

高等学校教材

# 铸造机械化

沈阳工业大学 陈士梁 主编

机械工业出版社

77.26  
9300212

高等学校教材

# 铸造机械化

沈阳工业大学 陈士梁 主编



机械工业出版社

本书系统地叙述了铸造车间的造型、制芯、砂处理、冲天炉配料、加料、浇注、落砂、清理机械的工作原理、性能和结构特点以及有关除尘、空气净化和噪声控制等问题。特别着重于基本原理的说明。

本书主要作高等学校铸造专业教材用，也可供从事铸造车间机械化工作的工人和技术人员参考。

## 铸 造 机 械 化

沈阳工业大学 陈士梁 主编

\*

责任编辑：朱兴华 版式设计：张世琴

责任校对：李广孚 责任印制：卢子祥

\*

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)

四川省金堂新华印刷厂印刷

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 19<sup>3</sup>/<sub>4</sub> · 字数 482千字

1988年6月北京第一版 · 1990年5月成都第三次印刷

印数：8,201—10,500 · 定价：3.95元

\*

ISBN 7-111-00136-2/TG·46(课)

## 前 言

本书是根据1983年4月苏州会议提出初稿，经同年11月机械制造（热加工）类教材编审委员会铸造分编审委员会审定的“铸造机械化”课程教学大纲编写的。

本书共分五篇：造型和制芯机械化、砂处理机械化、熔化工部的机械化、落砂和清理工作的机械化和铸造车间的环境保护装置。比较系统地叙述了铸造车间造型、制芯、砂处理、冲天炉配料、加料、浇注、落砂、清理机械的工作原理、性能和结构特点以及有关的除尘、空气净化和噪声控制等问题。

本书吸取了以前有关教科书的优点并考虑了其存在的问题，按照高等院校教材的要求，着重说明铸造车间机械化设备的工作原理和结构原理，尽量反映世界先进技术，注意精选内容，叙述上能便于教学。

本书由沈阳工业大学陈士梁同志主编，上海材料研究所叶学齿同志主审，天津大学刘树藩同志，河北工学院朱学澜同志及东北工学院阎荫槐同志参加编写。具体的分工是：陈士梁同志编写第一篇的第一、二、四、五、六、七、九各章，第三篇，第五篇的第二章以及第四篇第一章的一部分，刘树藩同志编写第二篇，阎荫槐同志编写第一篇的第三章，第四篇的第二、三章以及第五篇的第一章，朱学澜同志编写第一篇的第八章及第四篇的第一章。

在本教材资料收集和编写过程中，得到了很多工厂，科研单位，设计部门以及其他兄弟院校的大力协助，在审稿过程中得到了清华大学任邦弼同志，吉林工业大学黄永寿同志，南京工学院周季明同志，上海工业大学董超同志以及上海市工业设备安装公司凌申兴同志的帮助，谨向他们表示衷心感谢。

由于编者的水平所限，在本教材中错误和缺点一定不少，希望读者不吝赐教，予以指正。

# 目 录

序言 ..... 1

## 第一篇 造型和制芯机械化

第一章 造型机和制芯机的工艺基础..... 3	第五章 射芯机和有箱射压造型机 ..... 82
第一节 紧实度和对紧实度的要求 ..... 3	第一节 射砂机构..... 82
第二节 压实法实砂 ..... 4	第二节 射芯机..... 86
第三节 震击及微震实砂..... 15	第三节 射压造型机..... 90
第四节 射砂法及气流实砂..... 18	第六章 抛砂机及抛砂生产线 ..... 92
第五节 抛砂法实砂..... 29	第一节 抛砂方法及抛砂过程分析..... 92
第六节 填砂与起模..... 30	第二节 抛砂机的类型和结构..... 95
第二章 震击与震压造型机 ..... 36	第三节 抛砂造型生产线..... 99
第一节 震击与震压造型机的结构部件..... 36	第七章 无箱及脱箱造型机 ..... 101
第二节 震击与震压造型机的类型和结构..... 46	第一节 垂直分型无箱射压造型机 ..... 101
第三章 微震压实造型机 ..... 51	第二节 水平分型脱箱造型机 ..... 110
第一节 气动微震机构的特点及类型..... 51	第八章 造型生产线 ..... 118
第二节 气动微震机构的运动分析及参数选择..... 55	第一节 铸型输送机 ..... 118
第三节 微震压实造型机的典型结构..... 64	第二节 造型生产线的辅机 ..... 128
第四章 多触头高压造型机 ..... 68	第三节 造型及制芯生产线 ..... 138
第一节 多触头高压造型机的基本部件..... 68	第九章 造型机的使用 ..... 147
第二节 多触头高压造型机实例..... 77	第一节 造型机及生产线的生产率和可靠性 ..... 147
第三节 多工位高压造型机..... 77	第二节 造型机和造型生产线的选用 ..... 151

