

普通高等教育机电类规划教材

铸造机械化

(第2版)

沈阳工业大学 陈士梁 主编

机械工业出版社



IG23

C55

(2)

439511

普通高等教育机电类规划教材

铸造机械化

(第 2 版)

主编 沈阳工业大学 陈士梁

编者 (按姓氏笔划为序)

朱学澜 刘树藩 陈士梁 阎荫槐

主审 哈尔滨工业大学 陈洪陞



机械工业出版社

本书系统地介绍了铸造车间的主要机械设备,如造型、造芯、砂处理、浇注、落砂、清理机械等的工作原理、性能和结构特点,特别着重于基本原理的说明。

本书主要作为高等学校铸造专业用教材,也可供从事铸造车间机械化工作的工程技术人员参考。

铸 造 机 械 化

(第 2 版)

沈阳工业大学 陈士梁 主编

*

责任编辑:王海峰 王霄飞 版式设计:张世琴

封面设计:姚毅 责任校对:韩晶

责任印制:路琳

*

机械工业出版社出版(北京市百万庄大街 22 号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张 14.75 · 字数 356 千字

1999 年 5 月第 2 版第 8 次印刷

印数 22 301—24 800 定价:20.00 元

*

ISBN 7-111-05376-1/TG · 1116 (课)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

高等学校教材《铸造机械化》是1988年出版的，至今已有7年，在这7年中，铸造车间的机械化有很大的发展，一些新型的铸造机械，如气冲造型机、转子混砂机及树脂砂混砂机等得到了广泛应用，为了适应生产实际的发展和教学改革的要求，有必要对教材进行一定的修改。本书第2版就是在《铸造机械化》的基础上作适当的修订而成的。

修改后的本书共分五章：造型机及造芯机的工艺基础、造型机的结构、造型生产线、砂处理生产线及清理机械，着重说明铸造车间主要机械设备的工作原理、性能、结构特点及其在生产系统中的作用等问题。

本书修订的指导思想是：努力跟踪目前世界先进技术，反映近几年国际上，特别是国内在铸造机械工作原理上及结构上的新探索，按照对原教材使用的经验，着重说明一些重要的铸造机械，使内容更加集中，篇幅更加精简，更便于教学。

本书修订由原编者负责，沈阳工业大学陈士梁任主编，哈尔滨工业大学陈洪阳任主审。河北工业大学朱学澜、天津大学刘树藩及东北大学阎荫槐参加编写。具体修订的分工是：陈士梁修订第一、二两章，朱学澜修订第三章，刘树藩修订第四章，阎荫槐修订第五章。

在本书修订及资料收集过程中，得到了很多工厂、科研单位以及兄弟院校的大力协助，在审稿过程中，得到了吉林工业大学黄永寿、上海工业大学董超及湖北汽车工业学院饶群章的帮助，谨向他们表示衷心感谢。

由于编者水平有限，在修订中错误和缺点一定不少，希望读者不吝赐教，予以指正。

编 者

序 言

铸造机械化与自动化是铸造生产现代化的一个十分重要的标志，它是保证铸件质量，提高劳动生产率，降低铸件成本，改善劳动条件的根本性措施。

“工欲善其事，必先利其器”，那种把铸造视作手工艺的观点早已落后于技术发展了。现代铸件的质量，必须依靠机械化与自动化的保证，用机械混制型砂，均匀而性能好；机械造型，紧实度高而均匀，起模平稳，所得铸件和砂型精度高；机械浇注，易于控制浇注温度与浇注速度，有利于减少铸件的缺陷，提高铸件的质量。特别是现代对铸件的质量要求：精度高，壁厚薄，质量小，这非但要求必须采用高紧实度造型机造型，而且要求对铸造过程中每一工序进行严密的检测与控制才能达到。

机械化能大幅度地提高劳动生产率。如新的垂直分型无箱射压造型机每小时可以造 300 型以上，比手工快十几倍。一台冲天炉，如果用人工配料和加料，需要二三十人，机械化后，只需四五个人，如果实现了自动化，劳动生产率还可以进一步提高。

在旧的铸造车间中，工人蹲在地上造型，手工上砂，翻箱，劳动强度大，粉尘多，温度高，劳动条件恶劣，以“黑、脏、累”著称。机械化后，操作者主要用按钮控制工序的进行，采用通风除尘设备保证车间内空气清新，劳动强度大为减轻，劳动条件显著改善。

现代技术的发展，使铸造车间的机械化自动化水平不断提高。现在，工业机器人正在步入铸造车间，扩大在铸造车间中的应用范围。计算机技术，如计算机程序控制、计算机辅助加工、计算机辅助设计等在铸造车间中应用日渐增多，有的把各个工序有机地联系在一起，形成计算机集成生产(CIM)系统。日新月异的技术正在改变铸造车间的面貌。

我国的铸造车间，解放前装备十分落后，解放后，铸造行业得到了很大的发展，建立了许多新的机械化铸造车间，其中尤以第一汽车制造厂和第二汽车制造厂的铸造车间规模最大。特别是近十几年来，新的铸造机械研制成功，新的造型生产线引进和投产，使不少铸造车间面貌焕然一新。但是，总的说来，我国铸造行业的机械化水平仍然是比较落后的，很多车间的“黑、脏、累”面貌没有得到根本的改观，就是那些较大的机械化车间，与国际上先进水平相比，还是比较落后的。

改革开放的潮流推动着我国铸造行业，为了适应世界铸造技术的发展，提高竞争能力，我国铸造行业面临着繁重的技术改造任务。随着我国社会主义建设事业的前进，我国铸造车间必将用先进的铸造机械装备起来，逐步走向现代化。

