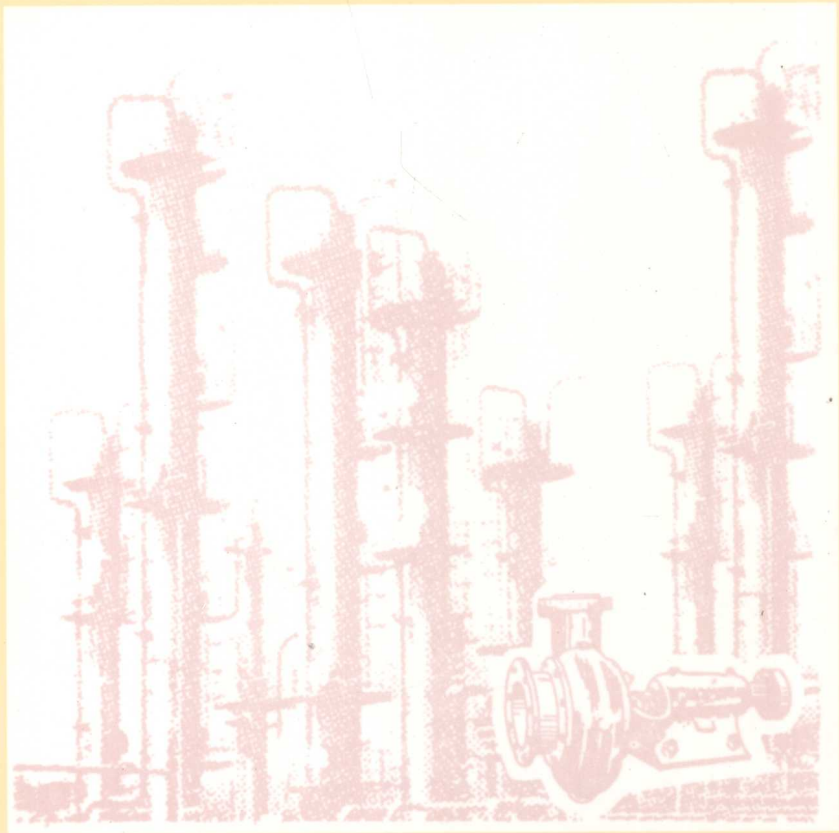


化工技工学校实习(试用)教材

金属工艺

(化机维修钳工专业生产实习教材)
山东鲁南化工技工学校 孔广友 主编



化学工业出版社

6
3:1



化工技工学校实习(试用)教材

金属工艺

(化机维修钳工专业生产实习教材)

山东鲁南化工技工学校 孔广友 主编

化学工业出版社
·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

金属工艺/孔广友主编. —北京: 化学工业出版社,
1989.11
化工技工学校试用教材
ISBN 7-5025-0508-3

I. 金… II. 孔… III. 金属加工-工艺-技工学校-教材
IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 01613 号

化工技工学校实习(试用)教材

金 属 工 艺

(化机维修钳工专业生产实习教材)

山东鲁南化工技工学校 孔广友 主编

责任编辑: 叶 露

封面设计: 宫 历

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 8¼ 字数 190 千字

1989 年 11 月第 1 版 2003 年 5 月北京第 5 次印刷

ISBN 7-5025-0508-3/G·132

定 价: 13.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

内 容 提 要

本书是根据化工部1985年颁布的技工学校化工机械维修(钳工)专业生产实习大纲编写的,供三年制技工学校招收初中毕业生使用。

本书共分五个课题,即铸造、锻压、焊接、热处理和金属切削加工(包括车削加工、铣削加工、刨削加工和磨削加工)。书中既全面又简略地介绍了各种常见金属加工的设备 and 工艺方法。在内容的选材上注意了化工技工教育的特点,并力求简明扼要、通俗易懂、图文并茂,便于初中毕业生开始接触专业知识时的学习和认识。每课题后附有安全注意事项和复习思考题,适用于4~5周集中实习教学。

本书也可作为青工培训、职业教育和技术工人的自学用书。

本书由孔广友编写,刘文杰主审,俞遵彦、张福宝、杨维明等参加审议。

前 言

为了落实“技工学校以教学为主，教学以生产实习教学为主”的方针，我委员会于1986年开始进行实习教材的编写工作。根据化工机械维修专业的特点，决定将全部实习内容分为金工实习、钳工实习、化机维修实习三部分，实习教材分别为《金属工艺》、《钳工工艺》、《化工机械维修》。

上述三种教材是以1985年化工部颁布的生产实习教学大纲（试用稿）和1987年该大纲的修订稿为依据，本着改革的精神组织编写的。在内容上，力求做到理论与实际密切结合，力求符合循序渐进的原则。从打好基础，特别是动手能力的基础训练入手，尽量采用工业生产中的新材料、新技术、新工艺，以便使培养出来的学生能比较系统地掌握本专业技术理论和操作技能，为今后的进一步提高打下基础。

