

讲 座

连续平压热压机 (之四)

欧阳琳

4 连续平压热压机技术参数

3种热压机技术参数见下表:

序号	参 数	压机型号		
		Ki s t e r s	Contiroll	Hydro-Dyn
1	生产规模 (m ³ /a)	50 000	100 000	100 000
2	产品	MDF	MDF	MDF
3	加热时间 (s/mm)	10	11.5	11
4	板材规格* (b×h, mm)	2 457×3~32	2 608×3~35	2 490×3~30
5	热压板 (l×h, mm)	12 574×62	23 008×95	23 390×
6	各压力区段压力 (MPa)	5.3 5.2 5	5.4 3.2 1.5	4.0 2.5 1.5
7	钢带运行速度 (m/min)	1.0~36	1.8~36	3~40
8	钢带最大开度 (mm)		100	
9	热压板温度 (°C)	220	225	200
10	加热回路 (段)	3	6	
11	驱动辊筒直径 (mm)	1640	2250	
12	滚子链滚子直径 (mm)	12.4	18	油膜
13	钢带厚度 (mm)	2	2.2	2
14	钢带长度 (mm)	39 500	67 000	61 000
15	系统压力 (MPa)	30	30	30
16	机架单元 (付)	30	23	
17	油缸数 (付)	210	115	
18	热耗量 (kJ/m ³)	5.68×10 ⁵	5.02×10 ⁵	5.86×10 ⁵
19	电机容量 (kW)	450	745	750
20	压缩空气耗量 (l/min)	50		
21	冷却水耗量 (l/h, 25°C)	5 000		
22	润滑油耗量* (l/h)	20	24	
23	抽除废气量 (m ³ /h)	5×10 ⁴ ~1×10 ⁵	3×10 ⁴	
24	总重量 (t)	400		700
25	总体尺寸 (K b×h, mm)	28 520×7 308×6 000		
26	总压力 (kN)	~91 700	~182 000	

* - 板材长度不限; * * - 滚子键用润滑油

德国四大公司所产连续平压热压机,它们在结构和主要格局上相似,技术指标相近,工作原理一样。制造技术十分精湛,零部件制作精良、互换性好,装配细腻,性能也很可靠。整机运行操作,工艺参数的改变,生产过程与板材质量的监控等已全部微机控制。但四种连续平压热压机在局部又有所不同,有的差异还很大。就其原因,除了设计思想不一外,某些设计上有所不同,这是属于各家公司所拥有的知识产权,受到完善和严密的保护。一旦某技术和结构取得了专利,别的公司在设计时只能避开专利另辟新径。因此四大公司所产的连续平压热压机虽然主要格局相似,但又体现出各自的特点。

Bison公司的 Hydro-Dyn压机以油膜减磨、加热而独树一帜。其特点是结构简化,零部件少,钢带运行阻力小,噪声低,结构重量轻,价格低。Ki s t e r s公

司压机的优势在短轴多排滚子链,制作较易,安装、拆换方便。滚子链还无须设动力装置因而结构简化。小直径滚子摩擦系数小,传热效率高。采用差动油缸精密控制板材厚度十分有效。Dieffenbacher公司的 CPS压机,别具一格的活动机架拉板和油缸外侧布局,解决了连续平压热压机维护、保养不易的难题。采用耐磨板有效地保护了制作精密和价格昂贵的热压板。Siempelkamp公司的 Contiroll压机变间距机架布局做到了等强度设计,从而减轻了整机重量。

各公司的连续平压热压机虽然设计上有所不同,但都能满足连续平压工艺的要求,在这一点上是一致的,也是最重要的。

5 连续平压热压机的主要部件

5.1 滚子链

滚子链是钢带滚子链型连续平压热压机特有的关键部件。滚子链位于热压板面向板坯的一面与运动的钢带(工作段)之间,绕过热压板前后端(返回段)首尾相接形成环形的滚子链,覆盖在热压板整个工作表面而形成一滚子链毯。其作用是减少钢带与热压板的磨损和减小钢带的牵引力,并将热压板的压力与热量通过钢带传给板坯。在热压机进料端设有微机控制的滚子链稀油润滑系统。

