

热模锻压力机

李忠民 卢喜 刘雨耕 于永仁 段永怡 编著

机械工业出版社

热模锻压力机

李忠民 卢喜 刘雨耕 编著
于永仁 段永怡



机械工业出版社

该书比较详尽地总结了热模锻压力机各个组成部分的设计和计算方法，提供了实践中总结出来的科学和经验数据，同时还分析比较了国外各有关厂家的各种型号产品的结构特点及数据资料。编写的内容不仅对设计人员、而且对使用和维修人员均有实用价值。

本书是由国内多年从事热模锻压力机的设计、生产和使用的技术人员编写的，可供从事设计、使用和维修的工程技术人员及高等院校师生参考和应用。

热模锻压力机

李忠民 卢喜 刘雨耕 编著
于永仁 段永怡

责任编辑：王少怀 责任校对：丁丽丽
封面设计：姚毅 版式设计：吴静霞
责任印制：尹德伦

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

人民交通出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 新华书店经售

开本 787×1092 1/16 · 印张 23 $\frac{1}{2}$ · 字数 580千字
1990年11月北京第一版 · 1990年11月北京第一次印刷
印数 0,001—1,220 · 定价：18.00元

ISBN 7-111-02095-2/TG·539

前 言

本书是根据原机械工业部重型矿山局关于提高我国重型锻压机械水平的精神、在总结了国内 20 多年设计、制造热模锻压力机的经验和收集、分析了国外有关资料的基础上编写的。书中试图全面介绍各种类型热模锻压力机的结构和特点及其设计计算方法,内容力求可靠实用,同时又兼顾到使用和维修的需要。为方便读者参考比较,书中列举了国内外各类经生产实践考验的热模锻压力机的有关统计数据。

本书主要是为热模锻压力机的设计人员编写的,也可供制造、使用和维修人员及高等院校师生参考。

全书共 13 章。第 1、2、4、11、12 章由机械电子工业部北京机电研究所李忠民编写,第 3、13 章由沈阳重型机器厂卢喜编写,第 5、8、9 章由第二重型机器厂刘雨耕编写,第 6、7 章由第一重型机器厂于永仁编写,第 10 章由第二重型机器厂段永怡编写。全书由李忠民主编,由清华大学何德誉教授审阅。

该书在编写过程中,得到第一重型机器厂、第二重型机器厂、沈阳重型机器厂、机械电子工业部北京机电研究所等单位的大力支持和协助,特别是得到机械电子工业部第二装备司高国栋副总工程师和李素平高级工程师的大力支持和帮助,才得以顺利编写和出版,在此表示衷心的感谢。

鉴于编者的水平有限,书中的错误和欠妥之处在所难免,诚恳地希望读者给以指正。

编者

PDG

目 录

第1章 概述	1	第6章 机身	164
1.1 热模锻压力机的工艺用途和选择	1	6.1 对机身结构设计的要求	164
1.2 热模锻压力机的结构组成和特点	5	6.2 机身的典型结构	165
1.3 基本技术参数	6	6.3 机身主要尺寸和精度	175
1.4 热模锻压力机的典型结构	7	6.4 组合机身强度计算	182
1.5 热模锻压力机的发展简史	21	6.5 组合机身的变形计算	188
第2章 热模锻压力机的运动学和动力学	23	6.6 整体机身的应力和变形计算	189
2.1 主要执行机构的运动规律	23	第7章 辅助装置	192
2.2 主要执行机构的受力分析	26	7.1 顶料装置	192
2.3 绝对刚性约束的传动动力学	33	7.2 封闭高度调整装置	198
2.4 模锻时的加载和卸载特点	35	7.3 平衡器	218
2.5 主要传动零件在模锻时的动载	36	7.4 飞轮制动器	223
第3章 曲柄滑块机构的结构分析	39	7.5 快速换模装置	226
3.1 偏心轴(或曲轴)及其支承	39	第8章 润滑	229
3.2 偏心轴轴承和连杆轴承	48	8.1 润滑材料	229
3.3 偏心轴的计算	53	8.2 润滑方式及主要润滑元件	233
3.4 连杆及其与滑块连接的结构	62	8.3 润滑系统	246
3.5 连杆的计算	66	8.4 润滑系统的设计	248
3.6 滑块的结构	74	8.5 润滑系统的故障分析	256
3.7 滑块的计算	79	8.6 滑动轴承间隙和润滑油槽	256
第4章 主传动	84	第9章 气动控制管路系统	261
4.1 主传动结构	84	9.1 气动系统的主要元件	261
4.2 中间传动轴的设计与强度校核	89	9.2 典型气动控制系统	281
4.3 齿轮传动	96	第10章 电气控制	285
4.4 V带传动	111	10.1 对电气控制的要求	285
4.5 电机-飞轮系统的计算	120	10.2 电气控制系统	289
第5章 离合器和制动器	128	10.3 测量与监视	300
5.1 离合器的结构	128	10.4 安全可靠措施	306
5.2 制动器的结构	136	第11章 热模锻压力机的自动化	312
5.3 离合器与制动器的联锁	151	11.1 在热模锻压力机上实现工艺过程自动化的方式和要求	312
5.4 摩擦材料	153	11.2 热模锻压力机自动化的工件传送	313
5.5 离合器的计算	156	11.3 热模锻压力机自动化的典型示例	326
5.6 Eumuco公司单盘浮动镶块式离合器的计算方法	159	第12章 热模锻压力机的基础	342
5.7 制动器的计算	160	12.1 基础设计的基本要求、原始数据和资料	342

