

国外人造板机械发展状况与技术特点

路 健, 傅万四, 张 伟

(国家林业局北京林业机械研究所, 北京 100013)

摘 要: 介绍国外人造板机械发展状况和技术特点。目前国际人造板机械行业呈现出三大巨头公司—Metso、Dieffenbacher 和 Siempelkamp 引领潮流的局面, 他们所交货的人造板机械成套设备, 已占全世界总生产能力的 80% 以上。针对目前世界人造板的发展趋势, 以中密度纤维板 (MDF) 生产线为例, 论述了主机设备的发展与技术创新特点, 并对如何发展我国人造板工业和人造板机械制造业提出新的看法和见解。

关键词: 国外; 人造板机械; 状况; 新技术; 发展

中图分类号: TS653 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-036X(2003)05-0001-07

The developing trend and technology feature of foreign WBP machinery

LU jian, FU Wan - si, ZHANG Wei

(Beijing Forestry Machinery Research Institute of State Forestry Administration, Beijing 100013, China)

Abstract: To introduce the development and feature of foreign wood - based panel (WBP) equipment. In the world's WBP machinery field, it has been appeared that the tideway complexion to be led by three main suppliers, i. e. Metso, Dieffenbacher and Siempelkamp, and the WBP capability produced by their equipment is over 80% of the world's total value. In allusion to the world's WBP developing trend, by the way of a sample for me dium density fiber - board (MDF) line, to state the main equipment's development and the new technology's keys, and to point out the new view and opinion for how to develop WBP industry and WBP machinery manufacture industry in China.

Key words: foreign; wood - based panel machinery; situation; new technology; development

人造板工业能高效利用木材或其他植物纤维

资源、缓解木材供需矛盾, 是世界林产工业的支柱产业。五十年前, 中密度纤维板和定向刨花板最初出现在美国市场, 二十年后被引进欧洲。如今, 木质人造板仍然是世界上使用最多的木质材料之

收稿日期 2003-09-18

作者简介: 路健(1954—), 男, 辽宁人, 国家林业局北京林业

机械研究所所长, 研究生, 高级工程师。

© 1994-2008 China Academic Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

一。据联合国粮农组织(FAO)报道,2000年世界木质人造板(含单板、胶合板、装饰板和纤维板)产量接近1.9亿 m^3 (其中:胶合板占30.1%,刨花板占44.4%,纤维板占17.3%),较十年前增长了57%以上。近十年来,世界人造板工业之所以得到飞速的发展,一方面得益于木材资源由利用天然林资源为主向利用人工林为主转变,另一方面得益于人造板工艺技术的长足进展、新技术的普遍采用和主机设备的技术进步。可以说,市场的需求给人造板工业发展提供了广阔的空间,而人造板机械的技术进步使这个空间得以迅速填充。那么,国外人造板机械的发展有哪些技术特点呢?

1 成功的集团化重组,促使其核心竞争力迅速提升

进入20世纪90年代以来,国外人造板工业发展十分迅速,为了面对激烈竞争的国际市场,国外众多人造板机械企业进一步实现了大型化、集团化重组。德国Bison公司被德国Kvaerner公司收购后又转让给Valmet公司,后来又与瑞典Sunds公司、德国Kusters公司压机部、法尔尼工程公司(Fahrni Engineering)和福来克特(Flakt)纤维干燥部一起先后被国际造纸及矿山行业跨国公司美卓(Metso)收购,形成了美卓人造板部,可提供中密度纤维板、刨花板和定向结构刨花板成套设备,形成所有设备可由美卓公司全包的实力;德国的辛北尔康普(Siempelkamp)公司于近年来收购兼并了Büttner、SHS和ATR等公司,并且在CMC-Texpan、IMAL和PAL等意大利人造板设备生产厂中拥有股份,形成了整条生产线设备的加工生产能力。特别值得一提的是,该公司收购了著名的Sicoplan人造板设计院,增强了公司的工程设计和安装调试指导能力;以制造连续压机而出名的德国迪芬巴赫(Dieffenbacher)公司也不甘示弱,收购了德国的卡尔申克(Carl Schenck)公司的人造板部,并在加拿大安大略省建立了迪芬巴赫北美公司,接管了精密工具制造商卡尔强(Karle&Jung)公司,拥有了申克曼皮尔(Schenkman&Piel)公司的股份,进一步提高了成套设备的生产能力,这样便形成了目前的国际人造板机械行业的三大巨头—Metso、Dieffen-

bacher、Siempelkamp。这三大集团公司在实施产品差异化战略方面取得的成功,使得其开发能力和市场营销能力更强、产品的知名度和美誉度更高,迅速提升了企业的核心竞争力。据报导,辛北尔康普、美卓、迪芬巴赫三大集团公司,2001年的人造板机械销售总额达到12.75亿欧元。三大集团公司所交货的人造板机械成套设备,已占全世界总生产能力的80%以上,接近垄断全球。这一切表明,三大集团公司在人造板机械领域取得的成功,与他们成功地实施集团化重组战略是分不开的。

