

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、商务部和质监总局联合认定为“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。

适应热压动态热膨胀的连续压机结构设计

瞿国富, 张红建, 焦海良, 王学平, 岳群飞, 盛振湘

(中国福马机械集团有限公司, 北京 100029)

摘要: 简要分析连续压机的热压板在热压动态热膨胀时的状态, 提出为应对该动态变化所采用的主要结构形式。同时介绍笔者公司的连续压机框架移动、热压板的连接等解决方案。

关键词: 连续压机; 热压板; 框架; 热膨胀; 动态

中图分类号: TS64 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2017)03-0014-04

Structural Design of Continuous Press Considering Dynamic Thermal Expansion in Hot Pressing

QU Guo-fu, ZHANG hong-jian, JIAO Hai-liang, WANG Xue-ping, YUE Qun-fei, SHENG Zhen-xiang

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

Abstract: Based on analyzing working conditions of the hot platens in a continuous press under thermal expansion and position transformation, the authors designed a new structure for the press in compensation for dynamic movement. Frame movement and hot platen joints of the continuous press were presented.

Key words: continuous press; hot platen; frame; thermal expansion; dynamic movement

连续平压热压机(简称连续压机)的热压过程,通过热压板、辊毯、钢带接触传热,自动进出料;按工艺要求加压,压力、温度、速度自动控制。其核心部件包括:热压板、钢带及驱动系统、辊毯系统、机架等,其中热压板是贯穿整个热压过程的连续加热部件,整体长度大、精度高,如果作为单一

零件,则加工、运输、安装都异常困难,所以连续压机的热压板都是由多段拼接而成。而热压板的拼接方式影响其局部的动态精度和温度的均匀性,同时,由于热压板长,在温度变化时会产生较大的热膨胀,需要采用适宜的结构来可靠地释放该热膨胀,并保证压机工作过程中的动态精度。

基于深入分析和不断实践,笔者公司设计开发出适应连续压机工作要求的热压板短台阶搭接和框架移动释放热膨胀的结构形式,能最大限度地减小热压板拼接对温度均匀性的影响,以及热压板热膨胀对连续压机动态精度的影响。

收稿日期: 2017-01-11

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: 瞿国富(1972—),男,中国福马机械集团有限公司连续压机事业部总经理,高级工程师。

由于热压板的升温传热与其自身的热膨胀关系相连,热压板拼接结构以及热膨胀释放结构相互制约,形成紧密相关的统一体,其结构设计需作为整体来综合考虑。笔者对该结构进行分析,旨为相关技术的进一步开发与完善提供参考。

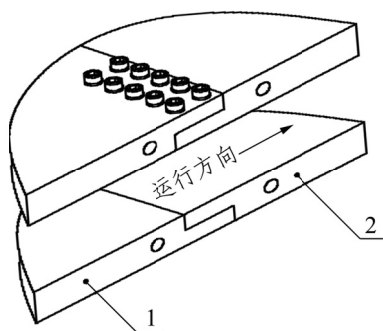
1 满足动态热压要求的热压板拼接结构

连续压机有上下动作的移动热压板和固定热压部件各1件,工作面相对,分上下布置。固定热压板安放在多组框架内框形成的工作平面上,移动热压板与油缸相连,并由油缸驱动其升降。按不同的压制阶段,在两热压板工作面间形成合适的间距。热压板在板坯受压反作用力的范围内应具有一定弹性,且表面需顺滑坚硬,保障钢带及辊毯系统得以顺利通过。

1.1 传统拼接结构

以往热压板的拼接主要有2种结构形式。

一种是长台阶本体拼接,如图1所示。每段热压板的前后两端减薄,通常减到工作段厚度的一半,前压板后端和后压板前端上下贴合由螺栓把合。



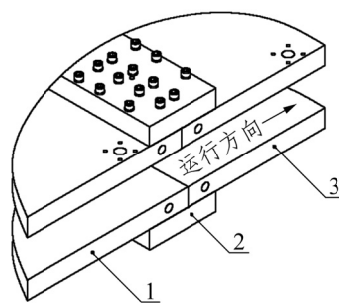
注: 1—前热压板; 2—后热压板

图1 热压板长台阶本体拼接结构

Fig.1 Long step joint of hot platens

该结构简洁,零件少,连接可靠,拼接热压板之间的过渡也比较平滑,但是搭接面宽,制作精度要求高,成本亦较高;更重要的是,由于搭接部位的厚度减薄,无导热介质通道存在空间,搭接段热压板无加热功能,不利于板坯的连续加热。此外,因加热功能减弱,影响到连续压机的有效加热长度缩短。

