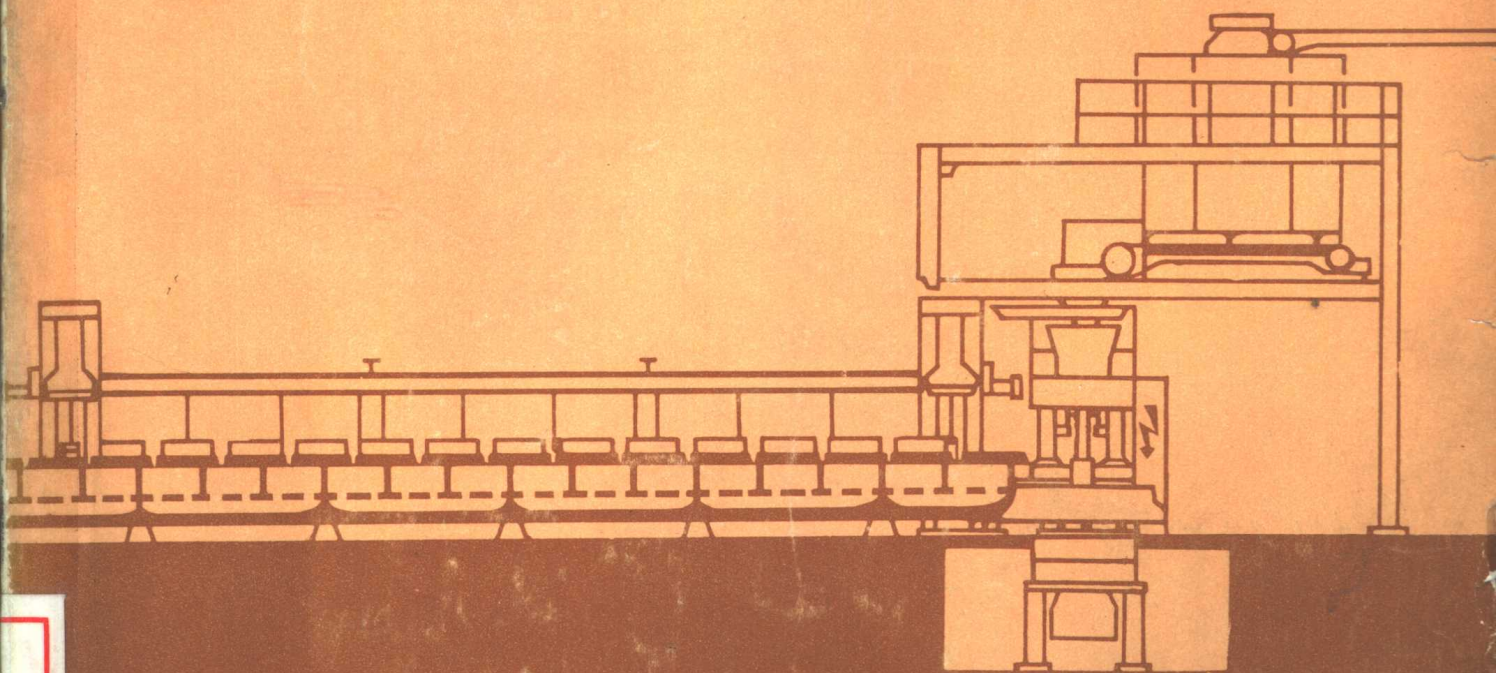


铸造生产机械化

十四院校铸造专业教材联合编写组 编



国防工业出版社

铸造生产机械化

十四院校铸造专业教材联合编写组 编

国防工业出版社

205341

内 容 简 介

本书系统地叙述了铸造车间的造型、制芯、冲天炉配料、加料、浇注、落砂、清理机械的工作原理、性能、结构和特点；概述了铸造车间设计的基本内容；介绍了铸造机械用的液压及气动技术。

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

铸造生产机械化

十四院校铸造专业教材联合编写组 编

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张33³/₄ 785千字

1979年10月第一版 1979年10月第一次印刷 印数：00,001-19,500册

统一书号：15034·1870 定价：3.45元

说 明

为了搞好教材建设,满足教学需要,解决由于“四人帮”的干扰而造成的教材极端缺乏的状况,便于集中人力,提高教材质量,由哈尔滨工业大学、哈尔滨科学技术大学、吉林工业大学、东北工学院、沈阳机电学院、大连工学院、大连铁道学院、天津大学、河北工学院、天津市机电局七·二一工人大学、河北机电学院、洛阳农机学院、山东工学院及合肥工业大学的铸工教研室组成了十四院校铸造专业教材联合编写组,分工协作编写铸造专业的各门教材。

