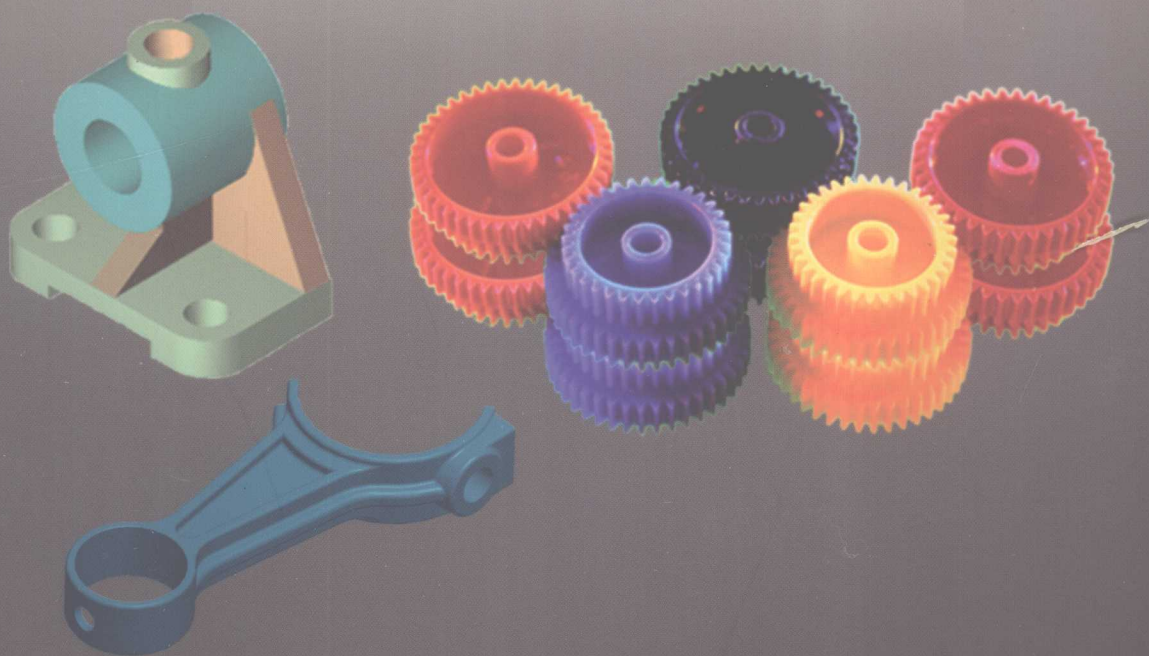


高职高专机械类 “十一五”规划 教材
精品课程建设

金工实训

主编 刘绍忠
主审 肖祖政

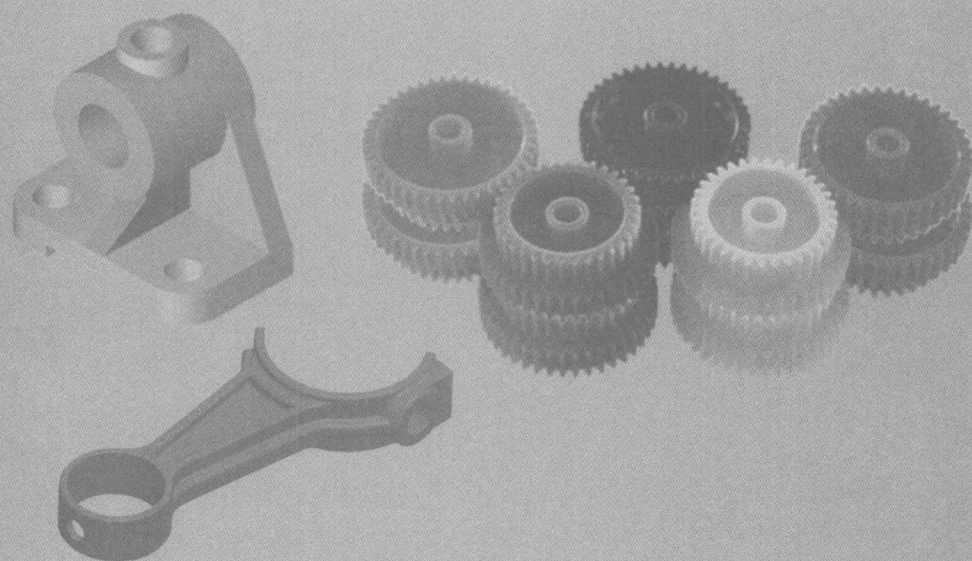


中南大学出版社
www.csupress.com.cn

高职高专机械类 “十一五”规划
精品课程建设 教材

金工实训

主 编 刘绍忠
副主编 蒋如全 洪晓东 张海筹 丑振江
编 委 陈义慧 陈 钢 刘绍忠 蒋如全
洪晓东 张海筹 丑振江
主 审 肖祖政



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

金工实训/刘绍忠主编. —长沙: 中南大学出版社, 2008. 8
ISBN 978-7-81105-665-5

I. 金... II. 刘... III. 金属加工-实习 IV. TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 111528 号

金工实训

主编 刘绍忠

☐责任编辑 周芝芹

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐印 装 长沙湘采印务有限公司

☐开 本 787 × 1092 1/16 ☐印张 15.25 ☐字数 373 千字

☐版 次 2008 年 8 月第 1 版 ☐2008 年 8 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-81105-665-5

