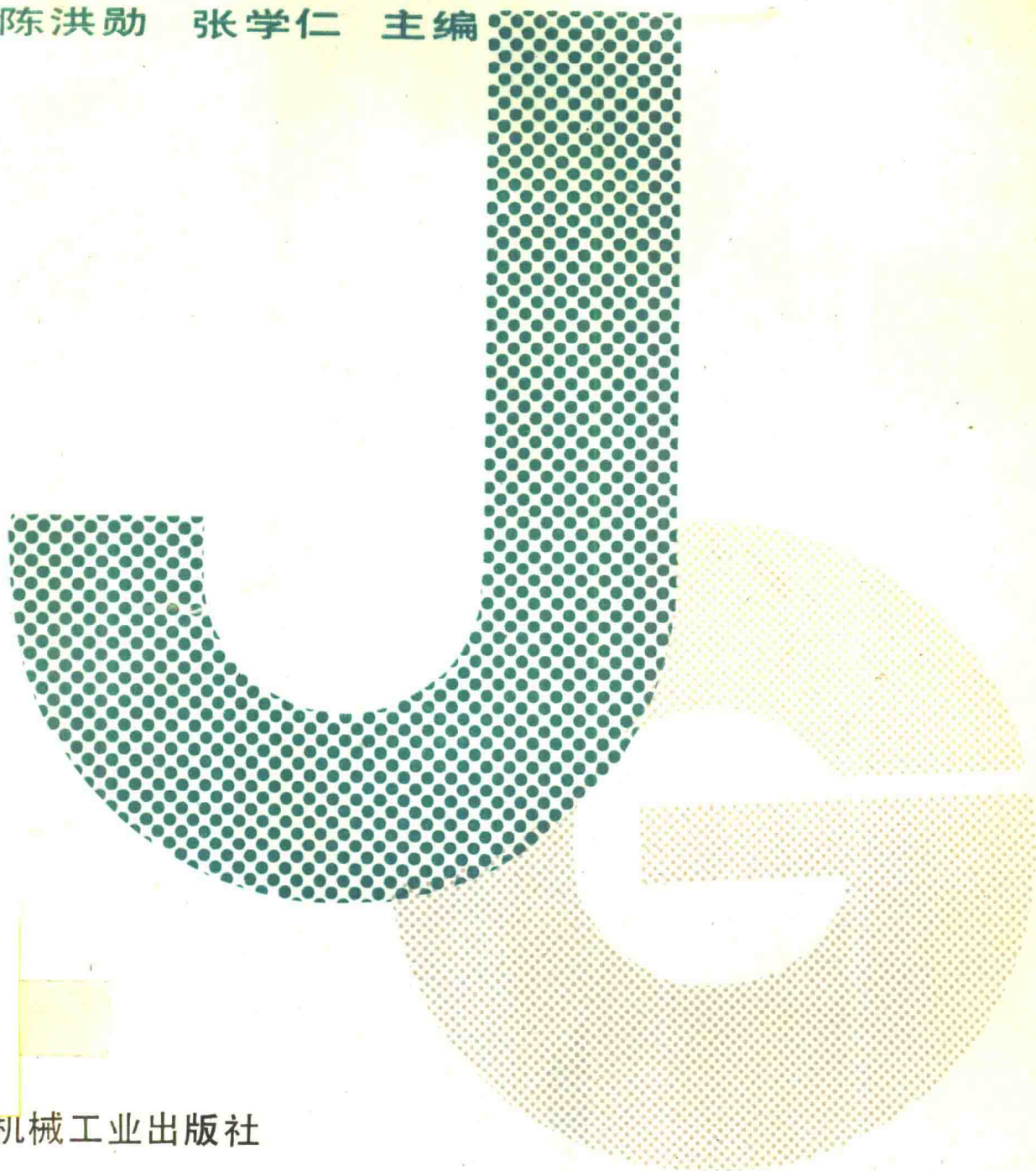


高等学校教材

金属工艺学实习教材

陈洪勋 张学仁 主编



机械工业出版社

高等学校教材

金属工艺学实习教材

陈洪勋 张学仁 主编



机械工业出版社

本书是根据国家教育委员会批准的“金工实习教学基本要求”以及参照课程指导小组1993年7月修订后新的“金工实习教学基本要求”编写的。它总结了哈尔滨工业大学多年的金工实习教学经验。书中尽可能采用我国各种新国家标准中的名词术语,力求做到突出重点、少而精并减少篇幅,但也注意反映新技术和新工艺,使其更加便于学生学习。

本书包括金工实习的主要内容,有铸工、压力加工、焊接、钢的热处理、钳工、车工、铣工、磨工及数控编程等共十章。

本书可作为工科院校机械类和近机械类专业的本科和专科学生的金工实习教材。

金属工艺学实习教材

陈洪勋 张学仁 主编

*

责任编辑:赵爱宁 版式设计:冉晓华

封面设计:姚毅 责任校对:肖新民

责任印制:路琳

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

济南新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张8·字数192千字

1995年5月北京第1版·1995年5月济南第1次印刷

印数 00 001—5000 定价:6.40元

*

ISBN 7-111-04437-1/TG·938 (课)

前 言

本书是根据国家教育委员会批准的“金工实习教学基本要求”以及参照课程指导小组1993年7月修订的“金工实习教学基本要求”编写的。

金工实习是高等工科院校的一门实践性较强的技术基础课,它是学习有关机械制造、机械原理和机械设计等技术基础课必不可少的先修课,它与金属工艺学课程更有着深刻的内在联系。

教学基本要求中明确指出,金工实习以实践教学为主,学生必须进行独立操作,在保证贯彻教学基本要求的前提下,要积极创造条件,使教学尽可能结合生产进行。

教学基本要求中规定,金工实习的主要任务是:

1) 了解机械制造的一般过程,熟悉机械零件的常用加工方法及其所用主要设备的工作原理及典型结构、工夹量具的使用以及安全操作技术,了解机械制造工艺知识和一些新工艺、新技术在机械制造中的应用。

