

金工实习教材

李卓英 李清卉 主编

北京理工大学出版社

5

金工实习教材

李卓英 李清卉 主编

北京理工大学出版社

内 容 提 要

本书是根据国家教委《金属工艺学》课程教学指导小组对金工实习的基本要求并参考高等工业学校《金属工艺学教学大纲》编写的，适用于高等工科院校机类和近机类各专业。实习时间为4~6周。

全书内容共分十二章，包括铸工、锻工、焊接、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、钻削加工、钳工及微机控制机床与电火花线切割机床简介等。

本书有如下特点：① 吸取了现有各同类教材的优点；② 内容层次由浅入深，说理简单明确，密切结合生产实际；③ 考虑了后续课程的需要，特别是与《机械制造基础》课程的关系，把其中的部分内容提到实习中讲解，便于与实践紧密结合，也使《机械制造基础》课程内容可以充实与更新；④ 本书为适应实习以操作为主的原则，加强了有关内容，增加了工艺与夹具的基本知识，便于学生实习中应用。

金 工 实 习 教 材

李卓英 李清卉 主编

*

北京理工大学出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京理工大学出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 18.875印张·466千字

1989年12月第一版 1989年12月第一次印刷

ISBN 7-81013-255-5/TB·8

印数：1-3450册 定价：3.85元

前 言

金工实习在我校和一些学校中已确定为一门独立的必修课。通过实习，为《机械制造基础》课程的讲授和学生学习其它后续课程打下必要的实践基础。过去，金工实习是《金属工艺学》的一部分，主要是为学好《金属工艺学》准备感性知识。随着课程改革的发展（也包括其它后续课程的需要），金工实习的目的和作用已大大深化和加宽。因此，实习的内容也必须充实和加强。为了适应这些变化，本教材在编写时除吸取现有同类教材的优点外，适当加强和增加了一些内容并作了一定的系统的分析。金工实习是学生入学后第一次进工厂接触生产实际，实习中应以操作训练为主。教材中重点介绍了金属的变形方法和加工方法。对于所用设备和工具以及加工过程和使用操作方法，都较详细地作了说明。安全技术和工厂的有关规定，教材中也给予了足够的重视。教材中还选用了大量插图，力求直观形象，文字叙述深入浅出，便于阅读，便于联系实际。

根据多年来指导金工实习从事实践教学和课堂教学的经验，编者认为《金工实习教材》和《机械制造基础》课程的内容应该作一些调整。《机械制造基础》中的部分内容，凡是在实习中结合实习操作一次解决的，我们都编进了《金工实习教材》、《机械制造基础》中不必再重复，其内容可以提高和更新。实习中，为使学生较系统地掌握并巩固所学的知识 and 技能，要进行以引导和总结为主的现场与课堂讲课，以更好地达到金工实习的目的与要求。对此本教材在内容和编排上都有必要的考虑和安排。

本书各章之末，附有复习思考题，用以帮助学生总结和巩固实习收获，也可作为指导教师和辅导技工检查学生实习效果的参考。

本教材适合的实习时间为4~6周，其中热加工（包括铸、锻、焊及热处理）占1/4，冷加工（包括机工和钳工）占3/4。

本书由北京理工大学实习教研室主持编写。热加工部分（第1~4章）由李清卉主编，冷加工部分由李卓英主编并编写第5~6章，第7~9章由洪尚禄编写，第10~12章由李绍明编写。热加工部分由余镇华老师审阅，冷加工部分由王中正老师审阅。

由于编者水平有限，难免有缺点和错误之处，敬请批评指正。

编者

1988年12月

目 录

第一章 铸 造

内容提要

§ 1-1 概述	(1)
§ 1-2 造型材料	(2)
§ 1-3 模型与型芯盒	(5)
§ 1-4 造型工艺	(7)
§ 1-5 制芯工艺	(16)
§ 1-6 浇注系统	(20)
§ 1-7 铸造合金的熔炼与浇注	(22)
§ 1-8 铸件清理及缺陷检验	(25)

复习思考题

第二章 锻 压

内容提要

§ 2-1 概述	(29)
§ 2-2 金属的加热及所用设备	(30)
§ 2-3 自由锻造	(33)
§ 2-4 胎模锻造和锤上模锻	(42)
§ 2-5 冷冲压	(44)

复习思考题

第三章 焊 接

内容提要

§ 3-1 概述	(49)
§ 3-2 手工电弧焊	(49)
§ 3-3 气焊及氧气切割	(56)
§ 3-4 电阻焊	(63)
§ 3-5 气体保护焊	(66)

复习思考题

第四章 热 处 理

内容提要

§ 4-1 热处理概念	(68)
§ 4-2 常用热处理方法	(68)
§ 4-3 钢热处理常见缺陷及防止方法	(72)

复习思考题

第五章 金属切削加工基础知识

内容提要

§5-1 概述	(74)
§5-2 刀具的几何角度与刀具材料	(76)
§5-3 零件加工的技术要求	(81)
§5-4 机床的类型与技术规格	(88)
§5-5 零件的检验与常用量具	(95)
§5-6 工件安装与夹具的基本知识	(103)
复习思考题	

第六章 车削加工

内容提要

§6-1 概述	(112)
§6-2 普通车床	(113)
§6-3 车刀	(119)
§6-4 工件安装及附件应用	(122)
§6-5 各种表面的车削方法	(129)
§6-6 典型零件车削步骤举例	(142)
§6-7 其它类型车床简介	(146)
复习思考题	

第七章 铣削加工

内容提要

§7-1 概述	(151)
§7-2 铣床	(154)
§7-3 铣刀	(158)
§7-4 工件的装卡	(161)
§7-5 主要铣削工作	(164)
§7-6 齿形加工	(169)
复习思考题	

第八章 刨削加工

内容提要

§8-1 概述	(176)
§8-2 刨床	(177)
§8-3 刨刀	(181)
§8-4 工件的安装方法	(182)
§8-5 各种表面的刨削方法	(183)
§8-6 拉削加工简介	(185)
复习思考题	