## 第二篇 砂处理机械化

第一章 新砂和旧砂处理设备 ..... 161	第七节 松砂机 ..... 181
第一节 新砂烘干设备 ..... 161	第三章 砂处理系统的运输设备及辅助装置 ..... 183
第二节 旧砂处理设备 ..... 163	第一节 砂处理系统的运输设备 ..... 183
第三节 旧砂再生设备 ..... 170	第二节 给料机 ..... 191
第二章 混砂机和松砂机 ..... 174	第三节 定量器 ..... 193
第一节 碾轮式混砂机 ..... 174	第四节 料斗 ..... 195
第二节 转子式混砂机 ..... 177	第四章 砂处理系统的布置及自动化 ..... 198
第三节 碾轮转子式混砂机 ..... 178	第一节 砂处理系统的布置 ..... 198
第四节 摆轮式混砂机 ..... 179	第二节 型砂质量检测与控制的自动化 ..... 201
第五节 连续式混砂机 ..... 179	
第六节 树脂砂混砂机 ..... 180	

### 第三篇 熔化工部的机械化

#### 第一章 熔化工部的配料和加料

设备 .....	207
第一节 炉料的配料设备 .....	208
第二节 冲天炉加料机械 .....	212

第三节 冲天炉配、加料设备的控制 .....	215
------------------------	-----

#### 第二章 浇注的机械化与自动化 .....

第一节 浇注机械的类型和结构 .....	218
第二节 浇注自动化的有关问题 .....	220

### 第四篇 落砂和清理工作的机械化

#### 第一章 落砂设备 .....

第一节 振动落砂机 .....	229
第二节 滚筒落砂机 .....	245
第三节 其它落砂装置及出芯装置 .....	246
第二章 湿法清砂装置 .....	249
第一节 水力清砂设备 .....	249
第二节 水爆清砂设备 .....	254
第三节 电液压清砂设备 .....	258

#### 第三章 铸件清理机械 .....

第一节 抛丸清理设备 .....	264
第二节 喷丸清理 .....	279
第三节 清理滚筒及振动清理设备 .....	282
第四节 铸件的特殊清理方法 .....	283
第五节 去除浇冒口机械 .....	284
第六节 铸件打磨设备 .....	286
第七节 操作器和机械手 .....	287
第八节 铸件清理机械化生产线 .....	288

### 第五篇 铸造车间的环境保护装置

#### 第一章 除尘和空气净化装置 .....

第一节 铸造车间对除尘和空气净化的 要求 .....	291
第二节 除尘和空气净化系统及除尘器 .....	293

第三节 除尘系统的初步计算方法 .....	298
第四节 冲天炉的烟气净化装置 .....	310

#### 第二章 铸造车间噪声及控制 .....

附录 铸造设备型号编制方法 .....	307
---------------------	-----

## 序 言

铸造机械化与自动化是铸造生产的一个十分重要的课题，它是保证铸件质量，提高劳动生产率，降低铸件成本的关键性措施，也是铸造车间进行技术改造，使铸造工人摆脱繁重体力劳动，铸造行业改变落后面貌，实现铸造生产现代化的基本途径。

机械化能更好地保证铸件的质量。机械混砂，均匀而性能好；机械造型，实砂均匀，起模平稳；机械浇注，易于控制浇注温度和浇注速度等等。这些都有利于减少铸件缺陷，提高铸件的质量。特别是高压造型的发展，所得砂型硬度高，减小了浇注凝固时的型壁移动，提高了铸件的尺寸精确度和表面光洁程度，是获得精密铸件的一个重要途径。

机械化能大幅度地提高劳动生产率和劳动效率。如新的垂直分型无箱射压造型机每小时可以造型 300 余型以上，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，有二三人就够了。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，工人蹲在地上劳动，手工上砂、造型，劳动强度很大，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程，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。

我国的铸造车间，解放前装备十分落后。解放后 30 几年来，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。不少高效的造型机和造型生产线，如微震压实，无箱射压，水平分型脱箱造型机以及与之配套的砂处理、配料、清理等机械化系统的投产，具有我国自己特点的电磁配铁秤和水爆清砂设备的研制成功和推广应用，都推进了铸造机械化的进程，使不少铸造车间的面貌焕然一新。