目 录

前言

序言

第一章 造型机和造芯机

的工艺基础 1

第一节 紧实度及对实砂的要求 1

一、紧实度及紧实程度的测量 1

二、对砂型紧实的工艺要求 1

第二节 压实紧实 2

一、压实过程 2

二、高砂箱及高模样对压实砂型的影响 5

三、使压实实砂紧实度均匀化的方法 8

四、其他压实实砂方法 11

第三节 震击及微震实砂 13

一、震击实砂 13

二、微震实砂 14

第四节 射砂法实砂 17

一、射砂过程 17

二、射砂时砂粒在芯盒中的紧实 20

三、射砂方法的应用 23

第五节 气流实砂法 24

一、气流渗透实砂法 24

二、气流冲击造型法 25

三、真空在型砂紧实中的应用 30

第六节 抛砂法实砂 31

第七节 填砂及起模 32

一、填砂 32

二、起模 33

复习思考题 37

参考文献 38

第二章 造型机的结构 40

第一节 震压造型机 40

一、震压造型机 Z145 型 40

二、其他震击及震压造型机 45

第二节 低压微震压实造型机 46

一、ZB148A 半自动低压气动微震

压实造型机 46

二、气动微震机构及震压机构 49

第三节 多触头高压造型机 56

一、多触头高压造型机的结构 56

二、多触头高压造型机基本部件的结构 56

第四节 射芯机及有箱射压造型机 65

一、射芯机 65

二、射压造型机 72

第五节 气流造型机 74

一、气冲造型机 74

二、真空填砂高压压实造型机 79

第六节 无箱及脱箱造型机 80

一、垂直分型无箱射压造型机 80

二、水平分型脱箱造型机 88

复习思考题 95

参考文献 95

第三章 造型生产线 97

第一节 生产线的组成 97

第二节 生产线上的主要辅机 98

一、刮砂机、铤浇冒口机和扎气孔机 98

二、翻箱机 98

三、落箱机 99

四、合型机 99

五、下芯设备 101

六、压铁机 101

七、自动落砂装置 103

八、分箱机 104

九、其他辅助设备 105

第三节 铸型输送机 105

一、水平连续式铸型输送机 105

二、脉动式铸型输送机 108

三、间歇式铸型输送机 109

四、辊式输送机 112

五、其他地面铸型输送机	112	一、烘干设备	175
六、悬挂输送机	114	二、砂再生装置	176
第四节 浇注的机械化与自动化	115	三、树脂砂混砂机	181
一、浇注机械的类型和结构	115	四、气力输送装置	184
二、浇注自动化的有关问题	118	五、除尘系统和除尘器	188
第五节 落砂设备	121	复习思考题	191
一、常用落砂设备的分类	121	参考文献	192
二、振动落砂机	121	第五章 清理机械	194
三、落砂机的工作过程和参数计算	125	第一节 除芯机械	194
四、滚筒落砂机	134	一、振动落芯机	194
第六节 造型生产线布置原则		二、水力清砂设备	194
及类型	134	三、电液清砂设备	198
一、影响造型生产线布置的因素	134	第二节 表面清理机械	201
二、造型生产线布置的原则	135	一、抛丸清理机	201
三、造型生产线布置几种类型	135	二、喷丸清理机	213
第七节 造型生产线布置实例	140	三、其他清理机械和清理方法	216
一、有箱射压造型线	140	第三节 去除浇冒口机械和打	
二、多触头高压造型线	140	磨机械	218
三、空气冲击造型线	140	一、去除浇冒口机械	218
四、树脂砂造型生产线	140	二、打磨机械	219
复习思考题	143	第四节 操作机和机械手	220
参考文献	143	一、操作机、机械手和机器人的区别及其	
第四章 砂处理生产线	144	在铸件清理上的应用	220
第一节 湿型砂制备系统	144	二、操作机和机械手的分类和应用	221
一、湿型砂制备和砂处理系统	144	第五节 清理机械化生产线	223
二、砂处理系统的工艺设备	147	复习思考题	225
三、砂处理系统的运输设备和		参考文献	225
辅助装置	162	附录 铸造设备型号编制方法	226
四、湿型砂制备过程的检测与调节	169		
第二节 树脂自硬砂制备系统	175		

第一章 造型机和造芯机的工艺基础

铸造车间所用的机械很多，造型机和造芯机是其中最主要的。目前，粘土砂造型仍然是铸造车间中的主要造型方法，因此，这里主要介绍粘土砂造型用的造型机和造芯机。

造型机和造芯机实质上是相同的，它们的作用主要是三个：填砂、实砂和起模。其中，实砂是关键的一环。

第一节 紧实度及对实砂的要求

一、紧实度及紧实程度的测量

实砂就是使型砂紧实，赋予一定的强度和刚度。型砂被紧实的程度通常用单位体积内型砂的质量表示，称作紧实度，即

$$\delta = \frac{m}{V}$$

式中 δ —— 型砂的紧实度(g/cm³)；

m —— 型砂的质量(g)；

V —— 型砂的体积(cm³)。

型砂紧实度和物理学中的密度单位相同但概念不同，型砂体积 V 中包括了砂粒间的空隙。

下面是几个常见的型砂紧实度的数值：十分松散的型砂，0.6~1.0g/cm³；从砂斗填到砂箱的松散砂，1.2~1.3g/cm³；一般紧实的型砂，1.55~1.7g/cm³；高压紧实后的型砂，1.6~1.8g/cm³；非常紧实的型砂，1.8~1.9g/cm³。

一个砂型的平均紧实度比较容易确定，将砂型的总质量除以总体积即得，但砂型内各部分的紧实度往往不相同，往往需要知道砂型内不同点的紧实度，因而需用紧实度的分布状况衡量实砂的效果。测量的方法：用一钢管或特制的钻头把被测部分的型砂取出来，称出其质量并计算其体积，求出紧实度。这一方法相当麻烦且不易准确，主要用于试验研究工作。

在实际生产中，测量砂型的紧实程度时，常采用砂型硬度计。一般砂型的表面硬度在60~80单位之间；高压造型可达90单位以上。砂型硬度计分A、B、C三种型式，其中A、B型的压头为球形，用于测量一般砂型，C型硬度计的压头呈锥形，用于测量硬度高的砂型。在砂型硬度很高时，硬度计所得测量值差别不大，特别是A、B型硬度计的分辨能力很差，这一缺点在砂型紧实程度超于高值的现在，更显得突出，因此，近年出现一种砂型强度计，用于测量砂型的紧实程度，其原理为将一个直径为3.2mm，长为9mm的测头压入砂型中所需的贯入阻力，折算成砂型强度，所得的值大体上与型砂的抗压强度相近。对于高紧实度砂型来说，砂型强度大约在20~26N/cm²之间。砂型强度计使用比较方便，测值重复性好，用者渐多。

二、对砂型紧实的工艺要求

从铸造工艺上说，对紧实后的砂型有以下几点要求：

1) 砂型紧实后要具有足够的紧实度,除了要使砂型能经受住搬运或翻转过程中的震动而不损毁外,更重要的是要使砂型型腔表面能抵抗住浇注时金属熔液的压力。在铸件浇注和凝固过程中,金属熔液及铸件对砂型型壁有一种膨胀压力,这种压力有时可以达到很大,如果砂型的紧实度不足,就可能产生较大的型壁移动,造成铸件尺寸偏差。如果砂型的紧实度较高,能抵抗住这种膨胀压力,就能减小型壁移动,获得精确度高的铸件。