☐定 价 30.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

本教材根据高职高专对技术应用型人才的培养目标和企业对人才的要求,参照金属工艺学教学大纲编写,适用于高职高专机械类专业。

金工实训是整个金属工艺学课程的重要组成部分,是课堂教学的必要前提,同时也为学生学习后续课程及其从事机械制造、机械设计方面的工作打下必要的实践基础。本书重点介绍金属的主要成形方法和加工方法;有关典型设备和工具的工作原理、结构和使用方法,在表述上力求直观形象、深入浅出。

本教材共分九个模块,每个模块由实例导入,进行问题探讨,明确知识目标和能力目标,并附有复习思考题,体现各部分的基本要求。

本教材由有多年企业工作经历和教学实践经历的双师型教师编写。参加本书编写的有:邵阳职业技术学院刘绍忠同志(第一模块);娄底职业技术学院张海筹同志(第二模块);永州职业技术学院蒋如全同志(第三模块);湖南电气职业技术学院陈义慧同志(第四、六模块);长沙航空职业技术学院洪晓东同志(第五、七模块);湖南省机械工业技术学院丑振江同志(第八模块);株洲职业技术学院陈刚同志(第九模块)。本教材由邵阳职业技术学院副教授、高级工程师刘绍忠同志担任主编,负责全书统稿。

由于编者水平有限,书中错误与不妥之处在所难免,恳请使用本教材的教师和广大读者批评指正!

编者
2008年7月

目 录

第一模块 铸 造	(1)
1.1 概述	(2)
1.1.1 什么是铸造	(2)
1.1.2 铸型的组成	(2)
1.2 型砂	(2)
1.2.1 对型砂性能的要求	(2)
1.2.2 湿型砂的组成	(3)
1.2.3 型砂的制备	(3)
1.3 造型方法	(4)
1.3.1 整模造型	(4)
1.3.2 分模造型	(4)
1.3.3 挖砂造型和假箱造型	(5)
1.3.4 活块造型	(6)
1.3.5 三箱造型	(6)
1.3.6 刮板造型	(8)
1.3.7 机器造型	(10)
1.4 造型工艺	(11)
1.4.1 分型面的确定	(11)
1.4.2 浇注系统	(12)
1.5 造芯	(14)
1.5.1 芯砂	(14)
1.5.2 造芯工艺特点	(14)
1.5.3 制芯方法	(15)
1.5.4 砂芯的固定	(16)
1.6 铸铁的熔化	(17)
1.6.1 冲天炉的构造	(17)
1.6.2 炉料及其作用	(18)
1.6.3 冲天炉的熔化过程	(18)
1.7 浇注、落砂、清理和铸件缺陷分析	(19)
1.7.1 浇注	(19)
1.7.2 落砂	(20)
1.7.3 清理	(20)

1.7.4 铸件缺陷分析	(21)
1.8 模样	(23)
1.9 特种铸造	(24)
1.9.1 金属型铸造	(24)
1.9.2 压力铸造	(24)
1.9.3 离心铸造	(25)
1.9.4 熔模精密铸造	(26)
1.10 手工造型安全规则	(26)
第二模块 锻 压	(28)
2.1 概述	(30)
2.2 坯料的加热和锻件的冷却	(30)
2.2.1 锻造的一般加热方法	(30)
2.2.2 钢加热时的缺陷及防止措施	(31)
2.2.3 锻造温度范围的确定	(34)
2.2.4 金属的加热规范	(34)
2.2.5 锻件的冷却规范	(35)
2.3 自由锻工序	(36)
2.3.1 自由锻工序分类	(36)
2.3.2 自由锻件的分类和锻造过程	(37)
2.4 锤上模锻和胎模锻	(40)
2.4.1 锤上模锻	(40)
2.4.2 胎模锻	(41)
2.5 板料冲压	(42)
2.5.1 冲床	(42)
2.5.2 板料冲压的基本工序	(42)
2.6 自由锻实习的安全规则	(45)
第三模块 焊 接	(47)
3.1 概述	(48)
3.2 手工电弧焊	(49)
3.2.1 焊接过程	(49)
3.2.2 焊条电弧焊设备	(51)
3.2.3 焊条	(53)
3.2.4 焊接规范	(60)
3.2.5 接头形式和坡口形式	(63)
3.2.6 焊条电弧焊工艺	(66)
3.2.7 多层焊	(68)
3.2.8 基本操作技术	(69)