但是总的来说，我国铸造行业的机械化水平仍然是十分落后的。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。为了力争技术进步，使铸造车间逐步走向现代化，我国铸造车间面临着繁重的技术改造任务。

铸造生产的特点是工序繁多，生产一个铸件，往往需要经过几十道以至上百道工序。每一工序的性质不同，其机械化设备的结构也各异，所以铸造机械的种类繁多。而这些机械又常常通过起重及运输设备使其联结起来，并靠电气互相连锁，构成一个比较复杂的联动整体。只有很好地熟悉和了解这些设备的工作原理、结构特点和使用控制方法，才能更好地掌握和运用这些设备，发挥这些设备的效能，保证生产的顺利进行；才能改进和发展铸造机械，正确地规划和推进铸造车间的技术改造。

本书作为大专院校铸造专业的教材，内容力求精炼并能反映现代最新技术，着重讲述铸造机械的基本工作原理和结构特点。同时为了使学生熟悉铸造机械的结构分析，对几台比较典型的铸造机械也作了比较详细的介绍。在介绍铸造机械的使用时，注意结合经济性和环境保护方面的要求。





# 第一篇 造型和制芯机械化

造型和制芯是铸造车间的主要工艺过程，所用的机械种类很多。不同的工艺方法，所用的机械也不相同。目前，粘土砂造型仍然是铸造车间中的主要造型方法。因而，这里主要介绍粘土砂造型用的造型机和制芯机。

## 第一章 造型机和制芯机的工艺基础

造型机和制芯机实质上是相同的，有的造型机同样可以制芯。它们的作用主要是三个，即：填砂、实砂和起模。其中，实砂是关键的一环。

### 第一节 紧实度和对紧实度的要求

#### 一、紧实度及砂型硬度

实砂就是使型砂紧实。型砂被紧实的程度通常称紧实度，亦即用单位体积内型砂的重量表示，即：

$$\delta = \frac{G}{V} \quad (\text{g/cm}^3 \text{ 或 } \text{t/m}^3)$$

式中  $\delta$  ——型砂的紧实度；  
 $G$  ——型砂的重量；  
 $V$  ——型砂的体积。

型砂紧实度和物理学中物体的密度单位相同而概念不同，因为其中型砂体积  $V$  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， $0.6 \sim 1.0 \text{g/cm}^3$ ；从砂斗填到砂箱的松散砂， $1.2 \sim 1.3 \text{g/cm}^3$ ；一般紧实的型砂， $1.55 \sim 1.7 \text{g/cm}^3$ ；高压紧实后的型砂， $1.6 \sim 1.8 \text{g/cm}^3$ ；非常紧密的型砂， $1.8 \sim 1.9 \text{g/cm}^3$ 。

砂型的平均紧实度比较容易确定，将砂型的总重除以总体积即得。但砂型内各部分的紧实度常不相同，往往需要知道砂型内不同点的紧实度，用紧实度分布状况衡量实砂的效果。测量的方法是：用一钢管或特制的钻头把被测部分的型砂取出来，称重并计算其体积。这些方法相当麻烦且不易准确。在有的文献中，采用砂型强度计测得的砂型强度作为衡量型砂紧实程度的方法。这一方法虽然比较方便一些，但所得数值不能用来作砂型体积变化的计算。

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。通常，砂型的紧实度越高，其表面硬度也越大。

砂型硬度计可分A、B、C三种形式。其中，A、B型的压头为球形，用于测量一般砂

型。C型硬度计压头呈锥形，用于测量硬度高的砂型。使用砂型硬度计测量砂型的紧实程度比较方便，而且不破坏型腔表面。其缺点是不能测量砂型内部的紧实度。

## 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. 砂型紧实后要有一定的强度，最低的要求是要能经受住搬运或翻转过程中的震动而不脱落。这就要求砂型的各个部分都具有必要的砂型紧实度。其次，要求型腔表面能抵抗住浇注时铁水的压力。在铸件浇注和凝固过程中，铁水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，往往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，就能减少型壁移动，提高铸件的尺寸精确度。

2. 紧实后的砂型应是起模容易，起模后能够保持铸型的精确度，特别是不发生损坏、脱落等现象。

3. 砂型应具有必要的透气性，避免产生气孔等缺陷。

这些要求，有时互相矛盾。例如：紧实度高的砂型往往起模困难，透气性低。所以具体要求应根据造型机的实际情况以及铸件的复杂程度而定。一般砂型的表面硬度在70单位左右即可。高压造型时，砂型的表面硬度要求达到80~90单位之间，以保证铸件的尺寸精确度和表面光洁程度。

