

□ 陈队志 主编

机械制造基础 工艺实习

JIXIE ZHIZAO JICHU GONGYI SHIXI

甘肃
教育
出版
社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造基础工艺实习/陈队志主编. —兰州: 甘肃人民出版社, 2003

ISBN 7-5423-1156-5

I. 机... II. 陈... III. 机械制造工艺—实习—高等学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 113911 号 

责任编辑: 邓寒峰

封面设计: 陈珂

机械制造基础工艺实习

陈队志 主编

甘肃教育出版社出版发行

(730000 兰州市南滨河东路 520 号)

兰州中正印刷有限责任公司印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 18.75 字数 430 千

2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—1,800

ISBN 7-5423-1156-5 定价: 32.00 元

内容提要

本书是根据国家教育部新颁布的《高等工科院校金工实习教学基本要求》，结合面向 21 世纪机械工程类实践教学内容 and 课程体系改革的研究成果编写的。主要内容有：铸造、锻压、焊接、切削加工、机械工程材料与处理技术、数控加工、特种加工和非金属材料成形等。

本书是高等工科院校机械设计及其自动化或机械工程及自动化宽口径专业《金工实习》课程教材，也可供近机类、职业大学、职工大学、电视大学有关专业选用，还可供工程技术人员及技术工人参考。

前 言

金工实习是高等工科院校大多数专业学生必修的一门实践性技术基础课，它以实践教学为主，学生必须进行独立操作。因此，对培养学生实际动手能力和创新能力以及为后续课程的学习和以后从事实际工作打下坚实基础都将起到十分重要的作用。

为适应 21 世纪初机械工程类课程教学内容与体系改革的需要，加强对学生工程能力和创新能力的培养，按照国家教育部新颁布的《高等工科院校金工实习教学基本要求》，我们编写了这本《机械制造基础工艺实习》教材。与原金工实习教材相比，本书贯彻增新、删旧、优化的原则，在精选传统工艺方法的同时，增加了表面处理技术、特种加工和数控加工等生产中已广泛应用的先进制造技术。考虑到非金属材料的应用日益普遍，还增加了非金属材料成形。

本书吸取了其他兄弟院校同类教材的优点及教学改革和教学实践的经验，注意了教材的启发性、实用性和实践性，力求做到重点突出、层次分明、深入浅出、直观形象。为便于检查和巩固学生实习时掌握的知识和技能，书末附有实习报告。

本书由兰州交通大学机电及动力工程学院陈队志、吴庆记编写。其中绪论，第一、二、八、十、十一章由陈队志编写；第三、四、五、六、七、九章和附录一、二由吴庆记编写。全书由陈队志统稿，由吴庆记主审。

在编写和出版本书过程中，参考了有关教材、资料，得到出版社有关同志及其他众多同志的支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中难免有错误和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2003 年 10 月

绪 论

一、金工实习的性质与任务

金工实习是一门传授机械制造工艺知识的实践性技术基础课。它不仅是机械类各专业学习《工程材料及机械制造基础》等课程必不可少的先修课，也是大部分工科类其他专业学生的一门必修课。

金工实习应完成的任务是：

1. 学习机械制造工艺知识，了解机械制造生产过程。

在金工实习中，学生要学习机械制造的各种主要加工方法及其所用主要设备的基本结构、工作原理和操作方法，并正确使用各类工、夹、量具和熟悉各种加工方法、工艺技术、图纸文件和安全技术，了解加工工艺过程和工程术语。这些实践知识是学习《工程材料及机械制造基础》等技术基础课、专业课及毕业设计等不可缺少的基础。

2. 培养实践能力，进行工程师的基本训练。

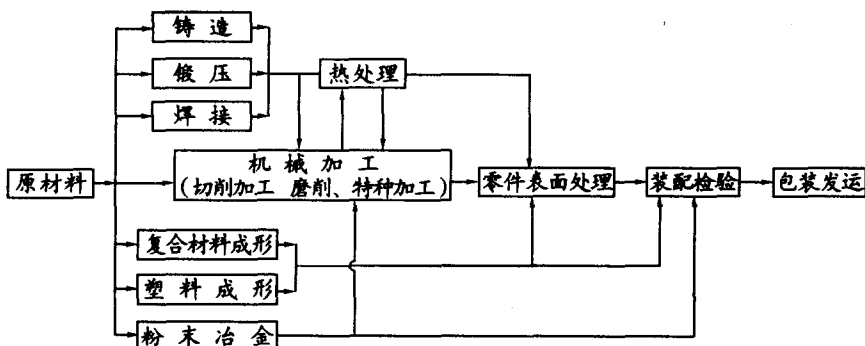
工科院校是工程师的摇篮。为培养学生的工程实践能力，学校安排了各种实验、实习、设计等多种实践性教学环节和相应的课程。金工实习就是其中一门重要的实践性教学课程。在实习中，学生通过直接参加生产实践，操作各种设备，使用各类工、夹、量具，独立完成简单零件的加工制造，同时，还安排了工艺设计、实验、工艺讨论、综合作业等教学环节，以培养学生对简单零件具有初步选择加工方法和分析工艺过程的能力，并具有操作主要设备和加工作业件的技能，初步奠定工程师应具备的知识和技能基础。

3. 进行思想、作风教育。

金工实习一般都在学校机械实习工厂的现场进行。现场不同于教室，它是生产、教学、科研三结合的基地，教学内容丰富，实习环境多变，接触面宽广。这么一个特定的环境正是对学生进行思想、作风教育的好场所、好时机。如增强劳动观念、遵守组织纪律、爱惜国家财产、建立经济观点和质量意识、培养理论联系实际和一丝不苟的科学作风等，都是当代高质量人才全面素质不可缺少的重要组成部分，也是金工实习为提高人才素质，培养高质量人才需要完成的一项重要任务。

