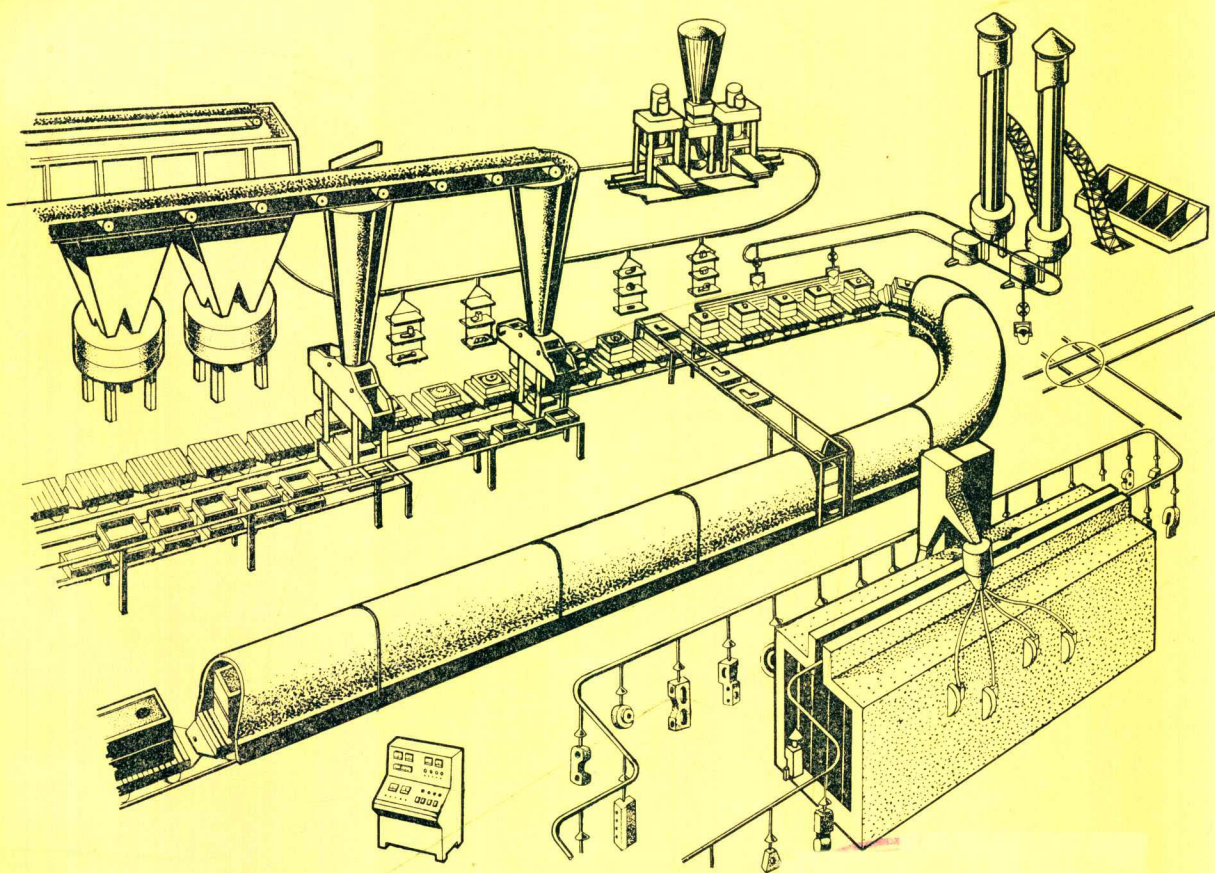


铸造车间机械化

低压气动微震造型线

上海市机电设计院主编 上海机械学院编



机械工业出版社

铸造车间机械化

第三篇 第一章

低压气动微震造型线

上海市机电设计院主编

上海机械学院编



机械工业出版社

本书介绍了气动微震压实造型线的主机、辅机及造型生产线三部分。主机重点介绍弹簧气动微震压实造型机的工艺特性,工作原理,各工艺参数对造型机性能的影响。辅机部分介绍了造型生产线常用的翻箱机、合箱机、落箱机、压铁机、插箱机等。生产线部分则对串联式和并联式布置作了分析比较,并各举了实例;此外还介绍了几种简易的造型生产线及若干类型的控制系统。

本书可供从事造型生产线技术改造及设计的工人及技术人员参考。

铸造车间机械化

第三篇 第一章

低压气动微震造型线

上海市机电设计院主编

上海机械学院编

*

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)

南京人民印刷厂印刷

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 6³/₄·插页 1·字数 162 千字

1978年7月南京第一版·1978年7月南京第一次印刷

印数 00,001—23,000·定价 0.61 元

*

统一书号: 15033·4453

出 版 说 明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国铸造行业的技术革新和技术改造的群众运动蓬勃开展。为了总结和推广我国铸造生产中行之有效的先进设备、先进经验，我们组织编写了《铸造车间机械化》一书，供工厂在技术改造和新建厂设计中作为选择方案、设计计算、选用设备等参考。

《铸造车间机械化》全书共分八篇四十二章。第一篇炉料准备和熔化；第二篇造型材料的制备和型砂处理；第三篇造型、制芯机械化；第四篇清理；第五篇特种铸造设备；第六篇运输设备；第七篇辅助设备；第八篇钢结构、除尘及土建资料。由于《铸造车间机械化》涉及的范围较广，内容较多，我们将陆续按篇、章先出版单行本。

本书由上海市机电设计院主编，参加本书编写的有一机部洛阳设计院、一机部天津设计院、一机部机床工厂设计处、济南铸锻机械研究所、上海市机械制造工艺研究所、上海机器制造学校、上海机械学院、上海交通大学、浙江大学、重庆大学、河北机电学校、烟台机床附件厂、上海红光铸造厂、上海内燃机配件厂、上海江南造船厂、上海起重运输机械厂、上海市机电设计院等单位。对于他们的大力支持，在此一并致谢，并欢迎读者对本书多提宝贵意见。