所以，对各种实砂方法的评价，主要应视其在紧实后砂型能否达到工艺要求以及能否保证砂型表面的每一点都有足够的紧实度。

## 第二节 压实法实砂

### 一、压实过程

#### 1. 压实实砂

压实造型就是用直接加压的方法使型砂紧实（图1-1-1）。压实时压板压入辅助框中，砂柱高度降低，型砂紧实。因紧实前后型砂的重量不变，可得：

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

其中  $H_0$ ,  $H$ ——砂柱初始高度及紧实后高度；

$\delta_0$ ,  $\delta$ ——型砂的紧实前及紧实后紧实度。

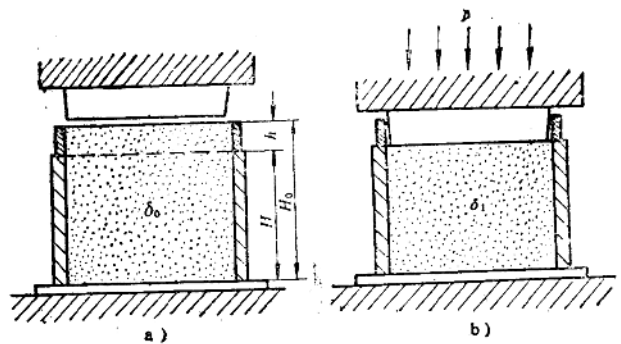


图1-1-1 压实造型

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

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

#### 2. 紧实度与压实比压的关系

压实时，砂型的平均紧实度与砂型单位面积上的压实力或压实比压的大小有关。图1-1-2是三条性能不同型砂的压实紧实曲线，表示了砂型平均紧实度 $\delta$ 与压实比压 $P$ 的变化关系。由图可见，不论哪一种型砂，在压实开始时， $P$ 增加很小，就引起 $\delta$ 很大的变化；但当压实比压逐渐增高时， $\delta$ 的增长减慢，在高压比阶段，虽然 $P$ 增大很多，然而 $\delta$ 的增加很微小。

### 3. 压实过程的三个阶段

压实过程大致可分三个阶段。第一阶段，首先是砂粒之间的一些大的孔隙被压没。这时，虽然比压只有十分微小的增加，而砂柱的高度却降低很多，紧实度增长较快。待到砂粒基本互相接触，再加大比压，型砂的紧实必须通过砂粒之间互相移位，变成比较紧密的排列才能达到，这是压实的第二阶段。这时砂粒之间的摩擦力和粘结力都对进一步紧实起阻碍作用，紧实度的增加显著减慢。在高压比阶段，砂粒本身由于应力过大而引起破碎。对于石英砂来说，这一使砂粒破碎的压实比压约在2 MPa以上。这是压实的第三阶段。

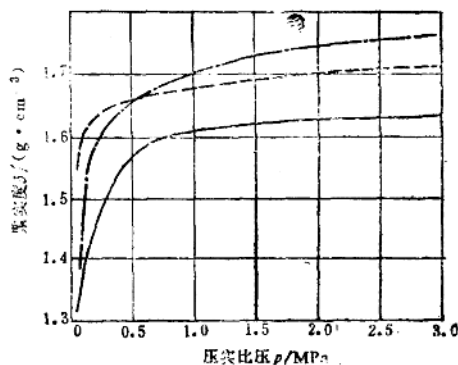


图1-1-2 不同型砂的压实紧实曲线

## 二、压实所得紧实度的分析

### 1. 压实所得紧实度分布

压实所得砂型紧实度只有在砂箱比较矮的情况下才比较均匀。通常压实后砂型内部各点的紧实度是不一样的。特别是砂型比较高，型内模样也比较高时更是如此。

图1-1-3是砂箱尺寸为250×250×250mm，经比压500kPa用平压板压实后砂型内紧实度分布。可见在砂型中心部分（曲线1），砂型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，紧实度出现极大值。砂箱壁附近中间部分，紧实度上面高，下部低。而在砂型角上部分，这一现象更加明显。在砂型角下部，紧实度很低。

