

普通高等教育机电类规划教材

工程实践教程

尹志华 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TH16/196

2008

普通高等教育机电类规划教材

工程实践教学

主 编 尹志华
副主编 温爱玲 王 慧
参 编 翟封祥 黄光烨 曲宝章
主 审 梁延德

机械工业出版社

本书是根据教育部颁布的高等工科院校“金工实习教学基本要求”和教育部工程材料及机械制造基础课程指导小组修订的“工程训练教学基本要求”的精神,并结合培养应用型工程技术人才的实践教学特点编写的。

本书内容包括铸造、锻造、焊接、热处理、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工、钳工、数控加工、特种加工及机械电子装配等部分。书中内容和插图、表格、示例、习题较同类书有较大更新。材料牌号、机械设备型号、名词术语全部采用新标准。

本书以传统工艺为基础,进而介绍先进的制造工艺和方法,并处理好传统工艺与现代工艺的比例关系。注重培养学生理论联系实际意识,通过学生实际制作成品来强化学生的实习效果,发挥学生的潜力,鼓励学生的创新意识。

本书是高等工科院校机械、材料类专业的工程训练教材,也可供近机类、非机类、职工大学、电视大学等相关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

工程实践教程/尹志华主编. —北京:机械工业出版社, 2008. 1
普通高等教育机电类规划教材
ISBN 978-7-111-22840-0

I. 工… II. 尹… III. 金属加工 - 高等学校 - 教材 IV. TG

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第178039号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:冯春生 版式设计:冉晓华 责任校对:李秋荣
封面设计:姚毅 责任印制:杨曦
北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)
2008年1月第1版第1次印刷
184mm×260mm·13.75印张·334千字
标准书号:ISBN 978-7-111-22840-0
定价:20.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379711

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据教育部颁布的高等工科院校“金工实习教学基本要求”和教育部工程材料及机械制造基础课程指导小组修订的“工程训练教学基本要求”的精神，并结合培养应用型工程技术人才的实践教学特点编写的。

工程训练是一门实践性的技术基础课，是工科大学生必备的基本功训练，包括了机械制造冷加工和热加工的各种常用加工方法，如铸造、锻造、焊接、热处理、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工、钳工、数控加工等内容。尤其是机械类和近机类各专业学生学习机械制造基础的基本工艺方法、完成工程基本训练、培养工程素质的重要必修课。

在编写过程中，编者结合多年教学实践经验，使教材突出了以下特点：

1. 以实践为基础，注重教材内容的基础性、实用性，文字简单明了、图文并茂，力求起到指导实践教学的目的。
2. 以传统工艺为基础，在此基础上介绍先进的制造工艺和制造方法，并处理好传统工艺与现代工艺的比例关系。
3. 注重培养学生理论联系实际意识，通过学生实际制作成品来强化学生的实习效果，激发学生的学习潜力，培养学生的创新意识。

本书由尹志华担任主编，并负责全书的统稿；温爱玲、王慧担任副主编；大连理工大学梁延德教授担任主审。

参加本教材编写的有温爱玲（第1、第4章）、翟封祥（第2、第3及第12章部分）、黄光焯（第5、第11及第10章部分）、尹志华（第6及第12章部分）、曲宝章（第7及第10章部分）、王慧（第8、第9章）。

本书在编写过程中，得到了工程训练指导师傅的大力协助，在此深表感谢。由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者
于大连

目 录

前言

第 1 章 铸造实训	1	5.4 零件技术要求简介	68
1.1 概述	1	5.5 常用量具简介	71
1.2 造型材料	2	复习思考题	75
1.3 造型与制芯	3	第 6 章 车削实训	77
1.4 铸造合金的熔炼和浇注	12	6.1 概述	77
1.5 铸件的落砂、清理和缺陷	16	6.2 卧式车床	78
1.6 铸造工艺和模样结构	20	6.3 车刀	81
1.7 特种铸造	23	6.4 车床操作要点	84
1.8 典型零件的造型方法	26	6.5 车削加工的基本方法	90
复习思考题	27	6.6 典型零件的车削加工	102
第 2 章 锻造实训	29	复习思考题	103
2.1 概述	29	第 7 章 铣削和刨削实训	104
2.2 锻造生产过程及加热缺陷	30	7.1 铣床	104
2.3 自由锻造	32	7.2 铣刀及其安装	105
2.4 胎模锻和模锻	36	7.3 铣床附件及工件安装	107
2.5 板料冲压	38	7.4 铣削加工	110
复习思考题	39	7.5 刨削加工	112
第 3 章 焊接实训	40	7.6 齿形加工	116
3.1 概述	40	复习思考题	118
3.2 焊条电弧焊	40	第 8 章 磨削实训	119
3.3 气焊	47	8.1 概述	119
3.4 切割	51	8.2 磨床	120
3.5 其他常用焊接方法	53	8.3 砂轮	122
3.6 常见的焊接缺陷及其检验方法	56	8.4 磨削加工	124
复习思考题	57	复习思考题	127
第 4 章 热处理实训	58	第 9 章 钳工实训	128
4.1 概述	58	9.1 概述	128
4.2 钢的热处理工艺	58	9.2 划线	129
4.3 热处理加热炉和硬度计	60	9.3 锯削	132
4.4 钢的分类及鉴别	62	9.4 锉削	133
4.5 热处理操作技术	63	9.5 钻孔、扩孔、铰孔和铰孔	135
复习思考题	64	9.6 攻螺纹与套螺纹	140
第 5 章 切削加工基本知识	65	9.7 其他钳工方法简介	141
5.1 概述	65	9.8 典型零件操作步骤	143
5.2 常用金属切削机床简介	66	复习思考题	144
5.3 常用刀具简介	67	第 10 章 数控加工实训	145
		10.1 概述	145