2 连续压机的问世,促进了人造板工业的飞速发展

人造板工业是世界林产工业现代化的重要体现,工业的现代化离不开生产技术与装备的现代化。近年来,世界人造板工业的飞速发展,与促进工艺技术长足发展的核心设备的技术创新是分不开的,最突出的例子是连续压机的问世。

2.1 连续压机的发展过程

1977年,德国Kusters公司(现归美卓)率先生产了钢带辊子链式连续压机,安装在比利时年产12万 m^3 刨花板生产线上,已运行20多年,技术状况良好;Bison公司(现归美卓)1981年首先推出了钢带油膜连续压机,又称门德(mendo)压机,用于本公司刨花板生产线。现美卓公司可提供长度为44米的连续压机,最大产量可达35万 m^3/a ;Siempelkamp公司1984年为美国生产了用于中密度纤维板生产的连续压机;Dieffenbacher公司1990年向丹麦提供了该公司第一台连续压机,1997年提供了世界上第一台带有微波预热的连续压机用于单板层基材生产。1998年提供了2000 m^3/d 、长度达50m的连续压机用于木质刨花板生产。2000年,迪芬巴赫公司生产的世界上最大的12英尺宽OSB连续压机,安装在加拿大的爱贝塔(福特纳林产品有限公司)一条70万 m^3/a 的定向刨花板生产线上。该机总长63m,重3,600t,压机压板尺寸为56.7m \times 4.0m,设计最大产量(按厚度7/16英寸计)为2,100 m^3/d 。最近,迪芬巴赫接到美国威尔迈特公司的一条连续压机生产线订单,是公司的第50条连续压机订单。

2.2 连续压机的新特点

连续压机具有生产连续、产量高、幅面大、规格灵活等特点,有效地促进了人造板工艺技术、生产线其他相关设备与控制检测技术的长足发展,可以说,连续压机的出现是人造板工业的一场革命。回顾人造板机械的发展史,迪芬巴赫、美卓、辛北尔康普三大集团无一例外都是紧紧抓住热压机这个生产线龙头设备的技术创新进行的。现已投入使用的连续压机主要有四种技术特点:一,柔性进料口设计。在结构上有一柔性弹簧板,不是强迫压板变形。在生产薄板时,可防止蒸汽冲出造成板坯被破坏及叠板等现象,减少进料端粉尘排量,并且可提高成品板的表层密度。提高钢带运行速度,生产线速度最快可达 1500mm/s ;二,上下压板各自承受一维的工艺变形。可有效地控制在热压过程中板坯压力的位置梯度和内部气压分布梯度,可人为设计成品板的断面密度曲线,减少分层放泡。同时还不易造成压板疲劳损坏和钢带跑偏,可减少钢带振动量,便于调整厚度规格;三,辊毯预热系统。德国 Dieffenbacher 公司的连续压机在辊毯回送过程中有保温和预热系统,使回送钢带温度接近热压板温度,使板坯快速升温,改善板坯加热过程的工艺特性;四,具有独立的冷却区。芬兰 Metso 公司的连续压机具有独立的冷却区(专利技术),降低了板材的温度,也降低了板材内整体的压力,可在确保板坯不“放泡”的情况下缩短压机长度,提高压机生产速度。

近期,美卓公司正在开发创新性的喷蒸连续压机,以提供更高产量和更加灵活的产品,在同一台压机上可实现板材密度从 $250 \sim 1000\text{kg/m}^3$ 范围内的变化。在压机进料线上喷射 130°C 的蒸汽,可以允许使用更加环保的胶粘剂,而不需要在普通压机上所需的较长的热压时间。

3 连续压机技术不断创新,带动了相关设备的技术进步

近年来,国外新建的刨花板、OSB 及 MDF(含 HDF、THDF)生产线,单线生产能力基本都在 20 万 m^3/a 以上,几乎全部采用连续压机技术。目前世界上在线运行的单线产量最大的 MDF 生产线安装在

