

高等学校试用教材

金属工艺学实习教材

(非机械类专业用)

南京工学院 金属工艺学教研组 编

高等教育出版社

序

在非机械类专业教学计划中,有相当一部分仅有三至四周的金属工艺学教学实习,而不另行安排课堂讲课。为了满足这类专业的教学需要,我们在以往教学实践的基础上,参照1980年5月教育部金属工艺学教材编审小组扩大会议审订的非机械类《金属工艺学教学大纲》,编写了这份教材。

考虑到本教材适用于仅有实习而无课堂讲课与之配合的课程这一特点,即学生完全是通过实习掌握毛坯制造到零件加工的基础知识的,因此在教材体系上和内容编排上与现有各类教材有很大不同。

为了贯彻以操作为主的原则,本教材按工种分为基本知识、基本操作方法和操作示例等三部分。为帮助学生进一步巩固所掌握的主要实践知识,并使之深化和提高,在书末还编写了三个专题,作为实习教学的小结。

基本知识主要是介绍各种加工方法的实质、特点和应用,主要设备的组成,常用工具的结构及其功用等。力求生动具体,在现场能讲解示范,学生容易接受,达到独立操作的目的。在基本操作方法中,对新大纲规定的学生独立操作内容作了详细介绍,如操作准备、操作步骤和操作要领等。操作示例则是以一两个简单零件作为对象,将该工种的各加工方法串连在一起,使学生对该工种的加工范围有全面的认识。

为了贯彻“少而精”的原则,介绍某一工种时,以其中最基本的一种加工方法为主,其他加工方法则着重说明工艺特点。大纲中规定的有些内容是作为扩大学生知识面的,考虑到部分院校由于设备条件的限制,只作简略介绍,并以星号(*)标注,各校在使用时,可结合具体情况调整或删减。

每个实习项目后附有安全技术规则和少量的复习思考题,以帮助学生实习时自觉遵守安全操作规则,引导学生掌握重点,巩固和加深学到的知识。

本教材中编写的三个专题是:一、金属材料及热处理简介。这是工科院校学生认识金属材料及如何改善材料机械性能的基础知识。二、零件的结构工艺性。它是学生进行零件设计时必须遵循的一些基本工艺原则。三、机器零件的加工工艺过程。写这个专题的目的是帮助学生在实习中所掌握的实践知识系统化,能对零件从毛坯到成品的制造过程有个完整的概念。专题的教学方法应灵活多样,可以采用课堂讲解,也可以组织小组讨论和总结,有条件的学校还可以看电视录像、专题教学片等,使教学过程生动活泼。

本教材由苏芳庭、石道平、赵教生等同志编写,无锡轻工业学院蒋崇德同志复审。西安交通大学范全福、中南矿冶学院钱去泰、大连工学院罗胜初、北京航空学院彭德一、广西大学王世平、

杭州电子学院何发昌等同志对书稿提出不少宝贵意见,全书的描图工作由陈天佑同志完成,在此表示衷心的感谢。

由于我们的理论水平和教学经验限制,缺点和错误在所难免,恳请批评指正。

编 者

1983年4月

内 容 提 要

本书系根据1980年高等工业学校四年制非机械类专业试用《金属工艺学教学大纲》(草案)编写的。采用本教材的课程在教学计划中属只有金工实习(3~4周)而无课堂讲授的类型。

全书包括八个内容:1)铸造;2)锻压;3)焊接;4)钳工和钻工;5)车工;6)刨工、铣工和磨工;7)量具;8)专题和小结。

本书供高等工业学校非机械类专业选作实习教材,也可供机械类专业学生在金工实习中参考,以及职工大学和有关工种的工人、工程技术人员参考。

本教材经高等学校工科机械基础教材编审委员会金属工艺学编审小组讨论通过,同意作为高等学校试用教材出版。

责任编辑 单继清

高等学校试用教材

金属工艺学实习教材

(非机械类专业用)

南京工学院 金属工艺学教研室 编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

六合县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 8.75 插页 1 字数 200,000

1983年9月第1版 1984年3月第1次印刷

印数 00,001—14,300

书号 15010·0532 定价 0.91 元

目 录

序	1	(三) 其他焊接方法简介*	36
绪论	1	四、钳工和钻工	
一、铸造		(一) 划线	41
(一) 砂型铸造	3	1. 基本知识	41
1. 基本知识	3	2. 基本操作方法	44
1) 型砂的组成和性能	3	(二) 錾削	46
2) 模型设计要点	4	1. 基本知识	46
3) 造型工具	4	2. 基本操作方法	47
4) 造型和造芯	4	(三) 锯割	49
5) 冲天炉的结构及其熔炼	8	1. 基本知识	49
6) 浇注和铸件缺陷分析	9	2. 基本操作方法	50
2. 基本操作方法	9	(四) 锉削	52
(二) 特种铸造简介	13	1. 基本知识	52
二、锻压		2. 基本操作方法	53
(一) 自由锻造	16	(五) 钻孔和铰孔	55
1. 基本知识	16	1. 基本知识	55
1) 金属的加热	16	2. 基本操作方法	57
2) 空气锤	17	3. 扩孔和铰孔的概念	59
3) 自由锻工具	18	(六) 攻丝和套丝	60
2. 基本操作方法	19	1. 基本知识	60
3. 锻工操作示例	22	2. 基本操作方法	62
(二) 胎模锻造	23	(七) 刮削概念	63
(三) 薄板冲压	24	(八) 装配知识简介*	64
三、焊接		(九) 钳工操作示例	67
(一) 手工电弧焊	27	五、车工	
1. 基本知识	27	1. 基本知识	70
1) 电焊机和焊钳	28	1) 切削运动和切削用量	70
2) 电焊条	29	2) 普通车床的组成和传动	71
3) 焊接接头、坡口和焊缝位置	29	3) 车床附件和工件装夹	73
4) 焊条直径和焊接电流的选择	30	4) 车刀	76
2. 基本操作方法	30	2. 基本操作方法	77
(二) 气焊与气割	31	1) 车外圆	77
1. 基本知识	31	2) 车端面 and 台阶面	79
1) 气焊设备	32	3) 钻孔和镗孔	80
2) 气焊火焰	34	4) 切槽和切断	81
2. 基本操作方法	34	5) 车圆锥面	82
3. 氧气切割	35	6) 车螺纹	82