目 录

第三篇 造型、制芯机械化

第一章 低压气动微震造型线

第一节 气动微震压实造型机	3-1-1
一、概述	3-1-1
二、弹簧气动微震压实造型机	3-1-4
附：国内部分弹簧气动微震压实造型机主要参数表	3-1-29
三、气垫微震压实造型机	3-1-29
第二节 辅机	3-3-37
一、翻箱机	3-1-38
二、合箱机	3-1-49
三、落箱机	3-1-56
四、压铁机	3-1-59
五、插箱机	3-1-63
六、分箱机	3-1-67
七、接箱机	3-1-69
八、转向机	3-1-71
九、小车台面清扫机	3-1-72
第三节 造型生产线的布置及控制	3-1-72
一、概述	3-1-72
二、采用铸型输送机的造型生产线	3-1-75
附：部分气动微震造型线统计表	3-1-87
三、简易造型线	3-1-87
附：造型生产线各种布置类型对比表	3-1-90
四、控制系统	3-1-93

第三篇 造型、制芯机械化

第一章 低压气动微震造型线

第一节 气动微震压实造型机

一、概 述

造型工序是铸造生产中的一个重要环节。近年来在机械化和自动化造型方面，国内外都有了很大的发展。在震压式造型机的发展基础上又出现了气动微震压实造型机。

砂型在压实过程中同时进行微震可以增加型砂在紧实过程中的流动性，改善砂型的紧实状况。为实现压实微震，曾经采用在型板下装设一只或数只电磁振动器的方法，但由于振幅太小(约0.4~3毫米)、频率过高(6000次/分)，微震效果并不显著。因而当“气动微震”问世以后，便立即引起了人们极大的注意，在实践的基础上通过分析比较，认为它与震压式造型机相比有以下一些优点：

1. 可以减震 气动微震压实造型机的震击方式，预震时是工作台与震铁(震击缸)相对碰撞；压震时是震铁从下向上撞击工作台，因此震击对机器基础影响很小。而一般震压式造型机震击时，工作台向下撞击固定在基础上的震击缸，撞击力直接传到基础上，因此对机器基础的要求就相当高。

2. 紧实性能好 气动微震压实造型机震击机构的最大特点是微震既可单独进行(预震)；也可与压实同时进行(压震)。这样：在预震时向砂箱充填型砂，使型砂获得一定的初始紧实度；在压震时将砂箱中的型砂成型为紧实度较高而且均匀的铸型。但震压式造型机要使压实与震击同时进行是不可能的。

3. 工作适应性强 气动微震压实造型机的紧实方式有四种，可以根据铸件形状特点来选择。表3-1-1为气动微震压实造型机四种紧实方式的对比。

表3-1-1 气动微震压实造型机的紧实方式对比表

序号	紧实方式	对 比	适 用 场 合
1	预震、压震	铸型硬度最高，紧实度分布最均匀	铸型型腔深而窄，铸型硬度要求高
2	预震、压实	铸型硬度比(1)稍低	铸型型腔深而窄，铸型硬度要求不高
3	压 震	铸型硬度比(1)稍低，造型速度快	铸型型腔平坦
4	压 实	铸型硬度比(1)稍低，造型速度快，紧实度分布不够均匀	铸件不高，几何形状简单。要求不发出噪音

由于气动微震压实造型机具有上述优点，而且造型质量稳定，造型机价格比较便宜，因而得到了迅速的发展。目前在中小型铸件的生产中，它已获得较为广泛的应用，发挥了相当重要

的作用,成为机械化和自动化造型的发展方向之一。

(一)气动微震压实造型机的工艺特性

目前常用铸型紧实度和铸型紧实度的分布情况这两个概念来评价造型机的工艺特性。所谓铸型紧实度,是指单位铸型体积中型砂的重量。适当的提高铸型紧实度,可以获得尺寸精确、表面光洁的铸件。至于紧实度分布情况,一般是指紧实度沿砂箱高度的分布情况。工艺上希望铸型型腔附近紧实度大些,以便承受液体金属的静、动载荷和热作用;而远离型腔处,则在保证能搬运、翻转的情况下,紧实度不要过高,以保证铸型有一定的透气性。在实际生产中,为方便起见,常用铸型表面硬度(简称铸型硬度)来间接衡量铸型紧实度,它们两者之间的关系见图 3-1-1。

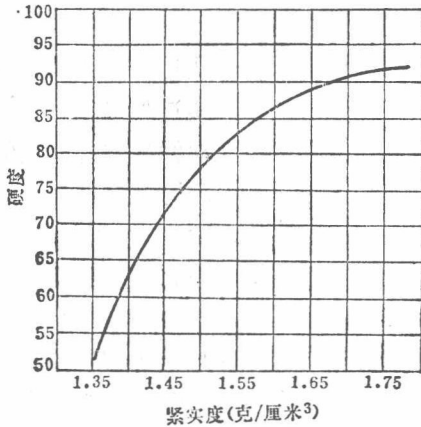


图 3-1-1 铸型表面硬度与紧实度的关系

注: 曲线系用汽车行业灰口铸件用的面砂作出, 型砂含水量 4.2%

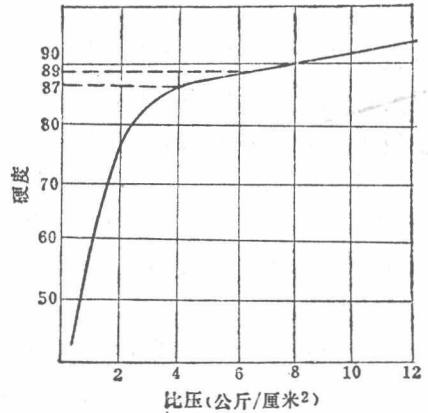


图 3-1-2 比压与铸型硬度的关系

那么与单纯压实造型机相比气动微震压实造型机的工艺特性如何呢?

