

梁雅琴 李雅青 主编

21 世纪高等学校教材

金工实习



海军出版社

21 世纪高等学校教材

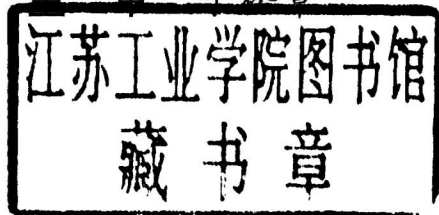
金 工 实 习

主 编 梁雅琴 李雅青

副主编 梁红玉

参 编 胡晋智 乔建刚

主 审 于松章



海洋出版社

2002 年·北京

内 容 简 介

本书是根据国家教育部高教司颁发的“高等学校工科金工实习教学基本要求”,结合高等学校工科金工实习实际编写的。全书共 13 章,内容主要有铸造、锻压、焊接、切削加工基础知识、钳工、车削加工、铣削加工、刨削加工、数控设备的基本知识、特种加工、钢的热处理、金属材料、非金属材料等。本书内容上兼顾实习与课堂教学,涵盖了机械制造生产过程中的主要知识点和工程训练的基础要求。本书是高等工科院校机械类、近机械类专业的基础教材,也可供非机械类及高等职业教育、职工大学等相关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习/梁雅琴,李雅青主编. —北京:海洋出版社,2002.6

ISBN 7-5027-5576-4

I. 金... II. 梁... III. 金属加工—实习—教材
IV. TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 037320 号

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

华北工学院印刷厂印刷 新华书店发行所经销

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月北京第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.375

字数:383.76 千字 印数:1~1500 册

定价:23.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

本书是根据国家教育部审定的高等学校金工实习的基本要求,结合编写学校多年来教学改革的实践,并吸收兄弟院校教学改革的经验而编写的。

全书共 13 章,分别介绍了铸造、锻压、焊接、切削加工基础知识,钳工、车削加工、铣削加工、刨削加工、数控设备的基础知识,特种加工、钢的热处理、金属材料、非金属材料等内容。

本书的特点是“实”、“特”、“新”。“实”是指书中的内容实用性强;“特”是指工科特色明显,突出实践能力的培养,特别注重学生分析问题和解决问题能力的培养;“新”是指书中的内容新,将目前已经实用化的新结构、新设备、新技术尽量写到教材中,以便与飞速发展的加工技术相适应。

本书编写人员:梁红玉(第一、十一、十二章)、胡晋智(第二、三、十三章)、李雅青(第四、五、六、七、八章)、梁雅琴(第九章)、乔建刚(第十章)。

全书由梁雅琴、李雅青主编。华北工学院分院于松章主审。

限于编者水平,书中难免存在不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2002 年 5 月

目 次

第一章 铸造	1
第一节 概述	1
第二节 砂型的制造	2
第三节 金属的浇注工作	14
第四节 铸件工艺图的绘制	15
第五节 铸件质量分析	21
第六节 特种铸造	24
第二章 锻压	29
第一节 概述	29
第二节 坯料的加热和铸件的冷却	30
第三节 自由锻	34
第四节 模型锻造	45
第五节 板料冲压	46
思考题	50
第三章 焊接	51
第一节 概述	51
第二节 手工电弧焊	52
第三节 气焊与气割	62
第四节 其他焊接方法	69
第五节 常见焊接缺陷及焊接检验	74
第六节 焊接结构工艺性	75
思考题	77
第四章 切削加工基础知识	78
第一节 切削运动与切削用量	78
第二节 切削过程基本规律	80
第三节 零件的技术要求	82
第四节 常用刀具材料	83
第五节 常用量具	84

思考题	90
第五章 钳工	91
第一节 概述	91
第二节 划线	93
第三节 锯切	98
第四节 銼削.....	100
第五节 锉削.....	102
第六节 钻削.....	106
第七节 攻螺纹和套螺纹.....	111
第八节 刮削和研磨.....	114
第九节 装配.....	117
思考题.....	122
第六章 车削加工.....	124
第一节 概述.....	124
第二节 车床.....	125
第三节 车床操作要点.....	131
第四节 基本车削工艺.....	142
第五节 典型零件车削工艺简介.....	150
思考题.....	152
第七章 铣削加工.....	155
第一节 概述.....	155
第二节 铣床.....	158
第三节 铣床操作要点.....	161
第四节 铣削基本工艺.....	166
思考题.....	171
第八章 刨削加工.....	172
第一节 概述.....	172
第二节 刨床.....	174
第三节 刨床操作要点.....	178
第四节 刨削基本工艺.....	180
第五节 插削与拉削简介.....	182
思考题	184
第九章 数控设备的基本知识.....	185

第一节	数控设备的产生和发展	185
第二节	数控设备的工作原理及组成	186
第三节	数控设备的分类	189
第四节	数控设备的特点和应用范围	191
第五节	数控机床的技术发展趋势	193
第十章	特种加工	196
第一节	特种加工的产生与发展	196
第二节	特种加工的分类	197
第三节	电火花加工	199
第四节	电火花线切割加工	200
第五节	其他种类特种加工简介	206
第十一章	钢的热处理	210
第一节	概述	210
第二节	钢的热处理工艺	210
第三节	热处理加热炉	220
第十二章	金属材料	222
第一节	概述	222
第二节	金属与合金的性能	222
第三节	钢的种类、牌号、性能和用途	226
第四节	铸铁的种类、牌号、性能和用途	228
第五节	有色金属材料	230
第十三章	非金属材料	232
第一节	高分子材料	232
第二节	陶瓷材料	236
第三节	复合材料	236
	思考题	237