3. 车工操作示例	82
六、刨工、铣工和磨工	
(一) 刨工	88
1. 基本知识	88
1) 刨削运动	88
2) 牛头刨床的组成	88
3) 传动机构	89
2. 基本操作方法	91
3. 刨工操作示例	95
(二) 铣工	95
1. 基本知识	95
1) 铣削运动	95
2) 卧式万能铣床的组成	95
3) 分度头及其工作	97
2. 基本操作方法	98
3. 铣工操作示例	100
4. 齿轮加工简介	102
(三) 磨工	103

七、量具

1. 游标卡尺	108
2. 分厘卡尺	110
3. 百分表	111
4. 验规	112

八、专题和小结

(一) 金属材料及热处理知识	113
1. 金属与合金的性能	113
2. 钢的种类、牌号、性能和用途	116
3. 铸铁的种类、牌号、性能和用途	118
4. 铜、铝及其合金	119
5. 钢的热处理简介	120
(二) 零件的结构工艺性	122
(三) 机器零件的加工工艺过程	129
1. 毛坯的种类和选择	129
2. 零件表面的加工	130
3. 零件的机械加工工艺流程	132

绪 论

金属工艺学是一门研究机器制造工艺的综合性的技术基础课。它系统地论述了机器制造中所用材料的性质、各种加工方法以及它们之间相互联系的基础知识。

金属工艺学包括了材料性质、铸造、锻压、焊接和切削加工等几个部分。它们在机器制造中的地位 and 作用, 以及相互之间的联系可用下图表示。

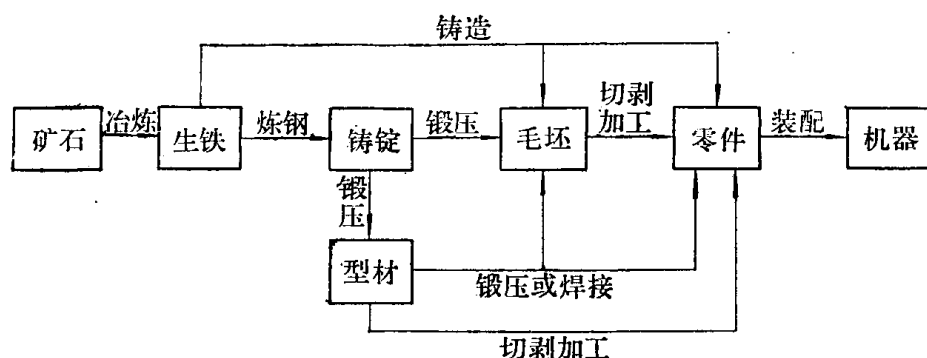


图 0-1 机器制造过程

绝大多数零件是用铸造、锻压或焊接等加工方法制成毛坯或选用合适的型材, 再经切削加工制成的。为了改善零件材料的机械性能, 多数零件还需要进行热处理。最后将各种零件装配成机器。

零件的技术要求和批量不同, 选用的加工方法也不同。新工艺和新技术的发展, 常常又改变了零件制造的传统工艺, 而且节省大量金属材料, 大幅度地提高生产率。金属加工工艺过程的机械化和自动化, 特别是电子计算机的应用, 将迅速地改变整个机器制造业的面貌。

金属工艺学的任务是使学生初步了解常用金属材料的性质及其加工工艺的基础知识。

教学实习的基本要求是:

- (1) 了解常用金属材料和热处理基本知识。
- (2) 了解各种基本加工方法的工艺特点, 主要设备和工具的大致结构与使用范围。
- (3) 具有选择简单零件的毛坯和机械加工方法的初步能力。
- (4) 了解零件结构工艺性的基本知识。
- (5) 对主要工种的基本操作方法进行必要的训练。

为了保证实习能正常进行, 以达到预期的要求, 学生在实习中必须遵守下列规则:

- (1) 在指定的岗位上实习。
- (2) 认真听取教师和工人师傅的讲解, 仔细观察示范操作。
- (3) 实习时, 严肃认真, 细心操作, 爱护设备和工具, 注意节约器材。
- (4) 保持工作岗位整洁。下班前应将所用设备和工具整理清洁, 妥善保管。
- (5) 遵守安全操作规程, 服从安全技术指导。

