



SHIYOU

中等专业学校教学用书

金工实习

尹长安 刘军 主编

石油工业出版社



中等专业学校教学用书

金 工 实 习

尹长安 刘 军 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是根据石油天然气总公司人事教育局(原石油工业部教育司)中专金工学科组1987年11月承德会议制定的《金属工艺学教学大纲》编写的。它是与《金属工艺学》教材配套使用。

全书共十二章,内容包括铸造、锻造、焊接、热处理、量具、钳工、车削和其它切削加工及机械拆装基本知识,对常用设备的使用、保养及安全操作技术作了简单介绍。语言力求通俗易懂,内容力求精练并结合实际。

本书可作为石油矿场机械专业的实习教材,其它专业也可根据实际情况选用。

中等专业学校教学用书

金 工 实 习

尹长安 刘 军 主编

*

中国石油天然气总公司教材编译室编辑

(北京 902 信箱)

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*



787×1092 毫米 16 开本 15 $\frac{1}{4}$ 印张 378 千字 印 14001—16000

1992 年 9 月北京第 1 版 2002 年 1 月北京第 5 次印刷

ISBN 7-5021-0681-2/TE·646 (课)

定价: 16.00 元

前 言

本教材是根据石油天然气总公司人事教育局（原石油工业部教育司）中专金工学科组1987年11月承德会议制定的《金属工艺学教学大纲》编写的，适用于初中毕业四年制石油矿场机械专业学生使用，也可供石油系统其它专业选用。

根据学科组的要求，编写中又参照了国家机械委1986年制定的中等专业学校《金工实习教学大纲》，使教材内容更加充实适用，并使本实习教材与讲课教材内容既不过多地重复，又能有机地联系起来。

金工实习是金属工艺学教学的重要组成部分。通过金工实习，一方面使学生学到一些必要的操作技能，为金工课堂教学建立感性认识，同时也为学生学习其它后继课程及以后从事技术工作打下必要的实践基础。

本教材主要介绍了金属毛坯成型及零件加工方法，工艺过程，安全操作技术及有关设备，工具的工作原理、结构和使用方法。

书中各章后面均附有一定数量的实习作业和习题，可供学生复习和教师考核学生实习效果之用。

参加本教材编写的有胜利石油学校邵秀珍（第一章）、吉林石油学校杜荣清（第八章）、辽河石油学校尹长安（第五、九章）、刘军（第六章）、刘鸿卿（第二、四章）、庞泽男（第十、十一章）、谭晓申（第十二章）、迟文澜（第七章）、张文学（第三章）。本书由辽河石油学校尹长安、刘军主编，承德石油高等专科学校邵冰如主审。

本书在编写过程中得到了许多兄弟学校和厂矿的大力支持，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中错误与不妥之处在所难免，希望读者批评指教。

编者

1989年3月

目 录

第一章 铸造	(1)
第一节 铸造基本知识.....	(1)
第二节 木模及其制作.....	(1)
第三节 型(芯)砂的配制.....	(3)
第四节 手工造型.....	(5)
第五节 型芯制造.....	(14)
第六节 金属的熔炼及浇注.....	(17)
第七节 铸件的落砂、清理及缺陷分析.....	(21)
第二章 锻造与冲压	(26)
第一节 锻造基本知识.....	(26)
第二节 锻造车间的主要设备和工具.....	(28)
第三节 锻造的基本工序及其操作规则.....	(33)
第四节 锻件质量分析和锻造安全操作技术.....	(46)
第五节 板料冲压.....	(48)
第三章 焊接	(53)
第一节 手工电弧焊.....	(53)
第二节 气焊和气割.....	(64)
第三节 焊接变形及焊件质量分析.....	(71)
第四章 热处理	(78)
第一节 概述.....	(78)
第二节 热处理炉.....	(82)
第三节 钢的热处理工艺.....	(86)
第五章 量具	(96)
第一节 简单量具.....	(96)
第二节 游标量具.....	(101)
第三节 螺旋量具.....	(106)
第四节 表式量具.....	(107)
第六章 钳工	(109)
第一节 钳工工作台和虎钳.....	(109)
第二节 划线.....	(110)
第三节 錾削.....	(114)
第四节 锯割.....	(116)
第五节 锉削.....	(119)
第六节 攻丝与套扣.....	(122)
第七节 刮削.....	(126)

第八节 钳工加工实例·····	(128)
第七章 车削·····	(134)
第一节 车削基本知识·····	(134)
第二节 车外圆与端面·····	(144)
第三节 切断·····	(150)
第四节 车圆锥面·····	(152)
第五节 车成形面与滚花·····	(154)
第六节 车螺纹·····	(156)
第七节 车工操作示例·····	(160)
第八章 刨削、插削和拉削·····	(165)
第一节 刨削基本知识·····	(165)
第二节 刨刀·····	(169)
第三节 工件的装夹方法·····	(172)
第四节 刨削加工方法·····	(173)
第五节 插削与拉削·····	(178)
第九章 钻削与镗削·····	(181)
第一节 麻花钻及其刃磨·····	(181)
第二节 钻床·····	(182)
第三节 钻孔·····	(184)
第四节 扩孔、铰孔和镗孔·····	(189)
第五节 镗削·····	(192)
第十章 铣削和齿轮加工·····	(196)
第一节 铣削基本内容·····	(196)
第二节 铣床·····	(197)
第三节 铣刀和工件的安装·····	(200)
第四节 铣削加工方法·····	(204)
第五节 齿轮加工简介·····	(211)
第十一章 磨削加工·····	(215)
第一节 磨削基本知识·····	(215)
第二节 砂轮·····	(217)
第三节 磨床·····	(221)
第四节 磨削加工方法·····	(223)
第十二章 机械拆装·····	(230)
第一节 装配工艺过程·····	(230)
第二节 基本装配工艺·····	(232)
第三节 机械设备的拆卸与修理·····	(234)
参考文献·····	(236)