二、机械制造的一般过程和金工实习内容

机械制造生产包括了工程材料、铸造、锻压、焊接、切削加工和热处理等方面的内容。机械制造过程及各部分相互关系如下：



金工实习的内容分为机械制造热加工和冷加工两大部分。机械制造热加工是研究如何运用铸造、锻压、焊接、热处理、零件的表面处理等方法将材料制成毛坯或直接加工成零件。

铸造是指将材料（金属、合金以及复合材料）熔化成液态浇注于具有一定型腔的铸型内，凝固后成形。

锻压属塑性加工，是指将钢锭或棒材、板材在一定温度下通过不同的锻压机械施加压力使之成形。

焊接是指将若干个零件拼接成复杂的零件或构件，通过连接处的局部熔化或相互扩散使之紧密结合为一个整体。

热处理是指通过不同的加热和冷却方式使零件材料的内部组织结构发生变化，从而改变材料的力学、物理及化学性能。热处理仅改变材料性能，并不改变零件形状。

零件的表面处理属表面改性技术，是改变零件表面的成分或组织结构以提高零件的性能。

机械制造冷加工主要是研究利用切削加工或特种加工将毛坯或材料成形为高精度、低粗糙度的零件，并将零件装配为机器。

切削加工包括车削、铣削、刨削、拉削、磨削、钻削以及钳工工作等内容。

特种加工包括电火花加工、激光加工、超声波加工、电子束加工、等离子束加工等，也是机械制造冷加工的一部分，虽然已经不属切削加工的范围。

金工实习的内容基本上按照上述各加工方法分成铸造、锻压、焊接、车削、铣削、刨削、磨削、钳工及热处理等九大工种进行。通过实际操作、现场教学、专题讲座、电化教学、综合训练、实验、参观、演示、课堂讨论、实习报告或作业以及考核等方式和手段，丰富教学内容，完成实践教学任务。

三、金工实习守则

（1）实习时按规定穿戴好劳动防护用品，不带与实习无关的书刊报纸、随身听等进厂，不穿拖鞋、凉鞋、高跟鞋等进厂。

（2）遵守组织纪律，不窜岗，不追逐打闹，不迟到，不早退，有事请假。

（3）尊重老师和师傅，搞好师生关系。

（4）爱护国家财产，注意节约水、电、油和原料。未经许可不得擅自动用非实习设备。

（5）实习应做到专心听讲，仔细观察，做好笔记，认真操作，不怕苦，不怕累，不怕脏。

（6）严格遵守各实习工种的安全技术，做到文明实习，保持良好卫生风貌。

目 录

第一章 铸造

§ 1-1 概述.....	(1)
§ 1-2 砂型铸造.....	(2)
§ 1-3 特种铸造.....	(37)
§ 1-4 铸造技术的发展趋势.....	(42)

第二章 锻压

§ 2-1 概述.....	(43)
§ 2-2 坯料的加热和锻件的冷却.....	(43)
§ 2-3 自由锻造.....	(48)
§ 2-4 模型锻造和胎模锻.....	(62)
§ 2-5 板料冲压.....	(67)

第三章 焊接

§ 3-1 概述.....	(73)
§ 3-2 手工电弧焊.....	(74)
§ 3-3 埋弧自动焊.....	(82)
§ 3-4 气焊和气割.....	(83)
§ 3-5 氩弧焊和二氧化碳气体保护焊简介.....	(88)
§ 3-6 电阻焊和钎焊简介.....	(90)

第四章 切削加工基础知识

§ 4-1 机械加工中的切削运动和切削用量.....	(92)
§ 4-2 切削加工的质量.....	(93)
§ 4-3 常用量具.....	(95)
§ 4-4 常用刀具材料.....	(99)
§ 4-5 金属切削机床简介.....	(100)

第五章 车工

§ 5-1 普通车床.....	(104)
§ 5-2 车刀.....	(109)
§ 5-3 工件在车床上的安装及其所用附件.....	(112)
§ 5-4 车削的基本方法.....	(116)
§ 5-5 其它车床的车削加工.....	(125)
§ 5-6 制定车削工艺的实例.....	(127)
§ 5-7 数控车床.....	(131)

第六章 铣、刨、磨和齿形加工

§ 6-1 铣工.....	(136)
---------------	---------

§ 6-2	刨工·····	(144)
§ 6-3	磨工·····	(150)
§ 6-4	齿形加工·····	(158)
§ 6-5	钻镗工·····	(161)
§ 6-6	数控铣床及铣镗加工中心·····	(167)
第七章 钳工		
§ 7-1	概述·····	(170)
§ 7-2	划线·····	(171)
§ 7-3	錾削·····	(175)
§ 7-4	锯切·····	(176)
§ 7-5	锉削·····	(178)
§ 7-6	攻丝与套扣·····	(182)
§ 7-7	刮削·····	(187)
§ 7-8	装配·····	(189)
第八章 机械工程材料与处理技术		
§ 8-1	机械工程材料概述·····	(193)
§ 8-2	钢的热处理·····	(204)
§ 8-3	表面处理技术·····	(211)
第九章 现代机械制造技术简介 ····· (224)		
第十章 特种加工		
§ 10-1	特种加工概述·····	(229)
§ 10-2	电火花加工·····	(231)
§ 10-3	电解加工·····	(232)
§ 10-4	超声波加工·····	(234)
§ 10-5	激光加工·····	(235)
§ 10-6	电子束加工·····	(236)
§ 10-7	离子束加工·····	(236)
§ 10-8	电铸成形·····	(237)
第十一章 非金属材料的成形		
§ 11-1	塑料的成形与加工·····	(239)
§ 11-2	橡胶的成形加工·····	(245)
§ 11-3	陶瓷的成形加工·····	(247)
§ 11-4	复合材料的成形·····	(250)
附录一·····		(255)
附录二·····		(271)

