

人造板热压机卸压机构的设计和研究

张 群*

摘要 本文阐述了几种人造板热压机卸压机构设计。

关键词 人造板热压机; 卸压机构; 卸压曲线

Study on Design of Unloading System of Wood-based Panel Press

Zhang Qun

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091)

Abstract In this paper the design of several unloading systems of wood-based panel press is expounded.

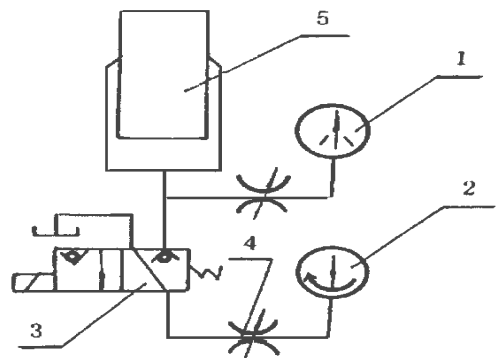
Keywords Hot press; Unloading system; Unloading curve

人造板热压过程中,根据工艺要求往往经过一次至数次卸压(本文只讨论最后一次卸压),生产中由于卸压曲线不合适会造成制品鼓泡甚至放炮等事故,因此卸压性能是衡量人造板热压机性能的一项重要指标。为此,针对国内人造板行业工艺设备管理情况,经过长期试验研究,研制了数种卸压机构(或系统),经多家用户试用,完全可以避免因卸压不当而造成制品鼓泡、放炮等事故。

1 人造板热压过程观察

观察人造板热压过程,不难发现:①卸压过程中都有一个可以看得见的大量排气过程,而鼓泡与放炮都在这时发生;②卸压开始时,虽然从压力表上见到压力正在下降,但见不到排气,只有当油压下降到某一数值时才见到。而且当热压温度、时间等参数不变时,每次开始排气时油压数值具有重复性。通过对开始排气时油压的测定(测量装置见图1),从主油路引出一个电接点压力表1和一个球式电磁换向阀3,该阀与一个小量程带指针的压力变送器2相连(因卸压关键段油压较低),该变送器有指针读出压力值,还可输出与油压成正比的电量。当油压下降至电接点压力表的下限时,球式电磁换向阀得电,压力变送器与主油路相通。由于2的量程小于1,所以其读数比1正确,输出电量接入记录仪,即可记录其卸压曲线。

测定结果发现:①热压温度越高,开始排气时油压越高;②热压时间(在一定范围内)越长,开始排气时油压越高;③铺装不均匀时,开始排气时油压略高;④板坯在压机里的位置越偏离于油压作用合力中心点,开始排气时油压越高;⑤经计算,只要铺装均匀,板坯在压机中的位置居中,热压时间足够长,开始排气时油压所对应的面压(即压机施加在板坯整个面积上的平均压力)与热压板温度所对应的饱和蒸汽压接近或略高。这是由于制品中所含水分受热升温到沸点后变成蒸汽,通过制品边缘排入大气,蒸汽积累在板坯中间升至饱和蒸汽压后,多余的水分就成为高温水。卸压时某一处面压低于蒸汽压力时,蒸汽就会从



1. 大量程电接点压力表; 2. 小量程带指针式压力变送器;
3. 球式电磁换向阀; 4. 可变阻尼; 5. 主油缸

图1 液压测量原理

Fig. 1 Hydraulic principle of pressure measurement

收稿日期 1998-05-27

* 中国林科院木材工业研究所研究员 北京 100091

压板与制品表面之间排出。另外,由于制品表面微观上是不平的,各表面压也就不相等,当平均面压虽还高于蒸汽压时,但局部面压已低于蒸汽压力而排放蒸汽,所以开始排气时,面压要高于制品内部蒸汽压。尤其幅面大的压机,板坯各处所受面压差异较大。对数台热压机测定结果是:开始排气时的面压约为热压板温度所对应的饱和蒸汽压力的 0.8~1.5 倍。如超过 1.5 倍,表明压机精度较差。

