

教育部规划教材
中等职业学校机械专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

金属加工常识

(第二版)

全国中等职业学校机械专业教材编写组 编
曹元俊 郭溪茗 主编



高等教育出版社

教育部规划教材
中等职业学校机械专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

金属加工常识

(第二版)

全国中等职业学校机械专业教材编写组 编
曹元俊 郭溪茗 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是教育部职业教育与成人教育司组织编写的全国中等职业学校机械类专业教材《金属加工常识》第二版,是教育部规划教材。

全书由十四章组成,主要内容有绪论,铸造,金属塑性加工,焊接与气割,金属切削加工的基础知识,车削加工,铣削加工,刨削、插削及拉削加工,磨削加工,镗削加工,钳工加工,机械加工工艺规程的制订,装配基础,其他加工简介等。

本书根据相关的中级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范,结合中等职业学校教学特点编写,可作为中等职业学校机械类专业教材,也可作为机械工人岗位培训教材及自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

金属加工常识/曹元俊,郭溪茗主编:全国中等职业学校机械专业教材编写组编.—2版.—北京:高等教育出版社,2007.7

ISBN 978-7-04-021032-3

I.金… II.①曹…②郭…③全… III.金属加工-专业学校-教材 IV.TG

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第076926号

策划编辑 王瑞丽 责任编辑 薛立华 封面设计 李卫青 责任绘图 朱 静
版式设计 王 莹 责任校对 殷 然 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京印刷集团有限责任公司印刷二厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 14.75
字 数 360 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>
版 次 1998年6月第1版
2007年7月第2版
印 次 2007年7月第1次印刷
定 价 19.90元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 21032-00

第二版前言

本书第一版自 1998 年出版发行以来,对中等职业学校的教学和企业工人的培训发挥了重要的作用,受到广大读者的欢迎。科学技术的发展和新的国家标准的相继颁布与实施,以及教学实践反映教材中有些内容偏多、偏深、偏难,需要对原教材中的有关内容和文、图、符号等进行调整和更新。

本次修订强调准确把握培养目标,充分体现“以素质为核心,以能力为基础”的教学模式,注重基础知识,注重联系实际,精心选材,全面构思。同时注意介绍新标准、新技术、新工艺,以扩大学生视野。

本次修订由曹元俊、郭溪茗担任主编,由郭溪茗执笔。

本书由高等教育出版社刘兴祥编审审阅,此外修订过程中还得到了十堰东风教育集团及所属汽车工业职业中等专业学校等单位的大力支持和帮助。在此谨表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在问题和不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见和建议。

编 者

2007 年 2 月

第一版前言

本书是国家教委职业技术教育司组织编写的全国中等职业学校机械类专业系列教材之一。本书在继承和发扬我国现行职业学校教材长处的基础上,广泛借鉴和吸取了国内外职业技术教育教材的先进经验,在内容和结构上作了较大的改革。它紧扣培养目标和等级要求,注重知识结构以及与其他教材的联系与衔接,其基础理论知识按照适应操作技能培养和今后继续进修,提高本职工作能力的需要来编写,体现了“以素质为核心,以能力为基础”的教学模式。本书也可作为职工培训和自学用书。

本教材有如下特点:

1. 比较全面而简明地介绍了从毛坯到产品的工艺过程及其加工方法。
2. 全书文字简练、形象直观、图文并茂、通俗易懂。
3. 注重练习。书中习题量较大,有利于读者复习、思考,扩展知识领域。
4. 对现代工业加工技术也作了粗略介绍,以适应日益发展的现代化建设的需要。

本教材根据教学计划的要求,所需总课时为 80 学时,其中第十二、十三章为选修内容。具体安排参见下表(仅供参考)。

章 次	名 称	学 时
	绪论	1
第一章	铸造	5
第二章	金属塑性加工	6
第三章	焊接与气割	4
第四章	金属切削加工的基础知识	4
第五章	车削加工	10
第六章	铣削加工	8
第七章	刨削、插削及拉削加工	3
第八章	磨削加工	6
第九章	镗削加工	3
第十章	钳工加工	8
第十一章	机械加工工艺规程的制订	8
第十二章	装配基础	6
第十三章	其他加工简介	8