德国 Kunz 人造板公司,该线热磨机由奥地利 Andritz 公司提供,主线设备由德国 Dieffenbacher 公司提供,设计产量 $40 \text{万 m}^3/\text{a}$,连续压机总长 46.78m ,毛板宽度 $2050 \sim 2650\text{mm}$,板厚规格 $2 \sim 40\text{mm}$,成品板密度 $600 \sim 950\text{kg/m}^3$ 。据报导,世界上已投入使用的连续压机共有 126 台,占世界人造板生产能力的 67.7%。可以说,连续压机领导了核心设备技术创新的新潮流,并带动了生产相关主机设备、控制检测技术和生产工艺的技术进步。

以中密度纤维板(MDF)生产线为例,介绍主机设备的发展与技术创新特点:

3.1 热磨机

二十世纪三十年代顺智(Sunds)公司的阿斯普鲁德(Asplund)发明了第一台热磨机,他的公司由迪非不拉特(Defibrator)成长为顺智公司,现归属为美卓公司。热磨机一词(Defibrator)既是美卓公司的热磨机商品名,也是公司名。如今,配备单台美卓磨机的 MDF 生产线生产能力已超过 $30 \text{万 m}^3/\text{a}$,在世界纤维(含造纸纤维)生产上处于领先地位。1992 年美卓开发了 M 系列热磨机,软木纤维生产能力为 $5 \sim 40\text{t/hOD}$,有 M42~66 的 5 种型号,以结构紧凑、动力大、操作简单、使用经济和全自动控制为特征,成为业界高品质和高可靠性的标准。近期,美卓新推出了 P 系列的热磨机,与 M 系列相比,外形一致,但内部已经有 100 多处改进,如:新型的坚固轴承(SKF)结构,使用寿命提高 3 倍,可防止由于进料引起的磨室压力尖峰导致前轴承损坏;改进轴承润滑注油方式,减小前后轴承座径向间隙,降低了后端轴承的预载荷,优化轴承配合,改进了磨机在储存和运输过程中对轴承的保护,新型注油系统增加了润滑油的流量控制,过滤精度达到 $3\mu\text{m}$,回油管路增设油气分离滤芯、流量传感器;采用行星的转动盘叶片设计,防止对磨室体旋转部件的磨损;采用新型的前后轴承端盖和磨室分体设计,使维修和更换磨片更方便。

奥地利 Andritz 公司是全球最大的造纸制浆设备供应商之一,还生产航天设备、发电设备等。2002 年的销售额为 93 亿欧元,其中人造板设备的销售额约 2400 万欧元。该公司新推出的产品是侧开门式热磨机,磨实体端盖可侧向打开,磨片的更

换和维修更方便。该公司提供的 ABS68/70-1CP 型热磨机,磨盘直径 70"、主电机功率 11,000kW、最大生产能力 40t/hOD,是目前世界上在线运行的最大热磨机。

德国帕尔曼(Pallmann)公司是世界最著名的木材削片设备制造商,对于 MDF/HDF、OSB、刨花板和石膏刨花板产业,帕尔曼可提供全套木场和纤维制备设备。该公司生产的 PR32~60 系列热磨机,主电机功率为 240~8,000KW,生产能力为 0.9~32t/hOD。PR 系列热磨机的磨盘间隙可通过电子仪器连续显示,精度可达 0.01mm。帕尔曼最新研制出的新型 MDF 热磨机系统是 PR62。该系统综合了世界各国热磨机的特点,最重要的创新是热磨机的主轴支撑装置,即轴的前、后部安装了重型辊子轴承,便于吸收径向力,而轴的中部有特别设计的液力支撑装置,用于吸收热磨过程中的轴向力。整个装置可长期保持良好的润滑,从而达到平稳而基本无磨损的工作状态。Pallmann 公司生产的第一台热磨机,在墨西哥使用了 22 年,未更换过 FAG 液力轴承。