滚子链的型式主要有短轴多排型和通轴单排型两种。

5.1.1 短轴多排滚子链

图19为 Ki s t e r s压机短轴多排滚子链毯。该链毯由若干条单幅环形滚子链并列而成,单幅环形滚子链则由若干等长的滚子链单元联接组成。

图20为一个滚子链单元,它由8种不同长度的滚子1和相同的心轴3、链板2及垫圈等组成。链板长114 mm、宽55 mm和厚12.5 mm的单元。

滚子为无缝厚壁钢管,直径12.5 mm,长度有9、13、14、21 mm等8种,链板厚1.6 mm,节距12.7 mm。滚子表面经耐磨处理,直径加工精度很高,公差仅0.005 mm。

滚子链之所以要采用8种尺寸不等长度的滚子,组合成相同宽度的滚子链单元的结构形式,是为了解决链板联结部位的传热不良问题。因为链板直径小于滚子,不与钢带和热压板接触,以减小钢带和热压板的磨损。因而在这个区域热压板的热量只能以辐射和对流的方式传给链板。链板再以此两种热传导方式将

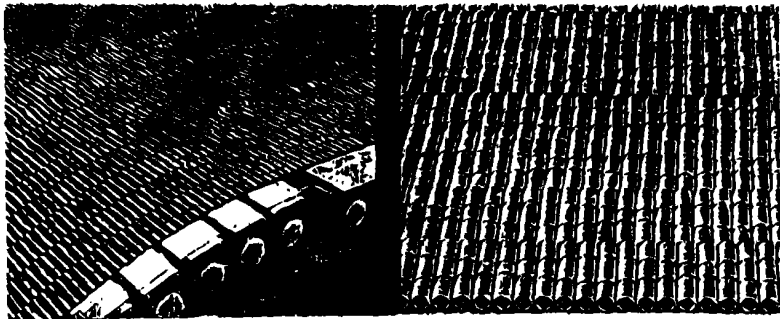


图 19 短轴多排滚子链

Fig. 19 Short shaft multi-chain raft roller

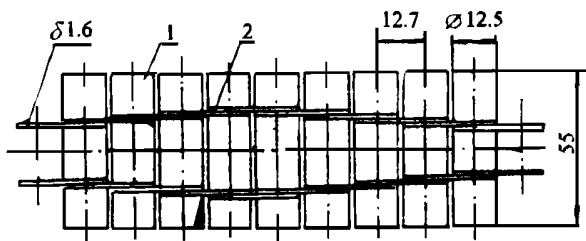


图 20 短轴单排滚子链单元

Fig. 20 An unit of short shaft single-chain raft roller

热传给钢带,显然其传热效率低于紧密接触钢带和热压板的滚子链。如果采用等长滚子组成滚子链单元,在链板区域就会出现一条位置不变的宽约 3.5 mm 的低温带,那么由 40 多条单幅滚子链组成的滚子链毯,则会在上、下钢带上出现 80 条固定位置的低温带。这样板坯将受热不均,会严重影响板材质量。如果采用不等长滚子组成滚子链单元,链板联结在整个滚子链长度方向为一曲线。滚子链作纵向运动时,链板运动轨迹为一波形曲线。由于链板轨迹在纵横两个方向的变化,使链板形成的低温带位置也产生周期性的变化,钢带和热压板间热量产生横向对流,从而消除了低温带而使钢带表面温度趋于一致,这一点是短轴滚子链毯的关键所在。一台年产 10 万 m³ 的中密度纤维板连续热压机,一付滚子链毯由 57 万多 个滚子,38 万多片链板和近 20 万个心轴,垫圈等组成。

短轴多排滚子链毯自身无动力,靠钢带摩擦力牵引做同向平动,但速度只有钢带速度之半,同时滚子还绕其心轴做旋转运动。短轴多排滚子链毯之所以能由钢带带动,正是因为滚子链毯由多幅单排滚子链组成才得以实现。因为板坯的反力在各处并非完全一致,滚子链与钢带和热压板的摩擦力也就不一,这样滚子链会因拉力大小不一而在纵向产生相对运动。由于多排滚子链毯各单幅滚子链之间无约束,因而各单幅滚子链间可以有相对运动,而不会造成滚子和心轴承受弯矩或剪切,因而滚子链可以由钢带拖动而无须另设动力。

早期的 Küsters 连续平压热压机滚子链毯的返回,是通过导向板导向从热压板末端返回至热压机进口口的。滚子链返回时通过热压板后端的圆弧部分进入导向板的导向槽内。由于导向槽的位置上、下相错,而迫使滚子链以单幅(宽 55 mm)上、下交错排列进入导向槽返回,下滚子链的返回方式与上滚子链完全相同。之所以采用滚子链错位单幅导向返回

