

论快速贴面压机机组的总体设计

吴树栋

(中国林科院木材工业研究所 北京 100091)

摘要 本文讨论了单层贴面压机设计时必须考虑的主要技术问题:如机架、热平板、油缸及其布置、加热系统、液压系统等问题,以满足低压短周期贴面法快速、高温的工艺要求。

关键词 低压短周期贴面法; 单层热压机

低压三聚氰胺浸渍纸贴面是近30年发展起来的人造板表面加工技术。早期的低压浸渍纸贴面设备,沿用高压三聚氰胺装饰板的加压方式,采用多层压机,设备比较复杂庞大,快速和节能的效果不显著。进入70年代,快速固化树脂研制成功,贴面工艺方法的不断改进、完善,促进了单层平压快速装卸贴面压机的发展,现已成为低压浸渍纸贴面加压设备的主要形式。目前国外快速贴面压机压板幅面可达到 $2200\text{mm} \times 7830\text{mm}$,单位压力 $2.94 \times 10^6 \text{Pa}$,热压周期1分钟(个别工厂纯加压时间仅30秒)。完整的贴面压机机组还包括:基材清理、组坯装置、静电吸附装置、进板机构、出板机构、成品检验、成品分等、砂边、堆垛等辅助装置。由于快速装饰贴面压机机组要满足速度高、温度高的工艺技术要求,因此在总体设计上与多层压机有所不同,要着重研究和考虑下列技术问题。

1 单层贴面压机的机架设计

单层贴面压机机架一般采用框架板式,框架板的最大应力和变形值可按不受侧内力的对称负荷下的三次内力静不定法进行计算。由于单层贴面压机工作周期短,动作频繁,应力集中的影响更为突出。要特别注意分析判断上下横梁和侧板连接处4个转角的应力条纹。设计时可以先进行框架板模型的光弹试验,根据应力条纹的疏密区分有限单

元的划分,然后进行有限元计算,使计算结果更准确。根据计算结果必要时修改转角处的过渡曲线和框架板的结构尺寸。

根据单层压机框架(图1)设计计算方法的研究^[1],加大框架板高度 L ,可使侧壁合应力下降。单层贴面压机由于受到结构的限制,其框架板高度只有多层压机 L 值的若干分之一,因此侧壁合应力提高,必须加强侧壁以改善其应力状态。根据计算和统计,加厚侧壁框板比加宽侧壁框板有利。同时,增加框架上下横梁高度 H_1 、 H_2 ,也能降低横梁部位的应力和变形;降低侧壁框板的合应力和变形。因此单层贴面压机的框架板就有了下列特点:上下横梁高度 H_1 、 H_2 较大;框架板厚度较厚;4个转角的曲线采用降低应力集中的特殊曲线。

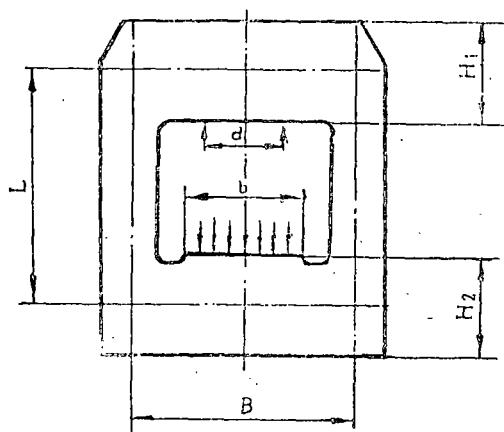


图1 单层压机框架板示意图

2 油缸的设计和在机架中的布置

收稿日期:1992-12-16

单层贴面压机油缸的支承形式一般采用缸底支承式。原因是单层压机油缸布置在上部,柱塞的工作运动向下压,更换密封圈和其它维修操作比油缸布置在下部的困难。采用缸底支承式油缸外露,可改善更换密封圈和其它维修操作的条件。同时,单层贴面压机框架较短,采用缸底支承式对整体尺寸影响并不大,而且框架板高度 L 适当加大改善了框架侧壁的受力情况。采用缸底支承式,还避免了法兰支承式法兰过渡区的应力集中,也改善了机架接触区的受力情况。