全书共十三章,其中第一、二、三、十一、十二章由李启芳编写,第四、五、六、七、八、九、十章由郭溪茗编写,第十三章由曹元俊编写。全书由曹元俊主编,宋维哲、王敏负责审稿,邵玉冬、黄洁、

朱泉禄、王英杰等参加了有关章节的审稿。

《金属加工常识》一书的编写得到了湖北省教委职教处及职教研究中心、东风汽车公司教育培训部技术教育室等部门的大力支持和帮助,谨向他们表示衷心的感谢。

本书的编写力图有所创新,但由于主、客观条件所限,难免存在问题与不足,敬请读者批评指正,以利今后修订与补充。

编者

1997.6

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将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,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话:(010) 58581897/58581896/58581879

传 真:(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址:北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编:100011

购书请拨打电话:(010)58581118

目 录

绪论	1	第五节 铣削方法	96
第一章 铸造	2	复习思考题	108
第一节 概述	2	第七章 刨削、插削及拉削加工	109
第二节 砂型铸造	3	第一节 刨削加工	109
第三节 特种铸造	8	第二节 插削加工	115
第四节 铸件常见缺陷	11	第三节 拉削加工	118
复习思考题	12	复习思考题	120
第二章 金属塑性加工	14	第八章 磨削加工	121
第一节 概述	14	第一节 概述	121
第二节 金属的加热和锻件冷却	16	第二节 砂轮	122
第三节 自由锻造	18	第三节 外圆磨床及磨削加工	128
第四节 冲压	23	第四节 平面磨床及磨削加工	131
复习思考题	29	第五节 砂带磨削	134
第三章 焊接与气割	30	第六节 光整加工简介	135
第一节 概述	30	复习思考题	137
第二节 手工电弧焊	32	第九章 镗削加工	139
第三节 气割	38	第一节 概述	139
复习思考题	43	第二节 镗床	140
第四章 金属切削加工的基础知识	44	第三节 镗削方法	142
第一节 切削运动和切削用量	44	复习思考题	147
第二节 刀具材料及几何形状	46	第十章 钳工加工	148
第三节 金属切削过程的基本规律	49	第一节 划线	148
第四节 已加工表面质量	51	第二节 錾削	151
复习思考题	52	第三节 锯削	155
第五章 车削加工	54	第四节 锉削	159
第一节 概述	54	第五节 钻削	163
第二节 卧式车床	55	第六节 铰孔	165
第三节 车床附件及工件安装	61	第七节 攻螺纹和套螺纹	168
第四节 车削方法	67	第八节 刮削	171
复习思考题	84	复习思考题	174
第六章 铣削加工	85	第十一章 机械加工工艺规程的制订	175
第一节 概述	85	第一节 概述	175
第二节 铣床	86	第二节 定位基准的选择	178
第三节 铣床附件及工件安装	90	第三节 工艺路线的拟定	182
第四节 铣削用量及铣削方式	93	第四节 加工余量的确定	185
		第五节 工序尺寸及公差确定	190

第六节 制订工艺规程的步骤	194	复习思考题	215
复习思考题	201	第十三章 其他加工简介	217
第十二章 装配基础	203	第一节 电火花加工	217
第一节 概述	203	第二节 数控机床加工	219
第二节 保证装配精度的方法	207	第三节 柔性制造系统	223
第三节 装配尺寸链	208	复习思考题	226
第四节 典型部件的装配	212	参考文献	227

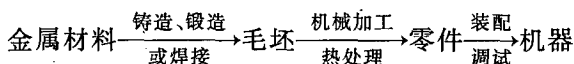
绪 论

机械制造业在国民经济建设中占有重要的地位,它为各部门提供各种机械设备。建国 50 多年来,我国的机械制造业取得了很大成就,已经形成了产品门类基本齐全、布局比较合理的机械制造业体系,不仅为国家经济建设提供了必要的机械设备,而且生产出了一批具有世界先进水平的机械产品。我国人造地球卫星的发射和准确回收,原子弹、氢弹、洲际弹道导弹的发射成功、载人航天飞船的成功发射和返回等,都与机械制造业的发展密切相关。