第一章 铸 造

第一节 铸造基本知识

一、铸造生产在机器制造业中的应用

铸造就是将液态金属浇注到铸型中，待其冷凝后，获得铸件的一种加工方法。

铸造是机器制造业的头道工序。机器零件的毛坯，大部分是用铸造方法制得的。据统计，在一台机器中铸件的重量约占 40~80%，而铸件的成本只占机器成本的 20~50%。

采用铸造方法生产毛坯，其主要优点是：适应性广，铸件的重量可以从几克到 200 吨以上；几乎所有金属及其合金都能用铸造方法进行生产；它可以制造出形状复杂，尤其是具有复杂内腔的铸件；成本低，有较好的经济效益。因而，它在机器制造业中占有极其重要的地位。

二、砂型铸造

砂型铸造是铸造生产中最基本的方法，其工艺过程如图 1-1 所示。主要工序包括制模、配砂、造型、造芯、合箱、熔炼、浇注、落砂、清理、检验等。

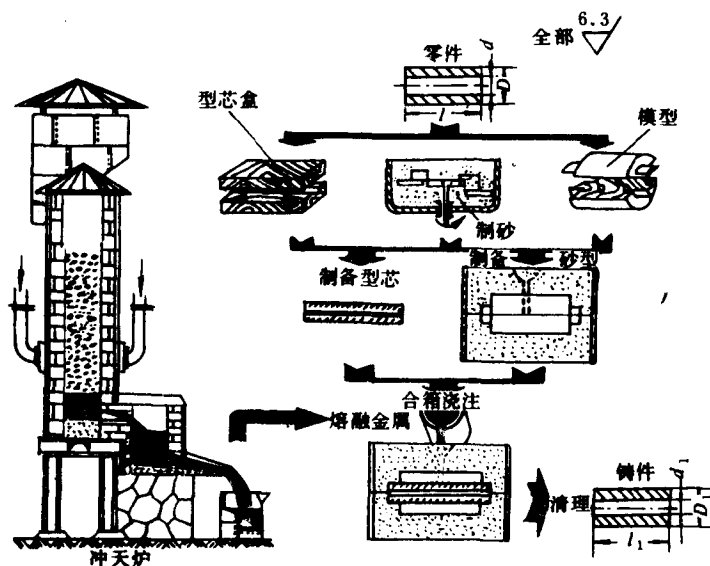


图 1-1 砂型铸造的基本工艺过程

第二节 木模及其制作

一、模型与铸件的关系

在铸造生产中，模型和芯盒分别用来造型和制芯。模型（又称模样）同铸件的外形基本相似。多数芯盒相似于铸件的内部。在单件小批生产中，模型和芯盒的材质大都采用易于加

工、成本较低的木材。在大批生产时，其材质大都采用经久耐用的铝合金及塑料等。依照材质的不同，模型又可分为木模、金属模及塑料模等。

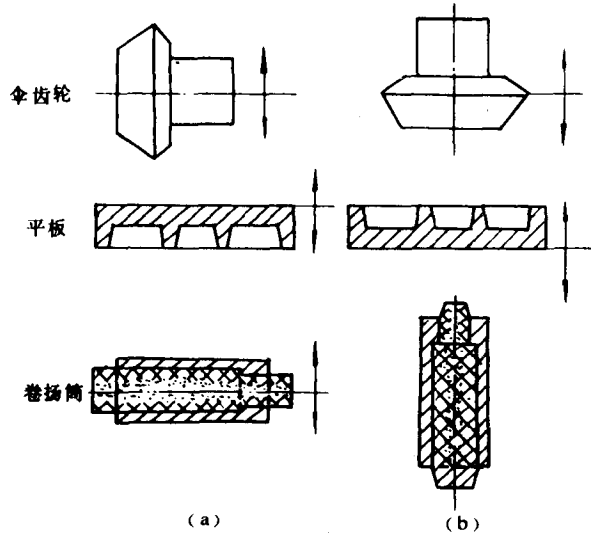


图 1-2 分模面的合理性
(a) 不正确；(b) 正确

综合考虑，然后选择出最佳方案。图 1-3 为压盖零件的两种分型方案。如果采用方案 I，不仅制造模型和造型方便，而且合箱时不会产生错箱。而方案 II 则复杂。

2. 拔模斜度

为了便于从铸型中取出模型和从芯盒中取出型芯，必须在垂直于分型面的侧壁上留有一定斜度，通常称为拔模斜度（图 1-3 中所示）。拔模斜度一般为 $0.5 \sim 4^\circ$ 。垂直壁愈高，起模方式愈平稳，拔模斜度愈小。

3. 加工余量

铸件上凡须加工的表面，均须留出加工余量（图 1-3 所示）。加工余量的大小与加工面的加工精度和在砂型中的位置、造型方法、铸件尺寸以及铸造合金的种类等因素有关。一般小型铸铁件的加工余量为 $3 \sim 5\text{mm}$ 。

4. 收缩量

在铸造生产过程中，铸造合金从

二、木模的制作

1. 选择分型面

分型面是指造型时砂型相互间的分界面。分型面和木模的分模面是一致的。在保证模型能从砂型中取出的条件下，为了保证铸件质量和方便造型，选择分模面应遵循以下原则。

- (1) 尽量使零件质量要求较高或重要的加工面位于铸型的下部或侧壁，如图 1-2 所示。
- (2) 使起模高度最小。
- (3) 便于检验型芯的安放位置以及型芯的定位和排气等。
- (4) 应尽可能使整个铸件位于同一砂箱内，避免吊砂，并尽量减少型芯及活块数量。