1. 能提高压实效果,即相当于提高比压 30~50% 铸型单位面积上所受的压实力一般称之为压实比压(简称比压),用公斤/厘米²表示。它是用来评价砂型所受压实力大小的主要指标。图 3-1-2 表示比压与铸型硬度的关系。从图上看,比压为 4 公斤/厘米²时,铸型硬度为 87 度,但在此比压下同时进行微震,则测得铸型硬度为 89 度左右。这说明气动微震压实造型机采用 4 公斤/厘米²的比压与一般压实式造型机采用 6 公斤/厘米²的比压有着同等的效果。即相当于提高单纯压实时的比压 $\frac{6-4}{4}=50\%$ 。

2. 能提高铸型紧实度分布的均匀性 单纯压实时,压实面附近紧实度较高,分型面附近紧实度较低,造型紧实度沿铸型高度的分布很不均匀。但在压实同时微震时,由于震铁是自下向上撞击工作台,所以提高了分型面附近的紧实度,从而显著改变单纯压实时不理想的紧实度分布情况。如图 3-1-3 所示,无论在靠近砂箱壁还是靠近砂箱转角处,紧实度沿砂箱高度的分布情况,微震压实都比单纯压实趋于均匀。

当然,每一台气动微震压实造型机的工艺特性还取决于预震、压震的效果及其持续时间的长短等操作因素和结构参数,而且与型砂的性能如水分等也有直接的关系。

目前压实造型的比压选择范围很大,比压与紧实度的关系见图 3-1-4。图中所示是一般常用的比压分类。本章主要介绍压实比压属低压范围的气动微震压实造型机。

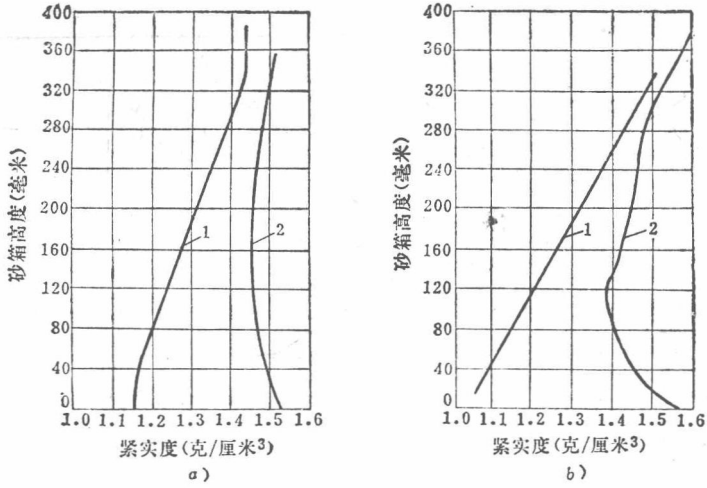


图 3-1-3 单纯压实与微震压实所获得的砂型紧实度沿砂箱高度的分布情况

a) 靠近砂箱壁 b) 靠近砂箱转角
1—单纯压实 2—微震压实

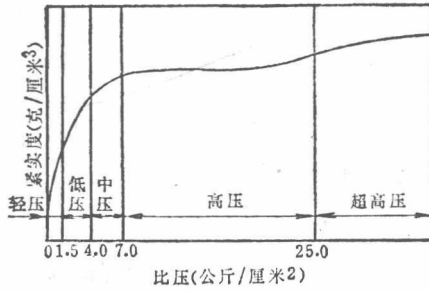
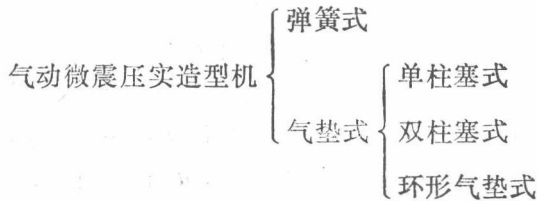


图 3-1-4 比压与紧实度的关系

在选择气动微震压实造型机所需要的比压时，必需注意到它的工艺特性，从合理性和经济性上慎重考虑，以免不必要的把比压选得过高。

(二) 气动微震压实造型机的主要型式

按照震击机构的不同，大致可对现有的气动微震压实造型机作如下分类[⊖]：



弹簧式和气垫式微震压实造型机震击机构的对比，见表 3-1-2。

⊖ 也有采用气垫与弹簧综合的微震机构。震击前先气垫缸进气托起震击机构，然后震击缸进气，进行弹簧式的震击。这种机构可解决弹簧式起模时的“回跳”(亦称“浮动”)问题，缓冲作用也更有效，但结构过于复杂，目前在低压的气动微震造型机上尚无应用。本章不作介绍。

表 3-1-2 弹簧式和气垫式微震压实造型机震击机构对比表①

项 目		弹 簧 式	气 垫 式	
结 构	司气参数	进气行程	小	
		膨胀行程	大	
	缓 冲 措 施		用 弹 簧	用气垫(压缩空气)
	采 用 气 压		一 种	一种或两种
性 能	振 幅		小	大
	频 率		高	低
	耗 气 量		小	大
	起模平稳性		有“回跳”但对起模无影响②	可不产生“回跳”
造 型 效 果	预震、压震并用 比单纯压实可提高比压		可 以 30~50%	可 以 30~50%
	铸型紧实度		均 匀	均 匀
	适用模具形状		复 杂	复 杂
	制 造 要 求		需用大弹簧	密封性要求高

