

JIN GONG SHI XI JIAO CAI

**金工**  
**实习教材**

郑州航院《金工实习教材》编写组 编

来守正 常光清 主编

新华出版社

# 金工实习教材

郑州航院《金工实习教材》编写组编

来守正 常光清 主编

齐桂森 审校



新华出版社

## 内 容 提 要

本文主要介绍铸造、锻造、焊接等毛坯成形方法及热处理工艺和传统的去除成形方法，即车、铣、刨、磨、钳工工艺等。共分八章，每章附有案例和习题。

本文特点是：结构新颖，理论联系实际，工艺案例实用性强。着重培养学生分析问题和解决问题的实际能力。

本书可作为高校各专业的金工实习教材，亦可作为中等专业学校及职业高中的生产实习用书。

## 金 工 实 习 教 材

郑州航院《金工实习教材》编写组编

来守正 常光清 主编

齐桂森 审校

☆

新华出版社出版

郑州航院印刷厂印装

☆

开本787×1092 1/16 印张8.75 字数201600

1990年12月第1版 1990年12月第1次印刷

印数0001—3000

ISBN7—5011—1065—4/G·336

定价 3.95元

## 前 言

本书根据《金属工艺学教学大纲》和《金工实习教学基本要求》等编写，适于金工生产劳动实习教学。

金工实习，是理论教学的前提，也是学生接受劳动教育及工程训练的重要环节。它为学生学习后续课程及今后从事各项专业工作，奠定必要的工业生产基础知识。

本书着重介绍金属的毛坯成形和去除成形的主要方法，各工种常用设备及工具的一般原理、结构和使用。通过典型案例重点阐述了各种成形方法的工艺过程。对安全操作技术作了明确的交待。各章附有案例及习题，以利于学生巩固所学知识。编写中力求语言简练、深入浅出、紧扣实习教学各个环节，注意培养学生最基本的操作技能。

本书由郑州航空工业管理学院《金工实习教材》编写组编写，参加编写的同志有邓广聚、孙耀贤、来守正、孟兴发、常光清、杨秀明，主编来守正、常光清。主审齐桂森。编辑加工胡宏光。

限于编者水平，本书中错误与不妥之处，望使用教材的师生提出批评。

1990年12月

# 目 录

前言			
<b>第一章 铸造</b> .....	1		
第一节 基础知识.....	1		
第二节 砂型铸造.....	2		
第三节 常见的铸造缺陷.....	18		
第四节 特种铸造.....	21		
习题.....	23		
<b>第二章 锻压</b> .....	25		
第一节 基础知识.....	25		
第二节 金属坯料加热和锻件冷却.....	26		
第三节 自由锻造.....	27		
第四节 模锻.....	36		
第五节 锻件的缺陷分析.....	37		
第六节 板料冲压.....	38		
习 题.....	40		
<b>第三章 焊接</b> .....	41		
第一节 基础知识.....	41		
第二节 手工电弧焊.....	42		
第三节 气焊与气割.....	47		
第四节 其它焊接方法.....	51		
第五节 焊接变形.....	53		
第六节 常见焊缝缺陷及检验方法.....	54		
习 题.....	55		
<b>第四章 钢的热处理</b> .....	56		
第一节 基础知识.....	56		
第二节 常用热处理方法.....	57		
第三节 常用热处理设备.....	60		
第四节 零件热处理工艺实例.....	61		
第五节 热处理零件的检验.....	63		
习题.....	63		
<b>第五章 切削加工基础知识</b> .....	64		
第一节 切削运动和切削用量.....	64		
第二节 切削加工的技术要求.....	65		
第三节 量具.....	67		
习题.....	71		
<b>第六章 车削加工</b> .....	72		
第一节 基础知识.....	72		
第二节 普通车床.....	74		
第三节 车削刀具.....	76		
第四节 机床附件及其工件安装.....	79		
第五节 车床操作及其加工范围.....	82		
第六节 车削加工工艺案例.....	85		
习 题.....	86		
<b>第七章 刨削、铣削、磨削加工</b> .....	87		
第一节 刨削加工.....	87		
第二节 铣削加工.....	94		
第三节 磨削加工.....	101		
习题.....	107		
<b>第八章 钳工</b> .....	108		
第一节 基础知识.....	108		
第二节 划线.....	110		
第三节 錾削、锯割、锉削.....	114		
第四节 孔加工.....	121		
第五节 刮削.....	127		
第六节 装配.....	130		
习题.....	134		
钳工操作实例.....	136		

# 第一章 铸 造

## 第一节 基础知识

### 一、目的与要求

1. 了解铸造的特点及应用范围。
2. 着重了解砂型铸造的生产过程及基本造型方法，并获得一定的感性知识。
3. 初步了解铸铁的熔化、浇注及常见铸造缺陷。
4. 对特种铸造方法作一般了解。

### 二、概述

铸造是将液体金属浇注入铸型的空腔中，待冷却凝固后获得零件或毛坯制品的工艺方法。

在机器制造中，通常用于铸造的合金有铸铁、铸钢、铸造有色金属等。应用最为广泛的是灰口铸铁。

铸造技术能在机器制造业、造船工业、农机及航空工业等领域中得到极为广泛的应用，是由它的特点所决定的。铸造与锻造、焊接比较具有如下优点：①材料来源广泛；②生产成本低；③工艺灵活，并且不受零件的大小、形状和结构复杂程度的限制。零件重量小到几克，大到几百吨。对于壁厚，小到0.5mm，大到1m左右；④铸件的形状尺寸与零件接近，可节省金属的消耗，减少切削加工的工作量，大大提高经济效益等。

