

编者按:中国福马机械集团有限公司承担了国家高技术研究发展计划(“863计划”)项目,开展“人造板连续平压和精准控制技术”的课题研究,并形成了多项具有自主知识产权的技术。其开发的“BPY74265宽幅人造板连续压机成型压制系统”,被国家科技部、环保部、商务部和质检总局联合认定为“2014年度国家重点新产品”;参与制订的行业标准LY/T 2730-2016《连续平压热压机》已颁布施行;投入市场的八呎、六呎生产线通过验收并可靠运行。

本刊自2017年第1期起开辟专栏,报道此项研究的系列技术成果,旨为我国人造板企业的装备升级提供参考。

连续平压热压机柔性进入端结构特征与 生产工艺特征分析

张红建, 岳群飞, 陈德旺, 瞿国富, 余文霞, 盛振湘

(中国福马机械集团有限公司, 北京 100029)

摘要:针对中国福马连续平压机柔性进入端的技术结构特征,如排气长度、入口开度、板坯夹持位置、框架间距及热压板开度、液压及压力系统模式、钢带工作夹角、柔性条件等,分析其与制板工艺因素,如板坯结构、预固化层厚度、表层密度峰值、板厚适应范围等之间的关系,为连续平压机的设计及使用提出理论依据。

关键词:连续平压机;压机进入端;入口开度;板坯夹持位置;框架间距;密度峰值

中图分类号:TS64 文献标识码:A 文章编号:1001-8654(2017)02-0019-05

Flexible Infeed Structural Characteristics of Continuous Press and Panel Manufacturing Technology

ZHANG Hong-jian, YUE Qun-fei, CHEN De-wang, QU Guo-fu, YU Wen-xia, SHENG Zhen-xiang

(China Foma (Group) Co., Ltd., Beijing 100029, China)

Abstract: The authors developed a flexible infeed for a China Foma continuous press used for wood-based panel manufacturing. The relationship between the structural characteristics and manufacturing technologies were analyzed for reference in designing a continuous press. Infeed structural characteristics included: discharge length, entry opening, holding position, frame distance, hot-platen opening, pressure system mode, working angle of double steel-belt and flexible conditions. Manufacturing technologies included: mat structure, pre-curing thickness, peak density and panel thickness.

Key words: continuous press; press infeed; entry opening; holding position; frame distance; peak density

收稿日期:2016-11-29;修改日期:2017-02-27

基金项目:国家高技术研究开发计划(“863计划”)“人造板连续平压和精准控制技术”(2010AA101702)。

作者简介:张红建(1975—),男,中国福马机械集团有限公司连续压机事业部副总经理,高级工程师。

对于连续压机生产线而言,确保良好的板面质量及稳定的生产速度尤为重要,连续平压生产线的核心位置——压机进入端起决定性作用。

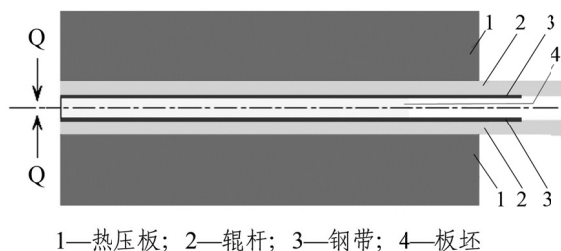
连续平压机进入端首先要满足板材制造工艺需

求,具备多方面功能,如保证板坯结构持续稳定、有效控制预固化层厚度、建立表层密度峰值、适应不同厚度范围板材的生产等。由于纤维板、刨花板生产原材料高压压缩比的特性,形成了连续平压机进入端的技术结构特征,主要体现在:进入端排气长度、入口开度、板坯夹持位置、框架间距和热压板开度、液压系统及压力控制模式、钢带工作夹角、柔性条件等。

结合这些技术结构特征,笔者公司开发了连续平压机柔性进入端^[1]。本专栏前文从机械角度验证了其结构可行性及可控性^[2],结合该结构的实际应用,本文从压制生产工艺特征入手进行分析,为完善连续压机进入端的设计提供理论依据。

1 柔性进入端生产工艺特征

纤维或刨花板坯在上、下钢带被动辊之间,由装板鼻输送至压机入口,并在上、下回转钢带的夹持下,依次经过上、下钢带入口轴,之后进入框架板区域,逐渐完成压缩排气过程。在此过程中,必须保证板坯结构不受排气破坏^[3],从而在框架油缸高压作用下,板坯形成高密度层并建立表层密度峰值。热量依次经过热压板、辊毯、钢带传递至板坯^[4],如图1所示, Q 代表热量。