### 2. 压实时砂粒紧实过程

压实所得砂型内紧实度分布变化是与压实过程中砂粒与砂粒之间、砂粒与砂箱壁及模样壁之间的摩擦阻力的作用有关。压实时，砂箱壁上的摩擦力使压板边上型砂运动阻力增大，所以压实时压板边角处的应力最大，中心部分应力比较小（图1-1-4）。压实开始时，很快在压板边附近形成一个高应力的环形区。同时，型砂的内摩擦力使压板的向下推力 $W$ 形成一个向下向中心的作用力 $T$ 。随着压实过程的进行，这一高应力高紧实度区的环形块，逐渐向着 $T$ 方向发展，最后在砂型中心的 $G$ 点交汇，形成一个倒拱形的高紧实度区。中心高紧实度区以下，应力作用主要向下，因此模板上的应力分布中间高，边角上低。而砂箱壁上的应力分布则从上而下，不断降低。图1-1-4中的等紧实度区的发展说明了这一情况。

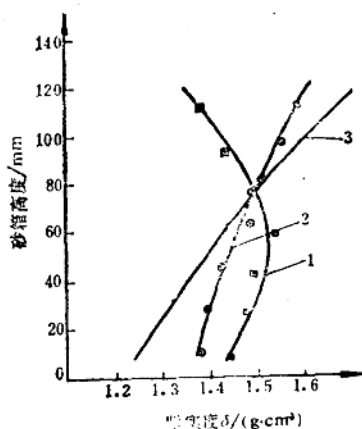


图1-1-3 用平板压实后砂型内紧实度分布

1—砂型中心 2—靠近砂箱壁中心  
3—砂箱角上紧实度分布

### 3. 砂箱高度的影响

砂箱增高时，由于阻力增加，在砂箱下部，压实应力逐渐减小，型砂紧实度进一步降低。图 1-1-5 是砂箱内尺寸为  $100 \times 100 \text{mm}$ ，砂箱高度不同时，压实后砂型中心部分紧实度变化的情况。当  $H = 120 \text{mm}$  时（图中曲线 3），紧实度基本上是均匀的。当  $H = 250 \text{mm}$  时，只有离高压板  $100 \text{mm}$  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，离高压板  $100 \text{mm}$  左右，紧实度较高；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。

### 4. 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 1-1-6，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，因为除了型砂内部的阻力以及型砂与砂箱间的摩擦力外，还有模样与型砂间的摩擦力起阻碍紧实的作用。

#### (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。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， $\frac{H}{B_{\min}}$  小于 0.8 时，平均紧实度尚无明显下降，若  $\frac{H}{B_{\min}}$  大于 0.8 时，则深凹处底部的紧实度就难以得到保证。

#### (2) 压缩比

如图 1-1-7 所示，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

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

对于模样顶上

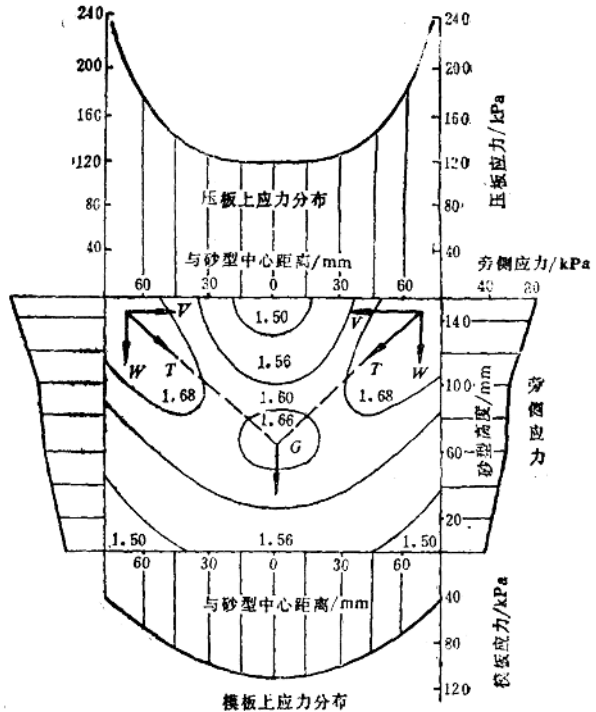


图 1-1-4 压实过程中的应力分布和拱形高紧实度区  
砂箱大小  $150 \times 150 \times 150 \text{mm}$ ，砂箱内曲线表示等紧实度曲线，  
数字表示该区内的代表紧实度，砂箱外曲线为压板、模板上及旁  
侧应力曲线

或得:

