

研究与开发

干燥窑用风机自动回转供风系统的研制

严平¹, 曹伟武¹, 钱尚源¹, 施胜辉²

(1. 上海工程技术大学, 上海 200336; 2. 上海松森木业有限公司, 上海 201611)

摘要: 为了克服常规木材干燥窑供风不均匀以及效率低等缺点,设计了一种干燥窑用风机自动回转循环供风系统(SUES)。实践结果表明,与常规干燥窑供风系统相比,SUES系统不仅可保证木材干燥质量,而且比常规干燥窑节省耗电量60%左右,大大降低了干燥窑的运行费用和木材的干燥成本,并使干燥周期平均缩短2天,已获国家发明专利。

关键词: 木材干燥窑; 自动回转风机; 供风装置

中图分类号: TS652 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2005)02-0025-03

Development of Auto-cycle Air Supplying System of Rotary Fans Used in Wood-drying Kilns

YAN Ping¹, CAO Wei-wu¹, QIAN Shang-yuan¹, SHI Sheng-hui²

(1. Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 200336, China;

2. Songsen Wood Manufacture Co Ltd, Shanghai 201611, China)

Abstract: The authors of this paper developed an automatic rotary-air circulating system for wood-drying kilns to overcome the defects of conventional drying systems. The defects this new equipment corrects are low kiln efficiency and uneven air flow. The system is called SUES (Shanghai University of Engineering Science) and the authors have described the construction and working principle in this paper. A practical demonstration showed that, in comparison with a conventional air supplying system for a same size kiln (50 m³), the one equipped with SUES system not only could cut down the drying cost and kiln operating cost, but also could save 60% electricity consumption and shorten drying period for about two days with better drying quality. The system has obtained patent authority.

Key words: Wood-drying kiln; Auto-rotary fan; Air supplying system

我国是森林资源紧缺的国家,对木材资源的高效利用,可以有效地保护森林资源^[1]。在木材加工过程中,木材干燥是不可缺少的步骤,而且直接影响木材的加工质量和利用率。因此,研究高效节能型的木材干燥窑系统是提高干燥质量、节约木材资源的重要措施,对保护森林和节约能源具有重要意义^[2]。

本研究旨在开发一种新型的干燥窑风机循环供风系统,以达到节能降耗、提高木材干燥质量之目的。

1 木材干燥机理

收稿日期: 2004-06-25; 修改稿: 2005-02-21

作者简介: 严平(1963—),女,上海工程技术大学能源与环境工程研究所高级工程师。

木材干燥加工中,木材干燥窑是硬件,干燥工艺是软件,二者紧密配合才能高质量地完成木材干燥作业^[3]。木材干燥过程是木材内部及其表面与干燥介质间的传热传质即水分迁移的过程,由于木材内水分通道是非均质、超微细毛细结构,且木材干燥过程是非稳态的传热传质过程,因此,影响该过程的因素很复杂^[4]。

以圆木为例,圆木中心的湿度高,预热干燥时,当干燥介质即热空气在其表面流过时,表面的水分吸热蒸发,中心的水分则逐步向表面扩散,在木材内部形成一个从中心向表面逐渐降低的湿度梯度。同时,随着热空气的流动,热量不断传入圆木,圆木表面温度升高,在木材内产生一个反向的、从表面向中心逐渐

降低的温度梯度。由于圆木中的湿度梯度和温度梯度相反,表面温度高、但水分含量低,中心温度低、但水分含量高,因而不利于木材干燥的进行。

为了在干燥过程中尽可能使温度梯度和湿度梯度在方向上保持一致,可采用的措施是:首先用高温、高湿空气(或其他介质)对圆木进行预热处理,使其中心和表面的温度、湿度同时升高,然后降低空气的温度、湿度,使圆木表面的温度、湿度随之下降,造成圆木中心至表面的温度梯度和湿度梯度一致,从而取得良好的干燥效果^[5]。

如何调整干燥窑内热空气的温度、湿度及风速,产生最佳的水分传递速率的推动势,使木材内部吸着水的迁移速率符合木材干燥工艺要求,将直接影响木材干燥的速度和质量。迁移速率太快,易使木材开裂、变形,影响木材干燥质量;迁移速率太慢,则木材干燥时间太长,增加能耗和干燥成本。鉴于在不同的干燥温度、相对湿度和风速下,木材内的热量和水分传递规律都不一样,笔者等研制开发了一种 SUES 供风系统,用以保证干燥窑内可实时调控温度和湿度的介质空气流,在木材表面以一定的速度流动,以达到高效、高质量干燥木材的目的。