2) 对简单零件,初步具有选择加工方法和进行工艺分析的能力。在主要工种上,应具有独立完成简单零件加工制造的实践能力。

3) 在劳动观点、质量和经济观念、理论联系实际和科学作风等工程技术人员应具有的基本素质方面受到培养和锻炼。

本书力求反映上述要求,并尽可能采用国家标准中的名词术语。本书内容包括,实习指导教师的主要讲解内容、示范表演内容、金工教师在金工实习中的讲解内容以及学生必须结合金工实习各工种认真进行自学的内容。学生必须充分利用在实习现场可以亲自动手的优越条件,进行学习、观察、验证和深入理解。

本书特点是,既全面反映了实习各工种的内容,力求做到突出重点、少而精并减少篇幅,又便于学生结合实习过程自学和准备考试总复习。

本书由哈尔滨工业大学金工教研室教师集体编写,由陈洪勋副教授和张学仁教授主编。各章分工为:齐秀梅编写第一章,邢忠文编写第二章,李虹编写第三、四章,李冰梅编写第五章,张学仁编写第六、八和九章,韩秀琴编写第七章,刘华和于华编写第十章。本书由哈尔滨工业大学邵德春教授主审。

由于水平有限,书中错误之处,恳请批评指正。

150C01 哈尔滨工业大学425信箱

编者1994.12

目 录

前言	
第一章 铸造	1
第一节 概述	1
第二节 砂型的制造	2
第三节 型芯	8
第四节 金属的熔炼	9
第五节 合型、浇注、落砂、清理和铸件的缺陷分析	10
第六节 特种铸造	13
第二章 压力加工	16
第一节 概述	16
第二节 金属的加热	17
第三节 自由锻	19
第四节 胎模锻	25
第五节 冲压	27
第三章 焊接	31
第一节 概述	31
第二节 手工电弧焊	31
第三节 气焊	38
第四节 其它焊接方法	43
第四章 钢的热处理	47
第一节 概述	47
第二节 钢的热处理工艺	47
第三节 硬度的测定	49
第五章 钳工	51
第一节 台虎钳及锉削	51
第二节 锯削、划线及刮削	54
第三节 钻孔、扩孔和铰孔	59
第四节 攻螺纹和套螺纹	63
第五节 装配	64
第六章 车工	68
第一节 车床的型号及其主要用途	68
第二节 车床的 6 个主要部件	68
第三节 车削加工的切削运动及切削用量三要素	69
第四节 车外圆及车端面	70
第五节 车槽与切断	72
第六节 孔加工	73
第七节 车床常用的夹具和附件及所安装工件的特点	74
第八节 车螺纹	78
第九节 车锥面、车成形表面及滚花	79
第十节 车刀	82
第十一节 车床传动系统	84
第十二节 车削加工工艺过程	88
第七章 铣工	91
第一节 铣削运动及铣削要素	91
第二节 铣床及其主要附件	91
第三节 铣床上可以加工的表面	96
第四节 齿轮齿形的加工	98
第八章 刨工	102
第一节 刨削加工的运动、切削用量及刨刀	102
第二节 刨床	103
第三节 牛头刨床的加工范围	104
第四节 插床及龙门刨床	107
第九章 磨工	109
第一节 磨削运动及切削用量	109
第二节 磨床	110
第三节 砂轮	112
第十章 数控编程	114
第一节 数控线切割编程的基本方法	114
第二节 数控铣床编程的基本方法	117
参考文献	123

特种铸造是除砂型铸造以外的其它铸造方法，如：熔模铸造、金属型铸造、压力铸造、低压铸造和离心铸造等。

二、铸型的组成

铸型是用金属或其它耐火材料制成的组合整体，是金属液凝固后形成铸件的地方。砂型铸造的典型铸型由上型、下型、浇注系统、型腔、型芯及出气孔等部分组成，如图1-2所示。

分型面是铸型组元间的接合表面，一般位于模样的最大截面。有了分型面可使铸型分开以便取出模样和安放型芯。

型芯用来获得铸件的内孔或局部外形，它是用芯砂或其它材料制成的。

出气孔是用来排出型腔中的气体、浇注时产生的气体以及金属液析出的气体等而设置的沟槽或孔道。

浇注系统是为了将熔融金属充满入型腔而开设于铸型中的一系列通道，通常由浇口盆、直浇道、横浇道和内浇道组成，如图1-3所示。

1. 浇口盆

浇口盆单独制造或直接在铸型中形成，成为直浇道顶部的扩大部分。它的作用是承接从浇包倒出来的熔融金属、减轻液流的冲击并使熔融金属平稳地流入直浇道。

2. 直浇道

直浇道是浇注系统中的垂直通道，通常带有一定的锥度。利用直浇道的高度产生一定的静压力，使金属产生充型压力。直浇道高度越高，产生的充型压力越大，熔融金属流入型腔的速度越快，就越容易充满型腔的细薄部分。

3. 横浇道

横浇道是浇注系统中的水平通道部分，断面多为梯形。它的作用是分配熔融金属，使之平稳流入内浇道并起挡渣作用。

4. 内浇道

内浇道是浇注系统中引导熔融金属流入型腔的部分，其断面多为扁梯形或三角形。它的作用是控制熔融金属流入型腔的方向和速度、调节铸件各部分的温度分布。因此，内浇道的形状、位置和数目以及导入液流的方向，是决定铸件质量的关键之一。

