

讲 座

定向结构板生产的关键主机
定向结构板系列讲座之三

南京林业大学定向结构板工程研究中心

1 概述

定向结构板生产线上的主机包括:刨片机、干燥机、分选机、拌胶机、定向铺装机和热压机。尽管以上设备配置与普通渐变结构刨花板生产线颇为近似,但围绕着如何制备有特殊长宽厚尺寸要求的大片定向刨花,以及如何在整个生产过程中尽最大可能地保持原有的刨花形态不受破坏,就要求这些主机有其独特的结构与功能,其中关键主机有刨片机、干燥机、分选机、拌胶机和定向铺装机。大片定向刨花的运输与贮存也与普通刨花的不同,通常多用皮带输送机输送和用卧式料仓贮存。本文仅就定向结构板的关键主机加以介绍,其它辅机(即使也存在一些与大片定向刨花形态有关的特殊性)则不予阐述。

迄今为止,有能力供应定向结构板生产设备的外国厂商包括德国的申克公司、辛北尔康普公司和比松公司,芬兰的劳特公司和瑞典的桑斯公司等。国内可成套供应定向结构板生产设备的是由南京林业大学主持,林业部镇江林业机械厂、上海人造板机器厂、溧阳矿山机械厂和溧阳平陵林机厂参加的定向结构板技术服务中心。近 20年来,南京林业大学先后对定向结构板的关键主机进行了比较深入的研究,大量的研究结果已通过有关设备制造厂制成了样机,有的已定型生产。本文着重介绍国产的定向结构板关键主机的结构特点、技术参数和设计注意事项,详细的资料可向有关制造厂咨询。

2 刨片机

目前,全世界通行的定向刨片机主要分辊式和盘式两大类。辊式刨片机主要采用长材进料方式,常用的为刀轴式刨片机。镇江林机厂引进德国技术,可以制造出适合于制备定向刨片的刀轴式刨片机,其主要技术参数如下:

刀轴尺寸 (mm)	φ 548× 320
刀片数 (片)	12
刀轴转速 (r/min)	1 300
主电机功率 (kW)	90

主电机转速 (r/min)	1 480
可加工的刨片长度 (mm)	80~ 90
切削室尺寸 (mm)	420× 320× 120
平均生产能力 (kg 绝干 /h)	1 500
外形尺寸 (mm)	6 940× 5 930× 1 970

刀轴式刨片机的特点是生产能力大,对原料的要求不太苛刻,除了直径 80~ 100 mm 的小径级原木以外,还可以掺合一部分枝桠材。该机的大刨花得率因原料树种和含水率而异,对速生杨和马尾松的试验结果表明,刨片合格率(长度超过 40 mm)一般在 70% ~ 80% 左右。不足之处在于:刨片厚度均匀性差;对切削到最后的残余木段难于夹持,以至刨片中混有大刨片和柴禾杆等。刀轴式刨片机作为定向结构板生产线上配置的刨片设备在相当长时间内不会有多大变化。国内还进口过一种长材进料的辊式刨片机,该机曾在南京木器厂定向结构板生产线上使用,该机对原料的径级和长度有一定的要求,加工出来的刨片质量也会相对高一些。

盘式刨片机在北美应用得比较普遍,大多采用横向往进料,所产出的定向刨片,厚度比较均匀,大片刨花合格率比较高,但生产能力相对低一些。目前国内已建或在建的定向结构板生产线一般均未配备盘式刨片机。南京林业大学在承担林业部重点项目“定向刨花板中间试验”时曾设计了一台盘式刨片机,经试用证明效果良好,该机主要技术参数如下:

刀盘直径 (mm)	1 200
刀盘转速 (r/min)	120~ 1 200
刨刀数量 (把)	6
加工木段最大长度 (mm)	300
加工木段直径 (mm)	130~ 200
刨片长度 (mm)	60~ 80
装机容量 (kW)	22. 73

从改进和提高定向刨片质量出发,应当重视盘式刨片机的研究和试制。上述两种刨片机对刨片长度基本上都是通过梳形刀的槽宽或刀片上割刀间距来控制。

除上述两种类型刨片机以外,国外还出现过:①仿形铣床式制材刨片联合机,采用以刨代锯的方式将原木加工成方材的同时,又得到了大片刨片,不过这种方式只有对大径级原木才适用,不适用于直径只有 80~ 100 mm 的小径级原木;②刀环式刨片机,其结构酷似常用的双鼓轮刨片机,也采用长材进料,刨片效果亦比较好,不足之处是单机产量偏低。这种新型结构的刨片机首先由联邦德国研制成功。