选择分型面要根据上述原则进行

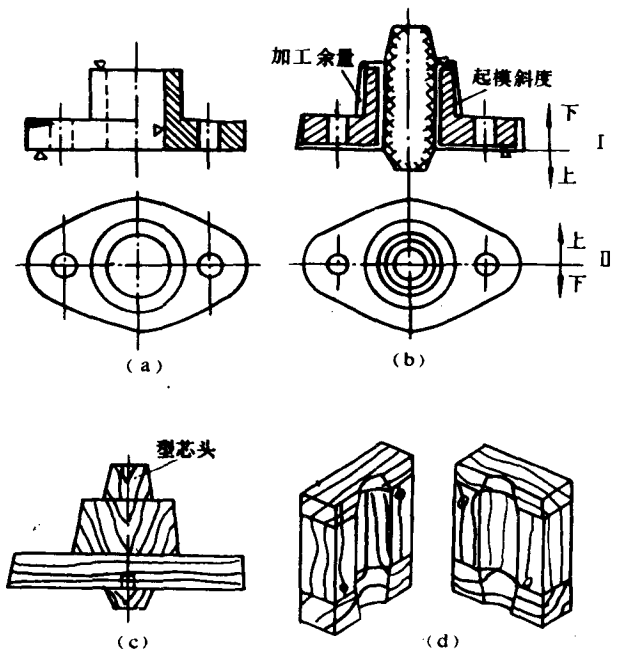


图 1-3 压盖的零件图、模型图及铸造工艺图
(a) 零件图；(b) 铸造工艺图；(c) 模型图；(d) 型芯盒

液态冷却到室温时，其体积要减小。因此，模型的尺寸应比铸件大，其数值取决于铸造合金的线收缩率。灰口铸铁的线收缩率约为1%，铸钢为1.5~2%。

5.铸造圆角

铸件两表面之间的内角，应做成圆角（图1-3所示）。这样有利于消除砂型上较难捣实并易于损坏的锐角，还可以避免铸件转角处产生裂纹、粘砂、缩松、缩孔等缺陷。

6.型芯头

为了型芯在砂型中的安放和定位，应在模型的相应部位做出突起，这就叫型芯头（图1-3所示）。造型时型芯头在砂型的型腔中形成安放型芯的凹坑，称为型芯座。

第三节 型（芯）砂的配制

配砂就是将组成型（芯）砂的原材料，按一定的重量比混合制成符合造型、造芯要求的型（芯）砂的工序。

浇注时，铸型和型芯直接承受金属液的作用。因此，型（芯）砂的性能对造型工艺及铸件质量将产生重大影响。如铸件的一些主要缺陷：砂眼、气孔、粘砂、裂纹、夹砂等都与型（芯）砂的质量有直接关系。因此，要求型（芯）砂应具有下列主要性能。

一、型（芯）砂的主要性能

1.强度

为保证铸型和型芯在制造、搬运时不易破坏，浇注时能承受金属液体的冲刷和压力作用，型（芯）砂应具有一定的强度。

型（芯）砂的强度与粘土和水的含量以及砂粒的粒度、形状和均匀程度有关。强度不足，通常使铸件产生砂眼、夹砂等缺陷。

2.透气性

为使浇注时型腔中的气体顺利逸出，型（芯）砂还应具有一定的透气性。影响型（芯）砂强度的诸因素同样影响其透气性。一般说来，凡是能提高型砂强度的因素均要降低其透气性。但这也并不是绝对的。例如：当用粘结力较强的粘结剂代替一般粘土粘结剂时，就能在不影响其透气性的情况下增加其强度。透气性差，通常使铸件产生气孔。

3.耐火性

为使铸型和型芯不被高温金属液体熔化、软化和烧结，型（芯）砂必须具有一定的耐火性。耐火性主要取决于砂中的 SiO_2 含量，其次，砂子的粒度及形状对耐火性也有一定的影响。耐火性不足将造成铸件粘砂。

4.退让性

为使铸件在冷却收缩时，不致因铸型和型芯的阻碍而使铸件产生裂纹，还要求型（芯）砂应具有一定的退让性。退让性主要由粘结剂在铸件收缩时，所表现的粘结力及砂粒间空隙的大小决定。退让性差是铸件产生裂纹的重要原因，尤其是对那些形状复杂的铸件。

二、型（芯）砂的组成

1.原砂

一般是来自海、河或山地的粒度均匀，含杂质较少的矿砂。原砂的特征及对型（芯）砂的基本性能影响如下。

（1）化学成分。原砂的主要化学成分为二氧化硅（ SiO_2 ）。另外还含有少量的杂质（粘

土和一些金属氧化物)。原砂中的二氧化硅含量愈高,其耐火性愈高。铸钢、铸铁件的造型用砂,二氧化硅的含量应不低于96%。

(2) 粒度与形状。原砂的粒度按其主要通过的标准筛号进行分组。中、小型铸钢件和铸铁件造型用砂一般为50/100目和70/140目。目数愈大,砂粒愈细。砂粒愈粗时,其耐火性及透气性愈好。原砂的形状可分为圆形、多角型和尖角型。在粒度同级时,圆形砂的耐火性和透气性均高于多角形和尖角形。

2. 粘结剂

粘结剂主要起粘结作用。生产中常用的粘结剂有普通粘土、膨润土、水玻璃、合脂、树脂、桐油等。普通粘土较膨润土的粘结力弱。它们多用作钢、铁以及有色金属铸件型砂的粘结剂。水玻璃常用作铸钢件型(芯)砂的粘结剂。合脂、树脂、桐油等多用作芯砂的粘结剂。