3.3 气焊	(72)
3.3.1 气焊设备	(72)
3.3.2 气焊工艺	(75)
3.4 埋弧焊	(77)
3.5 气体保护焊	(78)
3.6 电阻焊	(79)
3.7 钎焊	(79)
3.8 常见焊接缺陷及焊接质量控制	(80)
3.8.1 常见焊接缺陷	(80)
3.8.2 焊接生产质量控制	(81)
3.9 实训安全规则	(82)
第四模块 热处理	(87)
4.1 概述	(88)
4.2 热处理常用设备	(88)
4.3 退火	(90)
4.4 正火	(91)
4.5 淬火	(91)
4.6 回火	(91)
4.7 化学热处理	(92)
4.8 典型零件的热处理分析	(93)
4.9 热处理安全操作规程	(95)
第五模块 钳 工	(97)
5.1 概述	(98)
5.1.1 钳工常用设备	(98)
5.1.2 常用量具	(100)
5.2 划线	(108)
5.2.1 概述	(108)
5.2.2 划线工具及其使用	(109)
5.2.3 划线基准	(111)
5.2.4 划线的方法和步骤	(112)
5.3 锉削、锯削和錾削	(114)
5.3.1 锉削	(114)
5.3.2 锯削	(117)
5.3.3 錾削	(118)
5.4 刮削和研磨	(121)
5.4.1 刮削	(121)
5.4.2 研磨	(123)

5.5 钻孔、扩孔、铰孔和铰孔	(124)
5.5.1 钻孔	(124)
5.5.2 扩孔、铰孔和铰孔	(127)
5.6 攻丝与套丝	(128)
5.6.1 攻丝	(128)
5.6.2 套丝	(130)
5.7 装配	(131)
5.7.1 装配基本知识	(131)
5.7.2 典型零件装配	(133)
5.8 钳工实习安全技术	(135)
第六模块 车 工	(137)
6.1 普通车床	(138)
6.1.1 普通车床的型号	(138)
6.1.2 普通车床的组成部分	(140)
6.1.3 普通车床的传动系统	(141)
6.1.4 车床的润滑和维护保养	(141)
6.2 切削加工的概念	(143)
6.2.1 切削运动	(143)
6.2.2 切削用量	(143)
6.3 切削液	(144)
6.4 车刀	(145)
6.4.1 车刀常用材料	(145)
6.4.2 刀具寿命	(146)
6.4.3 车刀的组成部分	(146)
6.4.4 车刀的角度及其作用	(147)
6.5 车刀的刃磨	(149)
6.5.1 外圆车刀的刃磨	(149)
6.5.2 切断刀的刃磨	(151)
6.5.3 车刀的安裝	(153)
6.6 工件的安裝及所用附件	(154)
6.6.1 用三爪卡盘安裝工件	(154)
6.6.2 用兩頂尖安裝工件	(154)
6.6.3 用一夾一頂安裝工件	(156)
6.7 車床的基本操作要點	(157)
6.7.1 車床的基本操作	(157)
6.7.2 粗車	(158)
6.7.3 精車	(158)
6.7.4 試切的方法與步驟	(158)

6.8 基本车削工作	(159)
6.8.1 端面、外圆、台阶的车削	(159)
6.8.2 切外沟槽	(162)
6.8.3 孔的车削加工	(164)
6.8.4 车锥度	(167)
6.8.5 车成形面	(171)
6.8.6 车三角形螺纹	(173)
6.9 车削实习安全技术	(181)
第七模块 铣 工	(183)
7.1 铣削概述及铣床	(184)
7.1.1 概述	(184)
7.1.2 铣床	(186)
7.3 铣刀及其安装	(187)
7.3.1 铣刀	(187)
7.4 铣床的主要附件	(190)
7.4.1 平口钳	(190)
7.4.2 回转工作台	(191)
7.4.3 万能铣头	(192)
7.4.4 分度头	(192)
7.5 铣削加工方法	(194)
7.5.1 铣平面	(194)
7.5.2 铣斜面	(195)
7.5.3 铣沟槽	(196)
7.5.4 铣成形面	(199)
7.6 齿形加工	(199)
7.6.1 成形法齿形加工	(200)
7.6.2 展成法齿形加工	(201)
7.7 实训安全规则	(203)
第八模块 刨工与镗工	(204)
8.1 概述	(205)
8.1.1 牛头刨床	(206)
8.1.2 刨刀	(207)
8.1.3 工件的装夹方法	(207)
8.1.4 刨削加工	(208)
8.1.5 龙门刨床	(208)
8.1.6 插削	(208)
8.2 镗削	(208)