第一章 铸 造

第一节 概 述

一、铸造的概念

铸造是将熔融的金属浇注到与零件形状相适应的铸型型腔中，冷凝后获得铸件的方法。铸件一般是尺寸精度不高、表面粗糙的毛坯，经切削加工后才能成为零件，如机床的床身。若对零件的表面质量要求不高，也可直接制得零件。

铸造生产方法很多，常分为两类：

1. 砂型铸造

主要是用型砂(或芯砂)作为造型材料制造铸型的。这种造型材料来源广泛，价格低廉，且砂型铸造方法适应性强，因此砂型铸造是目前生产中用得最多、最基本的铸造方法。

2. 特种铸造

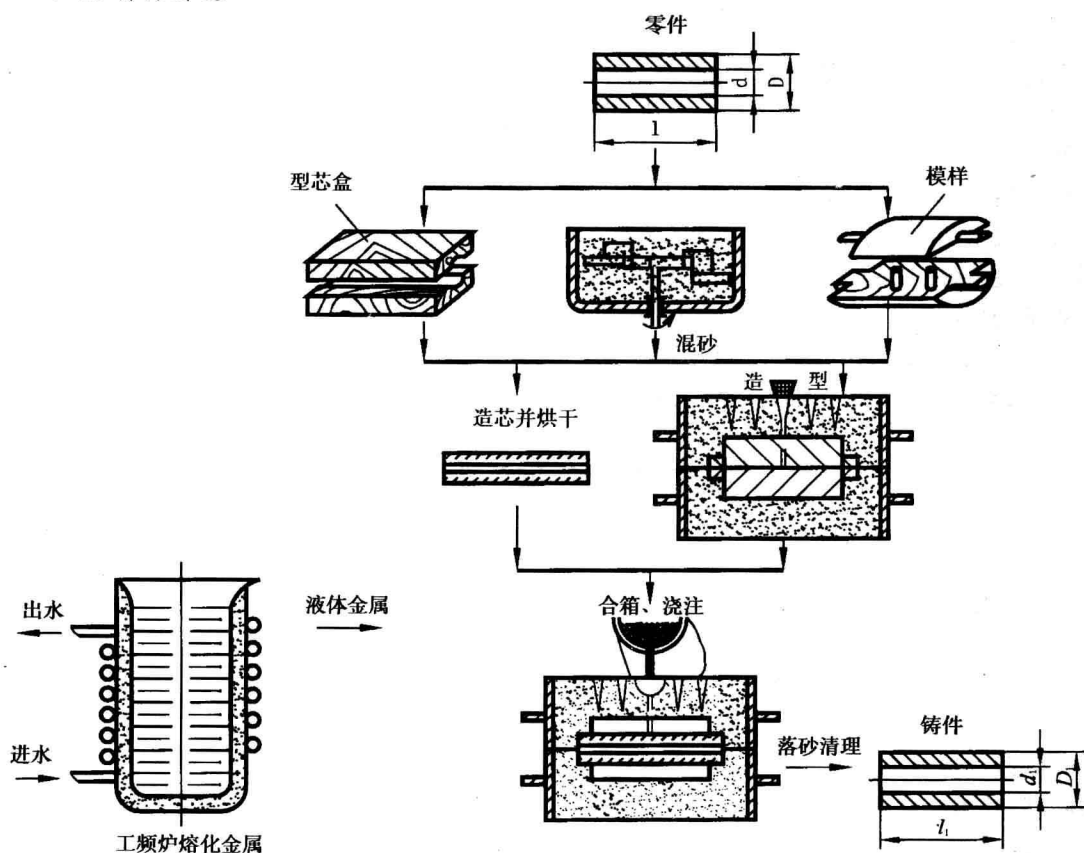


图 1—1 砂型铸造生产过程示意图

人们在生产实践中发展起来的除砂型铸造以外的其他铸造方法，用得较普遍的有熔模铸

造、金属型铸造、压力铸造和离心铸造等。

二、砂型铸造的生产过程

砂型铸造的生产过程如图 1-1 所示。根据零件图的形状和尺寸,设计制造模样和型芯盒,配置型砂和芯砂,用模样制造砂型,用芯盒制造型芯,把烘干的型芯装入砂型并合箱,将熔化的液态金属浇入铸型。凝固后经落砂、清理、检验合格便得铸件。

三、铸件的组成

造型的目的是制得合格的铸型,铸造出形状完整、轮廓清晰而无缺陷的铸件。

两型造型时,其铸型装配图如图 1-2 所示,它主要由上砂型、下砂型、浇注系统、型腔、型芯、出气孔等组成。

分型面是铸造上、下砂型的接触表面,一般也是模样的最大截面处。

浇注系统是将液态金属导入型腔的通道,并兼有挡渣等作用,对保证铸件质量影响很大。

型腔是用模样在砂型中形成的,以获得铸件的外形。

型芯主要是用来形成铸件的孔腔。

出气孔、型芯通气孔是用来排出浇注和凝固时铸型型腔中的气体,防止或减少铸件产生气孔等缺陷。

由于铸造的液态金属成型这一特点,因此该方法具有许多突出的优点,即适用性广,可铸造出各种复杂形状,特别是孔腔复杂的毛坯;也适用于生产各种大小铸件,还能用于生产各种金属及合金铸件。由于铸造生产工序较多,影响铸件质量的因素也较多,以致对铸件的内部质量较难精确控制,并有铸件组织不致密等缺陷,因此对一些承受大的交变载荷,动载荷的重要受力件还不能选用铸件作毛坯。近年来随着合金球墨铸铁及高强度铸造合金等新型材料及新工艺、新技术的发展,又大大地扩展了铸造生产的应用范围。