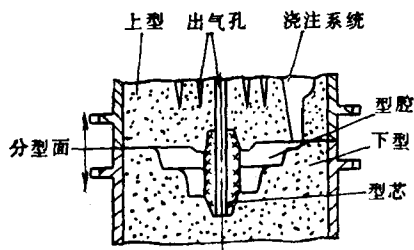


图1-2 铸型的组成

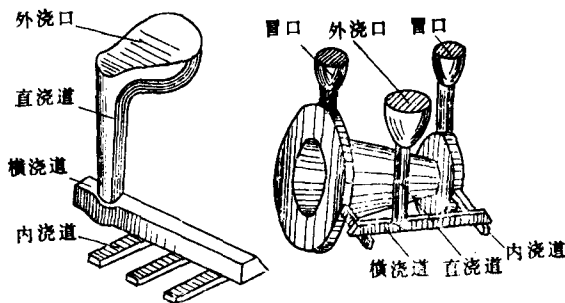


图1-3 浇注系统的组成

第二节 砂型的制造

一、型砂的性能要求和组成

型砂是按一定比例配成的造型材料，是制造砂型铸造用铸型的主要材料之一。

1. 对型砂的性能要求

为了保证造型的顺利进行及获得合格的铸件，型砂应具备如下主要性能：

(1) 可塑性 型砂在外力作用下变形，除去外力后能保持外力所赋予的形状的能力，称为可塑性。可塑性好，便于制造形状复杂、型腔轮廓清晰的砂型，起模也容易。

(2) 强度 型砂抵抗外力破坏的能力，称为强度。若强度不足，易引起塌箱和型腔表面被破坏，造成铸件产生砂眼、不成形等缺陷；若强度太高，会使型砂其它性能变坏和阻碍铸件的收缩，使铸件产生内应力，甚至开裂。因此，强度要适中。

(3) 透气性 紧实后的砂样在标准条件下和单位时间内通过单位体积的气体量，称为透气性。当铸型中的气体不能排出时，会使铸件产生浇不足、气孔等缺陷。

(4) 耐火性 型砂能经受高温热作用的能力，称为耐火性。型砂的耐火性好，铸件不易产生粘砂缺陷。一般情况下要求原砂中 SiO_2 含量应高。

(5) 退让性 铸件冷凝收缩时，型砂可被压缩的能力，称为退让性。若型砂的退让性差，则铸件易产生内应力或开裂。型砂越紧实，退让性越差。

此外，还要求型砂有较好的流动性、溃散性和耐用性等。

2. 型砂的组成

为了满足型砂的性能要求，它一般由原砂、粘结剂、水及附加物按一定比例混制而成。

原砂是型砂的主体，它的主要成分是石英，石英含量为85%~97%左右。原砂的颗粒形状、大小、均匀程度和 SiO_2 含量的多少，对型砂的性能影响很大。

粘结剂是能使砂粒相互粘结的物质，如粘土、膨润土、矿物油、合脂和树脂等。不同的粘结剂可以配制成性能不同的型砂。由于粘土、膨润土价格低廉，所以应用最广。粘土砂结构如图1-4所示。

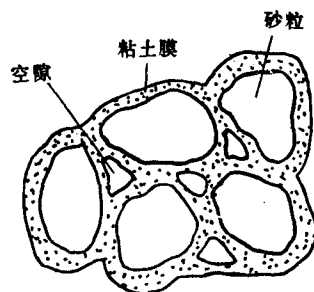


图1-4 型砂的结构示意图

型砂中常加入的附加物有煤粉、木屑等。煤粉在高温熔融金属作用下燃烧形成气膜，隔离熔融金属与铸型型腔直接作用，使铸件表面光洁，防止铸件粘砂；加入木屑能改善型砂的透气性和退让性。

3. 混砂

混砂是将原砂、粘结剂、附加物和水混制成型砂的过程，其目的是将型砂各组成成分混合均匀、使粘结剂均匀分布在砂粒表面。

混砂的过程是：按配方加入新砂、旧砂、粘结剂和附加物，先干混2~3 min，再加入水湿混5~12 min，性能符合要求后出砂。使用该型砂前要过筛并使其松散。图1-5所示为辗轮式混砂机，其混砂质量较好，但生产率不高。

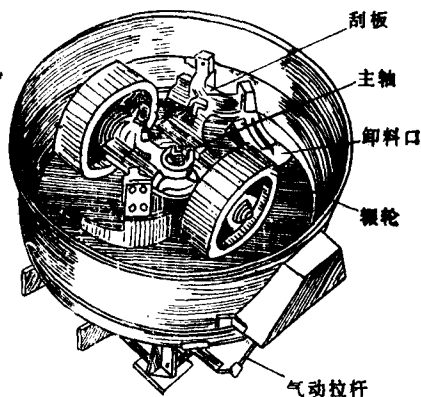


图1-5 辗轮式混砂机示意图

二、手工造型方法

1. 整模两箱造型

当零件的最大截面在端部，并选它作为分型面，然后用整体模样进行造型的方法，如图

1-6所示。

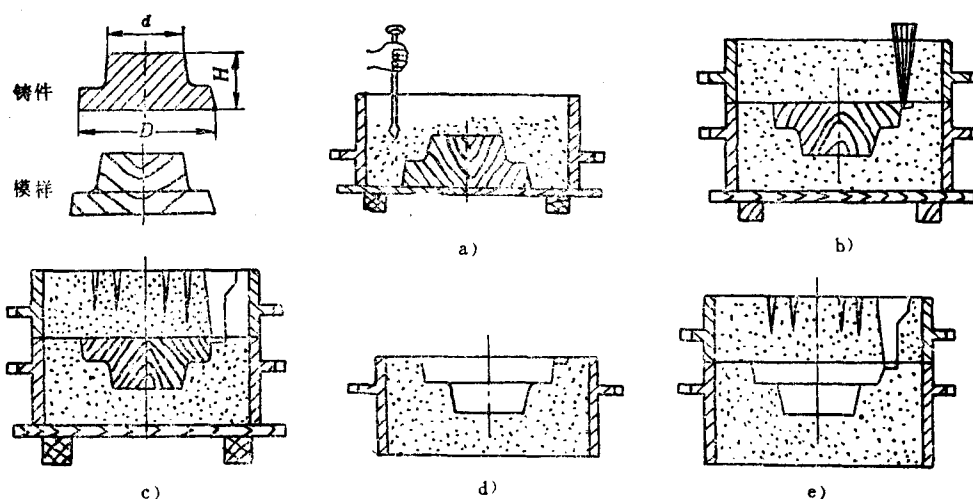


图1-6 整模两箱造型

a) 造下型 b) 造上型 c) 开浇口盆、扎通气孔 d) 起出模样 e) 合型

整模造型的型腔全在一个砂箱里，能避免错型等缺陷，因而铸件形状、尺寸精度较高。模样制造和造型都较简单，多用于形状简单的铸件的生产。

2. 分模造型

当铸件不适宜用整模造型时，通常以最大截面为分型面，把模样分成两半，采用分模两箱造型；也可将模样分成几部分，采用分模多箱造型。

套管的分模两箱造型过程，如图1-7所示。这种造型方法简单、应用较广。分模造型时，若砂箱定位不准、夹持不牢，则易产生错型，影响铸件精度；铸件沿分型面还会产生披缝，影响铸件表面质量，清理也费时。