3 大片刨花干燥机

目前国内普通刨花板生产中所用的转子式干燥机不适用于大片刨花的干燥。为保证大片刨花在干燥过程中不改变刨花尺寸(尤其是长度尺寸),理想的定向刨花干燥机应当具备以下几个条件:①生产能力要高,最好在生产线上只配用一台干燥机;②节能,热效率通常要达到 60% 以上。为此需采用科学的换热方式、最佳的工作状态和必要的余热回用;③安全,即要配备灵敏的防爆、探火和灭火系统以及净化除尘系统;④对刨花形态破坏小,即在干燥过程中,对定向刨片不产生强制性的碰撞和挤压;⑤低成本,即通过采取各种措施,最大限度地降低运行成本;⑥简单方便,即设备的结构不复杂,安装维修方便,零配件可就地供应。

工业化生产中常用的定向刨片干燥机为通道式干燥机,按结构又分为单通道干燥机和三通道干燥机。通道式干燥机的主体是内壁上装有抄板的回转圆筒,选择不同的直径和长度,配合不同干燥介质温度,就可以实现不同的规模产量。在干燥过程中,通过调节干燥介质温度、湿刨花进料量和刨片在干燥筒内的停留时间(改变圆筒转速),就可以有效地控制干燥后刨片的含水率在 3% ~ 5%。

南京林业大学在承担林业部重点项目“高效节能刨花干燥机及其供热系统”的研究过程中曾设计了一种三通道干燥机,实际使用效果很好,第一台样机一直在新疆乌鲁木齐建筑木材厂使用,该机主要技术参数如下:

生产能力 (m ³ 刨花板 /a)	5 000
刨花初含水率 (%)	40
刨花终含水率 (%)	2~ 3
干燥介质入口温度 (℃)	250~ 300
干燥介质出口温度 (℃)	120~ 150
干燥转筒尺寸:	
转筒长度 (mm)	4 000
外筒直径 (mm)	800

中筒直径 (mm)	560
内筒直径 (mm)	300
转筒转速 (r/min)	1.5~ 15
装机容量 (kW)	30

江西省赣州市第二木材厂从德国引进的定向刨片干燥机就是三通道干燥机。设计该机时必须合理地把握住三点:一是三个同心圆的直径配置要搭配合理;二是三个流通截面的介质气流速度要依照刨片的干燥过程合理分布;三是三个筒的 180°换向处过渡面要合理,以防产生死角而导致堵料。

与三通道干燥机相比,单通道干燥机结构上要简单得多,故应用得也最普遍。在第一条国产化定向结构板生产线上即配备了单通道干燥机,该机主要技术参数如下:

生产能力 (m ³ 定向板 /a)	15 000
刨花初含水率 (%)	≤ 80
刨花终含水率 (%)	3~ 5
干燥介质入口温度 (℃)	250~ 300
干燥介质出口温度 (℃)	100~ 130
干燥介质流速 (m/s)	2~ 3
滚筒直径 (mm)	1 800
滚筒长度 (mm)	14 000
滚筒安装角度 (°)	1.5
滚筒转速 (r/min)	5~ 15
耗热量 (× 10 ⁴ kcal/h)	160
主电机功率 (kW)	45
外形尺寸 (mm)	15 600× 2 430× 5 600
总重量 (t)	25

定向刨片干燥介质包括热空气和燃气两大类,前者的换热方式:①蒸汽通过散热片转换成热空气;②燃烧煤或油得到高温燃气再转换成热空气。后者的供热方式:①燃烧煤和油以及木粉得到高温燃气经净化后输入干燥机;②在热空气介质中混加一部分燃气。具体选用何种方式,应依照建厂单位实际情况而定。

采用通道式干燥机,必须配备防爆系统,通常用类似排气百叶窗的特殊装置,在干燥筒内气体压力增大时自动推开防爆门,将气体及时释放,防止爆炸。另有红外线探头探测火花,一旦发生火灾或有火灾的趋势时,通过声光报警同时自动启动灭火系统(灭火介质为水),并有信号传给排料装置,令其反向传动,防止灭火过程中产生的湿刨花进入干料仓。