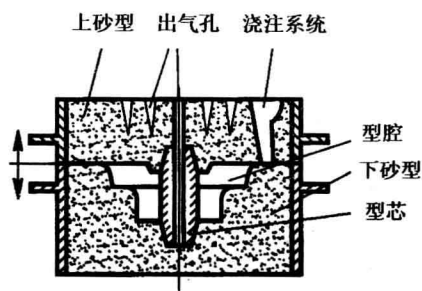


图 1-2 铸型装配图

第二节 砂型的制造

一、砂型的性能要求和组成

型砂是用来制造砂型的主要材料。

1. 对型砂的性能要求

型砂应具备如下主要性能:

(1) 透气性:

气体通过型砂内孔隙的能力,称为透气性。用圆形、粒大且均匀的砂粒,制造紧实程度适宜的砂型,其透气性较好。

(2) 强度:

型砂在外力的作用下不变形、不破坏的能力称为型砂的强度。若强度不足,在造型、搬运、合箱过程中易引起塌箱,或在液态金属的冲刷下使铸型表面破坏,造成铸件砂眼等缺陷。若强

度太高,又使砂型太硬,阻碍铸件的收缩。所以,粘结剂的性质及加入量、原砂的颗粒组成、混砂质量和紧实度等因素,对型砂强度都有直接影响。

(3)耐火性:

型砂抵抗高温液态金属热作用的能力,称为耐火性。型砂中含 SiO_2 越多,耐火性越好;型砂粘度大,耐火性也好。

(4)可塑性:

型砂在外力作用下变形,去除外力后能完整地保持所赋予形状的能力,称为可塑性。

(5)退让性:

铸件在冷凝时,型砂可被压缩的能力,称为退让性。型砂退让性不好,铸件易产生内应力或开裂。型砂愈紧实,退让性愈差。

2. 型砂的组成

型砂一般由原砂、粘结剂、附加物及水按一定配比混制而成。

原砂是型砂的主体,它的主要成分是石英(SiO_2),其颗粒的形状、大小及均匀程度, SiO_2 含量的多少,对型砂的性能影响很大。

粘结剂的作用是使砂粒粘结成具有一定可塑性及强度的型砂。常用的粘结剂有普通粘土和膨润土。膨润土虽不及普通粘土来源广泛,但由于粘结力较普通粘土强,且膨润土能进一步提高型砂的强度和透气性,因而用得较广。

型砂中常加入的附加物有煤粉、木屑等。煤粉的作用是在高温液态金属作用下燃烧形成气膜,隔绝液态金属与铸件内腔的直接作用,防止铸件粘砂,使表面光洁;木屑的作用能改善型砂的退让性和透气性。

3. 型砂的配制

混砂的目的是将型砂各组成成分混合均匀,使粘结剂均匀分布在砂粒表面。

型砂的混制过程是:按配方加入新砂、旧砂、粘结剂和附加物。先干混 2~3min,再加水湿混 5~12min,性能符合要求时出砂。使用前过筛并使型砂松散。

二、造型方法

造型方法分手工造型和机器造型两种。

1. 手工造型

常用的手工造型有整模两箱造型、分模造型、挖砂造型、活块模造型及刮板造型等。

(1) 整模两箱造型

当零件的最大截面在端部,并选它作分型面,将模样做成整体的造型过程,如图 1-3 所示。在平板上放置模样及内浇口,扣上下砂箱加型砂舂紧造下砂型,如图 1-3(a)所示;刮平后翻转下砂型,按要求放好横浇口及直浇口,造上砂型,如图 1-3(b)所示;取出直浇口棒,再开外浇口并扎通气孔,如图 1-3(c)所示;打开上砂型,起出模样,如图 1-3(d)所示;合箱得到所需的铸型,如图 1-3(e)所示。

整模造型的型腔全在一个砂箱里,能避免错箱等缺陷,尺寸精度高。

(2) 分模造型

当铸件不适宜用整模造型时,通常以最大截面为分型面,把模样分成两半,采用分模两箱造型。套管的分模两箱造型,如图 1-4 所示。分模造型时,若砂箱定位不准,夹持不牢,易产生错箱,影响铸件精度。

受铸件的形状限制或为了满足一定的技术要求,不宜用分模两箱造型时,可选用分模多箱造型。图 1-5(a)所示槽轮铸件,中间截面比两头小,用一个分型面造型不能起出模样,可在铸件上选取 1、2 两个分型面,进行三箱造型。模样可从分型面处分开,其造型过程如图 1-5(b)所示。所用中箱高度与模样的尺寸一致,造型稍繁,易产生错箱缺陷,只适于单件、小批生产。在成批大量生产中,可用带外型芯的两箱造型代替三箱造型,如图 1-6 所示。