本教材就是根据上述各院校会同有关工厂、科研单位拟定的教材编写大纲,在原东北七院校编写的“铸造生产机械化”试用教材的基础上,经过修改增补而成。修改时着重于基本概念和基本理论方面的阐述,并增加了反映先进的机械化技术的内容。初稿完成后又经十四院校教材审查组审查。

本教材的编写人员是:

第一篇 沈阳机电学院陈士梁、黄校直;合肥工业大学高正楼;

第二篇 大连铁道学院王凤岗;山东工学院王维倜;

第三篇 陈士梁、王凤岗;

第四篇 哈尔滨科学技术大学孟繁玉;

第五篇 哈尔滨工业大学陈洪升;

第六篇 哈尔滨工业大学任天庆;

第七篇 洛阳农机学院章琛。

在本教材的大纲制订、资料收集、教材编写和审稿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,谨向他们表示衷心感谢。

由于我们的政治水平和业务水平有限,在本教材中缺点和错误一定很多,希望读者加以批评指正。

十四院校铸造专业教材联合编写组

《铸造生产机械化》编写小组

序 言

铸造生产机械化与自动化是机器制造业技术革命中一个十分重要的问题，是提高铸造的劳动生产率，保证铸件质量的关键性措施，也是使铸造工人摆脱繁重的体力劳动，实现铸造生产现代化的一项根本性改革。

机械化能大幅度提高劳动生产率。如新的垂直分型无箱射压造型机每小时可以造型300箱以上，比手工造型快十几倍。一台5吨冲天炉，如果用人工配料和加料，需要二、三十人，机械化后，有2~3人就行了。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，操作者站在机器旁，用按钮控制生产，劳动强度和条件大为减轻和改善。

机械化也使铸件质量得到了保证。用机械混砂，型砂质量好；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。这些都有利于减少铸件缺陷，保证铸件的质量。特别是高压造型的发展，所得砂型硬度高，减小了浇注时的型壁移动，提高了铸件的尺寸精确度和表面光洁度，是获得精密铸件的一个重要途径。

早在一九五五年，毛主席在《关于农业合作化问题》这篇光辉著作中就曾指出：“我们现在不但正在进行关于社会制度方面的由私有制到公有制的革命，而且正在进行技术方面的由生产工业手到大规模现代化机器生产的革命，而这两种革命是结合在一起的。”解放后在伟大领袖毛主席和中国共产党的领导下，我国工业飞速猛进，铸造行业也得到了很大的发展。铸造机械日益增多，新的机械化铸造车间纷纷建立。特别是近十几年来，各种新的高效造型机，如微震压实、高压、无箱射压及水平分型脱箱造型机大量涌现，代替了繁重的手工劳动以及生产率低而噪音大的震压造型机。不少自动化程度较高的造型生产线纷纷投产。高速混砂机、水爆清砂设备、电磁配铁秤等混砂、清理、配料先进设备也广泛地得到了应用，使我国铸造车间呈现出日新月异的新面貌。

铸造生产的特点是工序繁多，完成一个铸件，往往需要几十道以至上百道工序。每一个工序的性质不同，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、结构及控制方法，才能更好地掌握和运用这些设备，改进和发展铸造机械，大力地开展技术革新和技术革命。

本书就是为铸造车间进行技术革新、实现机械化和自动化服务的。在本书中，分篇介绍了造型、制芯、砂处理、配料、浇注、落砂、清理等工种所用的机械化设备的原理、结构、性能和特点，对个别常见的机械作了较详细的分析。鉴于液压与气动在铸造机械中应用比较广泛，所以书中也概略地介绍了液压与气动的一般知识。为了能对铸造车间机械化的整体和各个设备之间的联系有一定的了解，最后一篇对铸造车间设计的基本原理作了简

略的介绍。

目前，我国的铸造车间总的说来尚很落后，机械化和自动化还不普遍，离开现代化尚有一定的距离。我们必须努力学习，加强科学研究，开展技术革新和技术革命运动，为彻底改变铸造车间的面貌，实现铸造生产的现代化而努力！