制品含水率过高时,内部含有饱和蒸汽和高温水,当面压降低而快速排气时,高温水急剧汽化,体积快速膨胀。当蒸汽压力与面压之差大于某处的胶合强度时,蒸汽就会将该局部撕开而发生鼓泡或放炮。显然卸压机构的目标就是要使在卸压过程中制品内部的蒸汽压与面压之差始终小于制品的内结合强度。因此理想的卸压曲线应是和制品内部蒸汽压之差为一定值的曲线。经过计算和试验证明,采用如图 2 所示的卸压曲线是相当有效的,完全可以避免鼓泡和放炮。

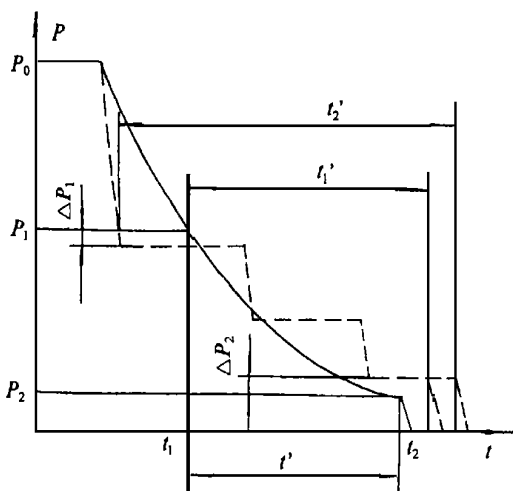


图 2 几种卸压曲线

Fig. 2 Several unloading system

图 2 中: P_1 为板坯面压,为热压板温度所对应的饱和蒸汽压 (P_s) 的 0.8~1.5 倍,即:

$$P_1 = K_1 \frac{F_1}{F_2} P_s \pm P' \quad (1)$$

式中: $K_1 = 0.8 \sim 1.5$;

F_1 、 F_2 分别为板坯和主油缸面积;

$$P' = \frac{(W_1 + W_2 + W_3 + W_4)}{F_2}, \text{ 式中 } W_1, W_2, W_3, W_4$$

分别为热压板、垫板与素板、活动横梁与其上隔热层和油缸活塞重量,注意如有同时闭合机构,热压板重量不能全部计入,要进行力学分析计算。

上压式压机 P' 值取“-”,下压式压机取“+”。

P_2 为打开压机而不会发生鼓泡或放炮的油压,即板坯面压,为相应人造板国家标准中所规定的最低内结合强度 $W_{\min}$ 相当的油压。因为如果在此油压下打开压机时发生鼓泡或放炮,就说明制品强度低于国家标准,应为废品,但由于出压机后,制品强度会有所变化;而且各表面压是不相等的,所以实际取值要根据具体情况来定,一般应取其 $1/2 \sim 1/3$,即:

$$P_2 = K_2 \frac{F_1}{F_2} W_{\min} \pm P' \quad (2)$$

式中: $W_{\min}$ 为人造板标准中内结合强度最低要求,其它同上。

t' 为高效排气时间,主要取决于制品含水率,幅面,透气性,板厚,最低内结合强度要求,卸压曲线形状等等,最好可调,一般应在 30~90 s,卸压时间在一定范围内可以包括在热压时间内,只要知道板坯抗力曲线和卸压曲线。但 t' 超过一定时间后,就要延长热压时间,而且热压时间过长往往会由于胶的降解和木材热解而降低制品性能。

$$\Delta P_1 = \Delta P_2 = \left[\frac{1}{4} \sim \frac{1}{6} \right] W_{\min} \quad (3)$$

图 2 中有三种卸压曲线,一是曲线卸压,其高效排气时间为 t' ,但目前所有这类卸压系统的 t' 不可调,而且还变化;二是先曲线卸压,后在 $(P_2 + \Delta P_2)$ 的压力下保压,其高效排气时间为 t_1' ,其前面曲线段卸压时间同样既不可调也变化,但后面保压时间可调,可任意延长;三是折线卸压,其高效排气时间为 t_2' ,图中为 3 段保压,第 1 段在 $(P_1 - \Delta P_1)$ 保压,第 3 段在 $(P_2 + \Delta P_2)$ 保压,第 2 段压力值任选,一般取第 1 段的平均值,各段时间均可调。

