1. College of Mechanical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China;
2. Shanghai Songsen Wood Manufacture Co Ltd, Shanghai 201611, China)

Abstract: Based on analyzing the existing problems of conventional wood-drying kiln, two creative techniques, to which have been granted the national inventive patent, were introduced—the device for fans automatically synchro rotation and the device for controlling and adjusting air flow in circulating air supplying system of a wood-drying kiln. A steady and even circulating hot air flow, which can be regulated to straight or reverse direction, can be formed to meet the technology requirement of wood-drying when these two techniques are applied coordinately. The results of practical applications show that the drying quality of various kinds of wood can be guaranteed, the electric power used in wood-drying may be saved greatly, the efficiency of wood-drying can be increased effectively, and the maintenance and operation of wood-drying kiln can be carried out easily when the new techniques are adopted.

Key words: wood-drying; kiln; circulating air flow; fans synchro rotation; controlling and adjusting air flow

收稿日期: 2012-05-02

基金项目: 上海市重点学科建设资助项目(P1401)

作者简介: 严平(1963-), 女, 高级工程师。研究方向: 热能工程、节能技术。E-mail: pingy@yeah.net

木材干燥的目的在于改善木材的使用性能,以提高其利用率,去除水分减少木材质量以节省运输费用.由于木材干燥是木材加工过程中能耗最大的工序,约占木材加工企业总能耗的40%~70%,因此,无论是从产品质量还是从经济效益的角度考虑,干燥作业都是木制品生产中举足轻重的环节.干燥设备的创新,及其与干燥工艺的紧密配合使用,是高质量完成木材干燥作业的保证^[1-3].烘房是木材干燥作业的重要装备,烘房内的热风循环系统则是提高干燥效率、节约能源和保证产品质量的关键.

1 常规木材干燥烘房存在的问题

烘房内温度场、湿度场的均匀性是评价木材干燥烘房和确保木材干燥质量的重要指标^[4].当木材堆垛置入烘房开始干燥时,由烘房内风机提供的循环气流,经加热器加热后,在木材堆垛间隙通道中循环流动,烘房内热空气流的循环如图1所示.热空气流先按顺时针方向循环流动,如图1虚线箭头所示,在流动过程中热空气流不断向木材放热吸湿,沿程温度逐渐降低,湿度逐渐增高.若始终保持顺时针方向流动,会造成堆垛两端的木材表面温度和湿度不均匀,为此,经过一定时间后,热空气流必须反向,即逆时针方向循环流动,如图1实线箭头所示,从而使堆垛两端的木材受热干燥比较均匀^[5],如此交替直至完成干燥.在常规烘房中,这种气流交替循环是通过风机叶轮的正、反转来完成的,即风机叶轮先正向转动,产生一股向前的气流;一

段时间以后,风机叶轮再反向转动,产生一股向后的气流.这种方法虽然能使气流达到正、反向循环的效果,但是,存在着很多无法弥补的缺陷:a.因要考虑正、反向击风的均衡,因此,风机叶片形状设计受到限制,导致风机效率大大降低;b.风机正、反向转动时叶片击风状态不完全一样,而且必有一向因受电机的阻挡,导致风机正、反方向出风时的风量、风压有差异,为保证干燥所需的风量和风压,只能采用较大型号的风机;c.风机鼓风机形成气流,在风机出口不远处就紊乱扩散,无法形成射流,且气流的速度、方向无法控制;d.风机叶轮经常正、反转,容易引起故障,影响正常生产,且风机的使用寿命也会降低.

2 节能型木材干燥烘房的创新技术

2.1 烘房风机同步回转自动供风系统

针对供风正、反向气流循环不均匀问题,提出一种新颖烘房风机回转供风系统,以实现烘房内多台风机定时同步自动回转,使烘房内正、反向循环气流参数完全一致.系统由风机支架、同步回转连动机构、自动控制装置及电动机等组成,且传动机构置于烘房外,不受热湿空气的影响,不仅保证了烘房内正、反向循环气流的均匀性,而且大大提高了风机的效率和使用寿命.该系统能根据干燥工艺要求,先使风机正向供风一定时间,然后,风机停止转动,同时多台风机同步自动回转180°,风机再启动实现反向供风,风机同步自动回转装置如此往复循环直至木材干燥达到工艺要求.经计算,干燥材积为50 m³的烘房需配备风机数量 n 为3台,干燥周期内风机需24 h连续运转,常规烘房中所用风机功率 N 为每台3 kW,干燥周期 C 为15 d.采用新技术后每台风机功率降为1.1 kW,干燥周期平均缩短2 d,耗电量比常规烘房节省60%,且木材干燥质量显著上升,产生了很大的经济效益.节能型木材干燥烘房与常规干燥烘房风机耗电量比较,如表1所示.该技术已取得国家发明专利^[6]. e 为每月消耗电费, f 为每年节省电费.

