

高等学校教材

# 工程训练

主编 吴 鹏 迟剑锋  
参编 孙广平 高桂天 朱先勇



机械工业出版社

本书根据教育部工程材料及机械制造基础课程指导小组 1997年 6月修订的“工程训练教学基本要求”编写而成。内容包括铸造、锻压、焊接、钢的热处理、切削加工基础知识、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工、钳工等十章，各章后均有复习思考题。内容力求简明扼要、讲求实用、图文并茂，便于自学。

本书是普通高等学校工程训练的教材，也可供电视大学、职工大学、函授大学选用。

## 图书在版编目(CIP)数据

工程训练 吴鹏, 迟剑锋主编 北京: 机械工业出版社, 1997  
高等学校教材  
I. ①吴... ②迟... III. ①工业技术—高等学校—教材  
IV. ①

I. ①吴鹏 ②迟剑锋 III. ①工业技术—高等学校—教材  
IV. ①

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第 10000号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22号 邮政编码 100037)

策划编辑: 邓海平 蔡开颖 责任编辑: 蔡开颖

版式设计: 霍永明 责任校对: 张晓蓉

封面设计: 张静 责任印制: 洪汉军

印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1997年 6月第 1版第 1次印刷

16开 32页 1.5万字·1印张·1.5千字

定价: 3.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68995101 68995102

订购处: 机械工业出版社 机械工业出版社

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

本书是根据教育部工程材料及机械制造基础课程指导小组 2006年 6月修订的“工程训练教学基本要求”编写的。

工程训练是一门实践性的技术基础课，是机械类各专业学生学习机械制造的基本工艺方法、完成工程基本训练、培养工程素质的重要必修课。

工程训练以实践教学为主，学生必须进行独立操作。在保证贯彻教学基本要求的前提下，教学尽可能结合生产进行。

教学基本要求规定，工程训练的主要任务是：

① 了解机械制造的一般过程。熟悉机械零件的常用加工方法、所用主要设备的工作原理和典型机构、工夹量具以及安全操作规程。了解机械制造的基本工艺知识和一些新工艺、新技术在机械制造中的应用。

② 对简单零件具有初步进行工艺分析和选择加工方法的能力。在主要工种上应具有独立完成简单零件加工制造的实践能力。

③ 培养劳动观点、创新精神和理论联系实际科学作风。初步建立市场、信息、质量、成本、效益、安全、群体和环保等工程意识。

本书力求反映上述要求。本书主要阐述：毛坯制造和零件加工的工艺过程及工艺方法，典型设备和工、夹、量具的工作原理、结构及使用方法，安全操作规程等。

本书采用最新国家标准，对内容和图表作了一些更新。在编写时力求简明扼要、突出重点、讲求实用、便于自学。每章后附有复习思考题，以帮助学生掌握重点、巩固和加深所学知识。

本书由吴鹏、迟剑锋主编。参加编写的有：孙广平（第一章），迟剑锋（第二章、第三章、第四章），吴鹏（第五章、第六章、第七章），高桂天（第八章、第九章、第十章），朱先勇（第三章第四节、第五节、第四章第五节）。

本书得到吉林大学教材建设基金的资助。

由于编者水平所限，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

前言	
第一章 铸造	员
第一节 概述	员
第二节 型砂与芯砂	圆
第三节 模样和芯盒	源
第四节 造型	缘
第五节 制芯	苑
第六节 浇注系统、冒口和冷铁	源
第七节 合型	苑
第八节 铸铁的熔炼及其设备	苑
第九节 浇注、落砂、清理和热处理	怨
第十节 零件、模样和铸件的差异	圆
第十一节 铸件缺陷分析	圆
第十二节 其他铸造方法	缘
复习思考题	苑
第二章 锻压	怨
第一节 概述	怨
第二节 锻造生产过程	怨
第三节 自由锻	獭
第四节 胎模锻和模锻	源
第五节 板料冲压	源
复习思考题	源
第三章 焊接	缘
第一节 概述	缘
第二节 焊条电弧焊	缘
第三节 气焊	缘
第四节 手工钨极氩弧焊	远
第五节 点焊	远
第六节 焊接缺陷与检验	远
第七节 热切割	远
第八节 其他常用焊接方法	远
复习思考题	苑
第四章 钢的热处理	怨
第一节 概述	怨
第二节 钢的热处理工艺	怨
第三节 热处理加热炉和硬度计	愿
第四节 钢的分类及鉴别	愿
第五节 钢的显微组织观察	愿
复习思考题	愿
第五章 切削加工基础知识	愿
第一节 概述	愿
第二节 零件技术要求	怨
第三节 常用量具	怨
第四节 机床的传动系统	员
第五节 刀具材料	员
第六节 切削液	员
复习思考题	员
第六章 车削加工	员
第一节 概述	员
第二节 车床	员
第三节 车刀	员
第四节 工件安装及所用附件	员
第五节 车床操作	员
第六节 车床工作	员
第七节 典型零件的车削加工	员
复习思考题	员
第七章 铣削加工	员
第一节 概述	员
第二节 铣床	员
第三节 铣刀及其安装	员
第四节 铣床附件及工件安装	员
第五节 铣床工作	员
第六节 齿形加工	员
复习思考题	员
第八章 刨削加工	员
第一节 概述	员
第二节 牛头刨床	员
第三节 刨刀及其安装	员
第四节 工件的安装	员
第五节 刨床工作	员
第六节 刨削类机床	员
复习思考题	员
第九章 磨削加工	员
第一节 概述	员

第二节	砂轮 .....	页源	第五节	锉削 .....	页猿
第三节	外圆磨床及其工作 .....	页缘	第六节	钻孔、扩孔和铰孔 .....	页苑
第四节	内圆磨床及其工作 .....	页怨	第七节	攻螺纹与套螺纹 .....	页员
第五节	平面磨床及其工作 .....	页园	第八节	刮削 .....	页猿
复习思考题	.....	页园	第九节	研磨 .....	页苑
第十章	钳工 .....	页猿	第十节	锤头钳工操作步骤示例 .....	页苑
第一节	概述 .....	页猿	第十一节	装配 .....	页怨
第二节	划线 .....	页源	复习思考题	.....	页猿
第三节	錾削 .....	页愿	参考文献	.....	页苑
第四节	锯削 .....	页园			