10.2 数控车削加工	152	11.4 零件的加工实例	174
10.3 数控铣削加工	159	复习思考题	183
复习思考题	168	第 12 章 机械电子装配实训	184
第 11 章 特种加工实训	170	12.1 机械装配	184
11.1 概述	170	12.2 电子产品制作	194
11.2 数控线切割	171	复习思考题	210
11.3 数控线切割编程的基本方法	172	参考文献	211

第1章 铸造实训

学习目的与要求：

通过本章的学习，要求了解铸造的概念、特点及应用；掌握常用的铸造工艺方法，尤其是砂型铸造的造型方法、特点、过程及应用；掌握砂型的结构及零件、模样和铸件之间的关系；了解常见的铸造缺陷。通过实习，要求学生能独立完成简单件（至少带一个型芯）的手工两箱整模造型或分模造型的造型方法。

1.1 概述

将熔化后的金属液浇注到铸型中，待其凝固后获得一定形状和性能铸件的成形方法称为铸造。根据铸造合金的种类不同，可分为铸铁、铸钢及其铸造有色金属等。

根据造型方法不同，铸造分为砂型铸造和特种铸造。砂型铸造是利用型砂做铸型，将金属液浇注到铸型中冷却凝固成型的铸造方法。砂型铸造是应用最为广泛的铸造方法，本章重点介绍砂型铸造的造型材料、造型方法、铸造工艺、熔炼及设备、铸造缺陷等相关知识。

砂型铸造生产工艺包括：制造模样和芯盒、配制型（芯）砂、造型、制芯、合型、熔炼、浇注、落砂清理和检验。砂型铸造过程如图 1-1 所示。

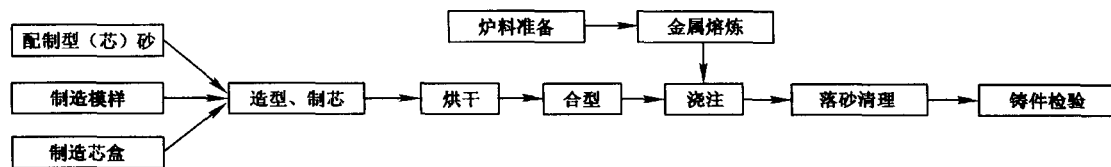


图 1-1 砂型铸造过程

铸造生产具有下列特点：

(1) 成形方便且适应性强 通过铸造可以铸出各种各样形状复杂的不同尺寸的铸件，这是其他的成形方法无法取代的。铸造不仅适应于各种金属材料，如铸铁、铸钢、铸造铜合金、铸造铝合金等，而且还适应于陶瓷、塑料等非金属材料，是应用非常广泛的一种成形方法。

(2) 成本低 由于铸造成形方便，铸件毛坯与零件形状相近，能节约金属材料 and 切削加工工时；铸造原材料来源广泛，可以利用废料、废件等，节约了资源；铸造设备通常比较简单，投资少。因此，铸件的成本较低。

(3) 铸件的组织性能较差 铸件的金属组织粗大，成分不均匀，力学性能较差。因此，适应于受力不大或承受静载荷的零、部件，如各种机床的床身、箱体、支架等。

(4) 劳动强度大 铸造生产中废气和粉尘比较多，给环境造成一定程度的污染。手工造型的生产率低，劳动强度比较大。

随着铸造技术的迅速发展和铸造生产机械化、自动化程度的不断提高。铸造技术发展的趋势是在加强铸造成形基础理论研究的同时，充分利用计算机技术和信息管理技术，大力发

展和应用铸造新材料、新技术、新工艺，使铸造生产进一步成为优质、高产、低耗、无害和价廉的成形工艺。

1.2 造型材料

制造砂型的材料称为造型材料，砂型是由型砂和芯砂制成的。造型材料性能的好与坏，对铸造工艺和铸件质量有很大的影响。

1.2.1 型（芯）砂的组成及其性能

型（芯）砂的组成原料有原砂、粘土、水、有机或无机粘结剂和其他的附加物。

型（芯）砂必须具备一定的铸造工艺性能，才能保证造型、制芯、起模、修型、下芯、合型等顺利进行，同时能承受高温金属液的冲刷和烘烤。铸件中的很多缺陷都与造型材料直接有关，如砂眼、夹砂、气孔等，因此型（芯）砂要具备强度、透气性、耐火度、退让性、可塑性和溃散性等性能。砂型铸造使用的型（芯）砂有湿型、干湿型和表面干湿型等，型（芯）砂的性能一般指湿态性能。

(1) 强度 强度是指型（芯）砂抵抗外力破坏的能力，这种性能对于铸型的制造、搬运及浇注金属液时不改变形状和防止毁坏来说是十分必要的。强度不足，会造成塌箱、冲砂和砂眼等缺陷；但强度太高，又会使铸型太硬、透气性差，阻碍铸件收缩而使铸件形成气孔和裂纹等缺陷。

(2) 透气性 透气性是指气体通过型砂空隙的能力。如果型砂的透气性不良，铸型在浇注高温金属液时产生的大量气体就不能及时全部地排出型腔。型腔内气体压力增大，易造成浇注时铁液喷溅、抬箱，铸件产生气孔、浇不足等缺陷。

(3) 耐火度 耐火度是型（芯）砂承受金属液高温作用而不熔化、不烧结的能力。若耐火度差，则浇注后砂粒会粘接于铸件表面形成硬皮，使清理和切削加工发生困难，严重时会导致报废。

(4) 退让性 退让性是指型（芯）砂随铸件的冷凝收缩被压缩的性能。若退让性不好，型砂将对铸件的收缩形成较大阻力，使铸件产生内应力、变形、甚至裂纹等缺陷。为了提高型砂退让性，除改用其他粘结剂（如油、树脂）外，还可以在型砂中加入木屑、焦粒等一类物质。