第九章 磨削加工

内容提要

§9-1 概述	(188)
§9-2 磨床	(189)
§9-3 砂轮	(192)
§9-4 磨削工作法	(197)

§ 9-5 光整加工简介	(202)
复习思考题	

第十章 钻削加工和镗削加工

内容提要

§ 10-1 钻削加工	(205)
§ 10-2 扩孔、铰孔与镗孔	(211)
复习思考题	

第十一章 钳 工

内容提要

§ 11-1 概述	(220)
§ 11-2 划线	(220)
§ 11-3 錾削	(226)
§ 11-4 锯削	(229)
§ 11-5 锉削	(232)
§ 11-6 刮削	(235)
§ 11-7 攻丝和套扣	(238)
§ 11-8 机器的装配与维修	(242)
复习思考题	

第十二章 微机控制车床及电火花线切割机床简介

内容提要

§ 12-1 微机控制车床	(262)
§ 12-2 电火花线切割机床简介	(274)
复习思考题	

附录 I 金属切削机床型号表

附录 II 机床传动系统中常用的符号

附录 III 标准公差数值

附录 IV 外圆、孔及平面的典型加工方案

第一章 铸 造

内容提要

本章介绍与铸造实习有关的基本理论知识。通过实践及有关实践方面的基本理论学习，应对砂型铸造在以下几方面有所了解和掌握：

- 了解砂型铸造生产过程；
- 了解所用造型材料及其特性；
- 了解常用造型方法及其特点；
- 了解常见铸件缺陷及其产生原因；
- 掌握简单铸件实际进行翻砂铸造的操作技术。

§ 1-1 概 述

铸造是将液态金属浇注到铸型中，并在其中冷却、凝固，以获得铸件的一种加工方法。铸件一般是毛坯，经切削加工后才能成为零件。如果采用特殊的铸造方法，如精密铸造，或者当对零件的精度与光洁度要求不高时，铸件也可以不经切削加工而直接作为零件使用。

铸造时所使用的金属，可以是铸铁、钢、也可以采用铜、铝等有色金属及其合金。

采用铸造方法生产毛坯，其最大优点是适应性较强：铸件的重量可轻至仅几克，重至数百吨；壁厚可由 0.5mm 至 1 m 左右；既可以铸造简单外形铸件，也可以铸造外形很复杂且具有复杂内腔的铸件。另外，铸造所用设备费用相对较低，所用原材料来源广泛，成本低廉。因此，铸造方法目前仍然是制造各类机器毛坯与零件的主要方法。表 1-1 列出了各类机械中的铸件重量比。

表 1-1 各类机械中铸件的重量比

机 械 类 别	铸 件 重 量 百 分 数
机床、内燃机、重型机器	70~90
风机、压缩机	60~80
拖拉机	50~70
农机	40~70
汽车	20~30

当然，铸造加工方法也存在缺点，如：铸造过程工序多；铸件质量有时不够稳定并难精确控制；铸件机械性能一般不如锻件高，因而使得铸件在承受动载荷或交变载荷时使用，受到一些限制；铸件的废品率相对较高，铸造的劳动条件相对较差等。就铸造方法本身来说，

其优点是主要的，因而在工业生产中起着重要的作用。

铸造生产方法很多，主要可分为砂型铸造和特种铸造两大类。其中砂型铸造为铸造生产中的最基本的方法，也是铸造实习中的主要内容。

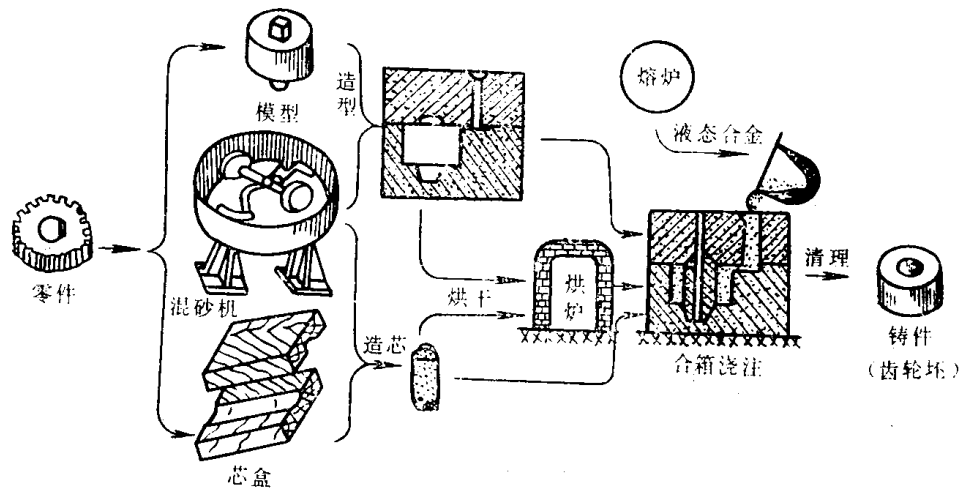


图 1-1 砂型铸造工艺过程

所谓砂型铸造，就是把熔化金属浇注到砂质的铸型中，使其在砂型中冷却凝固并得到铸件。砂型在取出铸件后便损坏，不能再用，故砂型铸造也称为一次性铸造。砂型铸造生产铸件的工艺过程如图 1-1 所示。砂型及浇注示意图如图 1-2 所示。

由图 1-1 中可以看出：砂型铸造需要造型材料，需要模型和型芯盒，需要通过各种造型方法获得砂型和型芯，并把它们装配、合箱，需要把金属熔化并浇注到砂型中去。整个砂型铸件的生产，包括一系列的工艺过程。