# 第一章 铸 造

## 第一节 概 述

将液态金属浇入铸型中，凝固后获得一定形状铸件的方法称为铸造。一般情况下，铸件的精度不高，需要通过切削加工后才能使用，故铸造是生产毛坯的一种方法。有时铸件也可以作为零件直接使用，因此，铸造也是生产零件的一种方法。

铸造方法有砂型铸造、金属型铸造、熔模铸造等，其中砂型铸造应用最为广泛，约占铸件总产量的 80% 以上。图 1-1 所示为砂型铸造生产工艺过程。

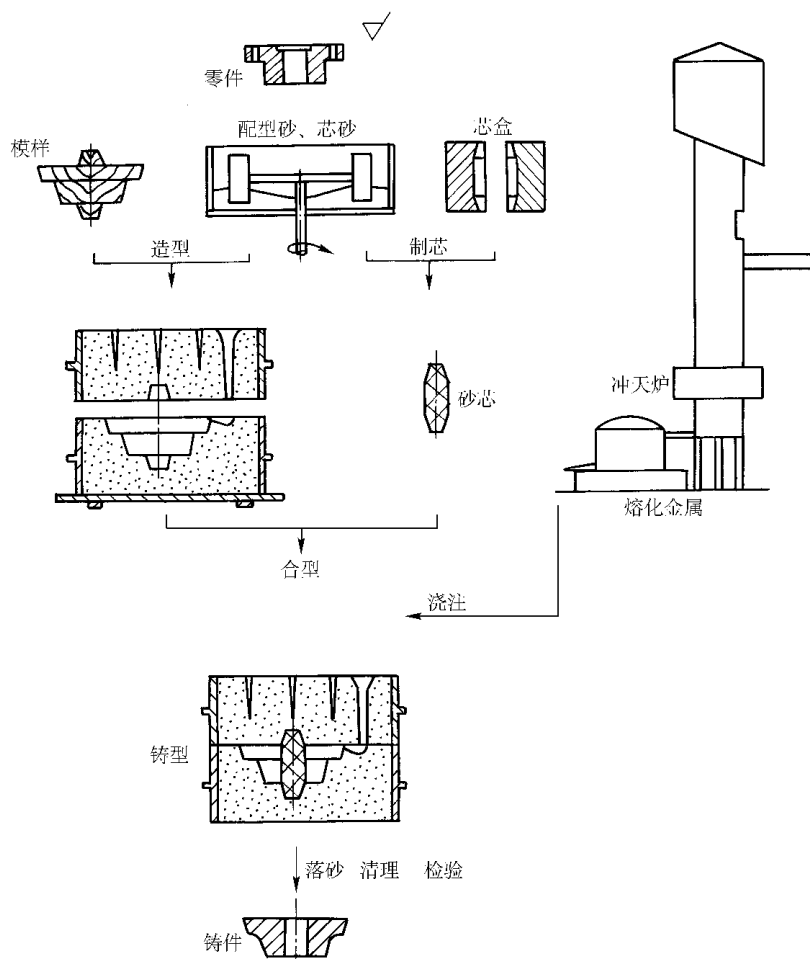


图 1-1 砂型铸造生产工艺过程

铸造是金属材料重要的成形方法之一。它的主要优点是可以制造形状复杂、特别是具有复杂内腔的毛坯或零件，与其他金属成形方法相比较，生产成本较低，适应性较广。

用于生产铸件的金属统称为铸造合金。常用的铸造合金有铸铁、铸钢和铸造非铁金属等，其中，铸铁，特别是灰铸铁最容易铸造，所以应用最为普遍。

砂型铸造的工序比较多，主要有制造模样和芯盒、配制型砂和芯砂、造型和制芯、合型、熔化金属、浇注、落砂以及铸件的清理和检验。

用型砂制成的铸型称为砂型。砂型一般由上型、下型、砂芯、型腔和浇注系统等几部分组成，两个砂型之间的接合面称为分型面，如图 1-1 所示。铸型中，形成铸件的空腔称为型腔。砂芯又称芯或芯子，用来形成铸件的内腔（有时也用于形成铸件的局部外形），砂芯放于砂型芯座中的部分为芯头，液态金属通过浇注系统流入并充满型腔，型腔内气体从出气孔等处排出。在批量生产时，上、下砂箱的定位通常用定位销，在单件、小批量生产中常用泥号定位。

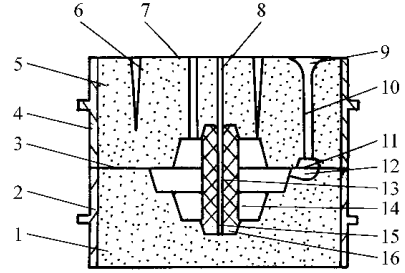


图 1-1 砂型装配图

- 1—下砂型 2—下砂箱 3—分型面 4—上砂箱
- 5—上砂型 6—排气道 7—出气孔 8—型芯排气道
- 9—浇口杯 10—直浇道 11—横浇道 12—内浇道
- 13—砂芯 14—型腔 15—芯头 16—芯座

## 第二节 型砂与芯砂

砂型和砂芯是用型砂和芯砂做成的。型砂、芯砂的质量直接影响着铸件的质量，如果型砂、芯砂质量不好，会在铸件上产生缺陷。型砂、芯砂在铸造时用量很大，为了保证铸件质量、降低成本和提高生产率应合理选用型砂、芯砂的种类和配比，并严格控制其性能。

### 一、对型砂和芯砂性能的要求

#### 1. 强度

型砂和芯砂抵抗外力破坏的能力，称为强度，包括湿强度和干强度等。足够的强度可以保证砂型、砂芯在合型、搬运和浇注过程中不致损坏和变形。但强度太高又会使得砂型过硬，降低其透气性和退让性。型砂和芯砂的强度主要取决于粘结剂的品种、质量及加入量，砂中水分也起着重要的作用。