1—热压板;2—辊杆;3—钢带;4—板坯

图1 热量传递路径

Fig.1 Route for heat transfer

入口热压板与后端热压板的厚度不同,二者衔接使用连接板。丝杠调节机构调节上进料头的高度,微动油缸随板坯厚度的波动而随动,以保护丝杠。生产薄板时,上入口轴下压,上钢带压辊调整,跟随紧压在上钢带内侧,调整上钢带导入角度,避免钢带过度弯曲,减轻入口轴负荷。

1.1 进入端排气长度

板坯受压缩时排气的长度,一般指压机进入端上、下钢带夹持板坯位置,至液压系统最高压之间

的距离。图2所示为进入端排气示意图。在板坯夹持位置,板坯上、下表面排气量最多,之后空气只能向板坯两侧聚集排出。

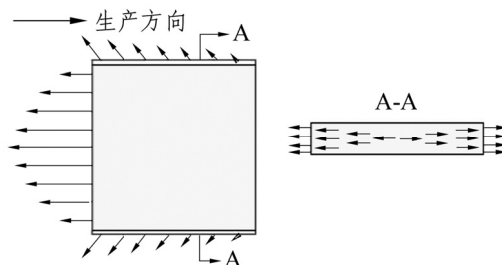


图2 压机进入端排气

Fig.2 Discharge diagram for press infeed

在进入端排气区域,要求板坯快速压实。加压越快,板坯中的预固化层越薄。影响加压速度的因素有压机速度、系统高压位置,直接决定排气时间。见公式1。

$$t=L/v \quad (1)$$

式中: t —排气时间, s; L —进入端排气长度, mm; v —压机速度, mm/s。

预压后的板坯厚度为毛板厚度的4~6倍。相对于薄板,厚板的排气量增加。生产厚板时,压机速度减慢,有足够的时间排出板坯中的空气,因此可缩短进入端的排气长度。生产薄板时,因压机速度快,排气时间短,单位时间内的排气量大,板坯在压机进入端极易受到气流冲击导致表面结构破坏,导致成品板面出现虎皮纹或粉尘斑等缺陷。因此,生产薄板时,为了延缓排气速度,延长排气时间,在调整板坯夹持位置的同时,还需将系统高压后移1~2个框架。

1.2 入口开度

在微动油缸位置,上、下钢带辊杆进入处的距离即入口开度 h_0 ,如图3所示,由位移传感器测量。

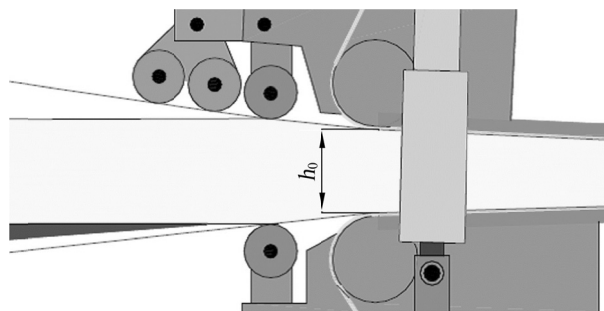


图3 入口开度位置

Fig.3 Position diagram for entry opening

入口开度的调整至关重要, 直接决定板坯的排气速度, 并对毛板宽度产生明显影响。入口开度小, 板坯排气快, 出压机时在宽度方向延展较多。毛板过宽时, 不利于后续工序的运输加工。