3.2 铺装机

直到 1997 年,用于 MDF 生产的铺装机市场上仅有两类:真空铺装机和机械铺装机。1999 年,美卓公司推出了第三类铺装机—活动式铺装机。这种单头铺装机的技术特点在于,铺装时铺装头的辊子可以活动。活动式铺装机的计量料仓壁由胶合板构造而成,降低了常常带来铺装机出现故障的凝结水的风险,也降低了纤维静态粘接的风险;带耙辊的铺装头在铺装带上运行铺出板坯,耙辊滚床的角度可自动调整,当铺装板坯时,它允许最高的耙辊仅在板坯的表面工作,辊床的角度仅以纤维的堆积密度而调整。单头铺装机的优点在于:无须板坯扫平,没有纤维再循环,降低气力输送系统投资,降低了能耗,降低胶的消耗,更均匀的纤维含水率,优良的板坯结构整体性,铺装精度高于 $\pm 2\%$ 。

辛北尔康普开发的新型中密度纤维板铺装机,纤维由底部计量输送带和料仓出口前端的盘式铺装辊进入,通过 2 个打散辊(已申请专利)输送到具有齿形辊的机械铺装头上。齿形辊的倾斜度和速度可以调节,以保证纵横方向纤维被均匀地铺在板

坯运输带上,铺装头倾斜角度和高度可调。铺装头的下方是一个带一组水平辊的水平铺装头,它的作用是在单位面积的板坯高度和纤维密度中产生均匀重量的板坯。

3.3 砂光机

砂光机是决定成品板表面质量的关键设备之一,国外多采用 8 英尺宽的在线连续砂光机。瑞士斯铁曼(Steinemann)公司的 Satos 砂光机是世界著名品牌,市场占有率居世界前列。该公司推出的新式 Satos 系列矿石铸造框架砂光机,用特种矿石复合材料制成砂光机框架,这种材料同时具有金属的韧性和石头的刚性,温度系数仅为金属的 1/50,吸收振动能力是金属的 10 倍。自上世纪 70 年代末,在机床行业矿石铸造技术的应用已经非常成功,在砂光机领域 Steinemann 公司独家拥有专利技术。该公司 8 砂架砂光机的砂光厚度误差为 $\pm 0.075\text{mm}$,表面光洁度达到 180 目。Satos 系列宽带砂光机自 2000 年夏季推向市场以来,已经销售 28 台砂光机(中国拥有 10 台)和 210 台砂光头。

意大利的 Imeas 公司有近 40 年的历史,是欧洲唯一的由创始家族稳定经营的砂光机制造公司。1995 年,Imeas 为阿根廷的 Masisa 公司设计和交付了最新型的“超霸系列”砂光机。这种新的机型具有砂辊动平衡误差在 10g 以内,精砂砂垫挠度可调且内部带循环水冷却,采用气缸通过精密齿轮/齿条副传动两边的机械式顶杆张紧砂带,砂带调偏系统只有需要时才会摆动等特点,适应了现代人造板工业高产、高速、超宽的生产需要,使得砂光这一环节的控制更加稳定。

4 新技术的广泛采用,使得整厂设备更可靠、更环保

近二十年来,人造板机械生产发达国家提供的人造板生产线,基本都采用计算机集中控制,通过现场总线系统实现在总控制室完成全线检测与控制,一般每班只需要 7~8 名生产人员,所有操作均通过人机界面来完成,通过连续监控和不断调整实现最优的生产过程,通过高度自动化和高度灵活性来实现经济性生产;采用专用能源工厂,既可节省大量的燃料成本,又可消化工厂剩余物,使生产更

加环保。在这些方面,现代化的中密度纤维板(MDF)生产工厂是力求与世界先进技术发展保持同步、广泛采用新技术的代表,主要体现在:

4.1 远程在线监控服务技术

生产线远程在线监控服务系统,可保证 24h 的任何时间、全球范围内的任何地点解决用户本地的问题。这种生产线远程在线监控服务系统,过去采用数字式网络(ISDN)和卫星通讯联络方式,现在发展到国际互联网(Internet)。在人造板生产线铺装和热压工序中,应用多媒体远程诊断、技术支持、维护和故障检修功能已经成为现实,从而节省了技术支持人员的差旅费用,大大提高了生产线运行的可靠性和生产量。迪芬巴赫公司的远程在线监控服务系统,将工厂所有相关的操作数据实时地传送到服务中心进行分析诊断。远程控制和移动摄像装置可以设置在工厂生产线需要的位置,实时地传输画面和声音。双向的技术交流确保用户实时得到迪芬巴赫技术中心的相关数据和分析结果,确保及时诊断和发现问题,技术交流还可以通过多媒体视频会议等方式进行。在用户发出准许商家进入系统口令后,技术中心的服务专家可以直接访问工厂的所有的软件和硬件装置(可视化、可编程控制器、驱动、现场总线、位置自动化系统等)和与客户直接对话,进行故障处理,提供现场的解决方案;在有工程师在现场的情况下,该系统可使他们在第一时间判断故障,允许技术人员提出解决方案,从而决定该派什么样的专家去现场,大大减少停机时间。如果用户许可,还可进行有关程序的更改或优化处理。该项技术是迪芬巴赫的专利。