一、铸 造

铸造是将熔化的金属浇注到铸型中,待其冷却凝固后,以获得铸件的加工方法。铸件一般作为零件的毛坯,经过切削加工以后才能成为零件。

用于铸造的金属有铸铁、铸钢和铸造有色金属,其中以铸铁应用最广。

铸造可以生产各种尺寸规格、形状复杂的铸件,成本低廉,但铸件的机械性能较差。

铸造方法很多,主要分为砂型铸造和特种铸造两类,砂型铸造应用最普遍。

(一) 砂 型 铸 造

1. 基本知识

砂型铸造轴承座的生产过程,如图 1-1 所示。

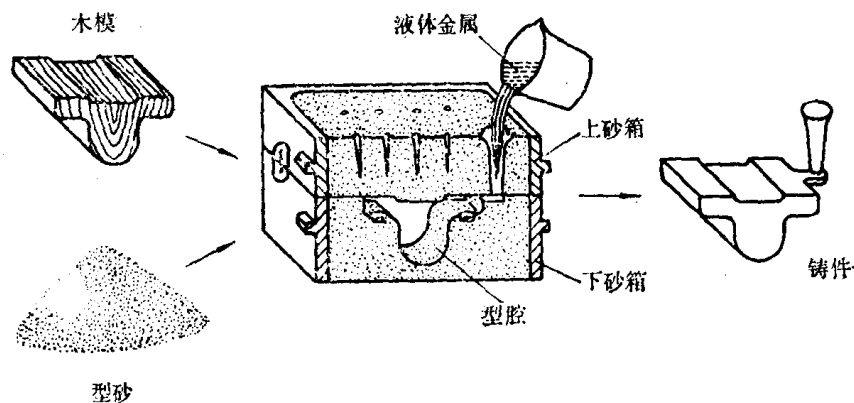


图 1-1 轴承座铸件生产过程

1) 型砂的组成和性能 型砂是由石英砂、粘土和水混合而成。型砂的主要成分是二氧化硅,它具有很高的耐火性。粘土是粘结剂,与水混合后能把石英砂粘结在一起,使型砂具有一定的程度,以保证在造型和浇注时砂型不被损坏。如果粘土和水分太多,则型砂的强度高,退让性差,铸件冷却收缩时会受到阻碍,以致产生裂纹;且粘土和水分过多,则砂粒之间的空隙会被堵塞,透气性下降,浇注时产生的气体难以排出,在铸件内形成气孔。因此,为了获得优质铸件,型砂中的石英砂、粘土和水分应按一定比例配制,此外,还要加些煤粉、木屑等附加物,以满足型砂有高的强度,高的耐火性,良好的透气性和退让性等性能要求。

铸造具有内腔的铸件时,需要用芯砂造型芯。由于型芯在浇注后被高温铁水所包围,因此芯

砂应具有比一般型砂更好的综合性能。为此,尺寸较小、形状复杂或较重要的型芯,常采用桐油、水玻璃等作粘结剂。

2) 模型设计要点 模型是根据零件图设计制造出来的,它是造型的基本工具。设计模型时必须考虑以下几个问题。

(1) 选择分型面 分型面是指砂型的分界面。选择分型面时,必须使造型、起模方便,同时易于保证铸件质量。如图 1-2 所示的零件应选 $I-I$ 面为分型面。若选 $II-II$ 面为分型面,不但制模和起模都不方便,而且造型时容易错箱。

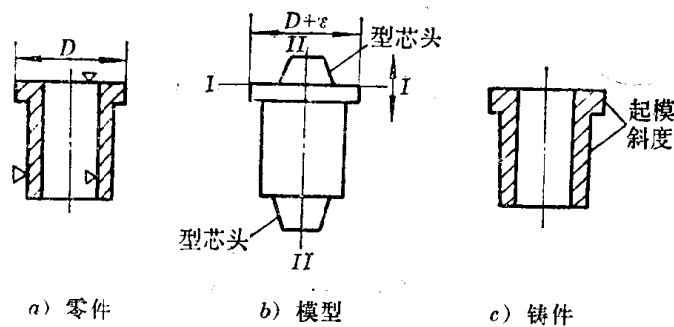


图 1-2 零件、模型及铸件

(2) 起模斜度 为了便于从砂型中取出模型,凡垂直于分型面的模型表面都应有 $0.5^\circ \sim 3^\circ$ 的斜度,这就是起模斜度。

(3) 收缩量 液体金属冷凝后要收缩,因此模型的尺寸应比铸件尺寸大些。放大的尺寸称为收缩量。收缩量的大小与金属的线收缩率有关,灰口铸铁的线收缩率为 $0.8 \sim 1.2\%$,铸钢为 $1.5 \sim 2\%$ 。例如有一灰口铁铸件的长度为 100 毫米,收缩率取 1% ,则模型长度应为 101 毫米。

(4) 加工余量 铸件的加工余量就是切削加工时要切去的金属层。因此,铸件上凡需要切削加工的表面,制造模型时,都要相应地留出加工余量。余量的大小主要决定于铸件的尺寸形状和铸件材料。一般小型灰口铁铸件的加工余量为 $2 \sim 4$ 毫米。

(5) 型芯头 为了在砂型中做出安置型芯的凹坑,必须在模型上做出相应的型芯头。

在单件和成批生产中,模型和型芯盒常用木材制成。木材的优点是质轻,易加工,成本低,缺点是强度差,易变形和损坏。在大批大量生产时常用铝合金制造模型和型芯盒。

3) 造型工具 手工造型常用的工具,如图 1-3 所示。

4) 造型和造芯

(1) 造型方法 由于铸件的尺寸形状、铸造合金的种类、产品的批量和生产条件的不同,生产中采用了各种不同的造型方法,常用的有以下几种:

① 整模造型 整模造型用的是一个整体的模型。模型只在一个砂箱内(下箱),分型面是平面。整模造型操作方便,铸件不会由于上下砂箱错位而产生错箱缺陷。整模造型用于制造形状比较简单的铸件(参见图 1-1)。

② 分模造型 将木模沿最大截面处分成两部分,并用销钉定位,该模型称为分模。模型上分开的平面常常作为造型时的分型面。分模造型和整模造型的操作方法基本相同,所不同的是模