笔者设计的进入端入口开度, 通过丝杠调节上进料头的位置, 微动油缸起保护作用, 可以实现无级调节, 满足不同厚度板坯的工艺要求。

1.3 板坯夹持位置

指板坯进入压机, 同时被上、下钢带夹持时所处的位置, 如图4所示。

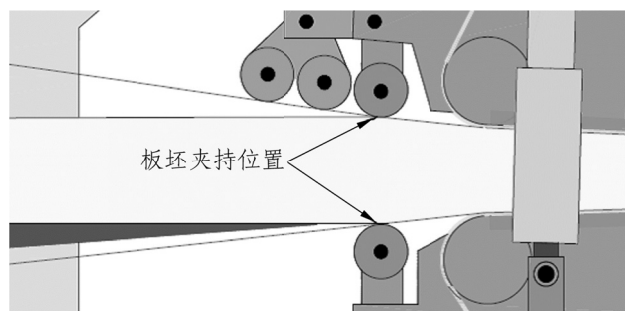


图4 板坯夹持位置

Fig.4 Diagram for mat holding position

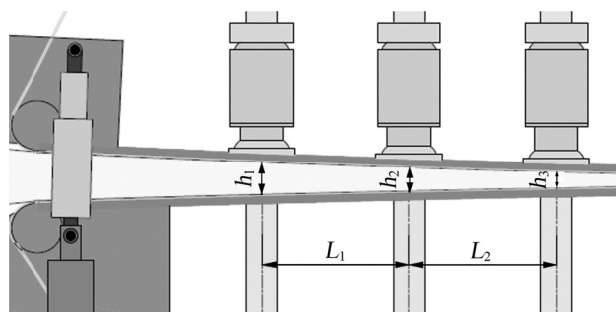
在板坯夹持位置, 板坯强度最弱, 结构最易遭到破坏, 直接决定板坯能否顺利进入压机。特别是上进料头及装板鼻调整不及时或不正确, 如下钢带先接触板坯下表面时, 在板坯被压缩的瞬间, 下表面没有了排气的自由空间, 空气上窜, 易导致入口板坯波浪甚至断坯; 同时, 在气压作用下, 下表面细粉或细纤维迁移飞出, 粘附在钢带上, 随着钢带的进入, 再次被压贴在板坯表面, 导致热压板板面出现“粉尘斑”缺陷。因此, 上进料头和装板鼻的位置必须调整恰当, 保证上、下钢带同时接触板坯上、下表面, 板坯上、下表面同时受压同时排气, 从而避免板坯上、下两面质量出现差异。

上入口轴的轴心在热压板温度变化时, 在水平方向会有微量前移。原因是下进料头已拉弧固定至一定角度, 下入口轴位置固定, 相对于下入口轴, 上入口轴会随着热压板的热膨胀位置而产生偏移。偏移量受压机固定框架位置的影响, 在固定框架之前的热压板越长, 偏移越多。因此, 在结构设计时, 最大偏移量须保证上、下入口轴基本在相对的位置, 以避免对夹持的板坯造成不利影响。

相对于下入口轴, 上入口轴的错位方向与量值需要仔细分析。热板热态下, 若上入口轴错位位置在下入口轴之后时, 易对板坯形成剪切作用; 反之, 上入口轴错位位置在下入口轴之前时, 且在一定量值范围内, 则不会对板坯形成剪切作用。因此, 设计时不仅要注意在冷状态下上、下入口轴的错位方向, 还应保证量值设置在热膨胀值范围内。

1.4 框架间距及热压板开度

框架热压板开度指同一框架上、下钢带工作面之间的距离, 如图5所示, 由连接在上热压板上的位移传感器来测量其数值 h_1 、 h_2 等。



注: L —框架间距; h —热压板开度。

图5 框架间距和热压板开度

Fig.5 Frame distance and hot-platen opening

各框架热压板开度影响板坯压缩与排气的均匀性, 局部排气过快, 特别在第1框架, 会使毛板在宽度方向延展较多。各框架开度大小的限制, 即位移和压力控制, 均要以实现排气的均匀性为前提。

框架间距指相邻框架的中心距, 如图5所示, 有两种分布模式: 不等间距分布和等间距分布。不等间距分布时, 从第1框架起, 间距逐渐增大, 各框架的油缸压力基本一致; 等间距分布时, 入口框架区域间距一样, 但框架的油缸压力不同。

总的来说, 入口处的框架间距相对于其他区域的框架间距要小。无论采用何种模式, 均要保证一定单位压力, 有效控制板坯反弹量。

设计框架间距时必须考虑的因素:

1) 生产板厚。以薄板生产为主的压机, 压机速度快, 增大框架间距, 从而延长了入口排气段长度; 而以中厚板生产为主时, 压机速度较慢, 减小框架间距, 相当于缩短入口排气段长度, 可减少预固化层厚度。

2) 原料状况。如果原料质量很差,如细树枝、料头、单板等,磨出纤维形态不稳定,需要的单位面压高,可以适当增加框架间距。因为压力高,框架板较厚,框架油缸体积大,适当增大框架间距,便于维护操作。

第1框架至入口热压板端头之间的距离 L_0 ,如图6所示。板坯经过微动油缸位置而受到初始压缩,在通过距离 L_0 时,因其逐渐被压密,反弹作用力增加,对热压板开度产生影响。笔者已充分考虑此因素,通过间距自动控制压力模式,保证板坯经过距离 L_0 时,热压板开度及形状保持不变。