4 分选装置

为了充分体现定向结构板的单向强度高的特点,必需将刨片或干燥过程中产生的碎片或碎屑清理出来。这对节省胶粘剂用量也是很重要的。此外,用国产工艺和设备装备的定向结构板生产线都兼有表面细化系统,也要求安排大约占刨片总量 20%~30% 的碎料(具体百分比视板子厚度而异)覆盖板坯表面。分选定向刨片的装置除了具备把大中小刨片区分开来的功能外,还必须保证在分选过程中尽可能地不损害刨片的形态。有鉴于此,不宜选用振动筛,但圆筛在进行适当的改进后,如调整网眼及筛网安装倾角等可以有条件地借用来分选定向刨花。目前,在工业化定向结构板生产线上,常见的有滚筒筛、圆盘分选装置和气流分选机等。

4.1 滚筒筛 是应用得比较普遍,适合大尺寸刨片分选的专用设备。基本结构为内装圆形筛网的可转滚筒,圆形筛网网眼分三个区:即碎料区(筛出物被用于表层细化或送往燃烧炉)、大片刨花区(筛出物为合格刨片)和粗料区(筛出物需进行再碎)。滚筒筛对刨片形态破坏轻微,应尽可能选用滚筒筛。

4.2 圆盘分选装置 其结构酷似圆盘定向铺装头,由若干组圆盘形成一个有一定长宽尺寸的分选工作面,在任一根轴上套有若干片圆盘,任意两根轴上圆盘相邻并互相插入,改变圆盘之间的间隔,使工作面获得分选功能,可以分成碎料区、合格刨片区和粗料区,刨片落至工作面上以后,依据平面尺寸的大小而分别落入不同的区域,以进一步作不同的处理。

4.3 气流分选机 是根据刨片厚度进行分选的一种装置,其结构与普通刨花板生产线上采用的气流分选装置相似,但需依照大刨片的质量对气浮室内的气量和风压重新进行调整。

5 拌胶机

定向结构板所用的胶粘剂有酚醛树脂胶和脲醛树脂胶两大类,以用酚醛树脂胶居多。大片刨花拌胶时必须保持刨片形态不受影响。通常不宜采用快速搅拌的拌胶机,如环式拌胶机。国内外定向结构板生产线上几乎全部采用滚筒式拌胶机。

滚筒拌胶机的主体为一个具有给定直径和长度内部装有抄板的圆筒,由四只托轮支撑着,用摩擦轮传动,无级调速。圆筒按一定的倾角安装,大片刨花在圆筒内翻转,同时作轴向移动,胶液用压缩空气雾化或用压力泵喷洒,藉此,即可以使定向刨片涂上一一定量的胶粘剂,也可以避免刨片的尺寸受到损害。

保持刨片量与输入的胶粘量之比为常数是稳定

拌胶质量、节省用胶的重要环节。通常以输入的刨片量为计算基准,用电子皮带秤计量刨花量,由计算机控制胶泵流量,此项技术已经趋于成熟。

在第一条国产化定向结构板生产线上采用了滚筒拌胶机,其主要技术参数如下:

生产能力 (kg 绝干刨花 /h)	2 000
滚筒长度 (mm)	2 200
滚筒直径 (mm)	1 500
滚筒倾角 (°)	0~ 5
滚筒转速 (r/min)	5~ 16
电功率 (kW)	3
喷头数 (个)	4
最高喷雾压力 (MPa)	6. 5
胶液排出量 (kg/min)	4
外形尺寸 (mm)	3 160× 1 970× 2 064
重量 (kg)	2 600

由于国产的压力输胶泵的最大压力难以超过 4.0 MPa。在许多情况下,还暂时只能采用压缩空气雾化胶液。定向刨片的拌胶效果可以用着胶量、均匀性和刨片尺寸保持率来衡量。

此外,近年来还出现了一些新型的拌胶设备可供选用:① 锥鼓式拌胶机,其特点是:(a)刨花以自由落体状态落入拌胶机入口处用螺旋运输,取代常规的搅拌桨输送;(b)从拌胶机的入口到拌胶工作区过渡段做成锥鼓状,使刨片逐步加速;(c)用胶泵离心电胶的方式替代传统的注胶方式。这样,可以使刨片在拌胶过程中的破碎率降低到最低限度。② 立式拌胶机,其结构比较简单,刨片呈自由落体状态自上部落入垂直放置的搅拌筒,胶液从固定在筒壁上的喷头或固定在转轴上的电盘被分散到刨片表面,用立式拌胶机拌胶对定向刨片的形态几乎没有损伤。