① 由于气垫式微震压实造型机有三种不同型式的震击机构,它们在结构、性能、制造要求等方面各有特点,互不一样,因此本表所作的对比仅是粗略的,轮廓式的。

② 起模“回跳”现象,对一般低砂型并无影响;对较高的砂型,特别是型腔凹凸悬殊的复杂砂型,则可采取结构措施,使工作台无法“回跳”。

二、弹簧气动微震压实造型机

(一)弹簧气动微震机构的工作原理

图 3-1-5 是弹簧气动微震机构工作过程示意图。这种机构由震击活塞—工作台 1、震击缸 2、弹簧 3、压实活塞 4 以及压实缸 5 所组成。其中震击活塞与工作台构成一个整体,为加工方便往往分开制造后加以连接。震击活塞 1 置于震击缸(震铁) 2 内。弹簧 3 支承着震击缸、震击活塞、工作台以及型板框、型板、砂箱等。震击缸在震击时作上下震动,又称之为震铁。下面按工作程序分述如下:

1. 静态 微震机构处于静止状态时,如图 3-1-5(I)所示,工作台 1 通过震铁 2 置于弹簧 3 上,弹簧 3 安放于压实活塞 4 内,此时弹簧高度为 H 。为防止预震时工作台与压实活塞发生撞击,工作台下沿和压实活塞上沿之间留有一定的间隙 Δ , Δ 一般为 10~20 毫米。

2. 预震 预震就是指压实前在加砂过程中和加砂后进行的震击。

预震时如图 3-1-5(I)(II)所示,压缩空气从工作台上 a 孔经 b 、 c 孔进入震击缸内,其压力既使工作台——震击活塞等上升;又使震击缸压缩弹簧下降一段距离 ΔS 。在震击活塞和震铁相对移动的过程中,进气孔 b 自动封闭,继而排气孔 d 打开,压缩空气从排气孔 d 排出。排气后震击缸内压力突降,震击缸在弹簧恢复力的作用下向上运动,而工作台、震击活塞等则靠自重下落,两者产生碰撞,完成一次震击循环。

预震可以使砂箱中的型砂获得初始紧实度,在模型比较复杂的情况下,可以使砂箱中的型砂分布得更均匀,便于进一步紧实。

3. 压震 压震就是在压实的同时进行震击。

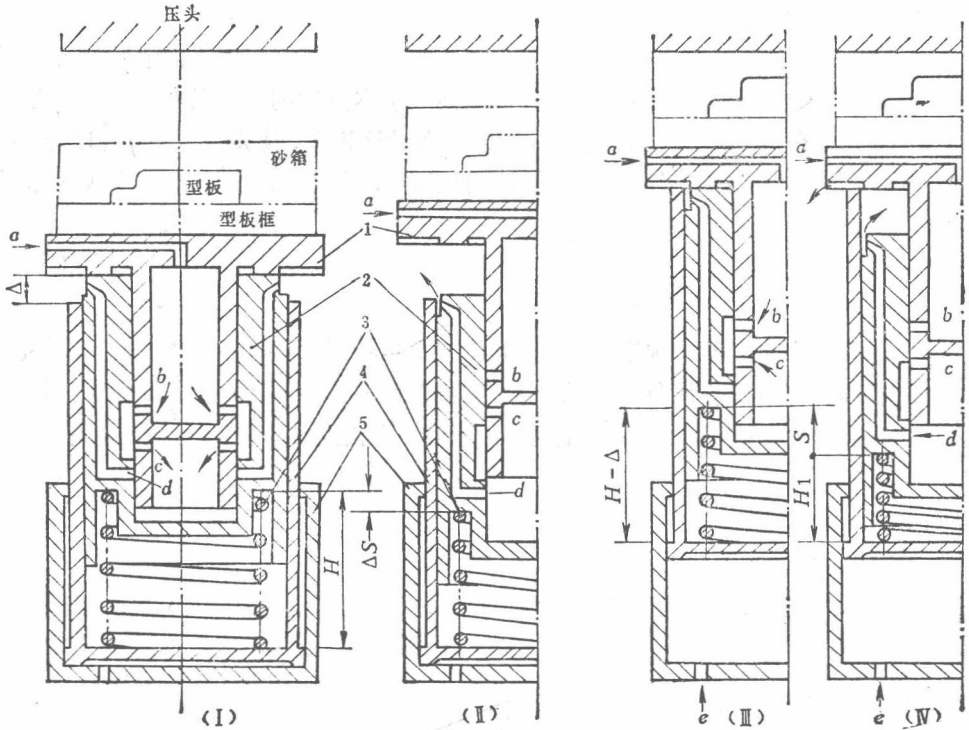


图 3-1-5 弹簧气动微震机构工作过程示意图

1—震击活塞-工作台 2—震击缸(震铁) 3—弹簧 4—压实活塞 5—压实缸

压震时如图 3-1-5(III) 所示, 压缩空气由 e 孔进入压实缸 5, 于是压实活塞 4 上升并通过弹簧 3 托起震铁及工作台等。当型砂与压头接触后, 压实活塞将克服弹簧之弹力, 继续上升 Δ 距离, 使压实活塞与工作台相接触, 此时弹簧高度为 $(H - \Delta)$ 。这时将压缩空气从 a 孔经 b 、 c 孔通入震击缸, 由于工作台已不能再上升, 压缩空气只能将震铁下推。如图 3-1-5(IV) 所示, 震铁克服弹簧的弹力下移 S_j (称进气行程) 距离后, 进气孔 b 关闭, 由于压缩空气的膨胀, 震铁继续下移 S_p (称膨胀行程) 距离, 接着排气孔 d 打开, 震击缸内气压很快下降, 但由于惯性作用, 震铁还能继续下移 S_g (称惯性行程) \ominus 距离, 此时震铁的最大行程即为 $S = S_j + S_p + S_g$, 弹簧高度为 $H_1 = H - \Delta - S$ 。惯性行程结束后, 震铁在弹簧恢复力的作用下向上运动撞击工作台。就这样, 震铁在砂型压实过程中对工作台连续不断的进行撞击, 达到边压实边震击的效果。