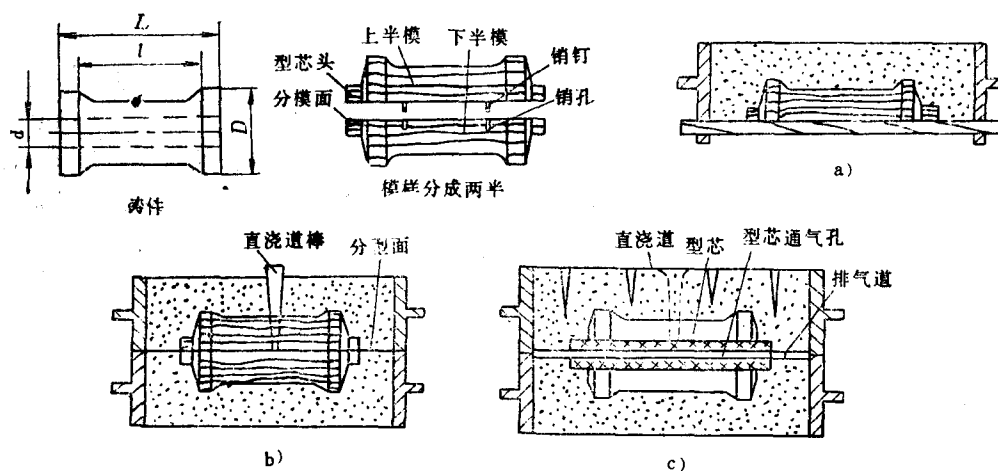


图1-7 分模两箱造型

a) 用下半模造下型 b) 用上半模造上型 c) 起模、放型芯、合型

受铸件的形状限制或为了满足一定的技术要求,不宜用分模两箱造型时,可选用分模多箱造型,如图1-8所示。由于槽轮铸件中间截面比两头小,用一个分型面造型不能起出模样,所以可在铸件上选取两个分型面,进行三箱造型。但分模三箱造型过程稍繁,生产率较低,易产生错型缺陷,只适用于单件、小批生产。在成批大量生产中,可用外带型芯的两箱造型代替三箱造型,如图1-9所示。

3. 挖砂造型及假箱造型

若铸件的最大截面不在端部,模样又不便分开时,常将模样做成整体的,造型时将妨碍起模的型砂挖掉,以便起模。如图1-10中所示的手轮,分型面不平,轮辐处又较薄,不能将模样分成两半,因而可采用挖砂造型。

挖砂造型要求准确挖至模样的最大截面处,较难掌握,要求工人的操作技术水平较高,而且生产率低,只适于单件、小批生产。成批生产时,采用假箱造型或成型模板造型来代替挖砂造型,如图1-11和图1-12所示。假箱不参与合型浇注,只用来造下型。当生产数量更多时,用图1-12所示的成型模板代替假箱,生产率和质量就会更高。