铸造方法可分为砂型铸造及特种铸造两大类。用砂型浇注的铸件占铸件总产量的90%以上，所以应用最广泛的是砂型铸造。砂型铸造的生产过程如图1-1所示。

### 三、安全知识

1. 实习前应穿戴好规定的防护用品。禁止赤脚赤臂进行操作，防止烫伤、扎伤和有害物质的伤害。

2. 实习场地应保持整洁，砂箱、模型、工具等不得乱堆放，使用行灯的电压不得超过36V。

3. 造型时不得用嘴吹分型砂，以免砂粒伤眼。

4. 不得用手或脚触及未冷却铸件。

5. 在清理铸件时不得对着人打浇冒口及凿毛刺。

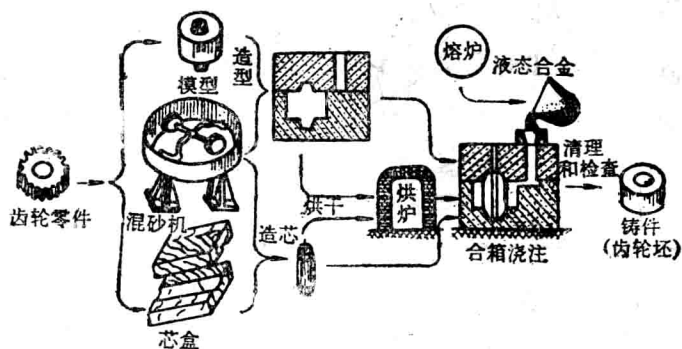


图1-1 砂型铸造的生产过程

## 第二节 砂型铸造

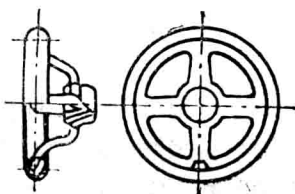
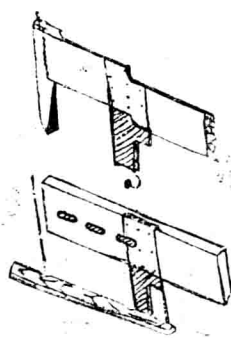
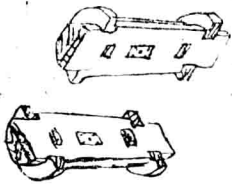
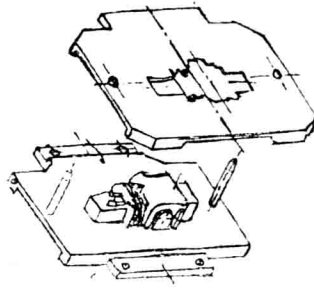
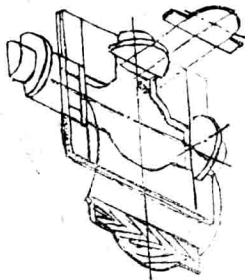
### 一、砂型铸造的工艺装备

砂型铸造常用的工艺装备包括模样、芯盒及砂箱等。工艺装备对保证铸件质量,提高劳动生产率,改善劳动条件起着重要的作用。特别是在铸造机械化、自动化大量生产中尤为显著。

#### (一) 模样

在铸造生产中,用木材、塑料、铸铝合金、铜合金或钢铁,制成与铸件形状相同的,可形成铸型空腔的木模、塑料模或金属模统称为模样。模样必须具有足够的强度、刚度及与铸件技术条件相适应的粗糙度和尺寸精度。模样材质选择,要根据铸件的要求、造型方法和批量大小来决定。木模用于单件或小批量生产;塑料模用于大型单件、成批中小件或形状复杂及机加工困难的铸件生产;金属模用于成批和大量生产。模样的结构形式如表1-1所示。

表1-1 模样的结构形式

结构形式	示意图	特点及应用范围	结构形式	示意图	特点及应用范围
整体模		不易分型,或结构简单、单件生产的铸件	车板模		生产周期短,节约木材,适用于单件生产的回转体铸件
分开模		造型方便,便于起模,普遍采用	漏模		成批生产较高,起模斜度较小或筋条间距小,不易起模的铸件
刮板模		生产周期短,节约木材,适用于单件生产、形状简单的铸件			

#### (二) 芯盒

芯盒用于制造型芯。芯盒按其结构可分为整体式、分开式、可拆式等几种形式,如图1-2,图1-3,图1-4所示。

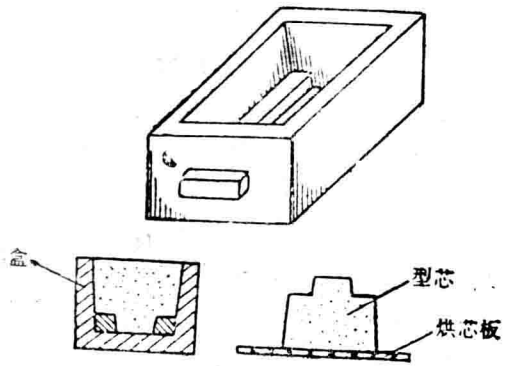


图1-2 整体式芯盒

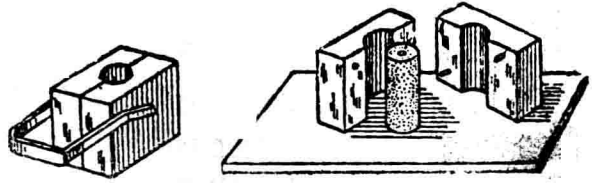


图1-3 分体式芯盒

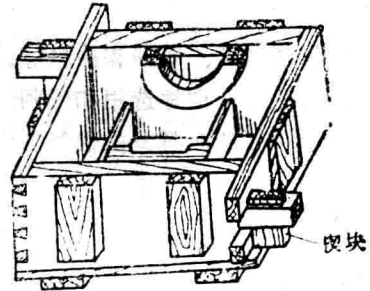
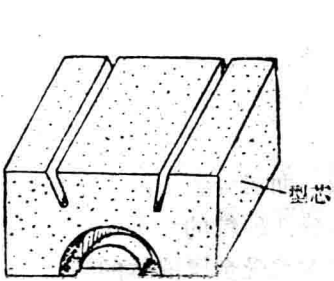