2) 紧实后的砂型应是起模容易,回弹力小,起模后能保持铸型精度,特别是不发生损坏、脱落等现象。

3) 砂型应具备必要的透气性,避免浇注时产生气孔等缺陷。

这些要求,有时互相矛盾,如:紧实度高的砂型往往起模困难,回弹量大,但为了获得铸件高精度,砂型的表面硬度要求在80单位以上。

所以,对各种实砂方法的评价,主要应视其所得砂型能否达到以上要求,能否保证砂型表面的每一点都有足够的紧实度。

第二节 压 实 紧 实

一、压实过程

1. 压实实砂

压实实砂就是直接加压使型砂紧实(图1-1)。压实时,压板压入辅助框中,砂柱高度降低,型砂紧实。因紧实前后型砂的质量不变,可得

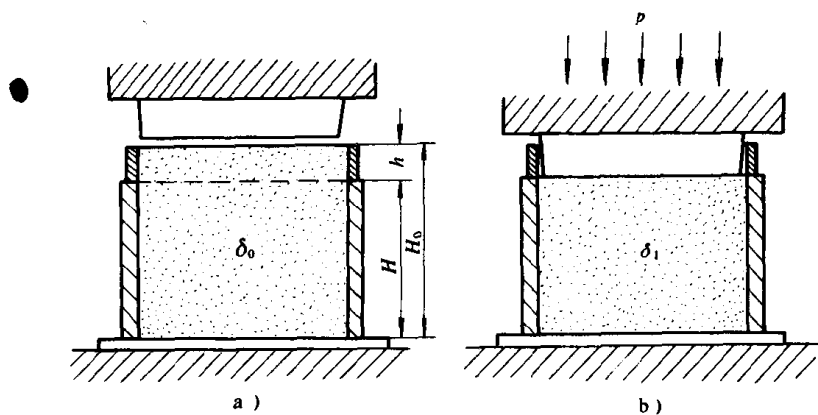


图 1-1 压实实砂

$$H_0 \delta_0 = H \delta \quad (1-1)$$

式中 H_0 、 H ——砂柱初始高度及紧实后的高度;

δ_0 、 δ ——型砂的紧实前及紧实后的紧实度。

若砂箱的高度为 H , 辅助框的高度为 h , 则 $H_0 = H + h$, 由式(1-1)可得

$$h = H \left(\frac{\delta}{\delta_0} - 1 \right) \quad (1-2)$$

2. 紧实度与压实比压的关系

压实时,砂型的平均紧实度与压实比压有关。图1-2是三条性能不同类型砂的压实紧实曲线。由图可见:不论那一种型砂,在压实开始时 p 增加很小,就引起 δ 很大的变化;但当压

实比压逐渐增高时, δ 的增大减慢; 在高比压阶段, 虽然 p 增大很多, 然而 δ 的增加很微小。

3. 压实过程及所得紧实度分布

压实时, 砂箱内砂粒移动及紧实度的变化与压板压入的相对速度有关。

(1) 慢速压实 加压速度很低 ($< 0.01\text{m/s}$) 时, 砂箱壁上的摩擦阻力对砂粒移动的作用较大。压实开始时, 箱壁上的摩擦阻力使压板边角处应力升高, 在压板下沿着砂箱壁形成一个高应力环形区(见图 1-3)。这时, 型砂的内摩擦力与压板的向下推力 W 结合, 形成一个向下的作用力 T 。随着压实过程的进展, 高紧实区在砂型的中心 G 点交汇, 成为一个倒拱形高紧实度区, 这样压实所得砂型内的紧实度大致如图 1-5a 所示。在砂型中心的高度上, 紧实度的差别不大, 在大约相当于砂型宽度 $2/3$ 的深度上, 出现极大值(曲线 1), 亦即相当于图 1-3 中 G 点处出现极大值。在砂型的边角处, 紧实度上高下低, 特别是下边模板的边角处, 紧实度很低。

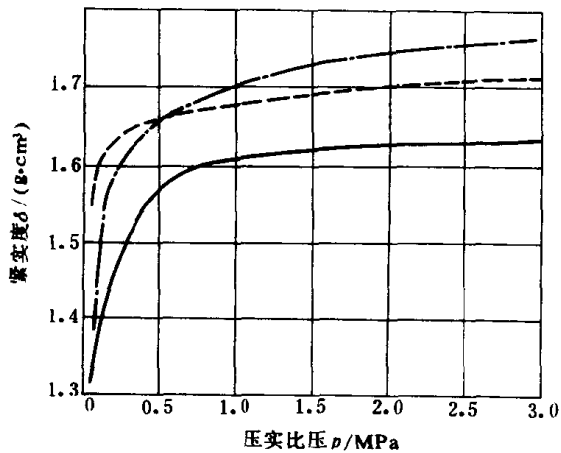


图 1-2 不同型砂的压实紧实曲线

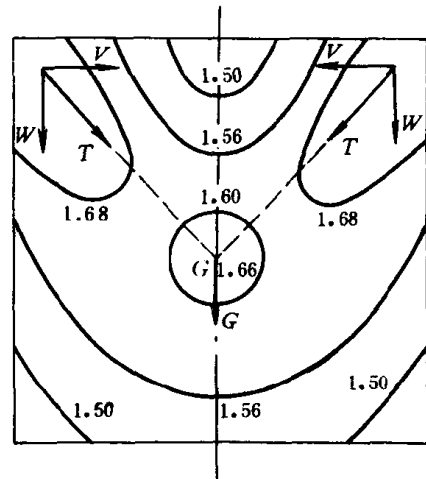


图 1-3 低速压实时砂型内的拱形高紧实度区
(曲线表示等紧实度曲线)

(2) 高速压实 当压板压向砂型的速度很高时 ($> 7\text{m/s}$), 情况就不相同了。压板的作用力主要是向下的, 横向的作用力相对很弱, 拱形高紧实区不能形成。这时的压实过程大致可分为三个阶段:

1) 型砂初步紧实并向下加速运动阶段, 紧实开始, 压板高速拍击型砂, 使砂型顶部的砂层一方面被初步紧实, 另一方面被推动向下运动(见图 1-4a)。砂层的紧实度因压板的速度、填