4. 活块模造型

铸件上有凸起部分妨碍起模时,可将局部影响起模的凸台做成活块。造型起模时,先起出主体模样,再用适当方法起出活块模,其造型过程如图1-13所示。

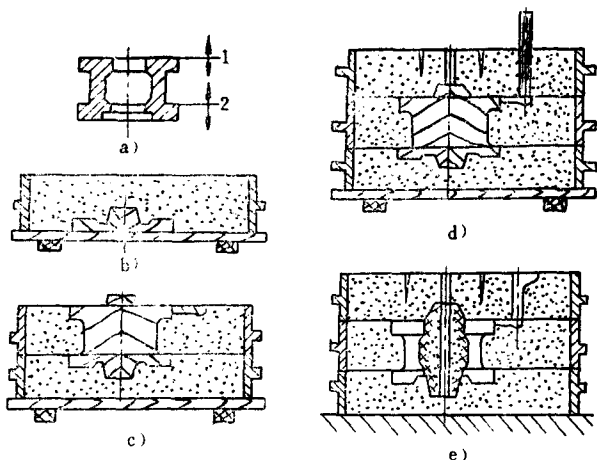


图1-8 分模三箱造型

a) 铸件 b) 造下型 c) 造中型 d) 造上型
e) 起模、放型芯、合型

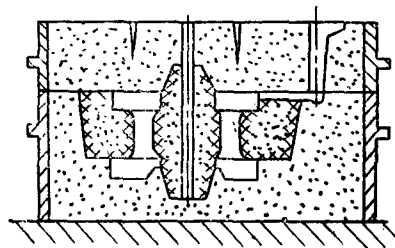


图1-9 改用外型芯的两箱造型方法

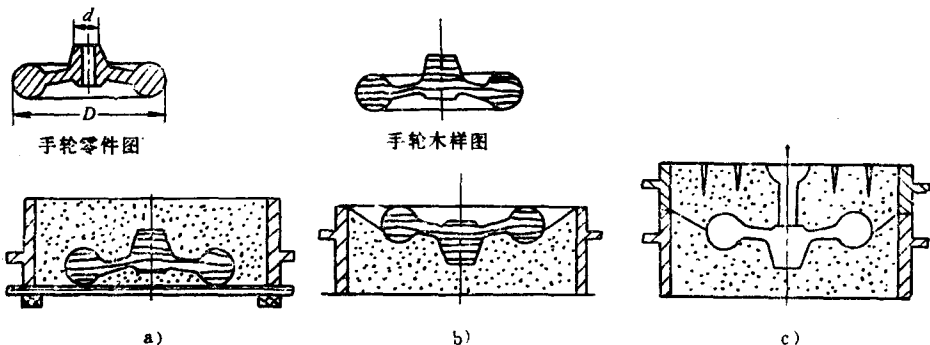


图1-10 挖砂造型

a) 造下型 b) 翻转、挖出分型面 c) 造上型、起模、合型

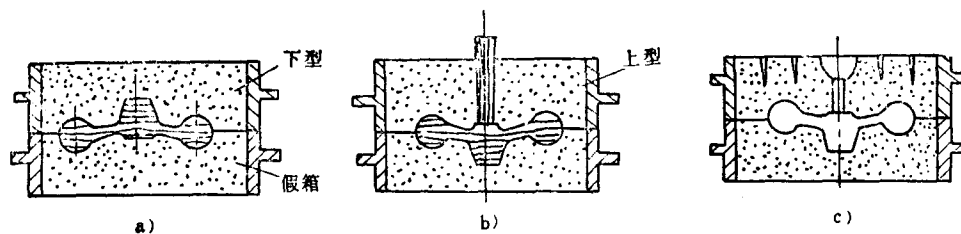


图1-11 假箱造型

a) 在假箱上造下型 b) 造上型 c) 起模、合型

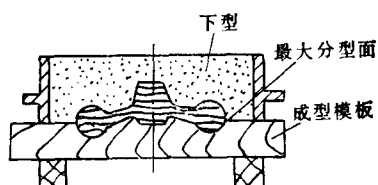


图1-12 成型模板

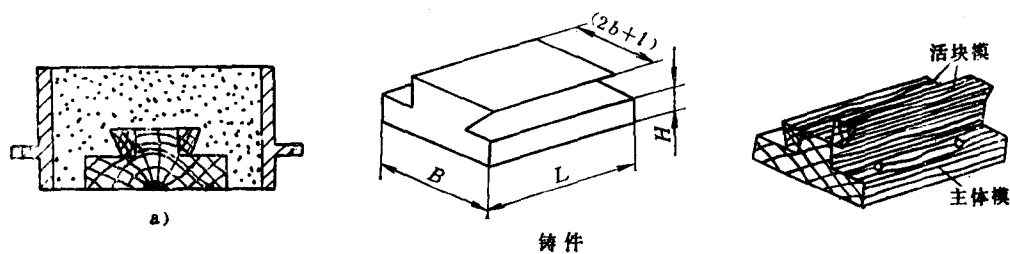


图1-13 活块模造型

a) 造下型 b) 造上型 c) 起出主体模 d) 起出活块模 e) 合型

活块模造型的操作难度较大,对工人的操作技术要求较高,生产率低,只适用于单件、小批生产。若成批生产时,可用外加型芯取代活块,使造型容易,如图1-14所示。

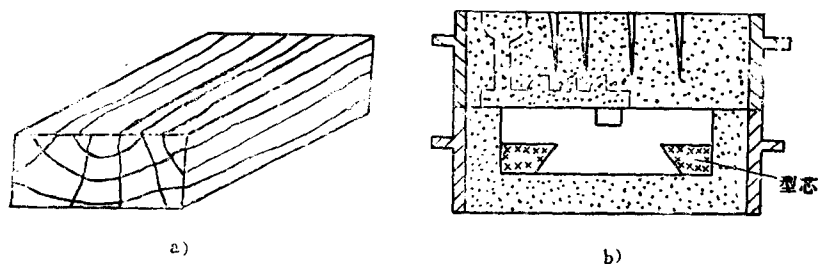


图1-14 改用外型芯的两箱造型方法

a) 长方体模样 b) 放型芯、合型

5. 刮板造型

它是利用和零件截面形状相适应的特制刮板代替模样进行造型的方法。对于回转体类的铸件,常用绕垂直轴旋转的刮板,如图1-15所示。按铸件尺寸选好砂箱,并适当紧实一部分型砂,使刮板轴能定位且转动自如。用下型刮板刮制下型,用上型刮板刮制上型,合型后便制得铸型。刮板造型能节省模样材料和模样加工工时,但造型操作费时、生产率较低,多适于单件、小批生产,尤其是大型回转体铸件的生产。

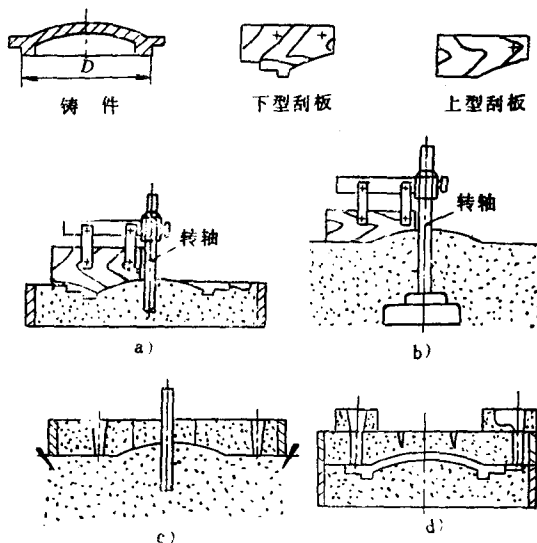


图1-15 刮板造型

a) 刮制下型 b) 刮成型砂堆 c) 造上型 d) 合型

6. 地坑造型

地坑造型是在地面挖一个砂坑代替下砂箱进行造型的方法,如图1-16所示。将模样放入地坑中填砂造型,上型靠定位楔与地坑中的砂型定位。地坑造型主要用于大、中型铸件的单件、小批生产。铸造大件时,常用焦炭垫底,再插入管子,以便将气体排出。