第一章 铸 造

§ 1-1 概 述

铸造是将金属熔化并浇注到具有零件形状相适应的铸型型腔中，等其冷却凝固后，获得毛坯或零件的方法。

铸造所得的毛坯和零件统称为铸件。铸造后，还需加工者称为毛坯，不需加工直接使用者称为零件。

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，特别是灰口铸铁用得最普遍。

铸造的方法很多，主要分砂型铸造与特种铸造两大类。最基本的是砂型铸造，其工艺过程主要包括：制造模型和芯盒、配制型砂及芯砂、造型制芯、合箱、熔化金属、浇注、落砂、清理及检验等。图 1-1 所示为套筒铸件的生产过程示意图。对于大型铸件的砂型及砂芯，在合箱前还需进行烘干。

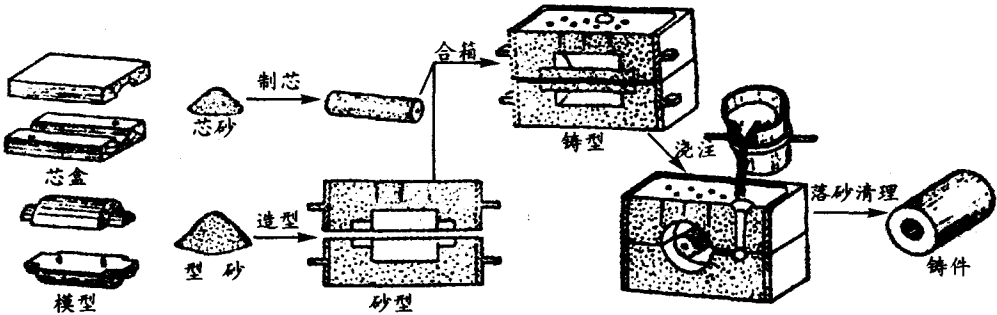


图 1-1 套筒的砂型铸造过程

特种铸造方法主要有熔模铸造、金属型铸造、压力铸造及离心铸造等。

铸造的特点是金属在液态下成形，即熔化的液态金属在一定的压力作用下充满铸型而获得铸件。因此，铸造是制造各类机器零件与毛坯的主要方法（见表 1-1）。

表 1-1 各类机械中铸件的重量比

机械类别	%
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	20~50

铸造生产适应性广，几乎可以铸造各种合金、任何形状的零件；铸件的重量可轻仅几克，重至数百吨，壁厚也可由 0.5mm 到 1m 左右；铸造所用原材料来源广泛、生产设备简单、成本低廉。但铸造过程工序多，对铸件的质量较难精确控制，其机械性能一般

不如锻件高，因此凡承受动载荷或交变载荷的重要受力件，目前很少使用铸件。

§ 1-2 砂型铸造

砂型铸造是将液体金属浇于砂质铸型中，待其冷凝后，将铸型破坏取出铸件的方法。

一、造型材料

用来制造砂型与砂芯的材料，统称造型材料。用于制造砂型的称型砂，用于制造砂芯的称芯砂。造型材料的好坏，对造型工艺、铸件质量等都有很大的影响。型（芯）砂质量不好会使铸件产生气孔、砂眼、粘砂、夹砂、裂纹等缺陷，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态砂型（也称“潮模”），大铸件则用烘干的砂型（也称“干模”）。

（一）对型（芯）砂的要求

1. 强度：是指铸型在制造、搬运及浇注时，在外力作用下不变形、不破坏的能力。型砂强度不好，则可能发生塌箱、掉砂，甚至被液体金属冲毁，造成砂眼、夹砂等缺陷。

2. 透气性：是指型砂由于本身各砂粒间存在着空隙所具有的让气体通过的能力。当高温液体金属浇入铸型时，铸型中的水分蒸发，有机物燃烧、分解和挥发，型腔中的空气膨胀等，将产生大量气体；液体金属在冷凝过程中，将熔化时吸入的气体大量析出；这些气体必须通过铸型排出去。如果型砂透气性不好，气体就不能顺利排出型外，造成气体从金属液中通过，引起金属液沸腾，若在金属凝固前不能排尽气体，则会在冷凝后的铸件内形成表面光滑的孔洞缺陷——气孔。

3. 耐火性：是指型砂在承受高温作用下不软化、不熔化、不烧结的能力。耐火性不高的型砂会被高温金属熔化，粘结在铸件表面，形成粘砂缺陷。粘砂严重时，不但使铸件清理困难，且难以进行切削加工，有时甚至使铸件成为废品。

4. 退让性：是指铸件凝固后冷却收缩过程中，型砂能被压缩其体积的能力。型砂的退让性不好，会使铸件的收缩受阻，产生内应力、变形和开裂等缺陷。

5. 可塑性：是指型砂在外力作用下，能形成一定的形状，当外力去掉后，仍能保持此形状的能力。可塑性好，可使铸型清楚地保持模型外形的轮廓。

6. 回用性：是指型砂使用后，能保持原来性能的能力。浇注时，在高温作用下，型砂中部分砂粒碎裂，部分粘土丧失粘结力。回用性差的型砂，反复使用后，砂粒变细，无粘性的粉尘增加，从而使型砂的强度、透气性、耐火性和可塑性等均大大降低。