#### 2. 透气性

型砂和芯砂使气体通过的能力，称为透气性。当液态金属浇入砂型型腔时，型腔内及砂型中会产生大量的气体，这些气体应通过砂型排到大气中去。如果型砂和芯砂透气性不好，气体不能畅通排出，就容易在铸件中产生气孔。型砂和芯砂的粒度大而均匀、圆整，则透气性好；而型砂和芯砂中含有过量的水分和粉尘，造型时过度紧实，都会降低透气性。

#### 3. 耐火度

型砂和芯砂在液态金属作用下不软化、不熔融、不烧结的能力，称为耐火度。耐火度不良的型砂和芯砂，易使铸件产生粘砂。型砂和芯砂的耐火度主要取决于砂中 SiO<sub>2</sub> 的含量。砂中 SiO<sub>2</sub> 的含量越高、含泥量及碱性杂质越少，其耐火度越好，此外，圆形粗砂粒比多角

形细砂粒的耐火度好。

### 源爰退让性

当铸件冷却收缩时，型砂和芯砂能随铸件的收缩而退让的能力，称为退让性。退让性不足，会使铸件的收缩受阻，产生内应力和裂纹等缺陷。生产大铸件时，可在型砂和芯砂中加入少量锯末等物质以增加退让性。

### 缘爰溃散性

型砂和芯砂在浇注后容易分离溃散的能力，称为溃散性。它对铸件质量、清砂效率和劳动条件影响极大。溃散性主要取决于粘结剂的种类。型砂和芯砂中加入少量锯末等物质可提高溃散性。

砂芯多处于高温金属液体的包围之中，工作条件更差，因此，对砂芯上述性能的要求比型砂更高。此外，芯砂还要求具有低的吸湿性和发气性，以减少铸件中的气孔。

## 二、型砂和芯砂的组成

型砂和芯砂由砂、粘结剂和附加物等组成。

砂是型砂和芯砂的主体，一般为  $\text{SiO}_2$  的质量分数为 85% 以上的天然硅砂。优质砂的颗粒圆整，粒度均匀，含泥量少。常用的粘结剂为粘土、水玻璃、油类和树脂类等，其作用是将砂粒粘结起来，使型砂和芯砂具有一定的强度。粘土分为普通粘土和膨润土。粘土和水混合后可形成均匀的粘土膜，包裹在砂粒表面，将砂粒粘结在一起，使型砂和芯砂具有所需性能，如图 1 所示。水的加入量对型砂和芯砂性能影响很大，水分过多，粘土膜变成粘土浆，会降低型砂和芯砂的强度、透气性。而水分过少，粘土因缺少水分不能完成粘结砂粒的作用，会降低强度，并且砂粒空隙中出现多余的粘土颗粒，会降低透气性。因此，在生产中要严格控制水分。为了改善型砂和芯砂的某些性能而加入的材料称为附加物，附加物有煤粉、锯末等。煤粉在液态金属浇注后燃烧产生气体薄膜使铸件表面光洁，不易产生粘砂缺陷。锯末可提高型砂和芯砂的透气性、退让性和溃散性，使铸件不易产生气孔和裂纹，也便于落砂和清理。

按所使用的粘结剂种类不同，可将型砂和芯砂分为粘土砂、油砂和树脂砂等。粘土的资源最丰富，价格最便宜，用它配制的粘土砂具有一定的强度，并能重复使用，是铸造生产中应用最广泛的型砂。

### 三、型砂和芯砂的配制

型砂和芯砂的各组成物必须按一定的比例配制，以保证其性能。

型砂和芯砂的性能不仅取决于其配比，而且还与配制的设备和工艺操作有关。混碾后应使每颗砂粒表面均匀包覆一层粘结剂膜，使砂粒互相粘结。混碾越

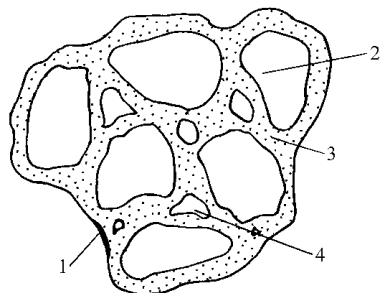


图 1 猿爰 型砂结构示意图  
 猿爰-附加物 圆-砂粒 猿爰-粘土膜 源爰-空隙

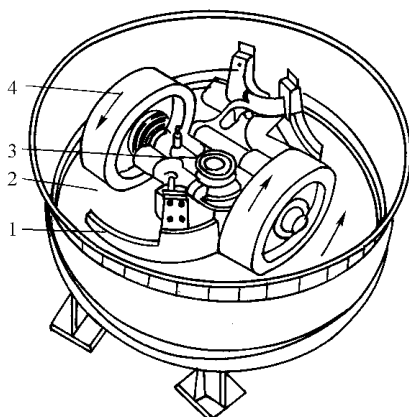


图 2 源爰 碾轮式混砂机示意图  
 猿爰-刮板 圆-碾盘 猿爰-中心轴 源爰-碾轮

均匀，型砂和芯砂性能越好。图 5-10 所示为碾轮式混砂机示意图，靠碾轮的碾压和揉搓使各种材料混合均匀。

粘土砂的混制过程是：按比例将砂、粘土、煤粉等加入混砂机中，先干混 1~2 分钟，再加水湿混 1~2 分钟。混制的型砂应存放 24 小时，使粘土膜中的水分均匀（称为调匀或渗熟），再经松砂机松砂，使性能进一步改善后才能使用。

在大批量生产的铸造车间内，设有专门的型砂和芯砂试验室，用仪器及时检测型砂和芯砂的性能。在单件小批量生产时，一般都是靠经验判断的，如图 5-11 所示，用手攥一把型砂，感到柔软容易变形、不沾手、掰断时断面不散落，就说明型砂的性能合格。

