

框架热压机主要受力件设计的探讨

秦少芳

(中国林科院木材工业研究所 北京 100091)

摘要 根据单层框架式热压机的结构特点,通过大量计算,找出各种参数对其主要受力件的强度、刚度影响的一些规律和变化的趋向,提出了对基本参数选择的原则和思路,以期与同行专家探讨。

关键词 热压机;单层热压机;框架结构

机架是压机的重要部件之一,用于支承油缸、热压板等各个基本部件,并在工作时承受压机的总压力。目前,我国较多采用的机架形式有立柱式和框架式两种。这两种型式各有利弊。本文仅以我所设计的 DY614×16/22 框架式单层热压机和快速装卸贴面压机(框架式单层热压机)为例,计算了八个基本参数的变化对压机主要受力件的影响,为今后的设计提供依据。

两侧壁作用弯矩 M_1 (图 3)。

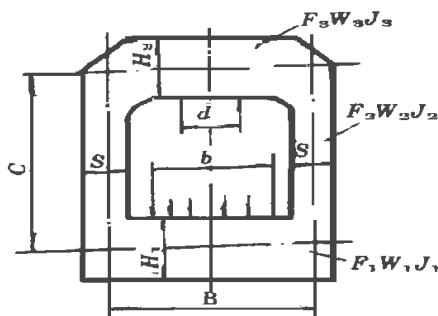


图1 机架板参数及受力示意图

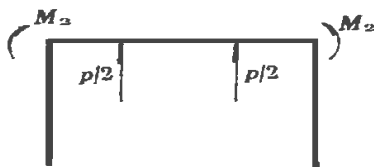


图2 机架板上横梁受力图

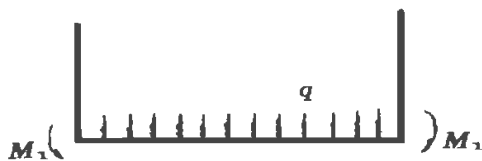


图3 机架板下横梁受力图

1 机架板的受力分析、计算公式及设计

1.1 受力分析

框式机架具有一个纵向对称平面,受对称载荷,外力不沿厚度变化,不受与板平面垂直的外力。假设,不考虑由于制造、安装及温度变化等因素引起的附加应力,就可以把一个空间机架板作为平板来处理,就是一个三次静不定框架。

把压机平面机架板(图1)看作是由两根长为 C 和两根长为 B 的四根杆件组成。机架板四角看作是刚性节点,在受力变形后,其四角仍保持直角,因此横梁和侧壁变形后的转角相同。

以两缸排列为例,每片机架板上横梁承受油缸的作用力 p ,并受两侧壁作用弯矩 M_2 (图2)。

在压制产品时,下横梁受均布载荷 q 和

1.2 应力和变形计算公式

根据以上的分析和假设,所应用的计算公式如下:

下横梁拐角处弯曲力矩 M_1

$$M_1 = \frac{pB}{8} \times \frac{R_2(2K + 3J_{21}) - R_1KJ_{31}}{3J_{21} + 2K(1 + J_{31}) + K^2J_{32}}$$

上横梁拐角处弯曲力矩 M_2

$$M_2 = \frac{pB}{8} \times \frac{R_1(2KJ_{31} + 3J_{21}) - R_2K}{3J_{21} + 2K(1 + J_{31}) + K^2J_{32}}$$

侧壁最大合应力 N ; 假设 $M_2 > M_1$

$$N = \sigma_w = (p/2F_2) + M_2/W_2 \leq [\sigma]$$

下横梁最大弯矩 M_3

$$M_3 = pB(1 - U/2)/4 - M_1$$

上横梁最大弯矩 M_4

$$M_4 = pB(1 - W)/4 - M_3$$

上横梁最大应力 $T_2 = M_4/W_3$

下横梁最大应力 $T_1 = M_3/W_1$

下横梁中点最大挠度 W

$$W_1 = \frac{pB(1 - U^3/24 - U^3/8)}{48EJ_1} - \frac{M_1B^2}{8EJ_1}$$

上横梁中点最大挠度 W_5

$$W_5 = -\frac{pB^3}{48EJ_3} \left(1 - \frac{3W}{2} - \frac{3}{2}f + \frac{3}{2}fW \frac{W}{2} + \frac{M_1B^2}{8EJ_3}\right)$$