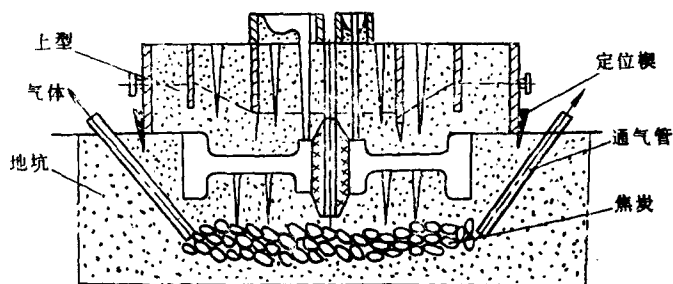


图1-16 地坑造型

第三节 型 芯

一、芯砂

芯砂是按一定比例配合的造型材料。它是经过混制并符合造芯要求的混合料。由于铸件在成形过程中，型芯的工作条件较恶劣，故芯砂的性能要比型砂高，同时也要求芯砂易从铸件中取出，即芯砂的出砂性要好。

对于一般的型芯，可用粘土砂制做；对于形状较复杂、要求较高的型芯，应采用油砂、合脂砂或树脂砂等材料来制做。

二、型芯的构成

为了保证型芯的性能要求，在型芯中，除型芯的主体外，还有下列部分：

(1) 芯骨 砂芯中应放入芯骨以提高强度。小型芯的芯骨可用铁丝做，中、大型芯的芯骨要用铸铁铸成(图1-17)。

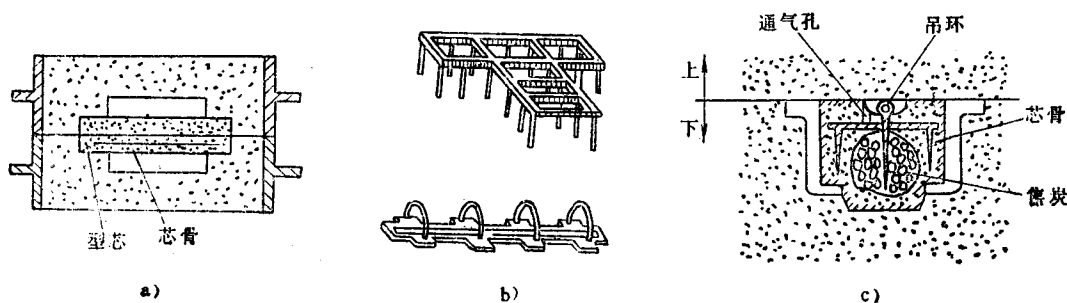


图1-17 芯骨

a) 铁丝芯骨 b) 铸铁芯骨 c) 带吊环的芯骨

(2) 通气孔 开通气孔的目的是，在浇注时能顺利而迅速地排出型芯中的气体。形状简单的型芯，用气孔针扎出排气孔；形状复杂的型芯，可在两半型芯上挖出通气槽(图1-18)或在其中埋入蜡线(图1-19)，型芯烘干时蜡线熔化形成排气孔。

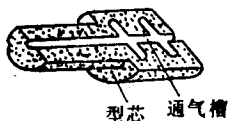


图1-18 挖通气槽

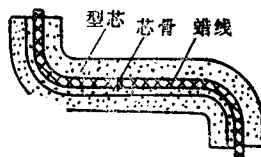


图1-19 埋蜡线做通气孔

(3) 型芯头 型芯上与熔融金属不接触的部分称为型芯头，它起定位、固定和通气的作用。

芯头按其固定方式可分为垂直式、水平式和特殊式(如悬臂芯、吊芯等)几种(图1-20)，其中垂直式和水平式定位方便可靠、应用最多。

三、制芯

型芯一般是用芯盒制成。芯盒的空腔形状和铸件的内腔相适应。根据芯盒的结构，制芯

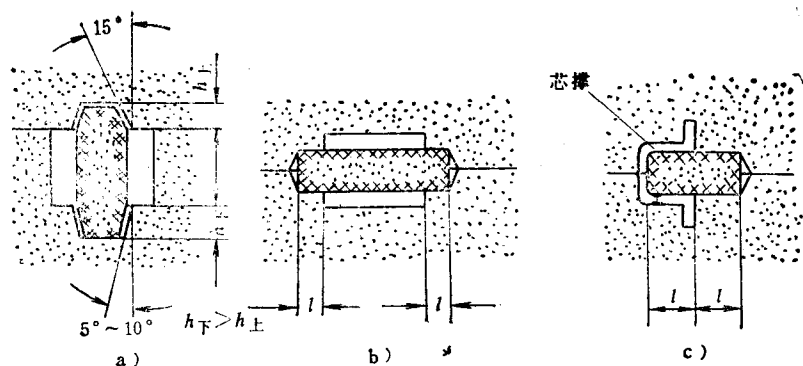


图1-20 型芯的固定方式

a) 垂直式 b) 水平式 c) 特殊式 (悬臂芯头)

方法可分为三种。它们是：整体芯盒制做型芯，适用于制造形状简单的中、小型芯；对开式芯盒，适用于制造圆形截面的较复杂的型芯；可拆式芯盒，适用于制造形状复杂的中、大型芯。

第四节 金属的熔炼

金属熔炼的质量对能否获得优质的铸件有着重要影响，熔炼的目的是要获得预定成分和温度的熔融金属，并尽量减少其中的气体和夹杂物。

一、铸铁的熔炼

在铸造生产中，铸铁常用冲天炉熔炼，冲天炉构造如图1-21所示。冲天炉熔炼铸铁的炉料包括金属料（如生铁、回炉料、废钢和铁合金等）、燃料（主要是焦炭）和熔剂（石灰石、萤石等）。冲天炉熔炼铸铁比较简单、方便、生产率高而且成本低，但铁水质量不稳定、工作环境差。随着电力工业的发展，用工频（或中频）感应电炉化铁将得到越来越多的应用。