第一模块 铸造

【实例导入】——套筒的铸造

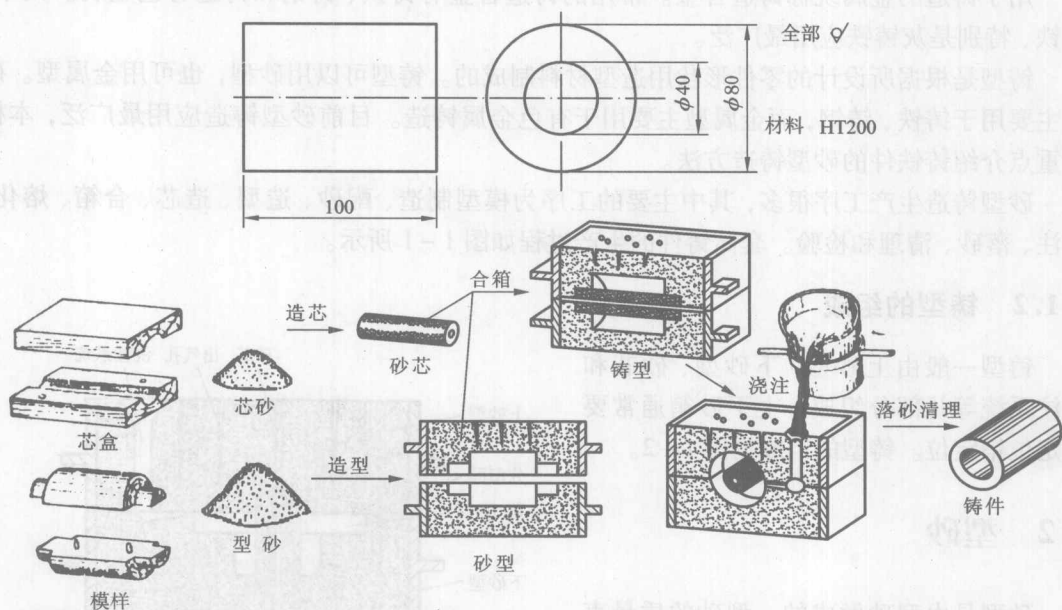


图 1-1 套筒的砂型铸造过程

【问题探讨】

1. 什么是铸造?
2. 铸型由哪几部分组成?
3. 型砂的主要成分有哪些? 应具备什么性能?
4. 铸造合金有哪些?

【学习目标】

1. 知识目标: 了解铸造工艺过程; 了解型砂的主要成分、性能的要求及制备方法; 了解获得符合质量要求的液态铸造合金的方法; 了解各种铸造方法的优缺点及应用范围; 了解砂型铸造常见的缺陷及防止措施。
2. 能力目标: 能正确确定分型面; 掌握湿型铸造手工造型方法和制芯方法; 了解型砂的制备方法; 了解常用的铸造合金。

1.1 概述

1.1.1 什么是铸造

把熔化的金属液浇注到具有和零件形状相适应的铸型空腔中,待其凝固、冷却后,获得毛坯(或零件)的方法称为铸造。

用于铸造的金属统称铸造合金。常用的铸造合金有铸铁、铸钢和铸造有色金属。其中,铸铁、特别是灰铸铁应用最广泛。

铸型是根据所设计的零件形状用造型材料制成的。铸型可以用砂型,也可用金属型。砂型主要用于铸铁、铸钢,而金属型主要用于有色金属铸造。目前砂型铸造应用最广泛,本模块重点介绍铸铁件的砂型铸造方法。

砂型铸造生产工序很多,其中主要的工序为模型制造、配砂、造型、造芯、合箱、熔化、浇注、落砂、清理和检验。套筒铸件的生产过程如图 1-1 所示。

1.1.2 铸型的组成

铸型一般由上砂型、下砂型、砂芯和浇注系统等几部分组成。上下砂箱通常要用定位销定位。铸型的组成见图 1-2。

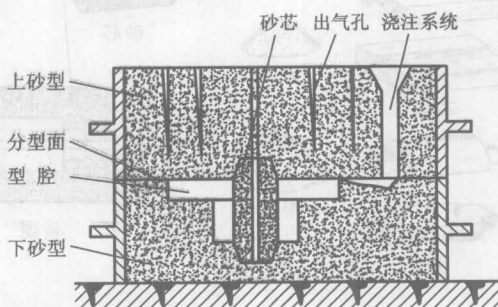


图 1-2 铸型装配图

1.2 型砂

砂型是由型砂做成的。型砂的质量直接影响着铸件的质量,型砂质量不好会使铸件产生气孔、砂眼、粘砂、夹砂等缺陷,这些缺陷造成的废品约占铸件总废品的 50% 以上。中小铸件一般采用湿砂型(也称“潮模”),大铸件则用干砂型(也称“干模”)。