12.2 热模锻压力机基础动力学计算	344	13.1 压力机承受偏载的能力	353
12.3 偏心轴式热模锻压力机在离合器结 合阶段的扰力和扰力矩	347	13.2 压力机的过载	359
第 13 章 有关热模锻压力机设计、 制造和使用的一般问题	353	13.3 压力机的噪声	365
		13.4 压力机的刚度	366
		13.5 压力机的精度	370



第1章 概 述

1.1 热模锻压力机的工艺用途和选择

1. 工艺用途

热模锻压力机是借助模具实现金属毛坯热成形的锻造设备。和模锻锤相比，热模锻压力机由于锻造出的锻件精度高、材料利用率高、生产率高、易于实现自动化、对工人的操作技术水平要求低、噪声和振动小等优点，因而在现代锻压生产中的应用日趋广泛，特别是在大批和大量生产条件下，已逐步取代模锻锤，成为模锻件生产的主要设备。

在热模锻压力机上，可以完成开式模锻、闭式模锻和挤压等金属型材的各种热模锻工艺过程。通过手工操作或自动传送装置，可以进行多模腔的热模锻。

目前在热模锻压力机上模锻的零件主要有：

- 1) 主要通过镦粗方式成形的锻件，例如齿轮、法兰盘等盘形零件。
- 2) 主要用挤压成形的复杂结构形状的锻件，例如叉形零件和其它非对称零件。
- 3) 需要用预先引伸工序的锻件，象汽车前梁、曲轴等。引伸工序通常在辊锻机上进行。

2. 选择

热模锻压力机的使用选择除考虑压力机的工作台上平面和滑块底面尺寸、行程、封闭高度及其调整量等参数外，最重要的是确定压力机的公称压力。与此同时，还必须使模锻时所消耗的能量小于或等于压力机所能释放的最大能量。

在热模锻压力机使用过程中，毛坯加热温度过低、加热毛坯在锻造传送过程中的冷却、毛坯体积的公差以及压力机封闭高度的不正确调整等原因，都可能引起模锻力的急剧增加，导致压力机过载或闷车。因此，在现有的计算方法中还不能精确决定实际模锻力以及热模锻压力机还没有可靠的防止过载装置的情况下，通过正确选择热模锻压力机的公称压力，仍然是保证热模锻压力机正常和可靠工作的一个重要手段。

应当指出，选择热模锻压力机时，必须考虑到模锻力是锻造温度和毛坯体积的随机函数这一事实。根据对实际锻件进行模锻的统计分析表明，模锻力可以认为是正态分布的。

按公称压力选择热模锻压力机有以下两种方法：

1) 经验选择

其计算公式如下：

$$P_m \leq (0.7 \sim 0.75) P_g \quad (1-1)$$

式中 P_m ——锻造温度下的平均锻造力 MN；

P_g ——热模锻压力机的公称压力 MN。

P_m 可以根据工艺计算决定。系数0.7适用于温度分散较大和非自动热模锻压力机，0.75用于温度分散较小和自动热模锻压力机的情况。经验选择方法虽然比较粗略，但计算简单适用。

2) 概率分析方法

(1) 锻件温度分散对模锻力的影响

锻件温度的分散对模锻力的稳定性有很大的影响, 它取决于感应加热器中的检测仪器精度、毛坯由感应加热器到模具的传送时间和变形前的停留时间, 以及毛坯在预锻模腔的变形条件。由于温度分散具有随机特点, 取决于许多因素, 所以可以认为是概率密度的正态分布规律。

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{\pi}} e^{-\frac{(x-M)^2}{2\sigma^2}} \quad (1-2)$$

式中 x —— 随机的连续变量;

$M = M(x)$ —— 数学期望;

$\sigma = \sigma(x)$ —— 均方根偏差。

对于模锻时的锻件温度分布, $x = T, M = M(T) = T_m, \sigma = \sigma(T)$ 。 T_m 和 σ 是理论分布公式(1-2)的特征, 其近似值可以直接在模锻之前, 通过选择 n 个锻件的温度试验值得到, 即

$$\left. \begin{aligned} M(T) &\approx T_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i \\ \sigma(T) &\approx \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (T_i - T_{cp})^2} \end{aligned} \right\} \quad (1-3)$$

由于模锻力的分散仅仅和流动应力 σ_{so} 的不稳定性有关, 并且在模锻温度下近似等于在该温度的瞬时强度 σ_s , 因此在锻造温度范围内按线性规律计算时, 则

$$\sigma_{so} = \sigma_s = -a_1 T + b_1 \quad (1-4)$$

式中 a_1 和 b_1 —— 锻件的材料常数。在冷态下 $\sigma_B = 600 \text{ MPa}$ 的碳钢, $a_1 = 0.18 \text{ MPa}/^\circ\text{C}$, $b_1 = 236 \text{ MPa}$ 。