油缸的直径取决于压机的总压力和液压系统的工作压力。实际上,由于单层贴面压机一般采用上横梁下滑,自吸充油,所以如果工作压力低,油缸直径过大,充油量也加大,自吸时如产生“吸空”现象,则建立高压的时间要加长,延长了压机总的升压时间,势必要增加高压泵的流量和油泵电动机的功率,这是不经济的。因此在液压元件质量和使用寿命许可的条件下,要将油缸的工作压力确定得较高才比较经济合理。近年来我国机电基础元件工业引进国外技术、吸收消化,国产液压元件的密封性能和高压下使用寿命有较大的提高。因此应将单层贴面压机液压系统的最高工作压力定在26MPa以上,由此来计算油缸的直径。然后按液压柱塞的标准系列确定最接近的柱塞直径尺寸。

油缸在机架组中纵横方向的布置直接影响机架板和上、下横梁、热压板的受力状态,准确地选择和确定油缸的数量和布置方式是总体设计的一个关键。

在机架的横向断面上,油缸为单列布置时,载荷为作用在横梁中点的集中载荷,油缸为双列布置时,则为两个对称的集中载荷。显然,双列布置时机架和横梁、热压板的受力和变形要比单列布置小。特别是有些形式的单层贴面压机不设上、下横梁,下热压板直接装在机架下框口,上热压板直接和柱塞头连接,热压板的刚度有限,这就更应该将载荷平均分布,优先考虑双列式布置。

在机架的纵向断面上,在进行热压机的强度、刚度计算时,除了选择合理的热压板断面尺寸外,还要通过计算使框架板的排列布置对热压板的受力最有利,要求热压板悬臂端的挠度和各支点中间的挠度大致相等,使热压板的变形最小。因此油缸的纵向布置是合理确定机架板间距和机架组间距的前提。同时在考虑机架板的纵向布置时,采用缸底支承形式和双列油缸布置也是有利的,避免了油缸的直径尺寸对机架板和机架组布置的制约和影响。

3 加热系统

热压温度直接影响树脂的固化速度,从而决定了热压周期的长短。表1为某一种牌号的三聚氰胺树脂的板面温度和固化时间的关系^[2]。温度高,树脂固化程度好,有利

表1 板面温度与固化时间的关系

板面温度 (°C)	164	160	155	150	147	144
固化时间 (s)	30	36	42	48	54	60

于贴压过程中脱模,可以缩短热压周期,提高产量;温度过低,则可能造成树脂固化不充分,引起粘板,并使贴面刨花板的外观、耐酸、耐污染性能大大降低。一般低压短周期贴面工艺中热压温度要求在145℃~165℃之间,少数工厂由于改进了树脂性能,采用热油加热等方法,热压温度可达175℃,纯加热时间还可以缩短。

要提高热压温度,首先要解决热源的问题,比较理想的方式是用导热油加热,导热油加热易达到高温,控制油温比较灵敏、准确,对管道系统的要求较低,对新建厂来说,投资费用也不高。老厂考虑到国内电能价格略高,一般利用原有动力系统,仍采用蒸汽加热。但是毫无疑问,导热油加热是一种有前途的发展方向。在提高热压温度的同时,热平板的温度均匀也是一个十分重要的