应当指出, 图示弹簧气动微震机构在起模时, 由于支承在弹簧上的负荷减轻, 会使弹簧回升而引起工作台产生“回跳”又称“浮动”现象, 于是就有可能使刚脱模的砂型碰坏。不过这一现象对一般低砂型并无影响, 生产中常不予考虑。而对于较高的型腔凸凹悬殊的复杂砂型, 则可采用工作台夹紧装置 (起模前先将工作台卡紧) 或其他结构措施来防止“回跳”现象的产生。

\ominus 司气参数的有关符号, 本文中改用汉语拼音的第一个字母作注脚, 与原用符号对照见下表:

	进气行程	膨胀行程	惯性行程	余隙空间高度
原 用	S_o	S_r	S_i	S_o
今 用	S_j	S_p	S_g	S_y

(二) 弹簧气动微震压实造型机主要部件的设计计算

弹簧气动微震压实造型机已经获得广泛的应用,但是,直到目前为止,在一些重要的问题上,例如:振幅、频率与紧实度间的关系,造型机某些基本参数的决定等都还缺乏系统的分析研究,因此设计工作尚缺乏足够的理论分析基础。在设计机器,决定一些工艺和结构参数时,往往采用类比设计的办法,即在对比同类型已有机器的基础上进行设计计算,以后再在生产实践中根据试用情况加以修改。

1. 震击机构的设计计算

(1) 进行步骤:

1) 根据砂箱尺寸和机器结构型式,初步估计有效负荷 Q_y (包括砂箱、型板、型板框、型砂以及辅助框等重量); 根据有效负荷,估计机器升起部分的自重 Q_z (包括工作台、活塞、导向杆等重量),并根据 Q_y 、 Q_z 估计震铁的重量 G_T 。然后根据上述有关数据,设计计算震击缸直径。

2) 确定司气参数。

3) 弹簧的设计计算。

4) 各部分结构确定后,算出准确重量,进行验算。

(2) 震击缸直径的计算:

1) 一般可按式:

$$\begin{aligned} pF_z &> Q_y + Q_z + R \\ pF_z &= K(Q_y + Q_z + R) \end{aligned} \quad (1)$$

式中 p ——压缩空气压力(公斤/厘米²);

F_z ——震击活塞面积(厘米²),

$$F_z = \frac{\pi}{4} d_z^2$$

d_z ——震击缸直径(厘米);

Q_y ——有效负荷(名义举升力)(公斤);

Q_z ——机器升起部分自重(公斤);

R ——震击活塞与震击缸间的摩擦阻力(公斤);

K ——举升力储备系数。

(i) 有效负荷 Q_y : 等于型板、型板框、砂箱、型砂以及辅助框等的重量之和。

$$Q_y = Q_{\text{型板}} + Q_{\text{型板框}} + Q_{\text{砂箱}} + Q_{\text{型砂}} + Q_{\text{辅助框}} \text{ (公斤)} \quad (2)$$

式中 $Q_{\text{辅助框}}$ = 辅助框自重 + 辅助框上的小弹簧对辅助框的压力。

(ii) 机器升起部分自重 Q_z : 等于工作台、震击活塞、导向杆等重量之和。

$$Q_z = Q_{\text{工作台}} + Q_{\text{震击活塞}} + Q_{\text{导向杆}} \text{ (公斤)} \quad (3)$$

Q_z 与 Q_y 有关,可按下式估计:

$$Q_z = K_1 Q_y \quad (4)$$

式中 K_1 ——自重系数,可参考表 3-1-3 选用。

表 3-1-3 自重系数选用表

Q_y (公斤)	<250	250~500	500~1000	1000~2500	>2500
K_1	≤0.8	≤0.7	≤0.6	≤0.5	≤0.4

(iii) 摩擦阻力 R : 与机器结构, 加工及安装精度, 润滑状况等有关, 实测比较困难[⊖]。一般按下式估算:

$$R = 0.05(Q_v + Q_z) \quad (5)$$

(iv) 举升力储备系数 K : 由于管路压缩空气压力的波动, 各种原因的漏气, $(Q_v + Q_z)$ 起动作时所需克服的惯性力, 以及机器超载等综合因素, 考虑一定的储备系数是必要的。

当取 $p = 5$ 公斤/厘米², $R = 0.05(Q_v + Q_z)$ 时, 建议 K 值取 $1.3 \sim 2.2$ 。小造型机取较大值, 大造型机取较小值。

这样震击活塞面积为:

$$F_z = \frac{K}{p}(Q_v + Q_z + R) = (0.27 \sim 0.46)(Q_v + Q_z) \text{ (厘米}^2\text{)} \quad (6)$$

2) 简化算法: 考虑到摩擦阻力、储备系数的影响因素很多, 而且不易确定。目前设计中有采用如下经验公式:

$$pF_z = Q_v + Q_z$$

注意: 此时 p 取 $2.5 \sim 3$ 公斤/厘米²。

这样:

$$F_z = (0.33 \sim 0.4)(Q_v + Q_z) \text{ (厘米}^2\text{)} \quad (7)$$

小造型机取较大值, 大造型机取较小值。这种方法常用于初步设计中。

(3) 震击活塞的长度 l : 常用

$$l = (1.6 \sim 2)d_z \text{ (厘米)} \quad (8)$$

(4) 震铁的重量 G_T : 震铁的重量是影响紧实效果的重要因素之一。在一般情况下, 震铁愈重, 震击时给予工作台的撞击能就愈大, 所以要求震铁的重量不低于一个极限值, 否则会出现紧实度不足或震击效率太低的现象。

建议:

$$G_T = (0.2 \sim 0.5)(Q_v + Q_z) \quad (9)$$

造型机比压大的取较小值, 比压小的取较大值。

(5) 司气参数: 包括进气行程 S_j , 膨胀行程 S_p , 惯性行程(即排气行程) S_y 以及余隙空间高度(简称余隙高度) S_y 。这些参数不仅影响到造型机的振幅、频率、空气消耗量等重要的工艺参数, 而且还直接关系到造型机能否正常工作。