随着科学技术的进步,信息的交叉传递和迅速积累,企业之间的相互竞争,各种新材料、新工艺和新技术的不断涌现,机械制造业正向着高质量、高效率 and 低成本的方向发展。各种少切削、无切削加工新工艺的发展,已使越来越多的零件改变了传统的制造工艺,节省了大量金属材料,大幅度地提高了生产效率。微型计算机、数显和数控技术的推广应用,使工艺过程的自动化发展到一个崭新的阶段。不论什么生产类型,几乎都可以实现自动化或半自动化生产。我国的机械制造业正在自力更生的基础上,取人之长,补己之短,向着现代化的方向迅猛发展。

为了机械制造业的发展,必须对技术工人进行全方位的技术培训,使他们不但掌握本工种的各理论知识 and 操作技能,而且还熟悉其他工种的相关知识和操作技能,以适应实际工作的需要。

任何机器或部件都是由许多零件按一定的设计和工艺要求制造和装配而成。机械制造过程一般如下:



“金属加工常识”是机械类专业的一门综合性工艺基础技术课程。本书针对产品的生产工艺过程比较全面而浅显地介绍了有关知识和方法,以便开阔眼界,扩大视野,熟悉并掌握较多的基本理论知识和操作技能。通过学习,能初步地、完整地了解金属材料热加工和冷加工的主要加工方法、工艺特点、工艺过程及产品的装配等基础知识,明确其他知识与本专业知识的相作用,以增强对实际工作的适应性。

学习本课程的基本要求是:

- 1) 了解毛坯制造、零件加工的主要加工方法、工艺特点等基础知识;
- 2) 了解各工种主要设备(包括附件、工具)的基本原理和使用范围;
- 3) 掌握选择毛坯制造及零件切削加工的基本方法;
- 4) 能够对常见的典型零件确定其合理的机械加工工艺过程;
- 5) 概要了解典型部件的装配方法。

“金属加工常识”是一门与生产实践密切相关的课程,它是进行生产实习所必需的基础知识和理论指导。学习本课程应坚持理论联系实际,重视生产实习、试验和参观,不断培养和提高分析和解决生产实际问题的能力。

第一章 铸 造

铸造是制造机器零件毛坯的一种金属液态成形方法。铸造生产在整个机械制造业中是不可缺少的。在一般机械中,铸件占整个机械质量的40%~90%;在机床中占70%~90%;在农用机械中占40%~70%。铸造生产在工业生产中得到广泛的应用。

第一节 概 述

一、基本概念

铸造是指熔炼金属,制造铸型,并将熔融金属浇入铸型,待凝固冷却后获得一定形状、尺寸和性能铸件的成形方法。

铸件是指将熔融金属注入铸型,凝固后得到的一定形状和性能的金属件。

铸造工艺是指应用铸造有关理论和系统知识,通过金属熔炼、浇注、凝固与补缩、造型材料制备、造型造芯技术等,达到优质高效的铸件生产。

二、铸造生产工艺流程简介

图1-1所示为铸件生产的一般工艺流程。

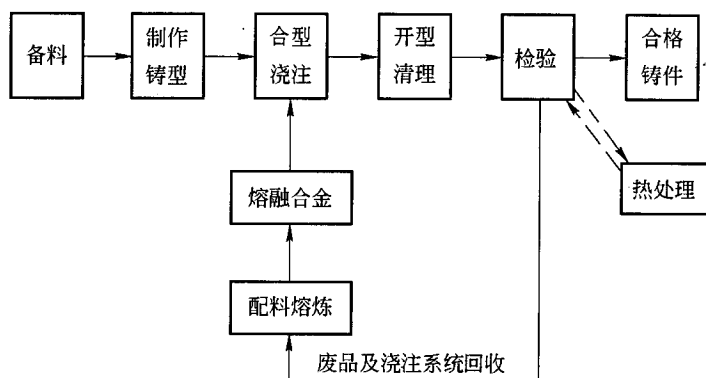


图1-1 铸造生产的一般工艺流程

三、铸造生产的优点

- 1) 可制成形状复杂(包括内外腔)的铸件,如箱体、床身、机座等。
- 2) 适应性强,工业生产中常用的金属材料都可以用来铸造。目前,部分高分子材料、陶瓷材料等零件也可以采用铸造生产。铸件的质量可从几克到数百吨,壁厚可从0.5毫米到1 000毫米,轮廓尺寸可从几毫米到十几米。