表1 节能型干燥烘房与常规干燥烘房的数据对比

Tab.1 Data of comparison of conventional wood drying kiln and energy-saving drying kiln

干燥烘房类别	N/kW	$n/\text{台}$	C/d	$e/\text{元}$	$f/\text{元}$
常规干燥烘房	3.0	3	15	6 480	—
节能型干燥烘房	1.1	3	13	2 059	44 210

注:表1中的数据以每个月2个干燥周期、每年运行10个月计算,工业用电平均价格为1.00元/度.

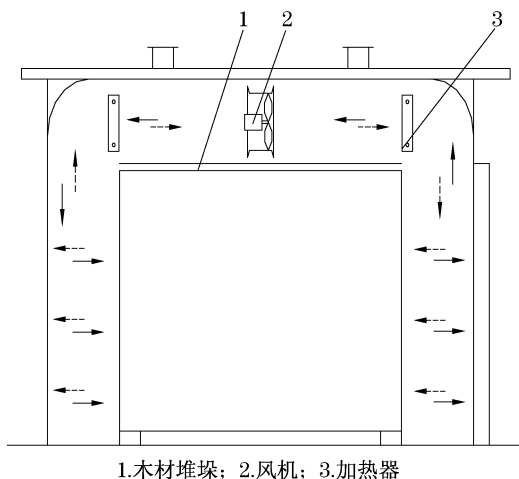
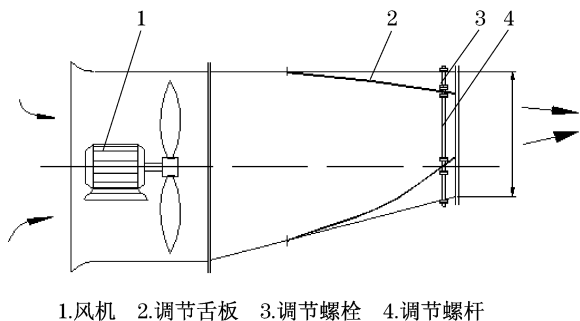


图1 常规烘房风机叶轮正反转供风系统示意图

Fig.1 Draught of supplying air system of the positive and opposite rotating in conventional wood-drying kiln

2.2 烘房可调控引导送风装置

针对供风气流紊乱扩散无法控制的问题,提出了一种新颖可调控引导送风装置,如图2所示.该装置安装在风机出口处,装置中设计上、下两块弧形金属调节舌板,通过调节舌板改变出风口截面积和气流方向,以控制气流的速度、方向和射程,从而实现理想的贴附引导送风气流.测试结果表明,该技术的应用能充分利用风机产生的能量,使送风气流平滑流畅、流动阻力小、射程远;能根据干燥工艺的要求,调节送风气流的速度、方向和射程,使其达到最佳工况,保证木材干燥质量;应用该技术能省去常规烘房必需的送风吊顶和回风吊顶,以及各台风机之间的铝制横隔,使烘房上部放置风机和散热器等设备的技术层高度降低0.5 m,不仅直接节省了烘房初投资约2万元,而且因使烘房空间缩小而缩短了木材干燥预热升温时间,提高了干燥效率,节省了能源;由于烘房内没有吊顶,用叉车装卸木材堆垛进出烘房十分简便,大大提高了工作效率,风机和散热器等设备的维护保养亦更方便.该技术已取得国家发明专利^[7].