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

$$\delta_1 = \delta_0 + \frac{h}{H}\delta_0 \tag{1-1-3}$$

$$\delta_2 = \delta_0 + \frac{h}{H - m}\delta_0 \tag{1-1-4}$$

式中  $H$ 、 $h$ 、 $m$ ——砂箱、辅助框和模样的高度，  
 $\delta_0$ 、 $\delta_1$ 、 $\delta_2$ ——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  $\frac{h}{H - m}$  可以视为砂柱的压缩比。

在  $h$  相同的情况下，模样顶上型砂的压缩比大， $\delta_2$  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  $\delta_2$  区传到模样顶上而被抵消掉。这时  $\delta_1$  有可能还很低。

(3) 模样顶上的型砂向四周填充的可能性

以上分析假定模样顶上和四周的砂柱独立受压，彼此间没有联系。但实际上，压实过程中砂柱之间会有一些串动，模样顶上的型砂可能向四周移动。这样，模样顶上的型砂减少，四周的型砂量增加，结果使  $\delta_2$  与  $\delta_1$  的差值减小。过去有人根据这一点，提出了型砂流动性，即型砂在压力下向四周流动的能力的概念，并且设法寻找一种流动性大的型砂，企图达到压实型砂紧实度分布均匀化。但试验表明：除了用油脂做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流动，所以不能过高地估计这种压力下的流动性对紧实度均匀化的作用。

模样顶上砂柱受压变形可见图 1-1-8。压实前，用不同颜色型砂分格填砂，每一方格原先呈正方形。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。

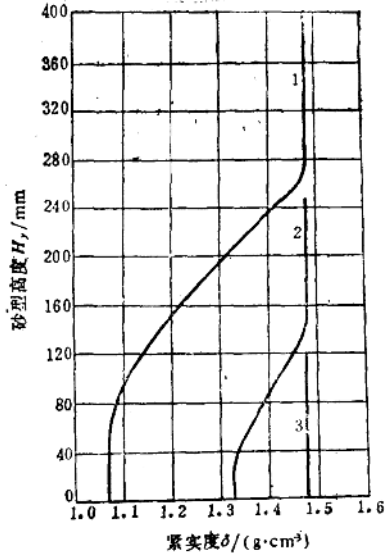


图 1-1-5 砂箱高度不同时砂型内紧实度分布

1— $H = 400\text{mm}$  2— $H = 250\text{mm}$   
 3— $H = 120\text{mm}$

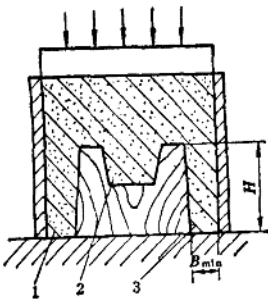


图 1-1-6 带高模样的砂型

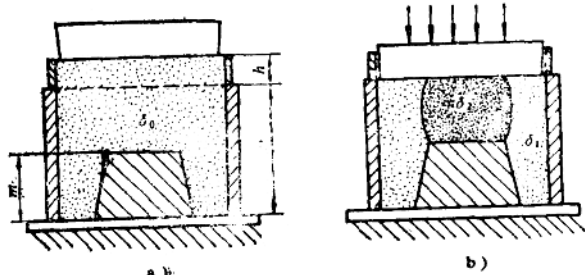


图 1-1-7 压实砂紧实度不均匀性的分析

a) 加压前 b) 加压后

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,能否向四周填充使紧实度均匀化,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,

模样顶上砂柱就会象图 1-1-9 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

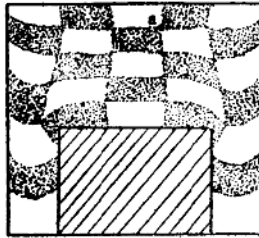


图 1-1-8 压实时型砂块的变形

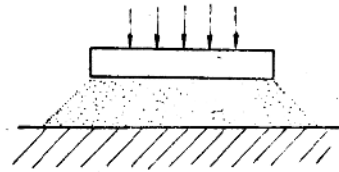


图 1-1-9 扁平砂柱的压实

象粘土浆团那样从四周挤出来。所以若  $\frac{h_s}{b_{\min}}$  值较小,例如在 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。

### 5. 平板压实的应用范围

从以上分析可见,单用平板压实方法,对于砂箱比较高,或是模样比较复杂,亦即深凹比较大,模顶砂柱高宽比较小的砂型,难以保证深凹处得到必要的紧实度。所以平板压实方法主要用于砂箱高度不超过 150mm,模样比较低矮的砂型,应用十分有限。但压实造型方法,动作简捷,生产率高,机器的结构简单,无噪声,所以仍被广泛采用。