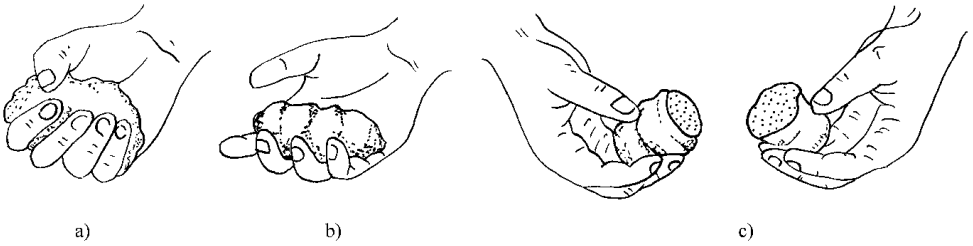


图 5-11 手攥法检验型砂性能示意图  
 型砂湿度适当时可用手攥成砂团，手放开后可看出清晰的手纹，折断时断面没有碎裂状，说明有足够的强度。

### 第三节 模样和芯盒

铸造生产过程中所用的各种模具、工夹量具总称为铸造工艺装备，主要有：模样、芯盒、砂箱以及造型、下芯用的夹具、样板、量具等。

制作模样的材料有木材、金属和塑料等。模样根据其形状和结构特点分为整体模和分开模。整体模为一个整体，一般形状比较简单，没有分模面。分开模通常被分割成两部分，分别制造砂型的上型和下型，分开模的分割面称为分模面。

芯盒有木质和金属两种。芯盒通常分为整体式、拆开式（又称对开式）及脱落式或可拆式三类。整体式用于制造形状简单的砂芯，拆开式用于制造圆柱体、圆锥体或形状对称的砂芯，脱落式或可拆式用于制造形状复杂的砂芯。图 5-12 所示为常见金属芯盒类型。

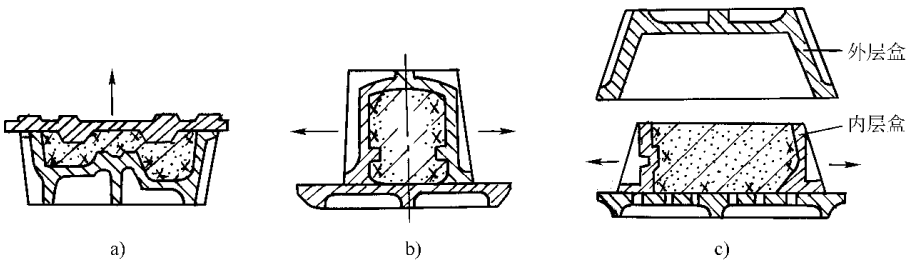


图 5-12 金属芯盒类型  
 整体式 拆开式 脱落式



为挖砂造型过程，在造好下型翻转后，挖掉妨碍起模的型砂，使分型面处于模样最大截面处，并抹平，修光。

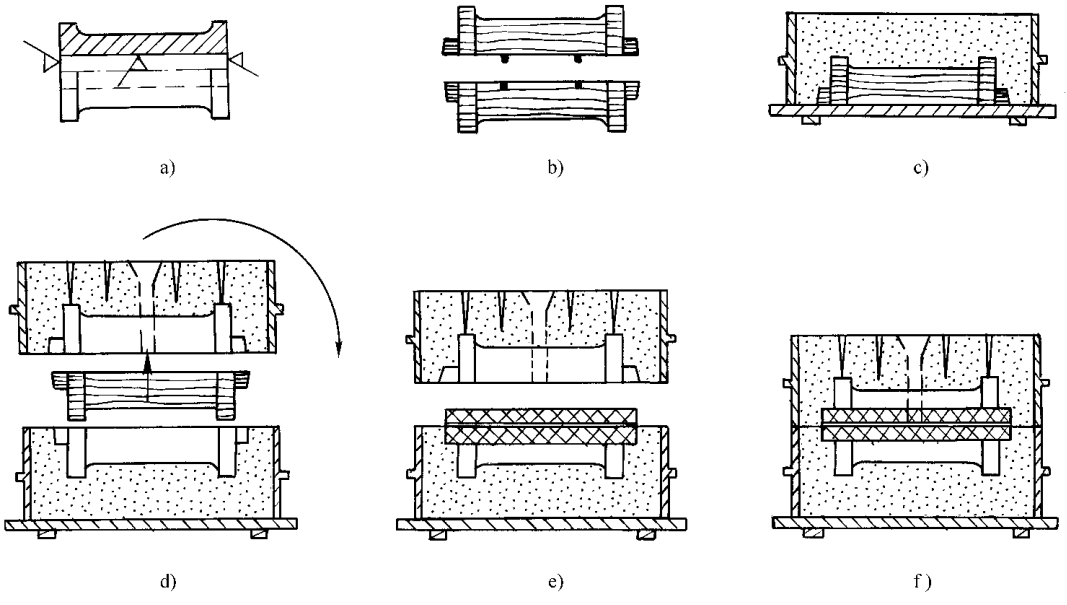


图 1-15 分模造型过程

铸零件 遭 模样 槽 造下型 凹 翻转下型后合模，放上砂箱，  
放浇口棒，造上型，扎出气孔后敞箱，翻转上型，起模，开浇道 藻 下芯，合型 枣 铸型

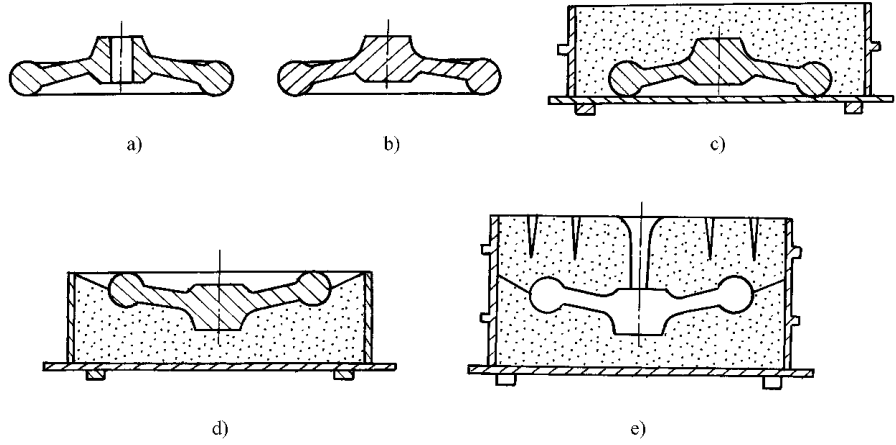


图 1-16 挖砂造型过程

铸零件 遭 模样 槽 放置模样，造下型 凹 翻转下型，修挖分型面 藻 铸型

挖砂造型要求较高的操作技术，且每造一个型需挖砂一次，操作麻烦，生产效率低，只适用于单件生产。当生产数量较多时，一般采用假箱造型，即在造好下砂型、修挖分型面之后，用强度较高的型砂在其上造一个无浇注系统和出气孔的上砂型。该上型仅用来代替平板造下型，称为假箱。用假箱造型时不必挖砂就可以使模样露出最大的截面，省去了在下型上