技术问题。首先要控制上下热压板的温度差,一般要求不超过6℃。如温差过大,热压后成品板板面有可能向一个方向翘曲。在生产实践中,板坯进入压机后,下层饰面纸先接触热平板,为缓解无压置留时间对产品质量的影响,可将下热压板的温度略调低一些。在单层贴面压机的上下热平板上要设置灵敏可靠的测温仪表,导热油的加热系统要对上下热压板的油温和油流量分别控制,蒸汽加压系统中上下管道回路要分别设置相应的控制阀门和有效的疏水器,以保证上下热压板的温度均匀性。其次,热压板板面上各部位的温度均匀性对贴面板的质量影响更明显。如温差过大,则板面树脂固化程度不一致,轻则板面光泽不一致,重则会产生粘板、裂纹等现象。因此设计热压板时要特别注意蒸汽或热油回路的设计,可以采用双层纵向多孔道回路的形式(如图2)。为了抵消热介质进出口的温度差,上下两层回路的进出口相反配置,使整块热压板板面温度更均匀。压板板面温度的均匀度公差应按热压机国家标准中(GB 5855—86)温度均匀度公差中1级精度的要求设计。

由于低压短周期贴面加压周期很短;要求受压加热时板面升温消耗的热量能在短时期内给予补充,要求热压板有足够的热容量,必须设计较厚的热压板,一般约为90mm~130mm。

在热压板的强度、刚度计算中,可把热压板的受力看作一个 $(n-2)$ 次的连续梁静不定问题, n 为框架片数,每一片框架作为一个支点,把热压板看作简支梁,梁可作

自由转动,在受热时可作水平伸长(图3)。通常热压板的强度不难满足设计要求,主要是要控制热压板的挠度,这样才能保证产品的质量。

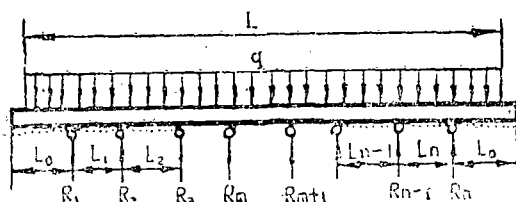


图3 热压板纵向受力简图

用三弯矩方程计算其各处的弯矩。

$$M_1 L_1 + 2M_2(L_1 + L_2) + M_3 L_2 =$$

$$\frac{1}{2} q(L_1^3 + L_2^3)$$

$$M_2 L_2 + 2M_3(L_1 + L_2) + M_4 L_1 =$$

$$\frac{1}{2} q(L_1^3 + L_2^3)$$

.....

$$M_{n-2} L_2 + 2M_{n-1}(L_1 + L_2) + M_n L_1 =$$

$$\frac{1}{2} q(L_1^3 + L_2^3)$$

因为受力情况对称: $M_1 = M_n$,

$$M_2 = M_{n-1}$$

解联立方程,可求出各支点的弯矩值,同样可求出各点的支座反力 R_m 。

$$R_m = \frac{1}{2} q(L_1 + L_2) + \frac{(M_{m-1} + M_m)}{L_1} + \frac{(M_{m-1} - M_m)}{L_2}$$

各段中挠度值可按下式计算。

因为受力情况对称,悬臂端 $f_0 = f_{n+1}$

$$f_0 = \frac{q L_1^3 L_0 + 4 L_0 L_1 M_2 - q L_0^3 (3 L_0 - 4 L_1)}{24 E J}$$

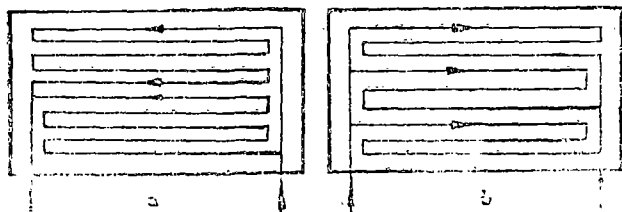
$$f_m = \frac{(M_{m-1} + M_m) L^2}{16 E J}$$

$$- \frac{5 q L^2}{384 E J}$$

式中: E —热压板材料弹性模量;

J —热压板横截面的惯性矩,

$J = B T^3 / 12$, 其中 B 为压板宽度, T 为压板厚度;



a. 下层通道回路 b. 上层通道回路

图2 热压板蒸汽或热油通道回路

n —框架板片数, m 为 $n/2$;

q —热压机总压力沿贴面板长度 L 的
均布载荷;