图1-4 可拆式芯盒

### (三) 砂箱

砂箱用于造型。它分为整体式、装配式和焊接式等，如图1-5所示。

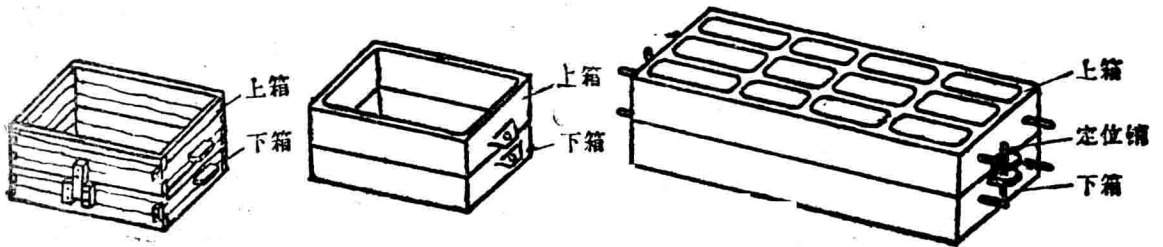


图1-5 砂箱

## 二、砂型的组成

砂型是在铸造生产中用以获得铸造毛坯的铸型。砂型一般由上砂型、下砂型、型芯和浇



注系统等几个部分组成。上下砂型的交界面称为分型面，通常用定位销将上下砂型定位。砂型中取出模型后形成的空腔称为型腔。型腔中有阴影的部分为型芯，用以形成铸件的内孔。型芯上用来按装和固定的部分称为芯头，型芯头安放在砂型的型芯座上。液体金属由浇注系统注入型腔，金属液与砂型作用所产生的气体由通气孔、出气冒口等处排出，如图1-6所示。

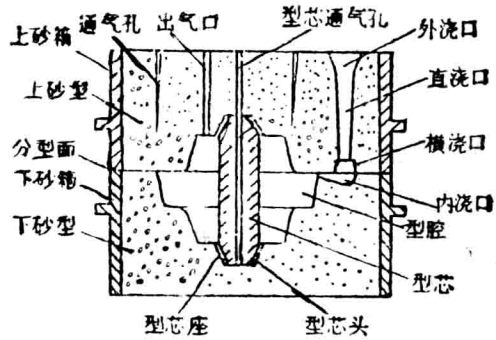


图1-6 砂型各部分名称

### 三、造型材料

造型材料包括型砂、芯砂和涂料等。造型材料质量的优劣对造型工艺、铸件质量等都有很大的影响。为此，合理地选用和配制造型材料是非常重要的。

#### (一) 型砂和芯砂应具备的性能

1. 可塑性 在外力作用下，能改变本来的形状，而当外力去除后仍能保持改变后的形状，这种性能称为可塑性。可塑性与粘土的含量、水分、砂粒的大小和均匀程度有关。

2. 强度 砂型和型芯在制造、搬运、修理和浇注时承受金属液体的冲击和压力不易损坏的能力称为型（芯）砂的强度。影响强度的因素有：舂砂次数的多少，粘土含量，砂粒大小、形状和均匀程度、含水分多少等。

3. 透气性 型（芯）砂能让气体透过本身而逸出的能力称为透气性。影响透气性的因素有：舂砂次数、粘土含量、砂粒大小、形状和均匀程度、水分混合的均匀程度等。

在浇注过程中，注入型腔中的高温金属液体会析出气体，砂型和型芯亦会产生大量气体。如果透气性差，部分气体留在铸件内，会形成气孔等缺陷。

4. 耐火性 型（芯）砂抵抗高温金属液的作用而不溶化、软化和烧结的能力称为耐火性。型（芯）砂耐火性不足会造成铸件粘砂，使切削加工困难。粘砂严重难以清理的铸体甚至造成废品。

5. 退让性 铸件冷却收缩时，砂型和型芯的体积可以被压缩的性能称为退让性。退让性差会阻碍金属收缩，使铸件产生内应力，甚至造成裂纹等缺陷。

由于型芯的工作条件差，浇注时型芯大部分被金属液所包围，因此对芯砂的性能要求应比型砂高，如要求芯砂的耐火性、退让性要好，气体发生量要少等，并且要有好的溃散性。

要测得型（芯）砂的性能，须用专用的检测仪器进行测定。但在单件或小批量生产时，一般都靠经验来判断。

#### (二) 型砂、芯砂的组成

型（芯）砂是由原砂、粘结剂、附加料、旧砂和水分混合搅拌而成。

原砂的主要成分是二氧化硅，它具有较高的耐火性。二氧化硅含量愈高则耐火性愈好。

粘结剂一般为粘土和膨润土两种，有时亦用水玻璃或植物油。在型（芯）砂中加入粘结剂的目的是使型（芯）砂具有一定的强度和可塑性，以保证在造型和浇注时砂型不被损坏。如果粘土和水分太多，则透气性下降，浇注时气体难以排出，在铸件内易形成气孔缺陷。但过高的强度和较差的退让性，会造成铸件凝固收缩时受到阻碍以致产生裂纹。附加材料是煤粉和锯木屑等，型（芯）砂中加入附加材料的目的是防止铸件表面粘砂和提高退让性等。

为了获得优质铸件，型（芯）砂中的石英砂、粘土和水分必须按一定比例配制，同时还要加一些附加材料以满足型（芯）砂具有高强度、较好的退让性、高的耐火性和透气性。

### （三）型砂的种类

型砂按用途不同可分为面砂、背砂、单一砂和型芯砂四种。

面砂是铸型表面直接和液体金属接触的一层型砂，它具有较高的耐火性、强度和可塑性。背砂是填充在砂箱中除面砂外的其余部分的砂或称为填充砂。它除透气性外，其它性能要求不高。在机械化生产中，为了提高配砂的工作效率，便于运输，故多采用单一砂。由于型芯的工作条件是处在液体金属包围之中，故要求它具有更高的强度、耐火性和退让性。所以对形状较复杂的和较重要的型芯则需要用桐油、亚麻仁油作粘结剂。

