

★ 服务热线: 400-615-1233
★ 配套精品教学资料包
★ www.huatengedu.com.cn



策划编辑: 马子涵
责任编辑: 马子涵
封面设计: 刘文东



定价: 59.80元

金工实训
(第2版)

主编 王飞

北京邮电大学出版社



X-B



“十四五” 职业教育国家规划教材



- > 工艺知识和操作内容深度融合
- > 实训任务明确, 操作性强
- > 新增3D打印技术和激光加工模块



主编 王飞
主审 孙爽

金工实训

JINGONG SHIXUN

(第2版)



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



“十四五”职业教育国家规划教材



主 编 王 飞
副主编 张世龙 胡文泉
主 审 孙 爽

金工实训

JINGONG SHIXUN

(第2版)



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书力求面向实践教学,培养学生的工程素质和实践能力,内容简单易学,可操作性强。全书包括铸造、锻压、焊接、热处理、车工、钳工、铣工、刨工、磨工、数控车床加工、数控铣床及加工中心加工、电火花加工、3D 打印技术、激光加工和金工实训综合制作共十五个模块。

本书可作为高等职业院校机械类专业的实训教材,还可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

金工实训/王飞主编. -- 2 版. -- 北京:北京邮电大学出版社, 2021. 4(2024. 1 重印)

ISBN 978-7-5635-6352-4

I. ①金… II. ①王… III. ①金属加工—实习—高等教育—教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 056116 号

策划编辑: 马子涵 责任编辑: 马子涵 封面设计: 刘文东

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码: 100876

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt. edu. cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市龙大印装有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 21. 5 插页 1

字 数: 445 千字

版 次: 2021 年 4 月第 2 版

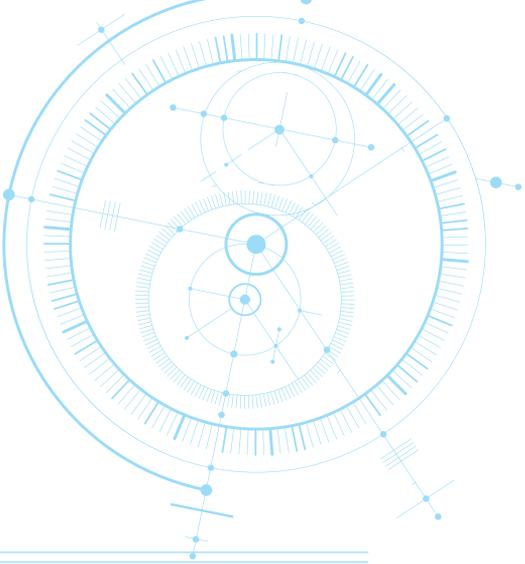
印 次: 2024 年 1 月第 5 次印刷

ISBN 978-7-5635-6352-4

定 价: 59. 80 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

服务电话:400-615-1233



Preface 第2版前言

《金工实训》第1版自2012年5月出版以来,深受各大院校的欢迎。鉴于此,编者经过充分调研,为了贯彻落实党的二十大精神,增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”,全面推进习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的二十大精神融入教材,在“十四五”开局之年,为推进教材、教法改革,服务于人才培养计划,及时将产业发展的新技术、新材料、新工艺、新规范纳入教材中,围绕“互联网+”职业教育发展等需求进行第2版修订。在保持原教材基本内容和风格的基础之上,编者做了如下修改。

(1) 工艺知识部分力求语言简明,通俗易懂,内容精练,插图清晰。**工艺知识和操作内容深度融合**,使得工艺知识更好地服务于实际操作,提升内容的实用性。

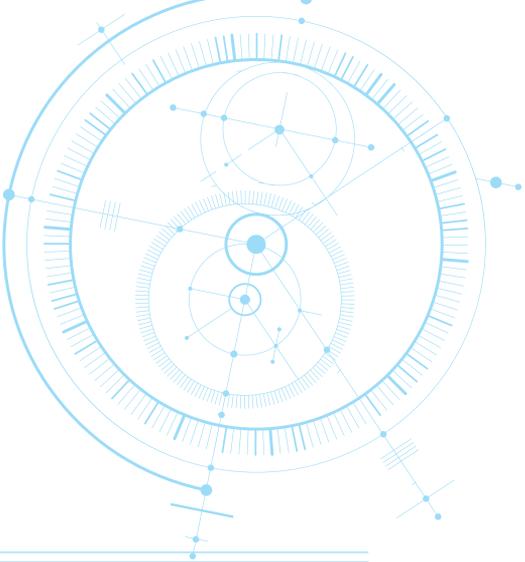
(2) **实训任务内容明确,操作性强**,并在焊接模块中增加了实训任务,帮助学生了解更多的焊接方式和焊接工艺。