由于我们的水平有限，时间仓促，且对技工教育的特点理解不深，故在取材及内容的深度、广度、文字叙述等方面都会有不少缺点和错误，恳请广大师生和读者批评指正。

化工部化工技工学校化工机械维修（钳工）教材编审委员会

1987年12月

目 录

课题一 铸造	1
第一节 概述.....	1
第二节 砂型的制造.....	2
第三节 铸铁的熔化和浇注.....	9
第四节 铸件的落砂清理和常见缺陷.....	12
课题二 锻压	15
第一节 概述.....	15
第二节 锻造.....	15
第三节 板料的冲压.....	27
课题三 焊接	31
第一节 概述.....	31
第二节 手工电弧焊.....	32
第三节 气焊.....	39
第四节 氧气切割.....	43
课题四 热处理	45
第一节 概述.....	45
第二节 钢的热处理.....	45
第三节 硬度的测定.....	49
课题五 金属切削加工	51
预备知识——金属切削加工的基本知识.....	51
第一节 切削运动和切削用量.....	51
第二节 金属切削刀具.....	53
第三节 切屑的形成及种类.....	57
第四节 切削力、切削热和冷却润滑液.....	59
第五节 金属切削机床概述.....	60
分课题一 车削加工.....	67
第一节 普通车床 (C620-1型车床).....	68
第二节 车刀.....	74
第三节 车削基本工艺.....	76
第四节 其它车床.....	83
分课题二 铣削加工.....	85
第一节 铣床及其附件.....	85
第二节 铣刀及铣削方法.....	90
第三节 铣床工作.....	93

分课题三	刨削加工	98
第一节	刨削类机床	98
第二节	刨刀	102
第三节	各种表面的刨削方法	103
分课题四	磨削加工	106
第一节	砂轮	106
第二节	磨床	108
第三节	磨床工作	110
附录		113
附图 1	钢铁材料的火花鉴别法	113
附图 2	钢的加热温度与火色对照表	114
附表	金属切削机床类组型划分表	115

课题一 铸 造

课题要求：

1. 了解铸造生产工艺过程。
2. 了解常用造型材料的性能和造型方法。

第一节 概 述

将金属熔化并浇注到制好的铸型中，待其冷却凝固后，获得所需形状和尺寸的铸件，这种方法称为铸造。

铸造所得的毛坯与零件统称为铸件。铸造后还需加工者称毛坯，不需加工直接使用者称零件。

铸造生产可以根据金属材料和生产方法来分类。根据金属材料的不同，可分为铸铁、铸钢和有色金属铸造等；根据生产方法的不同，可分为砂型铸造和特种铸造。特种铸造主要有金属型铸造、熔模铸造、压力铸造及离心铸造等。本课题着重讲述铸铁的砂型铸造。砂型铸造是将金属熔液浇入砂质铸型中，待铸件冷凝后，将铸型破坏取出铸件的方法。图 1-1 为套筒铸件的生产工艺过程。