2 风机同步自动回转循环供风系统

2.1 常规木材干燥窑的供风系统

热风循环系统是木材干燥窑提高效率、节约能源、保证产品质量的关键,要求空气流流速稳定,沿木材堆垛横截面上的风量均匀。该空气流由风机提供动力,经过加热器加热后,以顺时针方向流经木材堆垛,如图 1 虚线箭头所示。考虑到空气流在流动过程中,不断向木材放热吸湿,沿程温度逐渐降低,湿度逐渐增高,造成木材堆垛二端的木材表面温度和湿度不均匀,因此,经过一定时间后,空气流必须反向流动,即逆时针方向流动,如图 1 实线箭头所示,从而使木

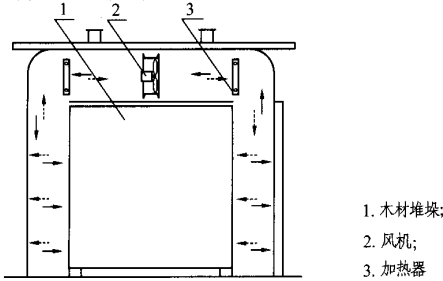


图 1 常规干燥窑风机叶轮正反转供风系统
Fig. 1 Air circulation by reversible-fan system in conventional kilns

材堆垛两端的木材受热干燥均匀。由此可见,干燥窑内气流定时交替进行正反向流动对于保证木材干燥质量的重要性。

目前的常规干燥窑均靠风机叶轮的正反向转动产生定时交替正反向流动的热风循环气流,即风机叶轮先正向转动,产生向前的气流,一段时间后再反向转动,产生向后的气流。这种方法虽然能达到一定的供风效果,但是存在着很多无法弥补的缺陷。首先是必须同时考虑风机正反向转动时的出力(风压和风量),故风机叶轮叶片的设计受到限制,无法选用高效叶片,导致风机效率和干燥效能大大降低;其次是为了兼顾正反向供风的要求,必须选用大功率风机,使耗电量大大上升,风机效率低;第三,即使考虑了风机正反转对叶轮叶片设计的要求,实践证明:风机叶轮正反转时,总有一个方向因电机阻挡的影响而出力减小,而且叶轮正或反转时叶片击风状态不完全一样。导致叶轮正、反转时产生的风压、风量有明显的差异。若以正转为标准满足供风要求时,则反转时的风压风量偏低;若以反转为标准,则正转时的风压风量过高,两种情况均不能满足木材干燥质量的要求。

2.2 SUES 窑用风机回转循环供风系统

为了克服现有常规蒸汽或热水木材干燥窑循环供风系统存在的缺点,笔者等研制开发了一种高效节能的风机同步自动回转循环供风系统,即 SUES (Shanghai University of Engineering Science) 系统,工作原理如图 2 所示。

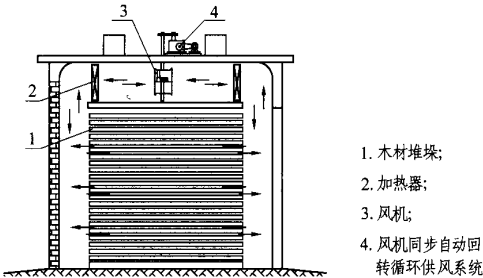


图 2 干燥窑 SUES 风机回转供风系统
Fig. 2 Air circulation by SUES auto-circulated system in wood drying kiln

该系统的创新设计在于风机的循环供风装置,可带动干燥窑内所有风机同步转动,并根据需要设定回转间隔时间、回转速度、回转角度,实现自动均匀循环供风。其配备的电机装有自控装置,以控制风机在自动回转时叶轮的瞬间停转,当回转到位时,自动启动供风。供风控制装置由电脑执行操作,可通过程序予以调节。其优点体现在:①正、反向风压风量相同,供