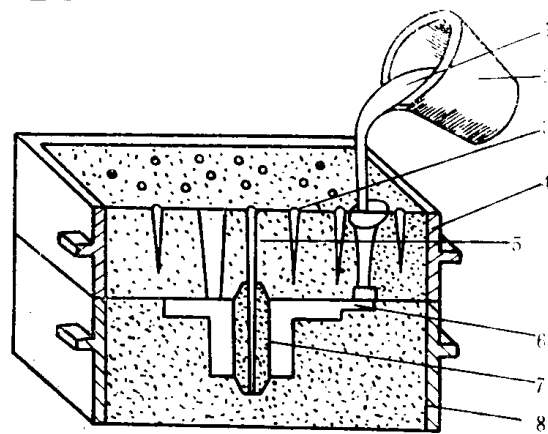


图 1-2 砂型示意图

- 1—液态金属；
- 2—浇包；
- 3—气眼；
- 4—上型（上砂箱）；
- 5—总排气孔；
- 6—型腔；
- 7—型芯；
- 8—下型（下砂箱）。

§ 1-2 造型材料

用来制造砂型与型芯的材料，统称为造型材料。用于制造砂型的材料称为型砂，用于制造型芯的材料称为芯砂。造型材料性能的好坏对铸件质量有很大影响。

一、对型砂与芯砂性能的要求

型砂及芯砂均是由各种不同成份组成的混合物。根据铸造工艺的特定条件，要求型砂及芯砂具有下述方面的性能：

1. **强度** 型砂或芯砂在造型后能承受外力而不致被破坏的能力称为强度。这种性能可使砂型及型芯在搬运、合箱及浇注金属时保持完整性。型、芯砂强度不好，则可能发生塌箱，掉砂，甚至被液态金属冲毁，以致造成废品或形成砂眼、夹砂等缺陷。

2. **透气性** 让气体通过型、芯砂本身的能力称为透气性。当铸型在浇注时，由于与高温液体金属接触，这时会从造型材料中排出大量气体，同时，液体金属在铸型中冷却时，也会析出气体。假如这些气体不能及时从铸型中排出，则将在铸件内产生气孔或使铸件浇不足。

3. **塑性** 为了在砂型中获得清楚的模型印迹，使型芯获得清晰完整的轮廓形状，要求型、芯砂在外力作用下能变形且不破坏本身的完整性，同时，在外力取消后，仍能很好地保持它所获得的形状，这种性能称为塑性。

4. **耐火性** 型、芯砂与高温金属接触而不被烧熔或烧结的性能称为耐火性。如果型、芯砂的耐火性不高，将会在铸件表面或内腔形成一层烧结的硬壳，这将对铸件的清理和以后的机械加工增加困难。

5. **容让性** 在液态金属凝固及继续冷却的过程中，由于收缩，会对砂型及型芯产生压力，在这种压力作用下，如果砂型及型芯本身体积不能相应缩小，则铸件势必受到砂型及型芯所给予的拉应力，当拉应力过大时，铸件会产生裂纹。型、芯砂的这种在压力下能缩小其体积的性能，称为容让性或压溃性。

上述性能要求，有时是互相矛盾的，如强度高，塑性好，但透气性就可能下降；容让性好，可能塑性就差一些。要求型、芯砂具有良好的综合性能，就要求严格地控制型、芯砂配制成成分，并根据铸造合金种类、铸件大小、造型材料来源及成分，具体地决定型、芯砂成分。

二、型砂与芯砂的组成

型砂与芯砂由于在铸型内与高温液态金属接触情况不同，性能要求也就有所不同，芯砂由于周围完全被金属液包围，因而性能要求比型砂要高，所以二者的组成物是有差别的。但就其基本组成来说，仍不外乎为：原砂+粘结剂+水+附加物。

1. **原砂** 原砂的主要成份为石英砂。根据产地不同，原砂中所含杂质组成及成份也不相同。石英砂中主要含 SiO_2 ，其含量越高，颗粒度越大，耐火性越高。石英砂形状若为圆形，粒度均匀而大者，透气性好；若为多角形，粒度不均匀且细者，透气性差。圆形的石英砂有好的容让性。若原砂中含有较多的碱性物（如碳酸钠，氧化铁，氢氧化钠等），则这些碱性物将在高温下与 SiO_2 起作用，生成低熔点的化合物，这将降低原砂的耐火性，从而使型砂的耐火性降低。因此，型砂中碱性物含量不允许超过 2%。

2. **粘结剂** 粘结剂主要起粘结作用。加入粘结剂，可使型砂和芯砂具有一定的塑性和强度。常用的粘结剂有粘土与特殊粘结剂两大类：

(1) **粘土** 这是配制型砂时所用的主要粘结剂。原砂、粘土和水按一定比例配制，并混合后，粘土与水形成粘土胶体，并以薄膜形式覆盖在砂粒表面，把砂粒彼此联结起来，使各砂粒之间具有一定的空隙。这样，型砂不仅有了塑性，便于型砂造型，而且使由型砂制成的铸型有一定的强度和良好的透气性。图 1-3 为型砂的结构示意图。由图 1-3 可见，粘土和水形成的粘土膜把原砂连接成为一个整体，否则石英砂将成为一盘散砂。粘土和水在型砂中的含量不宜过多，过多虽然可提高型砂强度，但石英砂间

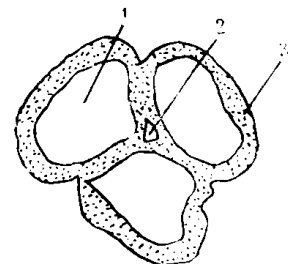


图 1-3 型砂结构示意图
1—石英砂； 2—空隙；
3—粘土膜。

的空隙将由于粘土膜过厚过多而消失，使型砂的透气性下降，同时，还会使型砂的容让性下降。

(2) 特殊粘结剂 这类粘结剂是芯砂的主要粘结剂。由于由芯砂制成的型芯位于铸型型腔之中，浇注后，四周被金属液包围，因此，除要求芯砂要具有比型砂更高的透气性与强度之外，还要求有更好的容让性，以便在液态金属凝固、冷却时，不妨碍金属的收缩，减少铸件出现收缩裂纹的可能性。同时，这还便于铸件内腔中型芯的清理工作。特别是尺寸小、形状复杂的型芯，最好采用特殊粘结剂。