砂芯多处于被金属液包围之中，工作条件更差，故芯砂除上述性能比型砂要求更高外，还要求具有下列一些性能：

1. 吸湿性低：芯砂吸收水分的能力称为吸湿性。吸湿性大会使已干燥的砂芯吸潮而迅速降低强度，并增加浇注时砂芯的发气量，导致铸件产生气孔。

2. 发气性要小：芯砂受高温作用时，放出气体的性能称为发气性。砂芯被高温液体金属包围，若芯砂发气量大，则气体进入金属液，易造成铸件气孔。

3. 出砂性好：芯砂易从铸件孔腔中清理出来的性能称为出砂性，也称落砂性。

型（芯）砂的性能由其组成、原材料的性质和配砂工艺操作等因素决定。

(二) 型(芯)砂的组成

基本组成是：原砂+粘结剂+水+附加物。如图 1-2 所示为常用的粘土砂组成示意图。

1. 原砂：铸造用砂一般采自海、河或山地。并非所有的砂子都用于铸造，铸造用砂以石英砂应用最广，其主要成分是石英(SiO_2)和少量泥分及杂质。石英砂颗粒坚硬，耐火度高(可达 1710°C)，其中含 SiO_2 量愈高，耐火性愈好。铸造用石英砂中 SiO_2 含量 85% 就能满足要求，当然铸造合金熔点愈高，石英砂中 SiO_2 含量应愈高。石英砂资源丰富、价格便宜，故得到广泛应用。

此外高熔点合金(如合金钢等)铸造时，还需选用熔点更高，而价格较贵的锆砂、镁砂和铬铁矿砂等非石英质砂。

砂子的颗粒愈大，耐火性愈好。砂子颗粒大小一般用粒度来衡量，而粒度可用标准筛对其进行筛分而确定。标准筛规格如表 1-2 所示，筛号表示每英寸长度上的筛孔数，筛号越大，所过砂的砂粒则越细。一般铸铁件生产多用 55 至 150 号筛范围的砂子，高熔点合金大件生产用 55 号以上的粗砂，而低熔点有色合金则用更细的砂子。

表 1-2 标准筛规格

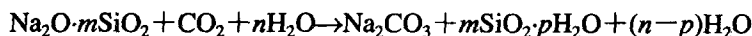
筛 号	6	12	24	28	45	55	75	100	150	200	260
筛孔尺寸 (mm)	3.36	1.68	0.84	0.59	0.42	0.297	0.21	0.149	0.105	0.075	0.053

砂粒的形状有圆形、多角形和尖角形。粒度粗而均匀的圆形砂子透气性好。另外，圆形砂粒表面积小，消耗粘结剂最少。

2. 粘结剂：是指用来粘结砂粒的材料。常用的有如下几种：

(1) 粘土 粘土须用适量水分润湿，形成粘土膜后，方能粘结砂粒。粘土分为普通粘土和膨润土，前者用于干型(芯)砂，后者用于湿型(芯)砂。粘土是价格最低廉、资源最丰富的粘结剂，具有一定的粘结强度，且可重复使用，广泛用于铸造生产中。

(2) 水玻璃 水玻璃(俗称泡花碱)是硅酸钠($\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2$)的水溶液，它在吹入 CO_2 气体的条件下可生成硅酸凝胶，将砂子牢固地粘结在一起。其化学反应如下：



上述反应进行很快，通常仅需吹气 1~3 分钟左右，砂型或砂芯即可硬化。

CO_2 的通入方法有许多种，砂型多采用吹气罩吹气法(图 1-3, a)，中小型砂芯常采用扎气眼吹气法(图 1-3, b)。后者是硬化后再打开芯盒取芯，因此砂芯尺寸精确，也可节省芯骨。

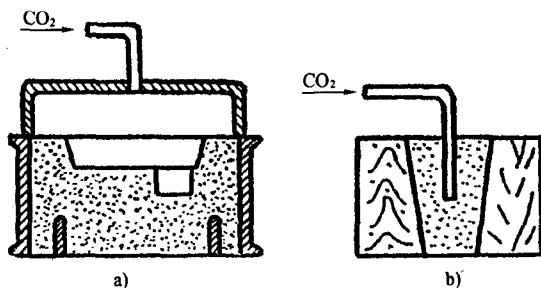


图 1-3 水玻璃砂 CO_2 硬化方法

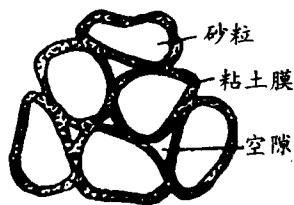


图 1-2 粘土砂结构示意图

水玻璃为无机化学粘结剂，无毒、价廉（加入量约 5%~7%），所粘结的砂型或砂芯可不需烘干，硬化速率快，生产周期短，同时，型砂强度高，易于实现机械化，工人劳动条件得以显著改善。其不足之处是铸钢件及大的铸铁件易粘砂，同时型（芯）砂在浇注后结成硬块，难于落砂清理。此外，这种型（芯）砂的回用性差，必须增加旧砂回用设备，型（芯）砂才能重复使用。

（3）油类、合脂及树脂 它们都属于有机物类粘结剂，在加热或催化剂作用下，能迅速产生化学反应，牢固地将砂粒粘结，产生很高的粘结强度，而在金属液浇注后，有机粘结剂会逐渐烧掉而丧失强度，使型（芯）砂极易从铸件中清除。因此，它们是制造型（芯）砂的理想粘结剂。

油类 长期以来，植物油（如桐油、亚麻仁油等）一直是制造复杂型芯的主要粘结剂，加入量一般为 1%~3%。油类粘结剂制造型芯时需要在 200℃~250℃下烘干，烘干过程中，覆在砂粒上的油被氧化形成坚固的氧化薄膜，型芯干强度高且不易吸湿返潮，在金属液浇注后，由于油料燃烧，强度很低，所以其退让性及出砂性能好。同时，其燃烧产生的还原性气氛也使铸件不易粘砂，内腔光洁。但由于油料是宝贵的工业原料和食品，因此已逐渐限制使用。