### （四）辅助材料

常用的辅助材料是分型砂和造型涂料。分型砂是干燥、颗粒均匀的原砂。其作用是防止造型中砂箱与底板之间，砂箱与砂箱之间型砂层的粘附，以免分型时损坏铸型。造型涂料的作用是防止铸件表面粘砂，故要求它有较高的耐火性。铸铁件通常用石墨粉，铸铜件用石英粉，加粘土和水调成糊状。

## 四、型（芯）砂的配制

在砂型铸造生产中，每获得1吨合格铸件，平均需要4~5吨型（芯）砂，其中新的造型材料就需要0.5~1.0吨，因此，造型所需要的型（芯）砂量很大，尤其是在大批量生产中，型（芯）砂需要量更大。手工操作配制型（芯）砂远远满足不了需要。为了提高生产效率、减轻劳动强度，型（芯）砂的配制逐步被机械化设备所代替。

配制型（芯）砂的生产过程包括新砂处理、旧砂处理、辅助材料的处理及型（芯）砂制备。

（一）新砂、粘土材料加工 过筛的新砂，除去石块、木片，过湿的砂子还要进行烘烤。粘土和膨润土一般先要干燥，然后打碎筛分。

（二）旧砂加工 一般分为破碎、磁分和筛分。

（三）辅助材料加工 如煤料，先粉碎、细研，然后筛分。

（四）型（芯）砂的混合料配制 混合料配制一般是先干混合，再补充混合；先混合粘土小部分，然后加入较多部分继续混合。混合之后再静置2~3小时，使混合物中的粘土更好地吸收水分，然后打松以增加透气性。

型（芯）砂的配制一般是在混砂机中进行，最常见的碾轮式混砂机如图1-7所示。

## 五、造型基本操作

造型是使用模型、砂箱和造型工具制造砂型的操作工序。按操作的手段不同，造型分为手工造型和机器造型两种。一般单件和小批量生产用手工造型，机器造型用于大批量和大量生产。在实际铸造生产中，尽管造型的方法很多，但其操作过程基本上是类似的。现介绍手工造型用工具（图1-8）及基本操作程序，以便使我们初步掌握正确的操作方法。