1.2.1 对型砂性能的要求

为保证砂型在造型、合箱和浇注时经受得住外力、高温液态金属的冲刷和烘烤作用,要求型砂具有一定的工作性能,如强度、透气性、耐火性等。为便于造型、修型及取模,又要求型砂有一定的工艺性能,如流动性、可塑性等。对型砂的基本性能要求如下:

1. 湿压强度 潮模型砂在外力作用下,不变形、不破坏的能力称为湿压强度。
2. 透气性 型砂通过气体的能力称为透气性。
3. 耐火度 型砂在高温液态金属作用下不熔融、不烧结的性能称为耐火度。
4. 退让性 当铸件凝固后继续冷却时,型砂能被压溃而不阻碍铸件收缩的性能称为退让性。
5. 流动性 型砂在外力或本身重力作用下,砂粒间相互移动的能力称为流动性。
6. 可塑性 型砂在外力的作用下变形,当去除外力后,保持变形的能力称为可塑性。

在大量生产的铸造车间内,设有专门的型砂试验室,用仪器及时检测型砂的性能。在单件小批量生产时,一般都是靠经验判断的。如图1-3所示,用手攥一把型砂,感到柔软容易变形,不沾手,掰断时断面不粉碎,就说明型砂的性能合格。

型砂的性能由型砂的组成、原材料的性质和配砂工艺操作等因素决定。

1.2.2 湿型砂的组成

湿型砂主要由砂子、膨润土、煤粉和水等材料所组成。型砂的结构如图1-4所示。

砂子是型砂的主体,主要成分是 SiO_2 ,是耐高温的物质。膨润土是粘土的一种,用作粘结剂,和水混合后形成均匀的粘土膜,包在砂粒表面,把单个的砂粒粘起来,使之具有湿态强度。煤粉是附加物质,可使铸件表面更加光洁。

生产中为节约原材料,合理使用型砂,往往把型砂分成面砂和背砂。与铸件接触的那一层型砂的强度、耐火度等要求较高,称为面砂,需专门配制。不与铸件接触,只作为填充用的型砂称为背砂,一般使用旧砂。常用的型砂配方如下:

面砂:旧砂70%~95%、新砂5%~30%、膨润土4%~6%、煤粉4%~7%、水5%~7%。

背砂:旧砂100%加适量的水。

在大量生产中,为了提高生产率、简化操作,往往不分面砂和背砂,而只是一种单一砂。

1.2.3 型砂的制备

型砂的混制是在混砂机(如图1-5)中进行的,在碾轮的碾压及搓揉作用下,各种原材料混合均匀并形成图1-4所示的型砂结构。



图1-3 手攥法检验型砂

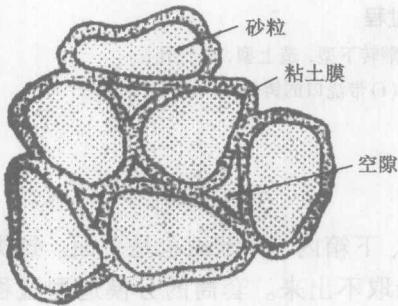


图1-4 型砂结构示意图

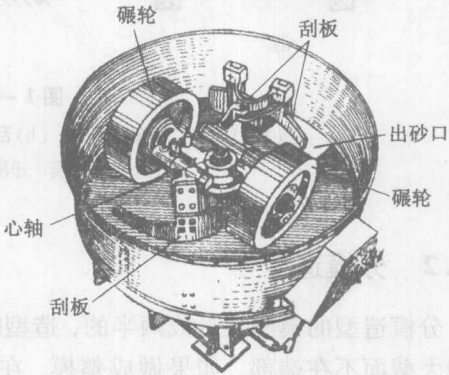


图1-5 碾轮式混砂机

型砂的混制过程是：按比例加入新砂、旧砂、膨润土和煤粉等材料。先干混 2~3 分钟，再加水湿混 5~12 分钟，性能符合要求后从出砂口卸砂。混好的型砂应堆放 4~5 小时，使粘土膜中水分均匀，叫做调匀。使用前还要过筛或用松砂机，使型砂松散好用。

1.3 造型方法

按造型的手段可分为手工造型和机器造型两大类。手工造型的方法很多，要根据铸件的形状、大小和生产批量的不同进行选择，常用的方法有六种。

1.3.1 整模造型

整模造型的模样是一个整体，造型时，模样全部放在一个砂箱内，分型面(上型和下型的接触面)是平面。这类零件的最大截面一般是在端部，而且是一个平面。整模造型过程如图 1-6 所示，造型方法简便，适用生产各种批量而形状简单的铸件。