4.2 自动化过程控制技术

应用在人造板生产上的先进的自动化过程控制技术,把一次控制与基础自动化控制完全分离,使生产线不受过程管理配置的影响和约束,采用面向未来的先进技术,如分布式智能开放式系统、数据联网和中心数据库等;在人机对话方面,按人机工程学设计使用界面,操作简便,具有过程及质量数据管理、生产数据管理和报告、自动更换产品、带有配方和订货管理的全自动生产和企业范围的信息接口等先进功能。自动化过程控制系统作为生产过程和产品的在线信息平台,目的在于提高设备

和生产的效率,通过连续监控和不断调整实现最优的生产过程,通过高度自动化和高度灵活性来实现经济性生产。迪芬巴赫自动化过程控制系统(PRODACON)出众的工艺管理主要体现在:通过节能和节约原料降低成本,通过连续对所有参数的记录、检查、控制和最优化来提高板材的质量,通过清晰的彩色示图提供的信息,实现轻松操作;通过对话、简单术语表示的可视画面和帮助功能确保避免误操作,通过产品数据报告和评估完成控制和计划,通过对故障源的系统性地识别和分析以及在线支持,降低停机时间和提高生产效率;不需中断运行,可全面、自动完成生产调整并根据指令令全自动化实施生产控制;有在线维护系统。

4.3 新型板坯预热技术

在过去的三年中,迪芬巴赫成功开发了一种新的板坯预热系统,通过控制饱和蒸汽加热板坯表面,用来预热定向刨花板、纤维板或刨花板板坯表面,使之达到 100℃。蒸汽加热系统包括上、下蒸汽加热板和上、下网带。蒸汽加热板中有面向网带一侧各种孔组成的管道。蒸汽通过管道和网带进入板坯,直接加热板坯,使得板坯达到蒸汽温度 100℃左右。预热系统安装在即将进入热压机工序之前的输送带上,长度是 1~4m。这样,从预热到热压机加压点的板坯输送距离非常短,板坯在没有加压时的加热时间非常短,阻止了胶的预固化。与加热整个板坯或仅仅加热板坯芯部相反,新的预热系统只是加湿、加热、软化了板坯的表面,避免了热压机对板坯芯部高度压缩,减小了原料板坯的密度。原材料的节省降低了用户的制造成本。迪芬巴赫将新型板坯预热技术应用在中密度纤维板厂的一台 33m 长连续压机上,通过对 8~12mm 厚度中密度纤维板的试验表明热压时间减少 15~20%。

4.4 X 射线多功能测量和评价技术

迪芬巴赫新近推出一种安装在铺装线的 X 射线多功能测量和评价系统。该系统安装在连续压机之前的铺装线上,能够探测纤维、刨花或定向刨花板坯中金属和非金属的高密度杂质,例如普通金属或磁铁探测器不能够检测到的胶粒、超密度纤维粒、塑粒粒子和铝粒子。混杂在板坯中的杂质能够对连续压机的钢带造成不能还原的损坏,特别是在

薄板的生产中,该系统能够识别各种杂质的形状,存储各种杂质的三维图象和趋势曲线用于以后的评估。该系统不仅做到完全保护钢带免受非金属、高密度杂质如胶粒和纤维粒的损害,而且还能够检测纤维、刨花或定向刨花板坯整个铺装宽度范围内的板坯重量和铺装质量。此外,操作员和工艺员还可获得板坯铺装后铺装质量的整个示意图,这是任何传统称量或横向板坯称量系统无法提供的。

4.5 连续压机的紧急卸载技术

迪芬巴赫开发的连续压机紧急卸载系统(从1997年开始),是用于新一代连续压机的更安全、更快捷和更柔性化的卸载系统。紧急卸载系统作为独立的单机系统,一旦自动化装置失灵(压机用计算机、可编程控制器、电源、驱动等),紧急卸载系统可用于手动或自动卸载压机,保护压机安全,减少机器停工时间。假使出现故障(火灾、停电等),没有外部力量(绳索绞盘机,提升叉车等)帮助连续压机的卸载时,连续压机将由紧急卸载系统中的液压马达驱动,实现产品从连续压机中整体移出所需的所有功能;同时,上部辊式输送带的辊轮由另外的气动装置驱动,保证了所有必需装置动作时连续压机的安全。紧急卸载装置由截止阀控制,根据需要启动紧急卸载系统。独立的紧急卸载系统工作时只需较小的工作压力。