## 三、高压造型

### 1. 高压造型的应用

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 1-1-2 的压实紧实曲线看来也似乎是这样的。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 以下。但是后来的实践证明,提高比压,提高了砂型紧实度,减少浇注时的型壁移动,从而提高铸件的尺寸精确度和表面光洁程度。用高压造型,铸件的尺寸精确度可达 5~7 级,表面粗糙度 Ra 可高达 12.5~25 $\mu$ m。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,因而可以降低铸造缺陷。同时,对于较大的砂型,例如,砂箱内尺寸为 800×600mm 或更大时,可以应用无箱带的砂箱,造型和落砂都十分方便。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。

### 2. 高压实比压对紧实度均匀化的意义

提高高压实比压,不但可以提高砂型的紧实度,而且可使砂型内紧实度分布更均匀。图 1-1-10 是一组不同比压对砂箱内紧实度分布影响的曲线。其砂箱内尺寸为 100×100mm,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，砂型中心的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 1-1-11 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 点和模板上靠近模样转角处 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，满足工艺要求。

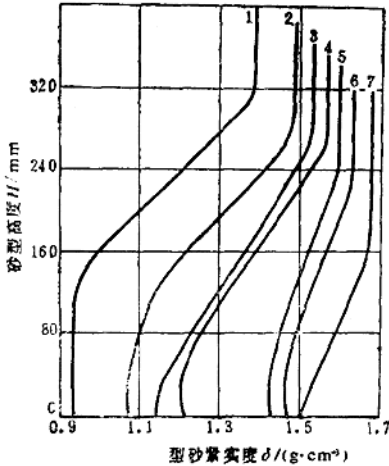


图 1-1-10 比压大小对紧实度分布的影响

1、2、3、4、5、6、7—实砂比压（各代表  $\times 100\text{kPa}$ ）

### 3. 常用压实比压

高压造型的比压过高，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 700~1500kPa，而将一般比压为 300~400kPa 的压实称作低压压实。

### 四、使压实现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单纯压实的缺点，采取了不同的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

高模型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

成形压板的形状是按照模样形状而变化（图 1-1-12）。相应于模样高度  $m$  处，压板的深度  $n$ 。为使整个砂型的压缩比相同，则有：

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

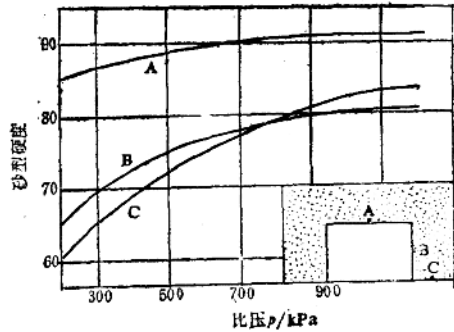


图 1-1-11 比压大小对模样顶部和砂型深凹处硬度的影响

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(1-1-5)与模样相似。象图1-1-12的情况,若压板完全与模样对应,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有一定程度塑性流动,所以压板与模样只要大概近似,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了。

现在很多工厂在平压板的边上作出凸棱(图1-1-13)。这种带凸棱的压板也是一种成形压板,它的作用在于提高砂型四周靠近砂箱壁部分的紧实度,避免这些地方紧实度过低。在设计成形压板时,也应考虑在压板四周加上凸棱。

## (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,所以将它分成许多小压板,称做多触头压头(图1-1-14)。每个小压头的后面是一个油缸,而所有油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。但是如果砂型上的深凹处的宽度小于触头的