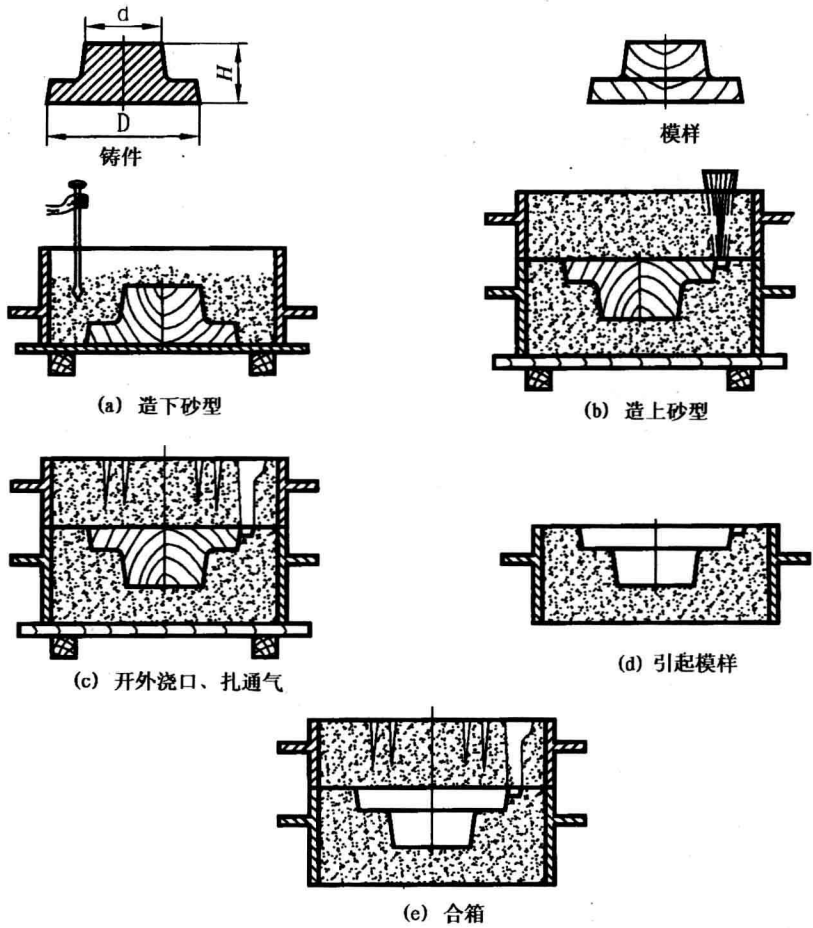


图 1-3 整模两箱造型示意图

(3) 挖砂造型

若铸件的最大截面不在端部,模样又不便分开,常将模样做成整体,造型时将妨碍起模的型砂挖掉,以便起模。如图 1-7 所示手轮,分型面不平,轮辐处又较薄,不能将模样分为两半。可采用挖砂造型。

挖砂造型比较费事,只适合于小批生产。当成批生产时,采用假箱造型或成型模板造型来代替挖砂造型,可大大提高生产率。

假箱造型如图 1-8 所示。将整模压入准备好的砂箱中至最大截面处制得假箱,用假箱造下砂型,将假箱与下砂箱翻转 180°,取下假箱,在下砂型上造上砂型。起出模样后合箱,即得所需铸型。假箱不参加合箱浇注,只用来造下砂型。当生产数量更多时,用图 1-9 所示的成型底板代替假箱。