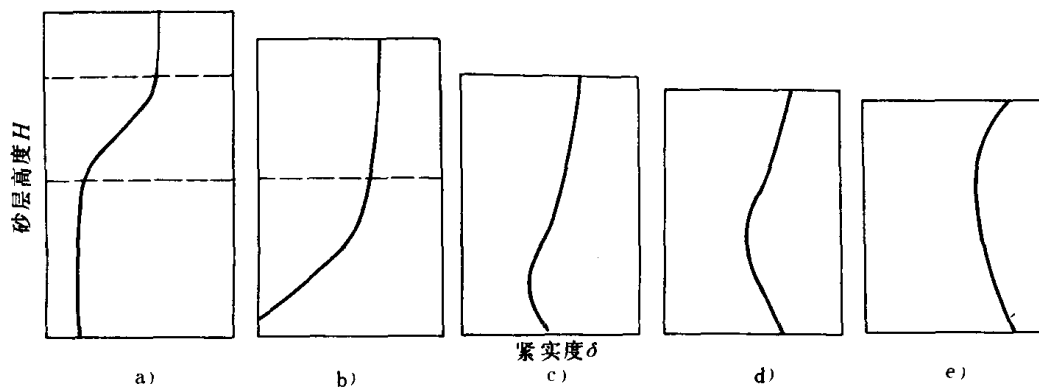


图 1-4 高速压实过程中砂型内紧实度变化情况

砂的紧实度、型砂的紧实度等因素的大小而定。上面一层型砂得到加速后，立即推动它下面的砂层，同样使其初步紧实及向下运动。这样层层由上而下形成一种紧实波。这种紧实波向下发展速度很快，可以达到压板速度的好几倍。图 1-4b 示这一紧实波到达模板前的情况。

2) 砂层的冲击紧实阶段。当上述砂层紧实波到达模板表面时，高速运动的砂层产生很高的冲击力，使型砂进一步紧实，达到很高紧实度(见图 1-4c)。模板上的砂层紧实后，它上面的砂层受到更上层砂层的冲击，也得到冲击紧实。如此，冲击由下层层向上，砂层也层层得到紧实(见图 1-4d)。

3) 压板的冲击紧实阶段。砂层冲击将近结束时，高速运动的压板受阻滞止，产生较大的冲击力，使砂型背面的砂层被充分紧实(见图 1-4e)，压板的质量大时，产生的冲击力也大。

一般的高速压实经过这三个阶段已是完毕了，但也可能有这样情况，亦即压板的驱动机构(气缸或液压缸)的出力特别大，超过了砂层冲击阶段中砂层的最大冲击力，这时这一压力还可能使砂层进一步紧实，但是由于冲击紧实所得的紧实度已经很高，在这一紧实中，型砂紧实度的增加十分小。

高速压实所得砂型的紧实度分布见图 1-5d。在砂型中心，砂层的冲击使模板附近达到很高紧实度，随着砂层高度向上，由于砂层冲击力逐渐减低，紧实度逐渐降低，但到砂型顶面，压板的冲击使砂型顶部的紧实度进一步上升。所以总的说来，砂型的紧实度分布呈 C 形，底部及顶部高，中部较低。

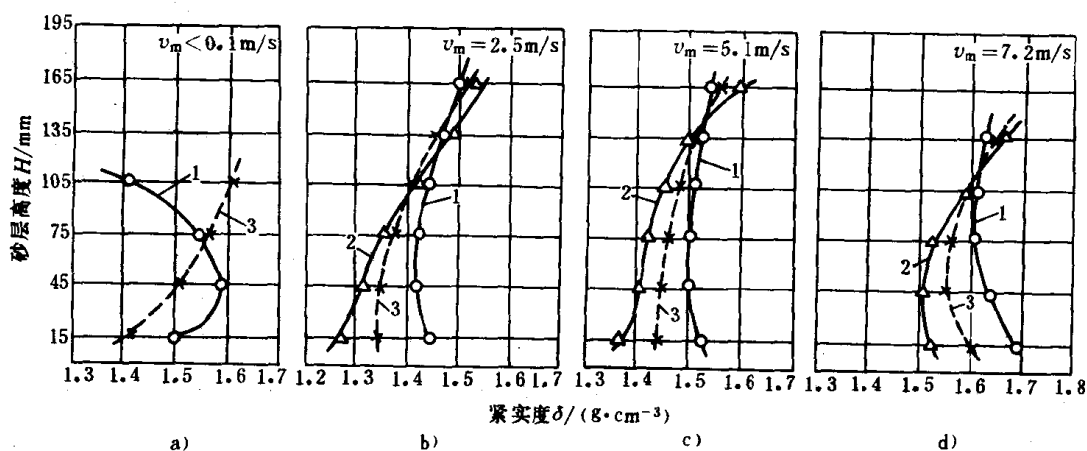


图 1-5 压实速度对砂型紧实度分布的影响

1—砂型中心紧实度分布 2—砂型角上紧实度分布 3—砂型边上中间紧实度分布

试验条件:

a) 压实比压 1000kPa; 填砂高度 250mm b)、c)、d) 型砂紧实率 45%, 粘土含量 5%, 填砂高度 270mm

v_m = 名义压实速度

图 1-5b 及 c 是速度较低的高速紧实砂型的紧实度分布曲线。由图可见: 它们与图 1-5d 中的曲线差不多, 只是砂型底部的紧实度较低一些, 这是速度低, 冲击能量少的反映。将图 b 与图 a 相比可见, 压实速度 2.5m/s 已足够破坏拱形高紧实度区的形成。

(3) 通常压实 通常压实是指在一般的低压压实造型机(图 1-1)上的压实过程。这种压实过程与前面所说的过程基本相同, 只是砂流的流动及冲击的方向不同, 二者刚好相差 180°。这种压实方法中, 压板不动, 而模板、型砂及砂箱等受工作台下的气缸推动, 由下向上运动, 冲向压板, 将型砂紧实。其压实过程大致可以分成四个阶段: ①压实开始时, 工作台推动模板、砂箱、型砂等向上运动, 型砂速度由零变大, 增大至与工作台等的速度相同。这一阶段是型