如果要生产表面细化的定向结构板,则需要有部分碎料拌胶,用环式拌胶机即可完成。

6 定向铺装机

定向铺装的技术核心是使薄长条刨片通过某种特殊的措施实现定向排列。实现定向的方法分静电法和机械法两大类。就定向刨片的走向而言,又分为刨片排列方向与板子长度方向相平行的平行定向和相垂直的垂直定向两种情况。

6.1 静电定向 借助刨片在静电场被极化后产生角度旋转直至达到刨片长度方向与电力线平行的原理,可以达到刨片的定向排列。定向效果与电场强度、刨片含水率、刨片质量和电极板高度等因素有

关。一般说来,静电法用于定向纤维或低质量的刨片比较合理,质量较大的刨片用静电法定向将要求很高的电场强度。迄今为止,在工业化定向结构板生产线上用静电法定向刨片的例子尚很少。

6.2 机械定向方法 这是工业化生产线上使用的主要方法,如果把一些适合实验室作试验的各种方法都算进去,迄今已公开的机械定向方法已达十余种之多,比如曲板式、滑槽式、振动栅板式、滚筒式、履带式、星形辊式、插片式、圆盘式、链锯式、挠性带式等。据笔者了解,正式生产中应用的定向装置大致有如下几种组合(表层定向+芯层定向+表层定向):圆盘式+插片式或履带式或星形辊式+圆盘式;插片式+星形辊式+滚筒式+插片式。影响机械定向效果的因素包括:定向刨片的长度、定向间隔、刨片离开定向装置后垂直下落的距离等。一般情况下,刨片的平均定向角度大致为 16° 。定向效果的好坏可以用定向结构板平行与垂直两个方向的静曲强度或弹性模量之比来衡量。如需调整该比值,主要有两条途径:即改变刨片的定向角或者调节三层定向结构板芯层原料用量的配比。

南京林业大学先后研制过圆盘加星形辊和插片加星形辊两种组合式铺装头,并已申报实用新型专利。在即将新建的几条国产定向结构板生产线上将采用这种定向铺装装置。圆盘+星形辊组合式铺装头主要技术参数如下:

生产能力 (m^3 定向板/天)	36
铺装板坯宽度 (mm)	1 340
铺装板坯最大高度 (mm)	300
刨片进料装置转速 (r/min)	12~ 58
料耙链线速度 (m/s)	0.4~ 0.6
抛料辊外径 (mm)	230
抛料辊个数 (个)	4
料仓输送带线速度 (mm/s)	1~ 11.8
输送带驱动辊直径 (mm)	240
输送带宽度 (mm)	1 490
定向圆盘辊轴转速 (r/min)	60~ 300
定向圆盘外径 (mm)	172
定向星形辊轴转速 (r/min)	3.7~ 17
定向星形辊外径 (mm)	230
装机容量 (kW)	53.1
总重量 (kg)	2 923

定向铺装机的铺装宽度分窄幅和宽幅两类,一般在产量不太高时,可以采用窄幅定向铺装头(1 220 mm加上加工余量),如产量较高,则需用宽

幅定向铺装头(2 440 mm加上加工余量)。目前,国产的定向铺装头全部属于窄幅范畴。

在定向铺装线上需要注意的几个问题:①严格控制好三层无表面细化的定向结构板两个面层大刨片用量与芯层垂直定向刨片用量的比值,一般面层用量至少占50%(具体比值要视板子厚度而定);②切实调节好定向铺装头的倾斜角度,以保证在整个铺装区域,刨片到板坯表面的垂直距离不会因为铺装角的存在而变得误差太大;③料仓中的刨片在定向铺装区域内的落料量应尽可能地均匀,以避免由于板子平面内密度波动过大而引起板子翘曲变形。为此,设立预定向装置是完全必要的;④为了防止板坯过高而引起多层压机的开档间隔增大,板坯预压是必不可少的,工业化生产上常用连续滚动式预压机或者单层周期式预压机。对使用单层大幅面热压机的生产线而言,若有表面细化要求,需要把大刨片表层用均平预压辊稍加压实,以不让细料掉落到大刨片缝隙中;⑤为了提高板子的质量精度,在铺装生产线上装设一系列自动检测仪器是可行的,比如同位素密度计(分固定式和移动式两种)、金属探测计、非铁金属探测计、板坯厚度测量仪和板坯秤等。如建厂经费不足则可以有所选择地对上述仪器加以取舍。