1.风机 2.调节舌板 3.调节螺栓 4.调节螺杆

图2 烘房可调控引导送风装置示意图

Fig.2 Draught of the supplying air device of regulating direction and speed in wood-drying kiln

3 节能型木材干燥烘房的实践应用

采用上述创新技术的节能型烘房已在实践中应用,上海某木业有限公司6号、7号和8号这3座烘房原为常规烘房,干燥材积均为40 m³,因设备陈旧、能耗高而进行维修改建,采用新技术后的烘房连续满负荷运行4个月,各项指标性能良好,效益明显,达到了预期的目标要求.在此过程中进行了多次实炉测试,取得了第一手资料.

案例1 非洲进口沙比利板材,厚度50 mm,初含水率约40%,要求终含水率小于12%.原常规烘房中使用3台功率为3 kW的风机,依靠风机叶片正、反向转动产生正、反向循环气流,由于叶片正、反

向转动击风状态不一样及风机一侧电机阻挡,烘房中正、反向循环气流严重不均匀,烘干板材耗时30 d,板材终含水率11.8%.根据干燥工艺要求,新颖烘房中使用3台功率为1.1 kW的风机,采用风机自动回转供风装置,设置循环气流每4 h转向一次,即每隔4 h,3台风机同步自动转向180°,正、反向循环气流均匀平稳,烘干板材实际耗时25 d,板材终含水率11.5%,且板材总体平整,无开裂翘曲现象,干燥质量良好.两种干燥工况相比,新颖烘房节电69%,且干燥周期缩短了5 d.

案例2 北美黑胡桃板材,厚度30 mm,初含水率约30%,要求终含水率小于10%,板材干燥后用于锯切地板贴面表板,要求无开裂和变形,并消除内应力.原常规烘房设备同案例1,烘干板材耗时18 d,平均终含水率9.5%,局部最高含水率10.8%,未达到干燥工艺要求,由于干燥不均匀,部分板材出现翘曲变形.根据干燥工艺要求,新颖烘房中使用3台功率为1.1 kW的风机,采用风机自动回转供风装置,设置循环气流每4 h转向一次,新颖烘房采用两项专利技术,不仅风机耗电量大大降低,且供风气流平稳均匀,烘干板材实际耗时16.5 d,板材终含水率9.2%,局部最高含水率9.8%,较好地消除了板材的内应力,板面平整,无变形翘曲,符合后续加工要求.两种干燥工况相比,新颖烘房节电66%,干燥周期缩短了1.5 d,且干燥质量大大提高.

案例3 北美铁杉板材,厚度42 mm,初含水率约50%,要求终含水率小于12%,局部最高含水率小于14%,这种板材在湿热环境中表面易产生蓝点变色和霉斑,影响板材质量,干燥这种板材,一般先进行自然风干两周以上,待含水率降至20%~30%后,再送入烘房干燥.因后续加工产品对板面色泽要求高,又因气候条件影响,担心自然风干过程中发生蓝点变色和霉斑,故将未经自然风干的生材直接送入烘房干燥,因此,对干燥过程提出了新要求,必须很好地控制烘房内循环气流的速度、温度和方向,既要达到干燥工艺要求的干燥速率,又要防止板材湿度下降过快而引起干燥不均匀和开裂等现象.根据工艺要求,新颖烘房中设置循环气流每2 h转向一次,调节引导送风装置舌板使气流方向上倾,形成贴壁光滑射流,在烘房中形成类似自然通风的可控温度、湿度的热风气流,烘干板材实际耗时16 d,板材终含水率11.3%,局部最高含水率11.9%,板材出烘房后检验,几乎无缺陷,完全达到质量要求,充分体现了新颖烘房气流引导调控技术的优势.

实践表明,烘房风机自动回转供风系统与可控引导送风系统两项新技术配合使用,使烘房内的热空气流循环更平稳均匀且可调控,导致木材干燥质量和烘房工作效率显著提高,烘房能耗大大降低,其节能环保意义是不言而喻的。

4 结 论

a. 烘房风机回转供风系统与干燥烘房可控引导送风系统这两项有自主发明专利技术的配合使用,可以使烘房内的热空气流达到干燥工艺要求的最佳工况,实现热空气流的均匀、稳定、可调控的正、反向循环活动,且热空气流的流动阻力小、射程远。

b. 实践证明,创新技术的使用能够很好地满足多种木材干燥的工艺要求,木材干燥质量显著提高,木材干燥能耗明显降低,比常规烘房节电 60% 以上,缩短了干燥周期,使干燥成本大大降低。由于烘房技术层高度的降低,节省了烘房的初投资。烘房容积的减小,缩短了木材干燥的预热升温时间。新技术可以去掉原常规烘房中的送、回风吊顶,使木材堆垛