式(1-4)可通过线性变换得到不同 σ_{so} 的锻件概率密度正态分布规律, 其参数按下式计算:

$$M(\sigma_{so}) = a_1 M(T) + b_1$$

$$\sigma(\sigma_{so}) = a_1 \sigma(T)$$

鉴于任何一个锻件模锻力 P 的随机量和流动应力 σ_{so} 的随机量成正比, 因此对于材料流动应力等于数学期望 $M(\sigma)$ 和变形力等于数学期望 $M(P)$ 的锻件, 其比值是恒定的。当 $M(\sigma_{so}) = \sigma_{so,m}$ 和 $M(P) = P_m$ 时, 则可以得到 $\frac{\sigma_{so}}{\sigma_{so,m}} = \frac{P}{P_m}$, 即任意随机量 $\frac{\sigma_{so}}{\sigma_{so,m}}$ 都可以用随机量 $\frac{P}{P_m}$ 代替。

采用随机变量 $\sigma_{so}/\sigma_{so,m}$ 的线性变换公式可以获得随机量 P/P_m 的概率密度的正态分布参数, 即

$$M\left(\frac{P}{P_m}\right) = a_2 M(\sigma_{so})$$

$$\sigma\left(\frac{P}{P_m}\right) = a_2 \sigma(\sigma_{so})$$

式中 $a_2 = \frac{1}{\sigma_{s,om}}$ 。

(2) 毛坯体积变化对模锻力的影响

锻件毛坯的实际体积为：

$$V_s = V_{min} + V_f + V_u$$

式中 V_{min} ——模锻成形所必须的最小体积；

V_f ——由型材截面尺寸公差和切断时所产生的附加体积，约占毛坯体积的 6~12%；

V_u ——补偿锻模最大磨损量的附加体积，大约是毛坯体积的 3~5%。

模锻力的一般计算公式为：

$$P = p F_n$$

式中 p ——单位面积压力。

在不同质量锻件的几何相似条件下，线性尺寸与质量 m 或体积 V_n 的 $1/3$ 次方成正比，锻件的面积 F_n 与 m 或 V_n 的 $2/3$ 次方成正比。所以

$$P = p k m^{2/3} \quad (1-5)$$

式中 k ——比例常数。

由式(1-5)可得

$$\Delta P = \frac{dP}{dm} \Delta m = \frac{2}{3} \frac{kP}{m^{1/3}} \Delta m$$

式中 ΔP 和 Δm ——分别为模锻力和质量的增量。

不难证明

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{2\Delta m}{3m} = \frac{2\Delta V}{3V} \quad (1-6)$$

式中 ΔV ——锻件体积增量。

式(1-6)表示，在几何相似条件下，在相应增大模腔尺寸的模具中模锻更大质量（或体积）锻件时的模锻力增量。如果按最小必需的毛坯体积，在模具中模锻体积略有增加的毛坯时，模锻力的增加是十分明显的，因为所有附加体积的金属在终锻时都变为飞边。实践证明，终锻力大约为模腔充满力的 2 倍以上。粗略近似可按 2 倍计算。因此

$$\left. \begin{aligned} \frac{\Delta P}{P} &= \frac{4\Delta V}{3V_n} = \frac{4(V_f + V_u)}{3V_n} \\ \therefore \frac{\Delta P_f}{P} &= \frac{4V_f}{3V_n} \\ \frac{\Delta P_u}{P} &= \frac{4V_u}{3V_n} \end{aligned} \right\} \quad (1-7)$$

V_f 是随机变量，并且按正态规律分布。因为 $\frac{\Delta P_f}{P}$ 与 V_f 成正比，所以 $\frac{\Delta P_f}{P}$ 也是正态分布。由于在锻件平均质量公差下， V_f 等于 7.5% 的锻件体积，因此 $\frac{\Delta P_f}{P} = 0.1$ 。当采用的公差边界与标准置信度范围 $\pm 3\sigma$ 的边界相符时，则正态分布参数

$$M\left(\frac{\Delta P_f}{P}\right) = \frac{\Delta P_f}{2P} = 0.05$$

$$\sigma\left(\frac{\Delta P_f}{P}\right) = \frac{\Delta P_f}{6P} = 0.017$$

附加体积 V_u 对于任何时刻都是常数, 它仅决定于模具的磨损, 对于新模具具有最大值。在计算时, 可取 V_u 等于 3% 的锻件体积。根据式(1-7)的第二式, $P_u/P = 0.04$ 。

随机变量 $\Delta P/P$ 的正态分布参数由下式决定:

$$M\left(\frac{\Delta P}{P}\right) = M\left(\frac{\Delta P_f}{P}\right) + \frac{\Delta P_u}{P}$$

$$\sigma\left(\frac{\Delta P}{P}\right) = \sigma\left(\frac{\Delta P_f}{P}\right)$$

(3) 综合计算公式

综合上述两个独立的随机变量 P/P_m 和 $\Delta P/P$ 可以求得与温度和体积分散有关的相对模锻力 P_e/P_m 的正态分布概率密度。此时

$$M\left(\frac{P_e}{P_m}\right) = M\left(\frac{P}{P_m}\right) + M\left(\frac{\Delta P}{P}\right)$$

$$\sigma\left(\frac{P_e}{P_m}\right) = \sqrt{\sigma^2\left(\frac{P}{P_m}\right) + \sigma^2\left(\frac{\Delta P}{P}\right)}$$