目 录

第一篇 造型和制芯机械化

序言

第一章 造型机和制芯机的工艺基础	1
第一节 紧实度和砂型硬度	1
第二节 压实法实砂	3
第三节 震击及微震实砂	13
第四节 射砂法实砂	16
第五节 抛砂法实砂	22
第六节 其他实砂方法	23
第二章 震击与震压造型机	25
第一节 震击与震压造型机的主要结构部件	25
第二节 震击与震压造型机的类型与结构	35
第三章 低压气动微震压实造型机	44
第一节 气动微震机构	44
第二节 低压气动微震压实造型机的结构	48
第三节 气动微震造型机震压机构的设计	54
第四章 多触头高压造型机	62
第一节 多触头高压造型机的基本部件	62
第二节 多触头高压造型机实例	72
第五章 射芯机和有箱射压造型机	80
第一节 射砂机构	80
第二节 射芯机	83
第三节 有箱射压造型机	89
第四节 射砂机构的主要参数	92
第六章 垂直分型无箱射压造型机	95
第一节 工作过程及特点	95
第二节 主要部件的结构	97
第三节 控制系统	103
第四节 垂直分型无箱射压造型机的改进和发展	109
第七章 水平分型脱箱造型机	112
第一节 概述	112
第二节 水平分型无箱射压造型机	112
第三节 水平分型机械加砂脱箱造型机	119
第八章 抛砂机及其流水线	121
第一节 概述	121
第二节 抛砂机的结构	122
第三节 抛砂机的主要参数的选择及设计计算	126

第四节	抛砂机的随动与遥控	134
第五节	抛砂机造型生产线及其辅助设备	135
第九章	造型和制芯的辅助机械及生产线	141
第一节	造型和制芯工段的运输设备	141
第二节	造型和制芯工段的辅机	156
第三节	造型和制芯工段的布置及生产线	177

第二篇 砂处理机械化

第一章	新砂烘干设备	190
第一节	热气流烘砂	190
第二节	振动沸腾烘砂装置	190
第三节	滚筒烘炉	192
第二章	旧砂处理设备	193
第一节	磁分离装置	193
第二节	筛分设备	194
第三节	旧砂的冷却设备	196
第四节	旧砂干法再生设备	199
第三章	型砂处理	201
第一节	混砂机	201
第二节	松砂机	210
第四章	造型材料的输送、给料、定量和辅助设备	214
第一节	带式输送机	214
第二节	斗式提升机	220
第三节	振动输送机	221
第四节	气力输送	223
第五节	给料器	234
第六节	定量器	237
第七节	料斗及闸门	239
第五章	砂处理系统的布置及自动化	241
第一节	砂处理工段的布置	241
第二节	砂处理系统的自动化	243

第三篇 冲天炉配、加料及浇注工作机械化

第一章	炉料准备机械	247
第一节	生铁锭压断机	247
第二节	落锤	249
第二章	冲天炉配料机械化	250
第一节	电磁配铁秤配料	250
第二节	称量斗配料装置	255
第三章	冲天炉加料机械化	259
第一节	爬式加料机	259
第二节	单轨加料机	265

第四章 冲天炉配料和加料设备的布置	267
第一节 用电磁配铁秤配料的布置	267
第二节 用称量斗配料的布置	269
第五章 冲天炉配、加料设备控制的自动化	271
第一节 冲天炉的料位检测	271
第二节 批料自动计数及电子计算机在配料中的应用	274
第六章 浇注的机械化与自动化	276
第一节 浇注机械的类型和结构	276
第二节 浇注自动化的有关问题	279

第四篇 铸件落砂清理机械化

第一章 落砂机	289
第一节 偏心振动式落砂机的原理及结构	289
第二节 惯性振动式落砂机的原理及结构	290
第三节 落砂机的落砂过程和参数计算	301
第四节 电磁振动落砂机	310
第二章 湿法清砂和湿法旧砂再生机械化	312
第一节 水爆清砂设备	312
第二节 水力清砂	317
第三节 湿法旧砂再生	329
第四节 湿法清砂及旧砂再生系统举例	335
第三章 铸件清理的机械化	338
第一节 抛丸器	340
第二节 抛丸清理及清砂设备	346
第三节 喷丸清理设备及抛、喷联合清理设备	356
第四节 普通清理滚筒和清砂滚筒	358
第五节 铸件的特殊清理方法	361
第六节 去除浇冒口和飞边毛刺的机械化	363
第七节 铸件清理机械化生产线	366

第五篇 液 压 传 动

第一章 概述	370
第一节 液压传动的基本知识	370
第二节 液压传动的优缺点及图形符号	372
第二章 液压元件	373
第一节 液压泵	373
第二节 油缸	380
第三节 液压控制阀	389
第四节 液压辅件	406
第三章 基本回路及液压系统举例	415
第一节 液压基本回路	415
第二节 液压系统举例	420
第三节 液压系统设计概述	422

第六篇 气压传动

第一章 气动元件	427
第一节 气缸	427
第二节 阀	433
第三节 逻辑元件	450
第四节 辅助元件	456
第二章 气动基本回路及气控程序系统设计	459
第一节 气动基本回路	459
第二节 气控程序系统及其设计	464
第三节 射流元件控制线路	472
第四节 气路的分析及计算	477

