

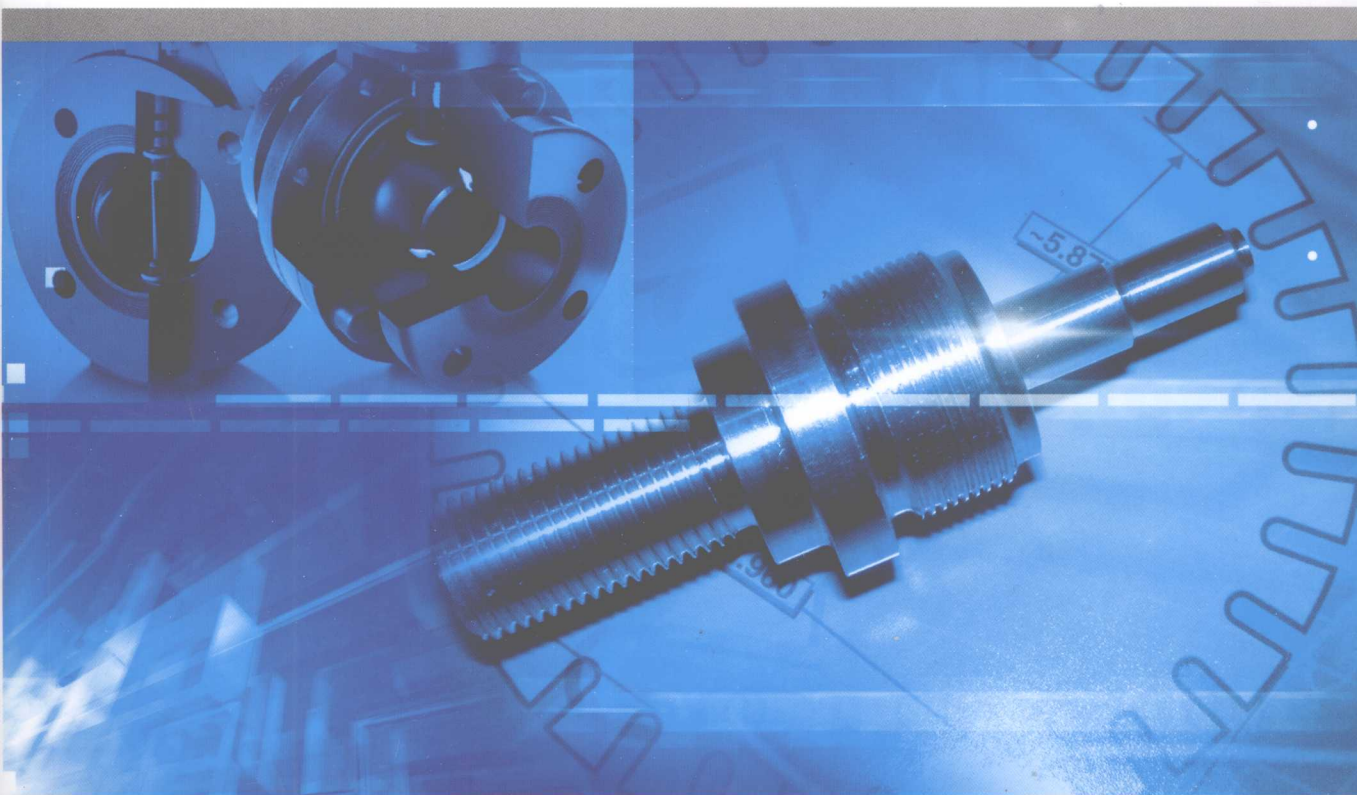
职业教育实用教材

ZHIYE JIAOYU SHIYONG JIAOCAI

机械制造工艺基础

JI XIE ZHI ZAO GONG YI JI CHU

赵慧欣 卢屹东 主编



電子工業出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

职业教育实用教材

机械制造工艺基础

赵慧欣 卢屹东 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书主要介绍了铸造、锻造和冲压、焊接、切削加工基础、车削、刨削、插削及拉削、钻削与镗削、铣削、磨削、齿形的加工、精密、光整及特种加工、机械加工工艺过程、典型零件的工艺分析、钳加工与装配等。

本书的内容简洁,语言通俗易懂,具有较强的可读性。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺基础/赵慧欣,卢屹东主编. —北京:电子工业出版社,2008.1
ISBN 978-7-121-05387-0

I. 机… II. ①赵…②卢… III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 178430 号

责任编辑:李 影

印 刷:北京季蜂印刷有限公司

装 订:三河市万和装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:377 千字

印 次:2008 年 1 月第 1 次印刷

定 价:19.90 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店缺货,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