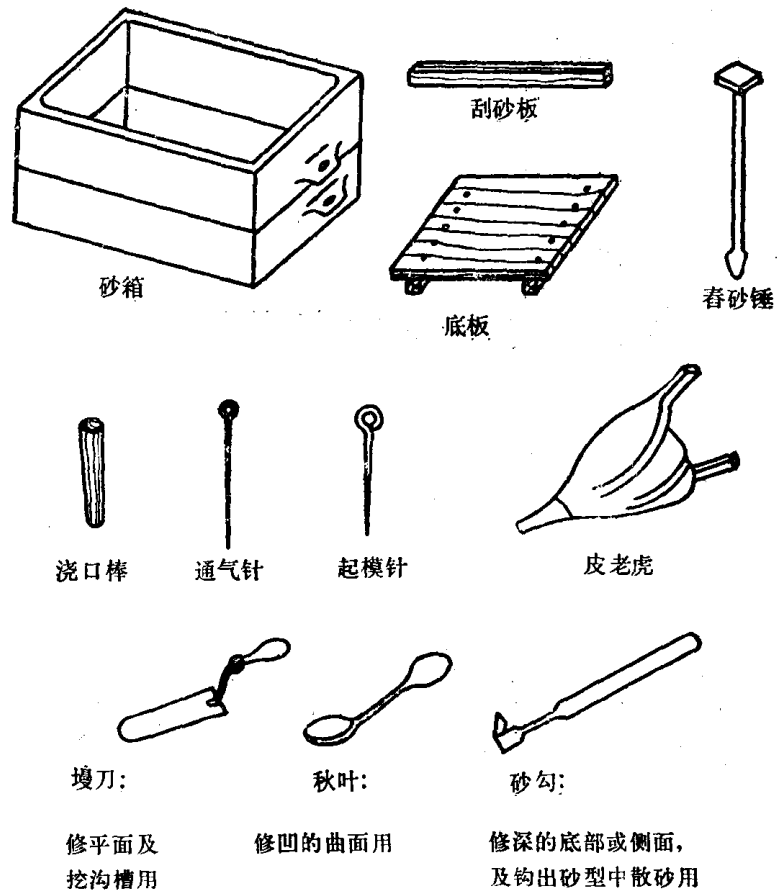


图 1-3 造型工具

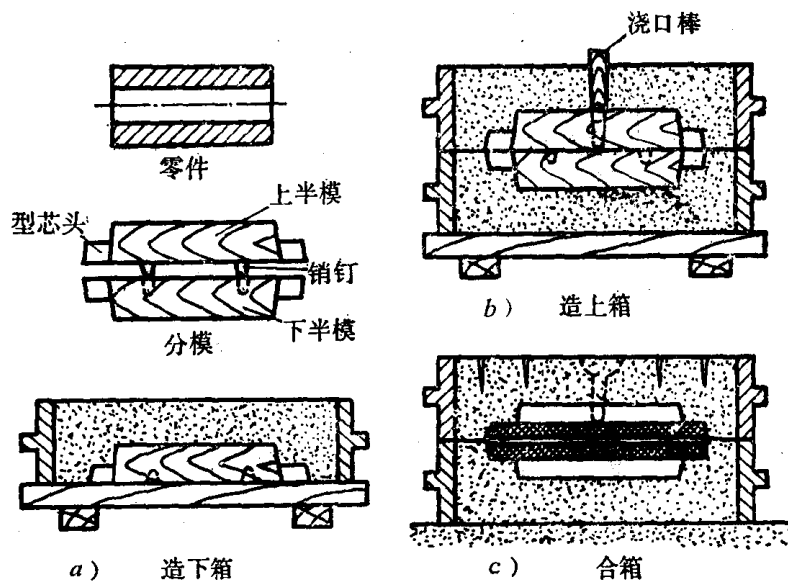


图 1-4 分模造型

型分别放置上下砂箱。分模造套管铸件的过程,如图 1-4 所示。分模造型在生产上应用最广。

③活块造型 当模型上有凸台阻碍起模时,可将凸台做成活动块。造型时,先取出模型主

体, 然后再从侧面取出活动块, 如图 1-5 所示。活块造型操作困难, 工人技术水平要求高, 生产率低, 活块易错位, 影响铸件尺寸精度, 只适用于单件小批生产。