第七篇 铸造车间设计简介

第一章 概述	481
第一节 铸造车间分类和组成	481
第二节 铸造车间设计方法和步骤	484
第三节 铸造车间的工作制度和工作时间总数	488
第四节 工艺分析	490
第二章 设计计算	494
第一节 主要设备数量的计算	494
第二节 车间工作人员和面积计算	501
第三章 铸造车间布置	505
第一节 在全厂总平面图中, 铸造车间布置的特点	505
第二节 铸造车间布置	505
第三节 铸造车间的除尘和噪声控制	515
第四节 铸造车间的土建常识	520
附录 铸造设备型号编列办法	526
附表 I 铸造设备类别代号	526
附表 II 铸造设备类列组划分表	527
附表 III 型号中采用的基本参数及其表示方法	529
附表 IV 铸造设备特性代号表	529

第一篇 造型和制芯机械化

造型和制芯工作是铸造车间的一道主要工艺过程，其机械化程度，决定着铸造劳动生产率的高低，铸件质量的优劣以及工人劳动条件的好坏；同时还对运输机械，浇注设备，落砂机械等的选用起着重要的作用，在一定的程度上决定着整个车间的面貌。所以在规划铸工车间机械化时，首先要考虑造型和制芯工作的机械化。

造型和制芯机械种类很多。不同的工艺方法，所用的机械也不相同。目前大量中小型铸件主要应用粘土砂造型。因此，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一样的。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。填砂，就是把型砂填到砂箱（或芯盒）中去；实砂，就是把砂型紧实；起模，就是把模型（或已造好的砂芯）从砂型（或芯盒）中起出。

对于粘土砂的机器造型来说，首先要研究它的主要工作过程——实砂，也就是研究造型机的工艺基础。

第一节 紧实度和砂型硬度

一、紧 实 度

紧实度是表示型砂的砂粒之间互相排列和堆积紧密的程度。砂粒堆积得愈紧密，其紧实度也愈大。型砂的紧实程度，可以用单位体积内型砂的重量表示，即：

$$\delta = \frac{G}{V} (\text{克/厘米}^3 \text{ 或 吨/米}^3)$$

式中 δ ——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密度的概念不同，因为计算型砂体积时，把砂粒之间的空隙也包括进去了。

下面是几种常见的型砂紧实度的数值：十分松散的型砂， $0.6 \sim 1.0$ 克/厘米³；从砂斗填到砂箱的松散砂， $1.2 \sim 1.3$ 克/厘米³；一般紧实的型砂， $1.55 \sim 1.7$ 克/厘米³；高压紧实后的型砂， $1.6 \sim 1.8$ 克/厘米³；非常紧密的型砂， $1.8 \sim 1.9$ 克/厘米³。

确定一个砂型的平均紧实度是比较容易的，只要知道砂型的总重量和总体积就可以算出。但实际上，砂型中各个部分的紧实度却是不同的。生产中往往需要测量砂型内部各点的紧实度，用紧实度的分布状况来衡量实砂的效果。测量的方法是：用一种钢套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。这种方法相当麻烦，而且很不容易准确。

二、砂型的表面硬度

在实际生产中，测量砂型的紧实程度，通常采用如图 1-1-1 的砂型硬度计。硬度计里面有一根弹簧，通过齿条以一定的压力压着下面的钢球。使用时，将钢球头压向砂型表面，砂型紧实度低的，钢球压得深，紧实度高的，钢球所受阻力大，压得浅。硬度计的指针通过一组齿轮与齿条和钢球相连，将钢球压入砂型表面的深度转变为表面硬度的读数。

一般紧实后砂型的表面硬度为 60~80 单位，高压造型可以达到 90 单位以上。通常，砂型的紧实度越高，其表面硬度也越大。但是二者并不成简单的比例关系。对于不同的砂型，如型砂的

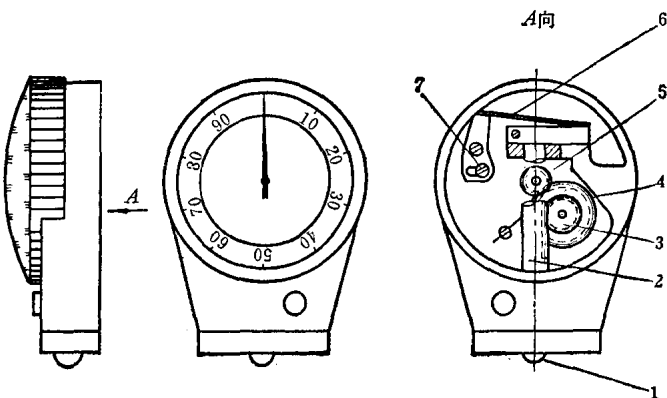


图1-1-1 砂型硬度计

1—钢球；2—齿条；3—小齿轮；4—大齿轮；5—小齿轮；6—弹簧；7—调节螺钉。

粘土含量、含水率或其他附加剂含量不同时，它们二者的关系也就不一样。

近年来，随着高压造型的发展，砂型硬度计出现 A、B、C 三种型式。常见的为 A 型，其钢球直径为 0.2 英寸，所加负荷为 237 克。B 型砂型硬度计的钢球较大，直径为 1 英寸，所加的负荷也较大，为 986 克。另有一种 C 型，结构与 A、B 两种相似，但压砂用一锥形的压头，所加的负荷更大，为 1500 克。B、C 两种砂型硬度计对于紧实度高的砂型测量比较灵敏。