在进气孔关闭以后的膨胀过程中, 假定一无漏气, 二为等温过程, 则根据气体体积与压力间的变化规律可计算得:

$$p_2 = \frac{p_1(S_j + S_y)}{S_j + S_p + S_y} \quad (10)$$

式中 p_2 ——膨胀行程终了时震击缸内的空气绝对压力(公斤/厘米²);

p_1 ——进气行程终了时震击缸内的空气绝对压力(公斤/厘米²)。

当 p_2 小于某一极限值时, 由于举升力不够, 排气孔不能打开或虽能打开但不能充分排气, 机器就不能正常工作。从公式(10)可以看出: 如果震击机构无其他故障, 仅因举升力不足而

[⊖] 震击活塞与震击缸间的摩擦阻力 R 的实测方法可以是: 利用起动作开关或管路中的阀, 使进入机器的空气发生阻流, 让震击活塞与震击缸之间恰好能产生移动而不发生撞击。在这一情况下, 测出示功图, 用面积仪求出此示功图的面积, 即为摩擦力所消耗的功。某单位在气动微震压实造型机上实测, 该机在正常压震情况下, 震铁运动一个循环中的平均摩擦力 $R = 40 \sim 45$ 公斤。

无法工作时,除了加大震击缸直径外,从改变司气参数的角度出发,增加进气行程 S_j 、余隙高度 S_y ,减小膨胀行程 S_p ,也可以提高 p_2

值,使举升力满足工作要求。

由此可见: S_j 、 S_p 、 S_y 三者之间是密切相关的,在分析选择这些参数时要注意到这点。

1) 进气行程 S_j (参阅图 3-1-6): 一般 S_j 在 3~10 毫米范围内,常用的是 5~6 毫米。

2) 膨胀行程 S_p :

$$S_p = S_x - S_j$$

S_p 与 S_j 有一定的关系。若 S_p/S_j 过小,不仅震击缸内压缩空气的能量没有充分利用,而且撞击效果也不会很好。相反若 S_p/S_j 过大,则 p_2 太小,就会因打不开排气孔而造成机器不能正常工作。这个比值与 S_j 的绝对值大小有关,一般 S_p/S_j 在 0.5~2.2 范围内。

常用

$$S_p = (1.2 \sim 1.6) S_j \quad (11)$$

S_p/S_j 的最佳值,应通过试验确定。

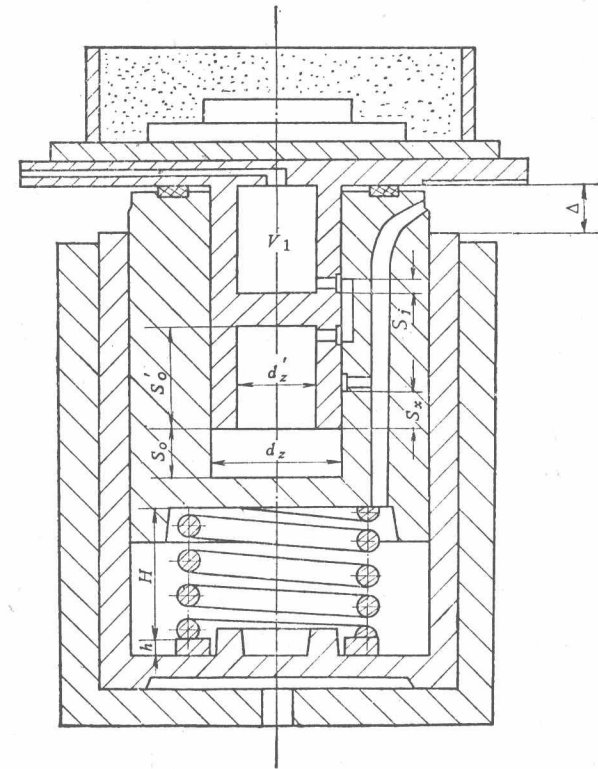


图 3-1-6 司气参数有关符号示意图

如果在调试过程中,发现 S_p/S_j 的比例不恰当,在膨胀行程 S_p 保持不变的情况下,可以改变撞击面上缓冲垫的厚度来调整进气行程 S_j 。

3) 惯性行程 S_g : 可按下式考虑

$$S_g = (0.6 \sim 0.8) S_j \quad (12)$$

影响 S_g 值的因素很多,除了与 p_2 有关外,压震时主要取决于刚打开排气孔瞬间震铁所具有的动能以及此时弹簧恢复力 N 的大小。震铁的动能愈大,惯性力愈大, S_g 就愈大。弹簧恢复力 N 值愈大, S_g 就愈小。当 N 值大到某一极限值时, S_g 等于零,排气孔便无法打开。压震时将要打开排气孔瞬间的弹簧恢复力 N 可由下式确定:

$$N = [(H_0 - H) + \Delta + S_j + S_p] P' \quad (13)$$

式中 H_0 ——弹簧的自由高度(毫米);

H ——弹簧的安装高度(毫米);

Δ ——静态时工作台面下沿与压实活塞上沿之间的间隙(毫米);

P' ——弹簧刚度(公斤/毫米)。

从上式可以看到: N 是一个与弹簧参数(H_0 , P')、司气参数(S_j 、 S_p)及结构参数(Δ , H)等诸因素有关的值。如果在调试中觉得 S_g 不够理想, N 值太大或偏小,可以通过改变垫块高度 h (见图 3-1-6) 来调整间隙 Δ , 使 N 值发生变化,以适应 S_g 的要求(它们之间的关系是: h 愈大, Δ 也愈大, N 就愈大)。有时,为了减小 N 值,也可以在压实活塞上沿与工作台下沿之间垫上不同厚度的钢板(即减小 Δ 值),以保证压震时排气阶段能充分进行为原则。