侧壁 $L/2$ 处最大水平变形 $W_{\max}$

$$W_{\max} = \frac{C^2}{8EJ_2} (M_1 + M_2)$$

式中: F_3 、 W_3 、 J_3 、 F_1 、 W_1 、 J_1 、 F_2 、 W_2 、 J_2

分别为上、下横梁和侧壁的断面面积、截面模

数及惯性矩; E 为材料的弹性模量; $K = C/B$;

$R_1 = 1 - (1/3) \times (b/B)^2$; $R_2 = 1 - (d/B)^2$; U

$= b/B$; $W = d/B$

1.3 机架板各部分尺寸对其应力和应变的影响

在框架设计中需要决定的尺寸有: 侧壁

宽 S , 框架宽 B , 热压板宽 b , 双缸排列的油缸

中心距 d , 下横梁高 H_1 , 上横梁高 H_3 , 框架

高 C , 机架板厚 D

在同等受力的情况下, 利用微机计算了

上述参数的变化对压机主要受力件的影响,

旨在摸索一些规律或趋向, 为使今后的设计

工作能减少一些工作量并能使设计中有目的

地调整有关参数

首先, 设定一组基本参数如下: $b = 132$

cm, $B = 232$ cm, $d = 76.6$ cm, $C = 313$ cm, D

$= 6$ cm, $H_1 = H_3 = 100$ cm, $S = 30$ cm, $p =$

$170\,000$ kg, $E = 2 \times 10^8$ MPa 每组计算只

改变一个参数, 其他参数不变 共进行 5 组 44

个方案的计算。

从计算中看出, 增加上、下横梁高度 (H_3, H_1) 对下、上横梁所受的应力和挠度没有多大影响, 但能降低本身的应力和变形 降低侧壁的合应力和变形 任一横梁高度每增加 5 cm, 侧壁合应力以 $1.0 \sim 4.0$ N/mm² 的幅度下降, 侧壁水平变形以 $0.005 \sim 0.009$ cm 的幅度下降, 横梁本身最大应力以 $5.0 \sim 9.0$ N/mm² 的幅度下降, 中点挠度以 $0.004 \sim 0.009$ cm 的幅度下降 但从计算数字中看出, 当上、下横梁高度差较大时 (相差 10 cm 以上) 即使再增加横梁高度, 应力反而有所上升 因此设计时以尽量做到上、下横梁高度相同为好。

机架板高度 C , 以增减 10 cm 的梯度进行测算, C 每增加 10 cm, 侧壁合应力略有减少, 水平变形以 $0.002 \sim 0.003$ cm 的幅度增加 对上、下横梁的应力和挠度影响不大

机架板厚度的增加, 对各部分的应力和变形都带来好处 但从计算结果看, 当机架板厚度从 5.5 cm 增加至 6.0 cm 时, 其效果较为显著 因此, 笔者认为在允许的情况下, 机架板厚度采用 6.0 cm 较为合适。

加宽机架板, 即加大 B , 对各部位的应力和变形都不利, 但大致都是按比例增加, 没有发现突变点。

2 对框架纵向排列合理设计的探讨

设油缸以双缸排列, 机架板片数与油缸数相等

2.1 受力分析及计算公式

以六片机架板为例, 热压板放在各片机架板的内平面上 (图 4)。热压时上部受均布载荷, 每片机架板是一个支承点。把热压板看作为简支梁, 一端支点为销轴支承, 梁可以自由转动, 另一端支点为辊轴支承, 梁不但可以自由转动, 还可以在热胀冷缩时作水平方向移动 在这样的假设条件下, 热压板的受力情况属于静定结构。各支承点的弯矩和支反力可用静力学来确定