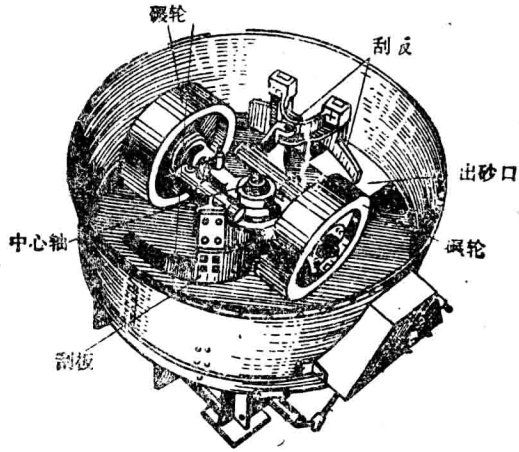


图1-7 碾轮式混砂机

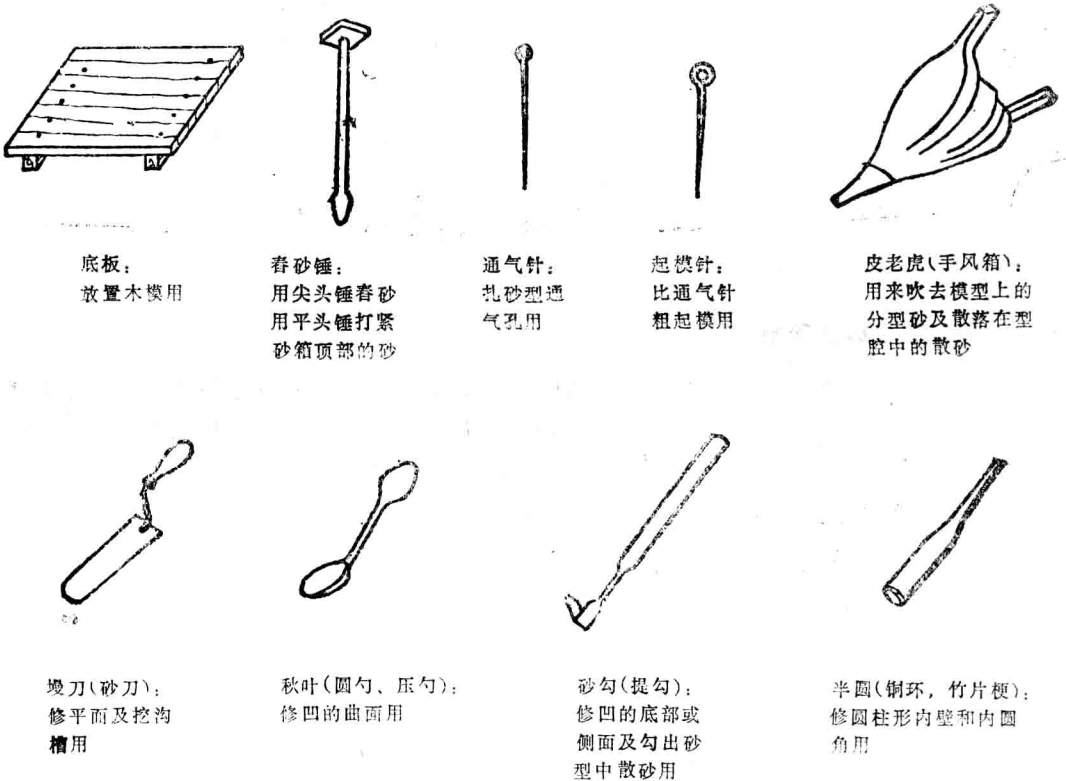


图1-8 手工造型工具

手工造型基本操作程序主要分以下几个步骤：造型前的准备、砂型的紧实、扎通气孔、开浇口、起模、修型、合箱等。

### （一）造型前的准备工作

根据铸件生产的产量，合理确定作业面积、型砂的用量；准备好必须的造型工具、底板

及辅具；准备好造型用模型；按照模型的形状和尺寸合理地选用砂箱；合理地按放模型即把模型放在砂箱内的底板上，要保证有合理的吃砂量、浇注系统的尺寸位置等。

## (二) 填春型砂

把型砂填入砂箱中再进行春砂，使型砂紧实具有一定的强度。先将模型周围的型砂塞紧（图1-9）注意不要松动模型，然后把型砂分次加入，逐层紧实，直到砂箱最上层的表面春实后方能刮平。

紧实型砂应注意：春砂应均匀且按一定路线进行（图1-10）；春砂用力大小应适当（图1-11）；同一砂型中各处的紧实度是不同的，靠近砂箱壁处要春紧以免塌箱，在模型处砂层稍紧些，使型腔在浇注时能承受金属液的压力，其它远离型腔的地方考虑到通气性故砂层不能春得太紧，如图1-12所示。

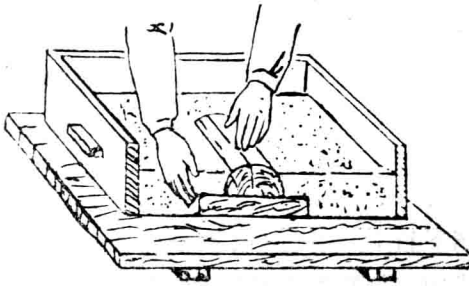


图1-9 用手将模型周围塞紧

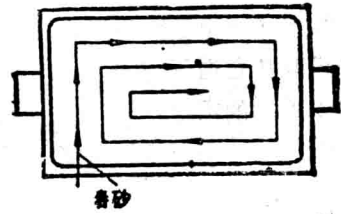
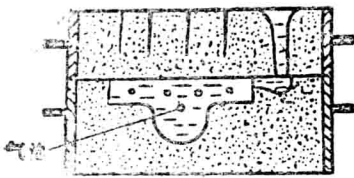
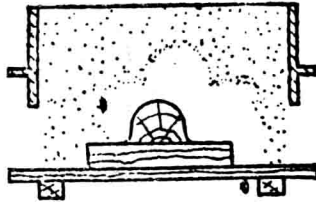


图1-10 春砂进行的路线



春砂用力过大，砂型太紧，浇注时型腔内气体跑不出



春砂用力太小，砂型太松易塌箱

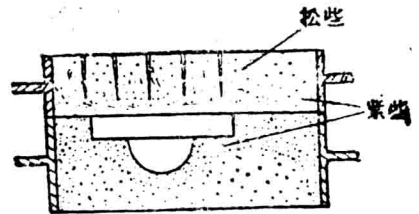


图1-12 砂型紧实分布情况

## (三) 分型面的修整与隔离

对于干型，为防止在合箱时砂型边缘被压坏，故在起模前，必须把上下砂型分型面上木模周围的型砂稍微压低些，以形成1~2mm的披缝。湿型一般不压出披缝，但有时为了防止砂型周围被压坏，也可留小于0.5mm的披缝。

为了防止上下箱型面的粘结，在下砂型造好翻180°后，在造上砂型之前，应在分型面上均匀地撒一薄层干砂（分型砂），最后将木模上的干砂用皮老虎吹掉（图1-13）以免在造型时分型砂粘到上砂型表面，在合箱浇注时被金属液冲刷下来，落入铸件中，使其产生缺陷。

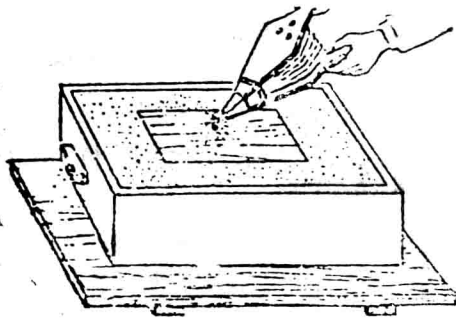


图1-13 吹掉木模上的分型砂

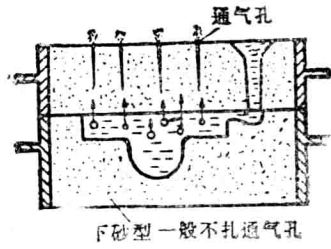


图1-14 上砂型所扎的通气孔

#### (四) 砂型的通气

在浇注过程中，气体必须要通畅地排出砂型，以防止铸件出现气孔缺陷，这就要求型砂除有足够的透气性和型砂不宜过度紧实外，还需要在上砂箱的砂型均匀地扎通气孔（图1-14）或采取其它通气方法。

#### (五) 砂型的定位

合箱时，上砂箱必须按原来开箱的位置合到下箱上，否则铸件会沿着分型面错位，所以上下砂型应有精确的定位。常用定位方法一是借助定位销和砂箱的定位孔来定位(图1-15)；