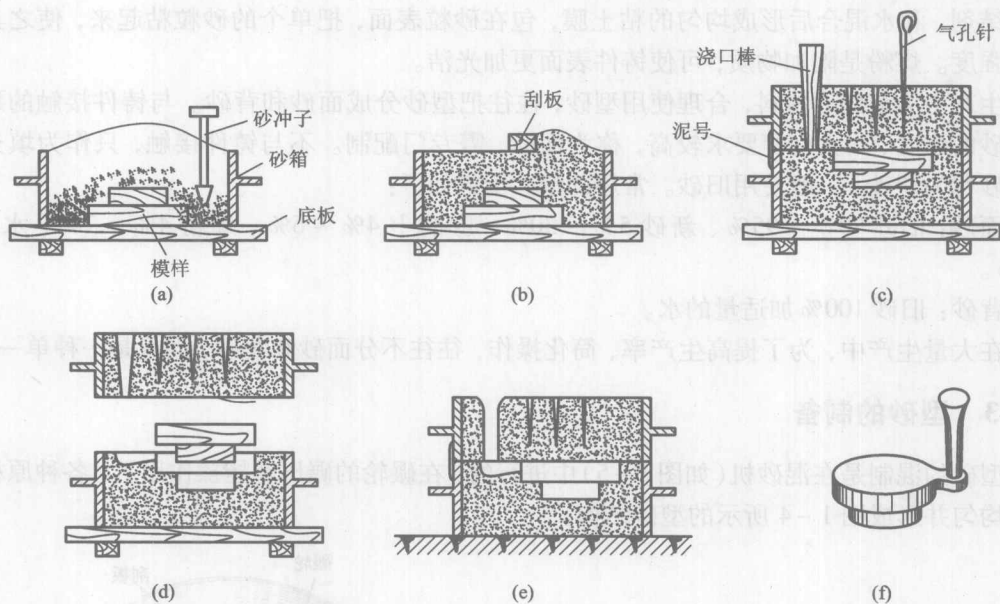


图 1-6 整模造型过程

(a) 造下型：填砂、舂砂；(b) 刮平、翻箱；(c) 翻转下型，造上型，扎气孔；
(d) 敞箱、起模、开浇口；(e) 合箱；(f) 带浇口的铸件

1.3.2 分模造型

分模造型的模样是分成两半的，造型时分别在上、下箱内，分型面也是平面。这类零件的最大截面不在端部，如果做成整模，在造型时就会取不出来。套筒的分模造型过程见图 1-7，其分模面(分开模样的平面)也是分型面。分模造型操作简便，适用于生产各种批量的套筒、管子、阀体类，形状较复杂的铸件，这种造型方法应用得最广泛。

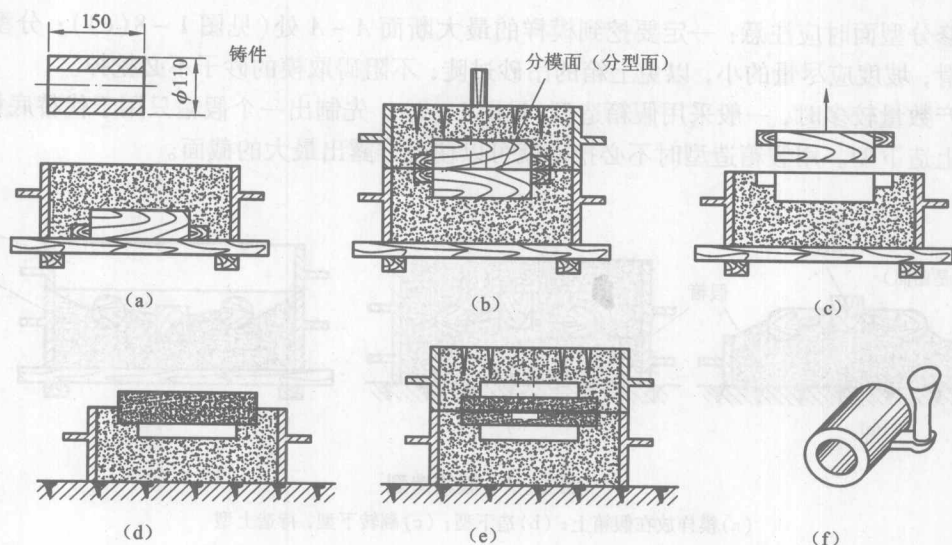


图 1-7 套筒的分模造型过程

(a) 造下型; (b) 造上型; (c) 敞箱、起模、开浇口; (d) 下芯; (e) 合箱; (f) 落砂后带浇口的铸件

1.3.3 挖砂造型和假箱造型

有些铸件如手轮等, 最大的截面不在一端, 模样又不允许分成两半 (模样太薄或制造分模很费事), 可以将模样做成整体, 采用挖砂造型法。手轮的分型面是曲面, 它的造型过程见图 1-8。