挖砂，整个造型过程与整模造型相同，操作简便，提高了造型效率与质量。假箱只用于造型，不参与浇注，因此这种方法称为假箱造型。

假箱可以用一个不带浇注系统和出气孔的上型做假箱，分型面是曲面。假箱也可以是一个分型面为平面的砂型，将模样放进分型面，直到露出最大的截面为止，如图 1-10 所示。假箱一般是用强度较高的型砂舂制成的，要求能多次使用，分型面应光滑平整、位置准确。当生产数量更大时，可用木制的成形底板代替假箱，如图 1-11 所示。

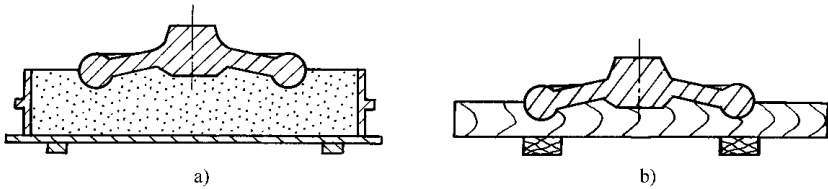


图 1-10 假箱和成形底板  
a) 假箱 b) 成形底板

### 活块造型

铸件上的凸台、耳、肋等往往妨碍起模，起模时，它们不能和模样主体同时取出，为了便于起模，常将其做成与主体模样活动连接的活块。活块用钉子或燕尾槽与主体模样连接。采用带活块的模样进行造型的方法，称为活块造型，如图 1-12 所示。为了方便地取出活块，活块的厚度应小于该处模样厚度的 1/3。起模时，先起出模样主体，然后再从侧面取出活块。在用钉子连接的活块造型中，应在活块四周的型砂紧实后，拔出钉子，否则模样取不出。紧砂时不要使活块移动，钉子不要过早拔出，以免活块错位。

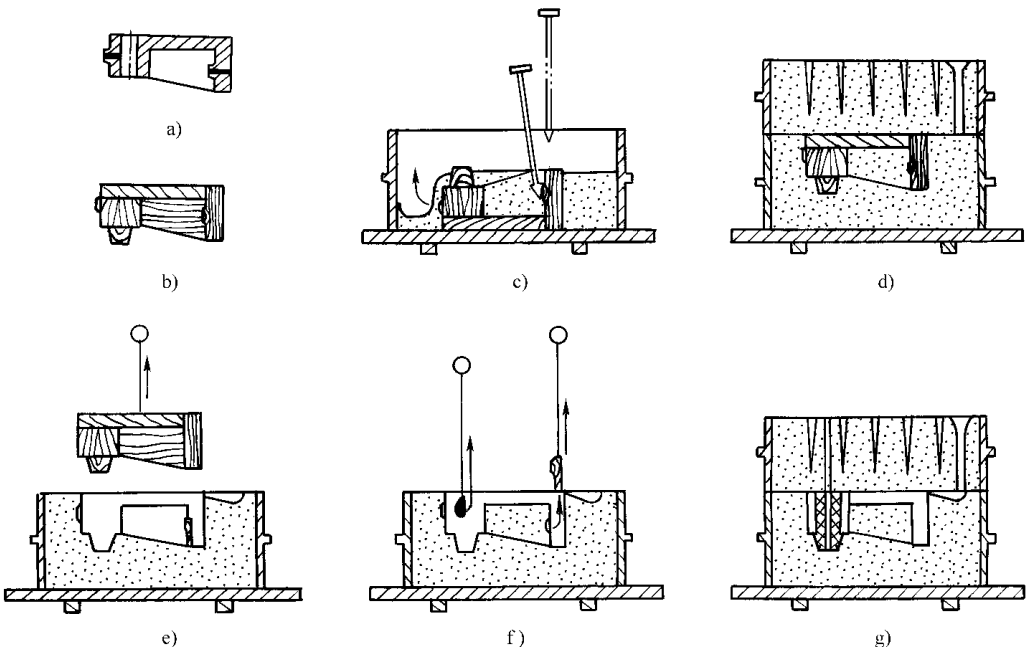


图 1-12 活块造型过程

a) 零件 b) 模样 c) 造下型，拔出钉子 d) 造上型 e) 起模样主体，挖浇道 f) 起活块 g) 合型

活块造型要求较高的操作技术，操作较复杂，生产率低，仅适用于单件生产。生产数量较多时，一般用外砂芯来代替活块，如图 1-10 所示。

缘三箱造型

有些铸件的形状往往具有两端截面大而中间截面小的特点，用一个分型面取不出模样，因此，需从小截面处分开模样，用两个分型面、三个砂箱进行造型，这种方法，称为三箱造型，造型过程如图 1-11 所示。从图中可以看出，三箱造型的特点是中型的上、下两面都是分型面，都要求光滑平整，且中型的高度应与中型中的模样高度相近。模样从最小截面处分模，同时砂型从两个最大截面端部分型，模样分别从两个分型面起出。