随着改革开放的不断深入和社会主义市场经济的迅速发展,社会及企业对技能人才的知识和技能结构提出了更新、更高的要求,职业教育的理念、模式也在不断地改革与创新。

本书从素质教育的要求出发,避免烦琐的理论推导,引入了大量涉及广泛领域的工程实例。为了让学生更快、更牢地掌握最基本的知识,在概念、原理叙述方面做了一些改进;另外通过较多的典型零件的加工工艺过程的讲解,加强学生对基本内容的了解和掌握。

本书是职业教育机械类相关专业一门课程,其任务是增强学生的实践经验和专业技能。本书主要介绍了铸造,锻造和冲压,焊接,切削加工基础,车削,刨削、插削及拉削,钻削与镗削,铣削,磨削,齿形的加工,精密、光整及特种加工,机械加工工艺过程,典型零件的工艺分析、钳加工与装配等。

本教材与以往教材相比,主要有以下几个特点:

(1)坚持以能力为本位,重视实践能力的培养,突出职业教育的特色。根据机械专业的职业实际需要,合理确定学生应具备的能力结构与知识结构,对教材的深度、难度作了较大程度的调整。同时,进一步加强实践性教学内容,以满足企业对技能型人才的需要。

(2)根据科学技术的发展,在教材中充实新技术、新设备和新材料等方面的知识,力求使教材具有鲜明的时代特征。

(3)在编写模式上,尽可能使用图片、实物照片或表格形式将各个知识点生动地展示出来,力求给学生营造一个更加直观的认知环境。同时,针对相关知识点,设计了很多贴近生活的导入和互动性训练,进一步拓展学生的思维和知识面,引导学生自主学习。

(4)努力贯彻国家职业资格证书与学历证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策,力求使教材内容涵盖有关国家职业标准的知识和技能要求。

(5)适应现代科学技术发展的多学科间知识交叉与渗透的特征,注重学生科学思维方法和创新能力的培养与锻炼。

本书由赵慧欣和卢屹东编写。本书在编写过程中参考了大量的专业书籍文献,在此向原著(作)者致以诚挚的谢意。

由于编写时间及编者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可,复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为;歪曲、篡改、剽窃本作品的行为,均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人应承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序,保护权利人的合法权益,我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为,本社将奖励举报有功人员,并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话:(010) 88254396; (010) 88258888

传 真:(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址:北京市万寿路173信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编:100036

目 录

绪论	1
第一章 铸造	4
第一节 铸造的基础知识	4
第二节 型砂的制作	6
第三节 浇注、落砂和清理	15
第四节 特种铸造简介	18
本章习题	20
第二章 锻造和冲压	21
第一节 锻压的基本知识	21
第二节 金属的加热和锻件的冷却	24
第三节 自由锻的工具设备与工艺过程	26
第四节 模型锻造	32
第五节 冲压	34
本章习题	37
第三章 焊接	38
第一节 焊接的基础知识	38
第二节 焊条电弧焊	39
第三节 气焊与气割的设备和操作	48
第四节 其他焊接方法	53
本章习题	57
第四章 切削加工基础	58
第一节 机械加工的切削运动	58
第二节 机械加工的切削参数	60
第三节 刀具材料和几何形状	62
第四节 切削力、切削温度和切削液	66
第五节 加工精度和加工的表面质量	70
本章习题	72
第五章 车削	73
第一节 车床与车床附件	73

第二节 工件的装夹方法	79
第三节 车削的特点和车削基本工艺	81
第四节 典型零件的车削	89
本章习题	92
第六章 刨削、插削及拉削	93
第一节 刨削	93
第二节 插削	97
第三节 拉削	98
本章习题	101
第七章 钻削与镗削	102
第一节 钻削	102
第二节 镗削	109
本章习题	112
第八章 铣削	113
第一节 铣床与铣床附件	113
第二节 工件的装夹	118
第三节 铣刀与铣削用量	120
第四节 铣削工艺特点与铣削实例	122
本章习题	125
第九章 磨削	126
第一节 磨削的应用及工艺特点	126
第二节 磨床与磨具	128
第三节 外圆磨床的磨削方法	133
第四节 平面磨床的磨削方法	137
第五节 磨削实例	138
本章习题	139
第十章 齿形的加工	141
第一节 齿形加工的基本知识	141
第二节 滚齿	145
第三节 插齿	146
本章习题	149

第十一章 精密、光整及特种加工	150
第一节 精密加工	150
第二节 光整加工	151
第三节 特种加工	155
本章习题	160
第十二章 机械加工工艺过程	161
第一节 机械加工工艺过程的基本知识	161
第二节 基准和定位基准的选择	166
第三节 工艺路线的拟订	170
第四节 毛坯的选择与加工余量的确定	176
第五节 拟订工艺规程的步骤	179
本章习题	182
第十三章 典型零件的工艺分析	183
第一节 轴类零件的工艺分析	183
第二节 套类零件的工艺分析	187
第三节 箱体类零件的工艺分析	191
第四节 直齿圆柱齿轮类零件的工艺分析	198
本章习题	202
第十四章 钳加工与装配	203
第一节 钳加工	203
第二节 装配的基本知识	222
第三节 基本元件的装配	228
本章习题	237