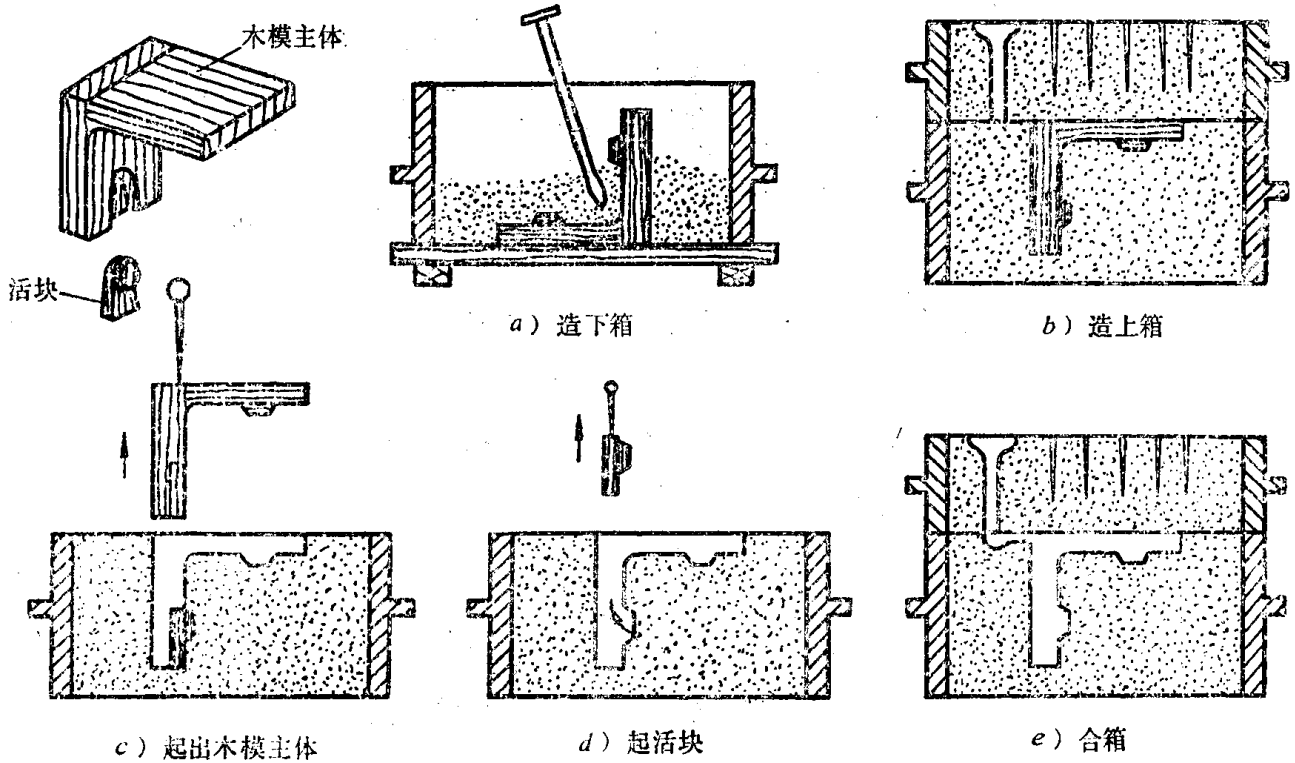


图 1-5 活块造型

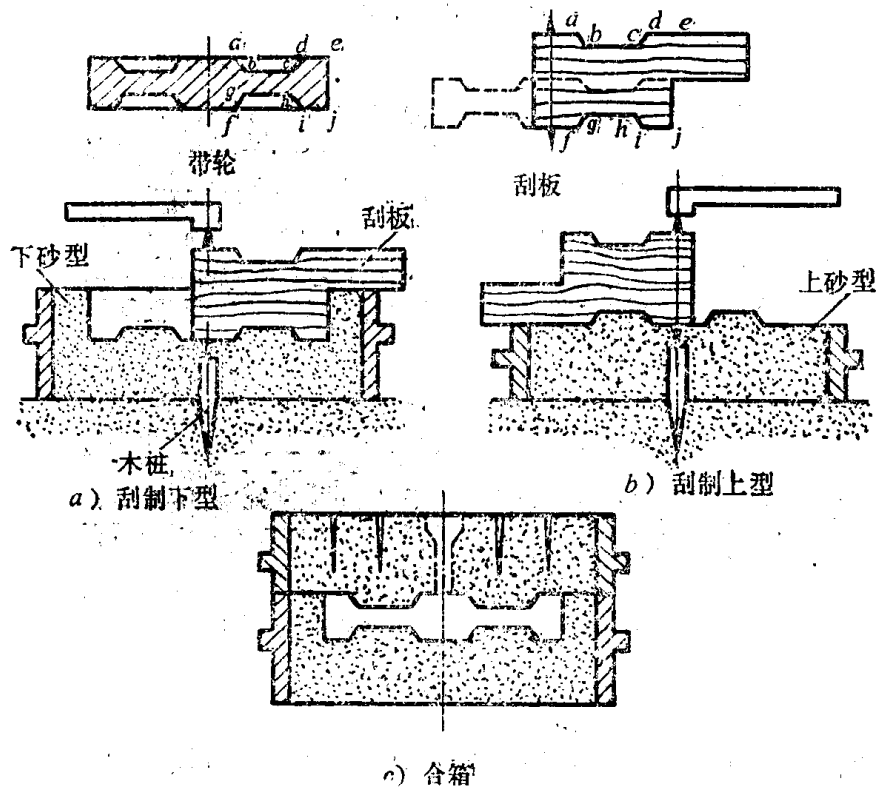


图 1-6 刮板造型

④ 刮板造型 刮板造型是用与铸件断面形状相适应的刮板代替模型的造型方法。造型时，刮板绕轴旋转，刮出型腔，如图 1-6 所示。这种造型方法能节省制模材料和工时，但对造型工人的技术要求较高，造型花费工时多，生产率低，只适用于单件小批生产中制造尺寸较大的旋转体铸件，如带轮、飞轮等。