P_m 是随机变量 (模锻力) 的数学期望, 对盘形和长轴类型锻件可以用下式计算:

$$P_m = \sigma_{s0} \psi_c (AF_3 + BF_n) \quad (1-8)$$

式中 σ_{s0} —— 在模锻温度下的材料流动极限;

ψ_c —— 速度系数;

A 和 B —— 考虑到飞边槽桥部参数及锻件在平面的基本尺寸和摩擦系数的常数;

F_3 和 F_n —— 分别为飞边槽桥部和锻件的投影面积。

所必需的模锻工艺力为:

$$P_{Tex} = P_m \left(\frac{P}{P_m}\right)_{\max} = P_m \left[M\left(\frac{P_e}{P_m}\right) + 3\sigma\left(\frac{P_e}{P_m}\right) \right]$$

将随机变量 P_e/P_m 的数学期望和均方根偏差展开并代入上式, 则

$$P_{Tex} = P_m \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left(\frac{V_f}{V_n}\right) + \frac{4}{3} \left(\frac{V_u}{V_n}\right) \right.$$

$$\left. + 3 \sqrt{\left[\frac{\sigma(T)}{M(T) + \frac{b_1}{a_1}} \right]^2 + \frac{4}{81} \left(\frac{V_f}{V_n}\right)^2} \right\} \quad (1-9)$$

在选择热模锻压力机时, 必须使其公称压力 $P_g \geq P_{Tex}$ 。此时, 不超过 P_{Tex} 的实际模锻力的概率等于 0.9987。

在已知的模锻条件下, 或者在规定毛坯温度和体积分散的情况下, 用上述方法确定的热模锻压力机公称压力可以使压力机过载概率大大降低。计算分析表明, 毛坯加热温度降低 100°C 时, 模锻力有可能超过计算值的 0.5 倍; 热模锻的自动化不仅可以降低毛坯温度分散, 并且可以降低压力机所必需的压力。

1.2 热模锻压力机的结构组成和特点

1. 结构组成

热模锻压力机系曲柄压力机，其工作原理和通用曲柄压力机一样，是通过不同形式的曲柄滑块机构把主传动的旋转运动转变为滑块的往复运动，并借助于固定在机身工作台和滑块上的上、下模具实现加热金属的成形。在模锻过程中所需的模锻力是通过压力机飞轮转速降低所释放的能量产生的。

现代热模锻压力机是由主要执行机构、主传动、离合器和制动器、机身、气动和电气控制系统、润滑系统、辅助机构等组成。它们彼此间在功能上是相互联系的。其中，主要执行机构是用来实现滑块往复运动的工作机构，在实际应用中主要有曲柄滑块机构和曲柄-楔块机构。辅助机构是指扩大热模锻压力机工艺用途、减少压力机和模具调整时间、提高压力机工作可靠性的装置，主要包括上、下顶料装置、封闭高度调整装置、平衡器、飞轮制动器、过载保护装置、解除闷车装置、模具快速更换装置、压力指示器、温度监测、滑块行程指示和封闭高度调整量指示装置等。

2. 结构特点

热模锻压力机的结构特点主要是由工艺用途决定的。和通用曲柄压力机相比，它具有以下几个特点：

1) 刚度高 模锻件的精度在很大程度上决定于热模锻压力机的刚度。刚度愈高，锻件精度愈高。在不增加制造成本的条件下，提高刚度至今仍然是模锻压力机设计所追求的主要目标之一。

压力机的刚度包括垂直刚度和倾覆刚度，其大小依赖于机身、主要执行机构的主要零件的变形和其连接部位的接触变形以及油膜的弹性行为。由于倾覆刚度计算涉及的因素多，计算复杂，因此目前热模锻压力机仍以垂直刚度作为评价指标。

2) 加强了滑块导向 为了获得优质锻件，热模锻压力机在模锻时必须保证上、下模的精确闭合。上、下模具的闭合精度不仅依赖于压力机基本零件的加工质量、刚度和模具结构，而且取决于滑块导轨间隙、导轨的结构特性、以及模具压力中心相对压力机滑块中心的距离。由于热模锻压力机经常处于偏载工作状态，因此加强滑块的导向对于提高滑块的导向精度和抗倾覆能力，从而提高锻件精度具有重要作用。

3) 提高了滑块行程次数 提高滑块每分钟的行程次数，可以减少加热毛坯在模锻过程中同模具的接触时间，有利于模具寿命的提高，同时为模锻难变形合金提供了可能性。热模锻压力机在模锻时的有效接触时间通常为 0.08~0.3s。

4) 离合器和制动器均安置在偏心轴（或曲轴）上 虽然这样布置增大了离合器和制动器的结构尺寸，提高了制造成本，但是可以减少从动部分的转动惯量，改善离合器和制动器的散热，有利于提高其摩擦片（块）的使用寿命。

5) 下顶料装置具有高保顶出功能，使锻件在模锻结束顶出后在最高位置保持一段时间，以便夹持。

1.3 基本技术参数

热模锻压力机的基本技术参数是机器结构设计和计算、模具设计、设备选用、安装等的依据，主要包括公称压力、公称压力角、滑块行程长度、滑块行程次数、最大封闭高度及其调整量、压力机工作台上平面和滑块底面尺寸。