绪 论

机械制造工艺是各种机械的制造方法和过程的总称,而《机械制造工艺基础》是机械类专业的主要技术基础课之一,是一门掌握机械零件从各种毛坯生产到切削加工成零件,再装配成机器的全部生产过程。

机械制造工艺基础及传统机械制造工艺基础知识的主要内容包括毛坯的制造工艺(热加工工艺)、切削加工工艺(冷加工工艺)、机械加工工艺规程的制定和装配四大部分内容。通过本课程的学习,可以使学生掌握机械制造常用的工艺方法、零件加工工艺过程以及装配等基本知识,也可为更好地学习其他机械类基础课程奠定基础。

在学习本课程之前,需要了解机械制造工艺过程中的一些基本概念,以便对机械制造工艺过程有一个完整的认识。

一、工艺过程与生产过程

1. 工艺过程

工艺过程是指在生产过程中改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使其成为成品或半成品的过程,如毛坯的制造、机械加工、热处理和装配等均为工艺过程。

机械制造工艺研究的主要内容是机械加工工艺过程和装配工艺过程。其中机械加工工艺过程是在工艺过程中,用机械加工的方法直接改变生产对象的形状、尺寸和表面质量,使之成为合格零件的工艺过程。同样,将加工好的零件装配成机器使之达到所要求的装配精度并获得预定技术性能的工艺过程,称为装配工艺过程。

2. 生产过程

生产过程是指把原材料(半成品)转变为成品的全过程。机械产品的生产过程,一般包括以下几项内容:

- (1) 生产与技术的准备,如工艺设计和专用工艺装备的设计和制造、生产计划的编制及生产资料的准备。
- (2) 毛坯的制造,如铸造、锻造和冲压等。
- (3) 零件的加工,如切削加工、热处理和表面处理等。
- (4) 产品的装配,如总装、部装、调试检验和漆油等。
- (5) 生产的服务,如原材料、构件和工具的供应、运输、保管等。

一般机械产品的生产过程比较复杂,目前很多产品往往不是在一个工厂内单独生产,而是由许多专业工厂共同完成的,如飞机的生产过程,某一个总装工厂就需要用到许多其他工厂的产品(如发动机、电气设备、仪表等),这就需要几个工厂相互协作共同完成。

二、机械加工工艺规程

机械加工工艺规程是在生产过程中,为了进行科学的管理,合理地将工艺过程中的各项内容编写成文件来指导生产的过程。

1. 机械加工工艺规程的作用

(1) 机械加工工艺规程是指导生产的重要技术文件。机械加工工艺规程是依据工艺学原理和工艺试验,经过生产验证而确定的,是科学技术和生产经验的结晶。所以,它是获得合格产品的技术保证,是指导企业生产活动的重要文件。正因为这样,在生产中必须遵守工艺规程,否则会引起产品质量的严重下降,生产效率显著降低,甚至造成废品。但是,工艺规程也不是固定不变的,工艺人员应总结工人的革新创造,根据生产实际情况,及时地吸取国内外的先进工艺技术,对现行工艺不断地进行改进和完善。

(2) 机械加工工艺规程是组织生产和准备工作的依据。生产计划的制订,产品投产前原材料和毛坯的供应、工艺装备的设计、制造与采购、机床负荷的调整、作业计划的编排、劳动力的组织、工时定额的制订以及成本的核算等,都是以工艺规程作为基本依据的。

(3) 机械加工工艺规程是新建和扩建工厂的技术依据。在新建和扩建工厂时,生产所需要的机床,其他设备的种类、数量和规格、车间的面积、机床的布置、生产工人的工种、技术等级及数量、辅助部门的安排等都是以工艺规程为基础,根据生产类型来确定的。除此以外,先进的工艺规程也起着推广和交流先进经验的作用。

2. 机械加工工艺规程的内容

机械加工工艺规程是处于产品设计和制造的接口处,需要分析设计图样上有关工件结构形状、尺寸公差、材料、热处理要求等方面的信息,也要了解制造中有关加工方法、加工设备、生产条件、加工顺序、工时定额等方面的信息。为了满足上述要求,机械加工工艺规程一般包括以下内容:

- (1) 工件加工的工艺路线。
- (2) 毛坯规格、尺寸、材料及热处理。
- (3) 各工序的具体内容及所用的设备和工艺装备。
- (4) 工件的检验项目、检验方法、切削用量和时间定额等。

3. 制订机械加工工艺规程的步骤

在制订工艺规程的过程中,往往要对前面已初步确定的内容进行调整,以提高经济效益。而在执行工艺规程过程中,可能会出现始料不及的情况,如生产条件的变化,新技术、新工艺的引进,新材料、先进设备的应用等,这些都要求及时对工艺规程进行修订和完善。制订机械加工工艺规程的步骤一般为:

- (1) 计算年生产纲领,确定生产类型。
- (2) 分析零件图及产品装配图,对零件进行工艺分析。
- (3) 选择毛坯。
- (4) 拟订工艺路线。
- (5) 确定各工序的加工余量,计算工序尺寸及公差。
- (6) 确定各工序所用的设备、刀具、夹具、量具和辅助工具。
- (7) 确定切削用量及工时定额。
- (8) 确定各主要工序的技术要求及检验方法。
- (9) 填写工艺文件。

在制定工艺规程步骤时,一定要认识到设计工作的反复性:经过工件分析和确定毛坯之后,通常需要拟定一个或几个工艺路线方案,从中选出比较合理的工艺规程方案,再进行详细的设计计算,形成最终的工艺文件。

4. 机械加工工艺规程制订的原则

工艺规程制订的原则是优质、高产和低成本,即在保证产品质量的前提下,争取最好的经济效益。在具体制定时,要注意下列问题:

(1) 技术上的先进性。在制订工艺规程时,要了解国内外本行业工艺技术的发展,通过必要的工艺试验,尽可能采用先进、适用的工艺和工艺装备。

(2) 经济上的合理性。在一定的生产条件下,可能会出现几种能够保证零件技术要求的工艺方案,此时应通过成本核算或相互对比,选择经济上最合理的方案,使产品生产成本最低。

(3) 良好的劳动条件及避免环境污染。在制订工艺规程时,要注意保证工人操作时有良好而安全的劳动条件。因此,在工艺方案上要尽量采取机械化或自动化措施,以减轻工人繁重的体力劳动。同时,要符合国家环境保护法的有关规定,避免环境污染。

(4) 设计的工艺规程必须具备以下原始资料。

① 产品装配图、零件图。

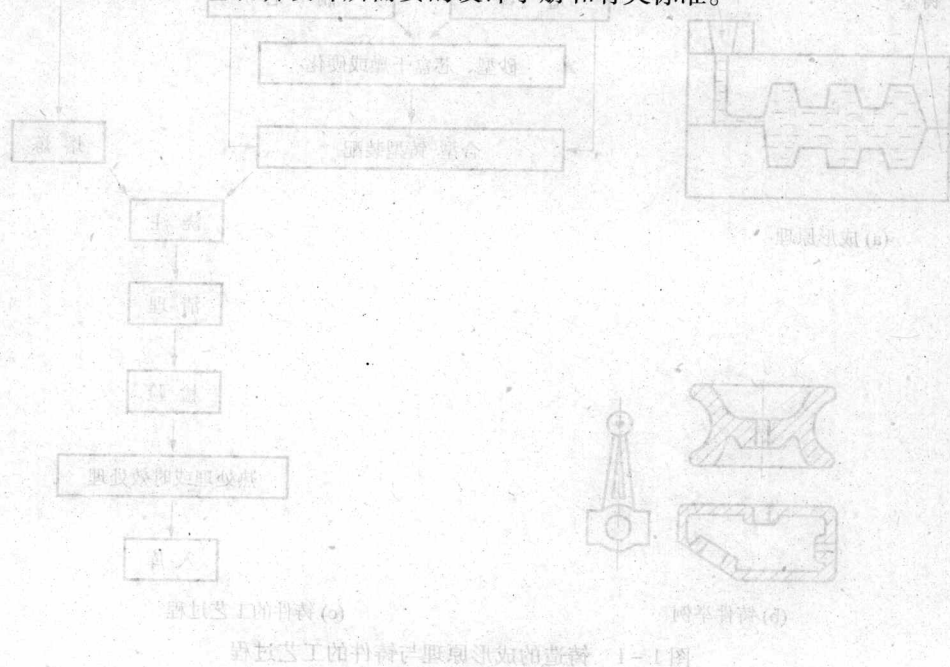
② 产品验收质量标准。

③ 产品的年生产纲领。

④ 毛坯材料与毛坯生产条件。

⑤ 制造厂的生产条件,包括机床设备和工艺装备的规格、性能和现在的技术状态、工人的技术水平、工厂自制工艺装备的能力,以及工厂供电、供气的能力等有关资料。

⑥ 工艺规程设计、工艺装备设计所需要的设计手册和有关标准。



第一章 铸造

铸造是人类掌握比较早的一种金属热加工工艺,距今已有约几千年的历史。早期的铸件大多是农业生产、宗教、生活等方面的工具或用具。进入 20 世纪,铸造的发展速度很快。目前,铸造已经发展成为机械制造业的基础工艺之一。