L_0 、 L_{n+1} —压板悬臂端长度;

L_1 —机架板板间距;

L_2 —机架组组间距;

f_0 、 f_{n-1} —热压板悬臂端挠度。

以上是设计计算的方法, 计算结果还应根据实际情况进行修正。有的机型下热压板下还有衬垫材料和下横梁, 则这个受力梁是一个复杂的对象, 截面惯性矩要进一步的概括和简化。由于热压板中的蒸汽管道对热压板强度、刚度的削弱, 也应在计算结果中进行修正。横向排列的管道对压板强度、刚度的削弱程度比纵向排列要大。

4 液压系统

单层贴面压机液压系统的关键是提高工作速度, 缩短无压置留时间。为了计算一致, 无压置留时间指从板坯进入热压板间隔、落到下热压板上至板面压力升到 $1.5 \times 10^6 \text{ Pa}$ 的时间^{〔3〕}。要求从浸渍纸接触下热压板至压力达到预定值的时间不能超过总压制时间的20%。实际生产中往往由于提高了热压温度, 允许无压置留的时间更短。国外先进单层贴面压机机组的无压置留时间可控制在4秒以下。

缩短无压置留时间应从两个方面着手: 首先是提高液压系统的工作速度。目前设计中选用国产标准系列中的液压元件, 受性能的限制, 解决这个问题有一定难度。在BY614×8/9快速装卸贴面压机机组设计中采用了下列措施, 取得了较好的效果。即在热压机顶部设高位油箱, 选择较大通径的液控单向阀作为充液阀, 尽可能减少管道的长度和弯头的数量, 以减少管道阻力; 低压阶段靠上横梁自重下滑, 液压油通过6个液控单向阀充入主油缸。上横梁下滑接近板面之后靠JB—G73柱塞油泵输出高压油建立高压。值得指出的是: 靠上横梁自重下滑吸油

时, 由于油在管道中流动产生的阻力, 油的流速受到限制, 会产生“吸空”现象。在升压阶段, 高压油泵除了提供工件和衬垫材料在受压时压缩变形行程所需的油量外, 还需补充由于吸空现象形成的空腔。如果要全部靠高压油泵来提供压力油, 则油泵功率太大。为克服可能产生的上述现象, 可以采用气囊式蓄压器(图4)在升压阶段释放出高压油, 使系统迅速达到高压。蓄能器容积尺寸的选择和确定可根据系统的要求, 计算出蓄能器应提供的液体的数量, 把蓄能器释放液体的过程看作一个绝热过程, 计算公式如下:

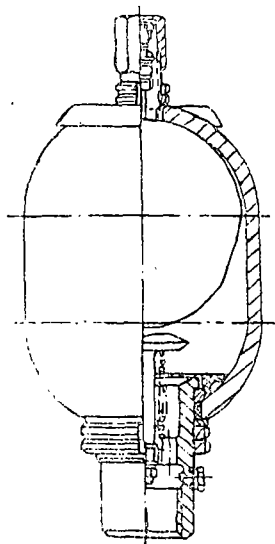


图4 气囊式蓄能器简图

$$V_1 = \frac{V_x (P_2/P_1)^{1/n}}{1 - (P_2/P_3)^{1/n}}$$

式中: V_1 —必要的蓄能器尺寸, 即充气压力下气体最大体积 (l);

V_x —蓄能器放出的液体体积 (l);

p_1 —蓄能器充气压力 (MPa) (此压力必须低于或等于系统最低工作压力);

p_2 —系统最低工作压力 (MPa);

P_3 —系统最高工作压力 (MPa);

V_2 —气体在系统最低工作压力下的体积 (l);