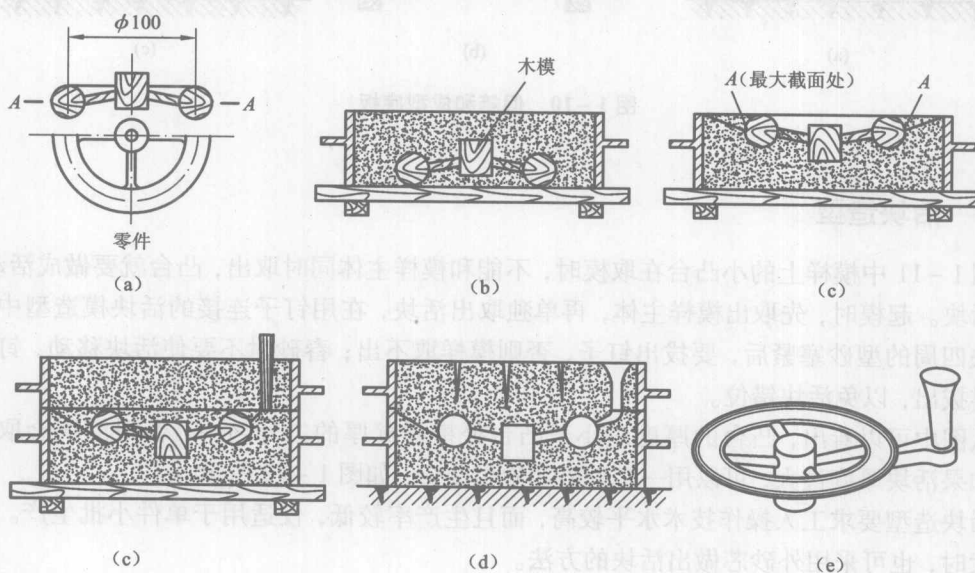


图 1-8 手轮的挖砂造型过程

(a) 造下型; (b) 翻下型, 挖修分型面; (c) 造上型; (d) 合箱; (e) 带浇口的铸件

挖修分型面时应注意：一定要挖到模样的最大断面 A-A 处(见图 1-8(c))；分型面应平整光滑，坡度应尽量的小，以免上箱的吊砂过陡；不阻碍取模的砂子不必挖掉。

生产数量较多时，一般采用假箱造型(见图 1-9)。先制出一个假箱只用于代替底板，再在假箱上造下型。用假箱造型时不必挖砂就可以使模样露出最大的截面。

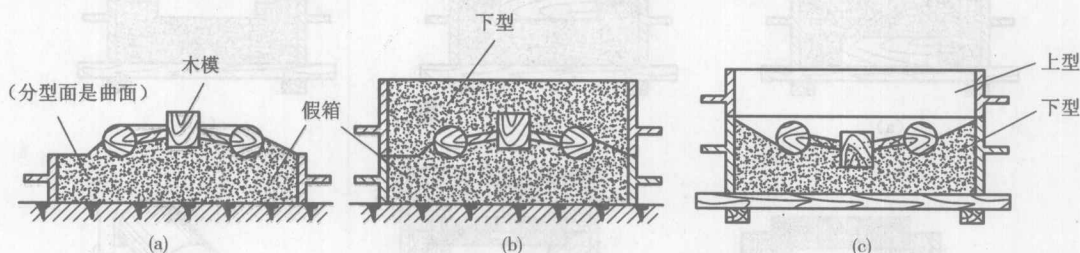


图 1-9 假箱造型

(a) 模样放在假箱上；(b) 造下型；(c) 翻转下型，待造上型

假箱的做法有多种，图 1-9(a)是将一个不带浇口的上箱做假箱，分型面是曲面。图 1-10(a)中的假箱是一平砂型，将模样卧进分型面，直到露出最大的截面止，分型面是平面。假箱一般是用强度较高的砂春制成的，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，可用木制的成型底板代替假箱(见图 1-10(b))。

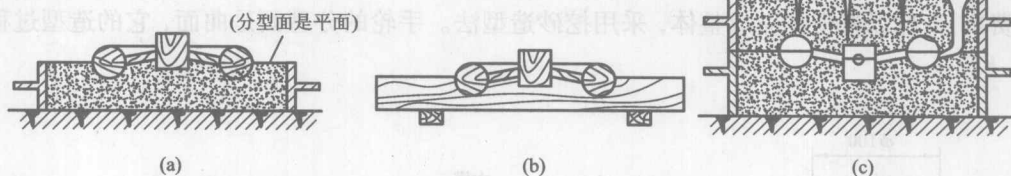


图 1-10 假箱和成型底板

1.3.4 活块造型

图 1-11 中模样上的小凸台在取模时，不能和模样主体同时取出，凸台就要做成活动的，称为活块。起模时，先取出模样主体，再单独取出活块，在用钉子连接的活块模造型中应注意活块四周的型砂塞紧后，要拔出钉子，否则模样取不出；舂砂时不要使活块移动，钉子不要过早拔出，以免活块错位。