合脂 实验证明，合脂的性能与油类相近，是油类粘结剂的良好代用品。合脂是制皂工业的副产品，来源丰富，价格便宜，因此得到比较广泛的应用。

树脂 目前用于型（芯）砂的树脂多以呋喃和酚醛树脂为主。它们的性能优于其它型（芯）砂粘结剂，并且通过加入固化剂，使树脂迅速发生固化转变，而将砂粒牢固地粘结在一起。其特点是生产率高，不需烘干，型芯强度高且尺寸精确、表面光滑，退让性和出砂性好，便于实现机械化和自动化，最适于批量生产铸件的工厂使用。

3. 附加物：是指用来改善型（芯）砂的某些性能而加入的材料。

（1）煤粉、重油 浇注时它们燃烧，形成还原性气体薄膜，隔绝高温液态金属与砂型或砂芯表面直接接触，减小金属液的热力和化学作用，有助于得到表面光洁的铸件。

（2）锯木屑 在需烘烤的砂型或砂芯中加入锯木屑，烘烤中锯木屑烧掉，砂中的空隙率增加，从而提高砂型或砂芯的透气性及退让性。

4. 涂料：为了铸件表面光洁，防止型（芯）砂与高温液态金属发生化学反应，形成低熔点化合物而造成粘砂，在铸型和砂芯表面常刷一层涂料。如铸铁件造湿型时，撒铅粉（石墨粉、焦碳粉），干型时涂上一层石墨粉、粘土与水的混合涂料等。

（三）型（芯）砂的配制

型（芯）砂的制配工艺对型（芯）砂的性能有很大的影响，如型（芯）砂的配比、加料顺序、混碾时间等。浇注时，砂型（芯）表面受高温金属的作用，砂粒粉碎变细，煤粉等附加物烧损，型（芯）砂中灰分增多，透气性降低，部分粘土会丧失粘结力，使型（芯）砂的性能变坏。所以落砂后的旧砂，一般不直接用于造型，需掺入新材料，经过混制，恢复型（芯）砂的良好性能后，才能使用。旧砂混制前需经磁选及过筛以去除铁块及砂团。

小型铸铁件的型砂比例是：新砂 2%~20%，旧砂 98%~80%，另加粘土 8%~10%，水 4%~8%，煤粉 2%~5%。比例不合适的型砂会使铸件产生缺陷，成为废品。

型砂的混制是在混砂机（图 1-4）中进行的。混制时先将新砂、粘土和旧砂依次加入

混砂机中，先干混数分钟，然后加入一定量的水进行湿混约 10min，这样在碾轮的碾压及搓揉作用下，各种原材料就会混合均匀，然后打开混砂机碾盘上的出砂口出砂。

配好的型砂经性能检验后才允许使用。大批量生产铸造车间常用型砂性能试验仪进行检验，单件小批量生产的车间多用手捏砂团的经验办法检验型砂性能，如图 1-5 所示。

二、造型

(一) 铸型结构

造型是铸型制造过程中的重要工序，它的任务是获得质量合格的铸型。铸型一般由上砂型、下砂型、砂芯和浇注系统等几部分组成(如图 1-6 所示)。型砂被舂紧在上、下砂箱之中，连同砂箱一起，称作上砂型和下砂型；砂型中取出木模后留下的空腔称为型腔；上、下砂型分界面称为分型面；图中在型腔中有“x”号的部分表示砂(型)芯，用砂(型)芯是为了形成铸件上的孔，砂(型)芯上用来安放和固定砂(型)芯的部分称为型芯头，型芯头座落在砂型中的芯座上。

金属液从外浇口浇入，经直浇口、横浇口、内浇口而流入型腔。型腔的最高处开有出气口，以观察金属液是否浇满，也可排出型腔中的气体。被高温金属液包围后砂(型)芯中产生的气体则由型芯通气孔排出，而型砂中的气体及部分型腔中的气体则由通气孔排出。

(二) 起模概念

所谓起模是指把形成铸型型腔的模型从铸型中取出来。造型时首先要考虑的问题，是如何将模型从砂型中取出来，形成铸件的型腔以便浇注。确定模型如何从铸型中取出之前，首先应根据铸件的质量来确定浇注时铸件在铸型中应处的空间位置——称为浇注位置，具体是指铸件的某个表面是位于铸型型腔的上表面、侧面，还是下面而言。定好浇注位置后，再根据铸件的轮廓形状解决起模问题。

若按图 1-7 所示浇注位置时，埋入砂中的三个铸件的模型起模时，显然 a)图模型最易起出，因其最大截面 F_x 在外形的顶端，模型外形截面的变化是自上而下逐渐减小，故只需将砂型沿 F_x 分型，即可顺利地从上砂型中起