3) 成本低廉,原材料来源广泛,并可利用废料回炉熔炼,其工艺设备投资较少。

4) 铸件的形状及尺寸与零件接近,因而可节约金属材料,减少了切削加工的工作量。

但目前铸造生产还存在一些问题,如力学性能较差、工序多、有些工艺过程难以控制、质量不稳定、废品率较高等。随着科学技术的进步,这些缺点正在逐步得到改善。

四、铸造的分类

铸造按生产方法的不同,可分为砂型铸造和特种铸造(见本章第二、三节)。

第二节 砂型铸造

砂型铸造是用型砂紧实成形的铸造方法。砂型铸造是最常用的铸造方法,目前约占铸件总生产量的 80% 以上。其生产工艺流程如图 1-2 所示。

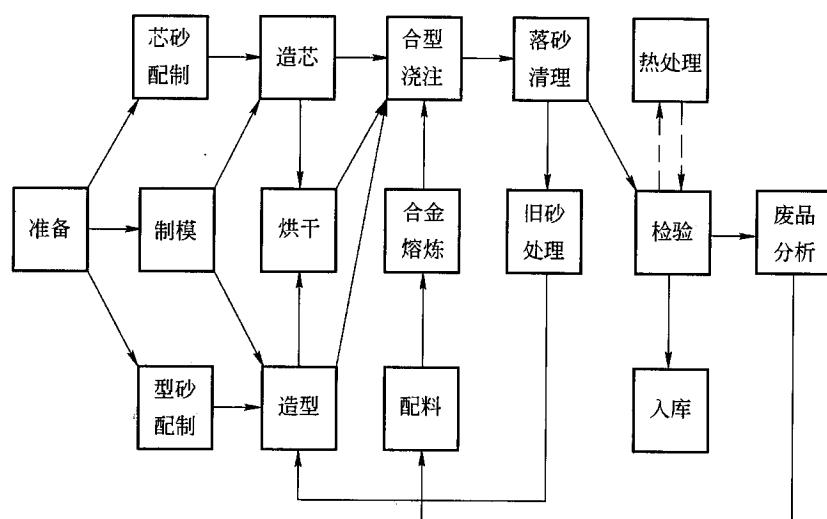


图 1-2 砂型铸造生产工艺流程示意图

在砂型铸造中,型(芯)砂的合理选用,可提高铸件的质量,降低生产成本。

一、型(芯)砂应具备的性能

1. 强度

强度是指型(芯)砂抵抗外力破坏的能力。足够的强度可克服塌箱、冲砂和砂眼等缺陷,保证砂型不受损坏。

2. 透气性

透气性是指紧实砂样的孔隙度。型砂应具备良好的透气性,否则,易使铸件产生气孔等缺陷。

3. 韧性

韧性是指型(芯)砂吸收塑性变形能量的能力。韧性差的型(芯)砂在造型、起模(脱芯)时,砂型(芯)易损坏。

4. 耐火性

耐火性是指型(芯)砂在高温金属液的作用下不熔融、软化和烧结的性能。型(芯)砂耐火性能不足容易使铸件产生粘砂等缺陷。

5. 退让性

退让性是指型(芯)砂具有随着铸件的冷却收缩而被压缩其体积的性能。型(芯)砂退让性不好,容易使铸件产生变形和开裂。

此外,还须考虑到型(芯)砂的耐用性、发气性、落砂性和溃散性等。

二、型(芯)砂及其分类

1. 型(芯)砂

型(芯)砂是指按一定比例配合的造型材料,经过混制,符合造型(芯)要求的混合料。

2. 型砂的分类

型砂根据其所起的作用不同,可分为面砂、背砂(填充砂)和单一砂等。

面砂 特殊配制的在造型时与模样接触的一层型砂。其质量要求较严格。

背砂 在模样上覆盖面砂之后,填充砂箱用的型砂。其质量要求不太高。

单一砂 不分面砂和背砂的型砂。主要用于机器造型。

在铸造过程中,型芯处于金属溶液的包围之中,所处环境比型砂恶劣,因此芯砂应具有更高的强度、耐火性、透气性和退让性。

三、砂型铸造生产的基本操作过程

1. 型(芯)砂的制备

型(芯)砂的制备是根据工艺要求对造型(芯)用砂进行配料和混制的过程,包括对原砂的烘干和对旧砂的处理。型(芯)砂是由原砂(SiO_2)、粘结剂(多用粘土和膨润土,有时也用水玻璃、植物油、树脂等)、附加物(煤粉或木屑等)、旧砂和水组成,其制备过程如图1-3所示。