粘结剂加入愈多,型(芯)砂的强度愈大,透气性和退让性愈差。

3. 附加料

为了改善型(芯)砂的某些性能而加入的少量其它物质,称为附加料。常用的有煤粉、锯木屑、焦炭末等。煤粉通常加入铸铁件的面砂中以改善铸件的表面质量。锯木屑和焦炭末加入干型型砂中以增加铸型的退让性和透气性。

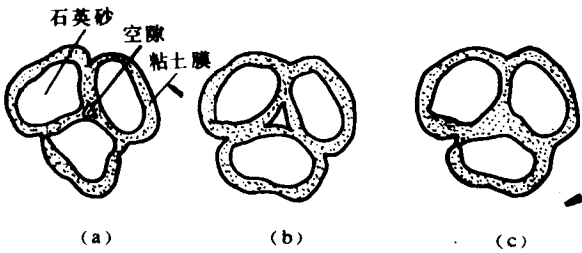


图 1-4 型砂结构

(a) 粘土与水适量,砂粒呈多角形; (b) 粘土与水适量,砂粒呈圆形; (c) 粘土或水过量,砂粒呈圆形

4. 水

水加入后与粘土形成胶体并以薄膜的形式覆盖在砂粒表面,使其彼此连接起来。图 1-4 为型砂的结构。从图中可以看出水的加入量不宜过多,否则将影响型砂的透气性,并可能在浇注时使金属液产生沸腾造成铸件报废。在粘土砂中水的加入量一般为型砂总重的4~8%。

三、混砂和松砂

1. 混砂

当组成型(芯)砂的原料准备好以后,就可按一定的重量比进行混砂。混砂一般是在混砂机中进行的。最常用的混砂机为辗轮式混砂机(图 1-5 所示),另外还有摆轮式和连续式等。原料在混砂机中,通过挤、搓、搅拌达到均匀地混合。

各种材料混合得愈均匀,则其性能愈好。混砂时应注意以下情况。

(1) 根据型(芯)砂的性能要求,通过试验确定其配比。定量准确是保证型(芯)砂性能稳定的基础。

(2) 严格按加料顺序进行加料,以此达到最少的混制时间和最佳的混砂效果。对于粘土砂、加料的顺序应是:新砂→粘土→旧砂→附加料。干混2~3分钟后,加水混制6~8分钟即可。

2. 松砂

从混砂机内卸出的型砂,在造型前须用松砂机进行

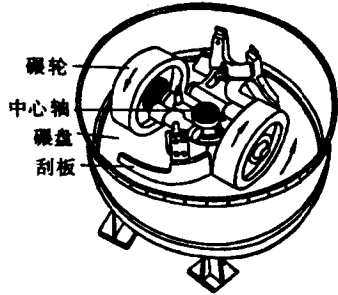


图 1-5 辗轮式混砂机

松砂处理，这样可以进一步提高透气性、强度和可塑性。

制备好的型（芯）砂，其性能可用仪器检验，也可用手攥法检验（图 1-6）。

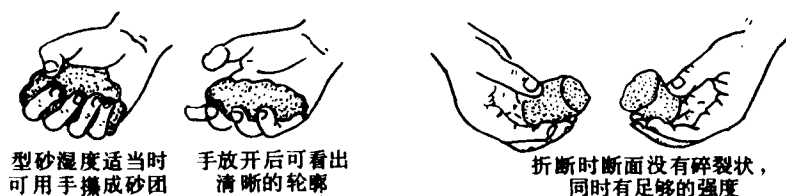


图 1-6 手攥法检验型砂

第四节 手工造型

手工造型方法很多，但其基本工序大致类似。

手工造型所使用的造型工具、修型工具和基本操作介绍如下。

一、造型及修型工具

造型过程中所使用的工具包括砂箱（图 1-7）、造型工具（图 1-8）及修型工具（图 1-9）。

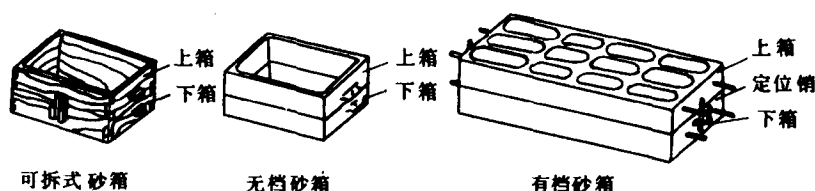


图 1-7 砂箱

二、造型基本操作过程

现以轴承座铸件为例，来说明造型操作的一般步骤。

(1) 按铸件的铸造工艺，准备好相应的造型工具和修型工具。主要是选择合适的砂箱和浇口棒。砂箱外形最好与零件的外形相适应。如回转体铸件，最好用圆形砂箱。另外，模型与砂箱的内壁、顶部之间还须留有适当的距离（图 1-10），俗称吃砂量，一般视铸件大小而定，大件多留，小件少留，一般留有 30~100mm 的间距。砂箱尺寸过大不仅增加型砂的消