1. 公称压力 P_g

曲柄距下死点某一特定角度下滑块允许的承载能力称为热模锻压力机的公称压力。在系列设计时，通常按公比 $R5$ 和 $R10$ 确定。

2. 公称压力角 α_g

公称压力角系指压力机在公称压力下的曲柄距下死点的最大偏角。 α_g 的大小对热模锻压力机使用功能、主要执行机构、主传动、离合器和制动器等主要部件的结构尺寸影响极大。增大 α_g 固然可以扩大压力机的工艺使用范围，但是使压力机的结构尺寸增大，因而提高了制造成本。原则上，应是在满足模锻工艺用途的前提下，尽量减少 α_g 。由于 α_g 值受到工艺用途和压力机结构尺寸两个相互矛盾因素的制约，所以在理论上确定通用热模锻压力机的 α_g 最佳值是困难的。在目前热模锻压力机设计中，苏联取 $\alpha_g = 3^\circ \sim 5^\circ$ ，捷克 Smeral 公司取 $\alpha_g = 3^\circ$ 或 7.5° ，联邦德国 Eumuco 公司和 Hasenclever 公司取 $\alpha_g = 10^\circ$ ，在我国通常取 $\alpha_g = 5^\circ$ 。

3. 滑块行程长度 s

滑块行程长度是指压力机滑块在往复运动时上、下死点之间的距离。它决定于锻造时安置在热模锻压力机上的毛坯最大高度、锻件在最大高度下的取料、翻转、吹除氧化皮和模具润滑装置，以及其它操作要求。

4. 滑块行程次数 n

滑块行程次数是指压力机在空负荷状态下，滑块每分钟由上死点运动到下死点，再由下死点返回上死点连续运动的次数。热模锻压力机的行程次数应尽可能高，以减少模锻时锻件与模具的接触时间。但是，行程次数过高，会引起热模锻压力机动载的急剧增加。对于自动热模锻压力机还应考虑锻件由一个模腔向另一个模腔自动传送时的惯性力。因为滑块行程次数过高，将引起传送装置和锻件的惯性力的增大，降低传送的锻件的定位精度。因此，在确定自动热模锻压力机行程次数时，通常要略低于通用热模锻压力机。

5. 最大封闭高度及其调整量

封闭高度系指热模锻压力机滑块处于下死点位置时，滑块底面与压力机工作台上平面的距离。为适应不同锻模在闭合时的高度要求，封闭高度应能在一定范围内调整，其调节量称为封闭高度调整量。当封闭高度处于最大时，称为最大封闭高度。

封闭高度的确定原则是：应能满足固定于热模锻压力机上、下模座的模具高度。

鉴于安装锻模镶块的上、下模座在使用过程中一般是不更换的，因此热模锻压力机的封闭高度调整量较小，通常在 $10 \sim 30$ mm 范围内。热模锻压力机封闭高度调整量，一般随公称压力的增大而增加。

6. 机身工作台上平面和滑块底平面尺寸

机身工作台上平面和滑块底平面尺寸应能满足上、下模座尺寸要求，应根据压力机在公称

压力范围内所能锻造的最大零件尺寸、模锻工艺工序的安排、上下模座和锻模镶块的强度及其安装要求等确定。现有大多数热模锻压力机工作台上平面和滑块底平面前后尺寸都大于左右尺寸，这主要是考虑模锻长轴类锻件的需要，以及压力机的结构设计要求。

在确定热模锻压力机基本技术参数时，必须考虑彼此间的关联和制约关系。这些关系需要通过热模锻压力机的结构特点、安装、模锻工艺、模具和自动化要求综合分析确定。

表 1-1~表 1-3 所示是我国生产的热模锻压力机基本技术参数。

表 1-1 MP型热模锻压力机基本技术参数

型 号		MP1000	MP1600	MP2000	MP2500	MP3150	MP4000	MP5000	MP6300
基本 参数	公称压力 (MN)	10	16	20	25	31.5	40	50	63
	滑块行程 (mm)	250	280	300	320	340	360	400	450
	滑块行程次数 (1/min)	100	90	85	80	60	55	45	50
	最大封闭高度 (mm)	700	875	950	1 000	1 050	1 110	1 468	1 615
	封闭高度调整量(mm)	14	18	20	22.5	25	28	32	35
	工作台上	左右 (mm)	850	1 050	1 210	1 300	1 400	1 500	1 570
平面尺寸	前后 (mm)	1 120	1 400	1 530	1 700	1 860	2 050	2 250	2 350
	滑块下	左右 (mm)	820	1 030	1 180	1 260	1 360	1 460	1 550
平面尺寸	前后 (mm)	936	1 140	1 260	1 380	1 540	1 710	1 875	1 925
	上 顶 料 装 置	型 式	机 械	机 械	机 械	机 械	机 械	机 械	机 械
压力(kN)		50	80	100	125	160	200	250	300
行程(mm)		30	37	40	44	48	52	60	60
下 顶 料 装 置	型 式	机 械	机 械	机 械	机 械	机 械	机械或液压	液 压	液 压
	压力(kN)	150	240	300	375	475	600	650	700
	行程(mm)	30	37	40	44	48	52或200	0~150可调	0~150可调
主 电 机	功率(kW)	55	95	112	132	190	250	320	320
	同步转速 (r/min)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 500	1 500	1 500	1 000
	电压 (V)	380	380	380	380	380	380	380	380