总行程 $S = S_j + S_p + S_g$ 。

4) 余隙空间高度 S_y 为了使震击过程中得到较好的震击效果, 在震铁(震击缸)与震击活塞底面之间应留有一定的间隙, 这间隙称为余隙空间。

余隙空间高度 S_y 是一个折算数字, 它等于活塞处于静止时, 余隙空间容积 V_0 与活塞面积 F_z 的比值。可用下式表达(参阅图 3-1-6):

$$S_y = \frac{V_0}{F_z} = S_0 + \frac{\frac{\pi}{4} d_z'^2 S_0'}{\frac{\pi}{4} d_z^2} = S_0 + \frac{d_z'^2}{d_z^2} S_0' \quad (14)$$

S_y 的大小对震击机构性能有二方面的影响: 一方面 S_y 过大是不利的, 因为在每次起动机时, 压缩空气要先充满它之后活塞才能上升; 在排气时, 这部分气体又溢入大气造成浪费, 故有“有害空间”之称。另一方面如 S_y 过小, 则撞击前缸内压力将升高过剧, 引起背压过高, 会显著降低撞击能, 甚至造成无法震击。再从公式(10)看, 增大 S_y 可以提高 p_2 值。因此可以认为, 在进气孔关闭后的膨胀过程中, 余隙空间起着小气包的作用; S_y 值的大小具有调整能否打开排气孔和影响震击效果的作用。因此必须决定恰当的 S_y 。

建议: $S_y = (1.5 \sim 3) S$

当 S_j 较大时, 取上限。

(6) 进、排气孔面积

1) 进气孔面积 f_j : 指进气道上最小断面处的面积。 f_j 的大小应能使进入震击缸的压缩空气量满足活塞上升时的需要。通常让压缩空气在进入震击缸前, 先通过一适当的空腔, 空腔的位置一般设计在震击活塞的上方(如图 3-1-6 上 V_1 处), 它可以起一定的小气包作用, 使得在整个进气行程中, 进入震击缸内的空气压力不致下降过剧。

(i) 第一种计算方法:

$$f_j = \frac{V}{ct} \text{ (米}^2\text{)} \quad (15)$$

式中 c ——平均进气速度, 在 15~25 米/秒范围内, 根据经验或实际资料选取;

t ——进气时间(秒);

V ——每次进入震击缸的空气量(换算成管路绝对压力状态)(米³);

因为进气时间 t 必须用示动图求出, 比较麻烦, 所以这种方法在实际设计时很少采用。

(ii) 第二种计算方法:

按经验公式

$$f_j = (0.02 \sim 0.05) F_z \text{ (厘米}^2\text{)} \quad (16)$$

式中 F_z ——震击活塞面积(厘米²)。

2) 排气孔面积 f_p :

排气孔面积大, 排气迅速, 工作台和震铁的撞击速度大, 震击效果好。所以排气孔面积应以适当取大些。

建议:

$$f_p \geq 3f_j \quad (17)$$

(7) 弹簧的设计计算:

1) 几个需要注意的问题:

3-1-10

(i) 正如前述,影响压震时震击效果的最重要因素之一是刚打开排气孔时的弹簧恢复力 N 。而根据公式(13)可知,弹簧刚度 P' 及其自由高度 H_0 对 N 值有很大的影响。

(ii) 确定弹簧刚度时应考虑到如下二个方面:

① 为保证压震时震铁能打开排气孔进行充分排气, N 值不能太大,弹簧刚度必须小于其上限值 P'_{\max} 。

② 为保证弹簧能正常承受其上面的最大负荷,并且在震击时具有足够的震击力,弹簧刚度又不能太小。它必须大于其下限值 P'_{\min} 。

因此对每台造型机而言,弹簧刚度总有这样一个范围:

$$P'_{\min} < P' < P'_{\max} \quad (18)$$

(iii) 考虑到材料来源及弹簧生产工艺的可能性,一般情况下,弹簧的展开长度最好小于6米,钢丝直径最好小于50毫米。例如某厂目前能加工的最大钢丝直径为60毫米。

(iv) 建议采用组合弹簧。特别对震击力大的造型机可减小钢丝直径,便于加工制造。同时采用旋向相反的组合弹簧还可以抵消由于弹簧旋向而造成的水平分力,减少缸壁间的磨损。

2) 设计步骤:

(i) 根据结构设计的具体情况,初步确定弹簧中径 D_2 。

(ii) 用类比法确定刚度 P' ;

当震击缸直径 $d_z = 180 \sim 240$ 毫米时,建议:

$$P' = 12 - 22 \text{ 公斤/毫米}$$

d_z 较大时, P' 取较大值。

(iii) 初步确定弹簧的圈数

$$L = n_1 \pi D_2$$

式中 L ——弹簧展开长度,毫米;

n_1 ——弹簧总圈数

$n_1 = n + 1.5$, n ——弹簧有效圈数;

D_2 ——弹簧中径,毫米。

考虑到弹簧展开长度不超过6米,则:

$$\begin{aligned} n_1 D_2 &= \frac{L}{\pi} < \frac{6000}{\pi} = 1910, n_1 < \frac{1910}{D_2} \\ n &= n_1 - 1.5 < \frac{1910}{D_2} - 1.5 \end{aligned} \quad (19)$$

由此可见,弹簧中径愈大,圈数应愈少,但一般,工作圈数尽可能不低于4圈。

(iv) 计算弹簧钢丝直径

$$d = \sqrt[4]{\frac{8P'D_2^3 n}{G}} \text{ 毫米}$$

式中 G ——弹簧材料的剪切弹性模数,对碳素钢,合金钢

$G = 8000$ 公斤/毫米²

这样:

$$d = \sqrt[4]{\frac{P'D_2^3 n}{1000}} \text{ 毫米} \quad (20)$$

弹簧中径 D_2 与钢丝直径的比值: $D_2/d=c$ 称为弹簧指数(旋绕比)。弹簧指数可按下表选取,必要时允许采用表以外的 c 值。

表 3-1-4 弹簧指数 c 值选用表

d (毫米)	2.5~6	7~16	18~50
$c=\frac{D_2}{d}$	4~9	4~8	4~6

(v) 计算弹簧自由高度 H_0 、节距 t ;