常用的特殊粘结剂有桐油、亚麻仁油、水玻璃及纸浆废液等。这类粘结剂(如桐油)在与原砂配制成芯砂后，在造芯过程中，能使芯砂具有一定的强度和塑性，在型芯干燥过程中，覆盖在砂粒表面的粘结剂将形成坚固的薄膜，这种薄膜比烘干后所得的粘土膜具有更高的强度与透气性。而当浇入液态金属后，薄膜被烧粘，不再起联结作用。这样，芯砂就具有更好的容让性。

3. 附加物 在型砂和芯砂中，除有原砂、粘结剂及水分外，有时还加入一些特殊附加物，用以满足特殊性能要求：如加入煤粉以降低铸件内、外表面的粗糙度；加入锯末、木屑以提高容让性及透气性。

4. 涂料及扑料 这些材料不是配制型砂和芯砂时加入的成份，而是涂抹(对干铸型)或散撒(对湿铸型)在铸型表面，防止型砂与高温液态金属直接发生作用，造成铸件粘砂现象。这样可降低铸件表面粗糙度。型芯表面也同样要涂抹涂料。一般所涂抹的涂料是由石墨粉、粘土与水所组成的混合物。对于湿型撒石墨粉，称扑料。对于铸铁件，由于液态金属温度高，在铸型中常使用涂料或扑料。对于铸铝件，由于液态金属温度低，一般可不用这些材料。

三、型砂与芯砂的配制

由于铸造时所用合金种类不同，干型、湿型的不同，铸件尺寸大小不一，因而对造型材料组成物的要求及配比也不相同。如铸铁时，浇注温度高，要求高的耐火性，这样，就要求使用较粗的石英砂，且要加入煤粉，以防铸件粘砂；当铸造有色金属及其合金时，由于其熔点低，就可以选用细颗粒的石英砂，也不需加煤粉。浇注湿型时会产生较多的气体，因此就要严格控制型砂中的水分；而对干型来说，配砂时水分则相对可多些，这样可增加型砂湿态强度，便于造型，由于还要烘干，因而不会降低型砂的透气性。干型一般用于较大铸件，强度要求也较高，因而在配制型砂时，粘土的含量就可加大。总之，型砂的组成成分视具体情况的不同，是有变化的，芯砂的情况也基本如此。型砂与芯砂的具体配比列于表 1-2 中。

表 1-2 型砂与芯砂配比举例

造型材料	铸造合金	石英砂含量(%)及粒度(目)	粘结剂含量(%)	水分(%)	煤粉(%)
型砂 (湿型)	铸铁	40~50(70/140目) 50~60(100/150目)	粘土 4~5	4~5.5	3~4
	铝合金	30(70/140目) 70(100/200目)	粘土 1~2	5~6	
油芯砂	铸铁	100(70/140目)	桐油 2~2.5	1~1.5	
	铝合金	100(70/140目)	混合油 2~3 糖浆 0~1.5	3~4	

表 1-2 中的粘结剂、水分及煤粉的含量百分数系相对石英砂含量而言。石英砂粒度以目数来表示。目数越大，砂子越细。

配制过程是在混砂机里进行的。常用的有碾轮式混砂机，其外形如图 1-4 所示。配制型砂时，先将新砂、粘土及部分过筛的旧砂放入混砂机干混，然后加水及液体粘结剂（如果需要）湿混。混砂机在工作时，碾轮绕轴心自转，并绕中心轴旋转以搓动型砂，使型砂混拌均匀。刮板也绕中心轴转动，其作用是翻动型砂，使分散的型砂集中于碾轮之下。

配好的型砂是否合格，最简单的检验方法是用手把型砂捏成团，然后把手掌松开，如果此时砂团不散，砂团上有手纹，手也不感觉砂是湿的，则可认为型砂中的粘土与水分含量适当，型砂配制合格。大量生产时使用专门仪器检查型砂的各种性能，检查合格后投产使用。

芯砂的配制过程与型砂相似。

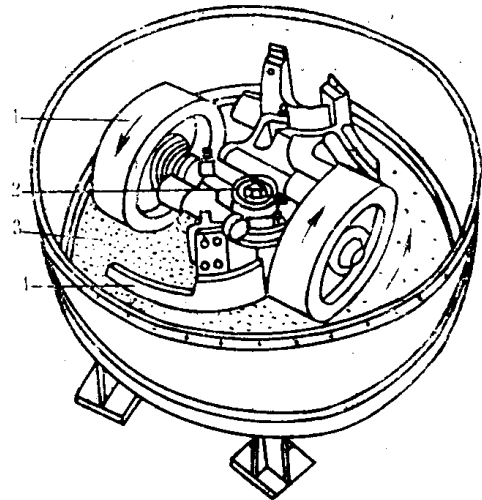


图 1-4 碾轮式混砂机

1—碾轮； 2—中心轴； 3—碾盘； 4—刮板。

§ 1-3 模型与型芯盒

制造砂型需用模型及型芯盒。利用模型，制造砂型，通过砂型，可获得铸件外表面；利用型芯盒制造型芯，通过型芯，可获得铸件内表面。

一、模 型

模型通常用木材制作，故常称为木模。生产批量大时，也可采用金属制造，称为金属模。模型与所要铸造的零件乍看相似，其实从外形到具体尺寸，差别很大。模型的制造过程如下：

首先通过零件图，绘制出铸造工艺图，由铸造工艺图再绘制出模型图，然后再根据模型图制造模型。图 1-5 为模型图绘制过程示意图。由图 1-5(b) 中可以看出，在根据铸造零件