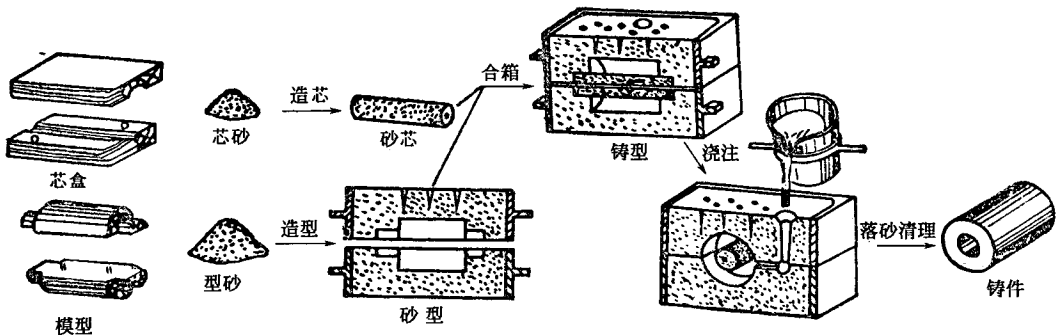


图 1-1 套筒的砂型铸造过程

砂型铸造的主要工序包括制造模型和芯盒、制备型砂及型芯砂、造型、造芯、合箱、熔化金属及浇注、落砂、清理和检验等。

铸造生产的特点是：

(1) 金属在液态下成形，可以生产与机械零件形状接近的毛坯，甚至可生产成品，这样可以大大减少机械加工量及金属的消耗。

(2) 一般说来可以制造任何尺寸、重量和复杂形状的铸件，特别是中空零件的铸件。

(3) 对于某些材料的零件,用其它方法不能加工或不易加工的,可用铸造生产,如铸铁、高锰钢等零件的制造。

(4) 生产成本低,这是因为铸造所用原材料来源广泛、价格低廉、废品回收容易,一般不需要很多复杂设备,生产准备工作也比较容易之故。

铸造生产在机器制造工业和其它工业部门应用十分广泛,铸造是制造各类机器零件与毛坯的主要生产方法之一(见表1-1)。

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,目前使用铸件较少。

表 1-1 各类机械中铸件的重量比

机 械 类 别	铸件所占重量, %
机床、内燃机、重型机械	70~90
风机、压缩机	60~80
拖拉机	50~70
农机	40~70
汽车	20~30

第二节 砂型的制造

一、造型材料

用来制造砂型和型芯的材料,称为造型材料。用来制造砂型的称型砂,用于制造型芯的称芯砂。造型材料的好坏,对造型工艺、铸件质量等都有很大的影响。

1. 对型砂和芯砂的要求

(1) 可塑性 型砂在外力作用下,形成一定形状,当外力去除后仍能保持其形状的性能称可塑性。可塑性好,可以得到轮廓清晰的铸型型腔。

(2) 强度 铸型在制造、搬运及浇注时,不致变形和破坏的能力,称强度。砂型强度不好,则可能发生塌箱、砂眼、夹砂等缺陷。

(3) 耐火性 在高温金属熔液作用下,型砂和芯砂不软化、不粘结铸件表面的性能,称耐火性。如耐火性不好,铸件表面易粘砂,清理困难,严重时因不能机械加工而报废。

(4) 透气性 型砂和芯砂通过气体的能力,称透气性。型腔中本来就有空气,型砂和芯砂在高温金属熔液作用下,将有气体产生;金属熔液本身在冷却时也会析出气体。如果透气性不好,这些气体就不能及时排除,就会留在铸件中形成气孔。

(5) 退让性 铸件在冷却、凝固、收缩时,铸型被压溃而不影响铸件收缩的能力,称退让性。退让性不好时,铸件的收缩受阻,产生内应力,使铸件变形,甚至出现裂纹。

由于砂芯是形成铸件内腔的,被高温金属熔液包围,因此,除对上述性能要求较高外,还要求型芯砂发气量少,不吸潮,溃散性(在浇注后型芯易松散,便于清砂出芯的性能,称溃散性)好等。

造型材料的性能由型砂的组成、原材料的性质和配砂操作工艺等因素决定。

2. 型砂与芯砂的组成与制备

基本组成是：原砂 + 粘结剂 + 水 + 附加物

原砂一般采用天然砂。原砂是型砂和芯砂的主体，它的主要成分是 SiO_2 。原砂中 SiO_2 含量愈高，粒度愈大，耐火性愈好；砂粒粗而均匀，则透气性好。

粘结剂主要起粘结作用。加入的粘结剂和水按一定比例配制混合后，可使型砂和芯砂具有一定的可塑性与强度。常用粘结剂有普通粘土和膨润土（又称陶土）两种。普通粘土的储量丰富、来源广、成本低；而膨润土比普通粘土更为细小，粘结性更好。对于要求较高的型芯砂，常采用特殊粘结剂，如桐油、亚麻仁油、合成树脂和树脂等。

附加物是为使型砂和芯砂具有某种特殊性能而加入的其它少量物质。例如，加入锯木屑以提高退让性和透气性，加入煤粉以提高铸件表面粗糙度。

型砂的配制工艺对型砂的性能有很大影响。由于铸件的大小、材料的不同，对型砂和芯砂的具体性能要求就不同。因此，型砂和芯砂应选用不同的原材料，按不同的比例配制而成。在砂型铸造中，型砂用量很大，在保证砂型质量的前提下，应尽量多用旧砂，以降低成本。例如，一般小型铸铁件使用的型砂比例是：新砂2~20%，旧砂98~80%，粘土8~10%，水4~8%，煤粉2~5%。比例不合适，会使铸件产生缺陷，成为废品。

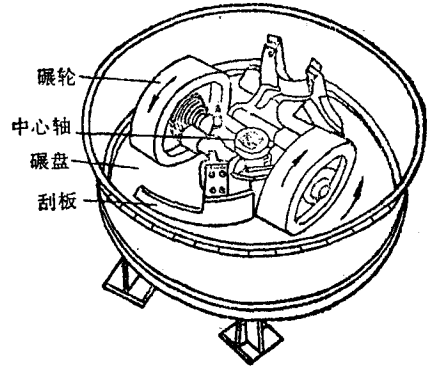


图 1-2 碾轮式混砂机

目前工厂一般采用混砂机（图1-2）配砂，通过碾轮的碾压和搓揉作用及刮板的翻动，

将原材料混合均匀。型砂的混制过程是：按比例加入新砂、旧砂、粘土和附加材料等，先干混2~3分钟，再加入水混压约10分钟左右，等到性能符合要求时从出砂口卸出。混好后的型砂应堆放一段时间，再经松砂后方可使用。已配好的型砂必须经过性能检验后使用。在大量生产时，设有专门型砂试验室，用仪器测量检验；单件小批量生产时，多用手捏砂团的经验方法检验型砂性能，如图1-3所示。