二、铸钢的熔炼

铸钢的强度和韧性均较高，常制造较重要的铸件。生产中常用三相电弧炉来熔炼铸钢。三相电弧炉的温度容易控制，熔炼质量好、速度快，操作较方便。它既可用于熔炼碳钢，又可熔炼合金钢。生产小型铸钢件也可用工频或中频感应炉来熔炼。

三、铝合金的熔炼

铝合金具有导热和导电性好、耐腐蚀及耐磨损等特性，加之质轻、价廉，是工业生产中应用较广泛的铸造有色金属之一。

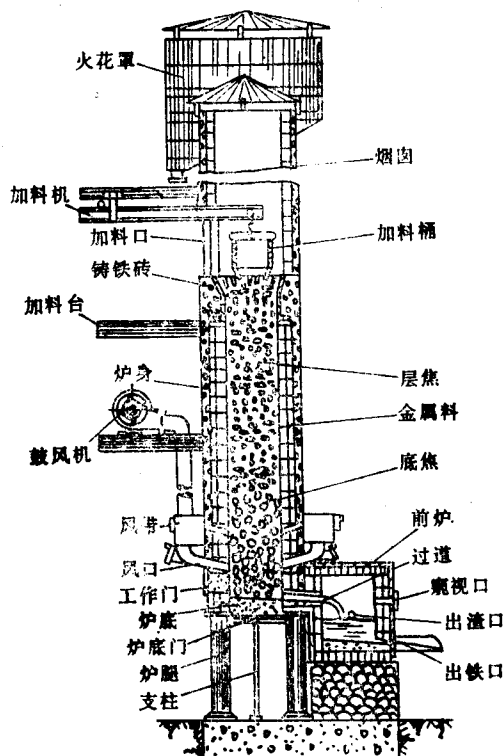


图1-21 冲天炉的构造

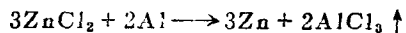
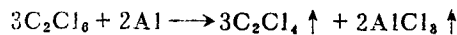
1. 熔炼铝合金的设备

铸造铝合金的熔炼炉种类较多,常用坩埚炉、感应炉及反射炉等。其中,电阻坩埚炉(图1-22)带有电子电位差计,能对炉温进行准确地控制;炉内含杂质和气体少,合金的成分容易控制,因而熔炼的合金质量高。其缺点是耗电多、成本较高。它主要用于对质量要求较高的铝、铜等合金的熔炼。

2. 铝合金的熔炼工艺

1) 加料前应把坩埚、炉料及工具(与熔融金属接触部位)分别预热到 $150\sim 300^{\circ}\text{C}$,以除去水汽、油污及其它含氢杂质。

2) 精炼处理。精炼的目的在于去除铝液中的气体和各种非金属夹杂物,保证获得高质量的液态铝合金。常用的精炼剂是六氯乙烷(C_2Cl_6)或氯化锌等。在熔炼后期,将精炼剂用钟罩压入铝液中 $1/3$ 深处,通过如下反应:



生成的四氯乙烯(C_2Cl_4)和三氯化铝(AlCl_3)形成不溶于铝液的气泡并上浮。溶解于铝液中的氢气及其它气体迅速向气泡中扩散聚集,其中的氧化物等杂质也会被吸附在气泡表面被带到液面上来,经扒渣而除去。

3) 铝合金的变质处理。用含硅量大于6%的铝合金浇注厚壁铸件时,易出现针状粗晶粒组织,使铝合金的力学性能下降。为了消除这种组织,在浇注之前向铝合金液中加入重量为其2%~3%的钠盐和钾盐混合物(常用 NaF 、 NaCl 、 KCl 、 Na_3AlF_6)。在铝合金凝固结晶时,钠原子可阻止硅生成针状粗晶粒组织,使晶粒细化,从而提高力学性能。

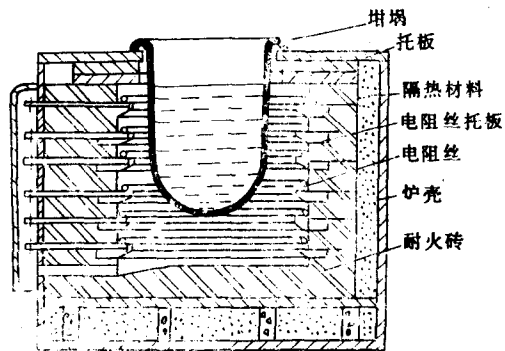


图1-22 电阻坩埚炉示意图

第五节 合型、浇注、落砂、清理和铸件的缺陷分析

一、合型

合型是将铸型的各个组元(如下型、上型和型芯等)组合成一个完整铸型的操作过程。如果合型操作不正确,会造成跑火、气孔、壁厚不均、毛刺及夹砂等铸造缺陷。合型应保证型腔几何形状及尺寸准确、型芯安放稳固。

1. 合型步骤

1) 下型芯。把型芯安放到砂型的相应位置上叫下型芯。下型芯前应仔细检查砂型有无破损、有无散落砂粒及脏物,浇注系统是否修光,型芯是否烘干、有无破损,型芯通气孔是否畅通。按图样检查砂型和型芯的几何形状和尺寸,检查型芯上芯头与砂型上的型芯座是否吻合。