4.6 钢带运动优化系统

Dieffenbacher 新的钢带运动优化系统,用于连续压机以产品为导向的钢带运动控制。钢带运动控制设备与新的控制技术以及独特的技术诀窍相结合,使得所有 CPS 压机的钢带控制均得到改善。该系统具有对钢带全闭环的带边进行可靠的线性指示;优化和安全的控制理念及控制技术;实时调整设定值与实际值偏差量的补偿,通过优化钢带运动,使设备正常运行的时间更长和更高的生产安全性等优点,优化了钢带的运动,在钢带高速运动和频繁更换产品规格的情况下,仍然可进行连续生产。迪芬巴赫公司在新建的生产线上将配备钢带运动优化系统,现有的生产线上也可改造安装该系统。

4.7 纤维清洗技术

纤维清洗技术是近 5 年来发展起来的新工艺

和技术,三大公司均有采用,虽然技术原理和所采用的设备结构各有不同,但功能与作用基本相同。该项技术的出现满足了生产高密度薄板(THDF)的需要,因为 THDF 对纤维质量要求更高,少量的金属或非金属高密度杂质就会影响产品质量,甚至损坏钢带。因此,施胶纤维从干燥机出来以后需要进行一次风选清洗,又称“重物分离”,将异物、纤维团、胶疙瘩等杂质除掉,确保进入铺装阶段的纤维质量。迪芬巴赫的纤维清洗技术,可以将 95% 的沙子和金属、直径超过 1.2mm 的重物以及已形成立方体或球形尺寸大于 3.5mm 的胶块和纤维体分离出来。对纤维进行风选清洗的气力系统采用“热风闭路循环式”,防止纤维冷却导致结露和胶料的预固化,一般采用 230~280℃ 热油作为预热风的热源,进入系统的热风温度通常为 80~100℃。

4.8 纤维干燥技术

在中密度纤维板生产工业技术中,传统的单级干燥机采用高温干燥,纤维原料易出现预固化和含水率不均匀,常常发生纤维表面过干而芯部还相当湿,既影响板坯热压性能,又增加施胶量。美卓推出的一个重要改进就是使用二级闪急式干燥。在二级干燥机中,第一级干燥提供快速干燥能力,干燥入口的温度与传统干燥机使用的温度基本相同,但持续时间短,这时离开一级干燥的纤维含水率还相对较高;第二级干燥在一个相对较低温度下进行,纤维在干燥管道中滞留的时间相对较长,以确保纤维更加温和地完成干燥的全过程。二级干燥最新发展技术是回风系统(RAS),即把第二级干燥旋风分离器出口空气(有一定的热量且湿度低)回用到一级干燥,使系统总外排风量降低,且热量消耗显著降低。

4.9 纤维调质技术

美卓公司为了进一步改进人造板生产线性能,研制出了能充分提高热压性能的纤维调质系统。板坯在热压机中所需的加热时间,取决于压板的热量向板坯芯部传递的速度。该系统可将板坯的温度最低加热至 45℃,靠提高板坯的温度,可提高压机产量 20~30%。该系统为在干燥机和铺装机之间的特殊控制系统,能使系统内的热空气保持适当的温度和湿度。需要特别指出的是,由该系统提高