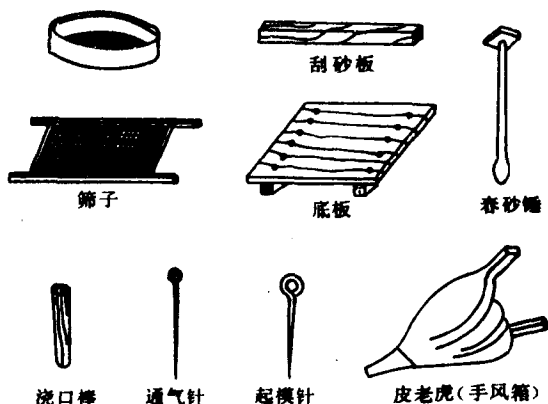


图 1-8 造型工具

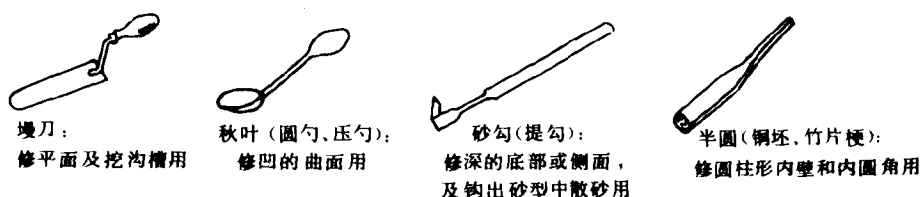


图 1-9 修型工具

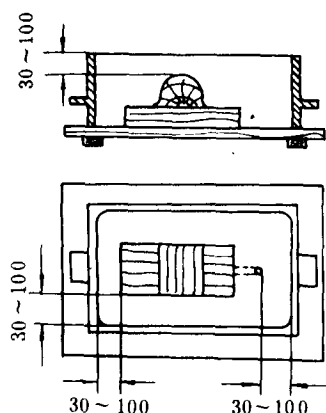


图 1-10 砂箱大小要适当

耗，而且浪费造型工时。砂箱过小，模型周围型砂的强度不足，容易在起模、搬运时造成损坏以及在浇注时“跑火”。浇口棒一般视铸件大小和采用的内浇口形式，选择相应尺寸的圆锥形或圆柱形浇口棒。圆柱形浇口棒多用于回转体铸件的压边浇口。

(2) 将模型放在底板的适当位置上，并根据吃砂量均匀的原则留出浇口位置后，将选好的砂箱放在底板上（参见图 1-10）。

(3) 分次向砂箱内填砂。第一次加砂时须用手将模型按住，并用手将模型周围的型砂塞紧（图 1-11），以免春砂时模型移动或模型周围型砂的紧实度不足。首次加砂以覆盖模型 35~45mm 为宜，以后根据砂箱大小，每次加砂厚度约 50~75mm。从第二层开始每次加砂后，按一定

顺序（图 1-12）均匀地用扁头冲春紧加入的型砂，并注意不要撞到模型表面（图 1-13），以免损坏模型。最后一层型砂要超过砂箱边缘，并用平头冲春紧。

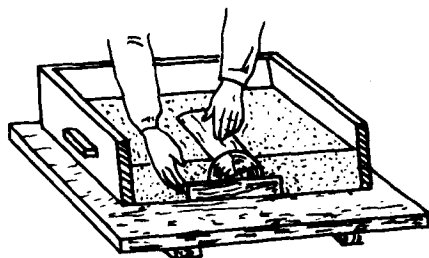


图 1-11 用手将木模周围的型砂塞紧

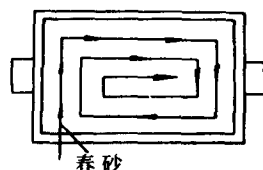


图 1-12 要按一定的路线春砂

为了避免塌箱，箱角和箱壁处的型砂应比相邻部分的型砂春的紧一些。通常模型附近的型砂的紧实度也应稍大些，以提高铸件的表面质量。在离模型较远处的型砂，如春得太紧，将会引起“呛火”，使金属液沿浇口外逸。

下砂型春紧后，用刮板沿砂箱边缘刮去多余的型砂，翻转 180° 后，平放在底板上（图 1-14）。

(4) 用慢刀对下砂型表面稍作修整，撒上分型砂（图 1-15），以防开箱时上、下砂型粘在一起。然后，用皮老虎吹去模型表面的分型砂（图 1-16），以免粘到上砂型表面，在浇注