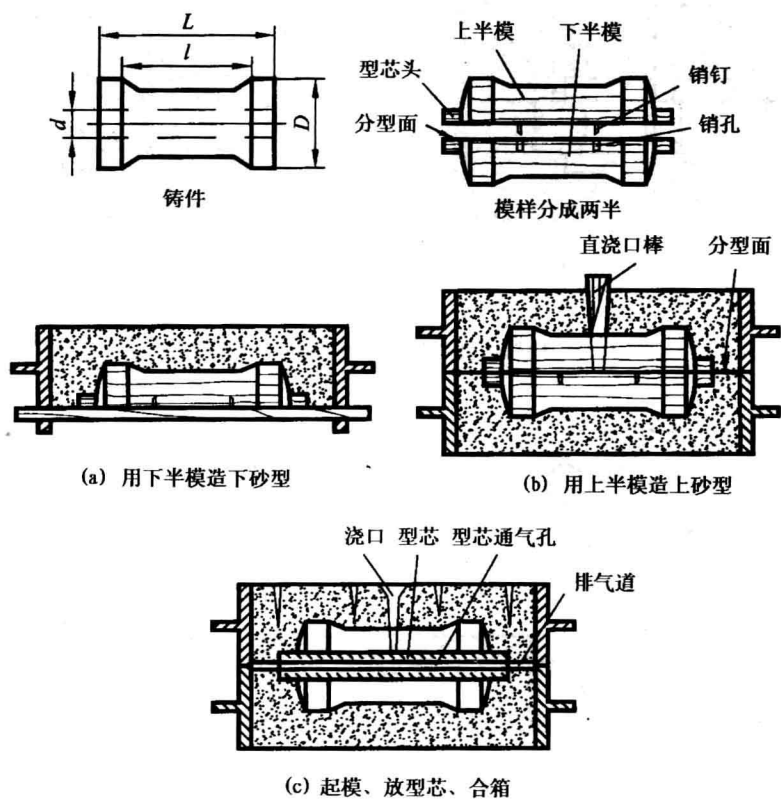


图 1—4 分模两箱造型示意图

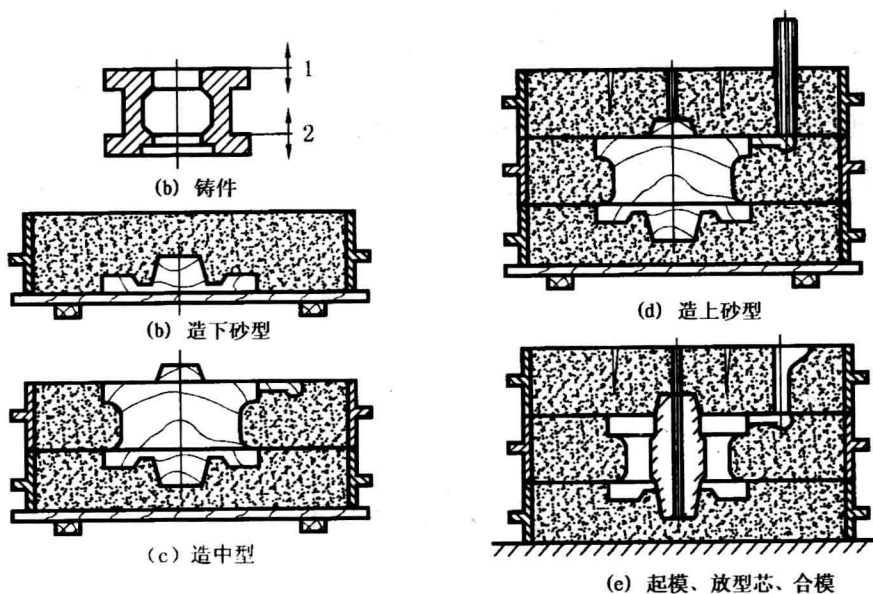


图 1—5 槽轮铸件三箱造型示意图

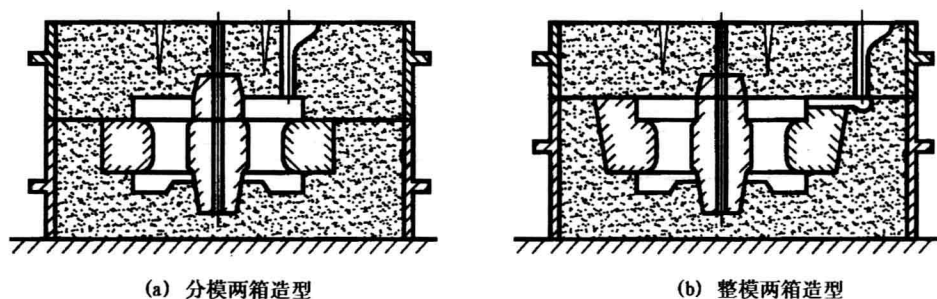


图 1—6 槽轮铸件带外型芯两箱造型示意图

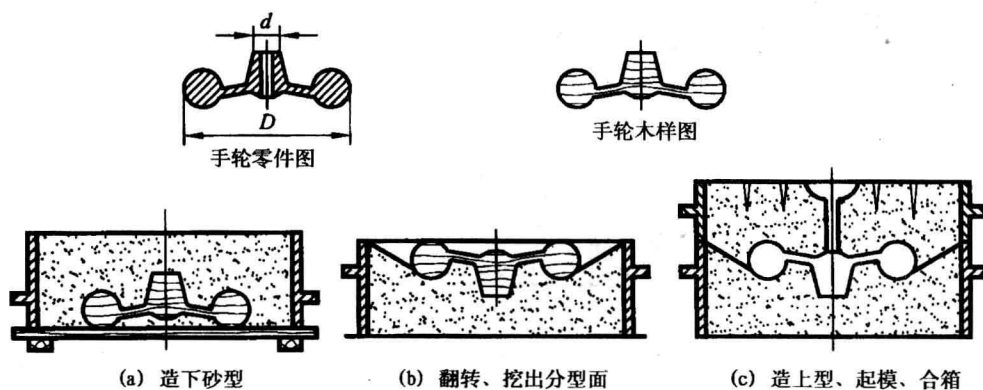


图 1—7 挖砂造型示意图

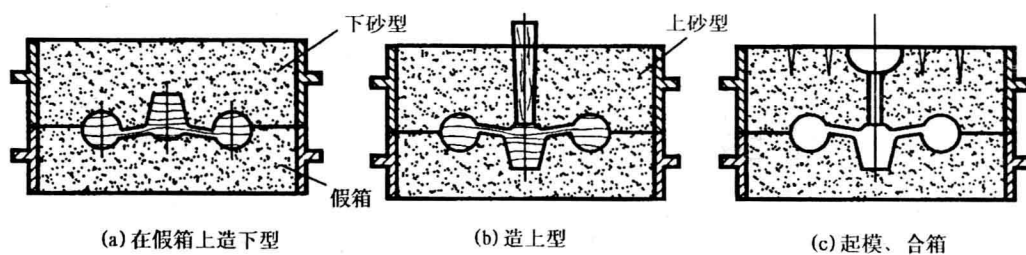


图 1—8 假箱造型示意图

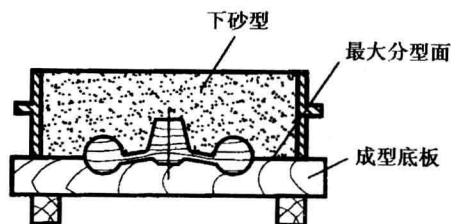


图 1—9 成型底板造型示意图

(4)活块模造型

铸件上有凸起部分妨碍起模时,可将局部影响起模的凸台做成活块。造型时,先起出主体模样,再用适当方法起出活块模。拖板的活块模造型过程,如图 1—10 所示。主体模起出后,起活块模时先水平移出,再垂直提起。