自由高度 H_0 :

$$H_0 = H + \frac{P_1}{P'} \quad (\text{毫米}) \quad (21)$$

式中 H ——弹簧的安装高度(参阅图 3-1-6),可由结构设计确定(毫米);

P_1 ——机器静态时,弹簧上所承受的全部负荷(公斤);

P' ——弹簧刚度(公斤/毫米);

节距 t :

$$t = \frac{H_0 - (n_1 - 0.5)d}{n} + d \quad (22)$$

(vi) 核称弹簧允许极限负荷 P_3 :

$$P_3 = \frac{\pi d^3}{8KD_2} \tau \quad (\text{公斤}) \quad (23)$$

式中 K ——弹簧材料曲度系数;

$$K = \frac{4c-1}{4c-4} + \frac{0.615}{c}$$

τ ——弹簧材料的扭转极限应力,可从有关手册中查得(公斤/毫米²);

弹簧最大工作负荷 P_2 应小于允许极限负荷 P_3 , 按弹簧设计中第一类负荷计算:

$$P_2 \leq 0.6 P_3$$

其中 $P_2 = Q_y + Q_z + G_T + (\Delta + S_j + S_p + S_g) P'$ (公斤)

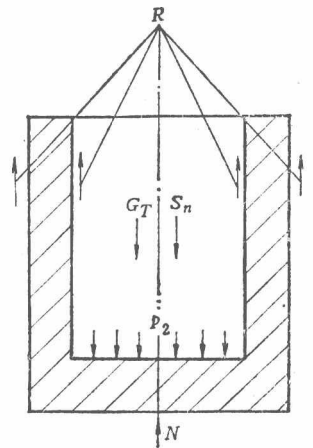
附: 关于不能实现压震的原因分析

微震压实造型机的预震和震击式造型机类似,通常只要缓冲弹簧有足够大的刚度,震击缸内气压能够举起工作面以上的载荷($Q_y + Q_z$)时就能实现。而压震与预震不同,震击缸内气压还需克服由 Δ 以及行程 S_j 、 S_p 所产生的弹簧向上恢复力。如果,弹簧恢复力过大,就会因震铁无法打开排气孔而不能实现压震。因此,有的微震压实造型机能够预震却不能进行压震,或者压震效果不好。为搞清楚什么条件下能够实现压震,下面对压震时,在震铁向下运动阶段即将打开排气孔时震铁的受力状况进行分析。

根据动静法,这时震铁受如下五个力的作用(见附图所示)。

(1) 震铁重量 G_T 方向向下。

(2) 震击缸内刚要打开排气孔时的气压 $(p_2 - 1) F_z$ (p_2 - 刚



附图 压震时,震铁向下运动阶段将要打开排气孔时,震铁的受力分析图

要打开排气孔时,震击缸内的绝对气压,见公式(10); F_z —震击活塞面积)方向向下。

(3) 刚要打开排气孔时弹簧的恢复力 N , 见公式(13)。

(4) 摩擦阻力 R 。和震铁运动方向相反,方向向上。

(5) 惯性力 S_n 。和震铁这时的加速度方向相反,假设方向向下。

于是,得平衡方程式:

$$(p_2-1)F_z+G_T+S_n=N+R \quad (\text{i})$$

上式是在正常压震情况下列出的方程。如果不能压震时,排气孔还未打开,震铁就已停止运动了,这时 $S_n=0$, 于是有:

$$p'F_z+G_T=N'+R \quad (\text{ii})$$

式中 p' ——震铁在停止位置时,震击缸内气压;

N' ——震铁在停止位置时,弹簧的恢复力。

因为 $N > N'$, 所以不能压震时就存在下面这个不等式:

$$p'F_z+G_T < N+R \quad (\text{iii})$$

一般情况下,可用不等式(iii)来分析不能压震的原因,并可对前面震击机构计算的结果进行验算。这里要注意:① 凡是不能压震时,不等式(iii)一概成立;但是,满足不等式(iii)时,不一定都不能压震。因为,在压震过程中还存在反跳能的影响。② p' 是震击缸内的气压,其数值与管路气压不完全相等。

2. 压实缸直径 D_y 的计算 压实缸直径 D_y 的大小由选取的比压来决定,比压则根据造型工艺所要求的铸型硬度来选择(参阅图 3-1-2, 要注意压实时微震的作用,相当于提高了比压 30~50%)。当比压选定后,可按式计算压实缸直径:

$$D_y = \sqrt{\frac{p_f F_s + Q_1}{\frac{\pi}{4} p}} = 2\sqrt{\frac{p_f F_s + Q_1}{\pi p}} \quad (\text{厘米}) \quad (24)$$

式中 p_f ——压实比压(公斤/厘米²);

F_s ——砂箱面积(厘米²);

p ——压缩空气工作压力,一般以 5 公斤/厘米² 计算;

Q_1 ——压实时需要托起的全部重量(公斤);

$$Q_1 = Q_y + Q_z + G_T + G_y$$

符号 Q_y, Q_z, G_T 意义同前;

G_y ——压实活塞重量;

弹簧的自重、摩擦力等一般忽略不计。

3. 接砂缸直径 D_j 的计算 接砂活塞在上升过程中,要举起压实活塞、震铁、震击活塞、工作台、型板框、型板、砂箱、辅助框等等全部重量,同时在加砂预震时,还需承受型砂重量及预震时的动载荷,并要克服接砂活塞、压实活塞上升时与缸壁间的摩擦力,所以接砂活塞应具有足够的举升力。一般可按下式计算:

$$D_j = \sqrt{\frac{K_2(Q_2+R_2)}{\frac{\pi}{4} p}} = 2\sqrt{\frac{K_2(Q_2+R_2)}{\pi p}} \quad (\text{厘米}) \quad (25)$$

式中 p ——压缩空气压力(公斤/厘米²);