时落入型腔，使铸件产生缺陷。

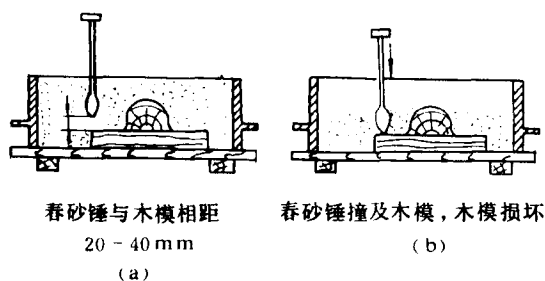


图 1-13 春砂锤不要撞到木模

(a) 正确；(b) 错误

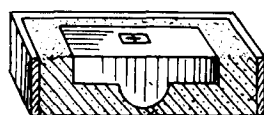


图 1-14 翻转下砂型

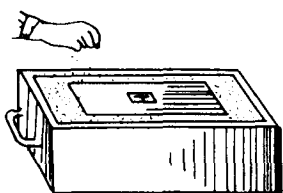


图 1-15 撒分型砂

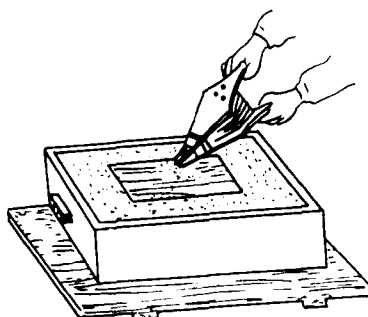


图 1-16 将木模上的分型砂吹掉

(5) 在下砂箱上对正放好上砂箱，并根据预留位置放好浇冒口。然后，分层填砂并春紧上砂箱。

由于液体深度愈深，压力愈大，因此根据铸型的浇注位置，下部砂型的紧实度要相应的大些。高大铸件更须特别注意。

(6) 上砂箱春紧并用刮板刮去多余的型砂后，用通气针按图 1-17 扎出通气孔。

稍加晃动后，拔出浇口棒，并用压勺挖出漏斗形外浇口，以免浇注时金属液飞溅。挖好后用手按压一下周围的浮砂。

(7) 如果上、下砂箱之间没有定位装置，则应在开箱前，在砂箱的三个箱壁上做出合箱时的定位线（俗称打泥号图 1-18）。

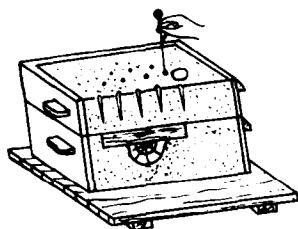


图 1-17 扎通气孔

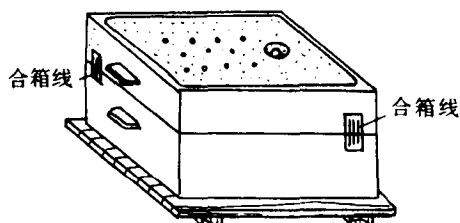


图 1-18 沿砂箱两直角边最远处做合箱线

(8) 揭开上箱。开箱后，开好内浇口即可起模。起模前用水笔蘸少许水沿模型边缘润湿模型周围的型砂（图 1-19），以增加周围型砂的强度，防止起模时砂型损坏。

(9) 将起模针垂直插在模型的重心位置，用锤沿水平面的各个方向轻轻地敲打（图 1-20），使模型和型腔松动。然后，用起模针小心地将模型从砂型中垂直向上取出。

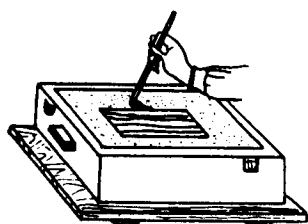


图 1-19 起模前应刷水

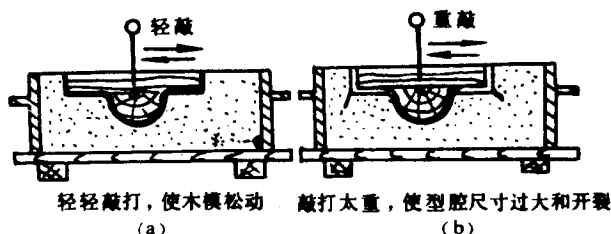


图 1-20 起模前要松动木模

(a) 正确；(b) 错误

(10) 起模后型腔如有损坏，对损坏部分应根据型腔形状和损坏程度，分别用不同的修型工具进行修补。图 1-21 是用慢刀修型示例。

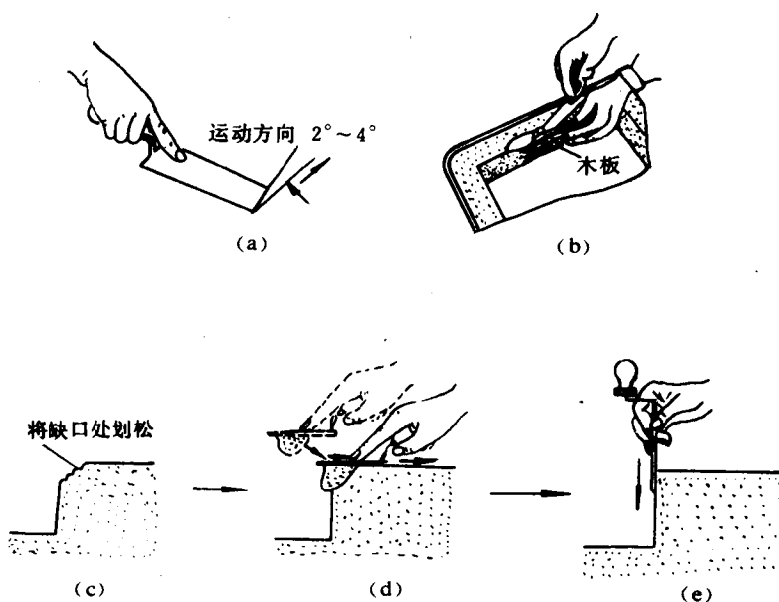


图 1-21 用慢刀修型示例

- (a) 用慢刀修光分型面，手握刀柄，食指轻压慢刀，沿运动方向刀子应略翘起以免慢刀将砂刮起；
- (b) 砂型损坏较大的部位可用木板辅助修型；(c) 徒手修补砂型缺口，将缺口处用慢刀划松；
- (d) 用慢刀粘上砂子，沿砂子受压方向抹到缺口上，将砂补上；(e) 慢刀向下运动，抹平铅垂壁上的砂

(11) 型腔上的一些薄弱部分，如转角、凸台、大平面及损坏的修补处，为了防止被金属液冲坏以及经铁水的烘烤后因失水而局部脱落，应在这些部位用铁钉等进行局部加固，如图 1-22 所示。

(12) 合箱。合箱前重新检查一遍砂型型腔内是否有落砂，如有，应用砂钩或其它工具清除。对有型芯的铸件，要按图纸要求安放好型芯，并根据型芯的放置形式，采取不同的定位和固定措施（图 1-23、图 1-24）。型芯放好后，要按图纸要求仔细地进行尺寸检查直至确认无误后，再根据砂箱的定位标记（如合箱线等），平稳地将上、下砂型合在一起。