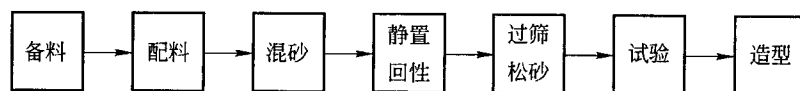


图 1-3 型(芯)砂的制备过程

2. 制造模样和芯盒

模样是由木材、金属或其他材料制成的用来形成铸型型腔的工艺装备。其轮廓与零件相似,又称铸模或模。芯盒是制造砂芯或其他种类耐火材料芯所用的装备。其内腔与芯子的形状和尺寸相同。

3. 造型

造型是用型砂及模样等工艺装备制造铸型的过程。通常可分为手工造型和机器造型两大类。目前,单件小批生产的铸件,大部分是采用手工造型。

下面介绍手工造型。

(1) 手工造型常用的工具及作用

手工造型常用的工具如图1-4所示。

铁铲(图1-4a) 用来拌和型砂,铲起型砂送入砂箱内,也可用来挖掘造型坑,松散地面上



图 1-4 手工造型常用工具

的型砂等。

筛子(图 1-4b) 常用长方形筛子筛分和松散型砂等。用圆形筛子将面砂筛到模样上面。

砂春(图 1-4c) 用于春实型砂。

刮板 当型砂春实后,用刮板刮去高出砂箱的型砂。

通气针(图 1-4d) 用来在砂型中扎出通气的孔眼。

起模针和起模钉(图 1-4e) 用于起出模样。

掸笔(图 1-4f) 用来湿润模样边缘的型砂等。

排笔(图 1-4g) 用来扫除模样上的分型砂,对型腔和砂芯表面涂刷涂料。

粉袋(图 1-4h) 用于将石墨粉(或炭粉)抖敷在湿型型腔表面,防止粘砂。

皮老虎(图 1-4i) 用来吹去散落在型腔内的型砂。

镘刀(图 1-4j) 用来修整砂型(芯)的较大平面。

提钩(图 1-4k) 用于修理砂型(芯)中深而窄的底面和侧壁,提出散落在型腔深窄处的型砂等。

半圆(图 1-4l) 用来修整垂直弧形的内壁和它的底面。

成形镘刀(图 1-4m) 用来修整光平砂型型腔的内外圆角、方角、圆弧和弧形面等。

压勺(图 1-4n) 用来修整砂型型腔的较小平面,开设浇口等。

双头铜勺(图 1-4o) 用来修整砂型型腔的曲面或窄小凹面。

(2) 手工造型的基本操作过程

手工造型的方法很多,但它们的基本操作过程是类似的。现以轴盖铸件为例,介绍整模造型的基本操作方法。

整模造型的操作顺序如图 1-5 所示。