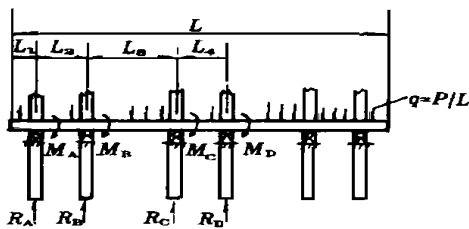


图 4 热压板纵向受力情况

为了求出各支点处的弯矩及支反力,第一步必须列出三个弯矩方程 这六片机架板是对称布置,所以 $M_A = M_F, M_B = M_E, M_C = M_D$,因此只需列出三个方程

$$M_A = -L_1^2 q / 2 \quad q \text{ 为均布载荷}$$

$$L_2 M_A + 2(L_2 + L_3) M_B + L_3 M_C = -q(L_2^3 + L_3^3) / 4$$

$$L_3 M_B + (2L_3 + 3L_4) M_C = -q(L_3^3 + L_4^3) / 4$$

解联立方程组,即可求出 M_A, M_B, M_C 据此,求出各点的支反力。

$$R_A = L \times q + (M_A - M_B + L_1^2 q / 2) / L_2$$

$$R_B = (M_B - M_A + L_2^2 q / 2) / L_2 + (M_B - M_C + L_3^2 q / 2) / L_3$$

$$R_C = (M_C - M_B + L_3^2 q / 2) / L_3 + L_4 q / 2$$

2.2 从计算实例中看出各支承点弯矩和支反力变化情况

下列计算实例中,热压板的长度 L 均为 260 cm,六片机架板对称排列,热压时总压力为 P ,均布载荷 $q = P / L$

这里要说明一点,从公式看,下热压板长度方向各点弯矩变化与长度成平方关系,两支点之间的变化应为曲线,只因目前未计算出其间各点的数值,暂且用直线来代之,这样并不影响观察热压板全长的弯矩分布情况

例 1. 机架板排列为: $L_1 = 12 \text{ cm}, L_2 = 30 \text{ cm}, L_3 = 73 \text{ cm}, L_4 = 30 \text{ cm}$ (图 5)。

计算结果:

$$M_A = -72q, M_B = -699.9q, M_C = -584.3q$$

$$R_A = 6.07q, R_B = 47.03q, R_C = 49.9q$$

例 2 机架板排列为: $L_1 = 20 \text{ cm}, L_2 = 30 \text{ cm}, L_3 = 65 \text{ cm}, L_4 = 30 \text{ cm}$ (图 6)。

计算结果:

$$M_A = -200q, M_B = -275.8q, M_C = -261.6q$$

$$R_A = 32.5q, R_B = 50.20q, R_C = 47.3q$$

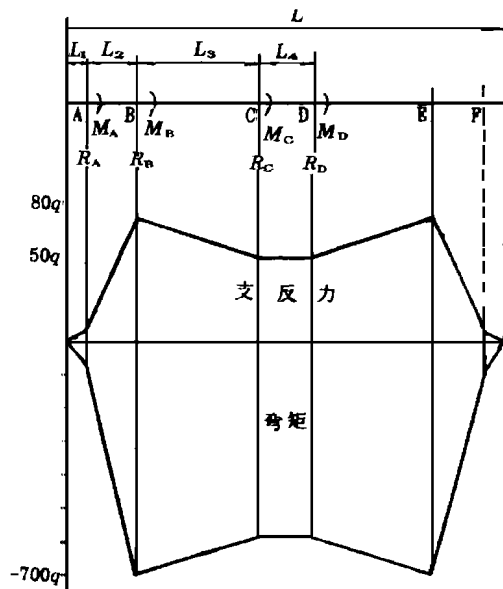


图 5 支反力和弯矩图(例1)

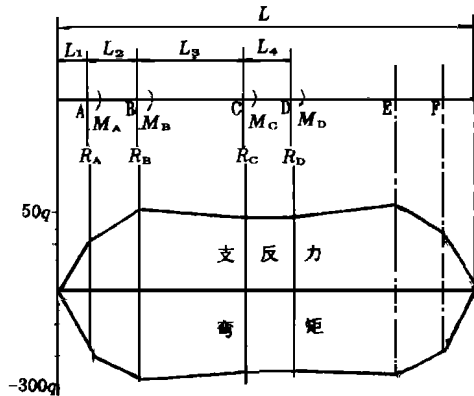


图 6 支反力和弯矩图(例 2)