使用硬度计测量砂型的紧实度非常方便，且不会破坏型腔表面。其缺点是不能测量砂型内部的紧实度。

三、对砂型紧实度的工艺要求

砂型经过紧实而具有一定的强度。对紧实后的砂型最低的要求是能经受住搬运或翻转过程中的震动而不塌落。其次，要求在浇注时砂型型面能抵抗住铁水的压力。因为在浇注和凝固过程中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够，往往产生型壁移动，使铸件的尺寸精确度很难保证。而高紧实度的砂型能抵抗住这种膨胀压力，减少型壁移动，保证铸件的尺寸精确度，同时，铸件的表面光洁度也高。

但是，紧实度高的型砂，透气性低，容易引起气孔、包砂等缺陷。所以对手工造型或

一般的造型机造型，砂型的表面硬度在 70 单位左右就可以了。为保证上砂型的透气性，其紧实程度可偏低一些。但对高压造型，砂型硬度要求在 80~90 之间，这对于保证铸件的尺寸精确度和表面光洁度有好处。对砂型紧实度的工艺要求，要根据实际生产条件而定。

所以对各种实砂方法的评价，主要看在实砂后，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 1-1-2 是压实造型的情况。压实时，压板压入辅助框中，砂柱高度降低，使型砂紧实。辅助框就是用来补偿实砂过程中砂柱受压缩的高度的。

在压实过程中，砂柱的高度 H 不断改变，砂型的平均紧实度 δ 不断提高。按照紧实前后型砂的重量不变，可得：

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

式中 H_0, H —— 砂柱的初始高度及紧实后的高度；

δ_0, δ —— 型砂在紧实前及紧实后的紧实度。

如果砂箱的高度为 H ，而辅助框的高度为 h ，则 $H_0 = H + h$ ；于是 (1-1-1) 式成为：

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

2. 紧实度与压实比压的关系

砂型内的平均紧实度与所加的压实力大小有关，压实力越大，则平均紧实度越高。压实力常用单位面积上的压力表示，称为压实比压。图 1-1-3 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 δ 与压实比压 p 的变化关系。由图可见，不论那一种型砂，在压实开始时，比压 p 增加很小，就引起型砂紧实度 δ 很大的变化；但当压实比压逐渐增高时， δ 的增加很快减慢；而在高比压阶段，虽然 p 增大很多， δ 却只有很小的增加。

根据实验结果，在比压较高的阶段， δ 和 p 的关系可以用一个对数关系表示：

$$\delta = \delta_1 + K \log(p - p_r) \quad (1-1-3)$$

式中， δ_1 、 K 及 p_r 都是由实验确定的数值。视型砂性能的不同而不同。 p_r 值很小，代表了型砂砂粒间的粘结力对紧实的阻力，大多数型砂的 p_r 值在 0.1~0.3 公斤/厘米² 之间，最大不超