(3) 随着科学技术的发展,新技术、新工艺在工业中广泛应用,学校的教学内容也在逐步更新,本书**增加了3D打印技术和激光加工两个模块**。

本书由天津职业技术师范大学王飞任主编,张世龙、胡文泉任副主编,杨全利、郝旭伟、张文智、马军、杨孔平、张丛参与编写。具体编写分工如下:模块一、模块六由胡文泉编写,模块二、模块十五由杨全利编写,模块三、模块十三由郝旭伟编写,模块四由张世龙编写,模块五、模块十一由王飞编写,模块七、模块八由张文智编写,模块九、模块十二由马军编写,模块十由杨孔平编写,模块十四由张丛编写。

限于编者的水平和经验,书中难免有欠妥和疏漏之处,敬请广大读者批评指正,以便进一步修正和完善。

编者



Preface 第1版前言

“金工实训”是工科专业学生必修的一门技术基础课。该课程以实践教学为主,旨在使学生通过实践操作初步掌握毛坯的制造方法,了解常见零件的加工工艺,熟悉所用设备的构造、原理和使用方法等,为后续专业课程的学习提供工程背景知识。

为了激发学生的学习兴趣,提高学生的实际动手能力,本书以模块化形式进行编写,每个模块内容都由具体实训任务引入,在介绍基本知识的基础上讲解实训操作并给出实训结果的评价标准。本书还设计了综合实训项目,让学生利用所学的技能完成各种零件的加工,以进一步巩固本课程所学的知识及技能,为日后深入学习打下坚实的实践基础。

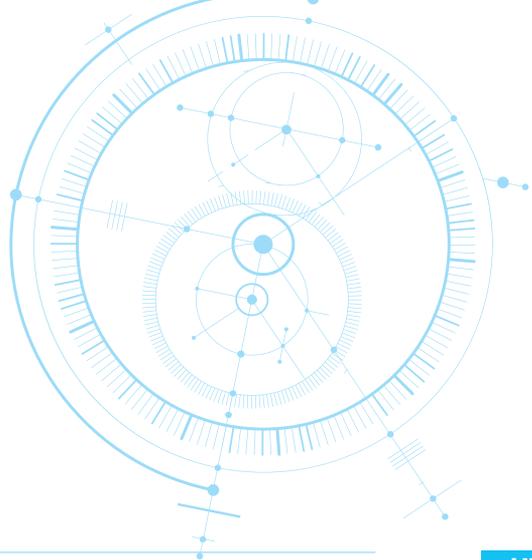
本书包括铸造、锻压、焊接、热处理、车工、钳工、铣工、刨工、磨工、数控车床加工、数控铣床及加工中心加工、电火花加工和金工实训综合项目制作共十三个模块。每个模块以实训操作为主,以具体的实训内容作为主线,内容简单、易学,可操作性强。

本书由天津职业技术师范大学王飞任主编,张世龙高级实验师、胡文泉高级实验师,湖南化工职业技术学院聂辉文副教授、武汉工程职业技术学院周利军任副主编。编写分工如下:模块一、模块三由胡文泉编写,模块二由杨全利编写,模块四由张世龙编写,模块五、模块十一由王飞编写,模块六和模块七由周利军编写,模块八由聂辉文编写,模块九、模块十二由马军编写,模块十由张文智编写,模块十三由聂俊红编写。全书由孙爽教授主审。

本书在编写过程中参考了同类优秀教材的相关内容,在此对相关作者表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请广大读者批评、指正。

编者



Contents 目 录

模块一	铸造	1
	实训一 砂箱造型·····	2
	实训二 金属的熔炼与浇注·····	14
模块二	锻压	19
	实训一 自由锻造·····	19
	实训二 板料冲压·····	30
模块三	焊接	37
课题一	电弧焊 ·····	38
	实训一 焊条电弧焊·····	38
	实训二 钨极氩弧焊·····	48
	实训三 熔化极气体保护焊·····	56
课题二	气焊与气割 ·····	64
	实训一 气焊·····	65
	实训二 气割·····	69
模块四	热处理	73
	实训一 钢的普通热处理·····	74
	实训二 钢的表面热处理·····	79
模块五	车工	84
课题一	车床的基本操作 ·····	85
	实训一 操作车床·····	85
	实训二 装夹工件·····	91
	实训三 安装车刀·····	96
课题二	车削加工 ·····	104
	实训一 车削端面·····	104





实训二	车削外圆与台阶	107
实训三	切槽与切断	112
实训四	内孔加工	115
实训五	车削圆锥	118
实训六	车削成形面及滚花	123
实训七	车削螺纹	126

模块六 钳工 131

实训一	划线	131
实训二	锯削	137
实训三	锉削	141
实训四	钻孔、扩孔、铰孔和铰孔	149
实训五	攻螺纹	160
实训六	套螺纹	164
实训七	刮削	167
实训八	装配	172

模块七 铣工 178

课题一	铣床的基本操作	179
实训一	操作铣床	179
实训二	装夹工件和刀具	184
课题二	铣削加工	190
实训一	铣平面	190
实训二	铣沟槽	195

模块八 刨工 200

课题一	刨床的基本操作	201
实训一	操作刨床	201
实训二	装夹刨刀和工件	205
课题二	刨削加工	208
实训一	刨削平面	208
实训二	刨削沟槽	210