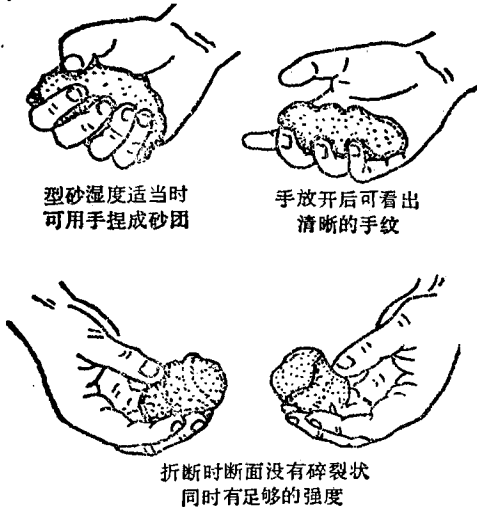


图 1-3 手捏法检验型砂

芯砂主要的作用是用来形成铸件的内部，所以芯砂必须具有比型砂更高的强度、透气性、耐火性和退让性等性能。一般芯砂可以用粘土芯砂，但粘土加入量要比型砂高。形状复杂、要求强度高的芯砂，要用特殊粘结剂。为确保足够的耐火性、透气性，芯砂中应多加或全部用新砂，并加入锯木屑以增加退让性。

二、模型与型芯盒

模型是用来形成铸型型腔的，其形状应与铸件外形相似。型芯盒（简称芯盒）是用来制造型芯的，型芯是形成铸件内腔的，其形状应与铸件内腔相似。模型与芯盒的材质，主要用木材，故常称木模。在制造模型和型芯盒时，应考虑分型面、拔模斜度、加工余量及收缩量、铸造圆角及型芯头等。

1. 分型面

分型面是指上砂型和下砂型的分界面。分型面的选择不仅关系到铸件的质量，而且关系到操作的复杂和困难程度。如图 1-4 所示的压盖零件，当以底面为分型面时，不但制造模型和造型方便，而且合箱时不会造成错箱。