砂的加速及初步紧实运动阶段,但所达到的速度和初紧实度都不高(速度约 $0.5 \sim 1.0 \text{ m/s}$)。②当型砂顶部碰到压板时,型砂的运动受阻,发生碰撞,先是最顶上一层型砂,接着是它下面一层,这样碰撞一层层由上向下将型砂紧实,顶部部分受冲击力最大,所得的紧实度也最高,砂层高度向下,则紧实度也较低。③在上述型砂冲击紧实末了,砂箱、模板等尚具有较大的速度,因而紧跟着向砂型冲击,这一冲击力比较大,可以提高模板附近砂层的紧实度。④如果压实机构的压实力很大时,这一压实力也可能将砂型进一步压实,但这只当压实压力很高,或在冲击紧实阶段(阶段②或③)的冲击力都不大时才可能。

这样压实所得的砂型内紧实度分布曲线大致如图 1-6,呈上高下低,这是砂粒流由下向上冲击作用的结果。在砂型底部模板附近,紧实度又有所提高,这是阶段③模板冲击的结果。

二、高砂箱及高模样对压实砂型的影响

1. 砂箱高度的影响

砂箱增高时,由于箱壁上摩擦阻力的增加,在砂箱下部,压实应力逐渐减小,型砂紧实度也逐渐降低。图 1-7 是砂箱的内尺寸为 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$,砂箱高度不同时,压实后砂型中心的紧实分布情况。当 $H=120 \text{ mm}$ (砂箱内尺寸为 $100 \times 100 \text{ mm}$)时,砂型上下紧实度基本上是均匀的(图中曲线 3)。当 $H=250 \text{ mm}$ 时,只有离压板 100 mm 左右高度上紧实度是均匀的,再以下,紧实度迅速降低。若 $H=400 \text{ mm}$,则曲线分成三段,离压板 100 mm 处紧实度尚高;再以下则紧实度直线下降,而在近模板一段,紧实度很低,型砂基本上没有得到紧实。

2. 高模样对紧实度分布的影响

以上所述是砂箱中没有模样或模样很矮时的情况,若砂箱内模样较高,情况更为复杂。如图 1-8,其模样深凹处底部的点如 1、2、3 上的型砂就不容易得到紧实,这是因为除了型砂内

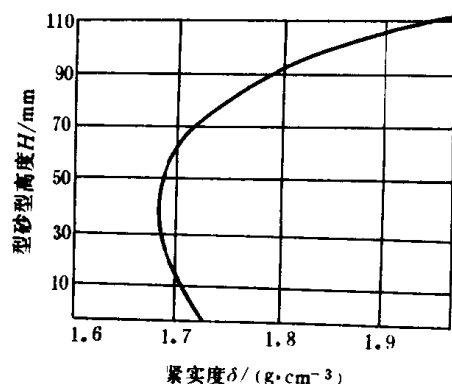


图 1-6 通常压实的紧实度分布曲线

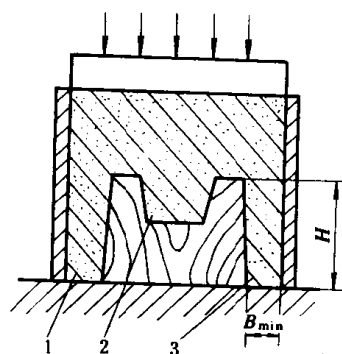


图 1-8 带高模样的砂型

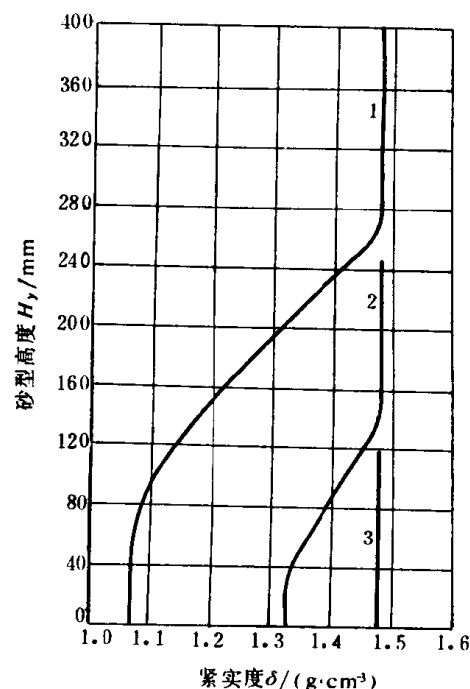


图 1-7 砂箱高度不同时砂型内紧实度分布
1— $H=400 \text{ mm}$ 2— $H=250 \text{ mm}$ 3— $H=120 \text{ mm}$

部的阻力以及型砂与砂箱间的摩擦阻力外,还有模样与型砂间的摩擦力在起阻碍紧实的作用。

(1) 深凹比 深凹处型砂的紧实同砂型压实一样,只是模样壁上的摩擦力代替了砂箱壁上的摩擦力。深凹处的高与宽之比对这里型砂的紧实有影响,其影响程度可用深凹比 A 表示

$$A = \frac{\text{深凹处的高度(或深度)}}{\text{深凹处短边宽度}} = \frac{H}{B_{\min}}$$

深凹比 A 越大,则深凹处底部型砂的紧实越不容易。根据试验,对于粘土砂压实, $\frac{H}{B_{\min}}$ 小于 0.8 时,深凹处尚容易紧实;若 $\frac{H}{B_{\min}} > 0.8$ 时,则深凹处底部的紧实度就难于得到保证。

(2) 压缩比 如图 1-9,若把砂型分成模样顶上和模样四周两个部分,假定在压实过程中,无侧向移动,各自独立受压,则:

对于模样四周有

$$(H+h)\delta_0 = H\delta_1$$

对于模样顶上,有

$$(H+h-m)\delta_0 = (H-m)\delta_2$$

得

$$\delta_1 = \delta_0 + \frac{h}{H}\delta_0 \quad (1-3)$$

$$\delta_2 = \delta_0 + \frac{h}{H-m}\delta_0 \quad (1-4)$$

式中 H 、 h 、 m —— 砂箱、辅助框和模样的高度;

δ_0 、 δ_1 、 δ_2 —— 压实前型砂的紧实度以及压实后模样四周及模样顶上的型砂平均紧实度

上两式中的 $\frac{h}{H}$ 及 $\frac{h}{H-m}$ 可视为砂柱的压缩比,在 h 相同的情况下,模样顶上型砂的压缩比大, δ_2 增长很快,对压实的阻力迅速增长。尤其在 m 大时,压实的作用力主要通过高紧实度的 δ_2 区传到模样顶上而被抵消掉。这时 δ_1 有可能还很低。