模块九 磨工 213

课题一	磨床的基本操作	213
实训一	操作磨床	214
实训二	砂轮的安转	219



课题二	磨削加工	222
实训一	磨削外圆	222
实训二	磨削平面	225
模块十	数控车床加工	229
课题一	数控车床的基本操作	229
实训一	操作数控车床	229
实训二	确定数控车床工件坐标系	234
课题二	数控车床程序编辑及自动加工工件	238
实训一	数控车床程序的编辑	238
实训二	使用数控车床自动加工工件	252
模块十一	数控铣床及加工中心加工	255
课题一	数控加工中心的基本操作	255
实训一	操作加工中心	255
实训二	确定加工中心工件坐标系	267
课题二	加工中心的程序编辑及自动加工	271
实训一	加工中心的程序编辑	272
实训二	加工中心的自动加工	284
模块十二	电火花加工	287
课题一	电火花成形加工	287
实训一	操作电火花成形机床	288
实训二	电火花成形零件加工	290
课题二	电火花线切割加工	294
实训一	操作电火花线切割机床	294
实训二	线切割零件加工	297
模块十三	3D 打印技术	305
实训	熔丝沉积成形技术	305
模块十四	激光加工	311
课题一	激光切割	311
实训一	操作激光切割机	311
实训二	激光切割零件加工	315
课题二	激光打标	320





实训 激光打标加工 320

模块十五 金工实训综合制作 325

实训一 底板的加工 325

实训二 固定钳口的加工 327

实训三 活动钳口的加工 328

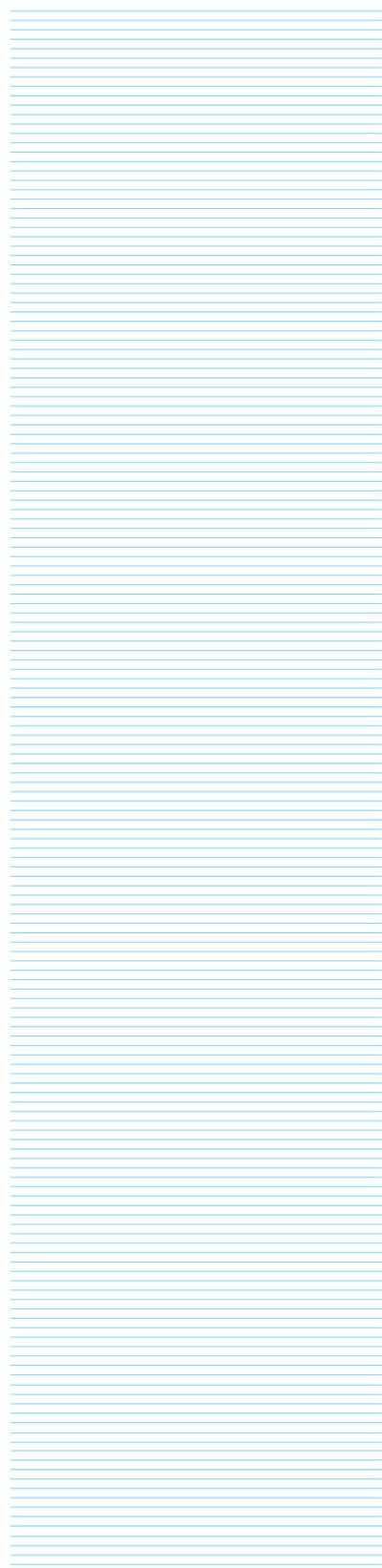
实训四 活动螺母的加工 330

实训五 固定螺母的加工 331

实训六 丝杠的加工 333

实训七 平口钳的装配 334

参考文献 336



模块

铸 造

铸造是将液态合金在自重或压力作用下浇注到与零件的形状、尺寸相适应的铸型空腔中,待其冷却凝固,以获得零件和毛坯的生产方法。铸造获得的零件和毛坯称为铸件。铸件在机械制造业中应用极其广泛,一般需经机械加工后才能使用。铸造成型的方法很多,主要分为砂型铸造和特种铸造。

砂型铸造是利用砂型生产铸件的方法,是应用最广泛的一种方法,其所铸铸件约占铸件总产量的 80% 以上。砂型铸造主要分为砂箱造型和金属的熔炼与浇注两个过程,砂型铸造的工艺流程如图 1-1 所示。齿轮毛坯的砂型铸造工艺如图 1-2 所示。