造型准备工作 包括根据铸造工艺要求准备模样、芯盒及所需工具,清整好工作场地,准备型砂,选用砂箱。

安放平板、模样 将模样安放在造型平板的适当位置,如图 1-5 中 1 所示。

安放砂箱 套上下砂箱,若模样粘砂,可撒一层防粘模材料,如图 1-5 中 2 所示。

填砂和紧实 在放好的模样上筛上一层面砂,将模样盖住,如图 1-5 中 3 所示。

在面砂上面加背砂,用砂春将分批填入的型砂逐层春实,如图 1-5 中 4、5、6 所示。

图 1-5 中 7 所示为用刮板刮去多余的型砂。

修整和翻型 刮去砂型上面多余的背砂后,使其表面与砂箱四边平齐,再用通气针扎出分布均匀、深浅适当的出气孔,如图 1-5 中 8 所示。

将已造好的砂型翻转 180° ,如图 1-5 中 9 所示。

修整分型面 用镘刀将分型面模样周围的砂型表面压光修平,撒上一层分型砂,再用皮老虎吹去落在模样上的分型砂,如图 1-5 中 10、11 所示。

放置上砂箱及撒防粘模材料 如图 1-5 中 12 所示。

填充和紧实 放置浇注系统模样,并用面砂固定它们的位置,如图 1-5 中 13 所示。

填砂和春砂操作与下砂型相同,如图 1-5 中 14、15、16 所示。

修整上砂箱型面及开型 先用刮板刮去多余背砂,使砂型表面与砂箱四边平齐,再用镘刀光平浇冒口处的型砂,如图 1-5 中 17 所示。

用通气针扎出气孔,取出浇注系统模样,在直浇道上端开挖浇口盆,如图 1-5 中 18 所示。

做出定位记号,再取去上砂型,将上砂型翻转 180° 后放平,如图 1-5 中 19 所示。

修整分型面 扫除分型面上的分型砂,用掸笔润湿靠近模样周围处的型砂,准备起模,如图 1-5 中 20 所示。

敲模和起模 将模样向四周轻轻松动,再用起模针或起模钉将模样从砂型中起出,如图 1-5 中 21 所示。

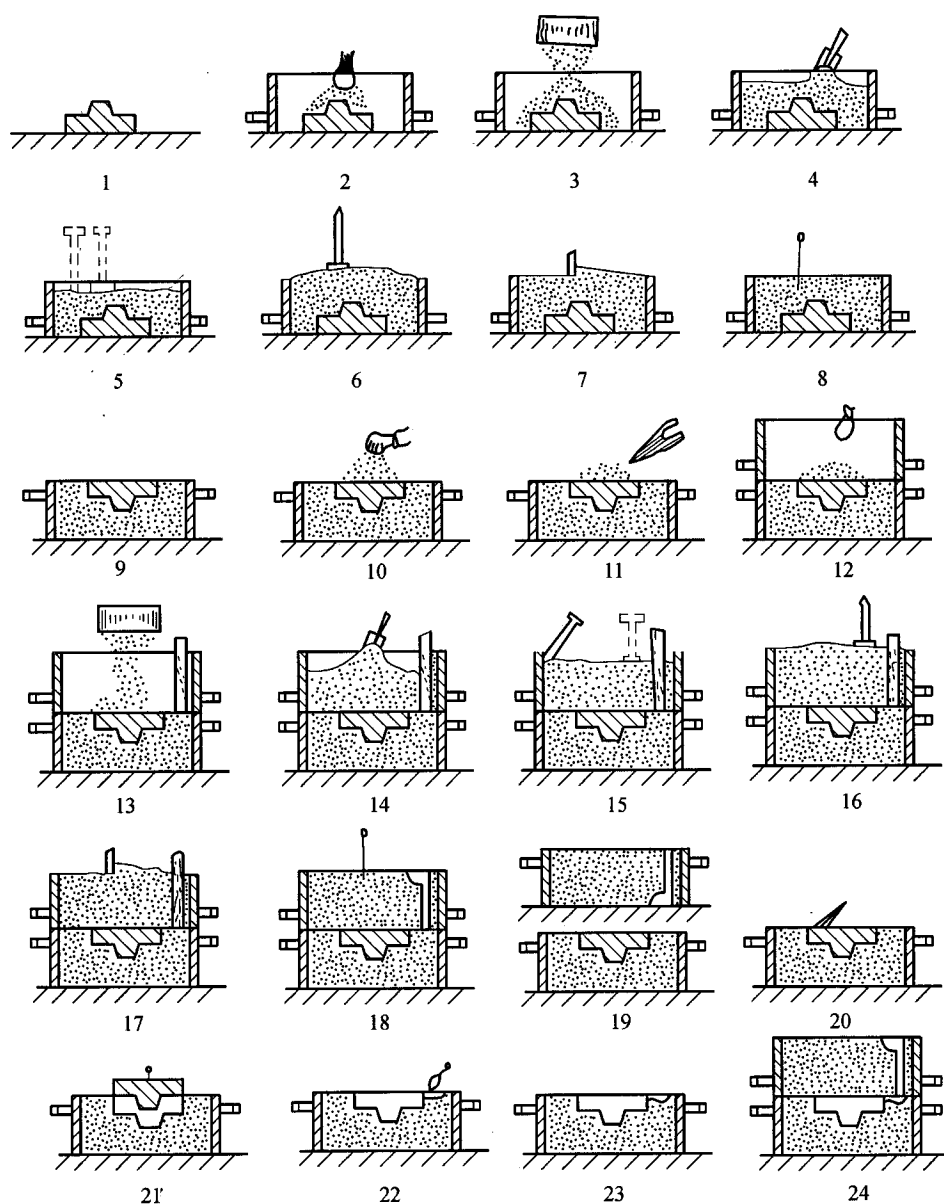


图 1-5 整模造型的操作顺序

修型 先开挖浇注系统的横浇道和内浇道,如图 1-5 中 22 所示,并修光浇注系统表面。

将砂型型腔损坏处修好,最后修整光平全部型腔表面,如图 1-5 中 23 所示。