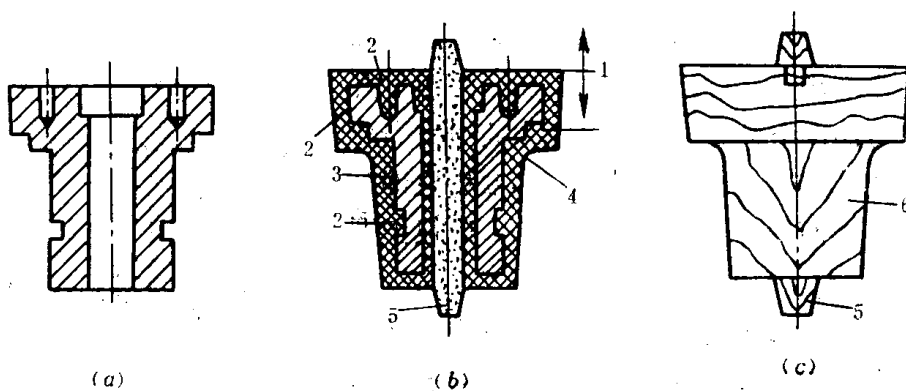


图 1-5 模型图绘制过程

(a) 衬套零件图； (b) 铸造工艺图； (c) 模型图。

1—分型面； 2—加工余量； 3—拔模斜度； 4—铸造圆角； 5—型芯头； 6—考虑了收缩率。

图所绘制的铸造工艺图中，考虑了一系列的因素，这些因素可归结为：铸造工艺特点，如何使木模由铸型中取出，如何保证铸件质量。具体来说，制造模型要考虑以下几个问题：

1. **分型面** 分型面是指上砂型与下砂型的分界面。这个面的选择必须保证能使模型从砂型中取出，并使造型方便和有利于保证铸件的质量。如图 1-5(b) 中，分型面选在 1 处，不但制模和起模方便，且铸件全在下箱，不会造成由于上、下砂箱合箱时对不准而使铸件产生错箱。

2. **拔模斜度** 为了便于从砂型中取出模型而不使砂型破坏，凡垂直于分型面的模型表面都应做出 $0.5^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 的斜度，这个斜度称拔模斜度。与分型面垂直的表面愈高，斜度值愈小。

3. **加工余量** 铸件中需要进行切削加工的表面，均需留出加工余量。加工余量留的大小，依铸造合金的种类、加工精度、铸件的形状和尺寸不同而不同。铸钢件、大铸件及形状复杂的铸件，其加工余量均较大。如图 1-5(b) 中所示，凡铸件上的小孔，其直径在 25mm 以下者，一般均不铸出而是做成实心，留待加工后成孔。铸件上如有小的凹槽与台阶，也不铸出，留待机械加工时成形。

4. **收缩余量** 考虑到铸造合金在凝固及冷却时的收缩，模型的尺寸应比铸造工艺图所示的尺寸大，其值决定于合金的收缩率。不同的合金有不同的收缩率：如灰口铸铁的线收缩率为 1.0%，铸钢的为 1.5~2.0%，铸铜的为 1.25~1.5%，铸铝的为 1.0~1.5%。

5. **铸造圆角** 如图 1-5(b) 中 4 所示，模型中两壁相交处内角应尽可能做成圆角而不要做成尖角，否则，铸件在浇注及冷缩时，在尖角处会产生裂纹，粘砂等缺陷。这是因为当交角成尖角时，该处型砂不易捣实，型砂脆弱且易损坏，使铸件形成砂眼或粘砂；由于产生应力集中，易使铸件产生裂纹。

6. **型芯头** 铸件上直径大于 25mm 的孔，需用型芯铸出。在模型中的相应部位应做出突起的型芯头，以便在铸型中得到安放型芯头的空腔——型芯座。型芯放在砂型中，若无型芯头予以固定，则型芯在砂型中的位置是不牢靠的。垂直安放的型芯，其型芯头部分应有斜度，使型芯便于安放，避免在安放型芯及合箱时碰坏砂型。

模型可以制成整体的，也可以制成若干部分而后装配而成。这需要根据铸件的复杂程度、分型面的多少以及造型过程的需要加以确定。

二、型 芯 盒

制造铸件中空部分需要型芯。型芯是利用型芯盒制造的。图 1-6 为型芯盒示意图。由图可见，该型芯盒由两部分制成，并用图中所示的两个突起的销钉与相对应的两个销孔来对准。芯盒的中空部分在制型芯时用以充填芯砂，以获得型芯。芯盒中空部分的两端带有锥度，这两部分用以获得型芯头，以便把型芯固定于铸型中。

型芯盒的制做材料也和模型一样，可为木制，也可用金属制成。制造型芯盒时，对其中空部分的要求，也和对模型的外形要求一样，要考虑到很多因素，如分型面、收缩余量、加工余量及铸造圆角等。特别重要的是

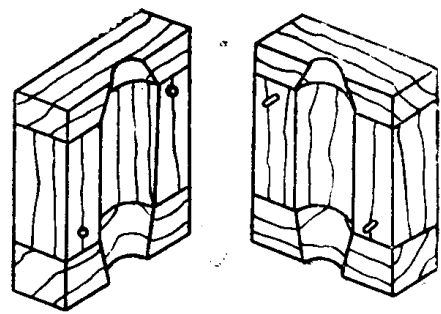


图 1-6 型芯盒

要考虑在型芯盒中型芯头的设置。这些因素都要和模型制造联系在一起加以考虑。

§ 1-4 造型工艺

一、手工造型工艺

1. 手工造型常用砂箱及工具

(1) 砂箱 砂箱是长方形、方形或圆形的坚固框子,也有时根据铸件情况,制成特殊形状。砂箱的作用是牢固地固紧所捣实的型砂,以便于铸型的搬运及在浇注时承受液态金属的侧压力。

砂箱可以用木料、铸铁、钢或铝合金制成。通常由上箱和下箱组成一对砂箱。彼此之间通过销子及销孔达到准确配合。如果没有销子和销孔,则在造型时就需在砂箱上做出特殊的记号,以避免上、下箱合箱时产生错箱。图 1-7 为手工造型常用砂箱示意图。