是因在返回段滚子链为松边,为防止单付滚子链产生跳动和由于横向运动产生干涉或跑偏,使之在热压机进口端能精确定位,排列有序,因而在导向板上设置上、下错位的导向槽。导向槽深度、宽度略大于单幅滚子链的直径和宽度,这既能防止滚子链的跳动和横动,又保证滚子仅受拉力而随钢带纵向平动。

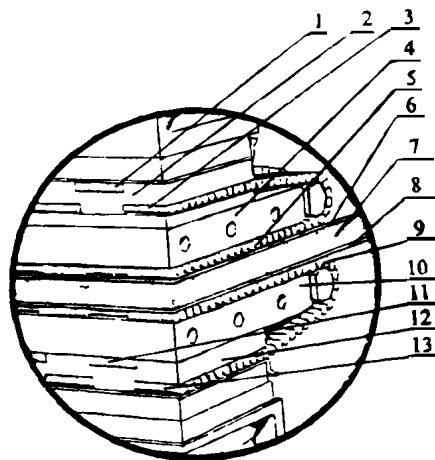


图 21 早期 Küsters 压机滚子链返回图

Fig. 21 Feed back outline of early Küsters press multi-chain raft roller

- 1.上滚子链上返回段; 2.导向板; 3.上滚子链下返回段; 4.上热压板; 5.上滚子链工作段; 6.上钢带; 7.板坯; 8.下钢带; 9.下滚子链工作段; 10.下热压板; 11.下滚子链上返回段; 12.下导向板; 13.下滚子链下返回段

由热压板、滚子链和钢带组成的这一运动系统,可以看作是一个直径无限大(平面)的滚动轴承。热压板相当于静止的内圈,钢带为运动的外圈,滚子链则相当于滚动轴承的保持架。

这种带导向板的滚子链返回结构,滚子链返回空间很小,被称为小循环,因而滚子链总长度短。但导向板加工精密,加工量和装配工作量大,整个结构重量也会增加。

Küsters 公司新推出的连续平压热压机,其滚子链的返回采用托辊、压辊和调偏装置,较好地解决了

滚子链的有序排列和横动问题,从而取消了导向板。这不仅大大简化了压机结构,维修保养十分方便,而且减轻压机自重 10 多吨,滚子链的润滑油用量也减少了一半。但滚子链返回段需分别通过压机上、下横梁进行大循环,这样滚子链的长度将有所增加(图 22)。

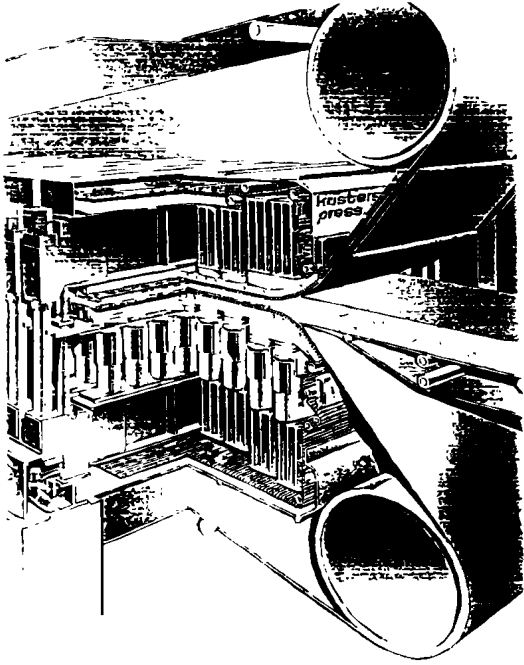


图 22 新型 Kusters 压机滚子链返回图

Fig. 22 Feed back outline of the new Kusters press chain raft roller

短轴小直径滚子链有许多优点:滚子链运行无须专用动力装置从而简化了结构,减轻了整机重量。滚子直径小而短,制造容易,单幅链重量较轻,安装容易,更换方便。滚子链在返回悬空状态不会产生弯曲变形,其精度保持时间长。滚子密度大,滚子间间隙仅 0.2 mm,钢带与热压板间空间小,因而传热好,热损失小,传热效率比大直径滚子高 35%,热压板与钢带温度差不大于 10℃。由于钢带在两滚子之间形成一个双支梁,受板坯压力后钢带会产生挠度,小直径滚子链节距短,在相同的板坯压力下,钢带挠度比采用大直径滚子的钢带挠度小得多。另外短轴滚子摩擦系数也小于长轴滚子的摩擦系数,有利于减小钢带、滚子和热压板三者的磨损。短轴滚子链的不足之处是装配工作量较大。