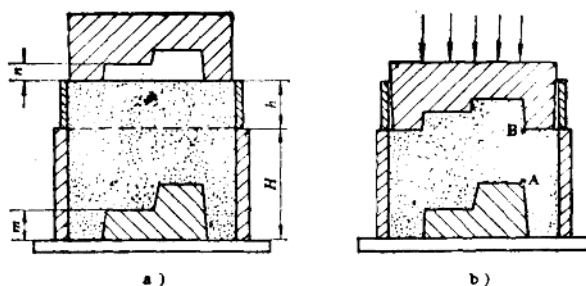


图1-1-12 用成形压板压实

a) 加压前 b) 加压后

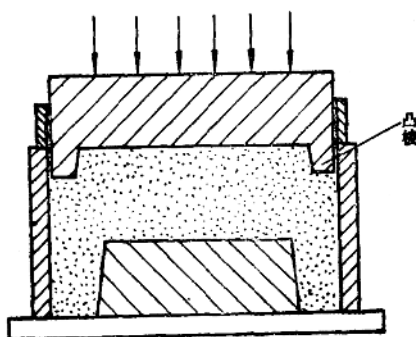


图1-1-13 用带凸棱的压板实砂

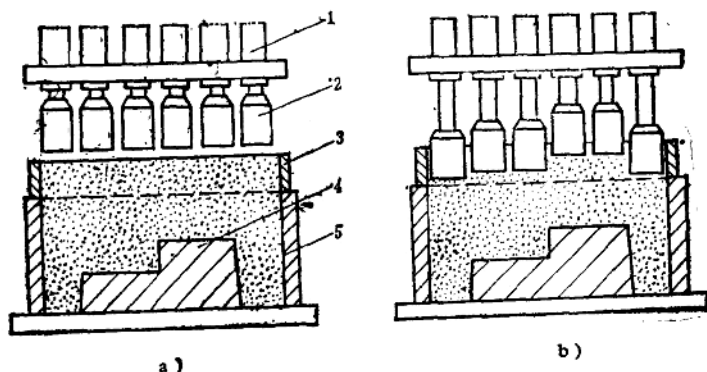


图1-1-14 多触头压头的实砂原理

a) 加压前 b) 加压后 1—小油缸 2—多触头 3—辅助框 4—模样 5—砂箱



宽度，触头不能压入，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。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如图 b 的位置，使其压砂面在不同的高度上保持相互位置，于是小触头就组成了一个成形压头，可用以压实砂型。

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内部，对型砂进行压实（图1-1-15）。这种橡皮膜可以看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，砂箱上不宜设置箱带。

### (4) 应用模样退缩装置

模样退缩装置（图1-1-16）的模样做得比实际铸件高一些。填砂时，模样顶上相对地少填了砂。压实时，在压力的作用下，模样压缩下面的弹簧，向下退缩。到压实结束时，模样高度达到铸件所要求的高度。由于模样退缩，可以使模样顶上与四周砂柱的压缩比相等。这时模样退缩的距离  $\Delta$  应为：

$$\Delta = \frac{h}{H} \cdot m \quad (1-1-6)$$

式中  $H$ 、 $h$ 、 $m$  分别为砂箱高度、辅助框高度及模样应有高度。

对于较高的柱形铸件，如齿轮、凸轮、圆筒等，采用模样退缩装置可得良好的紧实度分布。特别象齿轮那样的铸件，原来齿隙之间的型砂，由于模样的摩擦力，单用压实的方法，很难加以紧实。现在由于模样的退缩运动，模样对型砂的摩擦力，反而成了紧实力，将这一部分型砂紧实。

### 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1-1-17）。

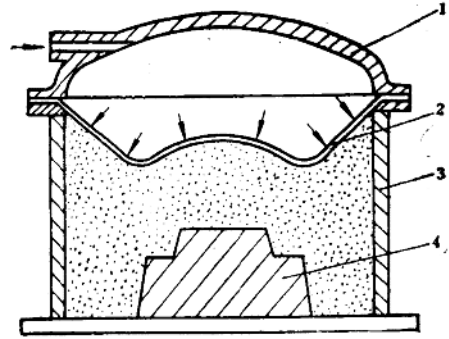


图1-1-15 压膜造型原理

1—压头 2—橡皮膜 3—砂箱 4—模样

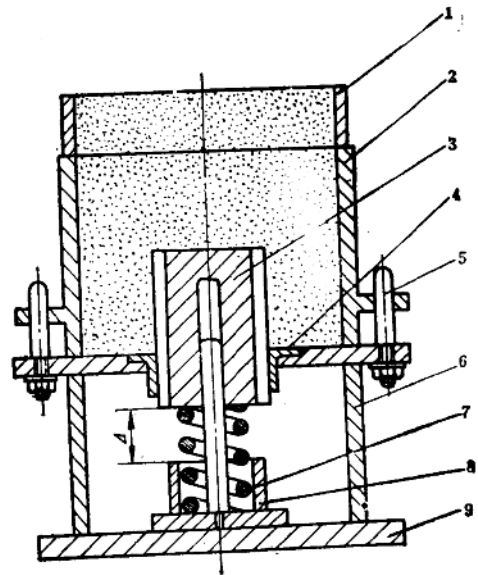


图1-1-16 模样退缩装置

1—辅助框 2—砂箱 3—可退缩模样 4—模板 5—销钉 6—垫圈 7—弹簧 8—模样高度控制垫 9—垫板