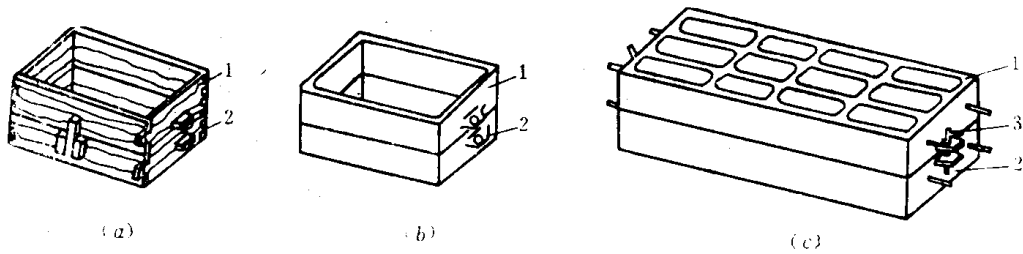


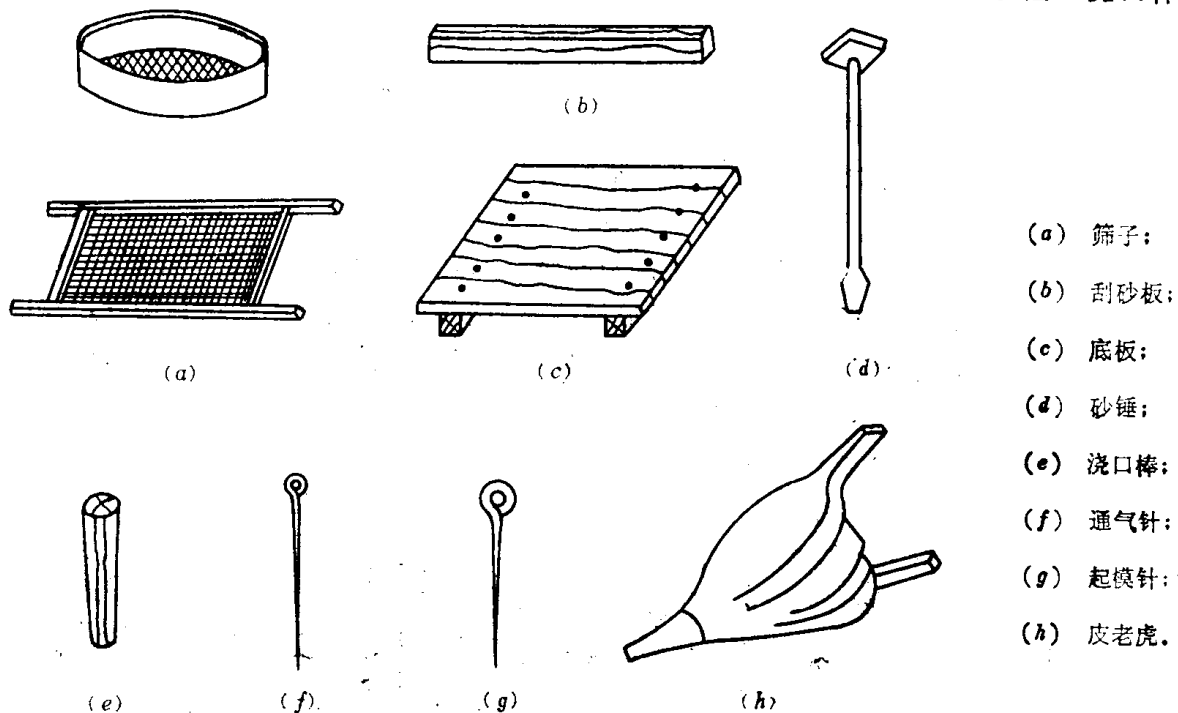
图 1-7 常用砂箱示意图

(a) 可拆砂箱; (b) 无档砂箱; (c) 有档砂箱

1—上箱; 2—下箱; 3—一定位销。

较大的砂箱还带有箱带,它能提高砂箱的坚固性,同时还可以更好地把型砂固紧在砂箱内。

(2) 造型工具 进行造型常用的工具有: 筛子、刮砂板、底板、砂锤、浇口棒、通气



(a) 筛子;
(b) 刮砂板;
(c) 底板;
(d) 砂锤;
(e) 浇口棒;
(f) 通气针;
(g) 起模针;
(h) 皮老虎。

图 1-8 常用造型工具示意图

针、起模针（或起模棍）、铁皮、水笔、掸笔等，它们的外形如图1-8所示。

砂锤 它是捣实型砂用的一种工具，尖部一端，用于捣实砂箱周围及模型附近的型砂，平头一端用于捣平最上面的型砂。

刮砂板 型砂捣实后，用刮砂板刮去多余的型砂。

浇口棒 即直浇道模型，用于制出铸型中的直浇道。

通气针 用它在砂型的上箱上插出通气孔以帮助铸型排气。用木模造型时，也可用它取出模型。

起模针 用于从铸型中取出模型。起木模时，做成针形；起金属模时，一端制出螺纹，金属模上制出螺纹孔，这样，把起模针的有螺纹一端旋入螺纹孔，就可把金属模取出。

底板 用于捣实砂箱并翻转砂箱；**皮老虎** 用于吹掉型腔中的砂粒；**水笔** 用于拔模前湿润模型四周型砂，以防拔模时型砂开裂或脱落；**掸笔** 用于掸去分型面上的浮砂及刷干净模型和型芯盒表面。

(3) **修型工具** 为了使铸型表面光滑及修理被损坏的铸型内腔，要采用各种形状的修理工具，用以修理各种铸型表面。常用修型工具有**埴刀**、**秋叶**、**砂勾**（提勾）及**半圆**、**压勾**等。其外形如图1-9所示。

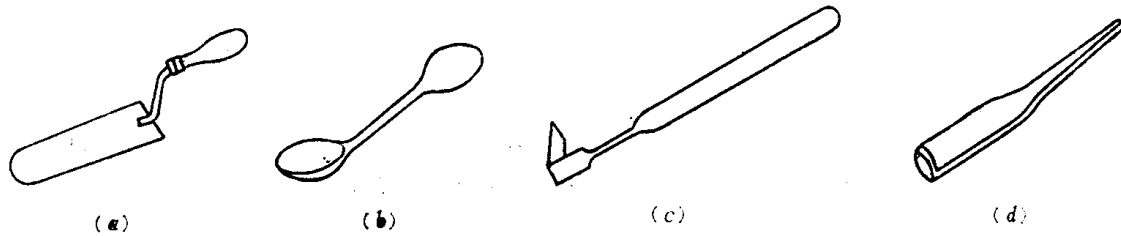


图 1-9 修型工具示意图

- (a) 埴刀（修平面及挖沟槽）； (b) 秋叶（修凹的曲面）；
(c) 砂勾（修深部及勾出砂子）； (d) 半圆（修圆柱内壁及内圆角）。

2. 手工造型常用方法

(1) **整模两箱造型** 如果某个铸件所选择的分型面能将该铸件全部安放在一个砂箱内，而且造型时又易于起模，这类铸件就可采用整模造型。图1-10为整模两箱造型示意图，其造型过程介绍如下。