5.1.2 通轴单排滚子链 通轴单排滚子链(图 23),其结构类似普通单排滚子链,只是滚子采用长度与热压板等宽的通轴辊杆。为使返回段悬空的辊杆具有足够的刚度,滚子直径做得较粗,一般都在 18~22 mm 之间。由于滚子为通轴,加之重量较大,滚子链需有专用驱动链轮驱动。

通轴单排滚子链由于滚子直径粗,热压板与钢带



图 23 通轴单排滚子链

Fig. 23 Long axle single raft roller chain

间空间大,滚子之间间隙也大,因而热传导效率差。滚子节距大还造成钢带受压后挠度增大,这些都是通轴滚子链的不足之处。另外,滚子必须选用高强优质管材,长径比高达 144:1 的细长辊杆,加工难度也很大,通轴滚子链安装、维修也很困难。

滚子直径的大小与钢带受压时的挠度有关,从下列公式可以看出:

$$f = \frac{5 \times p \times l^4}{384 \times E \times I}$$

式中: f —钢带在两滚子间的挠度 (mm);

p —钢带所受压力 (N/mm²);

E —钢带弹性模量 (2.05 × 10⁵ N/mm²);

I —钢带惯性矩,钢板厚 1.55 mm = 0.000031 mm⁴,钢板厚 2.00 mm = 0.000067 mm⁴;

l —滚子链节距 (mm)

若选用不同的钢带厚度和滚子直径,改变钢带压力大小,代入上述公式,可以描绘出钢带的压力-挠度曲线(图 24)。

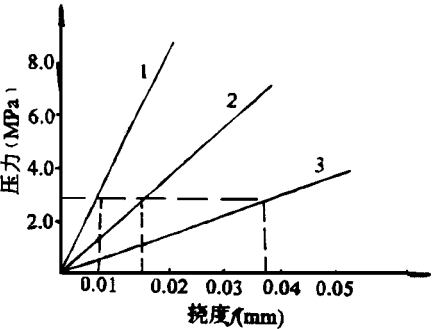


图 24 钢带压力挠度曲线

Fig. 24 Pressure-deflection cure of steel tape

图中曲线 1 表示厚 2 mm 钢带,滚子链节距 12.7 mm

曲线 2 表示钢带厚 1.55 mm, 滚子链节距 12.7 mm 曲线 3 表示钢带厚度 2 mm, 滚子链节距 19.05 mm 时, 在不同板坯压力下, 钢带在两滚子间产生的挠度变化曲线。从曲线 1 和 3 的对比可知, 压力 3.0 MPa 时, 仅因滚子节距大 6.35 mm, 钢带挠度却大了 3.8 倍。钢带在一个热压周期中, 弯曲应力和挠度变化上千次, 因此钢带挠度大对钢带的使用寿命极为不利。在这方面, 小直径滚子链无疑具有更大的优势。

无论是短轴多排型还是通轴单排型滚子链, 目前均采用大循环返回, 即上、下滚子链分别绕过压机顶部和底部返回, 在压机进料端有自动稀油润滑装置, 日消耗润滑油约 20 L 通轴单排滚子链在进入热压板前还进行了预热。

5.2 钢带

钢带也是连续平压热压机关键零件之一, 其作用是将热压板的压力和热量传至板坯, 并带动板坯与之同步运行以实现连续热压。有的压机钢带还要带动无动力装置的滚子链运行。

钢带由钢板焊接成无端环形带, 套在热压机前、后辊筒上。后辊筒为驱动辊筒, 前辊筒为张紧辊筒, 两辊筒安装在多为独立基础的辊筒架滑座上。钢带由辊筒油缸和拉杆张紧, 液压张紧装置保证钢带有恒定和柔性的张力, 这对钢带获得稳定的牵引力和钢带及压机其它部件具有过载保护作用。热压板长度为 22 m 的压机, 钢带牵引力高达 100 多吨。

上、下钢带通过热压板后, 绕过驱动辊筒分别从热压机顶部和底部做大循环返回至压机进料端。返回端是松边, 有托辊、压辊和调偏辊使其正常运行。为减少返回段钢带的散热损失, 整个返回段与滚子链在密封隔热的空间运行。有的压机钢带在进入工作段前还进行了预热。