例 3. 机架板排列为: $L_1 = 21 \text{ cm}, L_2 = 30 \text{ cm}, L_3 = 64 \text{ cm}, L_4 = 30 \text{ cm}$ (图 7)

计算结果:

$$M_A = -220.5q, M_B = -262.6q, M_C = -255q$$

$$R_A = 34.6q, R_B = 48.4q, R_C = 47q$$

例 4. 机架板排列为: $L_1 = 22 \text{ cm}, L_2 =$

30 cm, $L_3= 63\text{cm}$, $L_4= 30\text{ cm}$ (图 8).

计算结果:

$M_A= - 242q$, $M_B= - 249.1q$, $M_C=$
 $- 247.9q$
 $R_A= 36.75q$, $R_B= 46.75q$, $R_C= 46.5q$

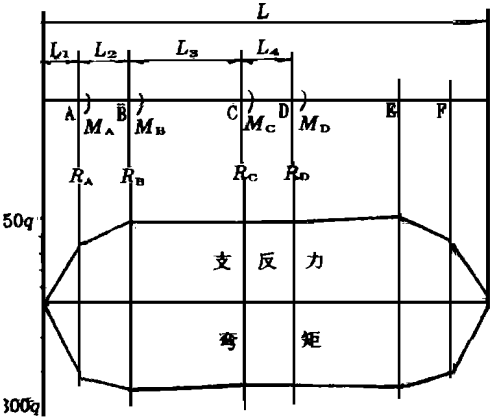


图5 支反力和弯矩图(例1)

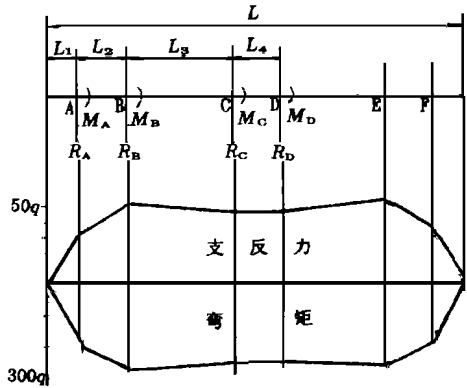


图 8 支反力和弯矩图(例 4)

2.3 机架板纵向排列合理设计的探讨

机架板是承受油缸压力的主要部件。对上置式单层压机而言,油缸必须与框架相连。若油缸放在两片机架板的间隔内,油缸维修不便,但机架板之间距离不受限制。框架四个内表面是六片机架板迭加在一起加工的,因此油缸底部支承在框架的内表面上,精度容易得到保证,但在油缸直径已选定的情况下,框架之间的距离就已基本决定。

在上述四个计算实例中,支承油缸的两

片机架板距离选定为 30 cm,热压板长为 260 cm 改变 L_1 和 L_3 ,计算不同排列各支承点的弯矩和支反力,可看出差别是很大的。为了合理地设计,充分发挥钢材的使用价值,我们在排列机架板时就应使各支承点的弯矩和支反力尽量均匀。从分布曲线中看出:例 2 例 3 例 4 都较可取,其中以例 4 排列为最好。

通过计算实例,勾划出曲线,观察其变化规律,选定设计方案。这种方法虽仍有一定的局限性,但对于某一设计来说,均布载荷 q 热压板长度 L 机架板的距离 $L_2= L_4= L_6$ 都视为定数。在计算中,实际上就是选定 L_1 和 L_3 或选定 L_3/L_1 。当 L_1 选定后, L_3 亦已确定,因为 $L_3= L/2- (2L_1+ 3L_2)/2$

$M_A, M_B, M_C, R_A, R_B, R_C$ 的计算公式,经过推导,都可写成是自变量 L_1 的函数,即 $M_A= f(L_1), M_B= f(L_1), M_C= f(L_1), R_A= f(L_1), R_B= f(L_1), R_C= f(L_1)$,若能找到一个数学方法,确定在某一个 L_1 值时,弯矩和支反力分布较均匀,这将为设计工作带来极大的方便。