从图中可以看出，凸台的厚度应小于凸台处模样壁厚的二分之一，否则活块会取不出来。如果活块厚度过大，可以用一个外砂芯做出凸台，如图 1-12 所示。

活块造型要求工人操作技术水平较高，而且生产率较低，仅适用于单件小批生产。若产量较大时，也可采用外砂芯做出活块的方法。

1.3.5 三箱造型

有些形状较复杂的铸件，往往具有两头截面大而中间截面小的特点，用一个分型面取不

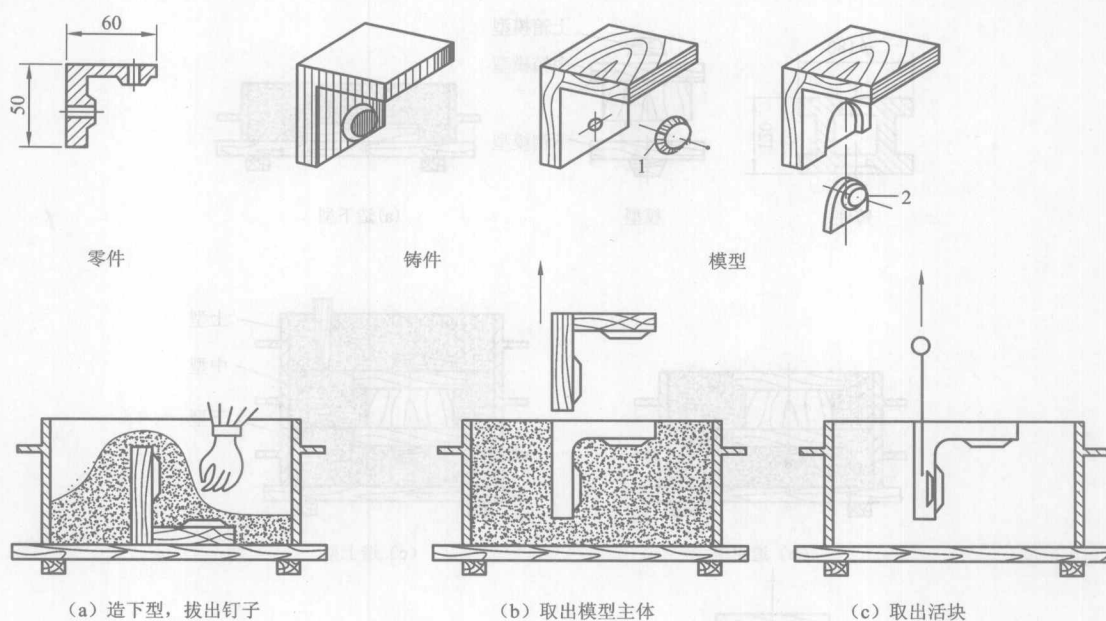


图 1-11 活块造型

1—用钉子连接的活块; 2—用燕尾槽连接的活块

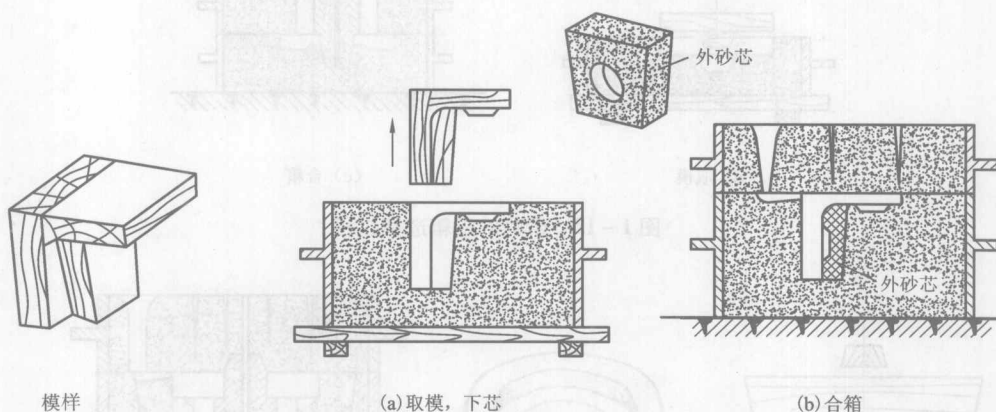


图 1-12 用外砂芯做出活块

出模样, 需要从小截面处分开模样, 用二个分型面、三个砂箱造型。这种方法称为三箱造型, 造型过程见图 1-13。

从上图中可以看出, 三箱造型的特点是中箱的上、下两面都是分型面, 都要求光滑平整; 中箱的高度应与中箱的模样高度相近; 必须采用分模。

三箱造型方法较复杂, 生产效率较低, 不能用于机器造型(无法造中箱), 只适用于单件小批生产。在成批大量生产或用机器造型时, 可以采用外砂芯, 将三箱造型改为两箱造型如图 1-14。