(3) 模样顶上的型砂向四周填充的可能性 以上分析中假定模样顶上和四周的砂柱独立受压,彼此没有联系。实际上,压实过程中也确会有一些模样顶面砂柱的型砂向四周流动,填入四周深凹处,使四周的型砂量增加,使 δ_2 与 δ_1 的差值减小。但试验表明:除了用油脂作粘结剂及流态砂等湿强度很低的型砂外,一般的粘土砂在压实过程中并没有显著的横向流动,不能过高地估计这种流动对紧实度均匀化的作用。

模样顶上砂柱受压变形可见图 1-10。压实前,用不同颜色型砂分格填砂,每一方格原先

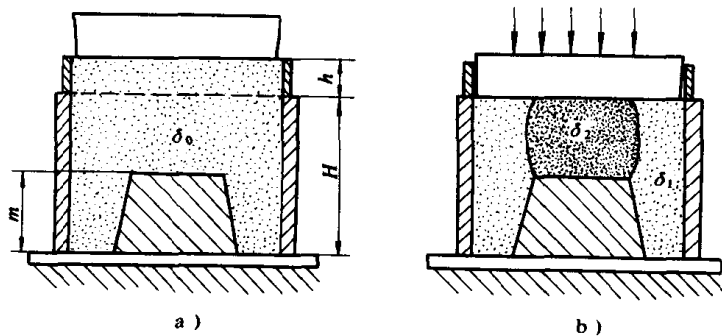


图 1-9 压实砂紧实度不均匀性的分析
a) 加压前 b) 加压后

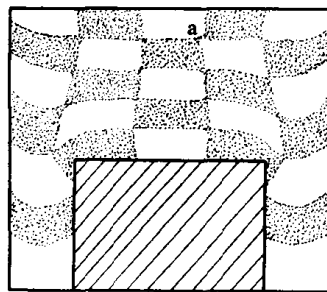


图 1-10 压实时型砂块的变形

呈正方形。图中是用 1000kPa 的比压压实后方格变形情况。可见：在模样的转角上，有一部分型砂，滑过模样转角，被挤入模样四周区域中，模样顶上砂柱的下部，向外稍稍突出，但总的说来，突出量并不大，而且在砂柱上部 a 处，因受拱形高紧实区向中心力的作用，砂柱甚至向中心方向挤进。

(4) 模样顶上砂柱的高宽比 模样顶上的型砂在压实过程中，能否向四周移动使紧实均匀化，模样顶上砂柱的高宽比

$$B = \frac{\text{模样顶上砂柱高度}}{\text{模样顶上窄边宽度}} = \frac{h_s}{b_{\min}}$$

有相当大的影响。当 $\frac{h_s}{b_{\min}}$ 值很小时，模样顶上的砂柱就会象图 1-11 中的扁平砂柱一样，由于砂粒间互相啮合，无论多大的压力，只能把砂粒压碎，却不能使型砂象粘土浆团那样从四周挤出来。所以若 $\frac{h_s}{b_{\min}}$ 值较小，例如 0.3~0.7 时，模样顶上砂柱被过度紧实，压实力主要通过这一砂柱传到模样上，模样四周区域中紧实度很低。若 $\frac{h_s}{b_{\min}} \geq 1 \sim 1.25$ 时，模样顶上砂柱很容易变形，受挤滑出，补充到模样四周深凹处的砂量就比较大，有利于紧实度分布均匀化。

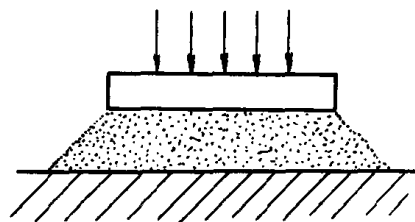


图 1-11 扁平砂柱的压实

(5) 压实比压 压实比压对压实过程有很大的影响，除了可以提高紧实度之外，还可使砂型内紧实度分布更均匀。图 1-12 是一组不同比压对砂型内紧实度分布影响的曲线，其砂箱内尺寸为 100mm×100mm，初始高度为 400mm。由图可见：压实比压提高时，靠近模板一面的紧实度逐渐提高。若比压提高到 700kPa 时，即使砂型的深凹比 $\frac{H}{B_{\min}}$ 为 3.2，砂型中心紧实度仍能基本上达到均匀。

提高比压还可以使深凹部和砂型侧壁的紧实度提高。图 1-13 是一组试验结果，比压较低时，虽然模样顶上 A 点的砂型硬度已在 85 以上，但是模样侧面 B 点及深凹处底部 C 点的砂型硬度仍然很低。如将比压增加至 800kPa 以上，B 点和 C 点的硬度就可以达到 80 左右，能

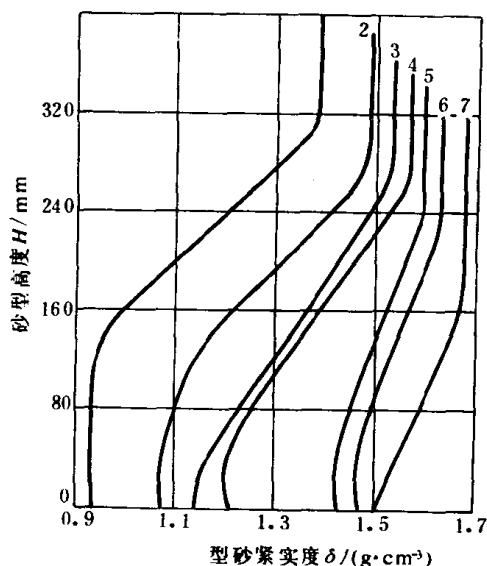


图 1-12 比压大小对紧实度分布的影响

1、2、3、4、5、6、7—压实比压(各代表×100kPa)

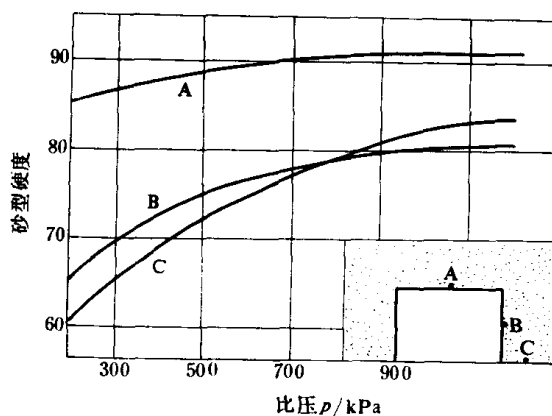


图 1-13 比压大小对模样顶部和砂型深凹处硬度的影响

够满足工艺要求。

过去有人认为:压实比压达到 300~400kPa 时,再提高比压,对紧实度提高的作用不大。从图 1-2 的紧实曲线看来也似乎是这样,所以一般的压实造型机和震压造型机所用的比压都在 300~400kPa 左右,但是后来的实践证明,提高比压,提高了砂型紧实度,减小浇注时的型壁移动,从而可提高铸件的尺寸精确度和表面的光洁程度。尺寸精确度可达 5~7 级,表面粗糙度可降低至 12.5~25 μm 。另外,由于砂型紧实度高,强度大,砂型受震动或冲击而塌落的危险性小,可以减少铸型缺陷,所以 50 年代以来,高压造型逐渐发展,特别是大批和大量生产的铸造车间,纷纷采用高压造型。在工业发达国家,高压造型已基本取代了一般压实造型。