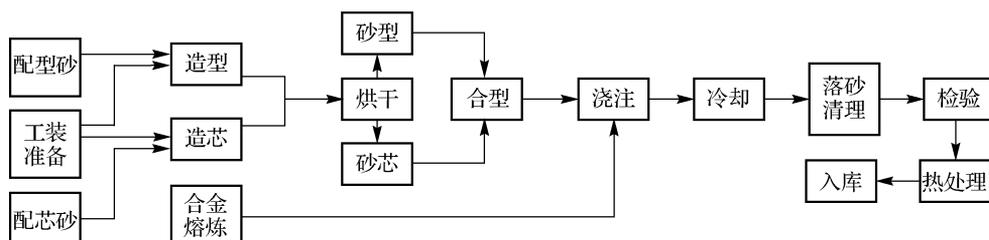


图 1-1 砂型铸造的工艺流程

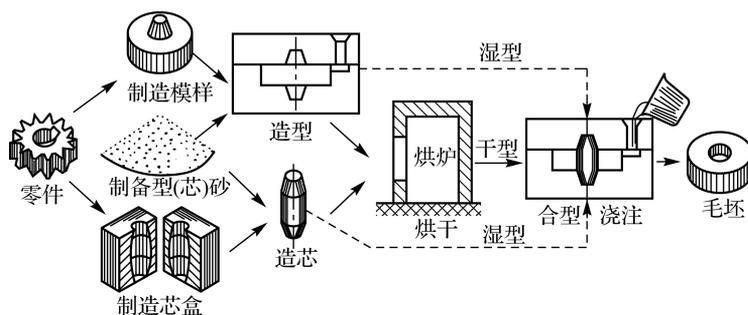


图 1-2 齿轮毛坯的砂型铸造工艺





实训一 砂箱造型



知识目标

- 了解铸造造型材料与工艺装备;
- 掌握常用的手工造型方法。



技能目标

- 能独立完成造型、造芯等操作。

一、实训内容

轴承盖砂型铸造操作训练。

二、工艺知识

1. 砂箱造型的种类

砂箱造型是铸件生产过程中最复杂、最主要的工序,对铸件的质量影响极大。合型后的砂型,其各部分名称如图 1-3 所示。实际生产中,由于铸件的大小、形状、材料、批量和生产条件的不同,需采用不同的造型方法。造型方法可分为手工造型和机器造型两大类,其中手工造型按起模特点可分为整模造型、分模造型、活块造型、挖砂造型和假箱造型等。

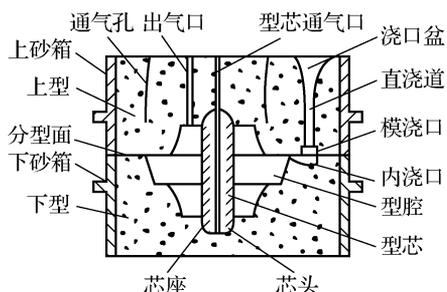


图 1-3 砂型各部分名称

1) 整模造型

模样是整体的,铸型的型腔一般只在下砂箱。整模造型适用于制造形状简单的铸件,铸件上通常

有一个较大的平面,造型时整个模样能从分型面上方便地取出。

2) 分模造型

铸件的最大截面不在端部而在中部,故而木模沿最大截面分成两半。分模造型操作较简单,适用于形状较复杂的铸件,特别是广泛用于有孔的铸件,即带有型芯的铸件,如套筒、水管、阀体、箱体、曲轴以及立柱等。

3) 活块造型

将模样上阻碍起模的部分做成可与主体脱离的活块,活块一般用销子或燕尾榫与模样主体连接,取模时,先取出模样主体,再取出活块。活块造型生产率低,对操作者的技术要求高,只适合于单件生产。

4) 挖砂造型

当铸件的分型面为曲面且模样又不易分开制造时,可将模样整体置于一个砂箱内造型,通常为下砂箱。挖砂造型时一定要挖到模样最大截面处,将下型中阻碍起模的砂型全部挖掉。挖砂造型生产率低,对操作者的技术要求高,只适用



动画

整体模造型



动画

活块造型



动画

挖砂造型



于单件生产。

5) 假箱造型

当生产批量大时,可用模板代替平面底板,将模样放置在模板上造型,从而省去挖砂操作。如生产批量不大,可用黏土含量较多的型砂制作一个高紧实的砂质模板作为底板,称为假箱。

2. 型(芯)砂

制造铸型的造型材料称为型砂,制造型芯的造型材料称为芯砂。型(芯)砂质量对铸件质量的影响很大,其质量不好会使铸件产生气孔、砂眼、粘砂等缺陷,因此必须严格控制型(芯)砂的性能。

1) 型(芯)砂应具备的性能

(1) 强度。型(芯)砂抵抗外力破坏的能力称为强度。如果型(芯)砂的强度不够,那么在生产过程中铸型易损坏,会使铸件产生砂眼、冲砂、夹砂等缺陷;如果型(芯)砂的强度高,那么会使其透气性和退让性降低。型砂中黏土的含量越高,型砂的紧实度越高;砂粒越细,强度就越高。此外,含水量对型(芯)砂的强度也有很大影响,含水量过多或过少均可使其强度降低。