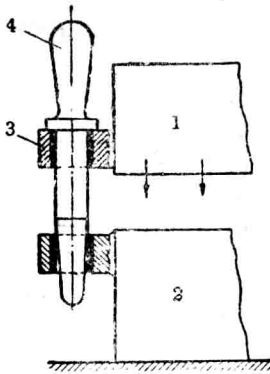


图1-15 用定位销定位

1—上砂箱；2—下砂箱；  
3—定位孔；4—定位销

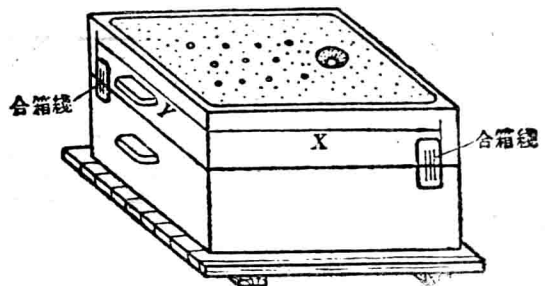


图1-16 在砂箱直角边缘处的合箱线

二是做合箱线。如果砂箱上无定位销孔，当型砂春实后，在上下砂箱的接合处，用红砂泥做出定位线来定位，但定位线必须做在砂箱的三个侧面上（图1-16），以保证前后左右都不发生错边。做完定位线后即可开箱起模。

#### (六) 松模和起模

起模前用水笔在木模周围稍微润湿（图1-17）以增强型砂的结合力，防止起模时损坏砂型边缘。

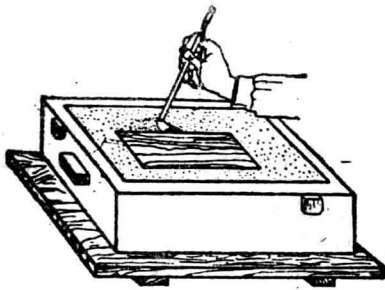


图1-17 起模前模型周围刷水

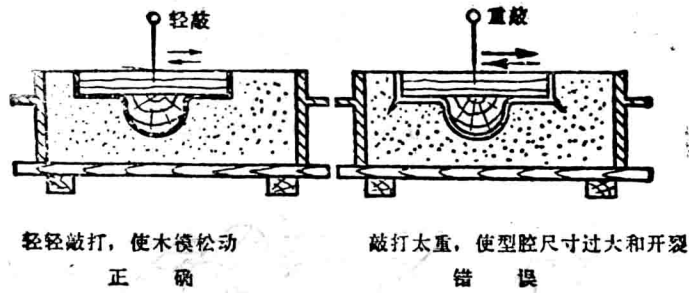


图1-18 起模前松动木模

为便于起模，在起模前必须松模（图1-18）。把起模针放在木模的重心上，轻轻敲打起模针下部，使木模与砂型之间产生均匀的空隙。起模时应小心细致，起模起得好，可以减少修型的工作量。起模在开始时要缓慢，当木模将要全部起出时要迅速，这样做不易损坏砂型。

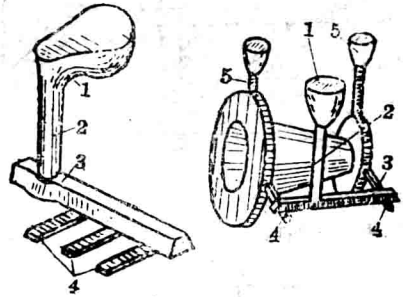
### （七）修型

由于起模时造成型腔损坏，或砂型局部出现松软，或型腔内不光滑等需进行修补，使型腔符合图纸要求，这种操作叫修型。在修型时必须做到使修型料与砂型牢固结合，对砂型上的一些薄弱的表面，转角处，凸起的地方和浇口附近，为了增加强度，必须插入铁钉来加强。

### （八）浇注系统

液体金属流进型腔的一系列通道称为浇注系统。有时浇注系统亦包括冒口在内统称为浇冒系统，如图1-19所示。

浇口是金属流入型腔的通道。通常浇口由外浇口、直浇口、横浇口及内浇口四部分组成。浇口开设的好坏直接影响铸件的质量。如铸件的砂眼、夹砂，渣眼、浇不足等缺陷，往往是因浇口开设不当所造成的。所以对浇口的开设不容忽视。



a) 典型的浇注系统 b) 带有浇注系统的铸件

图1-19 浇冒系统

- 1—外浇口；2—直浇口；3—横浇口；  
4—内浇口；5—冒口与出气孔

在铸件的肥厚部分，为防止产生缩孔，需要补缩，补缩的方法是在铸件肥厚的地方及铸件最高的地方设置冒口。

### （九）涂料

为了防止铸件产生粘砂，使铸件表面光洁，对湿型在其型腔内用粉袋撒上一层粉状涂料如石墨粉、滑石粉等。对干型则需用排笔在型腔内刷一层液状涂料如碳灰水等。

### （十）合箱

修型完毕并在型腔内抖撒涂料后即可以合箱。合箱时要注意使砂型保持水平下降，对准合箱线，防止错箱。

## 六、造型方法

造型是砂型铸造生产中的重要工序。按照造型手段不同，可分为手工造型和机器造型两

类。在手工造型中,由于铸件的形状复杂程度和批量的大小不同,可选择不同的造型方法。常用的造型方法有整模造型、分模造型、挖砂造型、假箱造型、活块模造型、车板和刮板造型等。