但是高压造型的比压也不能过高。过高比压,除了能引起砂型回弹,影响起模及铸型精度之外,还可能使型砂的透气性降低,铸件容易产生气孔,夹砂等缺陷。所以,尽管一度有的采用 5000kPa 以上的高比压,但目前常用的压实比压为 700~900kPa,而将一般比压为 300~400kPa 的压实称作低压压实。

三、使压实砂紧实度均匀化的方法

高压造型虽然在一定程度上能使紧实度均匀化,然而对于较复杂的模样还是不能获得满意的结果。现在很多造型机针对压实的缺点,采取了不同措施使紧实度均匀化,扩大压实的应用范围。下面把这些方法按原理的不同加以介绍和分析。

1. 减小压缩比的差别

高模样引起压缩比的差别是紧实度不均匀的一个主要原因,所以很多造型机就设法尽量减小压缩比的差别,使紧实度均匀化。

(1)应用成形压板 成形压板是按照模样形状而变化(图 1-14),相应于模样高度 m 处,压板的深度为 n 。为使整个砂型的压缩比相同,则有

$$\frac{n}{m} = \frac{h}{H+h} \quad (1-5)$$

可使压实后砂型的紧实度基本均匀。实际上压板形状变化不一定需要严格按式(1-5)与模样相似,象图 1-14 的情况,若压板完全与模板对应,则压板上的 B 点与模样上的 A 点,压实后距离太近,反而不利于实砂。考虑到型砂在压实过程中,有一定程度塑性流动,所以压板与模板只要大概近似,避免模样上某些高点的砂柱顶住压板,保证深凹部有足够的紧实度就可以。

现在很多工厂在平压板的边上作出凸棱,这种带凸棱的压板也是一种成形压板(图 1-15),它的作用在于提高砂型四周靠近砂箱壁部分的紧实度,避免这些部位紧实度过低。

(2)应用多触头压头 整块的平压板不能适应模样上不同的压缩比,所以将它分成许多

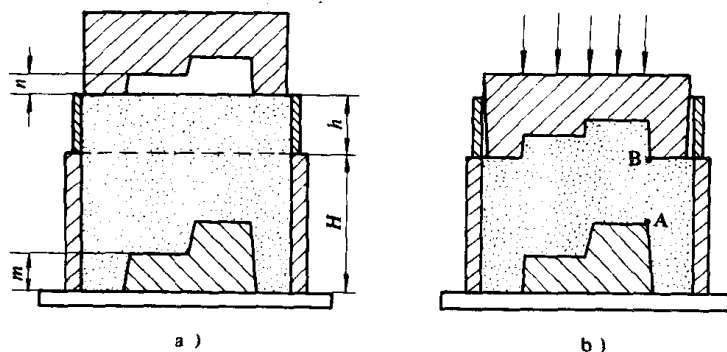


图 1-14 用成形压板压实

a) 加压前 b) 加压后

小压板,称做多触头压头(图 1-16)。每个小压头的后面是一个液压缸,液压缸的油路是互相连通的。因此在压砂型时,每个小压头的压力大致相等,这样即使对应于模样高点的一些压头被顶住,也不妨碍其他压头继续下压。所以压实时,各个触头能随着模样的高低,压入不同的深度,使砂型各部分的压缩比均匀化。因而对于比较复杂的模样,多触头压头一次压实可以得到紧实度大体均匀的砂型,但是如果砂型上有宽度小于触头的深凹处,触头并不能压入,多触头并不能使这些地方得到充分的紧实。

多触头压实后,各个小触头恢复至图 a 的位置。

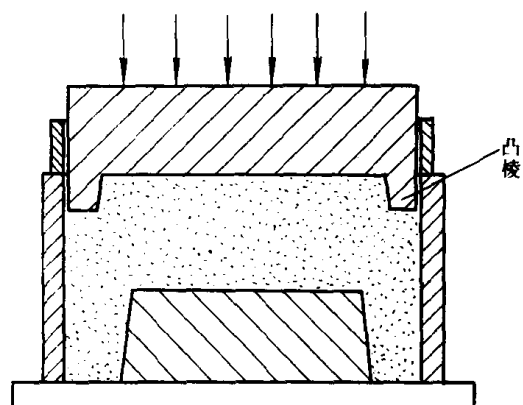


图 1-15 用带凸棱的压板实砂

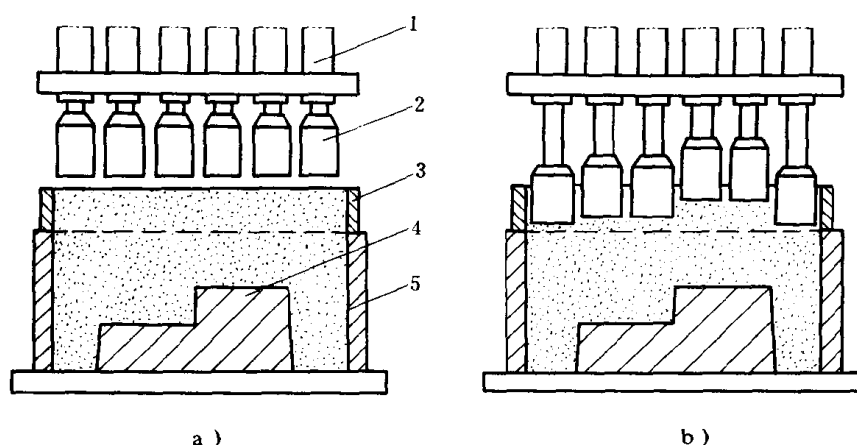


图 1-16 多触头压头的实砂原理

a) 加压前 b) 加压后

1—小液压缸 2—多触头 3—辅助框 4—模样 5—砂箱

也可以在对某一种模板进行第一次压实时,把各个小触头设法锁住至如图 b 的位置,使其压砂面在不同的高度上保持其相互位置,于是小触头就组成了一个成形压头,可以用来压实以后的砂型。