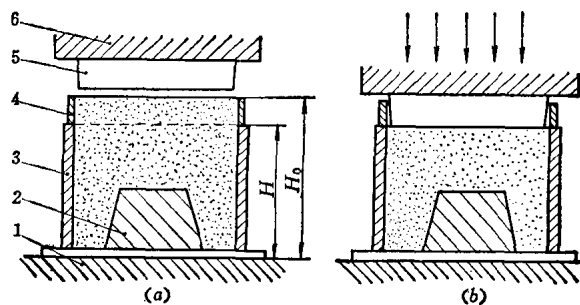


图1-1-2 压实造型

(a) — 加压前；(b) — 加压后。

1—工作台；2—模型；3—砂箱；4—辅助框；5—压板；
6—压板架。

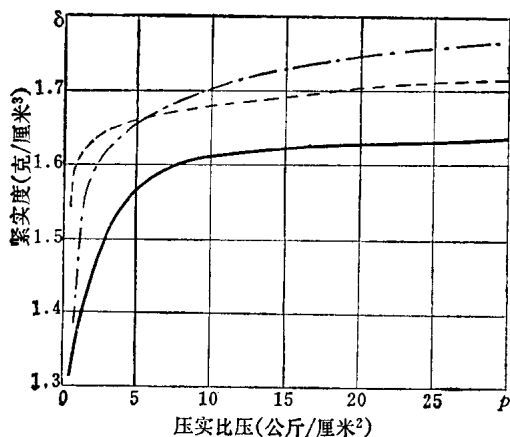


图1-1-3 不同型砂的紧实曲线

过 0.5 公斤/厘米^2 。在比压较高阶段, p 比较大, 其影响可忽略不计。 δ_1 是 $p - p_r = 1 \text{ 公斤/厘米}^2$ 时型砂的平均紧实度, 通常为 $1.35 \sim 1.45 \text{ 克/厘米}^3$ 。 K 为型砂的可紧实性系数, 其值在 $0.05 \sim 0.25 \text{ 克/厘米}^3$ 之间, 表示了型砂在压实时变形程度的大小。型砂的成型性越好, 则 K 值也越大, 相应地 δ_1 值就越小。相反地, 对用于高压造型的型砂, 其含水率低, 这时 δ_1 值就较大, 而 K 值则较小。同时, δ_1 和 K 值都与型砂的粘土、水份以及煤粉等附加剂含量有关。

3. 压实过程的三个阶段

型砂的平均紧实度与比压之间这样一个变化关系是型砂紧实的特性。压实大致可分三个阶段。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, 所以紧实度有较大的增加。待到砂粒基本互相接触, 再加大比压, 型砂的紧实就必须通过砂粒之间的互相移位, 变成比较紧密的排列方式才能达到, 这是压实的第二阶段。这时砂粒之间的摩擦力和粘结力都起作用, 比压虽加大, 但紧实度的增加却相对地减慢了。到了比压较大, 例如大于 $3 \sim 5 \text{ 公斤/厘米}^2$ 时, 阻碍砂粒紧实的主要是砂粒之间的摩擦力, 这时砂粒排列也较紧实了, 这就是压实的第三阶段。要使砂粒进一步紧实的力是按几何级数增大的。

二、压实所得紧实度的分析

1. 砂箱高低对紧实度分布的影响

公式 (1-1-3) 中所得的型砂紧实度 δ 只是在砂箱十分低矮砂型内各部分紧实度相对地比较均匀的情况下才适用。若砂箱比较高, 特别是模型较高的情况下, 实砂过程中, 由于砂粒与砂粒之间, 砂粒与砂箱壁及模型之间, 有相互的摩擦力, 阻碍型砂的紧实, 所以砂型内各处的紧实程度是不均匀的, 有的地方甚至很低。

图 1-1-4 是用 300×300 毫米的砂箱, 填砂高度 $H_0 = 400$ 毫米, 用平的压板压实后砂型各部分紧实度的分布曲线。图中线 1 表示砂型中心部分紧实度的变化情况, 基本上成一直线, 表示在整个砂型的高度上, 紧实度大致相同。但是在靠近砂箱壁和砂箱角上, 见曲线 2 及 3, 由于实砂压力受砂箱壁上摩擦阻力的影响, 型砂的紧实度随着与压板的距离增大而降低。这样所得的砂型, 紧实度分布是不均匀的, 在砂箱边角上及远离压板的地方砂型的紧实度就低得多。

砂型中心部分的紧实度基本均匀的情况, 只是对于一定高度的砂型才适合。当砂箱的高度超过砂箱宽度时就不再适合了。图 1-1-5 是砂箱尺寸为 100×100 毫米, 不同的砂箱

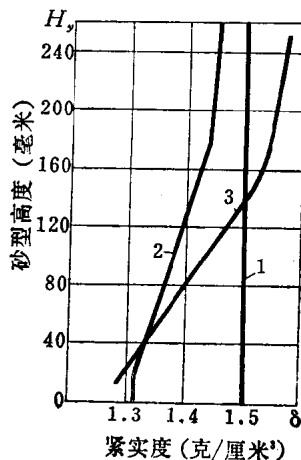


图1-1-4 用平压板压实后砂型内紧实度分布情况

1—砂型中心紧实度; 2—靠砂箱壁中心紧实度; 3—砂箱角上紧实度。

高度时，压实后砂型中心部分紧实度变化的情况。当 $H=120$ 毫米时（图中线3），紧实度是均匀的。当 $H=250$ 毫米时，只有离压板100毫米左右高度上紧实度是均匀的，再以下，紧实度就降低了。若 $H=400$ 毫米（图中曲线1），则曲线可以分成三段，离压板100毫米左右是直线，以下则紧实度迅速降低，而到了靠近模板一段，紧实度就很低了，型砂基本上没有得到紧实。