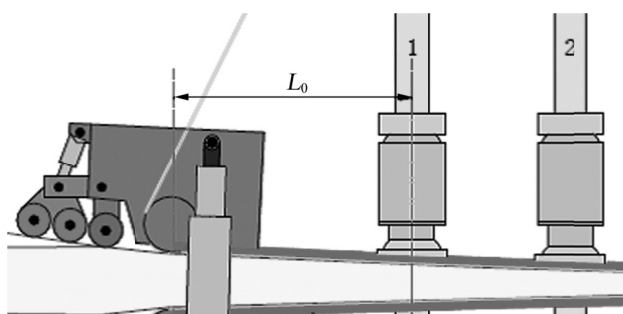


图6 第1框架至上入口热压板端头之间的距离

Fig.6 Diagram for distance between the 1st frame and upper infeed hot-platen

1.5 液压及压力系统模式

在入口框架区域,液压缸直径大、数量多,框架板厚、框架间距小,目的是压制板坯、限制其反弹量。克服板坯反弹力需要很高的压力,控制框架热压板开度须要液压系统来实现。

为了有效控制热压板开度,满足高压力和快速反应需求,框架的液压系统需采取分别控制的模式,采用三条控制油路。

如图7所示,左右两侧油缸各有单独控制油路,内侧油缸共用控制油路,满足对压力的柔性需求。

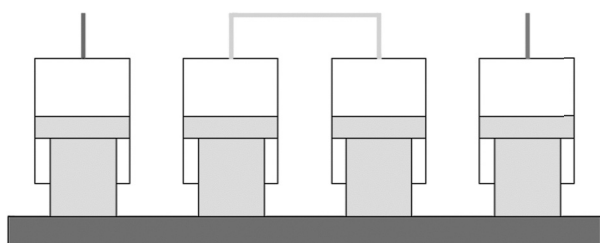


图7 三路控制模式

Fig.7 Diagram for three-way pressure control systems

“三路控制”模式使液压系统设计得到精简,同时在程序设计上,通过耦合系数分别调控板坯两侧压力,更利于气体排出。

原理为:外侧压力相对于内侧压力来计算。公式2以左侧压力为例:

$$P_L = k_L \times P_M \quad (2)$$

式中: P_L —左侧压力, N/cm^2 ; k_L —左侧耦合系数; P_M —中间压力, N/cm^2 。

表层密度峰值在液压系统最高压位置建立,压力越高,密度峰值越高。为满足不同板厚压力需求,在入口框架区域设计特征压力达到5 MPa。

1.6 钢带工作夹角

即压机入口上、下钢带之间的夹角 β 角,如图8所示,主要依靠上进料头的升降来调节。

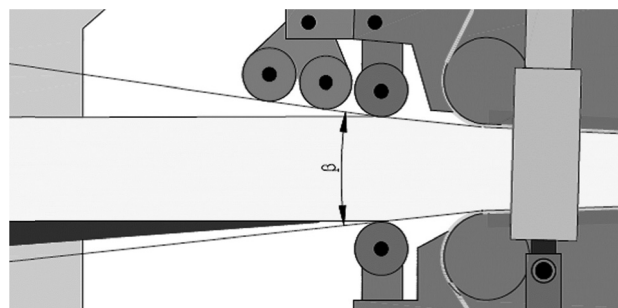
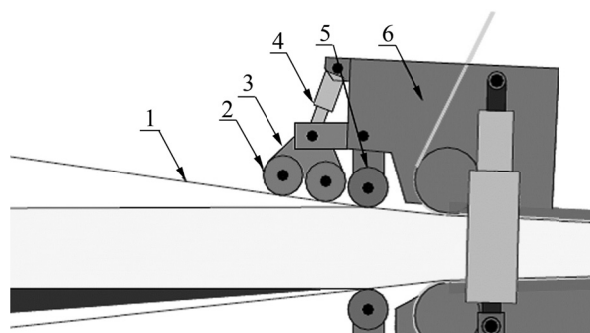


图8 钢带工作夹角

Fig.8 Working angle for double steel-belt

板材越薄所需的钢带工作夹角越小,利于钢带对板坯的夹持,并稳定地输入至压机中,防止板坯在高速压制过程中,在压机入口处产生波浪、断裂或叠板现象。通过上进给头的调整,将上入口压板调整成负角度,以得到更小的钢带工作夹角,满足薄板高速的生产需求。但是,钢带工作夹角越小,上入口轴的负荷越大。为了减轻上入口轴的负荷,同时避免钢带过度弯曲,可在上入口轴前面增加上钢带调节压辊。