多触头压头能自行调整砂型各部分的实砂压力,不需要为每一种模板设计和制造专用成形压板,用于成批生产比较合适。多触头高压造型机是目前自动化铸造车间中应用得较多的造型机。但是多触头压头结构复杂,成本高昂,使它的应用受到一定的限制。

(3) 压膜造型 压膜造型是用一块弹性的橡皮膜作压头,压缩空气作用于橡皮膜的内部,对型砂进行压实(图 1-17),这种橡皮膜可以视作能自动适应模样形状的成形压头,使各处的实砂力量相等,从而使紧实度均匀化。其主要缺点是橡皮膜容易损坏,砂箱上不能设置箱带。

2. 模板加压与对压法

从压实砂型紧实度分布,可见靠近压板处紧实度高而均匀,而在模板处紧实度比较低。如果在压实时,压板不动,使模板向砂箱压入,这样在模板附近,亦即分型面上得到高而均匀的紧实度。这种方法叫做模板加压法,而把原来的方法叫做压板加压法(图 1-18)。这个方法由于要使模板相对于砂箱移动,又要使移动后的模板平面与砂箱底面相平,因而机器的结构比较复杂。

如果把压板加压和模板加压结合起来，从砂型的两面加压，得到的砂型两面紧实度都较高，这种方法叫做对压法(图 1-19)，图 a 是垂直分型的对压法，b、c 是水平分型的对压法。如果在对压时，分别控制压板和模板的加压距离，或先压板加压，后模板加压，或使模样作一定的退缩运动，以期达到所需的紧实度分布，这些加压方法统称差动加压法。

3. 提高压前的型砂紧实度

如果型砂在压实前紧实度较大一些，则压实后的砂型紧实度也均匀一些，因为这时压板所需行程小，相应地模样顶上和四周砂柱压缩比的差别也较小。从式(1-3)及式(1-4)可推得

$$\delta_2 - \delta_1 = \frac{m}{H}(\delta_2 - \delta_0) \quad (1-6)$$

式中 m 、 H —— 模样及砂箱高度；
 δ_0 、 δ_1 、 δ_2 —— 型砂的压前紧实度，模样四周及顶上的紧实度。

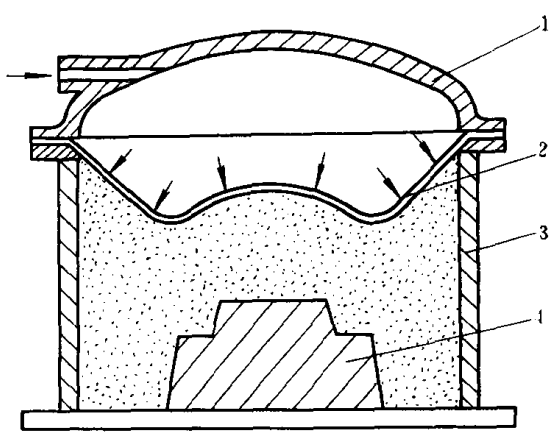


图 1-17 压膜造型原理
 1—压头 2—橡皮膜 3—砂箱 4—模样

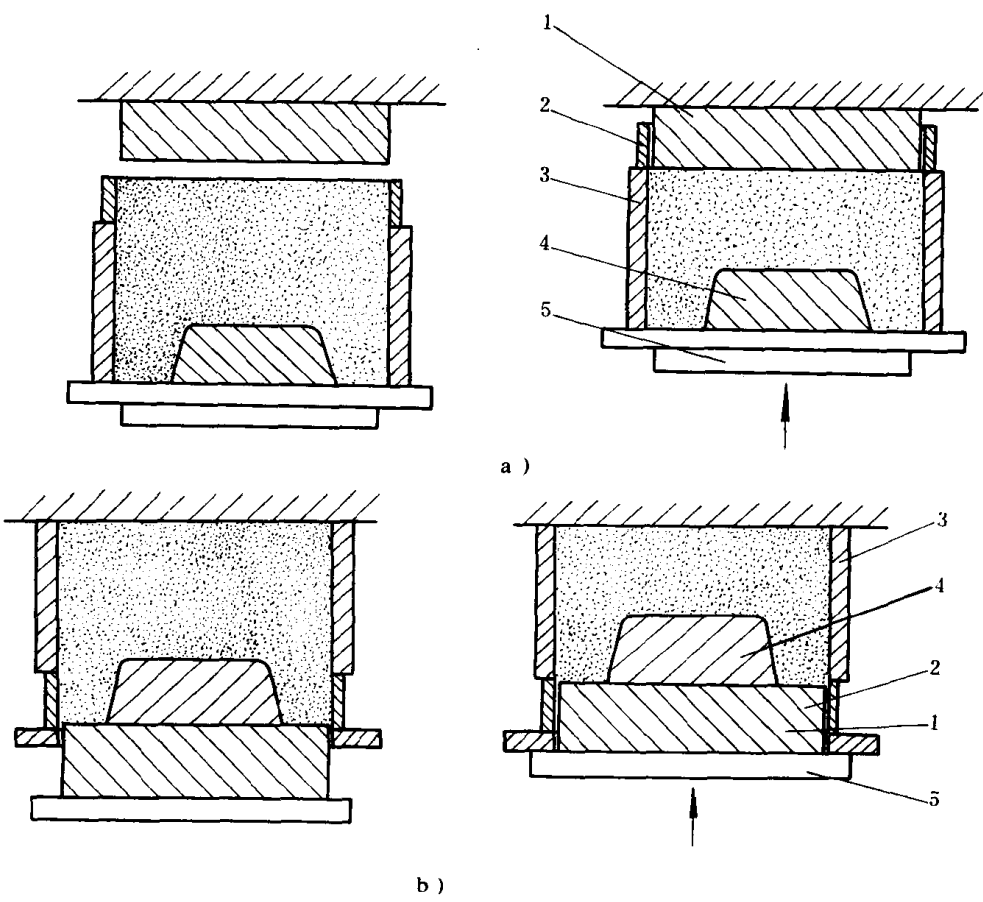


图 1-18 压板加压与模板加压

a) 压板加压 b) 模板加压

1—压板 2—辅助框 3—砂箱 4—模样 5—模板