另一种是对接形式,如图2所示。前后热压板端面相对,分别与同一块连接板用螺栓把合,接缝处通过连接板的修配,来调整热压板的平面。



注: 1—前热压板; 2—连接板; 3—后热压板

图2 热压对接结构

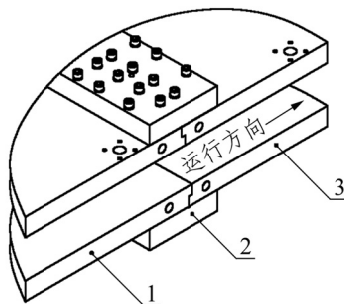
Fig.2 Butt joint of hot platens

该结构制作要求低,成本也低,相对前种结构,热压板的利用率提高。但由于连续压机在生产中动热压板接缝前后的相对位移时时改变,同时连接板的紧固螺栓相对于热压板本身存在刚性差异,很可能造成热压板内接缝处的前低后高现象,引起辊毯的卡滞。

另外,由于板坯受压压力的时时改变,与对接的静压板在接缝处存在微小相对运动,上下贯通的对接缝会使钢带润滑油顺此通道不停地流失,既浪费了润滑油,使得钢带的润滑质量变差,又造成接缝处的环境污染。

1.2 新型拼接结构

综合前两种结构的优点,笔者公司的连续压机热压板采用短台阶搭接形式连接,如图3所示。



注: 1—前热压板; 2—连接板; 3—后热压板

图3 热压板短台阶搭接结构

Fig.3 Short step joint of hot platens

将传统的长台阶结构改进为短台阶,同时,为避免短台阶结合部在高压工作下可能产生变形,又吸收了第二种对接结构的特点,用连接板加螺栓把合的增强方式。

该连接方式前后热压板的加热通道孔距离小,温差小,故有效加热区增长。同时,搭接台阶还起

到热压板上下方向的定位作用。即使在压机静、动热压板的搭接间隙和热压板的形状都在不断改变的状态下,设定的加工公差也能保证热压板在接缝处任一时刻均前高后低,使得辊毯顺利通过。搭接台阶的上下贴合,还能有效阻止下热压板工作面上钢带润滑油的流失。

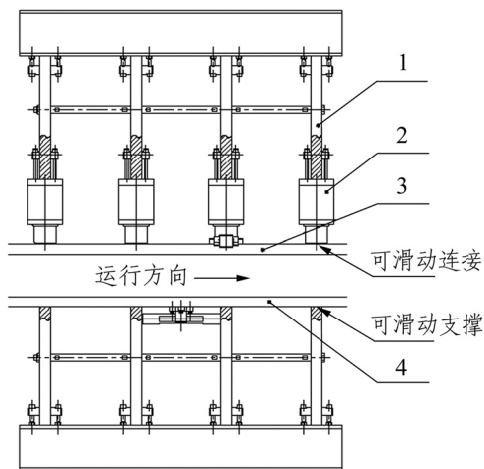
2 满足动态热膨胀的框架结构

为了保证压制产品的质量,连续压机的精度要求很高。如框架内框下表面的平面度为 0.05 mm;热压板拼缝处的高度差不大于 0.05 mm,且只允许前高后低等。上述精度一般是在静态下检测获得,与生产状态往往不一致。其中比较明显的变化就是受加热温度的影响,从室温升至高温生产状态时,热压板会产生膨胀;而且,在工作状态下,连续压机的各个部位具有不同的温升。

为了保证热压板精度及各部件稳定、准确的相互位置和作用关系,针对热压板加热膨胀的现象,各设备制造商采用的技术路线和结构形式各不相同,但其原理可归纳为:允许热压板移动或允许框架移动。

2.1 传统框架结构

1) 热压板移动式结构,如图4所示。



注: 1—框架; 2—油缸; 3—上热压板; 4—下热压板

图4 热压板移动式结构

Fig.4 Structure of hot platen movement

其特点是多组框架四角固定在刚性纵梁上,框架之间亦通过螺杆相互紧固在一起,形成稳固的框架体。油缸悬吊在框架上,并与热压板形成可滑动

的连接,框架和油缸是固定的。热压板热膨胀时,下热压板与框架之间发生滑动;上热压板与油缸之间发生滑动。

该结构安装方便,结构紧凑,以框架为安装基础,压机其他组成部分也会稳固和牢靠,成本亦低。但有时加压状态下的热应力不能很好地释放,加上不能消除框架的热膨胀,易造成结构的失衡甚至变形。在生产过程中,油缸对热压板加压使热压板滑动接触面摩擦力增加,热压板产生的热膨胀难以释放;另外,加压状态下热压板的水平膨胀移动,对紧压的油缸柱塞产生水平力,油缸一侧的密封受到水平力的长期作用,易产生密封泄漏,影响密封件的寿命。

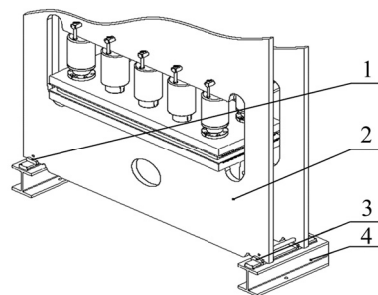
2) 框架移动的结构形式。

其特点是框架板两两一组形成框架组,框架与下热压板固定,油缸悬吊在框架上,并与上热压板相连接。热压板热膨胀时,框架组会跟随下热压板前后运动,不会对紧压的油缸柱塞产生水平力,但框架移动的设计要保证热压板平面工作精度,以及各框架部件稳定、准确的相互位置关系。各家设备厂商采用的不同结构形式,均基于此原理。