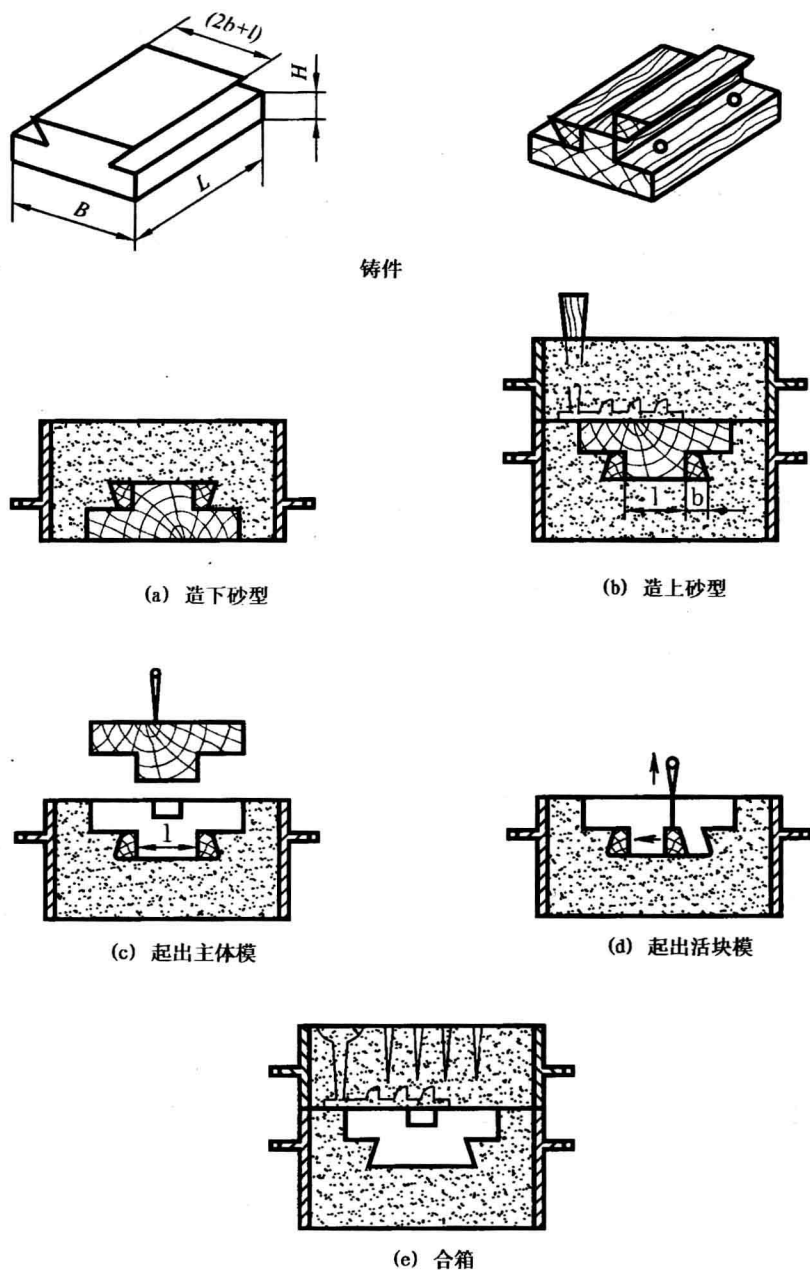


图 1—10 活块模造型示意图

活块模造型操作难度大,只适合于单件小批生产。若成批生产,可用外型芯代替活块,使造型更容易。模样只需做成长方体,如图 1-11(a)所示。造型时,模样起出后放两条型芯,合箱即得所需铸型,如图 1-11(b)所示。

(5)刮板造型

它是利用和零件截面形状相适应的特制刮板代替模样进行造型的。对旋转体类铸件,常用绕垂直轴旋转的刮板,其过程如图 1-12 所示。按铸件尺寸选好砂箱,并适当紧实一部分型砂,使刮板轴能定位且转动自如。用下型刮板刮制下砂型。用上型刮板制成型砂堆,再造上砂型,合箱后便制得砂型。