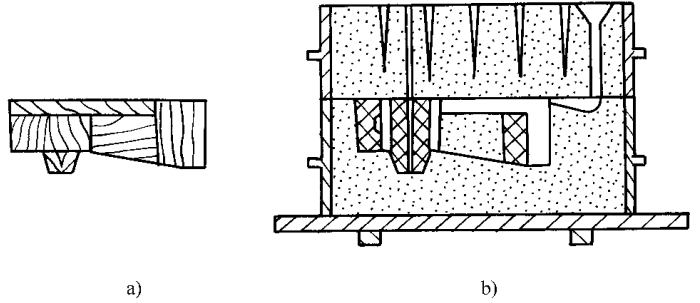


图 1-10 用外砂芯代替活块  
葬 模样 遭 砂型

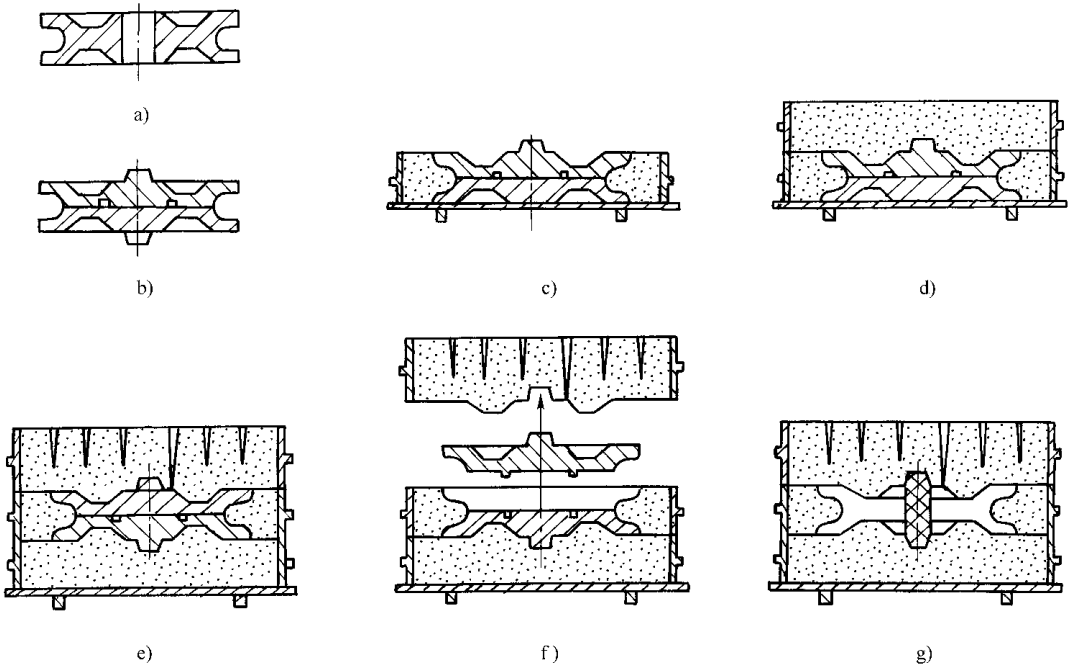


图 1-11 三箱造型过程

葬 零件 遭 模样 精 造中型 凿 在中型上造下型 藻 造上型 枣 敞箱，起模 导 合型

在铸件比较小的情况下，可以采用活砂造型，如图 1-12 所示。在活砂造型中，也是使用两个分型面，只是其中一个为曲面，并在一个砂型的内部。这种造型方法工艺复杂，要求工人的技术水平高。

三箱造型和活砂造型由于多一个分型面，使得造型操作比较复杂，铸件尺寸精度低，生

产效率低，只适用于单件、小批生产。在成批大量生产时，可以采用外砂芯，将三箱造型改为两箱造型，如图 员圆缘 所示。

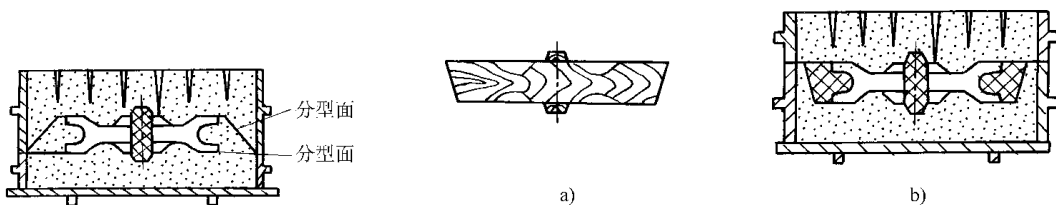


图 员圆缘 活砂造型

图 员圆缘 用外砂芯将三箱造型改为两箱造型  
葬 模样 遭 砂型

## 二、机器造型

机器造型是用机械进行紧实型砂和起模的造型方法。机器造型可使型砂的紧实度高而均匀，型腔轮廓清晰，因此，铸件尺寸精度较高，表面较光洁。机器造型生产率高，但是设备和工艺装备费用较高，生产准备时间长，它适用于成批、大量生产。

机器造型都采用两箱造型，对于形状复杂的铸件，有时使用外砂芯，以形成铸件的复杂外形。

### 员援模板

机器造型的模样通常与模底板装配成一体，称为模板。模板常用金属材料制造，如图 员圆远 所示。模板是铸件模样、浇注系统、冒口和模底板的组合体，此外模板上还装有定位装置。模样形成型腔，模底板形成分型面。模板通常是单面的，上模板固定在一台造型机的工作台上，用来造上型，下模板固定在另一台造型机的工作台上，用来造下型。

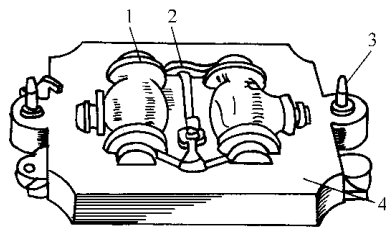


图 员圆远 模板  
员—铸件模样 圆—浇注系统模样  
猿—定位销 源—模底板

用模板代替模样可简化造型操作，提高铸件质量和劳动生产率。模板一般在大批量机械化造型中采用，有时也用在小批量的手工造型中。

### 圆援造型

机器造型常用的设备有震压式造型机、微震压实造型机、多触头高压造型机等。

图 员圆苑 所示为震压式造型机工作过程示意图，它是利用震击和压实两种方式紧实型砂的。

震压式造型机造型时，首先将造型机的压头移出造型机上方，放好砂箱，填砂。然后，转动控制阀使压缩空气从进气口 员 进入震击活塞底部，顶起震击活塞、模板、砂箱等，并将进气口过道关闭。当震击活塞上升到排气口以上时，压缩空气被排出，震击活塞、模板、砂箱等自由下落，与震击气缸发生一次撞击，如此反复震击，使型砂逐渐紧实。震击紧实后将压头移至造型机上方，转动控制阀使压缩空气由进气口 圆 进入压实气缸底部，顶起砂型使上部型砂被压头压实。转动控制阀排气，使砂型下降。最后，转动控制阀，压缩空气一方面使振动器振动，以便模样和砂型脱离，另一方面推动液压油进入起模液压缸内，使起模顶杆同步地平稳上升，顶起砂箱。