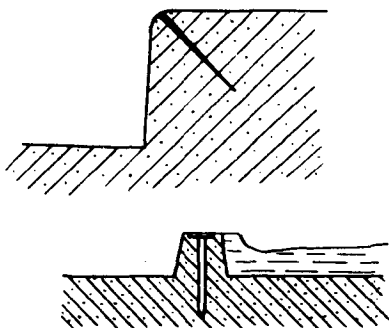


图 1-22 用铁钉来加固砂型

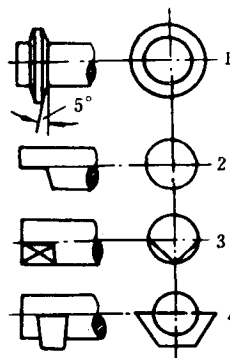


图 1-23 定位泥芯头

1—防止泥芯轴向移动；2、3—防止泥芯绕轴转动；3—防止泥芯轴向移动和绕轴转动

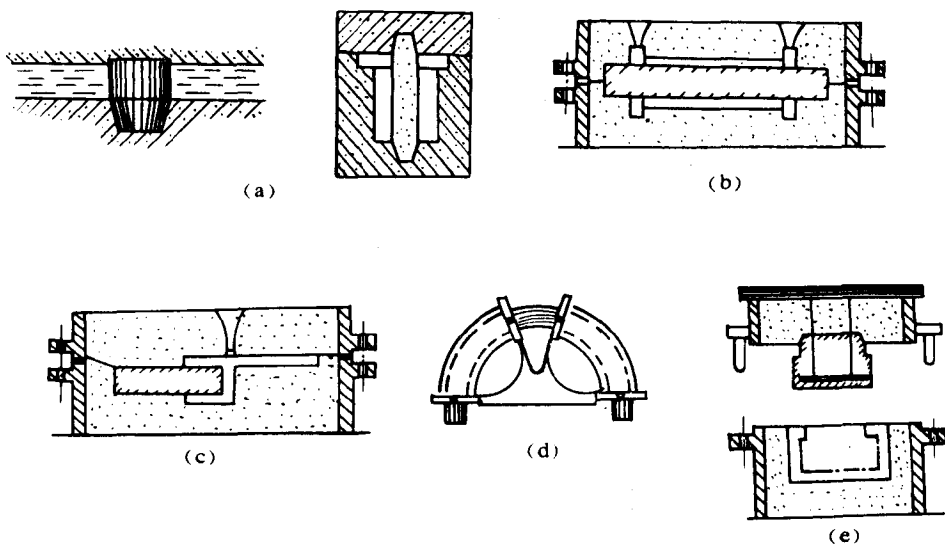


图 1-24 泥芯的固定

(a) 竖立泥芯的固定；(b) 横卧泥芯的固定；(c) 悬挂泥芯的固定；
(d) 挑担泥芯的固定；(e) 悬挂泥芯的固定

三、常用的手工造型方法

1. 整模造型

对于外形简单并且最大投影面位于端面的零件，常采用整模造型。一般情况下模型全部放在一个砂箱内，并且分型面为平面。图 1-25 为轴瓦座零件的整模造型过程。

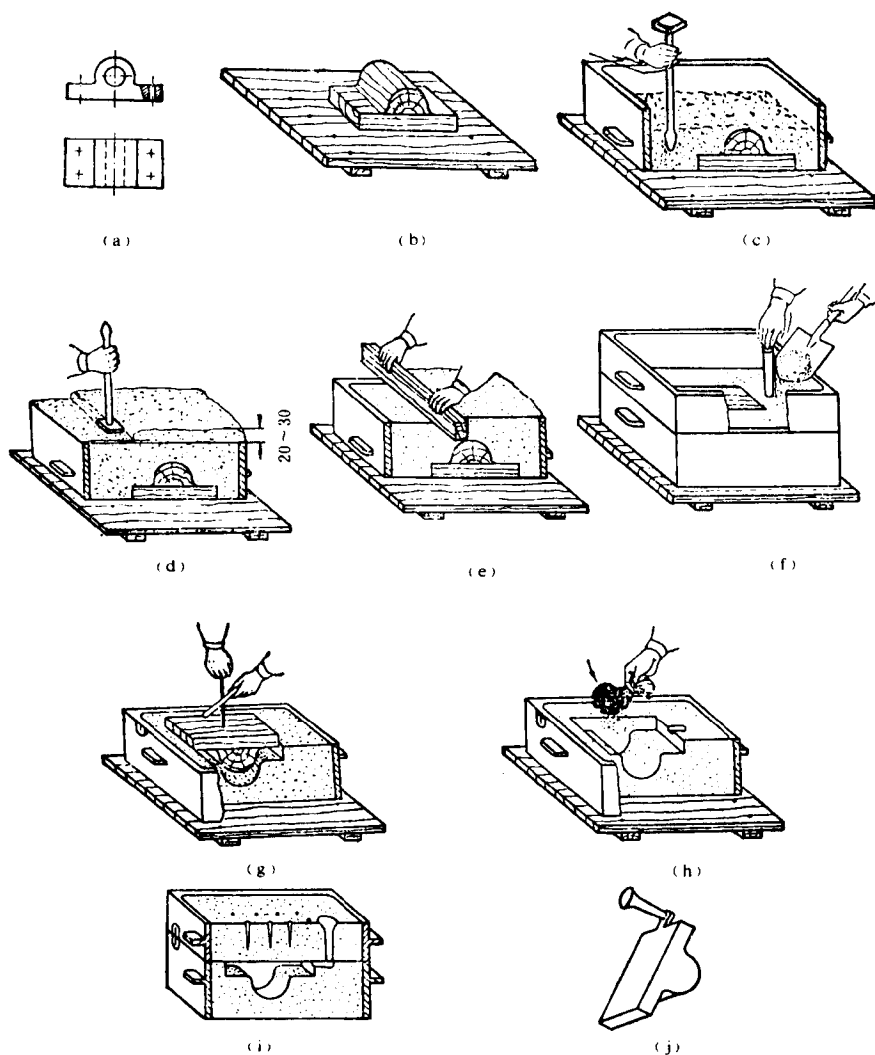


图 1-25 整模造型过程

(a) 轴承零件; (b) 把木模放在底板上, 注意要留出浇口位置; (c) 放好下砂箱 (注意砂箱要翻转), 加砂, 用尖头锤舂砂; (d) 舂满砂箱后, 再堆高一层砂, 用平头锤打紧; (e) 用刮砂板刮平砂箱 (切勿用戥刀光平); (f) 翻转下砂箱, 用戥刀修光分型面, 然后撒分型砂, 放浇口, 造上砂型箱; (g) 开箱、刷水、松动木模后边敲边起模; (h) 修型、开内浇口, 撒石墨粉; (i) 合箱, 准备浇注; (j) 落砂后的铸件