风均匀、稳定,流经木材堆垛的气流速度不变,干燥窑内上下温差小,木材干燥均匀,可保证木材干燥质量,缩短干燥周期;②可选用高效、低噪声、节能环保型的单向风机,在降低风机的耗电量、干燥窑的运行费用和干燥成本的同时,还可减轻风机噪声对周围环境的污染,创造良好的劳动环境,保护操作人员的身体健康;③装置本身结构简单,投资小,易推广使用。SUES 风机同步自动回转循环供风装置现已获得国家实用新型专利(授权号:ZL 03 2 31839.1)。

3 经济性比较

以一座 50 m³ 木材干燥窑为例,按目前工业用电平均 0.78 元/度、每个月以运行 26 天计算,常规干燥窑和采用 SUES 供风系统的改进干燥窑的经济效益对比见表 1。

表 1 常规干燥窑与 SUES 供风系统干燥窑节电效益对比
Tab. 1 Comparison of electricity cost between conventional and SUES equipped wood-drying kiln

干燥窑类别	供风系统工作方式	风机功率/kW	风机数/台	月耗电量/元	年节电费/元
常规窑	风机叶轮正反转	3.0	3	4380	0
改进窑	SUES 循环供风	1.1	3	1606	33200

由表 1 可见,改用 SUES 供风系统的干燥窑可节省耗电量 60%。其次,SUES 系统循环供风装置正反向供风均匀、稳定,无论风机是正向还是反向供风,流经木材堆垛的气流速度不变,木材干燥均匀,故干燥周期也可缩短。在沪某企业使用配备 SUES 供风系统的干燥窑干燥甘巴豆木(*Koompassia* spp.)、茛茄木(*Intsia* spp.)、柞木(*Quercus* spp.)等地板配料,实际应用表明,干燥周期可从原来的 13~17 天缩短至 11~15 天,且木材干燥质量良好,经济效益和社会效益可观。上海某企业 2003 年建造了 5 座带 SUES

供风系统的高效节能木材干燥窑,经一年正常运行,5 座窑共节省电费 16.60 万元。另外,由于干燥周期缩短 2 天,运行费用降低,全年共节约用煤 150 t,折合人民币 3.75 万元,节省电费 2.12 万元。

4 结论

1) SUES 高效节能风机回转循环供风系统正反向供风均匀稳定,风压风量相同,流经木材堆垛的气流速度不变,使木材干燥均匀,干燥周期平均缩短 2 天,且木材干燥质量良好。

2) 一座 50 m³ 的木材干燥窑,采用 SUES 供风系统,每年可比常规干燥窑节约电费 60%,使干燥窑的运行费用和木材干燥成本大大降低。

3) SUES 供风系统可选用高效、低噪声、节能环保型的单向风机,对环境保护有利,而且整套装置的投资小。安装了 SUES 供风系统的干燥窑运行一个月就可以从节约的电费及被替代的相应设备费用中回收全部的投资,由于干燥周期缩短、产品质量提高产生的间接经济效益还未计算在内。

4) SUES 供风系统不仅可应用于木材干燥窑上,而且还可用于药物、食品等干燥领域中的各类烘房、烘道和烘箱上。

参考文献:

- [1] 熊满珍. 发展木材工业,促进林业可持续发展[J]. 木材工业, 2005, 19(1): 11-15.
- [2] 滕通濂. 我国木材干燥工业展望[J]. 林业科技开发, 1998(6): 6-8.
- [3] 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.
- [4] 张璧光. 我国木材干燥要靠科技创新促名牌产品[C]. 第八次全国木材干燥学术讨论会论文集, 2001, 15-19.
- [5] 严平. 木材干燥机理和应用研究[J]. 林业机械与木工设备, 2002(6): 7-9.

(责任编辑 鲍加芬)

第九届国际林联木材干燥研讨会八月在宁召开

由南京林业大学承办的、第九届国际林联国际木材干燥研讨会(9th International IUFRO Wood Drying Conference)定于 2005 年 8 月 21—26 日在南京新世纪大酒店举行。

会议主要内容:木材干燥中的应力应变;传热传质;木材与水分;实用干燥技术;新型干燥技术;干燥窑及设备;干燥窑的控制与传感技术;质量控制与节能;其他相关技术。

有意参会者请联系:

南京林业大学顾炼百教授

地址:南京市龙蟠路南京林业大学木材工业学院

邮编:210037

电话:025-8542 7058

传真:025-8543 5067

E-mail: iufro-wdc@wooddry.com

iufrowdc@njfu.edu.cn