(2) 透气性。型(芯)砂应具备让气体通过和使气体顺利逸出的能力,这个能力称为透气性。型(芯)砂透气性不好,则易在铸件内形成气孔,甚至产生浇不足现象。砂粒越粗大、均匀,且为圆形,砂粒间孔隙就越大,透气性就越好。随着黏土含量的增加,型砂的透气性通常会降低;但黏土含量对透气性的影响与水分的含量密切相关,只有含适量的水分,型砂的透气性才能达到最大值。型砂紧实度增大,砂粒间孔隙就减少,则其透气性降低。

(3) 耐火性。型(芯)砂在高温作用下不熔化、不烧结、不软化、保持原有性能的能力称为耐火性。耐火性差的型(芯)砂易被高温熔化而产生粘砂等缺陷。原砂中的 SiO_2 含量越高,杂质越少,则耐火性越好;砂粒越粗,其耐火性越好,圆形砂粒的耐火性比较好。

(4) 退让性。在铸件冷却收缩时,型(芯)砂能相应地被压缩变形而不阻碍铸件收缩的性能称为型(芯)砂的退让性。型(芯)砂的退让性差,易使铸件产生内应力、变形或裂纹等缺陷。含有无机黏结剂的型(芯)砂高温时发生烧结,退让性差;含有有机黏结剂的型(芯)砂退让性较好。为了提高型(芯)砂的退让性,可加入少量木屑等附加物。

此外,芯砂在浇注后处于金属液的包围中,工作条件差,除应具有上述性能外,还必须具有较低的吸湿性、较小的发气性、良好的溃散性(也称为落砂性)等。

2) 型(芯)砂的组成

型(芯)砂的性能与其组成原料有关。一般型(芯)砂由原砂、黏结剂、附加物、水及涂料等按一定配比混制而成。

(1) 原砂。只有符合一定技术要求的天然矿砂才能作为铸造用砂,这种天然矿砂称为原砂。天然硅砂因资源丰富,价格便宜,是铸造生产中应用最广的原砂,它含有质量分数占 85% 以上的 SiO_2 和少量其他成分等。

(2) 黏结剂。砂粒之间是松散的,且没有黏结力,显然不能形成具有一定形状的整体。在铸造生产过程中,须用黏结剂把砂粒黏结在一起,制成砂型或型芯。铸造用黏结剂种类较多,按照黏结剂的不同,型(芯)砂可分为黏土砂、水玻璃砂、树脂砂、植物油砂和合脂砂等。在砂型铸造中,所用黏结剂大多为黏土。黏土分普通黏土和膨润土。

(3) 附加物。为了改善型(芯)砂的某些性能而加入的材料称为附加物。型砂中常加入的附加物有煤粉、锯屑等。在一些中小型铸铁件的湿砂型中常加入煤粉,煤粉的作用是在高





温液态金属作用下燃烧形成气膜,以隔绝液态金属与铸型内腔的直接作用,防止铸件粘砂,使铸件表面光洁。加入锯屑能改善型砂的退让性和透气性。

(4)水。黏土砂中的水分对型砂性能和铸件质量影响极大。黏土只有被水湿润后,其黏性才会发生作用。在原砂和黏土中加入一定量的水混合后,砂粒表面会包上一层黏土膜,经紧实后会使得型砂具有一定的强度和透气性。水分过多,容易形成黏土浆,使砂型强度和透气性下降;水分太少,则砂型干而脆,使塑性下降。

(5)涂料。为提高铸件表面质量,可在砂型或型芯表面涂上涂料。如在铸件的湿砂型上,可用石墨粉喷洒在砂型或型芯表面上;在干砂型上,用石墨粉加少量黏土的水涂料涂刷在型腔表面上即可。

3)型(芯)砂的处理和制备

铸造合金不同、铸件大小不同,对型(芯)砂的性能要求也不同。为了保证型(芯)砂的性能要求,型(芯)砂应选用不同材料,按不同的比例配置。配置好的型(芯)砂的性能可用专门的仪器来测定,也可以凭经验手测。型(芯)砂可用手感法检验,如图 1-4 所示,用手捏一把型(芯)砂,感到柔软、容易变形、不黏手,掰断时不粉碎,说明型(芯)砂性能合格。型(芯)砂湿度适当时,可用手捏成砂团,如图 1-4(a)所示;手放开时可看出清晰的手纹,如图 1-4(b)所示;折断时断面没有碎裂状,有足够的强度,如图 1-4(c)所示。

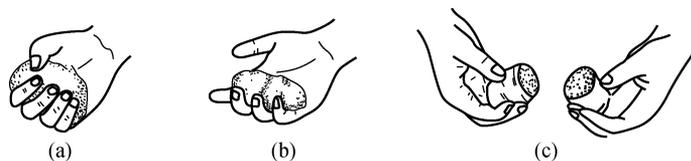


图 1-4 用手感法检验型(芯)砂

3. 砂型制造的工模具

1) 模样和芯盒

模样是由木材、金属或其他材料制成,用来形成铸型型腔的工艺装备。图 1-5 所示为常见模样的种类。其中,模板一般多用于机器造型。



图 1-5 常见模样的种类

芯盒是制造型芯或其他种类耐火材料芯的装备,一般为木制。图 1-6 所示为常见芯盒的种类,整体式芯盒用于制作形状简单的型芯,分开式芯盒用于制作圆柱、圆锥等回转体及形状对称的型芯,可拆式芯盒用于制作形状复杂的型芯。