装卸及设备保养简便,干燥作业的工作效率大大提高,新颖烘房达到了节能环保要求。

c. 采用上述新技术的新颖烘房也适用于食品、药品、农副产品及化工产品等干燥领域。

参考文献:

- [1] 朱政贤. 我国木材干燥设备市场亟待技术规范与正确导向[J]. 木材工业, 2002, 16(1): 6-9.
 - [2] 郑万友, 张丽福. 木材干燥设备的创新途径与发展[J]. 林业机械与木工设备, 2006, 34(2): 7-9.
 - [3] 顾炼百. 我国实用木材干燥技术的进展及思考[J]. 木材工业, 2006, 20(2): 19-22.
 - [4] 刘玉容, 闫振, 伊松林. 改善木材干燥室内空气流动特性的初步研究[J]. 干燥技术与设备, 2006, 4(1): 45-48.
 - [5] 严平, 曹伟武, 钱尚源. 干燥窑用风机自动回转供风系统的研究[J]. 木材工业, 2005, 19(2): 25-27.
 - [6] 严平, 曹伟武, 钱尚源. 烘房风机回转供风系统: 中国, ZL03129112.0[P]. 2005-09-14.
 - [7] 曹伟武, 严平, 钱尚源. 干燥烘房的可控引导送风系统: 中国, ZL200510024874.1[P]. 2008-04-30.
-
- (上接第 418 页)
- [8] 李华兵, 黄兵花, 刘慕仁, 等. 用格子 Boltzmann 方法模拟 MKdV 方程[J]. 物理学报, 2001, 50: 837-840.
 - [9] 唐驾时, 刘铸永, 李学平. MKdV 方程的拟小波解[J]. 物理学报, 2003, 52: 522-525.
 - [10] 石玉仁, 郭鹏等. 修正 Jacobi 椭圆函数展开法及其应用[J]. 物理学报, 2004, 53: 3265-3269.
 - [11] Zhang Jinliang, WANG Mingliang, WANG Yaoming. The extended F-expansion method and the exact solutions to the KdV and MKdV equation with variable coefficients[J]. Acta Physica Sinica, 2006, 26(A)(3): 353-360.
 - [12] Kappeler T, Perry P, Shubin M. Solution of MKdV in class of functions unbounded at infinity[J]. Journal of Geometric Analysis, 2008, 18(2): 443-477.
 - [13] Yang Q, Zhang H J. Exact two-solution solutions for discrete MKdV equation[J]. Commun Theor Phys, 2008, 49(6): 1553-1556.
 - [14] 张卫国. B-MKdV 方程和 B-MBBM 方程的一类孤波解[J]. 兰州大学学报, 1993, 29(3): 14-19.
 - [15] 赵永明, 颜家壬. MkdV 方程的微扰理论[J]. 物理学报, 1999, 48(11): 1976-1982.
 - [16] Ahmet B. On traveling wave solutions to combined KdV-MKdV equation and modified Burgers-KdV equation[J]. Commun Nonlinear Sci Numer Simulat, 2009, 14: 1038-1042.
 - [17] Nemytskii V, Stepanov V. Qualitative theory of differential equations[M]. New York: Dover, 1989.
 - [18] 张芷芬, 丁同仁, 黄文灶, 等. 微分方程定性理论[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
 - [19] 马知恩, 周义仓. 常微分方程定性及稳定性方法[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
 - [20] Arons D G, Weiberger H F. Multidimensional nonlinear diffusion arising in population genetics [J]. Advances in Mathematics, 1978, 30: 33-76.
 - [21] Fife P C. Mathematical aspects of reacting and diffusing systems [M]. New York: Springer-Verlag, 1979.
 - [22] 叶其孝, 李正元. 反应扩散方程引论[M]. 北京: 科学出版社, 1990.
 - [23] Zhang Weiguo, Chang Qianshun, Jiang Baoguo. Explicit exact solitary-wave solutions for compound KdV-type and compound KdV Burgers-type equations with nonlinear term of any order[J]. Chaos, Solitons and Fractals, 2002, 13: 311-319.