### (一) 整模造型

整模造型是最简单的造型方法。这种造型方法其模型是一个整体,分型面是上下箱的接

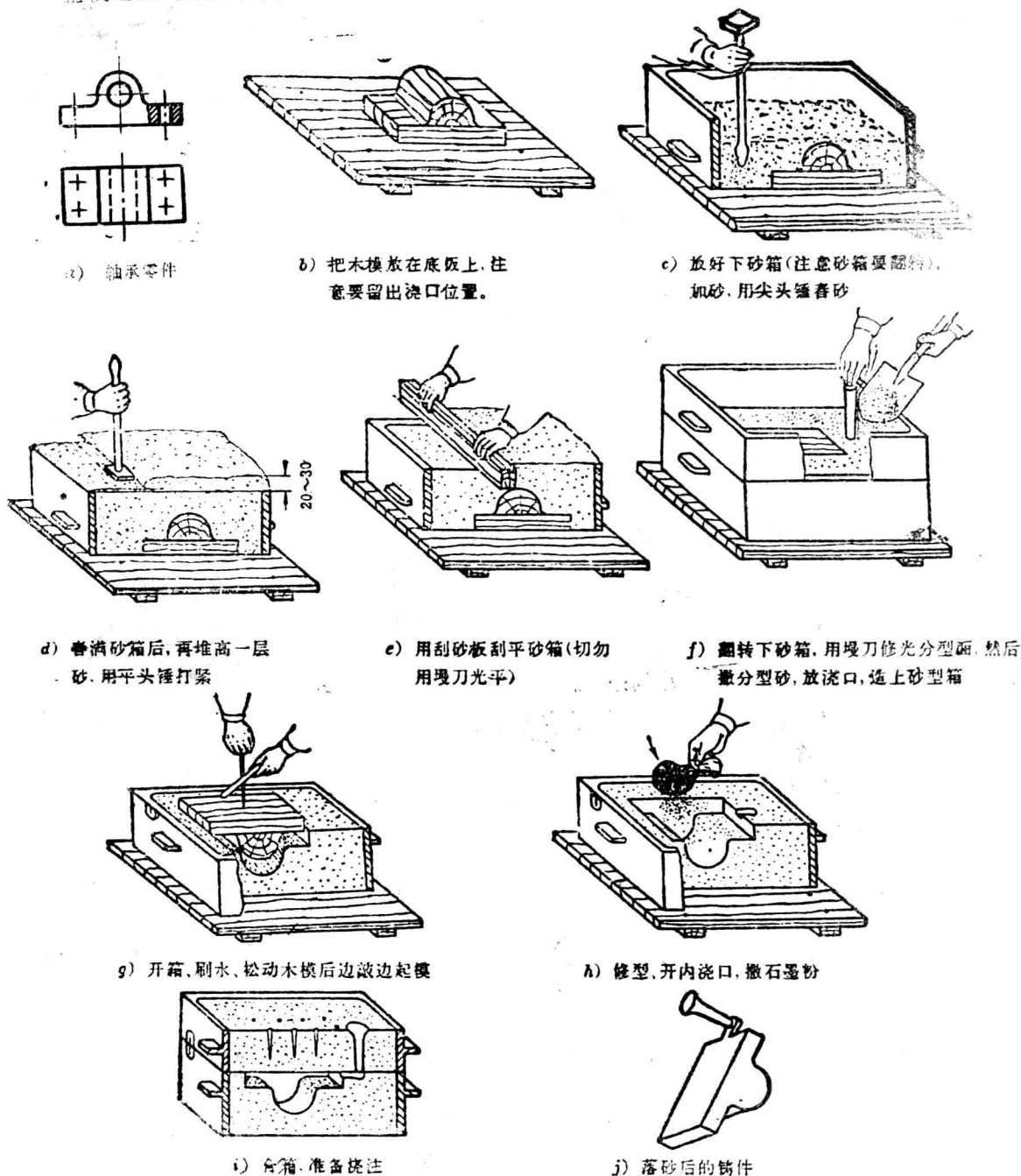


图1-20 整模造型过程

触平面，模型全部放在一个砂箱内，适于生产形状简单的铸件，造型过程如图1-20所示。

### (二) 分模造型

对于形状复杂的铸件，整模造型难以从砂型中取出模型，于是将模型分成两半，造型时模型分别置于上下砂箱之中，其分模面也是分型面。这种造型方法称为分模造型，其应用最为广泛。分模两箱造型过程如图1-21所示。

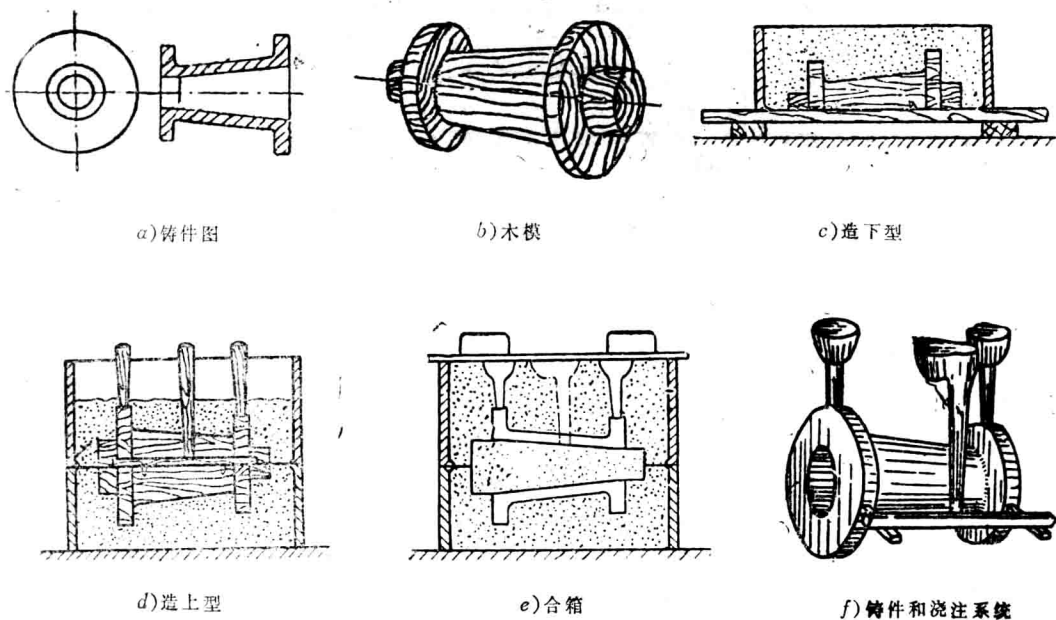


图1-21 带凸缘的管子分模造型

### (三) 挖砂造型

有些铸件的最大截面不在端面上，如手轮，模型太薄，制造分模困难，不宜做二片分模，故将模型做成整体，在造型时只是在舂实下箱翻转后挖去妨碍起模的一部分型砂，并且修出光滑的斜面作为分型面，然后制作盖箱，这就是挖砂造型，如图1-22所示。