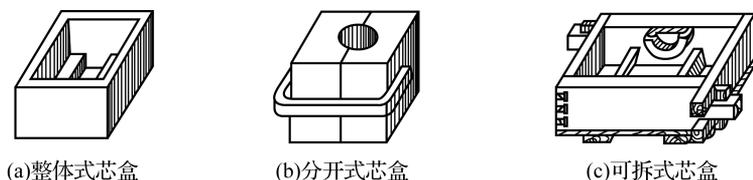


图 1-6 常见芯盒的种类



2) 砂箱和常用的手工造型工具

砂箱和常用的手工造型工具如图 1-7 所示。

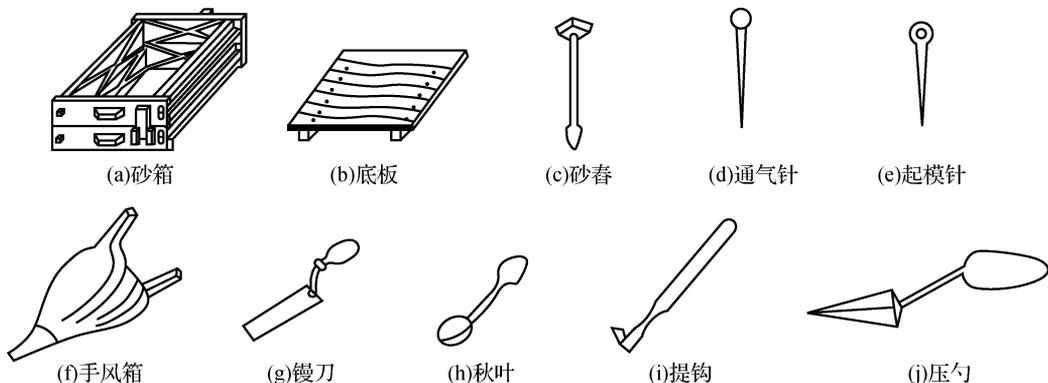


图 1-7 砂箱和常用的手工造型工具

(1) 砂箱。造型时,砂箱是容纳和支承砂型的刚性框,如图 1-7(a)所示,其作用是在造型、运转和浇注时支承砂型,防止砂型变形和被破坏,材料一般为灰铸铁或铝合金。

(2) 常用的手工造型工具。

① 底板。底板用于放置模样,如图 1-7(b)所示。

② 砂春。造型时砂春用来春实型砂,先用扁头春实后再用平头春,如图 1-7(c)所示。

③ 通气针。通气针用来在砂型中扎出通气的孔眼,有直、弯两种,如图 1-7(d)所示。

④ 起模针。起模针用于起出模样,其工作端为尖锥形,如图 1-7(e)所示,用锤子将其钉进模样适当位置,并左右轻轻敲击,然后提起模样,完成起模。

⑤ 手风箱。手风箱又称皮老虎,用来吹去散落在型腔内的型砂,如图 1-7(f)所示。

⑥ 镘刀。镘刀用钢材制造,有平头形、圆头形、尖头形等,如图 1-7(g)所示,用来修理砂型或型芯的较大平面,还可以用来挖浇冒口,切割沟槽和铸肋,修整砂坯及软硬砂床,把砂型表面的加强钉打入砂型等。

⑦ 秋叶。秋叶两头均为匙形,如图 1-7(h)所示,用来修整砂型型腔的曲面或窄小凹面。

⑧ 提钩。提钩用来修理砂型或型芯中深而窄的底面和侧壁,提取散落在型腔深窄处的型砂等,如图 1-7(i)所示。

⑨ 压勺。压勺用于修整砂型型腔的较小平面,开设浇注系统等,如图 1-7(j)所示。

4. 浇注系统

1) 浇注系统的组成

浇注系统包括浇口盆、直浇道、横浇道、内浇道等。浇注系统的任务是让液态金属连续、平稳、均匀地填充铸型型腔,能调节铸件各部分温度并起到挡渣的作用。若浇注系统设计不合理,铸件容易产生冲砂、砂眼、夹渣、浇不足、气孔和缩孔等缺陷。

(1) 浇口盆。浇口盆单独制作或直接在铸型中形成,用于接纳浇包流下的液态金属,减少液态金属的冲击,使液态金属平稳地流入浇道,并起挡渣和防止气体卷入的作用。图 1-8 所示为铸件的浇注系统。为了便于浇注,浇口盆多做成漏斗形或盆形,前者用于浇注中小型铸件,后者用于浇注大型铸件。