(5) 可塑性 可塑性是指型（芯）砂在外力作用下产生变形，去除外力后仍然保持该变形的性能。可塑性好，起模、修型时型砂不易破碎、掉落，浇注时，有利于获得轮廓清晰的铸件。

(6) 溃散性 溃散性是指型（芯）砂在浇注后容易溃散的性能。溃散性好，型砂容易从铸件上清除，可以节省落砂和清砂的劳动量。溃散性的好坏与粘结剂的性质有关。

由于芯砂置于铸型型腔的内部，浇注后周围被金属液所包围，因此对芯砂性能要求比型砂高。

1.2.2 型砂的配置

型砂的各组成物必须按一定的比例配置，以保证其性能。型砂制备的好坏，将直接影响

型砂的性能。中、小型铸件广泛采用湿砂型（不经烘干可直接浇注的砂型），大铸件则采用干砂型（经烘干的砂型）。

小型铸铁件用的型砂配比是：新砂 2% ~ 20%，旧砂 98% ~ 80%，粘土 8% ~ 10%，水 4% ~ 6%，煤粉 2% ~ 5%。配比不合格的型砂会使铸件产生缺陷，成为废品。粘土是型砂的主要组成部分，它吸水后形成胶状的粘土膜，包覆在砂粒表面，把单个砂粒粘结起来，使型砂具有湿强度。煤粉是附加物质，它在高温受热时，分解出一层带光泽的碳附着在型腔表面，起防止铸铁件粘砂，使铸件表面光洁的作用。在砂粒之间的空隙起透气作用。

型砂性能的好坏不仅决定于其配比，还与配砂的工艺操作有关，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。

目前工厂一般采用混砂机配砂。混砂工艺是先将新砂、粘土和已筛除铁豆等的旧砂依次加入混砂机中，先干混 2 ~ 3min，混拌均匀后加一定量的水进行湿混约 10min，即可打开混砂机碾盘上的出砂口出砂，如图 1-2 所示。

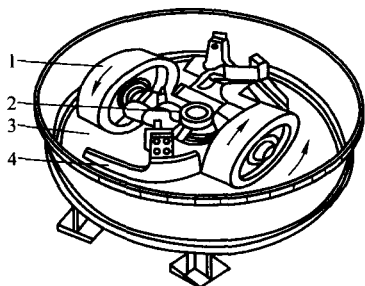


图 1-2 碾轮式混砂机

1—碾轮 2—中心轴 3—碾盘 4—刮板

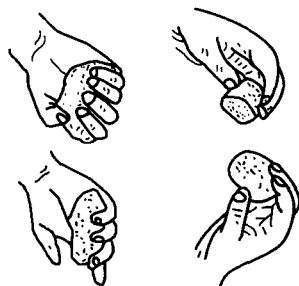


图 1-3 型砂性能检验法

已配好的型砂必须经过性能检验后使用。产量大的铸造车间常用型砂性能试验仪检验，单件小批量生产车间多用手捏砂的经验办法检验型砂性能。用手抓起一把型砂，紧捏后放开，如砂团松散而且不粘手，手印清楚，把它折断时，端面平面均匀，则表明型砂性能良好，具有足够的强度，如图 1-3 所示。

在型砂铸造中，型砂用量很大，因此在保证质量的前提下，应尽量用旧砂和采用本地型砂，以降低成本。但配置芯砂不应添加旧砂。

1.3 造型与制芯

用造型混合料及模样等工艺装备制造铸型的过程称为造型。它是由上型、下型、型腔、砂芯、浇注系统和砂箱等几部分组成的，如图 1-4 所示。用制芯混合料及芯盒等工艺装备制造芯的过程称为制芯。制芯是为了获得铸件的内部或局部外形的造型工序。