2 几种卸压机构及其卸压曲线的设计

2.1 固定节流孔卸压机构

固定节流孔必须结合其它元件才能组成卸压机构。如图 3 所示,电磁阀 1 得电,控制压力油顶开液控单向阀 2,主油缸的压力油经固定节流孔、单向阀 2 流回油箱,油压随之下降。图 3b 为固定节流孔的示意图。其中各参数的设计计算如下:

① 孔径 d 的求法,根据液压流体力学可得:

$$d = \frac{8V}{C_g \cdot t' \cdot E_0} \cdot \sqrt{\frac{V}{2g} \left(\frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_2} \right)} \quad (4)$$

式中: P_1, P_2 见式 (1), (2);

C_g —流量系数,当 $l < \frac{1}{2}d$ 时为 0.61~0.62 (l 在结构

允许的前提下,越小越好);

g —重力加速度, $\approx 9.8 \text{ m/s}^2$;

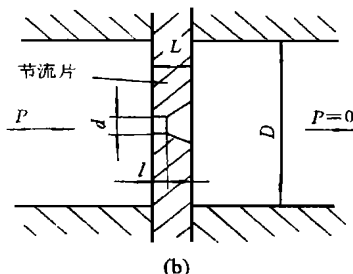
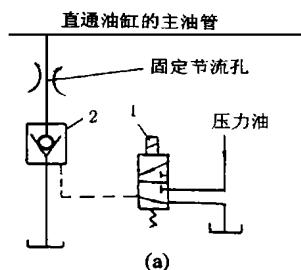


图3 固定节流孔卸压机构

Fig. 3 Throttle nozzle unloading system

V —油液重度, $\approx 8\ 820\ \text{N}/\text{m}^3$;

V —压机在工作位置时压力油所占容积 $/\text{m}^3$;

E_0 —油液体积弹性模量为 $(6.5 \sim 11.5) \times 10^8\ \text{Pa}$, 用蓄能器快速闭合时可取小值。

② D 与 l 的确定一般要求 $D \geq 3.2d$, $l < \frac{1}{2}d$

③ L 的确定要求能承受最高工作压力。

试验证明:① 其卸压曲线如图4所示;② 高效排气时间 t' 有一定变化, 且与设计要求的变化方向相反, 即停机后刚开车时要求长一点反而短, 而运行一段时间后反而长, 这可能与油液由于运行后混入的空气逐渐增多而降低 E_0 有关。笔者实测过2次, 其结果是: 第一次停车78h后, 开始时 $t' = 69\ \text{s}$; 运行8h后 $t' = 55\ \text{s}$ (80%); 另一次停车65h后, 刚开始 $t' = 83\ \text{s}$; 运行8h后 $t' = 71\ \text{s}$ (86%); ③ 设计值 t' 由于各种油品在运行中因混入空气而 E_0 发生变化; 机架油缸容积受力变形; 节流孔直径 d 制造有误差而很难准确计算, 所以制造中应多做几个图3b中的节流片。

本卸压机构的最大缺点是 t' 不能任意调节。生产线停车一定时间后刚开始运行时是鼓泡和放炮最容

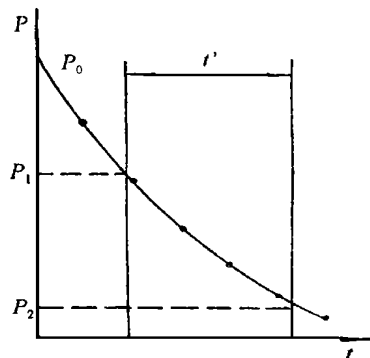


图4 固定节流孔卸压机构的卸压曲线

Fig. 4 Pressure curve of throttle nozzle unloading system

易发生的时候, 因这时坯料含水率往往偏高。这时 t' 应该适当延长, 操作者若能根据排汽情况来决定 t' , 就可以避免鼓泡和放炮。为此, 笔者做了如下改进: 在主油路中装一个压力变送器, 当油压降至 P_2 时 (见图5), 发出电信号, 使图3a中电磁阀1失电, 单向阀2关闭, 停止卸压。 t' 由操作者根据排汽情况决定 (电气设计 t_2' 可手动操作)。当板坯含水率正常后, t' 再恢复正常值 t_1' , (设计中一定要保证 $\Delta t \geq 35\ \text{s}$; ΔP_2 见式3)。实践证明效果极佳。