上钢带调节压辊机构如图9所示。调节压辊固定连接在压辊架上,压辊架铰接在压辊调节油缸柱塞上,油缸底部铰接在上进料头上,压辊架也铰接在上进料头上,可以很好地调整压辊位置。无论生产何种厚度的板材,均可保证全部压辊完全贴合钢带,参与钢带导入,且钢带导入时的弯曲负荷平均分配在各个调节压辊和上入口轴上,避免上入口轴



1.上钢带 2.上钢带调节压辊 3.压辊架 4.压辊调节油缸
5.上入口轴 6.上进料头

图9 压机上钢带压辊机构

Fig.9 Diagram for press upper belt roller assembly

过度劳损。同时，每个调节压辊和上、下入口轴均采用独立驱动，有效地保证了线速度的同步性，避免因个别辊不同步而划伤钢带内侧表面。

钢带工作夹角的大小还受被动辊直径及安装位置的影响。被动辊直径及安装位置，可根据生产板材的厚度目标来相应调整。例如生产薄板时，将上被动辊位置下调，减小钢带过度弯曲；如果板厚范围很宽泛，如1.2~42 mm，钢带工作夹角范围也较大，上被动辊位置上调，为了减轻钢带过度弯曲，需增加压辊的数量。对超薄板生产线压机，钢带工作夹角的调整直接影响板坯能否顺利进入压机，是超薄板生产的关键调节点之一。

1.7 柔性条件

为了保证入口上热压板在柔性变化下加压工作，油缸缸体尾部与框架之间、柱塞与入口热压板之间，均要采用半球式柔性连接（如图10所示），以实现各个方向的活动性能良好，上热压板工作升降自如。

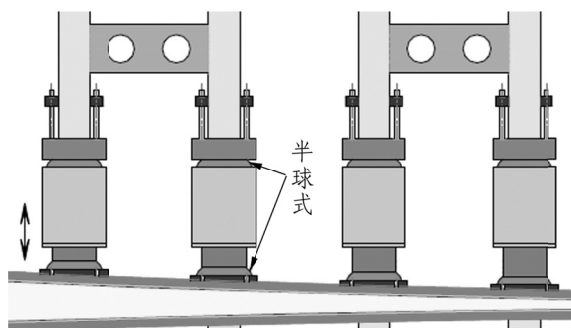


图10 半球式柔性连接

Fig.10 Flexible connection in hemisphere type

生产厚度范围较大的板材，对入口热压板的柔性提出更高要求。入口热压板厚度已减至60 mm，使柔性变量可达10 mm/m。在上热压板打开最大时，弯曲半径50 m，向下弯曲时，又可以与下热压板贴合，要求上热压板能够实现在这两个位置之间任何半径的位置工作。

如图11所示， r 表示上热压板调节范围。

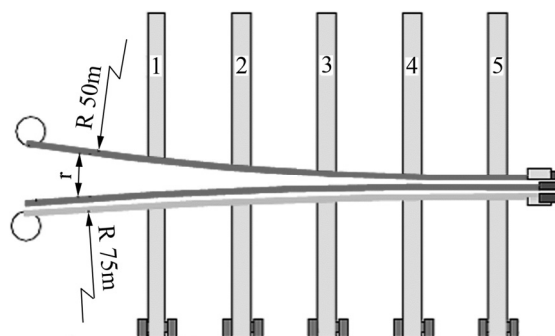


图11 上热压板的调整范围

Fig.11 Adjustable range for upper hot platen

下热压板的弯曲半径通过下进料头调节，半径固定在75 m时，适应纤维板的生产；半径固定至150 m时，适应刨花板的生产。

需要说明的是，随着热压板厚度减少，热压板热容量亦降低，需要提高二次热循环的供油量，以满足板坯对热量的需求。

2 结语

该连续压机进入端已应用于实际生产，其结构特征与生产工艺特征相关性的分析结果，以及生产实践的应用效果，均验证了此进入端机构完全满足目前生产工艺需求。今后笔者团队将进一步提升创新能力及细节的处理能力，将连续压机进入端做到“更精、更专、更适用”。

参考文献：

- [1] 中国福马机械集团有限公司. 入口可调式连续平压热压机. 中国, CN201510123020.2 [P], 2015-03-19.
- [2] 岳群飞, 夔国富, 王学平, 等. 人造板连续平压热压机柔性进入端的设计与应用[J]. 木材工业, 2017, 31 (1): 9-14.
- [3] 罗丽萍. 双钢带连续压机的板坯进给技术[J]. 中国人造板, 2011 (6): 21-26.
- [4] 欧阳琳. 连续平压热压机(之三)[J]. 木材工业, 1997, 11 (4): 34-37.

(责任编辑 向 琴)