3 双列油缸布置的探讨

- ① 设定条件为: 热压板宽度 b ,热压时沿热压板宽度的均布载荷为 q' ,每列油缸出力为 $q' b/2$;
- ② 油缸位置看作为自由支承点;
- ③ 油缸的最佳位置是使热压板的最大弯矩为最小,并受力较均匀。

现以七种油缸配置位置和热压板中点所承受的弯矩并绘出分布曲线,旨在找出油缸的较佳布局。

例 1. 油缸布置在热压板两端(图 9)

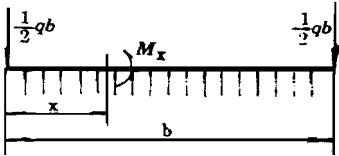


图 9 油缸布置在热压板两端

$M_x= \frac{1}{2}q' X^2- \frac{1}{2}q' b X$

当 $X=0$ 或 $X=b$ 时, $M_X=0$

当 $X=b/2$ (中点) 时, $M_X=-0.125q'b^2$

例 2. 油缸布置在热压板的 0.15b 和 0.85b (图 10)

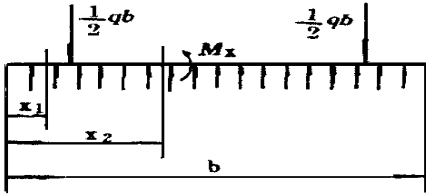


图 10 油缸布置在热压板的 0.15b 和 0.85b 处

当 $0 \leq X \leq 0.15b$ 时, $M_{X1}=q'X_1^2/2$

$X_1=0 \quad M_{X1}=0$

$X_1=0.15b \quad M_{X1}=0.01125q'b^2$

当 $0.15b \leq X \leq 0.85b$ 时,

$M_{X2}=q'X_2^2/2-q'b(X_2-0.15b)/2$

$X_2=0.15b \quad M_{X2}=0.01125q'b^2$

$X_2=0.5b \quad M_{X2}=-0.05q'b^2$

$X_2=0.85b$ 时与 X_2 为 0.15b 时的弯矩相

同. 其余各例类推.