学习任务

1. 了解铸造的基础知识和特种铸造简介;
2. 掌握型砂的制作、浇注、落砂和清理的基本知识。

第一节 铸造的基础知识

铸造是将金属熔炼成符合一定要求的液体并浇进铸型里,经冷却凝固、清理处理后得到有预定形状、尺寸和性能的铸件的工艺过程。铸造的成形原理如图 1-1(a)所示,铸件的典型结构与工艺过程如图 1-1(b)和图(c)所示。

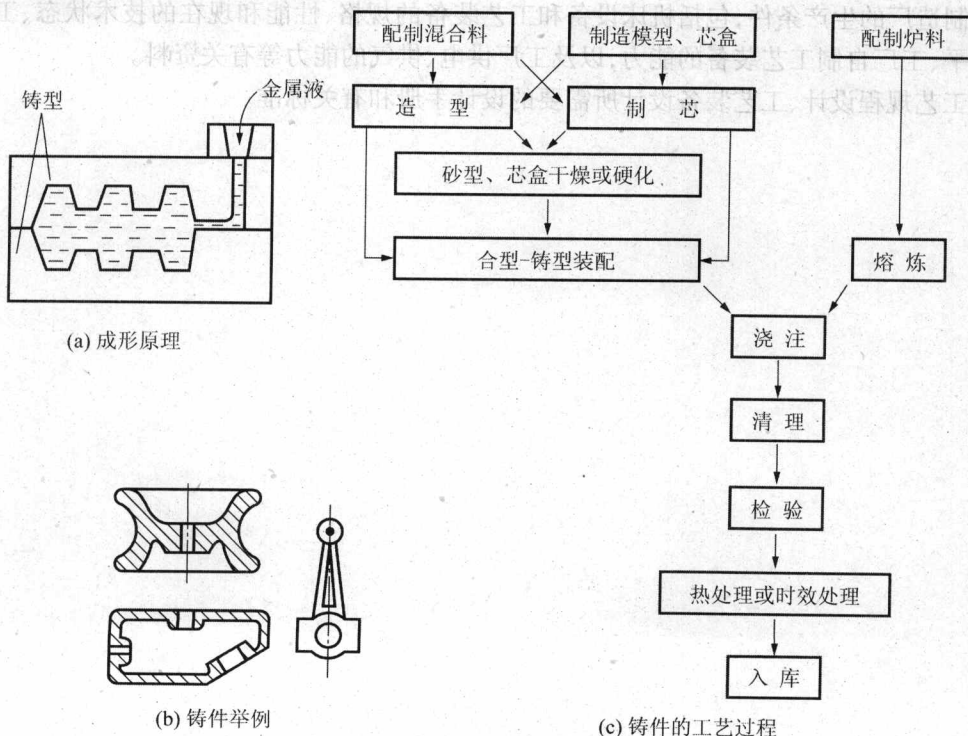


图 1-1 铸造的成形原理与铸件的工艺过程

一、铸造的分类

铸造方法很多,按生产方法的不同,铸造大致可分为型砂铸造和特种铸造两大类。目前最常用和最基本的铸造方法是型砂铸造。

1. 型砂铸造与工艺过程

型砂铸造俗称“翻砂”,过程是把经过特殊制备的型砂,装在模型周围捣实,取出模型,在砂中留下空腔(铸型),之后将熔化的金属液浇入铸型,金属在铸型中冷凝后,把型砂(铸型)打掉,便得到了金属铸件的过程。铸件的型砂铸造工艺过程如图1-2所示。

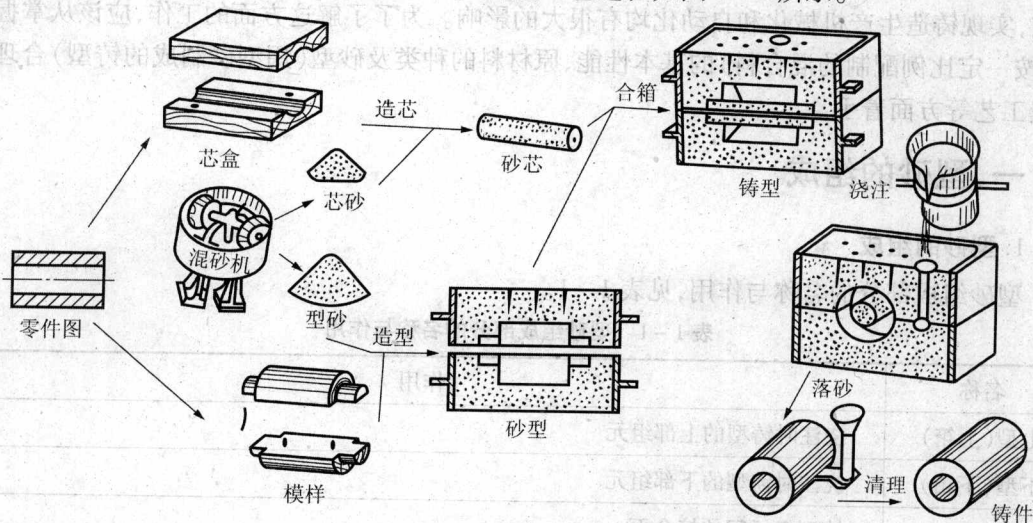


图1-2 铸件的型砂铸造工艺过程

2. 特种铸造

型砂铸造以外的其他铸造方法一般称为特种铸造。

特种铸造按造型材料的不同,又可分为两大类:一类以天然矿产砂石作为主要造型材料,如熔模铸造、实型铸造、陶瓷型铸造等;另一类以金属作为主要铸型材料,如金属型铸造、离心铸造、低压铸造等。