造型是砂型铸造中最基本的工序，一般分为手工造型和机械造型两大类。手工造型主要是人工靠一些简单的工具来完成的。机械造型是通过造型机器来完成装砂、紧

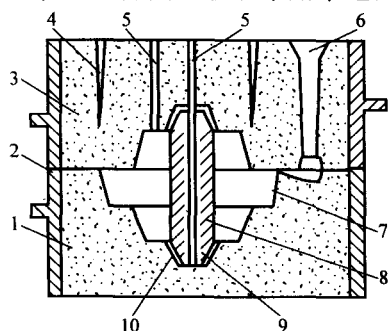


图 1-4 铸型装配图

1—下型 2—分型面 3—上型 4—通气孔
5—排气道 6—浇注系统 7—型腔
8—砂芯 9—芯头 10—芯座

实、起模等主要操作。

1.3.1 手工造型工具

手工造型时常用的工具如图 1-5 所示。

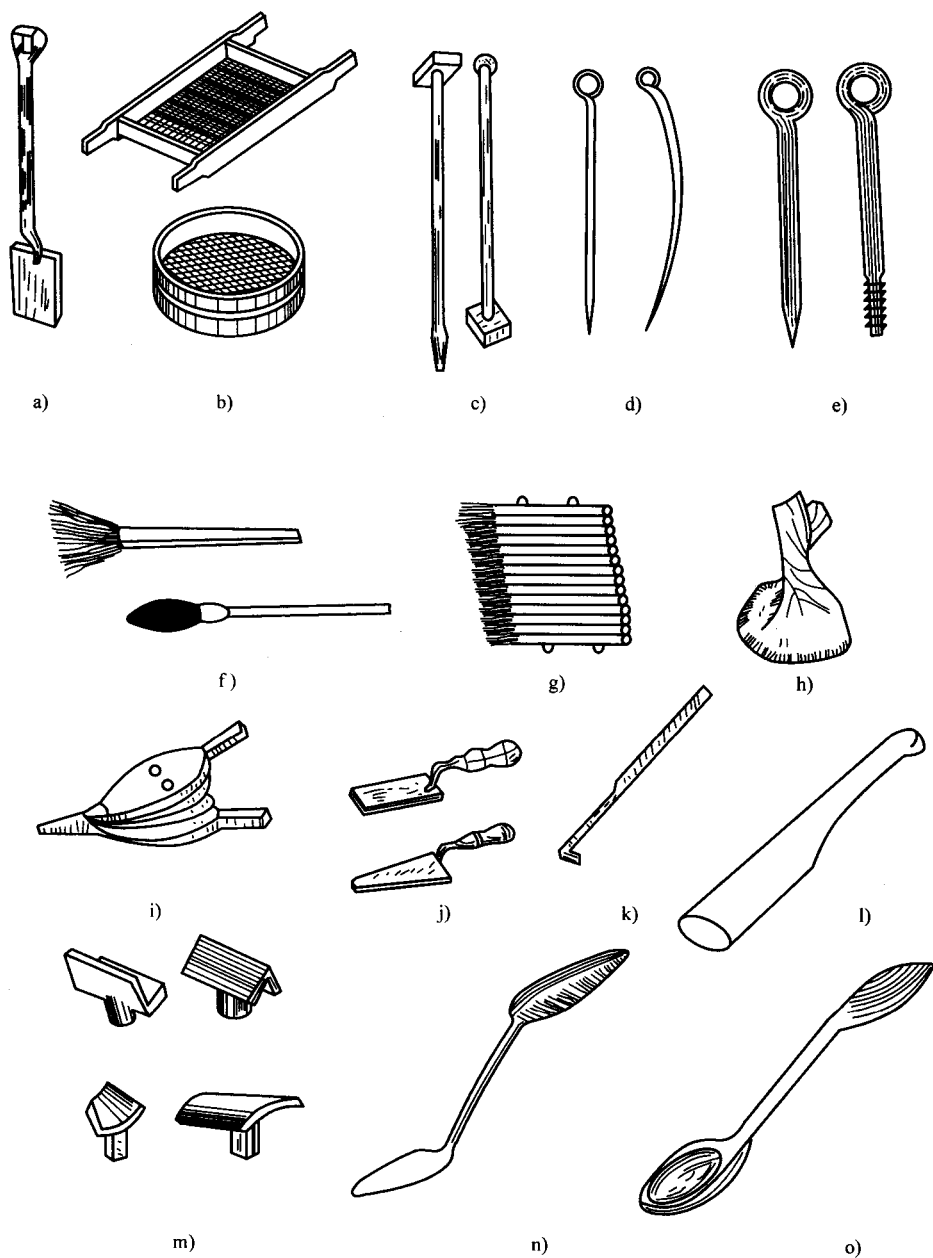


图 1-5 手工造型常用工具

- a) 铁铲 b) 筛子 c) 砂春 d) 通气针 e) 起模针、起模钉 f) 掸笔
 g) 排笔 h) 粉袋 i) 皮老虎 j) 慢刀 k) 提勾 l) 半圆
 m) 成型慢刀 n) 压勺 o) 双头圆勺

铁铲用于拌和型砂；筛子常用于筛分和松散型砂；砂舂用于舂实型砂；刮板用于刮去高出砂箱的型砂；通气针用于在砂型中扎出通气的孔眼；起模针和起模钉用于起出模样；掸笔用于湿润模样边缘的型砂；排笔用于扫除模样上的分散型砂，对型腔和砂芯表面涂刷涂料；粉袋用于将石墨粉（炭粉、铅粉）抖敷在湿型型腔表面，防止粘砂；皮老虎用于吹去散落在型腔内的型砂；镋刀用于修整砂型（芯）的较大平面；提钩用于修理砂型（芯）中深而窄的低面和侧面，提出散落的型砂；半圆用于修整垂直弧形的内壁和它的底面；成型镋刀用于修整砂型型腔的内外圆角、方角、圆弧和弧形面；压勺用于修整砂型型腔的较小平面，开设浇注系统；双头圆勺又称秋叶用于修整砂型型腔的曲面或小凹面。

1.3.2 手工造型方法

手工造型操作灵活，可生产各种形状和尺寸的铸件，但生产率低、劳动强度大，仅适用于单件、小批量生产。按使用砂箱数量分类，有两箱造型、三箱造型、假箱造型、地坑造型；按模样的结构特征可分为：整模造型、分模造型、活块造型、挖砂造型、假箱造型和刮板造型等。以下介绍常见的几种手工造型方法。

1. 整模造型

整模造型是用一个整体结构的模样来造型，如图 1-6 所示。造型时，整个模型放置在一个砂箱（一般为下砂箱）内，分型面在模样的最大截面处。整模造型容易获得形状和尺寸精度较好的型腔，且操作简便，适用于各种批量、形状简单的铸件生产，如齿轮坯、端盖等。

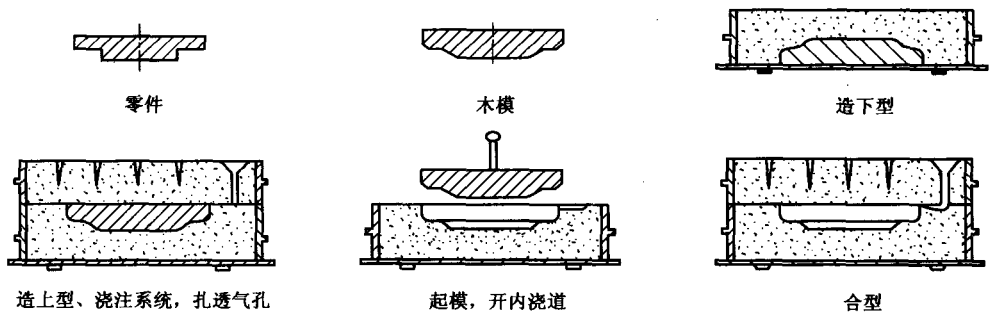


图 1-6 整模造型过程图

2. 分模造型

分模造型就是将模样沿最大截面处分成两部分，并用销钉定位形成一个可分的模样。将模样分开的平面即是造型时铸型的分型面。分模造型方法应用非常广泛，适用于最大截面在中部的铸件、带孔的铸件，如阀体、箱体等。其造型过程如图 1-7 所示。