1.4 热模锻压力机的典型结构

热模锻压力机按用途、主要执行机构和主要结构特点来划分，可分为各种不同类型。

按工艺用途，热模锻压力机可分为通用和专用热模锻压力机。专用热模锻压力机包括多工位热模锻压力机、双动热模锻压力机、挤压热模锻压力机等。通用热模锻压力机在设置自动化传送装置后，可以实现自动化或构成多工位热模锻压力机。

按主要执行机构，热模锻压力机可分为曲柄滑块机构和曲柄连杆-楔块机构两种形式。根据结构特点，曲柄滑块机构除一般的结构形式外，还有压环式、曲柄圆和双滑块式几种变

表 1-2 KP型热模锻压力机基本技术参数

基本参数		型 号	KP2500	KP3150	KP4000	KP6300	KP8000	KP12500
公称压力 (MN)			25	31.5	40	63	80	125
滑块行程 (mm)			290	310	330	390	420	500
滑块行程次数 (1/min)			63	55	50	40	40	30
最大封闭高度 (mm)			1 000	1 050	1 100	1 320	1 420	1 800
封闭高度调节量 (mm)			12	12	15	20	20	25
工作台上 平面尺寸	左 右 (mm)		1 260	1 310	1 500	1 700	1 700	2 240
	前 后 (mm)		1 700	1 750	1 800	2 000	2 000	3 100
滑块下 平面尺寸	左 右 (mm)		1 220	1 270	1 450	1 600	1 650	2 190
	前 后 (mm)		1 300	1 350	1 500	1 650	1 700	2 450
上顶料 装 置	型 式		机 械	机 械	液 压	液 压	液 压	液 压
	压 力 (kN)		125	160	200	315	400	600
	行 程 (mm)		40	40	70	65	70	85
下顶料 装 置	型 式		机 械	机 械	机 械	机 械	机 械	液 压
	压 力 (kN)		375	475	600	950	1200	600
	行 程 (mm)		50	22	60	95	90	130
主 电 机	功 率 (kW)		110	132	185	300	370	530
	同步转速 (r/min)		1500	1000	1500	1000	1000	750
	电 压 (V)		380	380	380	380	380	380

形结构(图 1-1)。

热模锻压力机在结构上可以根据机身、连杆个数、主传动的级数和布置、偏心轴(曲轴)的安置方向、封闭高度调整方式和布置、滑块的结构和导向特点加以区分。应当指出,评价热模锻压力机的结构是否先进,主要应根据其工作特性及其可靠性,制造成本、维修时间和费用,不能单纯以结构的新颖和出现的先后时间作为唯一依据。

1. 传统结构的热模锻压力机

这种压力机的结构特点是:滑块具有象鼻形的附加导轨,封闭高度采用楔形工作台。

图 1-2 所示是沈阳重型机器厂制造的 20 MN 热模锻压力机的结构图。机身 1 是一个整体框架,并采用四根拉紧螺栓预紧,以改善立柱的受力状态。为提高滑块的导向精度和承受偏载能力,滑块 2 的导向面由主导轨和附加的象鼻形导轨组成。在滑块内设有上顶料装置 3。偏心轴平行于压力机正面安置,连杆采用双点支承。摩擦离合器 4 和制动器 5 为盘式结构。下顶料装置通过凸轮-杠杆机构 6 实现锻件由模具顶出的动作。

传统结构是热模锻压力机最早采用的结构形式。为适应模锻生产对热模锻压力机工作特性和可靠性的要求,传统结构的热模锻压力机多年来在结构上的改进主要有:

1) 为避免锻造氧化皮对楔形工作台的侵蚀,提高其调整的灵活性,采用封闭式液压楔形工作台。美国 National 和 Ajax 公司使用液压楔形工作台,还具有解除闷车的功能。日本

表 1-3 国内自行设计的热模锻压力机基本技术参数

公称压力 (MN)		10	16	20	25	31.5	40	80
滑块行程 (mm)		250	280	300	320	350	400	460
滑块行程次数 (1/min)		90	85	82	70	55	50	39
最大封闭高度 (mm)		560	720	765	1 000	950	1 000	1 200
封闭高度调节量 (mm)		10	10	21.8	22.5	23	25	25
工作台尺寸 (mm)	前 后	1150	1120	1 100	1 250	1 300	1 450	1 850
	左 右	1000	1250	1035	1140	1 240	1 400	1 700
滑块底平面尺寸 (mm)	前 后	630	900	1 000	1 100	1 200	1 450	1 700
	左 右	950	900	930	985	1 180	1 400	1 600
上顶料装置	型 式	机 械	机 械	机 械	机 械	机 械	机 械	机 械
	顶出力 (kN)	—	—	100	180	—	200	400
	行 程 (mm)	50	50	45	40	50	50	30
下顶料装置	型 式	机 械	机 械	机 械	机 械	机 械	机 械	机 械
	顶出力 (kN)	—	—	200	250	—	400	800
	行 程 (mm)	50	65	70	60	80	90	100
主 电 机	型 号	JR91-6	JR91-4	JR114-4	JR115-4	JR117-4	JR117-8	JR138-4
	功 率 (kW)	55	75	115	135	180	210	2×245
	转 速 (r/min)	970	1 460	1 465	1 465	1 470	750	735