二、铸造的特点

1. 优点

(1)适应范围广。工业上常用的金属材料都可铸造,铸件大小几乎不受限制,是一种生产毛坯的重要工艺方法。

(2)生产的批量不限,既适用于单件小批量生产,又适用于大批量生产。

(3)可制成形状复杂、特别是具有复杂内腔的毛坯,如箱体、床身、气缸缸体等。

(4)成本低,是一种比较经济的毛坯成形方法。对于形状复杂的零件更能显示出它的经济性,如汽车发动机的缸体和缸盖、船舶螺旋桨以及精致的艺术品等。

2. 缺点

(1)需要的材料和设备多。

(2)污染环境。铸造生产会产生粉尘、有害气体和噪声,比其他机械制造工艺污染更为严重,需要采取措施进行控制。

(3)铸件尺寸精度一般都比较低。

第二节 型砂的制作

型砂的制作是铸造生产的最初工艺过程。由于它对铸件质量有重要影响以及制作工作量庞大,因此所有的铸造部门都很重视这项工作。另外,造型材料的开发对研制新的造型、制芯工艺,实现铸造生产机械化和自动化均有很大的影响。为了了解这方面的工作,应该从掌握型砂(按一定比例配制的混合料)的基本性能、原材料的种类及砂型(用型砂制成的铸型)合理的制造工艺等方面着手。

一、型砂的组成

1. 型砂的组成

型砂组成部分的名称与作用,见表1-1。

表1-1 型砂组成部分的名称与作用

名称	作用
上型(上箱)	浇注时铸型的上部组元
下型(下箱)	浇注时铸型的下部组元
分型面	铸型组元间的接合面
冒口	在铸型内储存供补缩铸件用的熔融金属的空腔,该空腔中充填的金属也称为冒口,冒口有时还起排气、集渣的作用
型腔	铸型中造型材料所包围的空腔部分,型腔不包括模样上芯头部分形成的相应空腔
型砂	按一定比例配制、经过混制、符合造型要求的混合料
浇注系统	为金属液填充型腔和冒口而开设于铸型中的一系列通道,通常由外浇口、直浇道、横浇道和内浇道组成
出气孔	在型砂或砂芯上,用针或成形扎气板扎出的通气孔,通气孔的底部要与模样离开一定距离
冷铁	为加快局部的冷却速度,在型砂、砂芯表面或型腔中安放金属物
排气道	在铸型或型芯中,为排除浇注时形成的气体而设置的沟槽或孔道
型芯	为获得铸件的内孔或局部外形,用芯砂或其他材料制成的,安装在型腔内部的铸型组元

2. 型砂的基本性能

为满足铸造工艺的要求,获得优质铸件,型砂必须具备以下基本性能:

(1)可塑性。起模和修型时,常在分型面上沿模样周围刷水,这是为了增加局部型砂的含水量,以提高其可塑性,使操作时铸型不被破坏。

(2)强度。型砂在外力作用下不使铸型破坏的性能称为强度。这种性能对抵抗铸型制造过程中的翻箱、起模、搬运及浇注液态金属的冲刷作用是非常重要的。当型砂的强度不足时,会相应造成塌箱、坏型、胀箱和砂眼等缺陷。

(3)耐火性。型砂具有在高温作用下不软化、不熔化和不烧结的性能,称为耐火性。当型砂耐火性不足时,砂粒将被烧融而黏结在铸件表面,使机械加工困难。当型砂里原砂中的石英含量高、杂质少、砂粒大而圆时,其耐火性较高。

(4)透气性。浇注时产生的气体顺利通过型砂间隙逸出的性能称为透气性。如果型砂透气性不好,气体不能顺利通过其间隙,溢出于铸型外,就会倒流入金属液体,凝固后将产生气孔、浇不到等缺陷。