2) 铸型装配检查。下芯后,应用样板对装配尺寸、铸型相对位置及壁厚等进行检查。

3) 将型芯的通气孔与大气连通。检验合格后,即可紧固型芯,然后将型芯的通气孔与砂型上的通气孔连通,并使其通到型外(图1-23)。

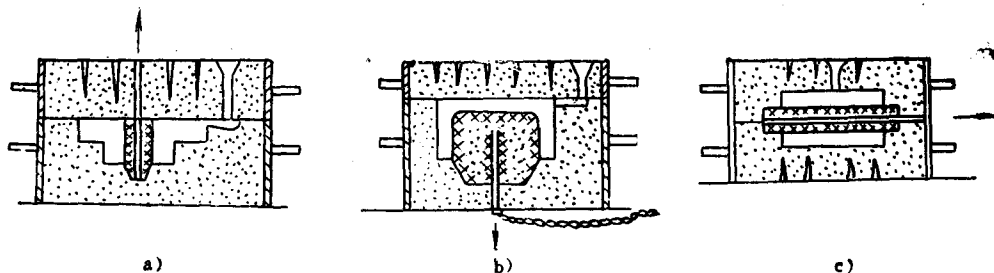


图1-23 型芯中气体的引出方式

a) 从上型出气 b) 从下型出气 c) 从分型面出气

2. 压铁及紧固装置

熔融金属浇入砂型时，如果金属液对上砂型的浮力超过了上型的重量，就会将上型浮起，造成跑火。因此，浇注时必须在上型上压铁或用螺杆、卡子等紧固件将砂箱夹紧。

二、浇注

将熔融金属从浇包浇入铸型的操作过程称为浇注。浇注操作不当常引起浇不足、冷隔、缩孔及夹砂等缺陷。

1. 浇注前的准备工作

- 1) 清理浇注时行走的通道，不应有杂物挡道，更不能有积水。
- 2) 了解要浇注铸件的重量、大小和形状，使同牌号铸件放在一起，以便于浇注。
- 3) 浇注的用具及设备（如挡渣勺、浇包等）要烘干，以免降低铁水的温度或引起铁水飞溅。

2. 浇注时必须注意的问题

(1) 浇注温度 金属液浇入铸型时所测量到的温度是浇注温度。浇注温度由铸件材质、大小及形状来确定。浇注温度过低时，由于铁水的充型能力差，易产生浇不足、冷隔和气孔等缺陷；浇注温度过高时，会使铁水收缩量增加而产生缩孔、裂纹以及铸件粘砂等缺陷。对形状复杂的薄壁件，浇注温度应高些；对简单的厚壁件，浇注温度可低些。

(2) 浇注速度 它是单位时间内浇入铸型中的金属液重量。浇注速度应按铸件形状和大小来定。浇注速度应适中，太慢会使金属液降温过多，易产生浇不足等缺陷；太快又会使金属液中的气体来不及析出而产生气孔，同时由于金属液的动压力增大，易造成冲砂、抬箱及跑火等缺陷。对于薄壁件，浇注速度要快一些。

(3) 正确估计金属液重量 金属液不够时应不浇注，否则得不到完整的铸件。

(4) 挡渣 浇注前应向浇包内金属液面上加些干砂或稻草灰，以使熔渣变稠便于扒出或挡住。

(5) 引气 用红热的挡渣勺及时点燃从砂型中逸出的气体，以防CO等有害气体污染空气及形成气孔。

三、清理

落砂后，从铸件上清除表面粘砂和多余金属（包括浇冒口、飞翅、毛刺和氧化皮等）等过程称为清理。清理工作主要包括下列内容：

(1) 切除浇冒口 铸铁件性脆，可用铁锤敲掉浇冒口；铸钢件要用气割切除；有色金

属铸件则使用锯子锯掉。

(2) 除芯 从铸件中去除芯砂和芯骨的操作叫除芯。除芯可用手工、振动出芯机或水力清砂装置进行。

(3) 清砂 落砂后除去铸件表面粘砂的操作叫清砂。小型铸件广泛采用清理滚筒、喷砂器来清砂；大、中型铸件可用抛丸室等机器清砂。生产量不大时可用手工清砂。

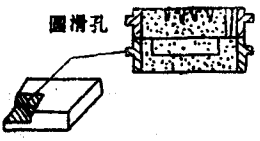
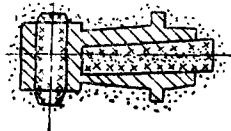
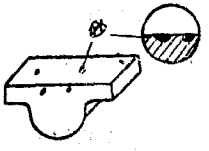
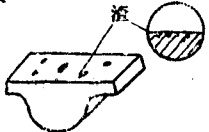
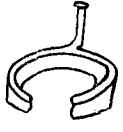
(4) 铸件的修理 它是最后磨掉在分型面或芯头处产生的飞翅、毛刺和残留的浇冒口痕迹的操作。一般采用各种砂轮、手凿及风铲等工具来进行。

(5) 铸件的热处理 由于铸件在冷却过程中难免会出现不均匀组织和粗大晶粒等非平衡组织，同时又难免会存在铸造热应力，故清理以后要进行退火、正火等热处理。

四、铸件缺陷分析

铸造生产中，影响铸件质量的因素很多，有时一种缺陷由多种因素造成，或一种因素可引起多种缺陷。分析时必须从实际出发，根据具体条件找出产生缺陷的主要原因，采取相应措施，才能有效地防止和消除缺陷。在保证质量的前提下，有缺陷的铸件，应尽力修复使用，减少浪费。铸件常见缺陷及产生的原因见表1-1。

表1-1 常见铸造缺陷及其产生的原因

名称与图示	主要原因分析	名称与图示	主要原因分析
气孔 	1. 春砂太紧，型砂透气性差 2. 起模，修型刷水过多 3. 型芯气孔堵塞或未干透 4. 溶入金属的气体太多	偏芯 	1. 型芯变形 2. 下芯时放偏 3. 下芯时未固定好，被冲偏 4. 设计不良——型芯悬臂太长
砂眼 	1. 造型时浮砂未吹净 2. 春砂强度不够，被铁水冲坏 3. 春砂太松 4. 合型时，砂型局部损坏 5. 内浇道冲着型芯	粘砂 	1. 型砂与芯砂耐火性差 2. 砂粒太大，金属液渗入表面 3. 浇注温度太高 4. 铁液中碱性氧化物过多
渣眼 	1. 浇注时，挡渣不良 2. 浇注系统挡渣不良 3. 浇注温度过低，渣未上浮	冷隔  浇不足 	1. 浇注温度太低 2. 浇注速度过慢或曾中断 3. 浇注位置不当，浇道太小 4. 铸件太薄 5. 浇包内铁液不够