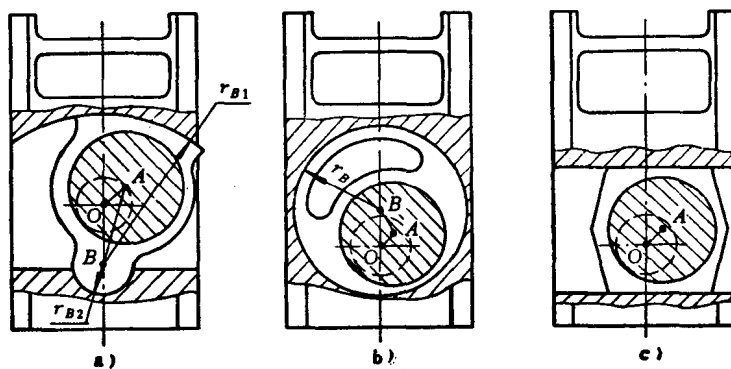


图 1-1 热模锻压力机采用的曲柄滑块机构的变形结构

a) 压环式 b) 曲柄式 c) 双滑块

住友公司将 60 MN 热模锻压力机的液压楔形工作台安置在滑块上，因而有利于模锻自动化的工件传送。

2) 采用液压预紧螺母，以解除模锻时的闷车现象。

3) 采用双连杆、双点支承连杆和宽连杆结构，以提高热模锻压力机的刚度和承受偏载

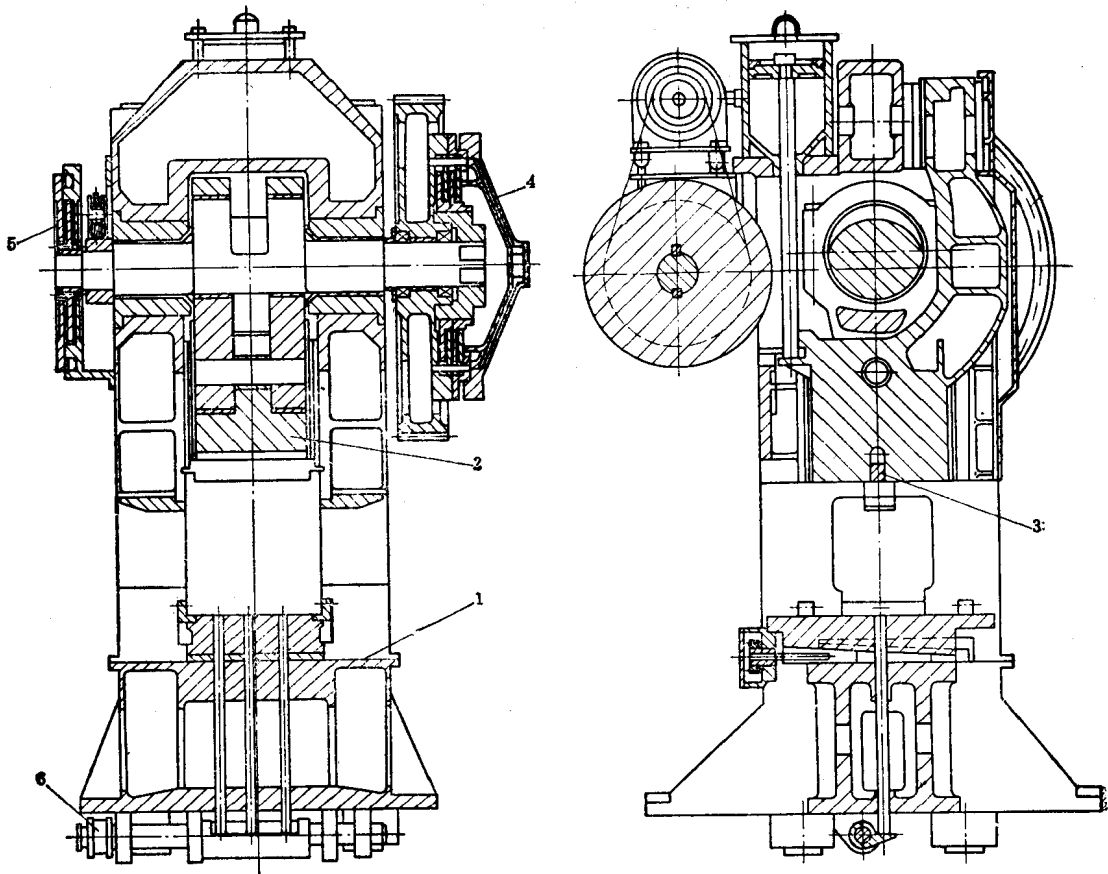


图 1-2 20 MN 热模锻压力机 (沈重)
1—机身 2—滑块 3—上顶料装置 4—离合器 5—制动器 6—凸轮-杠杆机构

的能力。

4) 英国 Massey 公司的 H 型热模锻压力机设有偏心轴平衡装置。其工作原理是通过两个多层活塞缸将曲轴吊起, 使曲轴的支承轴颈始终与其轴承的工作表面接触, 从而提高了压力机的工作平稳性和改善了轴瓦的受力状况。