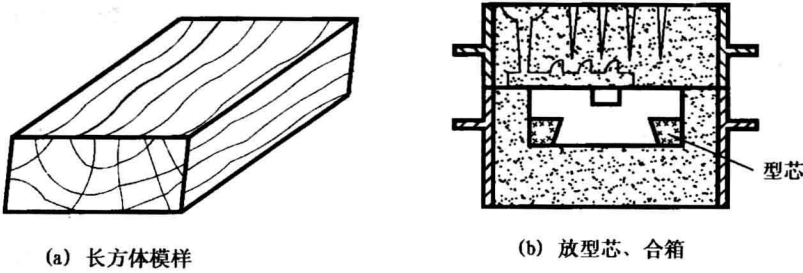


图 1-11 外型芯代替活块造型示意图

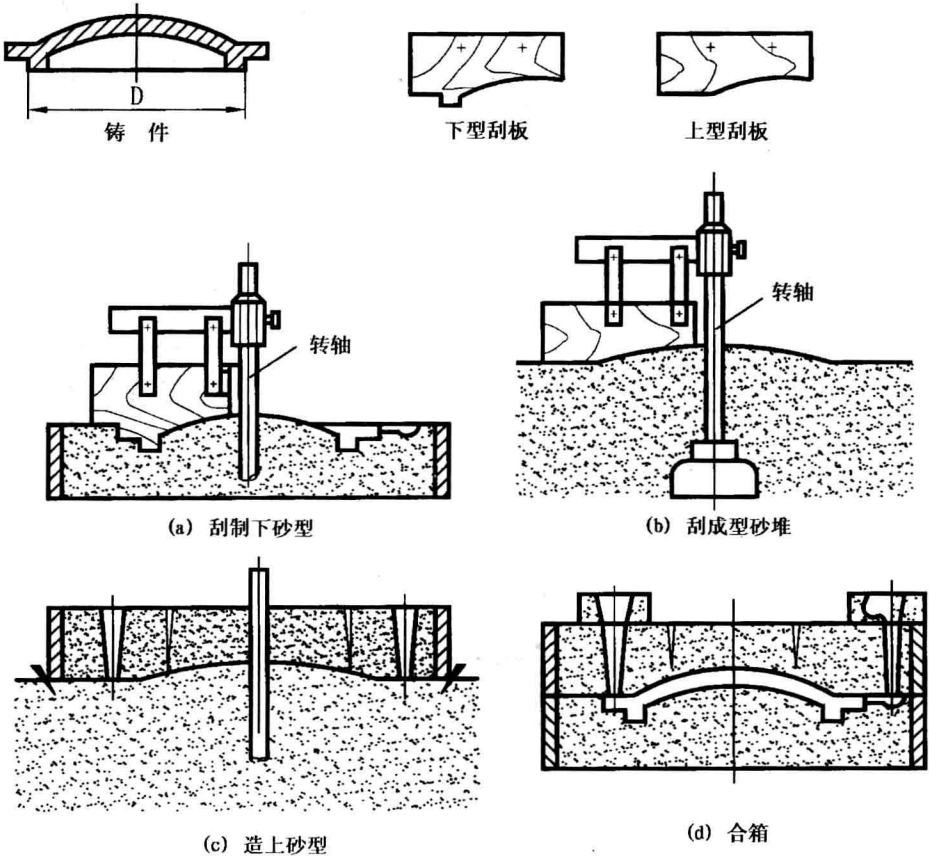


图 1-12 刮板造型示意图

(6)地坑造型

地坑造型是在地面挖一个砂坑代替下砂箱进行造型的方法,如图 1-13 所示,将模样放入地坑中填砂造型,上砂型靠定位楔与地坑中的砂型定位。主要用于大、中型铸件的单件小批生产。铸造时,常用焦炭垫底,再插入管子,以便气体排出。