⑤ 机器造型 机器造型就是用金属模板在造型机上造型的方法。它是将紧砂和起模两个基本操作机械化。

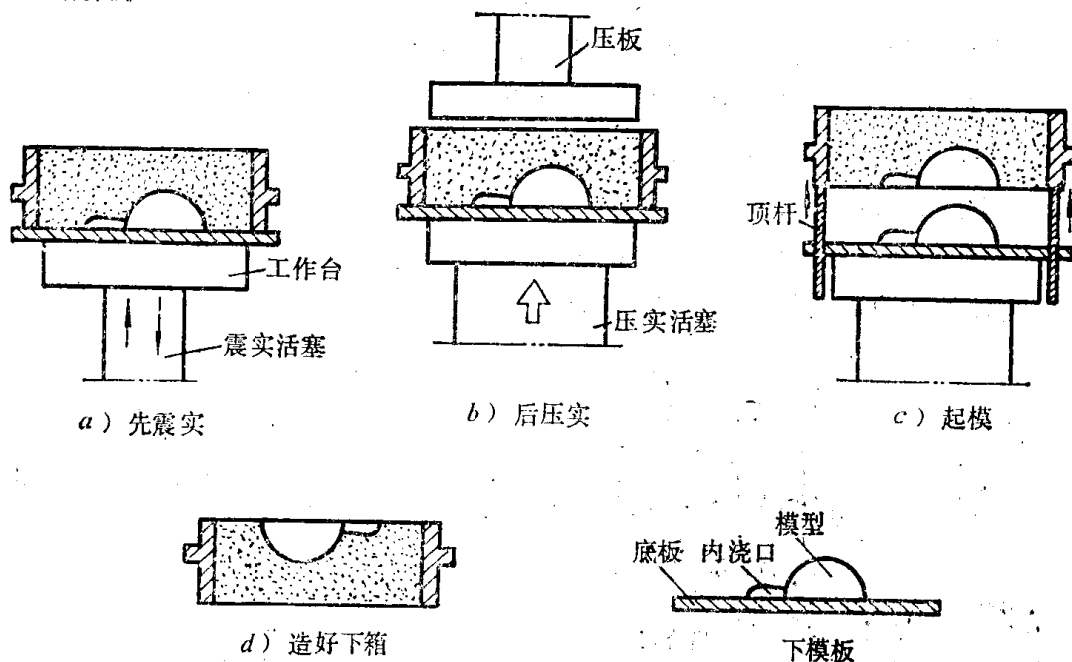


图 1-7 震压式造型机原理示意图

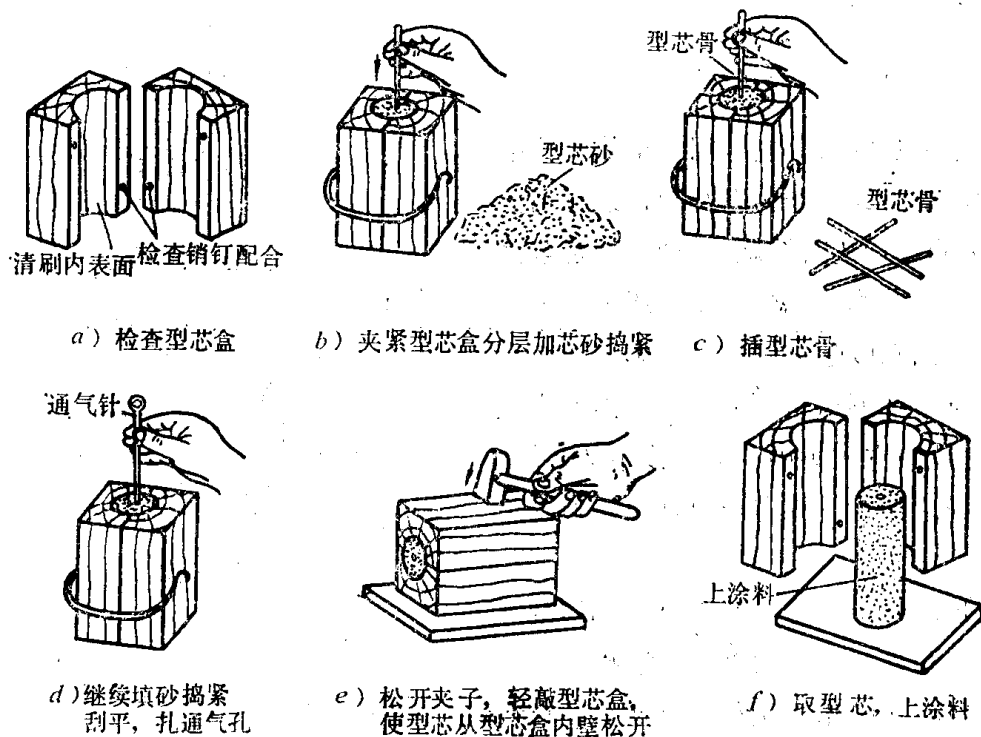


图 1-8 型芯的制造

震压式造型机的工作原理示意如图 1-7 所示。其震动、压实和起模动作都是由压缩空气驱动。型板是装有模型和浇口的底板,常用铝合金制成。

机器造型的优点是提高了铸件质量和生产率,改善了劳动条件。因此,现代化的铸造车间都采用机器造型。

(2) 造型芯 型芯是用型芯盒制成的。型芯的作用是形成铸件的内腔,因此型芯盒的形状和铸件内腔相适应。造型芯的工艺过程和造型过程相似。为了增加型芯的强度,在型芯中应放置型芯骨。小型型芯骨大多用铁丝或铁钉制成。为了提高型芯透气性需在型芯内扎通气孔。型芯一般还要上涂料和烘干,以提高它的耐火性、强度和透气性,如图 1-8 所示。

(3) 浇注系统 是将液体金属流入型腔中所经过的一系列通道。它由外浇口、直浇口、横浇口和内浇口四部分组成,如图 1-9 所示。

浇注系统的作用是:保证液体金属平稳地流入型腔,避免冲坏铸型;防止熔渣、砂粒等杂物进入型腔;补充铸件在冷凝收缩时所需的液体金属。

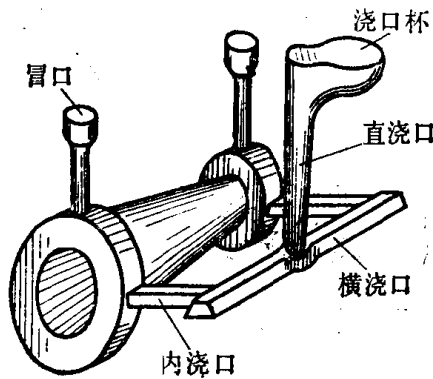


图 1-9 浇注系统

有些铸件还要加冒口。它是用于排除型腔中的气体、砂粒和熔渣等夹杂物以及起补缩作用。

5) 冲天炉的构造及其熔炼 冲天炉是熔炼铸铁的主要设备,其构造如图 1-10 所示。炉壳由钢板焊成,炉内砌以耐火砖炉衬。炉子上部有加料口,下部有一环形风带。鼓风机鼓出的空气经风管、风带、风口进入炉内。风口以下为炉缸,炉缸与前炉相通。前炉下部有一出铁口,侧上方一出渣口。