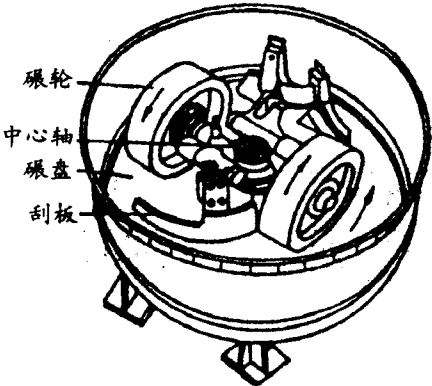


图1-4 碾轮式混砂机

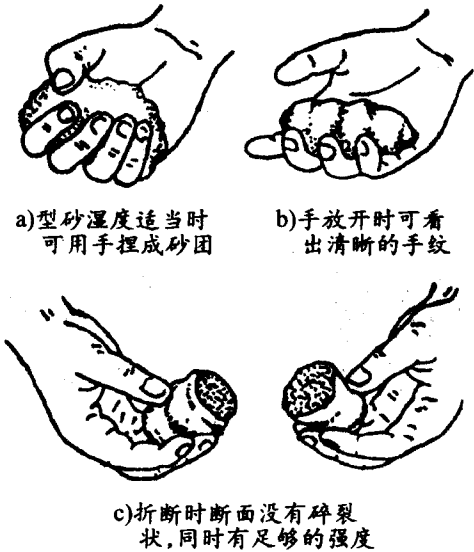


图1-5 手攥法检验型砂性能示意图

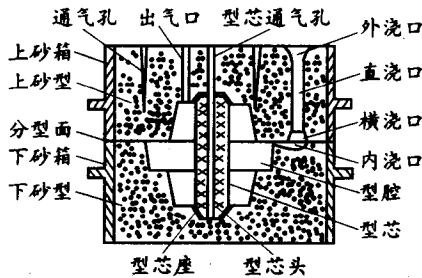


图1-6 砂型各部分名称

出模型；b)图球形模的 F_x 位于外形轮廓的中间，其截面变化自上而下为小→大→小，必须使砂型从中间 F_x 处分开，才能起模；c)图模型有两个 F_x ，其外形截面变化自上而下为大→小→大，即两个 F_x 之间夹有一个小截面 F_y ，因而起模困难，它不仅要将砂型沿两处 F_x 分开，而且还要将模型从 F_y 处分开成两半（模型分开的面积称为分模面），才能将两半模型分别向上和向下取出。

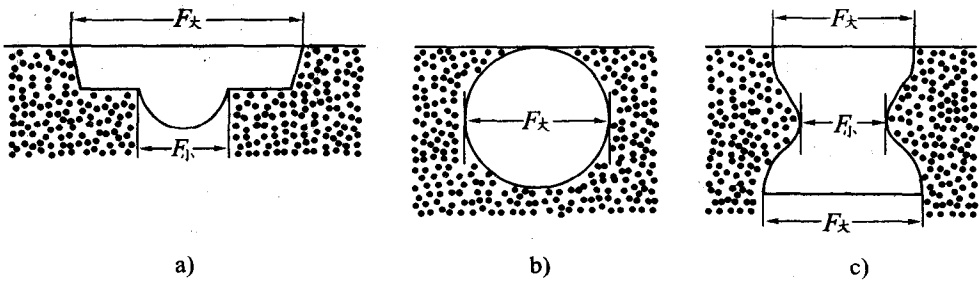


图 1-7 三种不同形状模型的起模可能性比较

由上可见，要使模型能从砂型中起模，应确定出合适的分型面及分模面。模型形状越复杂，为解决起模所需的分型、分模形式亦越复杂，由此就产生了多种基本造型方法。

(三) 造型工具及辅具

图 1-8、图 1-9 为砂箱、造型工具。

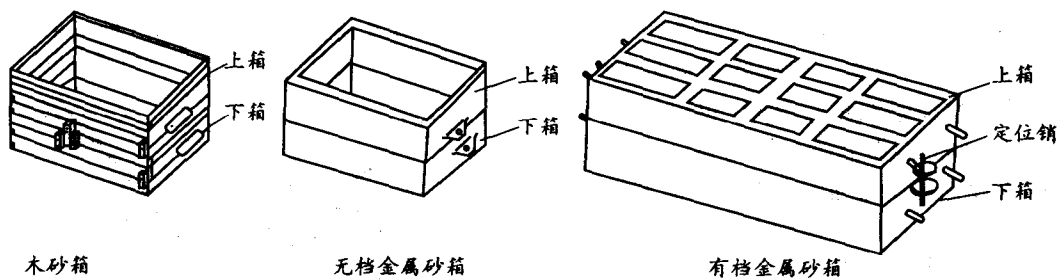


图 1-8 砂箱

(四) 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。

1. 手工造型法

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，常用的方法如下：

1) 整模造型 整模造型的模型是一个整体，造型时模型全部放在一个砂箱内，分型面是平面。这类零件的最大截面 F_x 一般是在端部，而且是一个平面。整模造型过程如图 1-10 所示，其造型过程简便，所得型腔形状和尺寸精度较好，适用于生产各种批量而形状比较简单的铸件，如齿轮坯、轴承、罩、壳等。