例 3. 油缸布置在热压板的 0.2b 和 0.8b

处

当 $0 \leq X \leq 0.2b$ 时, $M_{X1}=q'X_1^2/2$

$X_1=0 \quad M_{X1}=0$

$X_1=0.2b \quad M_{X1}=0.02q'b^2$

当 $0.2b \leq X \leq 0.8b$ 时,

$M_{X2}=q'X_2^2/2-q'b(X_2-0.2b)/2$

$X_2=0.2b \quad M_{X2}=0.02q'b^2$

$X_2=0.5b \quad M_{X2}=-0.025q'b^2$

例 4. 油缸布置在热压板的 0.21b 和 0.79b

处

当 $0 \leq X \leq 0.21b$ 时, $M_{X1}=q'X_1^2/2$

$X_1=0 \quad M_{X1}=0$

$X_1=0.21b \quad M_{X1}=0.022q'b^2$

当 $0.21b \leq X \leq 0.79b$ 时,

$M_{X2}=q'X_2^2/2-q'b(X_2-0.21b)/2$

$X_2=0.21b \quad M_{X2}=0.022q'b^2$

$X_2=0.5b \quad M_{X2}=-0.02q'b^2$

例 5. 油缸布置在热压板的 0.22b 和 0.78b

处

当 $0 \leq X \leq 0.22b$ 时, $M_{X1}=q'X_1^2/2$

$X_1=0 \quad M_{X1}=0$

$X_1=0.22b \quad M_{X1}=0.0242q'b^2$

当 $0.22b \leq X \leq 0.78b$ 时,

$M_{X2}=q'X_2^2/2-q'b(X_2-0.22b)/2$

$X_2=0.22b \quad M_{X2}=0.0242q'b^2$

$X_2=0.5b \quad M_{X2}=-0.015q'b^2$

例 6. 油缸布置在热压板的 0.25b 和 0.75b

处

当 $0 \leq X \leq 0.25b$ 时, $M_{X1}=q'X_1^2/2$

$X_1=0 \quad M_{X1}=0$

$X_1=0.25b \quad M_{X1}=0.03125q'b^2$

当 $0.25b \leq X \leq 0.75b$ 时,

$M_{X2}=q'X_2^2/2-q'b(X_2-0.25b)/2$

$X_2=0.25b \quad M_{X2}=0.03125q'b^2$

$X_2=0.5b \quad M_{X2}=0$

例 7. 油缸布置在热压板的 0.3b 和 0.7b 处

当 $0 \leq X \leq 0.3b$ 时, $M_{X1}=q'X_1^2/2$

$X_1=0 \quad M_{X1}=0$

$X_1=0.3b \quad M_{X1}=0.045q'b^2$

当 $0.3b \leq X \leq 0.7b$,

$M_{X2}=q'X_2^2/2-q'b(X_2-0.3b)/2$

$X_2=0.3b \quad M_{X2}=0.045q'b^2$

$X_2=0.5b \quad M_{X2}=0.025q'b^2$

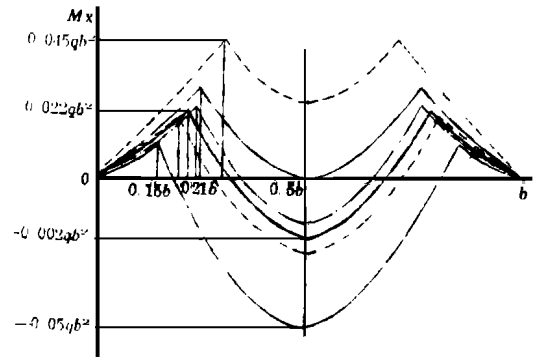


图 11 不同油缸位置的弯矩图

从上述七个例中看出, 油缸布置在热压板横向宽度的 0.2b 和 0.79b 处受力较为均匀 (图 11).

(下转第 12 页)

处

1991, 101~ 115	62
4 Standard Method to Determine the Leachability of Preservatives, AWPA Standards, 1985, M11-06	7 Anderson D. G. The Accelerated Fixation of Chromated Copper Preservative Treated Wood. AWPA Proceeding, 1990(86): 129~ 151
5 Barnes H M. Treatment of Lodgepole Lising the MSU Process. AWPA Proceeding, 1988(84): 201~ 210	8 Dahlgren S E. Kinetics and Mechanism of Fixation of Cu-Cr-As Wood Preservatives. Holzforschung, 1974, 28 (2): 58~ 61
6 Peek R D. Accelerated Fixation of Chromate-containing Preservatives through Treatment with Super-heated Steam. Holz als Roh-und Werkstoff, 1987, Vol. 45. 59~	

Primary Study on Effect of Temperature on CCA Fixation in Wood and on Methods of Accelerating the Fixation

Zhang Houpei
(Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

Abstract The effect of both treatment temperature and time on CCA fixation in wood was experimentally investigated in order to improve the fixation in CCA treated wood. The results showed that the CCA fixation rate in wood increased rapidly with a rise of temperature. It took 300 hours for 92% ~ 94% fixation rate at ambient temperature(15~ 17℃)and 21~ 45 hours for 95% ~ 98% at 70℃. Furthermore,it took only 9~ 12 horus for a complete CCA fixation by hot-wet air heating process (70℃ , RH80% ~ 83%). This process could be operated easily and can be used to reduce environmental pollution from CCA treated wood and improve the production efficiency.

Keywords CCA preservatives ; Fixation rate ; Hot-wet air heating

(上接第 20页)

Discussion on Designing Main Structural Components of Single-opening Frame-type Hot Press

Qin Shaofang
(Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

Abstract According to structural characteristics of single-opening frame-type hot press, the influence of main designing parameters on strength and stiffness of the main structural components were discussed on the basis of intensive calculations. The principle of selecting these parameters was also presented.

Keywords Single-opening hot press; Hot press; Frame structure