3. 活块造型

模样上可拆卸或能活动的部分称活块。有些铸件模样在分型面垂直的侧面有凸起结构，妨碍起模，因此，制造模样时常将凸起部分做成活块。用这样的模样进行造型称为活块造型。活块造型适用于侧面有无法起模的凸台、肋条等结构铸件的单件小批量生产。

活块可用钉子或采用燕尾榫的形式连接在模样上。用钉子连接活块造型，应注意先将活块四周的型砂舂紧，并注意不要舂到活块上，待活块舂紧后，切掉部分砂子将钉子轻轻拔出，如图 1-8a 所示。凸台厚度应小于该处模样厚度的 $1/2$ ($A < B/2$)，如图 1-8c 所示，否则

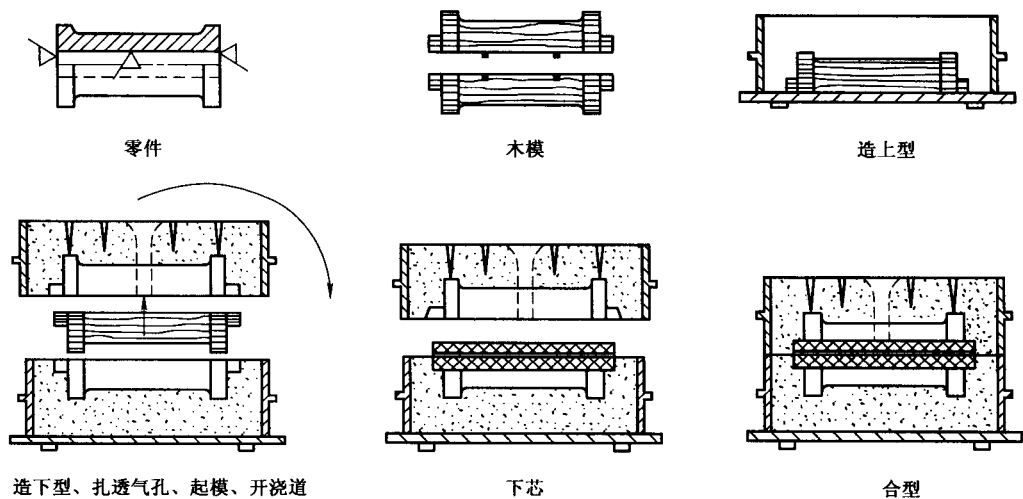


图 1-7 分模造型过程

活块难以取出。活块造型要求操作者操作技术水平较高，而且生产率低，仅适应于单件小批量生产。若批量较大时，也可以采用外芯造型方法。

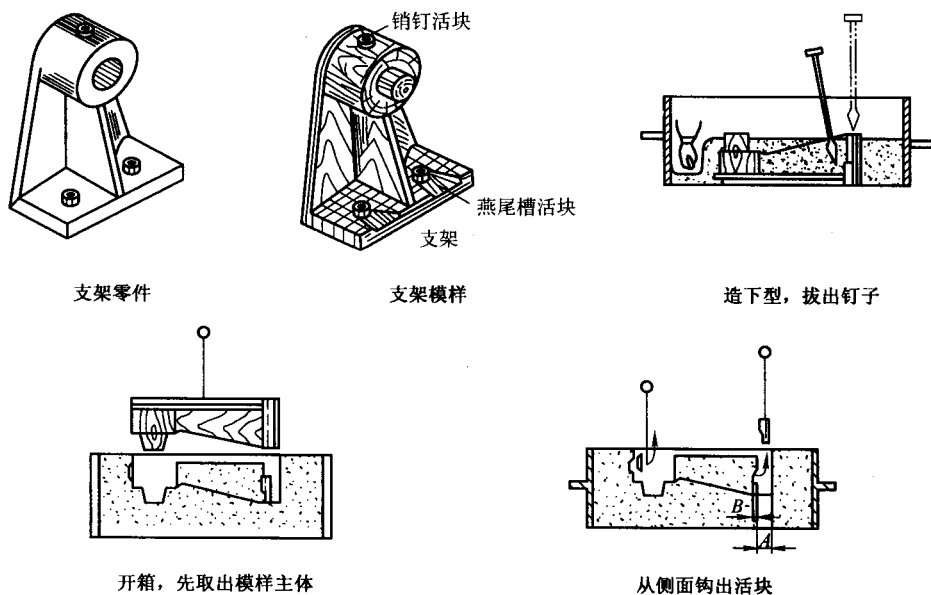


图 1-8 活块造型过程

4. 挖砂及假箱造型

有些铸件从其结构形状看，不能采用整模造型，但若制作分模，分模后的模样太薄，又易变形。因此，采用整模，在造型过程中暂时挖去妨碍起模的型砂，直至模样最大截面处，构成一曲折分型面，这种造型方法称为挖砂造型。手轮的挖砂造型过程如图 1-9 所示。

挖砂造型生产率低，要求操作技能较高，所以仅在单件、小批量生产中采用。当铸件生产数量较多时，一般采用假箱造型法。

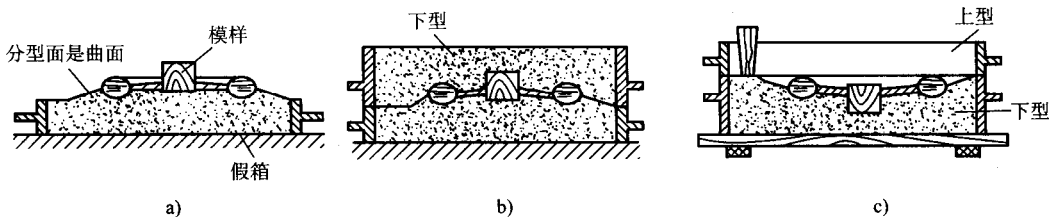


图 1-9 手轮挖砂造型过程

a) 模样放在假箱上 b) 造下型 c) 翻转下型, 待造上型

所谓假箱造型是用高紧实度的硬砂型代替造型的平面底板。在此硬砂型上造型时, 不挖砂就可使模样露出最大截面部位。由于该硬砂型只用于造型, 并不用于浇注金属液, 故称为假箱。其造型过程如图 1-10 所示。