挖砂造型不但要求操作技术较高，而且生产效率很低，适用于单件和小批量铸件的生产。

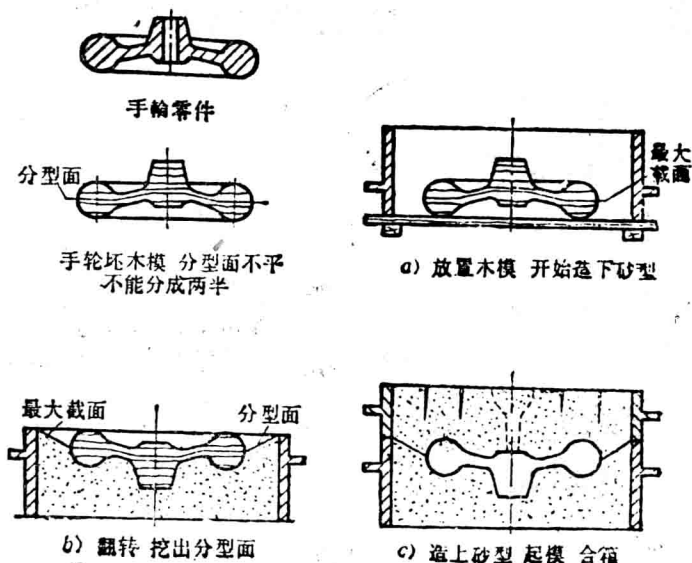


图1-22 挖砂造型过程



#### (四) 假箱造型

对挖砂造型的铸件如果批量大，为了提高生产效率，往往采取假箱造型（图1-23）。在造型前先做一个特制的假箱代替成形垫板，由于它不能用来浇注铸件故称为假箱。

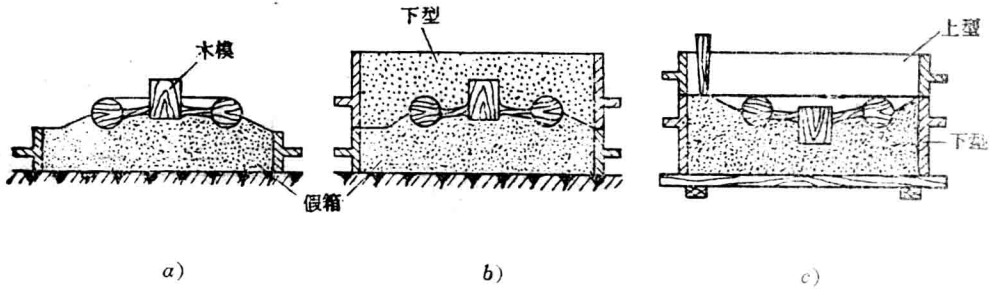


图1-23 假箱造型

#### (五) 活块造型

在砂箱造型中，为了避免过多的分型面，有时把木模上妨碍起模的突出部分作成活块，活块可用钉子或燕尾槽连接在木模上成为活块模，其造型过程如图1-24所示。

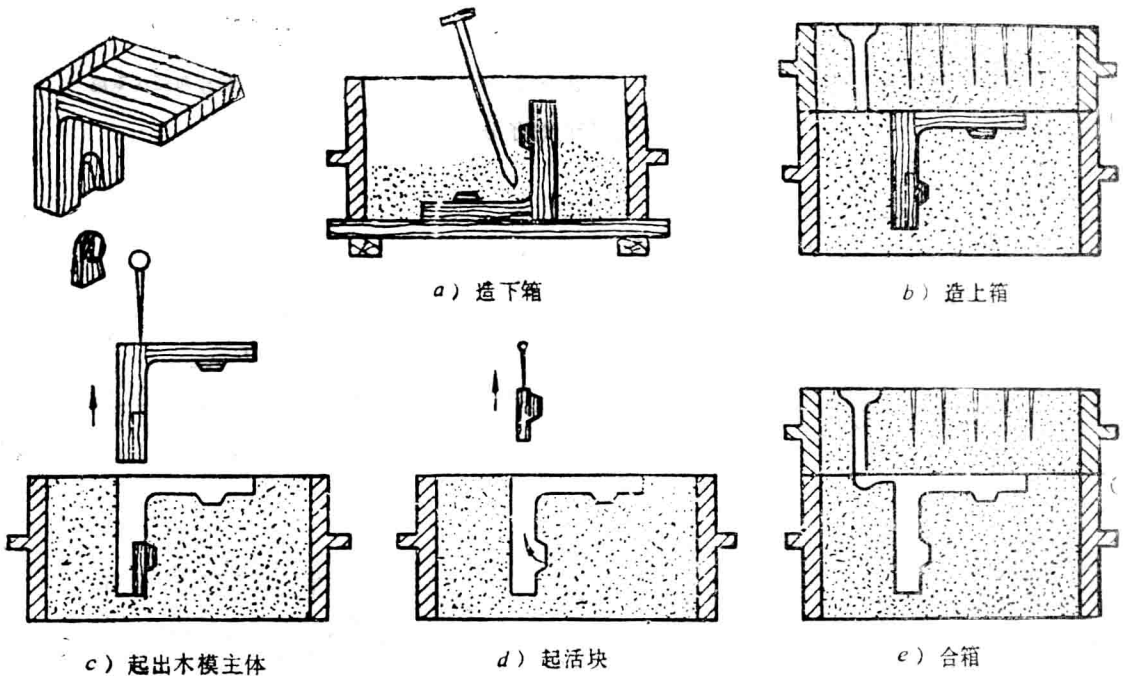


图1-24 活块造型过程

在大批量铸件生产中，亦可用外砂芯来代替活块。其造型过程如图1-25所示。