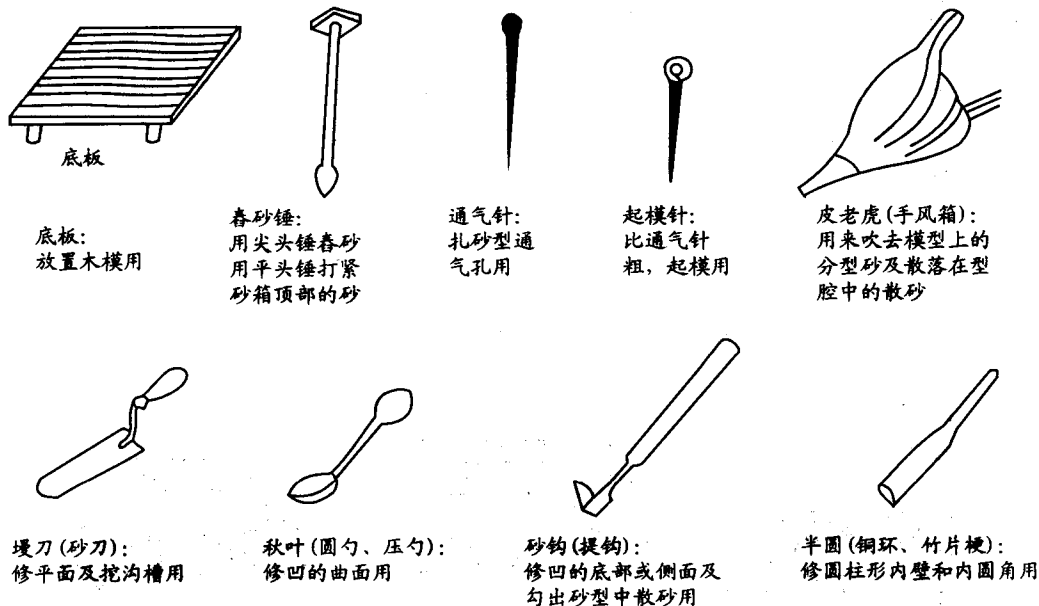
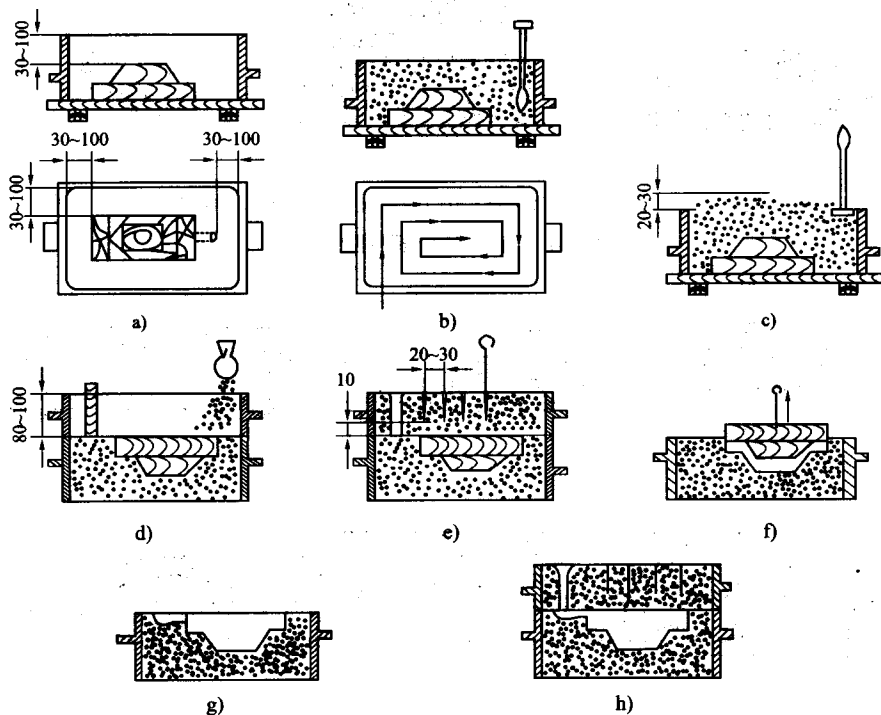


图 1-9 造型工具



a) 把木模放在底板上, 套上合适的下砂箱; b) 加砂, 用春砂锤尖头按图示路线春砂; c) 用春砂锤平头春紧, 用刮板刮平; d) 翻转, 用埂刀修光; 加上砂箱, 撒分型砂, 放置浇口棒; e) 造上型, 春砂后刮平, 扎通气孔, 拔出直浇口棒; f) 向木模四周刷水起模; g) 修整、开内浇口; h) 合箱

图 1-10 整体模两箱造型

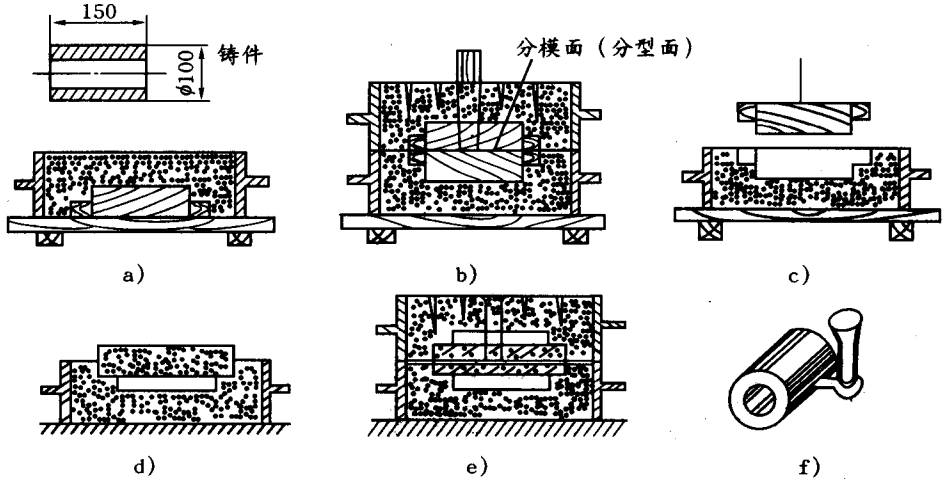
2) 分模造型 分模造型的模型是分成两半的, 造型时分别在上、下箱内, 分型面也是平面。这类零件的最大截面 $F_{\text{大}}$ 不在端部, 如果做成整体模型, 在造型时就会取不出来。套

筒的分模造型过程如图 1-11 所示，其分模面也是分型面。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、箱体类，形状较复杂的铸件，这种造型方法应用得最广泛。

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，模型又不便分成两半（如分模后的模型太薄，或分模面不是平面，而是较复杂的曲面时等）时，可以将模型做成整体，造型时挖掉妨碍起模的砂子，以露出 F_x 于分型面上，称为挖砂造型。