生产效率产生的效益远远大于对该系统的投资。

4.10 能源工厂—节能环保技术

国外人造板工业普遍采用专用能源工厂的方式提供热能,在 MDF 生产线上几乎 100% 装备有能源工厂。能源工厂以树皮、碎料、锯屑、砂光粉甚至热压机废气和少量的污水等剩余物为燃料,产生工厂所需的 70~90% 的热能,不足部分可用天然气或燃油等作为补充燃料。能源工厂的热效率可达 95% 以上,是当今 MDF 工厂发展和降低能耗的有效途径。采用能源工厂既可节省大量的燃料成本,又可消化工厂剩余物,使工厂做到“零排放”,这对大产量的生产线尤为重要。提供能源工厂的专业厂商有比利时温克(Vyncke)公司、美国 GTS 公司和芬兰美卓公司。温克公司的主要产品是热油炉、蒸汽锅炉等能源工厂设备,产品远销世界各地,是世界著名品牌产品,目前主要生产水冷式和风冷式整体炉排能源工厂。美卓公司是世界上唯一可以提供能源工厂与干燥机作为一个组合整体的公司。能源工厂可以在不影响干燥机控制的同时,还可向其它用热设备提供热能,如:向连续压机提供热油、向热磨机提供蒸汽、以及向所有其它耗能设备提供热源。美卓能源工厂为保证干燥机的稳定供热,将热油发生器出口的烟气回路与供给干燥机的烟气回路单独分开,从热油发生器出口出来的烟气,又重新回到供给干燥机的烟气的主回路中。这样,在充分利用热油发生器出口出来的烟气余热的同时,使主回路中的烟气温度降低,以适应干燥机所需的干燥温度,从而充分利用了热能,使热效率达到更高。美卓公司从 1988 年开始向人造板工业提供全套能源工厂,至今有 36 套交付使用,发热量为 12~60MW(10.3~51.6Gcal/h)之间。能源工厂大多使用往复式炉排,在正常操作控制下,除在点火启动阶段或故障时启用紧急排放烟囱以外,从烟囱中几乎不排气或零排气,唯一的排放点是干燥机出口,排出的一氧化碳和氮氧化物的浓度可达到 TA 空气质量标准,满足环保要求(向燃烧室中的关键点喷射少量尿素可以满足更高的环保排放要求)。

美卓公司正在开发一种新的、可以同时提供热能和相当大一部分电能的能源工厂。在此设计中,

用过热蒸汽推动汽轮发电机产生电能。这样可以降低工厂对厂外电能的依赖,在某些情况下还可降低工厂的生产成本。美卓正努力使热能厂的一氧化碳与氮氧化物的排放进一步降低,并设法通过“封闭”热能厂和干燥机的方法降低总排放量,降低干燥机出口的 VOC 与甲醛含量。

近二十年,随着世界人造板工业的发展,我国人造板工业和人造板机械制造业也得到了飞速的发展。国产人造板生产线成套设备中,刨花板生产线规模最大达到 5 万 m^3/a ,中密度纤维板生产线规模最大可达到 10 万 m^3/a ,不仅可满足木质人造板的生产需求,而且可满足石膏刨花板、木塑刨花板、水泥刨花板等复合人造板的生产需求,还可满足竹材、亚麻杆、甘蔗渣、麦秸等非木质人造板的生产需求,有效地促进了我国人造板工业的发展,为我国高效利用木材等纤维资源、缓解木材供需矛盾做出了重要贡献。但是总体看,我国大陆人造板机械制造业的企业规模不够大,设备创新设计和工艺研究开发能力不强,尤其是主机设备和关键工艺技术创新能力不够,长期处于追踪和模仿的水平,生产线的自动控制、监控服务和环保手段落后,与国际先进水平差距更大。进入 21 世纪,随着我国改革开放和社会经济的发展,据专家预测:我国人造板市场消耗量,2005 年为 2200~2800 万 m^3 、2015 年为 3300~4500 万 m^3 ,将分别在 2001 年人造板产量的基础上平均增长约 19% 和 85%,这为人造板机械制造业的发展提供了广阔的市场空间和发展前景。但同时也要看到,世界发达国家是不会放过中国这个大市场的,国外先进的人造板设备和人造板的大量涌入,将使我国人造板机械制造业面临更加严峻的竞争与挑战。所以,我们要尽快缩小与世界发达国家的差距,提高参与国际竞争的能力。一,要真正按照现代企业制度,组建两到三个大型企业集团,迅速提升企业的创新能力和核心竞争力,提高企业的市场融资能力,巩固国内市场,抢占国际市场;二,要强化主机设备和关键工艺技术的研究开发,重点开发有中国特色和自主知识产权的人造板生产工业化技术与设备,提升国内市场占有率;三,要广泛开展国际配套,提高国产设备的内在质量和工作可靠性,提高生产线的开(下转第 20 页)