上、下钢带运行方向的调整, 是通过图 25 中在钢带松边配置的 4 个调偏辊来实现。改变调偏辊左、右两端头的高、低位置即可调整钢带的运行偏移量。当钢带向左偏移时, 调偏辊左端上升, 使钢带左侧张紧度加大而与驱动辊筒摩擦力增加, 于是钢带向右运行至正常位置。若钢带向右偏移, 则调偏辊右端上升, 使钢带右侧张紧度加大而与驱动辊筒摩擦力增加, 则钢带

向左运行至正常位置。钢带跑偏讯号来自钢带两侧部位的电气装置, 而调偏辊的升降运动则由两端气囊 2 伸缩来执行。采用气囊驱动调偏辊调偏, 钢带运行十分平稳。

环形钢带长度通常为热压板长度的 2.6~3 倍, 一台年产 10 万 m^3 的连续平压热压机一付钢带长 60 多 m 钢带在热压机后端需留出一定长度以便清扫, 因为钢带必须保持清洁, 清洁的钢带对板材质量和钢带的寿命都十分重要。

在钢带的上、下两面均设有清扫装置, 以柔性毛刷作清扫器, 其环形带工作长度长于钢带宽度, 毛刷运动方向与钢带运行方向垂直。这种环形清扫器比辊筒式清扫器清洁效果好。因为毛刷与钢带为面接触且接触面积大, 因而清扫时间长, 清洁效果好, 同时粉尘收集干净彻底。

上、下钢带内外表面均设有清洁器, 共 4 个, 安装在钢带后端的空位位置。为使钢带达到理想的清洁程度, 在包容进料辊筒的钢带表面, 还增配了清扫辊, 凡有清扫装置的部位, 均配置有高效粉尘收集装置。

钢带工作条件恶劣, 且受力大而复杂, 除长时间承受水平拉力外, 在热压板压力区内两滚子间还承受弯矩, 由于钢带与滚子速度不一, 因而钢带弯矩是变化的, 钢带在热压板内并不是一平面, 是一个变化的波形曲面。在 20 m 长的热压板内, 其弯矩由零至最大值的变化次数达到 1 000~1 500 次, 虽然弯矩产生的挠度不足 1 毫米, 但对钢带使用寿命的影响还是相当大的。钢带在绕过辊筒时, 产生弯曲, 年弯曲疲劳次数在 4×10^5 次以上, 此外钢带还有高、低温的频繁变化和张弛的交替作用。这些工况对钢带提出了很高的要求。要求钢带有高的抗拉和抗弯强度, 好的韧性和疲劳强度, 还要求钢带不因频繁的冷热变化而产生蠕变。因此钢带材料通常选用经高预应力处理的专用高强特殊合金钢制造, 钢带厚度一般在 1.6~2.5 mm 范围内, 常用厚度为 2 mm。

钢带驱动辊筒由配有行星减速器的直流电机驱动, 由电器控制上、下驱动辊筒严格同步, 使上、下钢带运行速度一致, 以免板坯沿水平方向错位或撕裂。

为减少钢带的弯曲应力和使驱动辊筒具有足够的牵引力, 并使钢带便于绕过压机顶部和下部进行大循环返回, 都采用了大直径辊筒。大型压机辊筒直径都在 2 m 以上。驱动辊筒直径一般大于张紧滚筒, 以增大钢带包角提高摩擦力。驱动辊筒表面铆有高摩擦系数的摩擦片, 一方面为提高辊筒对钢带的牵引力, 同时对辊筒和钢带也有保护作用。摩擦片磨损后, 只需更换摩擦片, 驱动辊筒仍可继续使用。热压板长 22 m 的热压机, 上、下驱动辊筒所需电机功率高达几百千瓦。

(未完待续)

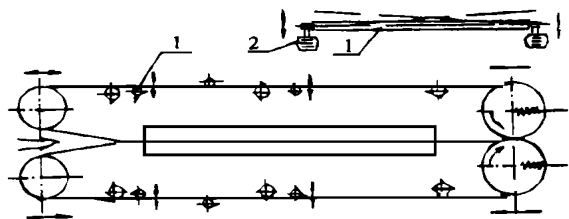


图 25 钢带自动调偏系统

Fig. 25 Steel tape automatic control system