5) 设置飞轮制动器、微动调整机构、模具快速更换装置、降低压力机噪声的消声器等。

6) 对离合器和制动器, 顶料机构, 带传动, 润滑系统等进行改进。

所有这些措施不仅使传统结构的热模锻压力机能顺利与模锻锤和螺旋压力机竞争, 而且使其在现代热模锻压力机生产领域中占有重要地位。

2. MP 型热模锻压力机 (图 1-3)

MP 型热模锻压力机是联邦德国 Eumuco 公司 70 年代中期, 在制造 SP 型传统结构热模锻压力机经验的基础上设计的。它在结构上具有以下主要特点:

1) 机身 公称压力 $P_e \leq 40$ MN 的压力机机身为整体实心结构, 立柱和上横梁、底座之间连接处的过渡圆角大, 并经过仔细打磨, 以提高其疲劳强度。公称压力 $P_e > 40$ MN 的压

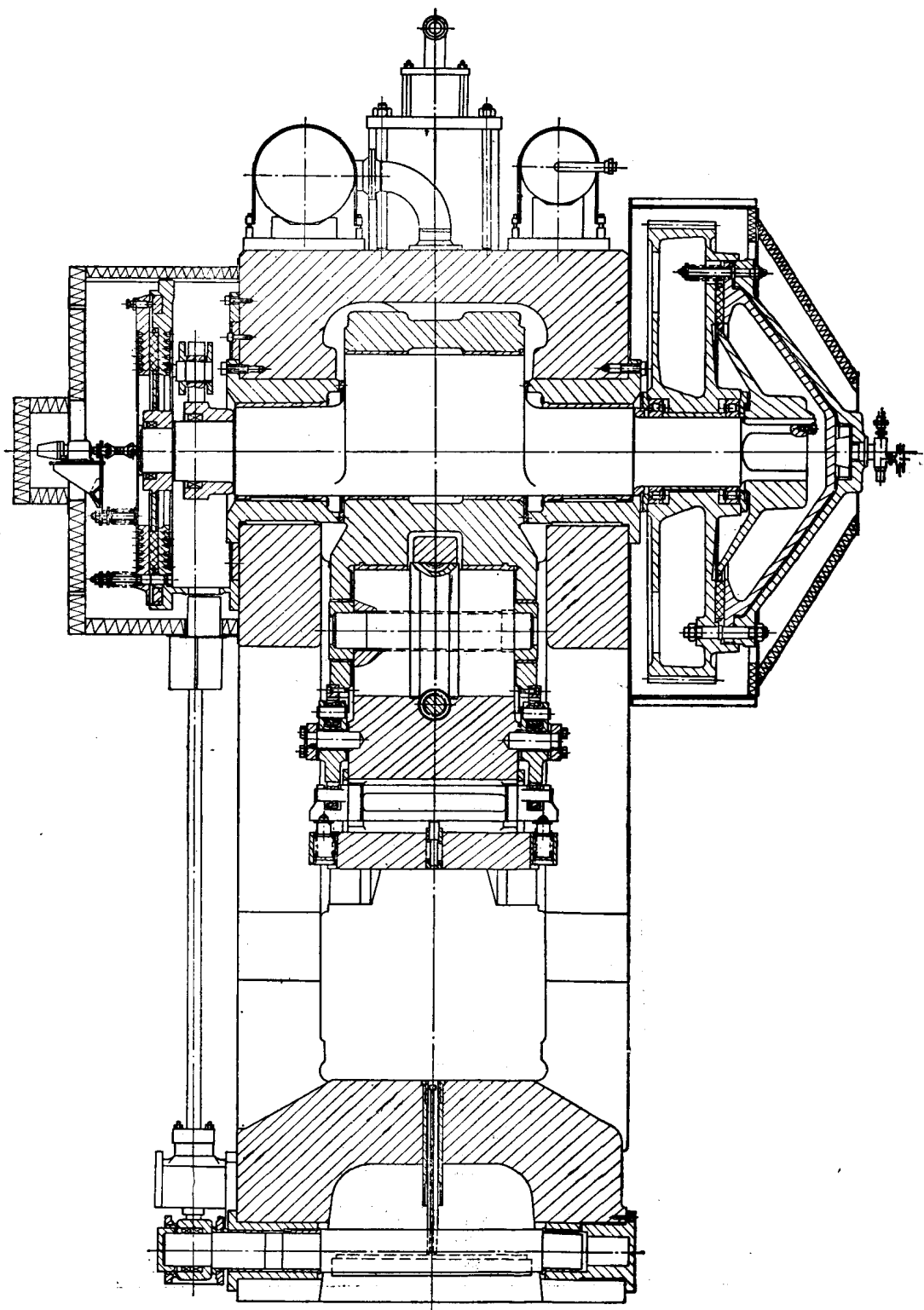


图 1-3 MP型热模锻压力机(一)