果极佳

2.2 卸压阀卸压机构

卸压阀即带卸压阀芯的单向阀, 分液动与手动两种。图6所示为液动式。其原理是外控压力油使活塞5上升, 首先顶开卸压阀2, 这时与主油缸相通的3腔中的压力油经阀芯中 D 与 d (图6b) 中的环形空间流入与油箱相通的4腔。这样主油缸的压力慢慢下降。当降至活塞5顶力大于阀芯1上的压力和弹簧力之和时, 大阀芯1被顶开, 卸压结束, 油缸的油大量排回油箱, 压机快速打开。

手动式一般是由手柄带动凸轮来顶开卸压阀芯和主阀芯的动作。

阀芯结构很多, 除了图6a所示的外, 还有多种结构, 不详述。

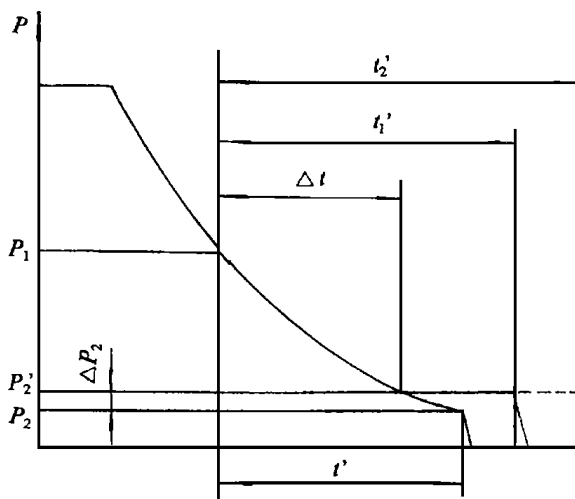


图5 改进后的固定节流卸压机构的卸压曲线

Fig. 5 Pressure curve of improved throttle nozzle unloading system

① 决定卸压阀芯部位的尺寸 (图6b为卸压部位放大图)。

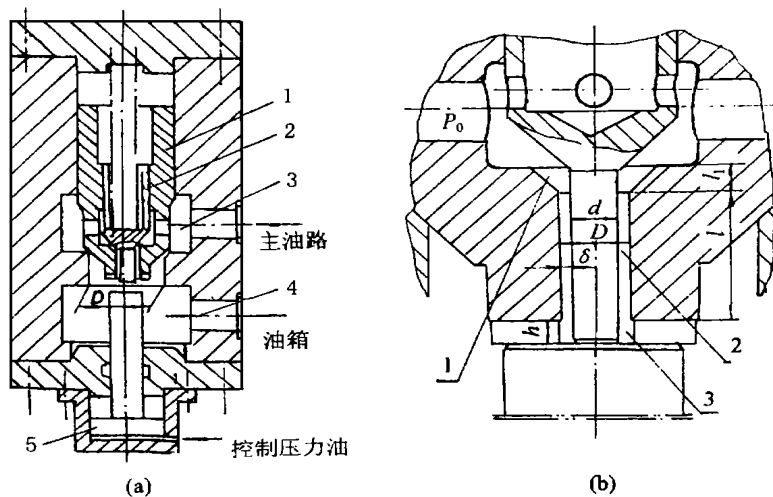


图6 阀芯结构

Fig. 6 Construction of valve core

根据液压流体力学可得:

$$\bar{d} W = \frac{2V}{c C_q t} \cdot \frac{\bar{V}}{2g} (\bar{P}_1 - \bar{P}_2) \dots \dots \dots (5)$$

式中: $\bar{d} = \frac{1}{2}(D + d)$ m, D, d 见图 6b;

W/m 见图 6b;