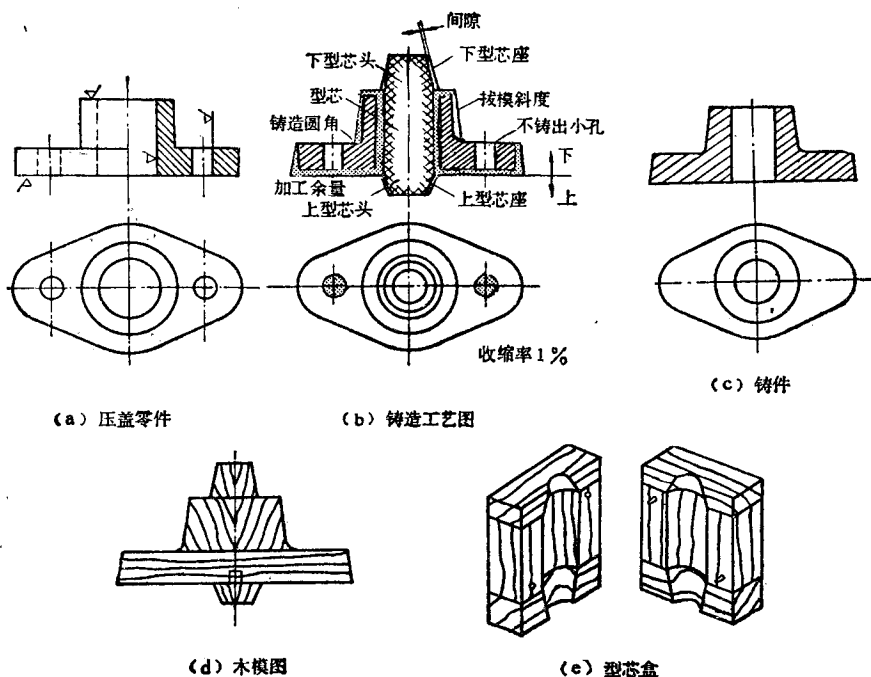


图 1-4 压盖的零件图、铸造工艺图、铸件、木模及型芯盒

2. 拔模斜度

为便于起模，凡垂直于分型面壁上都应做出 $0.5\sim 4^\circ$ 的拔模斜度（图1-4，b）。

3. 加工余量

加工余量是指在切削加工中从铸件上切去的金属，因此，铸件需要切削加工的表面均需留出加工余量（图1-4，b）。

4. 收缩量

铸件在冷凝时要产生收缩，因此，模型的尺寸应比铸件大，其值取决于合金的收缩率。例如灰口铸铁的收缩量约为1%，铸钢约为1.5~2.0%。

5. 铸造圆角

为便于造型、增强转角处的机械强度及避免产生裂纹和粘砂等缺陷，模型壁之间的交角应做成圆角（图1-4，b）。

6. 型芯头

铸件上大于25mm的孔需用型芯铸出，为了在铸型中做出安置型芯的凹坑，必须在模型的相应部位做出凸起的型芯头（图1-4，b）。

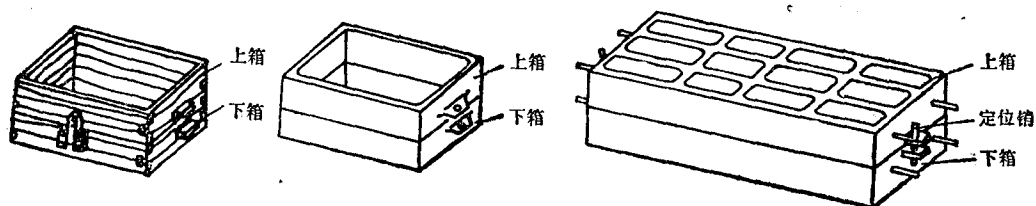


图 1-5 砂箱

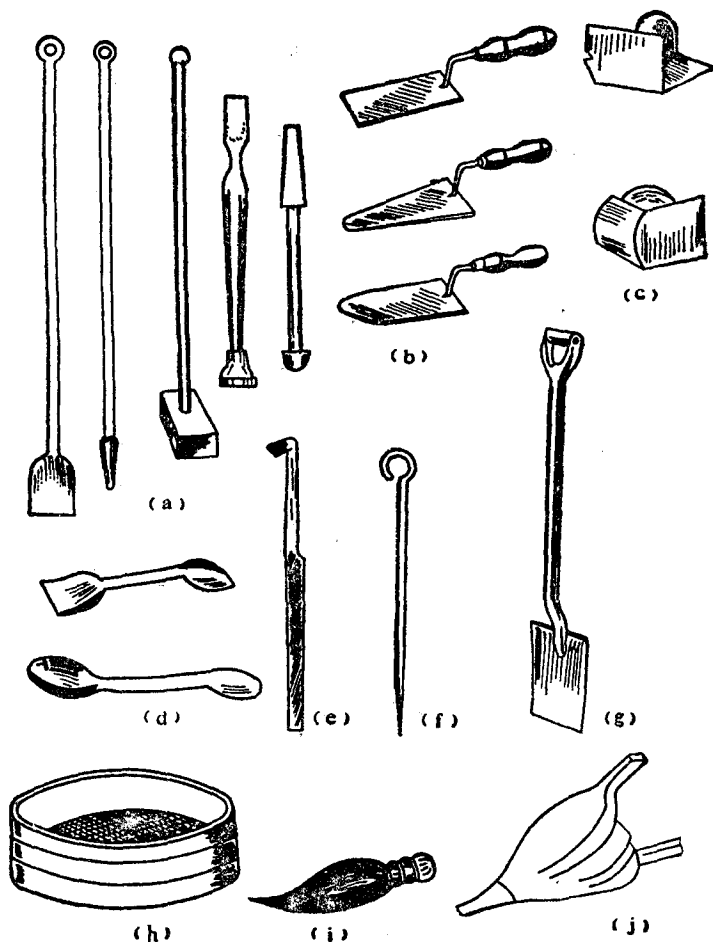


图 1-6 手工造型用工具

a) 捣砂锤；b) 埽刀；c) 修整特殊表面的成型埽刀；d)、e) 挖割修型用的砂勺；f) 拔模针；g) 铁铲；h) 砂筛；i) 润湿型腔用的毛笔；j) 皮老虎（手风箱）

图 1-4 表示压盖零件、铸件、木模之间的关系。零件与铸件相比，在零件的加工位置上，铸件的尺寸比零件尺寸大。木模与零件相比不仅尺寸要大些，而且零件图上有孔的部位，木模上不仅是实心孔，甚至反而凸出一块——型芯座。可见木模、铸件和零件是都有差别的。

三、砂型和型芯的制造

砂型和型芯的制造，可分为手工造型和机器造型两种，一般单件或小批量生产都用手工造型。

1. 砂箱和工具

砂箱常用灰口铸铁或铝合金制成，如图 1-5 所示。除砂箱外还需要其它手工造型工具，如图 1-6 所示。

2. 手工造型

手工造型的方法很多，其中最基本的是砂箱造型、地坑造型和刮板造型。

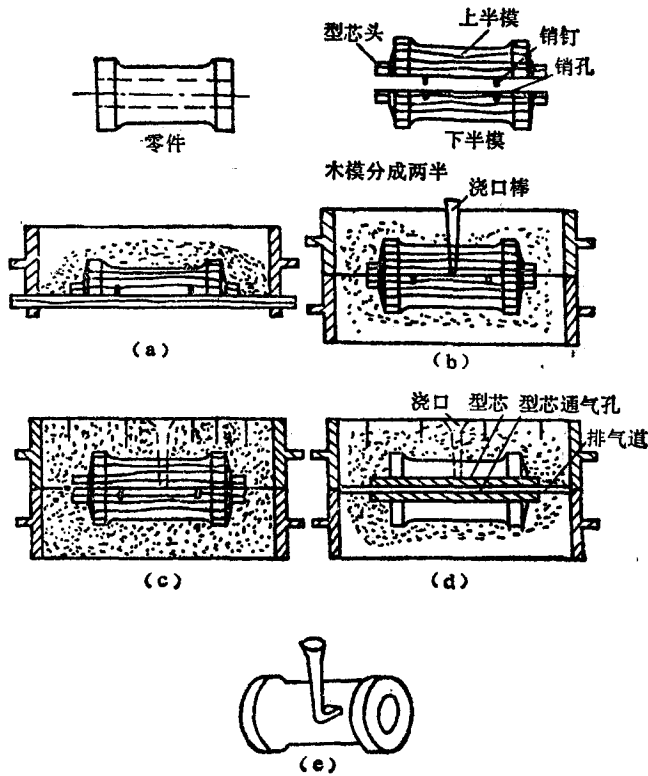


图 1-7 两箱分模造型示意图

a) 用下半模造下箱；b) 放好上半模，撒分型砂，放浇口棒，放上箱；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