2.2 新型框架结构

通过综合分析对比,笔者公司的连续压机采用框架移动的技术路线,并开发了两种结构形式。

一种为导轨滑块式框架结构^[1],如图5所示。



注: 1—平面支撑; 2—框架板; 3—导向; 4—底梁

图5 导轨滑块式结构

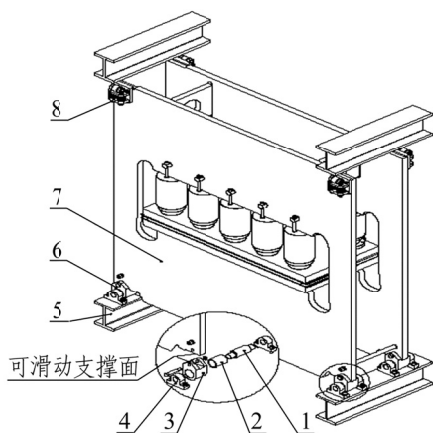
Fig.5 Structure of guide and slider

框架底部分左右支撑在滑块之上。为消除热板纵向热膨胀和框架板的横向热膨胀,其中一侧滑块带有导向(3),另一侧滑块采用平面支撑(1)。所有框架的平面支撑滑块位于连续压机中心线的同一侧,当框架热膨胀时,平面支撑滑块可横向滑移。

为保证热压板平面工作精度，滑块与底轨均采用高硬度材料（HRC30~50），相互滑动表面采用含钼的固体或胶体润滑剂，在极高的静压载荷下，摩擦系数控制在 0.07~0.13 之间，磨损极少。导轨和滑块加工简单，精度容易保证。

滑块的接触面也可V型或圆柱型等其他形状。滑块之间还可改用精密机床用的针式滚动滑块，以进一步减小摩擦力。

另一种为滑靴式框架结构^[2]，如图6所示。



注：1—支撑轴；2—滑套；3—支撑块；4—支座；
5—底梁；6—滑靴；7—框架；8—导轮

图6 滑靴式结构

Fig.6 Structure of sliding shoes

沿垂直于板坯进料的方向，框架的底部分左右支撑在滑靴（6）之上，滑靴由支撑块（3）、支座（4）、支撑轴（1）以及滑套组成。支撑轴与支撑块之间形成相对封闭的滑动支撑包容面，更容易进行清洁和润滑等操作，也易于保持机构的长期有效性。精度较高的滑动副存在于相对较小的滑靴上，加工难度和加工成本较低，并且滑动副的长度可以按使用要求灵活确定，更加合理。滑靴可以单独安装并调整精度，可操作性强。

为消除热板纵向热膨胀和框架板的横向热膨胀，一侧滑靴中支撑块与框架固定连接，另一侧滑靴中支撑块与压机框架之间以滑动摩擦配合，所有框架的滑动支撑滑靴位于连续压机中心线的同一侧。当框架热膨胀时，框架的一端可横向滑移。经过精确位置调整的导轮（8）安装在框架的上部左右，并以适宜的压力，弹性地支撑在顶梁下表面，用以平衡剩余的热压板推拉框架所附带的倾翻力矩。

表1列出在采用滑靴式结构框架的连续压机生产线上，在升温 and 降温的过程中，框架移动距离的检测数据。其中 $L_1 \sim L_4$ 是框架上某一测量点距离热压板固定点的距离，温度差是热压板的平均温度与室温的差值。

表1 滑靴式结构的框架在热膨胀时的位移测量值
Tab.1 Displacement measurements of frame with sliding shoes in thermal expansion conditons

到固定点的距离/m	温度差/℃	理论位移/mm	实测位移/mm
$L_1=4.72$	50	2.5	1.8
	100	5.1	4.3
	150	7.7	6.9
	100	5.1	5.5
	50	2.5	3.0
$L_2=9.70$	50	5.3	4.5
	100	10.6	10.0
	150	16.0	15.2
	100	10.6	11.0
	50	5.3	5.0
$L_3=19.66$	50	10.8	10.0
	100	21.6	20.8
	150	32.4	31.6
	100	21.6	22.0
	50	10.8	11.2
$L_4=27.96$	50	15.3	14.5
	100	30.7	30.0
	150	46.1	45.3
	100	30.7	31.2
	50	15.3	16.0

3 结语

中国福马机械集团有限公司设计开发的热压板、框架结构，已应用于多条连续压机生产线中，并经受了生产实践的检验。热压板接缝处间隙变化小，温度偏差小，连续压机在热膨胀时的动态精度可知可控，重复精度在±1 mm 范围之内，在生产中表现良好，完全满足人造板的生产工艺要求。

参考文献：

- [1] 中国福马机械集团有限公司. 连续压机：中国，CN102161239A[P]. 2011-08-24.
- [2] 中国福马机械集团有限公司. 连续压机框架组件及连续压机：中国，CN103009667A[P]. 2013-04-03.

（责任编辑 向 琴）