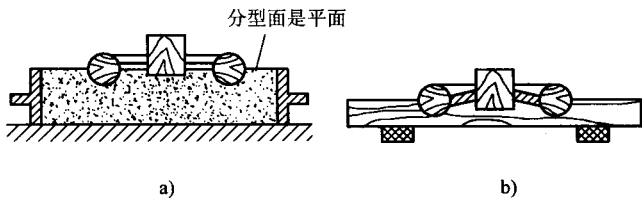


图 1-10 假箱和成型底板

a) 假箱 b) 成型底板

5. 刮板造型

不用模样而用刮板操作的造型和制芯方法称为刮板造型。尺寸大于 500mm 的回转体铸件, 如带轮、飞轮、大齿轮等单件零部件生产时, 为了节省制造实体模样所需要的材料和工时, 可用刮板代替实体模样来造型。刮板的形状与铸件的截面形状相适应, 一般用木板做成。造型时, 刮板分为绕轴线旋转和沿导轨往复运动两种。

带轮铸件刮板造型如图 1-11 所示。刮板轴的上支点常用马架固定, 下支点由埋入砂型中的木桩固定。安装刮板时, 应当用水平仪矫正, 以保证刮板轴与分型面垂直。

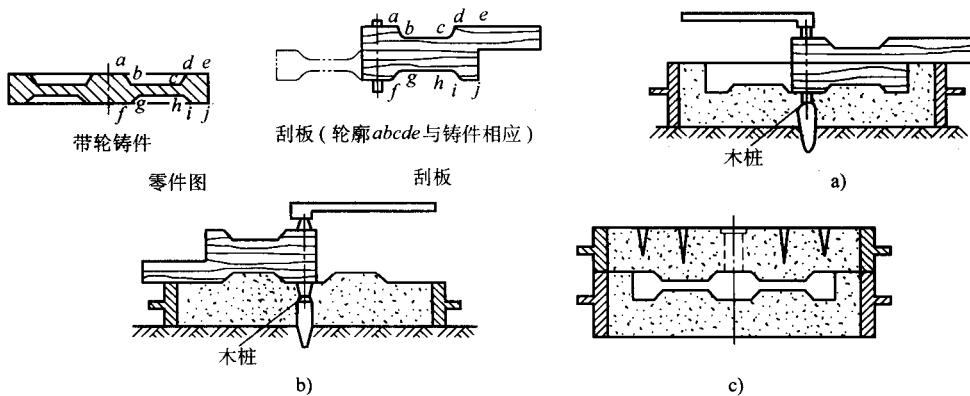


图 1-11 带轮铸件刮板造型过程

a) 刮制下型 b) 刮制上型 c) 合型

6. 地坑造型

当生产单件铸件, 特别是大型铸件时, 为了节约砂箱, 降低工装费用, 可采用地坑造型。它是以铸造车间的砂地面或地坑代替下砂箱进行造型的。地坑造型时必须先制备适合造型的砂床。根据铸件的要求不同, 有软砂床和硬砂床两种。软砂床适合于薄而小、表面质量

要求不高的铸件，即在地面挖一个坑，添入型砂，压入模样进行造型。硬砂床用于高度较大、质量要求较高的铸件造型，即在大坑坑底填以透气材料（炉渣或焦炭），铺上草袋后填入型砂进行造型。有的还应埋入排气用的钢管，如图 1-12 所示。

7. 三箱造型

有些形状复杂的铸件，往往具有两头截面大，中间截面小的特点，用一个分型面难以起模。需要从小截面处分开模样，用两个分型面，三个砂箱造型。这种方法称为三箱造型，造型过程如图 1-13 所示。

三箱造型所用的中箱高度应与中箱中的模样高度尽量相近，要特制中箱。此外，三箱造型的方法复杂，生产率较低，主要用于单件或小批量生产。若大批量生产，可用外砂芯将三箱造型改为两箱造型（图 1-14）。