定向铺装效果的优劣是衡量定向铺装设备质量好坏的依据,可以测量刨片的定向角来评价定向效果,更常用的是看定向结构板平行与垂直两个方向静曲强度或弹性模量的比值,对板子制造厂来说,只要板子纵横两个方向的静曲强度和弹性模量都符合检测标准的规定值,也就算达到了定向度的要求。有些人以为,定向结构板应当象天然木材一样所有木纹都朝着一个方向排列,这实际上是不可能的,也是不必要的。

7 结语

7.1 所有关键主机的设计都应当标准化,尽可能与国际接轨,要体现九十年代的世界先进水平,尽量提高设备的高新技术含量,既要体现对国外先进技术的引进消化吸收,也要展示我们自己的发明创新。国产化设备在满足我国需求的前提下,应不断创造条件,争取向东南亚和其他第三世界国家出口,以价格低、质量稳去占领世界市场。

7.2 所研制的各种关键主机应充分考虑到中国的具体国情,针对相当一部分新建厂资金不宽裕的实际情况,建议设备制造厂可以将各台主机设计成两种不同复杂程度的系列,以供不同经济实力的单位

选用. 对于资金雄厚的单位,可以搞中央控制室,计算机自动检测和跟踪以及产品质量无损检测等体现当前人造板工业水平的新技术. 而对于资金不足的单位则可以提供简单适用价廉的设备.

7.3 科学技术是不断发展的,定向结构板的关键主机设计也应当体现反映当代世界先进水平的高新技术,要注意收集与定向结构板关键主机有关或相关的技术资料,及时把各种新技术溶化到设备的设计中,不能固步自封.

7.4 要尊重知识产权,不能侵犯国外以及国内有关单位的专利权. 应当实事求是地宣传自己的产品,不搞虚假宣传.

7.5 定向结构板关键主机的设计研制要搞联合攻关,注意发挥学校、科研院所和工厂的各自优势,走产学研一体化的路子,调动各方面的积极性,共担风险,共同开发,共同受益.

8 参考文献

1 Deppe H-J. Zum Stand der Erzeugung von Plattenwerkstoffen mit Spanorientierung. Holz-Zbl., 1979, 105, 1235~ 1237
2 Hutchinson J C. Fast-growing Young Poplars make Good Panels. Forest Ind. (U. S), 1981(10): 58~ 59

3 Kirk R W. Rotary Drying of Wood Waste Fuels with Boiler Exhaust Gasee; Simulation. Field. Studies, Economics, F. P. J. , 1986, 36(7/8): 57~ 62
4 Kamkem F A. Analysis of a Rotary Dryer: Drying of Wood Particles. F. R. J. , 1985, 35(9): 32~ 40
5 Kasper J B. Determination of Resin Distribution in Flakeboard Using X-ray Spectrometry. F. P. J. , 1980, 30(7): 37~ 40
6 王国超. 关于定向刨花板施胶的研究. 林产工业, 1985 (3): 14~ 18
7 S Kawai, Zhang Q L. Production of Oriented Board with an Electrostatic Field. [日] 木材学会志, 1982, 28(5): 295~ 300
8 周定国. 机械式刨花板定向铺装方法的研究. 世界林业研究 (专辑), 1993, 60~ 69
9 Kieser J and Steck E F. The Influence of Flake Orientation on the MOR and MOE of Strand Board 12th Particleboard Proceedings, W. S. U. , 1978, 99~ 122
10 Knowels L. Rapid Method to Determine Internal Bond and Density Variations of Particleboard. F. R. J. , 1981, 31(12): 51~ 53
11 周定国. 定向刨花板力学性能的基本特点. 世界林业研究 (专辑), 1993, 85~ 96
12 Hsu W E et al. Chemical and Physical Changes Required for Producing Dimensionally Stable Wood-based Composites. Wood Sci. and Tech. , 1988, (22): 281~ 289