(a) **放好模型** 如图1-10(a)所示，将模型擦净后，大端朝下放在平板上。注意不要把模型斜度方向放反，以致取不出模型；同时放好内浇口模型，以便造出内浇口型腔，用以把金属导入铸型型腔内；不放内浇口模型时必须在最后合箱前，要在下砂箱用铁皮开出内浇口。要注意内浇口方向，应使液态金属沿着切线方向，流入型腔，而不要沿法线方向，否则，液态金属将可能把型芯冲毁。

在放好铸件模型及内浇口模型后，选择适当大小的砂箱扣上。砂箱壁与模型之间应有适当距离，约为30~100mm。该砂箱将为下箱。

(b) **加型砂造下箱** 如图1-10(b)所示，加砂时，先用左手按住模型以防位置移动，并将靠近模型周围的型砂用手适当压紧。加砂时必须分几次加入，每次加的量要适当：过多，则型砂桩不紧；过少，则浪费工时。型砂加到一定数量，就要用砂锤扁端桩紧一次。桩的松紧程度要适当：太紧则透气性下降，太松则强度不够，容易塌箱。在靠近砂箱壁的型砂

可适当桩紧些。桩砂时，要沿砂箱四周顺序往中心进行，并注意不要使砂锤打在模型上。最

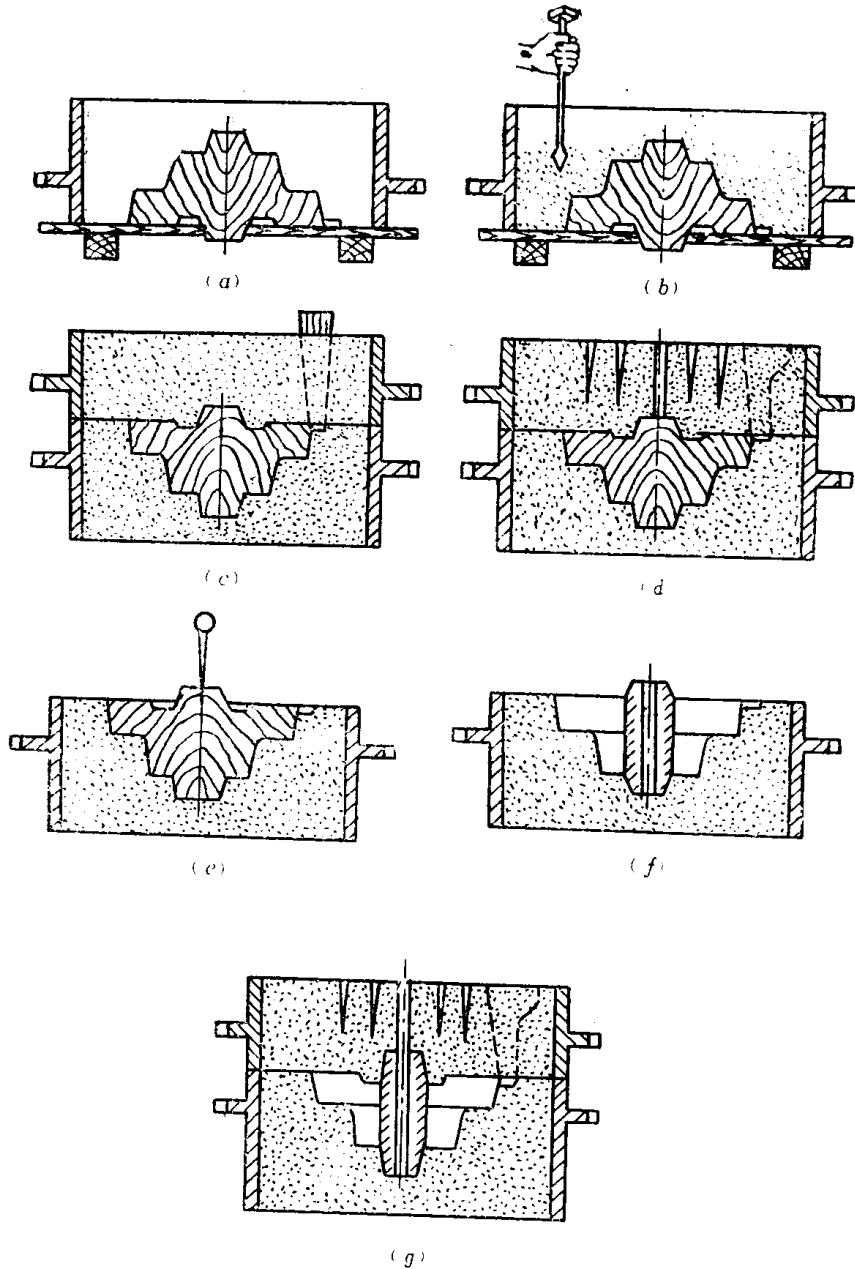


图 1-10 联轴节整模两箱造型示意图

- (a) 放好模型； (b) 加型砂，造下箱； (c) 放浇口棒，造上箱；
 (d) 拔浇口棒，开外浇口，扎通气孔； (e) 起模型及内浇口；
 (f) 放好型芯； (g) 合箱。