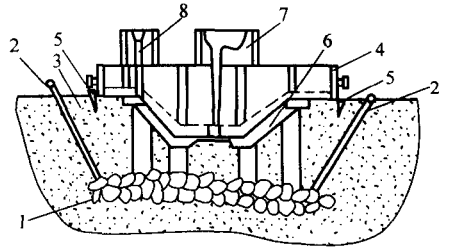


图 1-12 地坑造型

- 1—焦炭 2—管子 3—型砂 4—上半型
- 5—定位楔 6—型腔 7—浇口杯 8—排气道

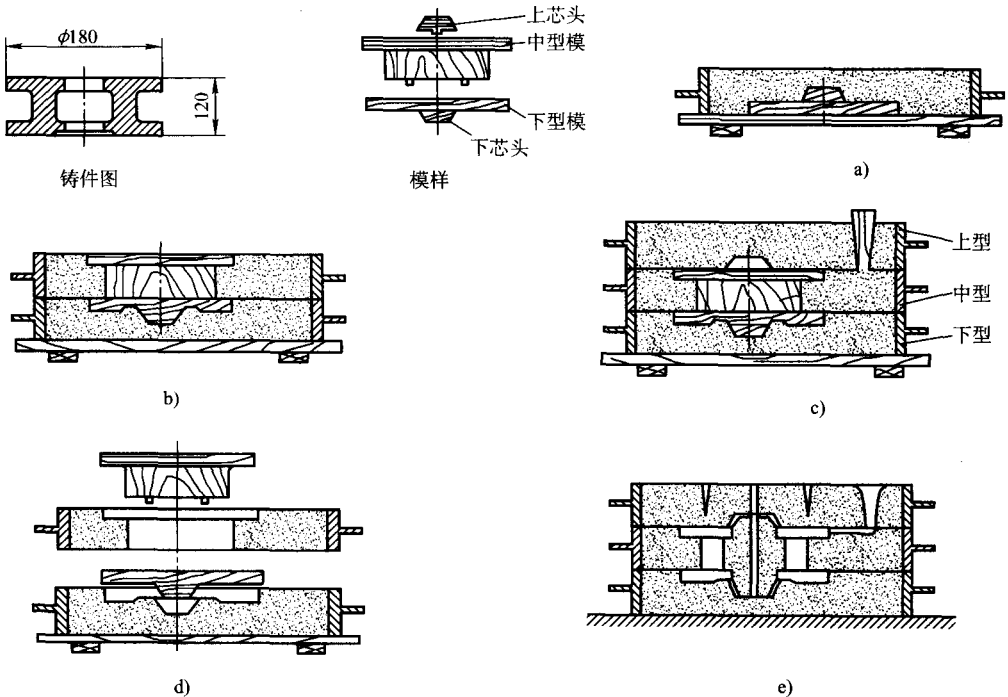


图 1-13 带轮的三箱造型

- a) 造下型 b) 翻箱，造中型 c) 造上型
- d) 依次开箱，起模 e) 下芯，合型

1.3.3 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。机器造型不但生产率高，而且质量稳定，是成批大量生产铸件的主要方法。

机器造型都采用两箱造型，因为无法紧实中箱，所以不能采用三箱造型，对于形状复杂

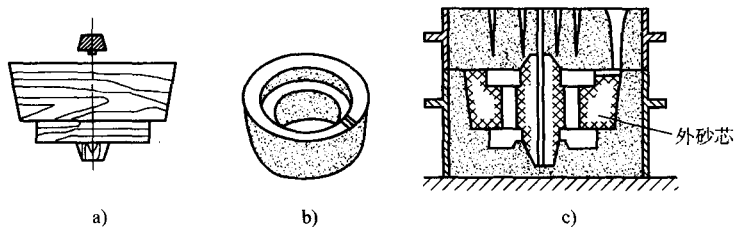


图 1-14 用外砂芯将三箱造型改为两箱造型

a) 模样 b) 外砂芯 c) 合型图

的铸件，有时使用外砂芯，以形成铸件的复杂外形。

1. 机器造型的模板

机器造型的模样通常与模底板装配成一体，称为模板，常用金属材料制成，如图 1-15 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。如果上、下型是对称的，可以在同一台机器上造上、下型。用模板代替模样可以简化造型操作，提高铸件质量和劳动生产率。一般只有在大批量生产时使用。

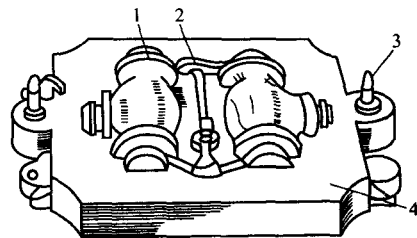


图 1-15 模板

1—铸件模样 2—浇注系统模样
3—定位销 4—模底板

2. 造型

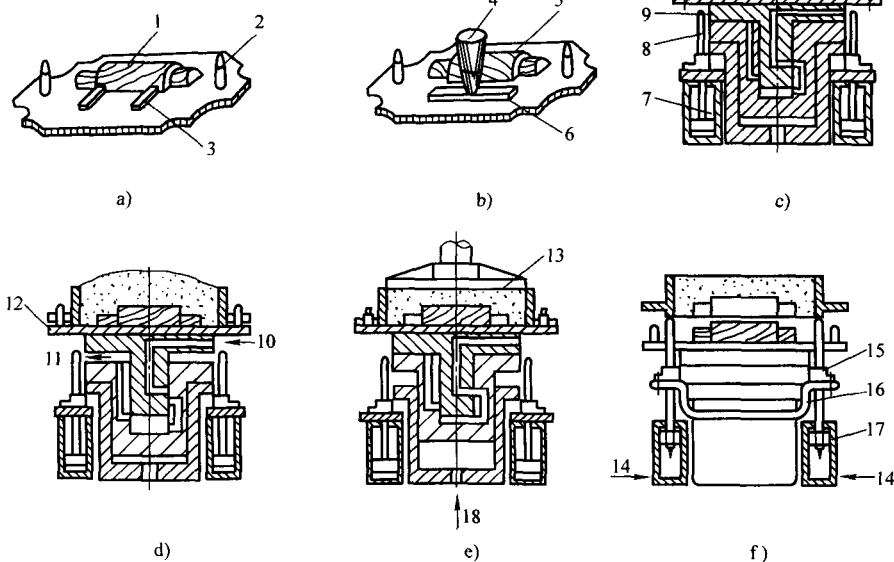


图 1-16 震压式造型机工作过程示意图

a) 下模板 b) 上模板 c) 添砂 d) 震动紧砂 e) 压实顶部型砂 f) 起模

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—起模液缸 18—进气口 2

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 1-16 是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，添砂。然后，转动控制阀使压缩空气从进气口 1 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，压缩空气被排除，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 2 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。

1.3.4 制芯

为获得铸件的内腔或局部外形，用芯砂或其他材料制成的、安放在型腔内部的铸型组元称芯（芯子）。绝大部分是用芯砂制成的，又称砂芯。

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，与砂型的芯座接触，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。常见的芯头形式有水平式、垂直式和特殊式（如悬臂芯、侧芯等），如图 1-17 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。