造型机的起模方式有顶箱式和漏模式，如图 员圆愿 所示。下砂型起模后在翻箱机构中翻转 员圆怨

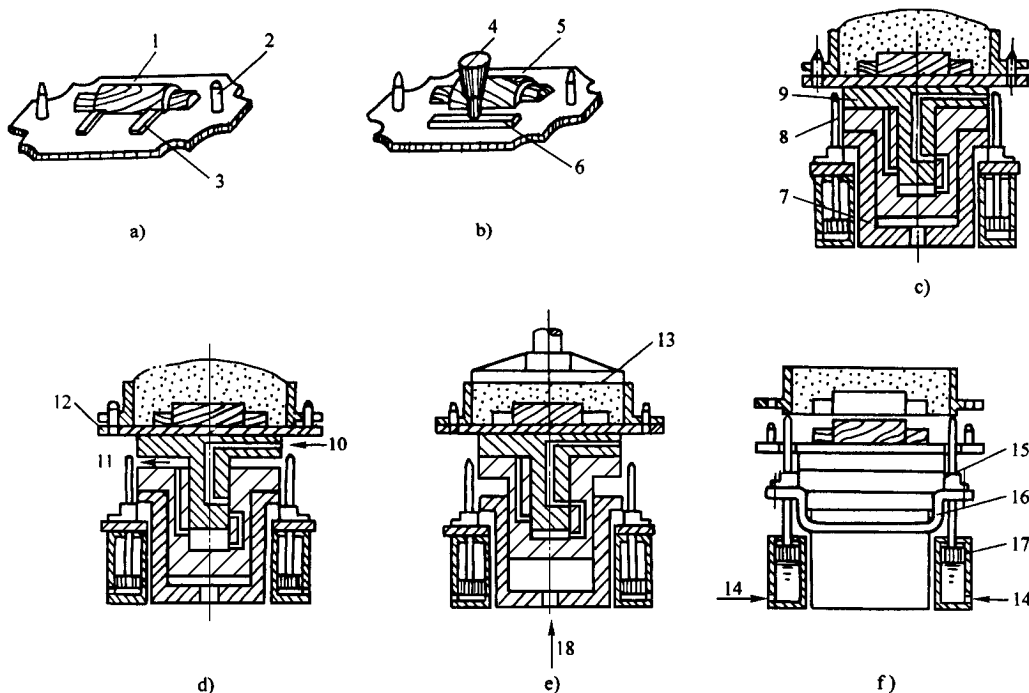


图 10 震压式造型机工作过程示意图

1-下模板 2-定位销 3-内浇道 4-直浇道 5-上模板 6-横浇道 7-压实气缸  
 8-压实活塞 9-震击活塞 10-进气口 11-排气口 12-模板 13-压板 14-压力油  
 15-起模顶杆 16-同步顶杆 17-起模液压缸 18-进气口圆

### 三、造型安全技术

1. 在工作前要穿戴好规定的防护用品。

2. 造型工作场地应清洁，不应有妨碍操作的物品，待用的砂箱、模样、材料、工具等要排列整齐。

3. 使用砂箱前应检查箱把、吊环及锁箱耳等，不准有损伤、断裂。

4. 使用其他工具时要事先检查，如有损坏或操作不灵活要立即更换或修理。

5. 工作结束后应及时清理工作场地，要使工作场地干净卫生，排除不安全的因素。

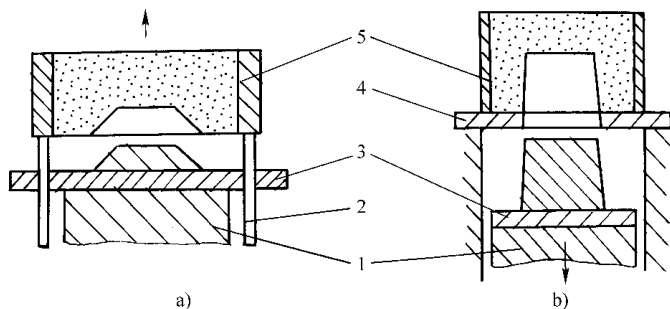


图 11 起模方式

1-工作台 2-顶杆 3-模板 4-漏板 5-砂箱

## 第五节 制 芯

砂芯的作用是形成铸件的内腔，有时也形成铸件的外形。一般情况下，砂芯的工作条件

比砂型恶劣得多，因此，对砂芯的性能有更高的要求。为了满足这些要求，除了合理选用和配制优质的芯砂外，在砂芯结构和制芯工艺上也有很多特点。

### 一、砂芯结构

砂芯由芯子主体和芯头组成，如图 1-1-1 所示。芯子主体形成铸件的内腔，芯头起固定、排气和清砂作用。

为了增加砂芯的强度，砂芯内部应安放芯骨。芯骨用钢丝、钢钉或铸铁制作。为了提高砂芯的透气性，应在砂芯中做出排气道，并与砂型的排气道接通。砂芯的出气孔常用气孔针扎制，而形状复杂、不便于扎制出气孔的砂芯，可在内部安放蜡线（烘芯时蜡线被焚毁，形成通道）。对分式砂芯，可在其粘合面挖排气道，而大砂芯的内部常放入焦炭或炉渣，以利于排气，如图 1-1-2 所示。