V 为环形部位的平均流速 $/m \cdot s^{-1}$;

$$C_q (\text{流量系数}) = \frac{1}{Y_1 + Y_2 + \lambda \frac{l}{D - d}}$$

$Y_1, Y_2, \lambda \frac{l}{D - d}$ 分别为图 6b 中锥面进口 1 处、出口 2 处和 D 与 d 围成的环形部位的阻力系数, 这些均可从有关流体阻力手册中查得。

其他符号含义与式 (4) 相同。

然后根据阀的结构确定 $\bar{d}$ 和 W

② 确定开始启力 f

a. 能顶开处于最大工作油压 P_{max} 下的卸压阀芯,

即 $f > \frac{c}{4} D^2 P_{max} + f_a$, 式中 D 见图 6b, f_a 为弹簧力。

注意一般主阀芯弹簧与卸压阀芯的弹簧是分开的, 这里 f_a 为卸压阀芯弹簧的压力。

b. 当油压降至 P 时能顶开主阀芯, 即 $f \approx \frac{c}{4} D'^2$

$P + f_b$ 式中 D' 见图 6a; f_b 为主阀芯弹簧力。

其卸压曲线与图 4 相似, 但是高效排气时间 t' 变化大大增加。这是由于卸压时, 压力油从 D 与 d 环形 (见图 6b) 出流时的流量既受粘度影响, 又受 D 与 d 的偏心影响, 而且由于流量很小, 很容易堵塞。笔者曾对一只阀做过实测: t' 最小为 31 s, 最大为 74 s, 高达

2.39 倍。显然这种阀的 t' 的设计误差很大, 所以应多做几个卸压阀芯。

很明显, 此卸压机构比固定节流孔卸压机构要差一点, 所以鼓泡和放炮更易发生。为此笔者曾用在固定节流孔卸压机构提到的办法改进一台现有压机, 效果尚可。上述两种卸压机构都要求该压机保压性能要好, 而且卸压阀更要求油液干净。近年来国产设备在这方面有所改善, 但绝大部分还是不理想, 这时往往需要更换液压元件、锥面进行重新研磨, 增加旁通滤油回路等措施来进行改善。但有的压机, 尤其旧压机, 由于投资大、工期长等原因, 这时下述第三种卸压机构还是值得考虑的。

2.3 溢流阀补压卸压机构

其液压原理如图 7 在充压泵线路引出阀 1 2 3 4 5 6 组成的卸压阀组。当 CT 得电, 控制压力油经阀 5 开液控单向阀 4, 主油缸的油液由阀 1 的调定的压力决定; 当 CT₁ CT₂ 得电, 油缸的压力油由阀 2 调定压力决定; 当 CT₁ CT₃ 得电, 则油缸压力由阀 3 决定 (当然阀 3 调定值小于阀 1)。这样实现了三级卸压曲线。如果线路泄漏严重, 则令 CT 得电, 充压泵补油, 这样充压泵的供油除补充线路泄漏外, 其余均从阀 1 中溢出, 因此有一定的功率损失。但由于充压泵流量较小; 阀 1 2 3 调定值较低, 所以损失十分有限。本方法的关键是油液必须干净, 否则会严重影响阀 1 2 3 的调定值重复精度和工作稳定。

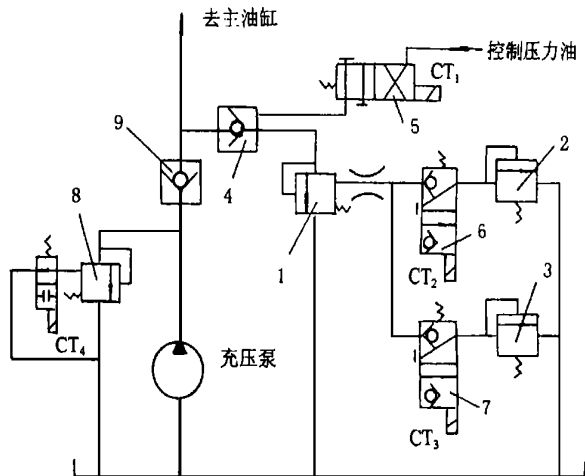


图7 溢流阀卸压机构的液压原理

Fig. 7 Hydraulic principle of relief valve unloading system