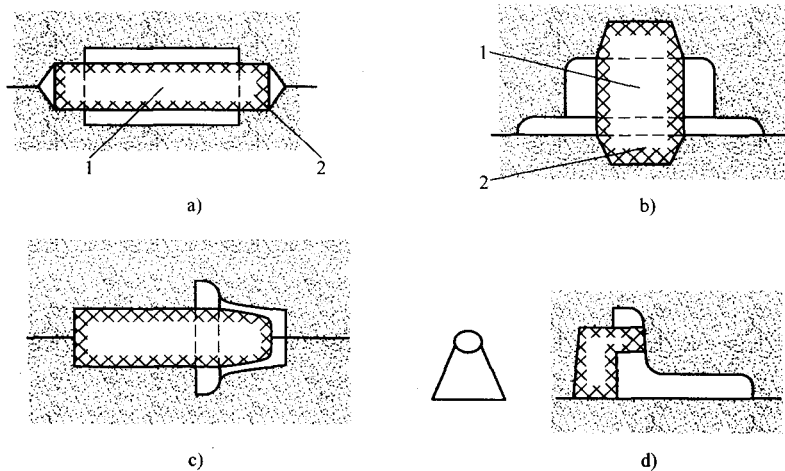


图 1-17 不同种类的砂芯

1—砂芯 2—砂芯头

1. 制芯工艺过程

(1) 放芯骨 砂芯中应放入芯骨以提高强度和刚度，小砂芯的芯骨可用铁丝制作，大、中型砂芯的芯骨要用铸铁制作。为了吊运砂芯方便，往往在芯骨上做出吊环。

(2) 开排气道 砂芯中必须做出连通的排气道，以提高砂芯的透气性。砂芯排气道一定要与砂型排气道接通。大砂芯内部放入焦炭块以便于排气。

(3) 刷涂料 需烘干的黏土砂芯表面要刷一层涂料, 以提高耐火度, 防止铸件粘砂。铸铁件多用石墨粉涂料, 铸钢件多用硅粉涂料。

(4) 烘干 砂芯烘干后强度和透气性都能提高, 黏土砂芯烘干温度为 $250 \sim 350^{\circ}\text{C}$, 桐油砂芯为 $180 \sim 240^{\circ}\text{C}$, 保温 $3 \sim 6\text{h}$ 后缓慢冷却。

2. 制芯方法

砂芯的制造方法按操作方法的不同, 可分为手工及机器制芯两种。用芯盒制芯子是制芯的最基本方法, 根据芯盒的结构, 手工制芯方法可分为整体式、对开式和拆分式芯盒制芯等几种形式。

(1) 整体式芯盒制芯 适用于形状简单的中、小砂芯, 如图 1-18 所示。制芯过程为: 先往芯盒中填入部分芯砂, 舂紧, 放入芯骨; 再填砂, 舂紧, 刮平, 开排气道; 翻转芯盒, 放在烘芯板上; 敲打芯盒, 拿走芯盒 (取芯)。

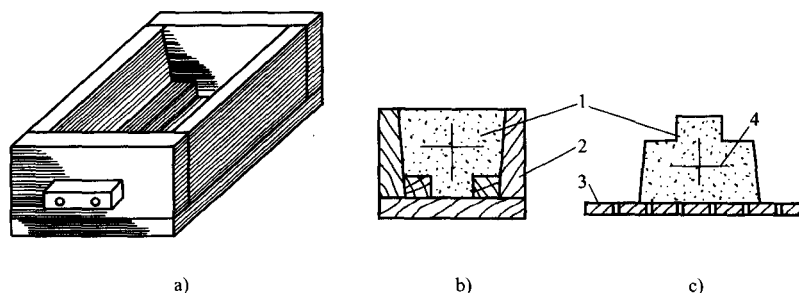


图 1-18 整体式芯盒制芯

1—砂芯 2—芯盒 3—烘芯板 4—芯骨

(2) 对开式芯盒制芯 适于制造圆形截面的较复杂砂芯。其制芯过程如图 1-19 所示。

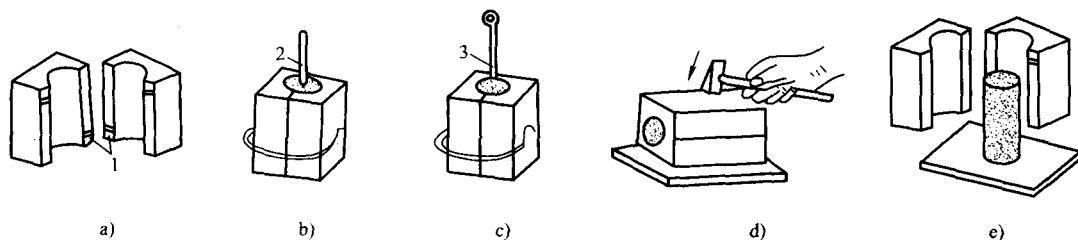


图 1-19 对开式芯盒制芯

a) 芯盒 b) 舂砂, 放芯骨 c) 刮平, 扎气孔 d) 敲打芯盒 e) 打开芯盒 (取芯)

1—定位销和定位孔 2—芯骨 3—通气针

(3) 折分式芯盒制芯 对于形状复杂的大、中型砂芯, 当用整体式芯盒无法取芯时, 可将芯盒分成几块, 分别拆去芯盒取出砂芯, 芯盒的某些部分还可以做成活块, 如图 1-20 所示。

1.3.5 合型

将铸型各个组元如上型、下型、芯子、浇注系统等组合成一个完整铸型的操作过程称为合型 (合箱)。合型是制造铸型的最后一道工序, 直接关系到铸件的质量。即使铸型和砂芯的质量很好, 若合型操作不当, 也会引起气孔、砂眼、错箱、偏芯、飞边和跑火等缺陷。