V_3 —气体在系统最高工作压力下的体

积 (1)。

还可以选用压力补偿变量油泵 (如国产 YCY 系列), 在低压运行时, 泵可以有最大的流量输出, 压力逐步升高时, 泵的流量即相应减少, 使流量和压力的乘积保持近似不变, 电机的输出功率大致保持恒定, 同时也达到了增加流量的要求, 有利于提高液压系统的速度。图 5 为 YCY 压力补偿变量泵的工作特性, 图中阴影部分为压力补偿泵的特性调节范围, 只要 A_1 和 D_1 的压力和流量调正好, 则该泵的特性就根据系统负荷周期变化自动按 $A_1B_1C_1D_1$ 运行。

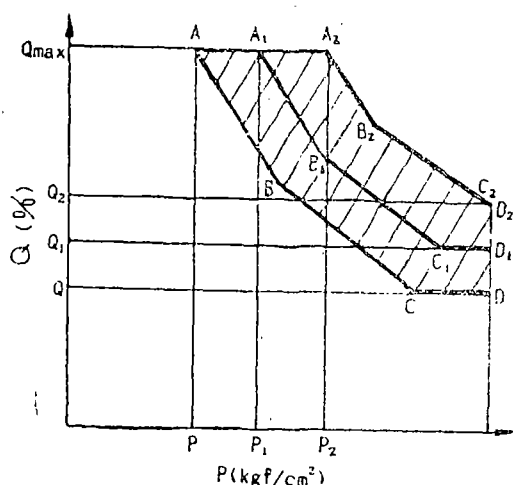


图5 YCY压力补偿变量泵的工作特性

单层贴面压机的传动布置方式为上部油缸下压式, 闭合时靠上横梁下滑充液, 提升时动作相反。充液阀的通过能力是影响液压系统速度的重要因素, 充液阀的结构原理见图 6, 充液阀设计成直接安装在油缸底部, 可使充液更完全, 动作更快。为保证充液完全, 吸油时流速可取 $V = 1.5 \sim 2.5 \text{ m/s}$ 。

其次, 与单层贴面压机配套的装卸板机的形式和性能, 也直接影响无压置留时间的长短。以常见的小车宽皮带式装板机和托板侧夹钳式装板机辅助时间相比较, 以托板侧夹钳式装板机为佳。图 7 为小车宽皮带式装板机的侧向示意图。在装板时必须等装板小车退出热压机间隔以后才能下压。图 8 为托

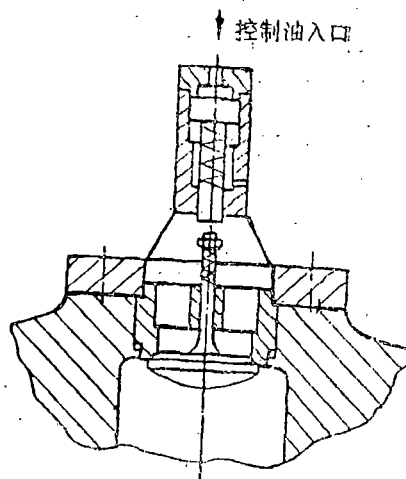


图6 立式充液阀结构原理图

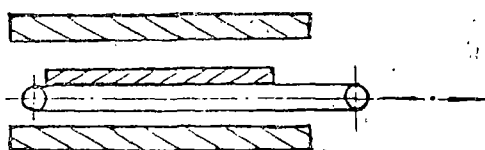


图7 小车宽皮带式装板机侧向示意图

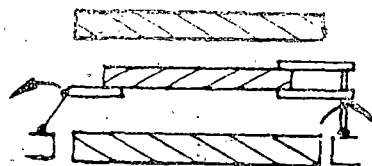


图8 托板-侧夹钳式装板机端向示意图

板-侧夹钳式装板机的端向示意图, 只要左边的托板移出和右边的夹钳转位, 热压板就可以下压, 与此同时, 装板小车退回, 小车退回的动作时间和加压时间重合。只需 2 秒钟, 装板机构就可以退出热压机间隔, 闭合压板使总的无压置留时间缩短。