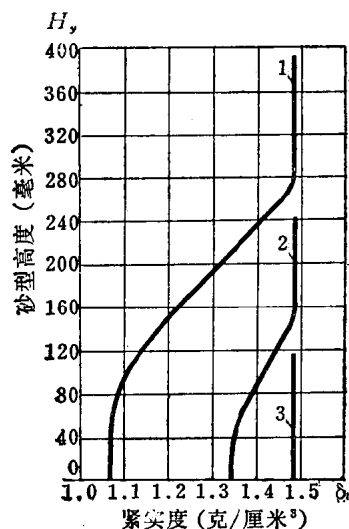


图1-1-5 砂箱高度不同时砂型内紧实度的变化情况
1— $H=400$ 毫米；2— $H=250$ 毫米；3— $H=120$ 毫米。

以上，紧实度分布可以用砂粒在摩擦力及粘结力的作用下相互啮合，在压板下形成一个倒钟形的高紧实区加以说明，见图1-1-6。在高紧实

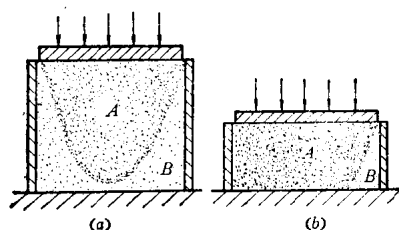


图1-1-6 平板压实时压板下形成的倒钟形高紧实区
A—紧实度较高的区域；B—紧实度较低的区域。

区内，型砂的紧实度较高，而且比较均匀，在高紧实区之外，型砂的紧实度受砂箱壁上摩擦力的影响，逐渐降低。倒钟形紧实区的高度，约与砂箱的宽度相等或稍高一些。如果砂箱的高度比较低，压实后的情况可见图1-1-6(b)。高紧实区A已经延伸到对面模板上，在砂型中大部分紧实度较高，只有靠近砂箱壁附近很小一个区域紧实度较低。

2. 高模型对紧实度分布的影响

以上是砂箱中没有模型或只有很矮模型时的情况。当砂箱内有较高模型时，情况更为复杂。如图1-1-7中的模型，其深凹处底部的点如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，还有模型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平板压实砂型一样，只是模型壁上的摩擦力代替了砂箱壁上的摩擦力。其底部型砂的紧实与深凹处的高和宽的比有关。用深凹比A表示：

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

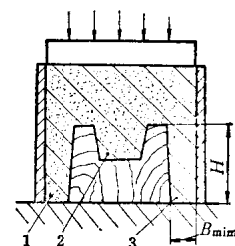


图1-1-7 带高模型的砂型

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，平均紧实度没有显著的下降，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 1-1-8 所示, 若把型砂分成模型顶上和模型四周两个部分, 假定在压实过程中模型顶上与四周的型砂互不串动, 各自独立受压实, 则:

对于模型四周

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

对于模型顶上

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

或

$$\delta_1 = \delta_0 + \frac{h}{H} \delta_0 \quad (1-1-4)$$

$$\delta_2 = \delta_0 + \frac{h}{H - m} \delta_0 \quad (1-1-5)$$

式中 H 、 h 、 m ——砂箱、辅助框和模型的高度;

δ_0 、 δ_1 、 δ_2 ——压实前型砂的紧实度以及压实后模型四周及模型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, 模型顶上型砂的压缩比大, δ_2 增长很快。 δ_2 增长到一定程度时, 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 区传到模型顶上而被抵消掉。这时 δ_1 有可能还很低。

(3) 模型顶上的型砂向四周填充的可能性

在上面的分析中, 是假定压实时模型顶上和四周的型砂彼此孤立地紧实, 相互没有联系。但实际上, 模型顶上的型砂在受到压力作用时, 将向四周作一定程度的移动。这样, 模型顶上的型砂减少而使四周的型砂量增加, δ_2 与 δ_1 的差值也减小。过去有人据此提出了一个概念, 即型砂在压力下向四周流动的能力——型砂的流动性的概念。并且还设法寻找一种流动性大的型砂, 企图使压实所得的紧实度分布均匀化。但是过高地估计型砂在压力作用下移动对紧实度均匀化的作用是不适当的。因为试验结果表明, 除了用油脂做粘结剂以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。试验时可把压实前砂箱中的型砂分成不同颜色的方块区, 压实后观察方块的变形, 即可看出模型顶上的型砂在压实过程中只稍稍向四周凸出, 基本上没有所谓的“流动性”。