合型 按定位标记将上砂型合在下砂型上,放置适当重量的压铁,抹好箱缝,准备浇注。合型后的砂型如图 1-5 中 24 所示。

铸件浇注后保温一段时间,需从砂型中取出。图 1-6 所示为带浇注系统的轴盖铸件。

4. 浇注

浇注是指将熔融金属从浇包注入铸型的操作。

经浇注、凝固和冷却后能否获得外形完整、尺寸准确、轮廓清晰、组织致密的健全铸件,这些都受金属的铸造性能所影响。金属的铸造性能主要有流动性和收缩性等。金属的流动性愈好,液态金属填充铸型的能力愈强,愈易浇注出轮廓清晰、薄而复杂的铸件。收缩性是铸件中各种缺陷(如缩孔、缩松、裂纹、变形、残余内应力等)产生的基本原因,因此在设计时必须加以注意。

浇注前,应把浇包中液态金属表面上的浮渣去掉。浇注过程中,应把握好浇注温度和速度,不允许断流浇注和飞溅。常见的浇包如图1-7所示。图1-8所示为浇注系统。

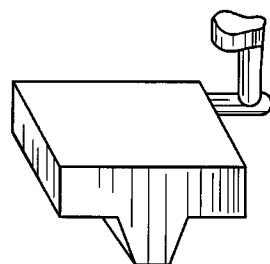


图1-6 带浇注系统的轴盖铸件

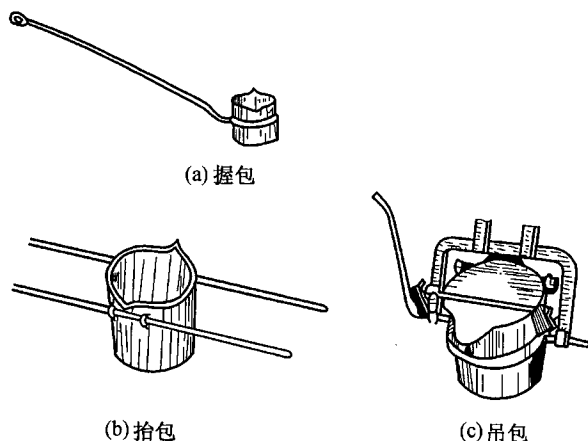


图1-7 常用的浇包

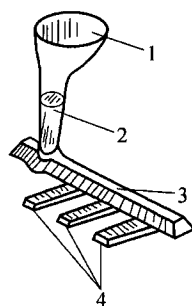


图1-8 浇注系统

1—浇口盆; 2—直浇道; 3—横浇道; 4—内浇道

5. 落砂和清理

落砂是用手工或机械使铸件和型砂、砂箱分开的操作。

清理是落砂后从铸件上清除表面粘砂、型砂、多余金属(包括浇注系统、飞翅和氧化皮)等过程的总称。

用落砂机与铸型之间的振动撞击实现落砂,是铸造生产应用最普遍的落砂方法。

铸件清理的工序及方法可根据铸件的材料特点、复杂程度、批量大小、技术要求以及铸造车间的规模等选定。一般采用各种清理机械和手工清理工具,如可用清砂滚筒、喷砂器和喷丸器等对铸件表面的粘砂予以清理,用铁锤、气割、锯割等去除铸件上的浇注系统等,用镊子、砂轮机、风铲等去除铸件毛刺等。

第三节 特种铸造

特种铸造是有别于砂型铸造工艺的其他铸造方法。它可以提高铸件质量及劳动生产率,改善劳动条件和降低成本。下面介绍几种常见的特种铸造方法。