加入冲天炉的炉料有金属料、燃料和熔剂三部分。金属炉料包括高炉生铁、回炉铁(浇冒口、废铸件)、废钢以及少量用于调整铸铁成分的铁合金,如硅铁、锰铁等。燃料主要是焦炭,并要求发热值高,灰分少,含硫、磷量少。焦炭用量为金属料的 $1/8 \sim 1/10$,这一数值称为焦铁比。熔剂

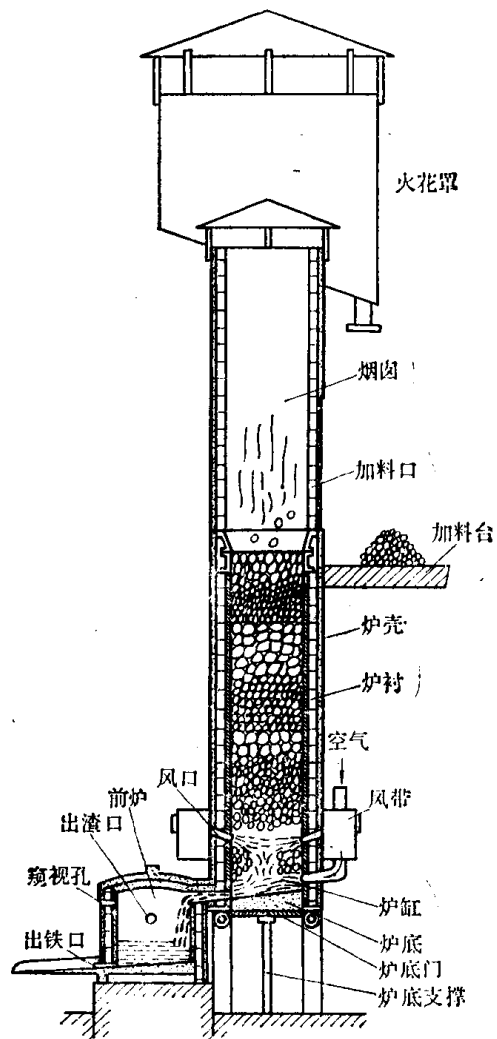


图 1-10 冲天炉的构造

用石灰石和萤石(CaF_2),其作用是降低炉渣的熔点,使熔渣的流动性增加,便于和铁水分离。熔剂的加入量为焦炭用量的20~30%。

冲天炉工作时先用木柴点火,再加一层焦炭(底焦,鼓风燃旺。此后按熔剂→金属炉料→焦炭的顺序,分批将这三种炉料加入炉内。高温的炉气上升,将金属料加热熔化,同时形成炉渣。铁水和炉渣经炉缸流入前炉储存。

冲天炉的大小是以每小时能熔化铁水的重量表示,如每小时能熔化5吨铁水的冲天炉就称为5吨冲天炉。目前生产上常用的是2~10吨冲天炉。

浇注时将出铁口捅开,使铁水流入浇包。

浇包的容量可根据铸件大小选择,它可自15公斤至数吨。图1-11为15~25公斤的手提浇包和25~100公斤的抬包。

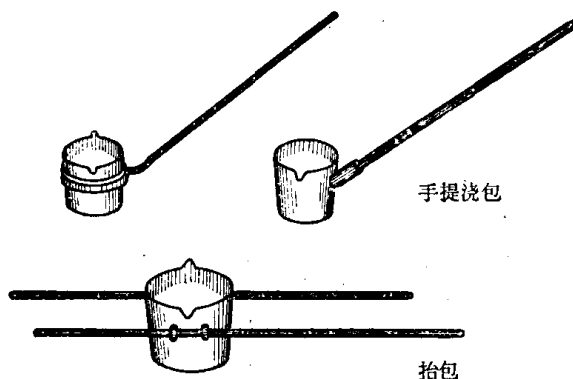


图 1-11 浇包

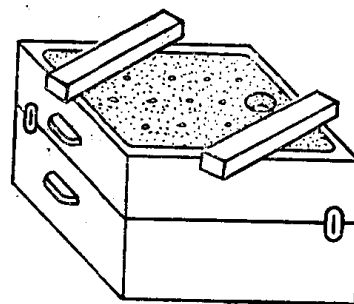


图 1-12 加压铁

6) 浇注和铸件缺陷分析 浇注是把液体金属浇入铸型的过程。浇注时要控制好浇注温度和浇注速度。温度过高或过低都会使铸件产生各种缺陷。一般中小型铸铁件的浇注温度为 $1260\sim 1350^{\circ}\text{C}$,薄壁铸件为 $1350\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 。浇注速度要适中,不能中断。此外,浇注前要在砂箱上放置压铁,如图1-12所示,以防止铁水的浮力将砂箱抬起使铸件报废。

当冷却后即可将砂箱打开、落砂、取出铸件,打掉浇冒口,清除型芯,去除毛刺、飞边和表面粘砂。在单件小批生产中,浇注和铸件清理等都是手工操作。

由于铸造生产过程工序多,工艺复杂,生产的铸件常常会有一些缺陷,其特征和主要原因如表1-1所述。

2. 基本操作方法

现以轴承座造型为例,将整模造型的操作过程分述如下:

- 1) 将木模擦净后放在底板上,如图1-13所示。
- 2) 将下砂箱翻转后放在底板上,加型砂,用春砂锤的尖头春紧,如图1-14所示。春砂应注意以下几点:

- (1) 必须分层加砂,每次加入量要适当。

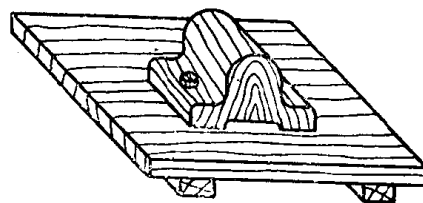
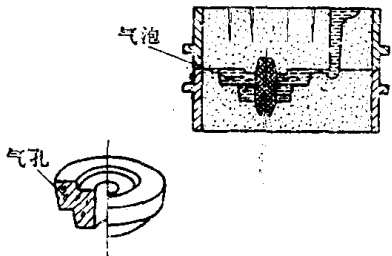
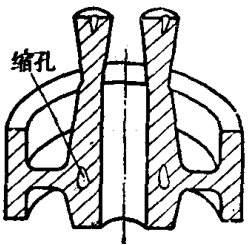
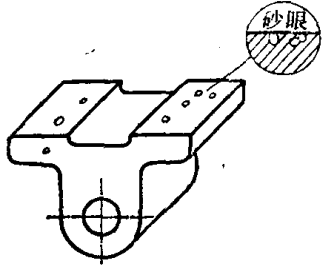
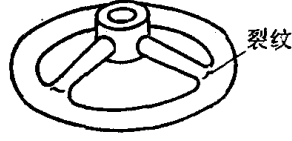
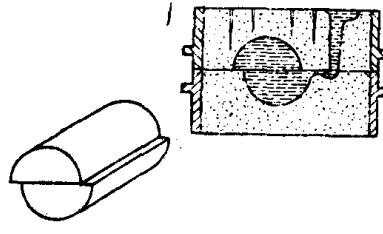
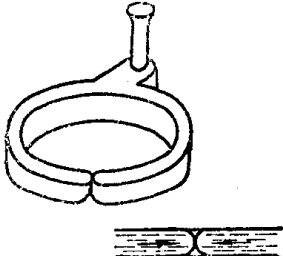
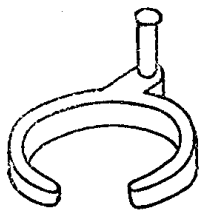


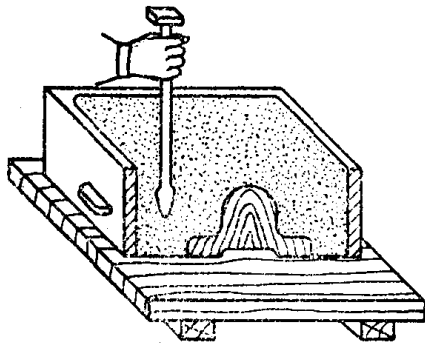
图 1-13 放置木模

表 1-1 铸件缺陷分析

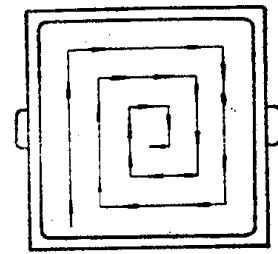
缺陷名称	特 征	产生的主要原因
气孔	<p>孔的内壁圆滑</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ① 舂砂太紧或造型起模时刷水过多; ② 型砂含水过多或透气性差; ③ 型砂芯砂未烘干, 或型芯通气孔阻塞; ④ 铁水温度过低或速度太快
缩孔	<p>孔的内壁粗糙, 形状不规则, 多产生在厚壁处</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ① 铸件设计不合理; ② 浇冒口布置不对或冒口太小, 或冷铁位置不对; ③ 浇注温度太高或铁水成分不对, 收缩太大
砂眼	<p>孔内充塞型砂</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ① 造型时散砂落入型腔内未吹干净; ② 型砂强度不够或舂砂太松; ③ 内浇口不对, 致使铁水冲坏砂型; ④ 合箱时局部碰坏砂型
裂纹	<p>铸件开裂, 裂纹处金属表面氧化</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ① 铸件设计不合理, 厚薄相差太大; ② 浇注温度太高, 使冷却不均匀; ③ 浇口位置不当; ④ 舂砂太紧或落砂过早
错箱	<p>铸件沿分型面有相对错位</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ① 合箱时上、下砂箱未对准; ② 砂箱的配箱标线或定位销不准确; ③ 分模的上、下模未对准

缺陷名称	特 征	产生的主要原因
冷隔	铸件有未完全熔合的隙缝, 交接处是圆滑凹坑 	① 浇注温度太低、速度太慢或中断; ② 浇口太小或布置不对
浇不足	铸件形状不完整 	① 浇注温度太低, 速度太慢或中断; ② 浇口太小或未开出口; ③ 铸件太薄

(2) 春砂应按一定路线进行, 如图 1-14, b) 所示, 不能过紧或过松。



(a)



(b)

图 1-14 春砂

3) 加砂高于砂箱 20~30 毫米, 用春砂锤平头春紧, 如图 1-15 所示。

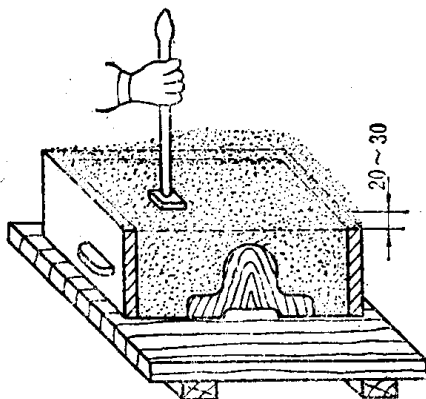


图 1-15 用平头春砂

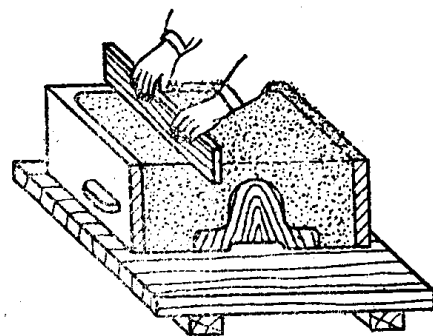


图 1-16 刮去多余的砂