5 控制系统

单层贴面压机机组控制对象多, 联锁关系复杂, 要求电气控制快速准确, 调正和改变工艺条件便捷。和多层压机相比, 单层贴面压机机组周期短、节奏快, 正常生产时必须采用自动工作循环, 但在调试和出现故障时又要求转入手动控制, 常规的继电器控制

系统已不能适应工艺要求。采用可编程序控制器可以较方便地满足工艺要求。在简单的单层贴面压机机组上只需建立一个小规模的程序控制系统,系统造价低,编制程序灵活,工作可靠,维护简单。对于大型复杂的压机机组,输入输出的基本单元增多,还要增加必要的仪器仪表对温度、压力等工艺过程参数进行测量、处理,实现过程控制。我国机电工业基础元器件的发展已提供了这种可能性,也是提高人造板机械性能和技术水平必须采取的重要措施。

6 辅助设备的配备

单层贴面压机因加压周期短,工艺要求高,其配套辅助设备种类较多。在机组设计中要根据机组的产量规模和自动化要求,有选择地配备各种辅助设备。

中小型机组要配备基材的清理刷光机,将运输和存放过程中沾附的木粉、污物、胶斑等尽可能地刷清,否则会影响树脂层的物理性能和成品的外观质量。

组坯装置最简单的方式是半机械化组坯,即先将下层浸渍纸手工翻转铺放在组坯工作台上,操作吸板机或其它运输设备,将基材置于下层浸渍纸上,再将上层浸渍纸覆盖在基材上。两个熟练的操作工可以在1小时内完成50~60个周期的组坯任务。投资较小,适于工资水平不高的地区,而且可以很方便地在刨花板表面铺放两张浸渍纸,以增加贴面层的覆盖能力。大型的单层快速贴面压机机组要求较高的组坯自动化程度,可采用真空吸盘和浸渍纸贮存架等,依次吸送上、下浸渍纸和基材。每小时可达到80~90个周期,如贴两张纸,则为40~45个周期。这种方式的关键在于基材刨花板和浸渍纸的正确对中。

80年代国外的单层贴面压机机组上均有静电吸纸装置,以克服表层、底层纸在装板过程中的偏移。但使用静电吸纸装置易使浸渍纸带静电而吸附木屑、尘埃、细纤维、油滴等,积累后造成板面污损,所以对车间的

环境要求较高。近年来,国外小幅面单层贴面压机机组上已不配备静电吸纸装置。根据我国的国情,只要装板机设计合理,动作平稳,亦可不用静电吸纸装置。

产量较高的大型贴面压机机组,在机组出板端配有自动砂边装置和检验分等装置。小型贴面压机机组(4'×8')则可采用人工刮边、人工检验分等。

7 新材料的选用

缓冲衬垫材料:单层贴面压机的加工对象不是松散的板坯,而是已经热压成型的人造板,由于存在人造板的厚度误差和上、下两块热平板之间的不平度误差,在不锈钢衬板和热平板之间需铺装缓冲衬垫材料,以达到平衡压力和温度的作用,要求衬垫材料有较高的导热系数和一定的弹性。目前国内多层贴面压机内采用多层牛皮纸作为衬垫材料,但其导热性差,耐热性更差,一般使用两周后即因碳化而失去弹性需要更换。国外有专用的铜合金丝和耐热化学纤维与石棉编织而成的衬垫,使用寿命较长,导热性好,有利于平衡板的温度,有利于节能。衬垫结构为直纹交织,厚度约2mm、含金属丝70%~95%(重量比),重量2000~4500g/m²。国内现也试制了铜丝石棉衬垫材料,因普通铜丝弹性较差,可适当降低铜丝的含量(约60%,重量比),兼顾导热性能和弹性两个性能要求。