(5)退让性。当铸件在固态冷却收缩时,型砂体积可被压缩的性能称为退让性。如果型砂退让性不好,则铸件因收缩受阻就会产生内应力和开裂。

当型砂中黏结剂(黏土)质量高而含量少、砂粒间隙较大,并含有锯末、稻草屑等附加材料时,其退让性较好。

3. 型砂的配制

型砂的配制工艺一般由四个部分组成,如图 1-3 所示。

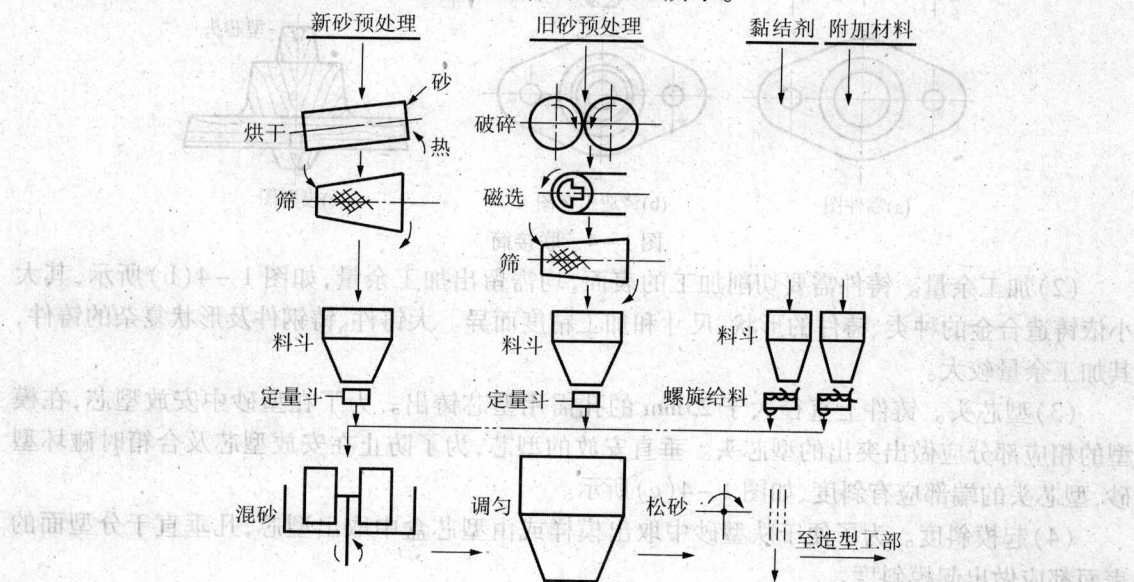


图 1-3 配制工艺的组成

为了确保型砂质量,同时解决繁重的型砂配制工作量,需要进一步做好型砂的配制工艺。如黏土型砂的混制过程是:将各种造型材料严格按比例配料,加料顺序为砂子、黏土、附加物、水。为使型砂中各种成分能均匀地混合,应将干料先加入混砂机中进行约 2min 干混。干料混匀后再加入水继续混碾,湿混时间一般为 5~8min,然后将混好的型砂堆放 4~5h,使砂体水分分布均匀。

二、模样和型芯盒

1. 模样和型芯盒

模样和型芯盒是制造型砂的基本工具。模样是用来获得铸件外形的工艺装备的总称,而用型芯盒制得的型芯主要是用来获得铸件的内腔,即用来制造型芯的工艺装备称为型芯盒。

在单件和小批量生产中,模样及型芯盒常用木材制造,大批量生产中多用金属制造。

2. 制造模样和型芯盒时应考虑的问题

制造模样及型芯盒时,应考虑以下几个问题:

(1)分型面。选择分型面时必须使模型能从型砂中取出,并使造型方便和有利于保证铸件的质量,如图 1-4 所示的联接筒零件,当选定 $a-a$ 为分型面时,不但制模和起模方便,而且铸件全在下箱,不会造成错箱。

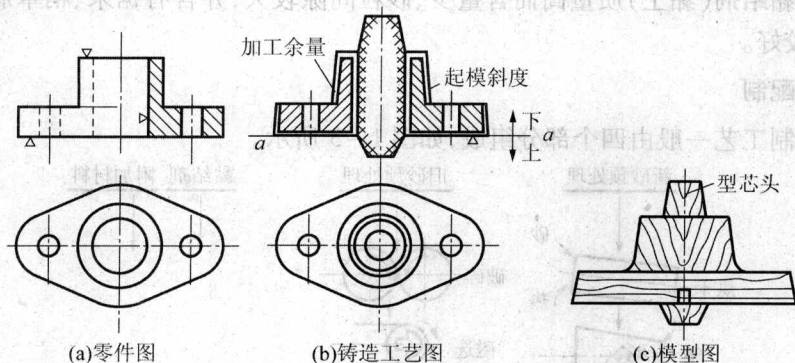


图 1-4 联接筒

(2)加工余量。铸件需要切削加工的表面,均需留出加工余量,如图 1-4(b) 所示,其大小依铸造合金的种类、铸件的形状、尺寸和加工精度而异。大铸件、铸钢件及形状复杂的铸件,其加工余量较大。

(3)型芯头。铸件上直径大于 25mm 的孔需用型芯铸出。为了在型砂中安放型芯,在模型的相应部分应做出突出的型芯头。垂直安放的型芯,为了防止在安放型芯及合箱时碰坏型砂,型芯头的端部应有斜度,如图 1-4(c) 所示。