$$\Sigma y = na + b_1 \Sigma x_1 + b_2 \Sigma x_2$$

$$\Sigma x_1 y = a \Sigma x_1 + b_1 \Sigma x_1^2 + b_2 \Sigma x_1 x_2$$

$$\Sigma x_2 y = a \Sigma x_2 + b_2 \Sigma x_1 x_2 + b_2 \Sigma x_2^2$$

将有关数据代入以上方程解得：

$$a = 1.59 \times 10^{-3}$$

$$b_1 = 2.37 \times 10^{-5}$$

$$b_2 = 4.34 \times 10^{-7}$$

所得回归方程为：

$$y = 1.59 \times 10 + 2.37 \times 10 x_1 + 4.34 \times 10 x_2$$

求复相关系数：

$$R_{y12}^2 = (a \Sigma y + b_1 \Sigma x_1 y + b_2 \Sigma x_2 y - y \Sigma y) / \Sigma y^2 - n y^2 = 0.2887$$

$$R_{12} = 0.5374$$

查回归分析与相关分析附表 5, 当变量 2, $n = 33$ 时, 用插值法查得: $P = 0.05$ 时, $R = 0.430$; $P = 0.01$ 时, $R = 0.494$ 。

复相关系数 $R_{y12} = 0.5374$, 大于 0.494, 说明有极显著的相关意义。

4 分析与讨论

4.1 通过实验, 对所得数据进行分析, 得到线性回归方程表明: 应力及时间对残余变形影响显著;

4.2 由于含水率影响应力的变化, 即 $\sigma = 3.2^*(30 - W) + 230$, 所以, 含水率也影响残余变形的大小;

4.3 利用所得线性回归方程, 可以在实际生产中应用;

4.4 由于实验误差及非连续性等原因, 可能会出现特殊情况, 但不影响结论。

5 展望

在实际生产中利用木材残余变形与应力、时间及含水率四者之间的关系控制木材干燥过程, 使工艺更简便。所以, 此项研究具有较大的实用价值和广阔的发展前景。

[参考文献]

- [1] 肖亦华. 我国木材加工发展浅谈 [J]. 国外林产工业文摘, 2001. 3: 5-7.
- [2] 张璧光. 我国木材干燥技术的创新途径与发展前景 [J]. 中国林业, 2001. 5: 14-16.
- [3] 王丽宇. 汽蒸处理对木材干燥应力的影响 [J]. 林业科技, 21(5): 40-42.
- [4] 郭焰明. 南方阔叶材木材干燥初期应变特点的研究 [J]. 木材工业, 1995. 9(4): 8-11.
- [5] 周宝华. 木材干燥过程内应力的初步研究 [J]. 南京林产工业学院学报, 1982(2): 76-89.
- [6] 李维粘. 木材弹性及木材干燥应力 [J]. 南京林产工业学院学报, 1982(2): 107-121.
- [7] 朱政贤. 木材干燥 [M]. 中国林业出版社, 1997. 3.
- [8] 成俊卿. 木材学 [M]. 中国林业出版社, 1985. 9.
- [9] 盛骤, 谢式干, 潘承毅. 概率论与数理统计 [M]. 高等教育出版社, 1997. 5.
- [10] 郑德如. 回归分析与相关分析 [M]. 上海人民出版社, 1984. 12.
- [11] McMillen J. M. 1955a Drying Stress in Red Oak Forest Products Journal 5(1): 71.
- [12] McMillen J. M. 1963 Stress in wood during drying for Prod. Lab, Madison for Service Dept of AGRIC Report No. 652.
- [13] QinGlin Wu, MICHAEL R. 1995 Shrinkage and set in drying of 4 by 4 Douglas - fir lumber Forest Product Journal 45(5): 59-63.
- [14] B. N. Vgolev and N. V. Skwratow. 1992. Stress - strain state of wood at kiln drying, Wood Science and Technology 26: 209-217.
- [15] Morihiko Tokumoto. Effect of drying rate on the Creep of wood. Mokuzai Gakkaishi 1989. 31(7): 528-531.

(上接第 7 页)

工率和产品质量, 有效占领中小国际市场; 四, 要把老企业的技术升级提高到重要位置, 通过对老企业的技术改造和加强现代化的技术服务, 使我们的客户提升产品质量并保持盈利; 五, 要加强与世界先进技术发展保持同步的意识与能力, 使国产人造板生产线的自动控制、监测服务、能源利用和环保等方面有较大进展。

总之, 人造板是促进森林资源永续利用, 保障国民经济建设和满足人民生活需求不可缺少的产品。人造板工业的大发展, 必须依靠人造板工业化生产技术与设备的技术进步, 所以, 我们要抓住这个历史机遇, 努力把人造板机械制造企业做大做强, 使国产人造板成套设备朝着生产环保化、规模大型化、控制自动化、服务数字化的“四化”方向发展, 为我国人造板机械工业的进一步发展做贡献。