整模造型操作简便, 所得铸型型腔的形状和尺寸精度高, 适用于生产各种批量形状简单的铸件。如齿轮坯、轴承座、皮带轮等。

2. 分模造型

对于那些最大投影面在模型中部, 用整模造型后, 不能从铸型中取出模型时, 可采用分模造型。所谓分模造型, 就是将模型沿外形的最大投影面分成两部分 (不一定对称), 并用销钉定位, 这种模型称为分模。用分模制造铸型的过程称为分模造型。图 1-26 为管状铸件的分模造型过程。

分模造型过程与整模造型基本相同。所不同的是分模造型时模型位于两个砂箱内。分模造型是手工造型最常用的造型方法之一。它通常用来制造形状复杂的铸件。如各种管类、阀类、箱体类铸体。

分模造型时，应注意定位销定位是否准确，在一个半模上固定是否牢固，插入另一半模后是否过松或过紧，两半模合模后，分模面是否严密。砂箱定位要准确，严防错箱。

3.挖砂造型

有些铸件如手轮，按其结构外形，可采用分模造型。但当制成分模后，由于模型截面尺寸小，易变形或损坏。此时可将模型做成整模，造型时再挖去阻碍起模的局部型砂。这种方法就是挖砂造型。图1-27为手轮铸件的挖砂造型过程。

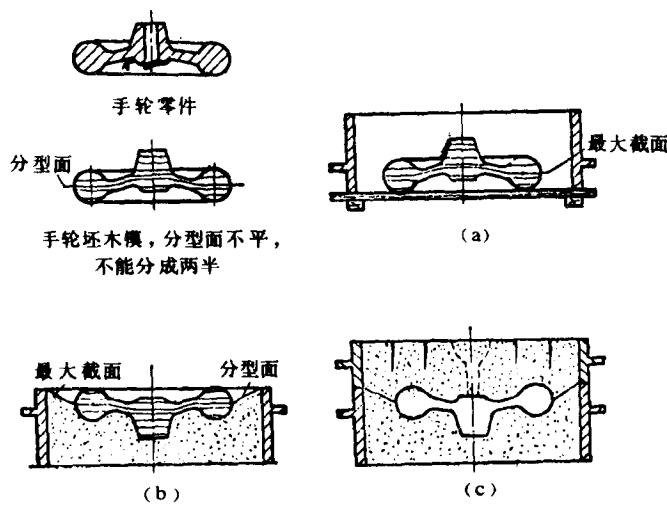


图 1-27 挖砂造型

- (a) 放置木模，开始造下砂型；(b) 翻转，挖出分型面；
(c) 造上砂型，起模，合箱

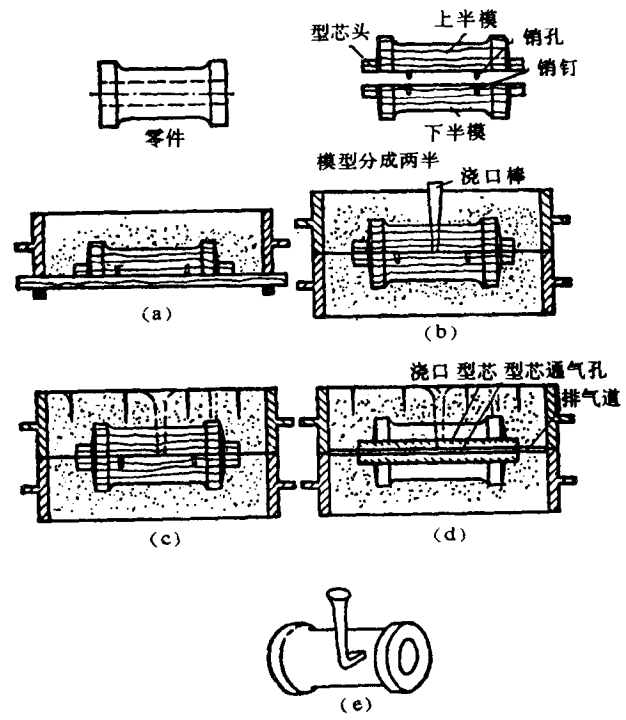


图 1-26 分模造型过程

- (a) 用下半模造下箱；(b) 放好上半模，撒分型砂，放浇口棒造上箱；
(c) 开外浇口，扎通气孔；(d) 起模开内浇口；下型芯，开排气道，
准确合箱；(e) 落砂后的铸件

挖砂造型时，每型均需用手工挖砂。要求造型工有较高的技术水平。而且操作麻烦，生产效率低，因此仅适用于单件小批生产。

挖砂造型时，应注意挖出的分型面应位于铸件的最大投影截面，分型面应挖得平整光滑，坡度尽量小。

4.活块模造型

当模型侧面有阻碍起模的凸起部分时，常将这些凸起做成用销子或燕尾棒与主体模连接的活块，起模时先起出主体模，然后再取出活块的造型方法，称为活块模造型。图1-28为角形支架的活块模造型过程。