(1) 砂箱造型 是应用最广泛的一种造型方法。图 1-7 所示为分开模双箱造型示例。造型时，先在造型平板上放好无销钉的下半模及下砂箱。在模型上撒一层面砂（质量要求

高的型砂),再装填充砂(质量要求不高的型砂),用捣砂锤头尖端捣紧。再装砂,用捣砂锤平头捣紧。最后刮平砂箱。将造好的下砂箱翻转过来,修光分型面。合上有销钉的上半模,撒上无粘性分型砂,扣上上砂箱。放上浇口棒,撒面砂。装填充砂,捣紧,刮平。最后取出浇口棒,并扎好通气孔。打开上砂箱,分别在上、下砂型上用毛笔蘸水润湿模型周围的型砂。然后轻轻敲动模型,用拔模针取出模型,修理好铸型。在上半型上开横浇口,在下半型上开内浇口。将造好的砂芯放入砂箱中,再将上箱合上并扣紧,以待浇注。

(2) 地坑造型 它是直接在造型工段的砂坑中制造砂型的。图1-8是地坑造型的示例。图中砂箱相当于双箱造型的上箱,砂坑则相当于下箱,操作过程与双箱造型相似。

地坑造型适用于大型铸件或不重要铸件的单件生产,其主要优点是可以节省砂箱。

(3) 刮板造型 它是用专门的刮板来造型的,不需要实际模型,即可用下砂箱,也可不用下砂箱,直接在砂坑中造型。图1-9是利用刮板双箱造型的示例。刮板造型主要用于生产件数不多的旋转体的中

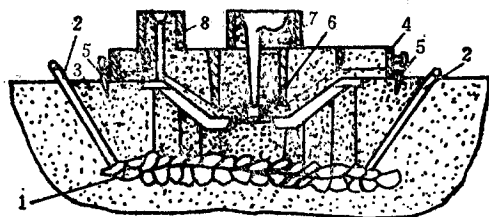


图 1-8 地坑造型

1—焦炭; 2—管子; 3—地坑; 4—上半型; 5—定位楔;
6—型腔; 7—浇口杯; 8—出气口

大型铸件,如飞轮、皮带轮等。此法的主要优点是节省制造模型的费用。

3. 型芯的制造

和制造砂型一样,可用手工或机器造芯。在大量生产中多采用机器造芯。手工造芯主要用于芯盒造芯。图1-10是用垂直分立式芯盒造芯过程示例。

为了提高砂芯的强度,造芯时,在砂芯中放入铸铁芯骨(大型芯)或铁丝制成的芯骨(小型芯)并烘干。为了提高砂芯的透气能力,在砂芯里应做出通气孔。做通气孔的方法有用通气针扎孔,埋蜡线形成复杂通气孔,或在大型芯内部填充焦炭等。为了

提高砂芯的退让性,大型芯可做成空心的,或在芯骨上缠草绳。

四、浇注系统

浇注时,金属熔液流进铸型型腔的一系列通道,称为浇注系统,如图1-11所示。

典型浇注系统包括外浇口1、直浇口2、横浇口3、内浇口4、冒口与出气孔5。浇注系统各部分的作用如下:

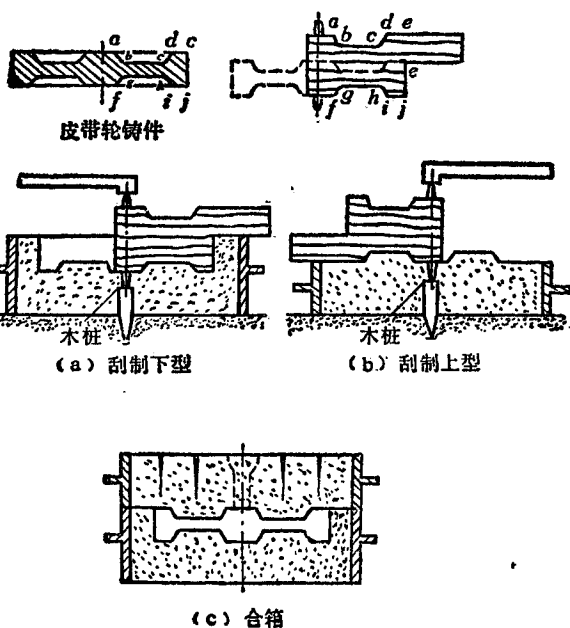


图 1-9 刮板造型

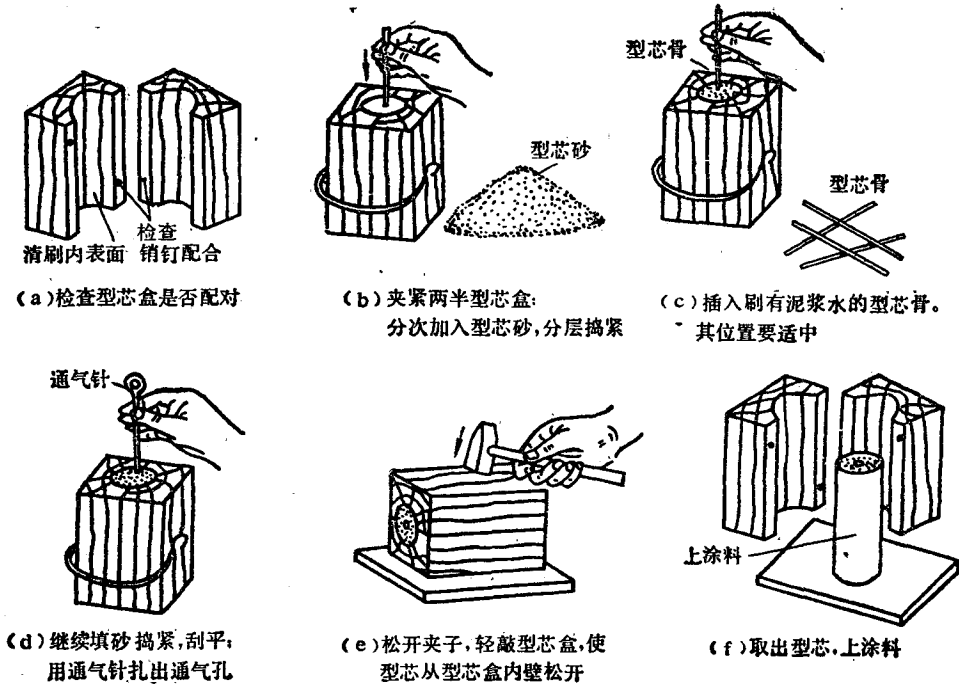


图 1-10 用垂直分开式型芯盒造型芯过程

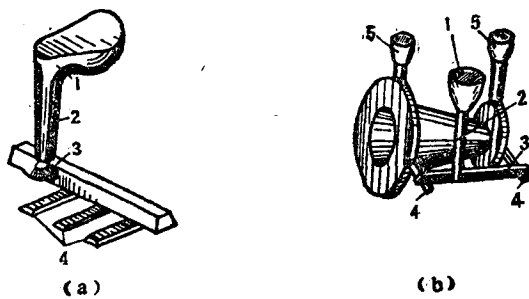


图 1-11 浇注系统图

1—外浇口；2—直浇口；3—横浇口；4—内浇口；5—冒口

1. 外浇口

外浇口（又称浇口杯）的形状多为漏斗形或盆形，盆形用于较大的铸件。外浇口的作用是承受从浇包倒出来的金属熔液，减轻金属液流的冲击和分离熔渣。因此，在浇注过程中，应保持浇口杯充满金属熔液，以免带入熔渣和空气。

2. 直浇口

直浇口是一个圆锥形的垂直通道，引导金属熔液进入型腔。它可以调节金属流入型腔的速度，并产生一定的充填压力。例如，直浇口越高，金属熔液流入型腔的速度就越快，

产生的充填压力也越大，越容易充满型腔内的细薄部位。

3. 横浇口

横浇口是开在上箱上、截面形状为梯形的水平通道，它将直浇口和内浇口连接起来。横浇口的作用是第二次分离炉渣，并分配金属熔液流入内浇口。

4. 内浇口

内浇口是金属熔液流入型腔的入口，截面为矩形、扁梯形或浅半圆形，它控制着金属熔液流入型腔的速度和方向。为了使金属熔液平稳地流入型腔，避免冲毁型芯，内浇口不应正对型芯开设。

5. 冒口

冒口的作用是排出型腔内的气体，如图1-11,5所示。冒口还可以在金属凝固时把金属熔液补给铸件。冒口一般设在铸件的最高处或最厚处。

综上所述，浇注系统的作用是：

- (1) 使金属熔液均匀平稳地导入铸型，防止铸型被冲坏，并保证充满铸型；
- (2) 防止熔渣、砂粒或其它杂质进入铸型；
- (3) 补给铸件冷凝收缩所需要的金属熔液，防止铸件产生缩孔；
- (4) 排除型腔中的气体及金属熔液中的夹渣。

由此可见，浇注系统对铸件质量影响很大，应注意设置好。

第三节 铸铁的熔化和浇注

一、铸铁的熔化

铸铁具有良好的铸造性。它熔点低、流动性好、凝固收缩量小，可以减少气孔、缩孔、缩松、裂纹、冷隔和浇不足等缺陷，因而可浇注形状复杂的薄壁铸件。为了得到高质量的铸件，首先应熔化出优质铁水。铁水的熔化应满足下列要求：