(4)起模斜度。为了便于从型砂中取出模样或由型芯盒中取出型芯,凡垂直于分型面的表面都应做出起模斜度。

三、造型

造型是利用模样和砂箱等工艺装备将型砂制成铸型的方法。按照操作方法的不同,造型方法可分为手工造型和机器造型。手工造型装备简单,但对工人技术水平要求高。机器造型生产效率高,质量较好。

1. 手工造型

手工造型的基本工序是填砂、紧砂、起模和合型。在工序操作中,紧砂工序和起模工序是用手工作方式的,其特点是模样、砂箱及专用设备投资少,生产准备时间短,但铸件质量较差,劳动生产效率低,而且劳动强度大,因此主要用于单件、小批量生产。手工造型常用工

具如图 1-5 所示。

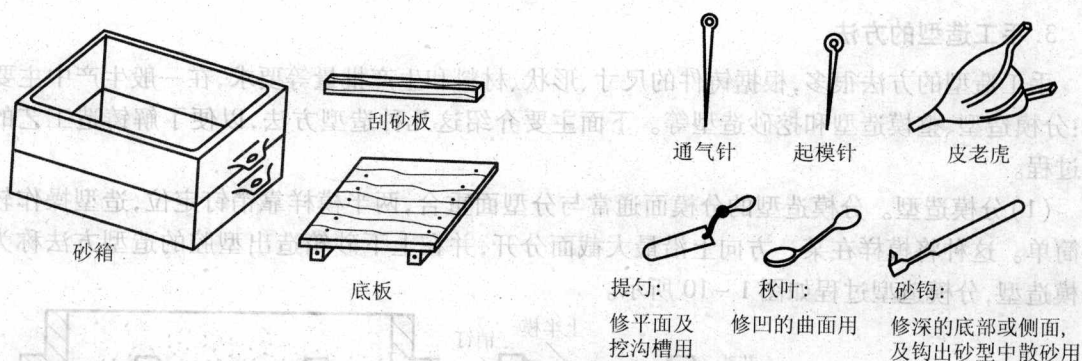


图 1-5 手工造型常用工具

2. 手工造型的基本过程

(1) 造上型。首先安放下砂箱于底板上，将模样大端朝下置于砂箱内的合适位置，然后分批加砂春实，春砂示意图如图 1-6 所示。

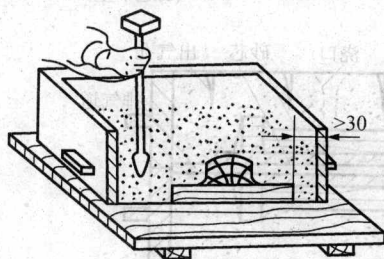


图 1-6 春砂示意图

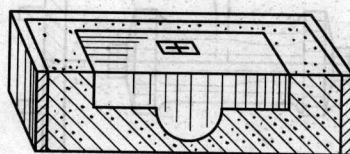


图 1-7 翻转下型

(2) 造下型。将造好的下型翻转(如图 1-7 所示)并在其上安放好上砂箱后，便可撒分型砂(撒分型砂的作用是防止上下型粘在一起而无法取出模样)，然后将模样放到适当位置再添砂紧实，刮平上砂箱后，并用浇口杯压模将浇口压实，最后在模样上方型砂处用通气针扎出气孔。

(3) 起模。打开铸型，将起模针插入模样重心部位，并用木棒在四个方向轻击起模针下部以使模样松动，此过程也称靠模，如图 1-8 所示。

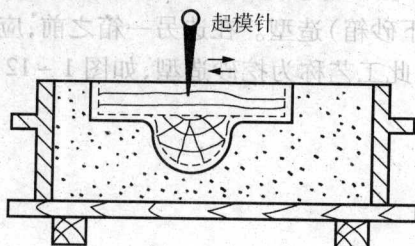


图 1-8 起模图

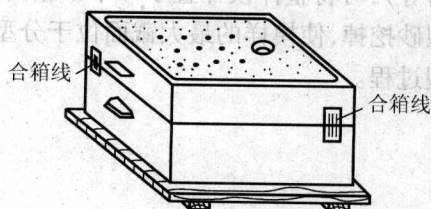


图 1-9 对正合箱线

(4) 下芯与合型。下芯前应仔细检查型芯尺寸，型芯排气道是否合乎要求。下芯时先找正位置再缓缓放入，并检查是否偏芯和有无散砂落入型腔内。用泥条填塞芯头与芯座的间隙，以防浇注时金属液从其间流出或堵塞型砂的排气道。合型前将型腔和浇注系统内的散砂吹净，合型时上型保持水平，对正合箱线(如图 1-9 所示)缓缓落下，然后用箱卡(或压铁)将上