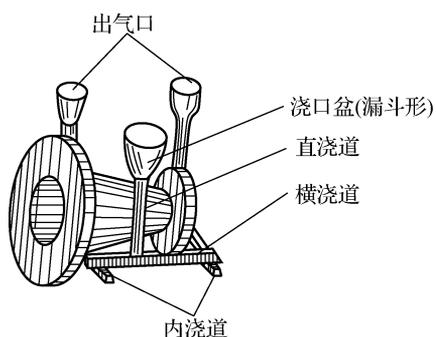


图 1-8 铸件的浇注系统

(2)直浇道。直浇道是连接浇口盆和横浇道的垂直通道,有一定的锥度,以便造型时取出浇口棒。液态金属依靠直浇道内高度产生的静压力,连续均匀地填满型腔。通常小型铸件直浇道高出型腔最高处 100~200 mm。

(3)横浇道。横浇道是连接直浇道和内浇口的水平通道,其截面形状多为梯形,一般开在上型的分型面以上的位置。横浇道将液体金属分配给各个内浇道并起挡渣作用。

(4)内浇道。内浇道是连接横浇道和型腔的通道,其作用是控制液态金属流入型腔的速度和方向,并调节铸件各部分的温度。内浇道的设置如图 1-9 所示。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要素。内浇道的截面形状一般为梯形、半圆形或三角形,其位置低于横浇道。内浇口不应开在铸件的重要部位上,而应开在能使液态金属顺着型壁流动,避免直接冲击型芯或砂型的凸出部分。同时,内浇口的布置应能满足铸件凝固顺序的要求。为使清除浇道时不损坏铸件,在内浇口与铸件的连接处还应带有缩颈,如图 1-10 所示。

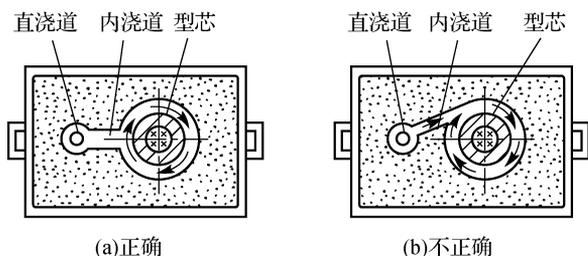


图 1-9 内浇道的设置

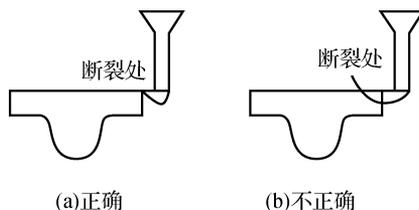


图 1-10 内浇道的缩颈

对于壁厚均匀、面积较大的铸件,应增加内浇口的数目和尺寸,使液态金属均匀、分散地进入型腔,避免冷隔和变形;对于壁厚相差较大、收缩量大的铸件,内浇口应开在厚壁处,以保证金属液体对铸件的补缩,有利于防止缩孔。

2) 浇注系统的类型

常用的浇注系统如图 1-11 所示,按内浇口的注入位置不同可分为以下几种。

(1)顶注式。顶注式浇注系统浇口开设在铸件顶部,其金属消耗少,补缩作用好,但容易冲坏砂型和产生飞溅,挡渣作用也差。顶注式浇注系统主要用于高度较小且形状简单、壁薄的铸件。

(2)底注式。底注式浇注系统浇口开设在铸件底部,浇注时液态金属流动平稳,不易冲坏砂型和产生飞溅,但补缩作用较差,不易浇满薄壁铸件。底注式浇注系统主要用于形状较复杂、壁厚、高度较大的大中型铸件。

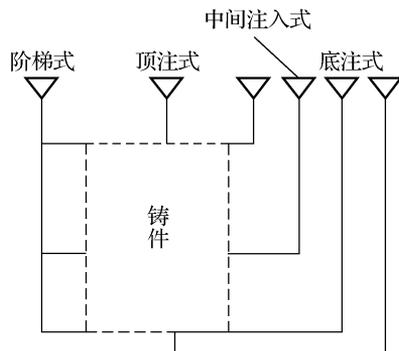


图 1-11 常用的浇注系统



(3)中间注入式。中间注入式浇注系统浇口介于顶注式浇口和底注式浇口之间,浇口开设方便,应用广泛。中间注入式浇注系统主要用于一些中型、高度较小,但水平尺寸较大的铸件。

(4)阶梯式。阶梯式浇注系统的内浇口从铸件底部、中部、顶部分层开设,因而兼有顶注式和底注式浇口的优点,主要用于高大铸件的浇注。

5. 冒口和冷铁

冒口的主要功能是补给铸件液态收缩和凝固收缩时所需的金属液,以避免产生缩孔,并具有排气和集渣的作用。冒口安置在铸件的最厚、最高处,一般在顶部。冒口多在浇注收缩性较大的金属(如钢、球墨铸铁、铝硅合金等)铸件时使用。

冷铁是为增大铸件厚大部位冷却速度而安放在铸型内的金属块。它的主要作用是实现顺序凝固,防止缩孔和缩松。另外,冷铁还具有减小铸件应力和提高铸件表面硬度和耐磨性的作用。冷铁通常由钢或铸铁制成。