- (1) 铁水应有足够高的温度；
- (2) 铁水化学成分应稳定在所要求的范围内；
- (3) 生产率高，成本低。

1. 冲天炉的构造

铸铁熔化可用冲天炉或工频炉。目前铸造车间的主要熔化设备是冲天炉，虽然其铁水质量不如电炉，但冲天炉结构简单，操作方便，燃料消耗少，熔化率高。

冲天炉以每小时的出铁量来衡量其大小，一小时熔化1吨或25吨者，分别称为1吨或25吨冲天炉。

冲天炉的结构形式较多，我国目前普遍应用的是曲线炉膛多排小风口热风冲天炉，如图1-12所示。

冲天炉由以下几部分组成：

(1) 炉底 整座冲天炉是由炉底板1下面四根支柱2所支撑。炉底板上装有两个半圆形的炉底门3，工作时，将炉底门关闭，上面加型砂、碳素材料或者煤粉一起捣实。熔化终了时，把炉底门打开，便可清除余料和修炉。

(2) 炉体 它由炉身和炉缸两部分组成，从炉底板到第一排风口为炉缸；从第一排风口至加料口为炉身。炉体外壳由6~12mm厚的钢板焊成，内砌耐火砖，或由石英砂和

耐火泥混合料捣实成炉衬。

炉身下部有环形风箱4，风箱内侧有多排风口通向炉内。下面一排为主风口，上面几

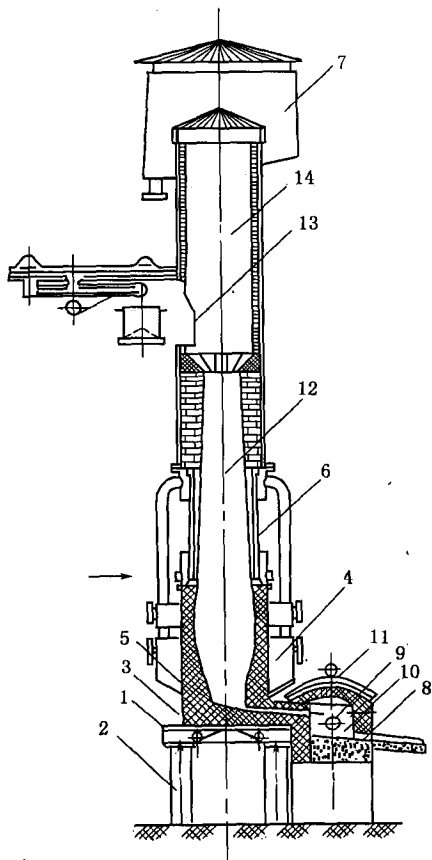


图 1-12 曲线炉膛多排小风口热风冲天炉结构简图

1—炉底板；2—支柱；3—炉底门；4—风箱；5—风口；
6—密筋炉胆；7—除尘器；8—出铁口；9—出渣口；10—
前炉；11—过桥；12—炉身；13—加料口；14—烟囱

排为辅助风口。由鼓风机鼓入的冷风经过密筋炉胆6（热风装置）转变为热风，再经风箱4和风口5吹入炉内。在风口上一般还设有窥视装置，以观察炉内情况。

(3) 烟囱 从加料口至炉顶为烟囱。烟囱外壳和炉身连成一体，内砌耐火砖。烟囱顶部附有除尘装置7，用来收集处理焦炭颗粒和烟尘。

(4) 前炉 它的炉壳由6~12mm厚的钢板焊成，内衬耐火材料。前炉的作用是贮存铁水，均匀铁水的化学成份和温度，减少铁水与焦炭的接触时间，从而降低铁水的增碳和吸硫作用。前炉上开有出铁口8和出渣口9。前炉通过过桥11与炉缸相连。熔化时，铁水经过过桥流入前炉。

2. 冲天炉炉料

熔炼铸铁的炉料有金属料、燃料和熔剂。

(1) 金属料 主要是高炉生铁、回炉铁(废品及浇冒口)、废铁、废钢和少量铁合金(硅铁、锰铁等)。使用废钢是为了降低铸铁的含碳量，铁合金是用来调整铁水的化学成分，均应按配料计算加入。

(2) 燃料 主要是焦炭。它发热量高，灰分少，在高温下具有较高的强度，是冲天炉最好的一种燃料。

炉料中金属炉料与焦炭的重量比称铁焦比。铁焦比愈大，说明炉子的热效率愈高。

(3) 熔剂 常用的熔剂有石灰石和萤石。熔剂的主要作用是降低炉渣的熔点，稀释炉渣，使熔渣与铁水分离从出渣口排出。熔剂的加入量为焦炭加入量的25~30%。

3. 冲天炉的操作

(1) 修炉 首先清除炉内残渣，修好损坏部分的炉衬。然后关闭炉底门，用旧砂在底门上打一与出渣口倾斜5~7°的炉底，并进行烘干。

(2) 点火 向炉内加入木柴，打开风眼盖，点火，让其自然通风燃烧。

(3) 加底焦 待木柴燃烧很旺时，从加料口分批加入底焦，继续让其通风燃烧，使底焦燃旺，直到底焦加到主风口以上0.6~1m为止。

(4) 加料 鼓风2~3分钟，除灰后即可加料。按熔剂→金属料→层焦→熔剂→……，依次按顺序一批批向炉内加料，直加到料口下沿为止。