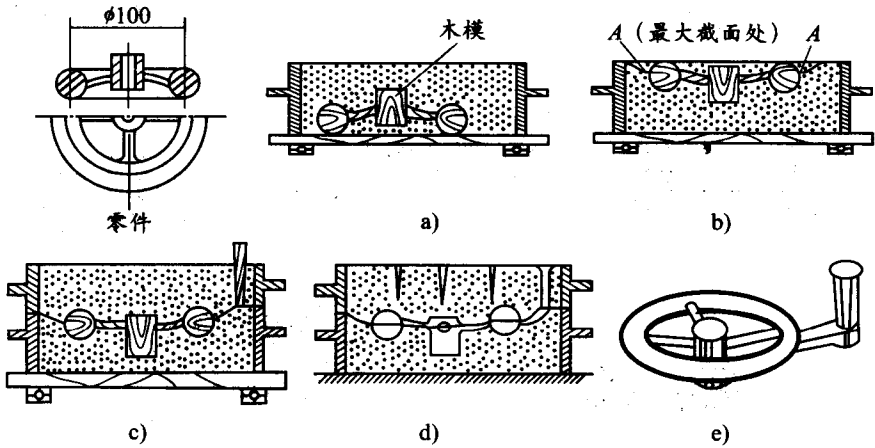
手轮的分型面是曲面，它的造型过程如图 1-12 所示。

挖修分型面时应注意：一定要挖到模型的最大截面 F_x 处（如图 1-12，b），否则会使铸件在分型面处产生毛刺，影响外形美观和尺寸精确；分型面应平整光滑，坡度应尽量小，以免上箱的吊砂过陡；不阻碍起模的砂子不必挖掉。



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

图 1-11 套筒的分模造型过程



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

图 1-12 手轮挖砂造型过程

挖砂造型操作技术要求较高，生产率低，只适用于单件生产。生产数量较多时，一般采用假箱造型（如图 1-13）。造型前先制出一个假箱代替底板，然后在假箱上造下型。

用假箱造型时不必挖砂就可以使模型露出最大的截面 F_x 。假箱只用于造型，不参与浇注，

所以叫做假箱。

假箱的做法有多种，图 1-13，a)是将一个不带浇口的上箱做假箱，分型面是曲面。图 1-14，a)中的假箱是一平砂型，将模型卧进分型面，直到露出最大的截面 F_x 止，分型面是平面。假箱一般是用强度较高的型砂春制成的，要能多次使用，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（如图 1-14，b）。

假箱造型免去了挖砂操作，提高了造型效率与质量，适用于小批、成批生产。

4) 活块造型 铸件上妨碍起模的台、筋、耳等，常做成与主体模型活动连接的活块。活块用钉子或燕尾榫与主体模型连接，起模时，先取出模型主体，再单独取出活块。活块造型过程如图 1-15 所示。在用钉子连接的活块造型中应注意活块四周的型砂塞紧后，要拔出钉子，否则模型取不出；春砂时不要使活块移动，钉子不要过早拔出，以免活块错位。另外从图中可看出，活块的厚度应小于活块所处模型的厚度，否则不能用活块造型。这时可以用一个外砂芯代替活块，如图 1-16 所示。

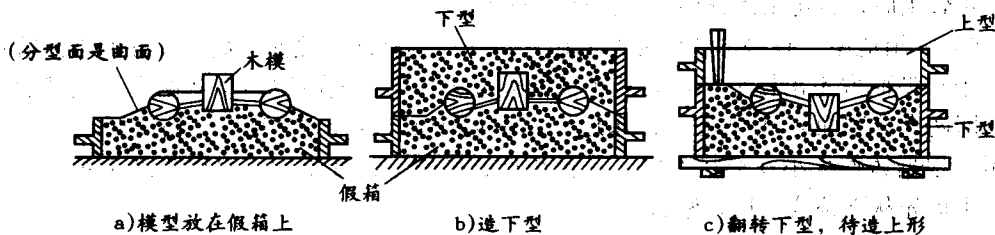


图 1-13 假箱造型

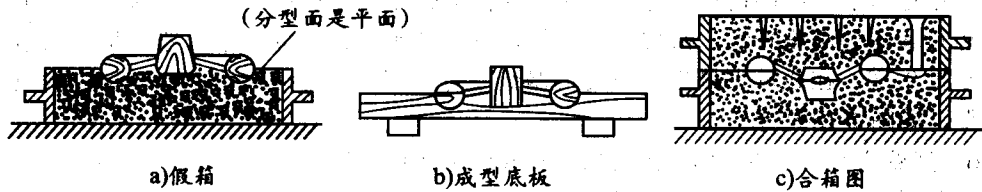


图 1-14 假箱和成型底板

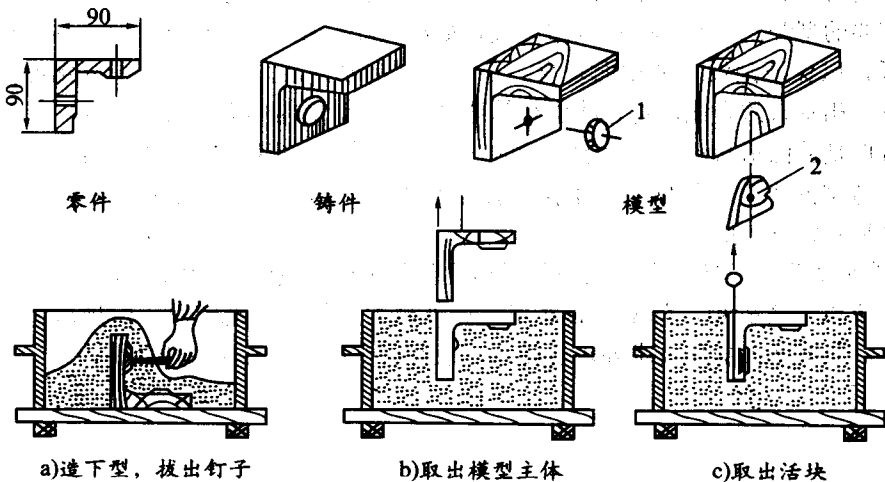


图 1-15 活块造型