真空吸盘耐热橡胶材料:卸板时用真空吸盘将成品贴面板从热压机内运出,因压机开启时成品板表面温度可达到150℃~170℃,普通橡胶会很快老化,而且会在板表面留下圆形吸痕,目前国内已生产耐热180℃以上的硅橡胶,以满足使用要求。

8 参考文献

- 1 秦少芳.微型计算机在压机设计中的应用.木材工业,1988,2(2):14~21

(下转第42页)

利用。所以俄罗斯急需年产数千 m^3 至1万 m^3 的规模小,投资少的木材综合利用设备,象小木制品、冰棍杆、卫生筷、地板块等的生产设备^[14]。老挝具有经济开发价值的森林面积约达400万公顷,可采伐之木材推测约在7000万立方米左右。可是其国内的木材工业较落后,大部分工厂由于技术、设备不佳和经营不善,纷纷面临困境,只能生产一些半成品如拼花木地板、木板、锯材等,其中以拼花木地板产量为最多。老挝在生产中剩余大量的木片和下脚料,很少得到利用。在大力抚植木材工业的政策下,老挝已开始注意吸引外资开发本国市场;最需要的是国外提供资金、设备、设计和销售。在未来数年内,和老挝进行技术、设备交流前景广阔。对于我国来说,国外市场有潜力可挖,这需要在技术水平、产品质量、经营方式上下功夫,努力去开发。

很显然,木材加工机械制造业的生产和科技不迅速发展,木材和木质材料的市场需求就不能保障,特别是人民必需品得不到保障。因此,木材加工工业和木材加工机械制造业刻不容缓的使命是适应上述几种发展的趋势,深入地研究木工产品市场的变化。根据国家的自身条件,制定一系列合理有效的措施,变粗放经营为集约经营,注重于提高产品的质量,提高经济效益,合理优化利用木材,积极改造老企业,有计划地建设新企业,扩大生产能力,加强对外技术与生产交流,使企业能立足于市场,创造最佳的经济效益。

(上接第33页)

- 2 李韩国.浅谈低压短周期浸渍纸贴面刨花板生产工艺过程的质量控制.林产工业,1990,(1):22~25

7 参考文献

- 1 朱宁武.我国人造板机械工业的发展概况和建议.木材加工机械,1991,(1):1~6
- 2 裘仁兴.加强宏观调控,振兴木材加工机械行业.林业机械,1990(2):3~6
- 3 王培元.国外关注木材资源的高效利用.国外林业,1990,(4):20~25
- 4 王恺、袁东岩.九十年代我国木材工业展望.木材工业,1991,5(1):1~5
- 5 姜征.世界人工林木材开发利用研究现状及发展.木材工业,1990,5(4):44~49
- 6 何兴祖.配套应用科技成果,减少制材业的浪费.木材加工机械,1991(1):7~9
- 7 王凤翥等.提高锯材质量是制材工业的出路.木材工业,1991,5(3):34~36
- 8 C.M.哈斯达.木材加工机械制造业以市场经济的形成条件.木材加工工业(俄),1991,No.12
- 9 C.M.哈斯达.国际展览会“Ligna-91”,木材加工工业(俄),1991,No.10
- 10 维纳.诺宜保.德国木工机械工业.德国木工机械与加工用品,1992,6~9
- 11 张久荣.计算机数控木材加工机械.木材工业,1989,3(1)17~51
- 12 陈廉.立足林业,面向社会.中国林业报,1992-05-22
- 13 家具部件的质量保证.德国木工机械与加工用品,1992,42~45
- 14 李国灿.中苏林业合作面面观.林业机械,1991(4):43~44

Treatment of overall design of the single daylight laminating press

Wu Shudong

(The Research Inst. of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

Abstract For the technical demands of low pressure short cycle decorative laminating process, high temperaure and high speed, main problems such as machine frame set, hot plate, oil cylinder and its layout, heating system, hydraulic system should be thought of carefully when the single daylight hot press was designed.

Keywords Low pressure short cycle decorative laminating process; Single daylight hot press