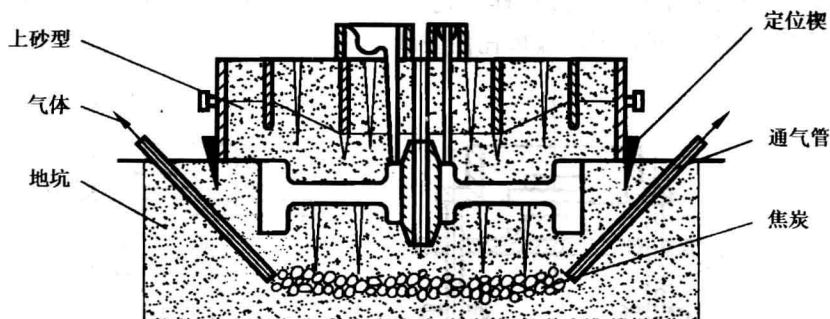


图 1-13 地坑造型示意图

2. 机器造型

机器造型的实质是用机器代替手工紧砂和起模。造型机的种类很多,目前常用震压式造型机等。

(1)震压式造型机

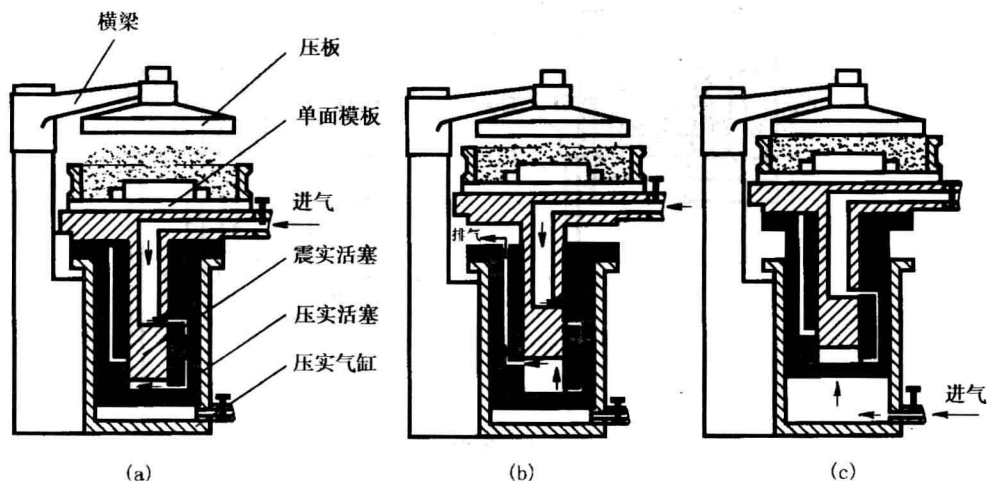


图 1-14 震压式造型机的紧砂过程示意图

震压式造型机的紧砂过程,如图 1-14 所示。造型时,把单面模板固定在造型机的工作台上,扣上砂箱,加型砂,见图 1-14(a)。当压缩空气进入震实活塞底部时,便将其上的砂箱举起一定高度,此时排气孔接通,见图 1-14(b)。震实活塞连同砂箱在自重的作用下复位,完成一次震实。重复多次直到砂型紧实为止。再使用气缸进气,见图 1-14(c)。压实活塞带动工作台连同砂箱一起上升,与造型机上的压板接触,将砂箱上部较松的型砂压实而完成紧砂的全过程。一般震压式造型机震动频率为 $150 \sim 170$ 次/min,振幅 $22 \sim 80$ mm,虽然生产率较高,但噪声较大。若采用高频率($700 \sim 1000$ 次/min)、低振幅($5 \sim 10$ mm)的低压微震造型机,不仅噪声小,且型砂紧实度更均匀,生产率更高。

造型机上大都装有起模装置。常用的有四种：

1) 顶箱起模: 图 1-15(a) 为顶箱起模。当砂型紧实后, 造型机的四根顶杆同时垂直向上将砂箱顶起而完成起模。

2) 落模起模: 图 1-15(b) 为落模起模。起模时将砂箱托住, 模样下落, 与砂箱分离。

3) 漏模起模: 当铸型型腔较深或模样不允许有拔模斜度时, 常采用漏模起模, 如图 1-15(c)。起模时, 为防止型砂脱落, 则用漏板托住型砂, 当模样从漏板中抽出后, 再将漏板拿掉。

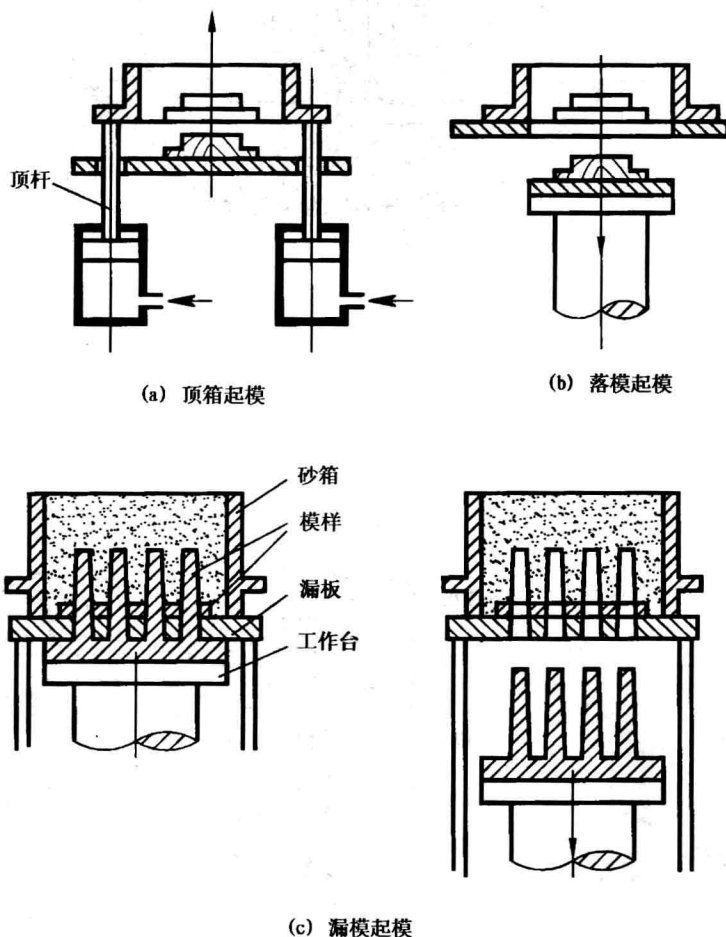


图 1-15 起模装置示意图

4) 翻转落箱起模: 对于形状复杂或有吊砂的砂型, 可采用翻转落箱起模。如图 1-16 所示。起模前将砂箱连同模样一起翻转 180° , 再使砂箱下落而完成起模。这种造型机结构复杂, 较适宜于造下砂型。

3. 垂直分型无箱挤压造型生产线

这种方法在生产中得到了广泛应用。其过程如图 1-17 所示, 先打开气罐阀门, 向闭合的造型室射砂, 如图 1-17(a) 所示; 压实油缸柱塞向左推动压实模板, 将型砂压实, 如图 1-17(b) 所示; 反压模板向左退出并向上转 90° 起模, 如图 1-17(c) 所示; 油缸柱塞继续左移, 将砂型