后，加砂要高出砂箱约 20~30mm，用砂锤的平头将砂桩紧，并用刮板刮去多余的型砂。

最后，将下箱翻转 180°，准备造上箱。对于大的铸件来说，为避免翻转砂箱时型砂坠落，可在砂箱上先盖一块平板，并与砂箱下面的平板一起夹住，然后再翻转砂箱。下箱翻转过来后，用壤刀修光分型面，在分型面上撒上分型砂，按定位缺口，把上箱加上，然后放上直浇口模型，即可按照造下箱的方法造上箱。直浇口模型安放的位置要与内浇口模型位置相对应。

(c) 放好浇口棒造上箱 如图 1-10(c) 所示，在放好浇口棒后，采用与造下箱相同的

方法造上箱。

(d) 拔出浇口棒，开好外浇口，扎通气孔 如图 1-10(d) 所示，先摇动浇口棒，然后拔出浇口棒，再将外浇口修成漏斗形以便浇注。在此之后，用直径 2~3mm 的通气针，垂直于上箱型面扎通气孔，以便浇注时气体易于逸出。通气孔要垂直且均匀分布于模型顶部，扎通气孔时不要扎透铸型，在型芯头位置要做排气道。

(e) 起出铸件模型及内浇口模型 如图 1-10(e) 所示，打开上箱翻转 180°，并将其放在平板上，而不要直接放在地面上，以防地面不平将上砂箱顶坏。最后起出模型。起模前用水笔沾些水，刷在模型周围的型砂上，以增加这部分型砂的强度，防止起模时被损坏。但沾水不应过多，以免浇注时使铸件产生气孔；起模时将起模针轻轻敲入模型，然后横敲起模针，使模型向前后左右稍许松动，以便于粘在模型上的型砂脱落，然后慢慢地将模型垂直提起，待木模即将全部起出时，要快速提起且不要偏斜和摆动，以免将型腔破坏。

起模针敲入模型的位置，要尽量与模型的重心线重合，否则木模将倾斜，不利于起模。若起模不当，损坏了型腔，要用修型工具修补。损坏较大时，可将模型重新放入型腔进行修补。

(f) 安放好型芯 如图 1-10(f) 所示，联轴节有中空部分，需放型芯。此时，将用型芯盒制成并经烘干的型芯，垂直安放在下砂箱的型芯座中。

(g) 合箱 如图 1-10(g) 所示，在安放好垂直型芯后，用皮老虎吹去型腔中残留的型砂，按定位缺口扣上上箱，即得联轴节铸件的砂型。合箱后最好用纸或木片盖住浇口，以免灰砂或杂物掉入，浇注时再把纸或木片拿开。

整箱造型时，由于模型全在下箱，上箱中只有浇注系统，所以能避免铸件产生错箱等缺陷。这类造型所得铸件精度较高，模型制造也容易，多用于形状简单的铸件。

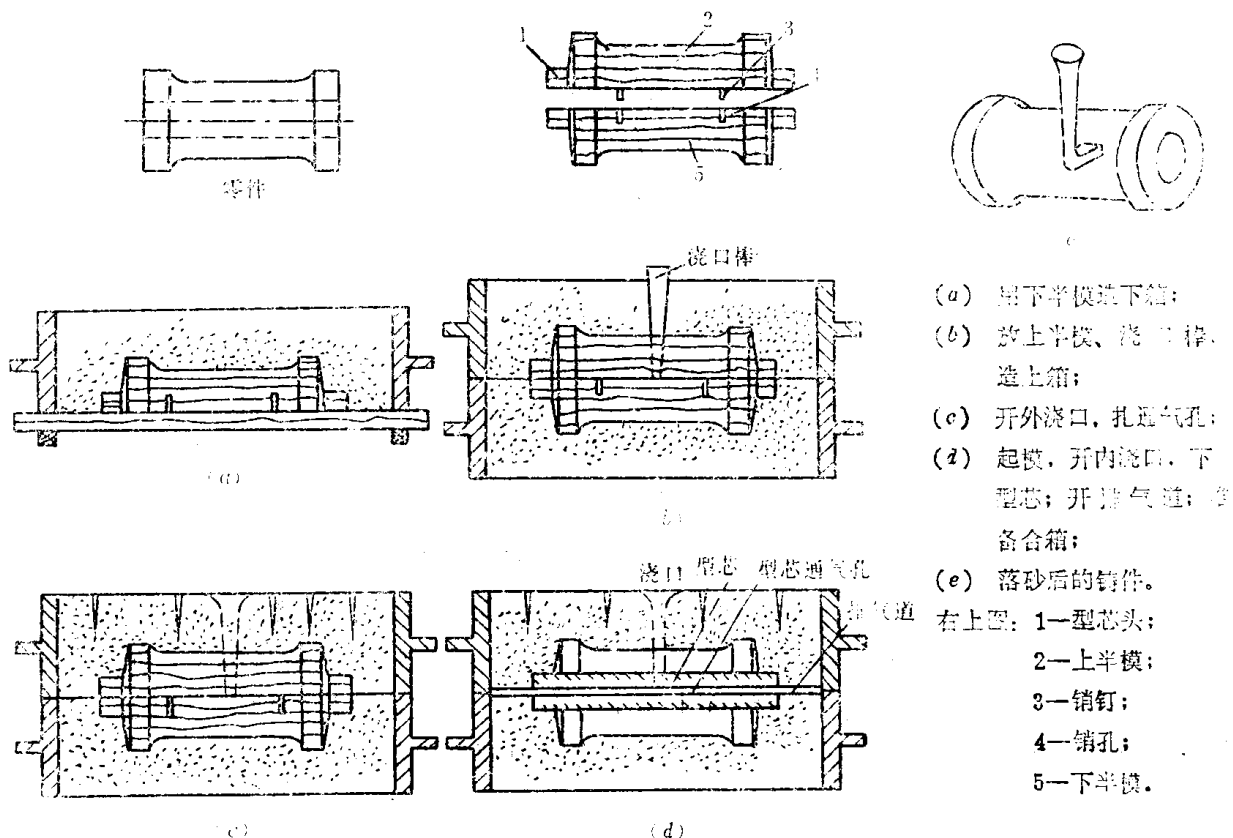


图 1-11 套管分模两箱造型