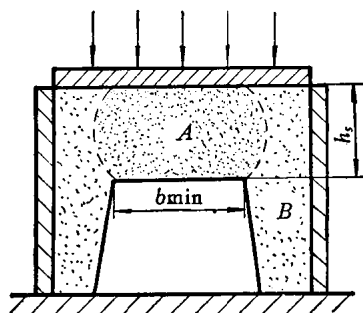


图1-1-9 模型顶上砂团的变形

模型顶上型砂在压实过程中的变化见图 1-1-9。当压板刚开始下压时, 模型顶上 A 区与模型四周 B 区的压力差不大, 所以不会有型砂横向移动的现象。随着压板向下压, A 区紧实度增长很快, 同时砂粒之间压应力增长也相应地很快, 而 B 区的压应力增长得慢, 所以压力有将砂粒压向 B 区的倾向。然而有二个因素妨碍砂粒的横向运动: 一是 A 区的型砂已被紧实, 砂粒移动受粘结力阻碍; 二是 B 区的压应力, 虽然

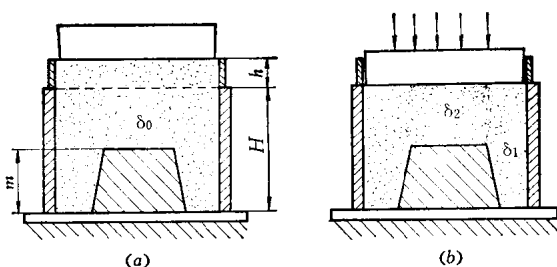


图1-1-8 压实砂紧实度不均匀性的分析

(a) — 加压前; (b) — 加压后。

比A区的小,但它对A区型砂的变形有横向的阻力。这时A区正像一个上下受压的型砂试样,不同的是四周B区对之还有横向阻力,阻碍它向四周膨胀。A区型砂的变形,就像型砂湿压强度试样在破坏前的变形一样,只是向四周稍稍膨胀突出,不会有很大的流动。

(4) 模型顶上砂柱的高宽比

模型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,模型顶上的砂柱的高宽比

$$B = \frac{\text{模型顶上的砂柱高度}}{\text{模型顶上的窄边宽度}} = \frac{h_s}{b_{\min}}$$

有相当大的影响。当 $\frac{h_s}{b_{\min}}$ 的值很小,模型顶上的砂柱就会像图 1-1-10 中的扁平砂柱一样,由于砂粒间互相啮合,砂粒不能像粘土团那样从四周挤出来。这时,无论多大的压力,只能把砂粒压碎,却不能使砂向四周流出。所以当 $\frac{h_s}{b_{\min}}$ 比较小,例如在0.3~0.7时,模型顶上的型砂被过度紧实,填充到四周的型砂量很少,实砂的作用力主要通过模型顶上的砂柱传到模型上,而模型周围的区

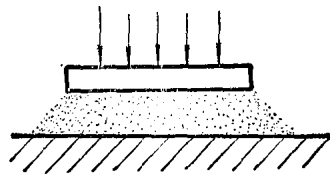


图1-1-10 扁平砂柱的压实

域中,型砂受到的比压很小,特别是 $\frac{H}{B_{\min}}$ 大时,更是如此,其紧实度很低。 $\frac{h_s}{b_{\min}} \geq 1 \sim 1.25$ 以上时,A区砂柱很容易变形,向外突出,以至碎裂,补充到模型四周的砂量就较大。

3. 平板压实的应用范围

从以上分析可见,平板压实方法,主要用于砂箱高度不超过150毫米,而且深凹比较小、模型顶上的砂柱较高的情况下。若是砂箱比较高,或是模型很复杂,就必须采用其他实砂方法,或者加以一定的辅助措施,使紧实度不足的地方,得到必要的紧实。

由于平压板压实有这样的缺点,故使用范围十分有限。但是压实造型方法,动作简捷,生产率高,造型机的结构简单,无噪音,所以仍被广泛采用。

三、高压造型

1. 高压造型的应用

高压造型是近几年来出现的新方法。过去有人认为:压实比压达到3~4公斤/厘米²时,再提高比压对砂型紧实度提高的作用不大,这从图 1-1-3 也能看出。所以一般的压实造型机或震击的补压机构所用的比压在3~4公斤/厘米²以下。但是后来的实践证明,提高比压,使砂型紧实度增大,型壁强度也提高,在浇注时能抵抗住金属在凝固时的膨胀压力,减少了型壁移动,从而提高铸件的尺寸精确度和表面光洁度。用高压造型,铸件的尺寸精确度可达5~7级,表面光洁度可达3~5级。另外,由于砂型紧实度高,砂型强度大,则砂型受震动或冲击而塌落的危险性减少,从而可以减少铸造缺陷。同时,对于较大的砂型,例如:砂箱内尺寸为800×600毫米或更大时,可以应用不带箱筋的砂箱,造型和落砂都十分方便。近年来,高压造型应用越来越广,特别是大批和大量生产的铸造车间,纷纷采用高压造型。

2. 高压实比压对紧实度均匀化的意义

提高压实比压,不但可以提高砂型的紧实度,而且还可以使砂型内紧实度分布更均匀。