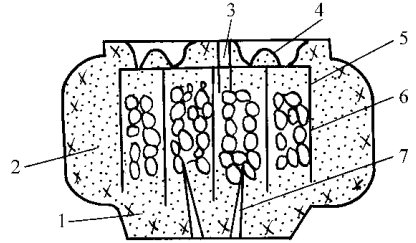


图 1-1-1 砂芯的结构  
 1-气孔针 2-吊环 3-排气道 4-芯骨 5-炉渣 6-蜡线 7-出气孔

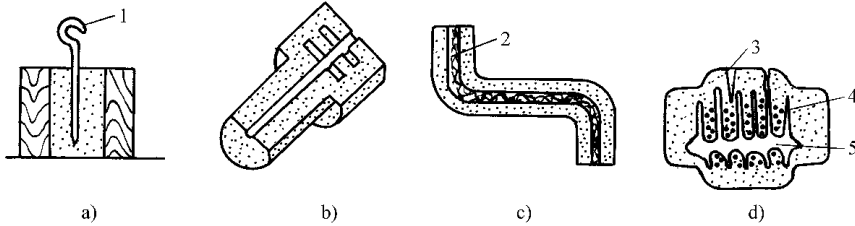


图 1-1-2 砂芯的排气  
 1-扎出气孔 2-挖排气道 3-埋通气蜡线 4-放焦炭  
 5-气孔针 6-通气蜡线 7-排气道 8-焦炭 9-芯骨

砂芯表面常刷一层涂料，使其表面光洁和提高耐火度，以提高铸件孔腔的表面质量。铸铁件的砂芯常用石墨粉涂料，铸钢件的砂芯常用石英粉涂料。砂芯还需要烘干，以提高强度和透气性，减少发气量。

### 二、砂芯的固定

砂芯在砂型中的定位和固定主要依靠芯头。芯头是指芯子主体以外的伸出部分，它座落在砂型的芯座内而对形成铸件的内腔或铸件的表面不起作用。芯头应有合适的形状和足够的尺寸，以确保砂芯定位准确，浇注时不产生位移。常见的芯头形式有垂直式、水平式和特殊式（如悬臂芯、侧芯等），如图 1-1-3 所示。为了便于下芯和合型，垂直式芯头和芯座均具有斜度。芯头与芯座之间留有适当的间隙。

某些铸件的形状特殊，没有足够的芯头来支撑砂芯，可用芯撑来帮助支撑，如图 1-1-4 所示。芯撑的形状和尺寸取决于铸件的形状和壁厚。铸铁件和铸钢件的芯撑多用低碳钢板制造，表面镀有一层锡。浇注后芯撑和铸件熔合在一起，但常因熔合不牢或附近产生气孔引起铸件渗漏。同时，芯撑还影响铸件表面切削加工质量。因此，要求密封性好及耐压的铸件不宜放置芯撑，加工表面处也不宜放芯撑。

### 三、制芯方法

一般情况下，用芯盒来制芯。同造型一样，在单件、小批生产时制芯多采用手工操作，

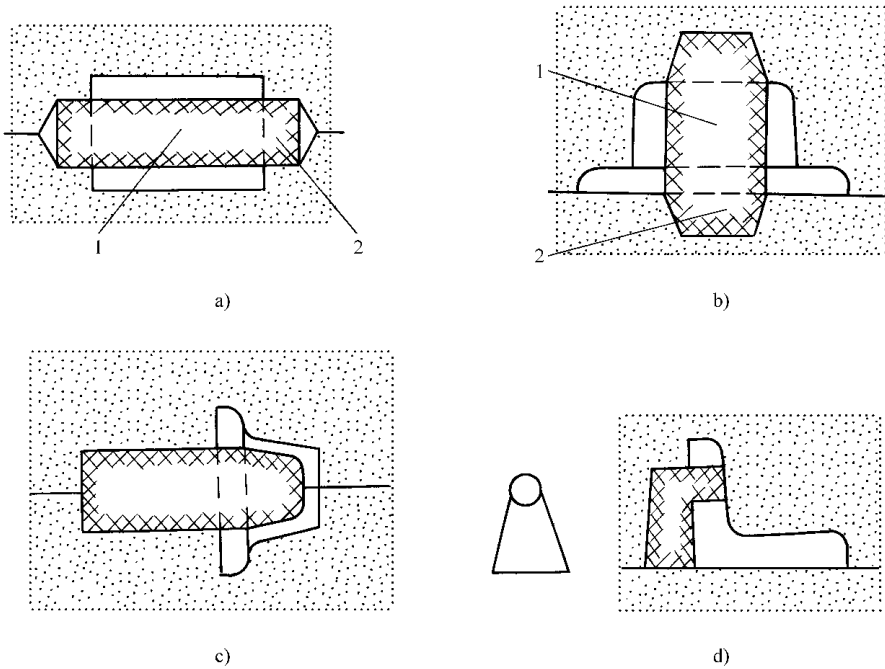


图 10-10 不同种类的砂芯  
 1—砂芯主体 2—芯头

而在大批量生产时多采用机器制芯。

手工制芯

整体式芯盒制芯如图 10-11 所示。清扫芯盒，填入部分芯砂，舂紧，放入粘有粘土泥浆的芯骨。然后填砂，舂紧，刮平，扎气孔。最后将烘芯板盖在芯盒上，翻转芯盒，轻轻均匀地敲打芯盒，取出芯盒，并在砂芯表面刷涂料。

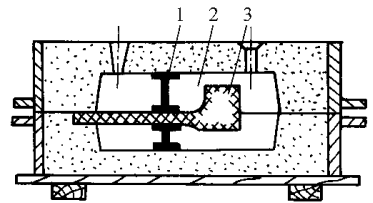
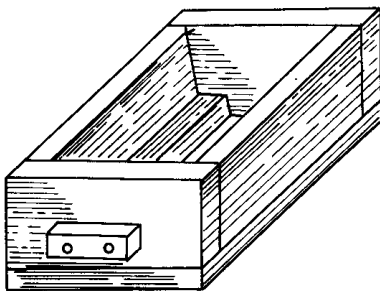
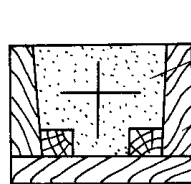


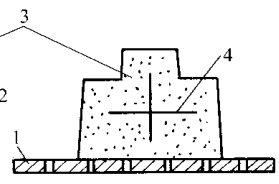
图 10-11 芯撑的应用  
 1—芯撑 2—型腔 3—砂芯



a)



b)



c)

图 10-12 整体式芯盒制芯

1—清扫芯盒 2—舂制砂芯 3—将砂芯放在烘芯板上，刷涂料

4—烘芯板 5—芯盒 6—砂芯 7—芯骨