铸件的冒口与冷铁的设置如图 1-12 所示。

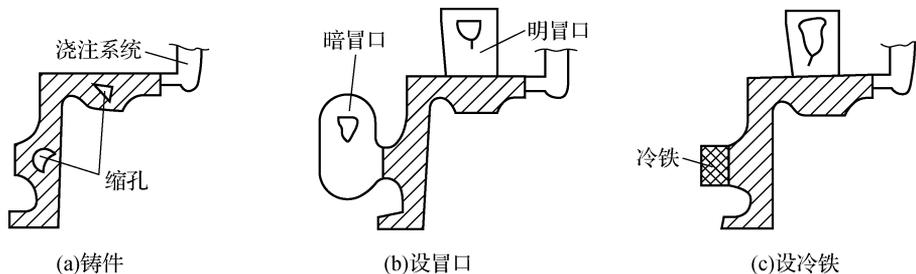


图 1-12 铸件的冒口与冷铁的设置

6. 合型

将上型、下型、型芯、浇口盆等组合成一个完整铸型的操作过程称为合型,又称为合箱。合型是制造铸型的最后一道工序,直接关系到铸件的质量。即使铸型和型芯的质量良好,若合型操作不当,也会产生气孔、砂眼、错箱、偏芯、飞翅和跑火等缺陷。合型操作的具体过程如下。

1) 铸型的检验和装配

下芯前,应先清除型腔、浇注系统和型芯表面的浮砂,并检查其形状、尺寸和排气道是否通畅。下芯应平稳、准确,然后导通型芯和砂型的排气道,检查型腔主要尺寸,固定型芯,在芯头与芯座的间隙处填满泥条或干砂,防止浇注时金属液钻入芯头间隙而堵死排气道,最后平稳、准确地合上上型。

2) 铸型的紧固

金属液浇入型腔后会产生较大的抬型力,因此,砂型合型后必须进行紧固后才能浇注。紧固的方法应根据砂型的大小、砂箱结构和造型方法来决定。

(1)小型砂型的紧固。小型铸件浇注时的抬型力不大,因此,可用压铁紧固。用压铁紧固砂型时应注意以下几点。

- ①压铁重力应大于抬型力。
- ②安放压铁时要小心轻放,且要压放在箱带或箱边上,位置要对称均衡。
- ③安放压铁时不能堵住出气孔,也不能妨碍浇注操作。

(2)中型砂型的紧固。中型砂型的抬型力较大,因此,需用卡子或螺栓紧固。紧固时应注意以下几点。





①紧固前要在箱角处垫上垫铁,以免紧固时将砂型压崩。

②紧固螺栓时最好在对称方向上同时进行,以免上型倾斜。紧固时用力要均匀。

(3)大型砂型的紧固。大型铸件的抬型力大,因此,常用大型螺杆与压梁来紧固。大型铸件的浇注高度较高,为了安全可在地坑中浇注。

三、轴承盖整模砂箱造型实训操作

图 1-13 所示为轴承盖零件的示意图。

1. 造型前准备

按照铸造工艺要求准备模样、芯盒以及操作工具。

2. 操作过程

1) 安放平板模样及砂箱

按铸造的工艺方案将模样安放在造型平板的适当位置,如图 1-14 所示。套上下砂箱使模样与砂箱内壁之间有足够吃砂量。若模样容易粘砂,可撒一层防粘模材料,如石英粉等。

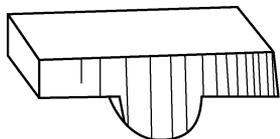


图 1-13 轴承盖零件的示意图



图 1-14 模样放置

2) 填砂和紧实

在已安放好的模样表面筛上或铲上一层面砂,将模样盖住,如图 1-15 所示;在面砂上面铲加一层背砂,如图 1-16 所示;用砂春的扁头将分批填入的背砂分阶段分层春实,如图 1-17 所示;当填到最后一层背砂后,要用砂春的平头春实,如图 1-18 所示。

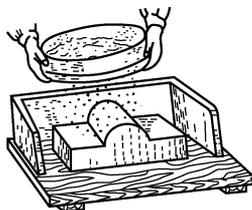


图 1-15 筛上面砂

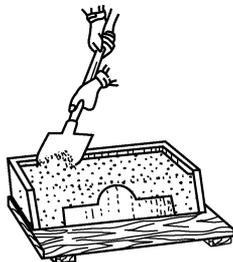


图 1-16 填背砂



图 1-17 春背砂

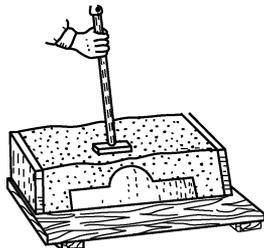


图 1-18 用砂春平头春实



动画
三箱造型



3) 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,如图 1-19 所示,再用通气针扎出分布均匀、深度适当的出气孔,将已造好的下型翻转 180°,如图 1-20 所示。



图 1-19 刮去多余的背砂

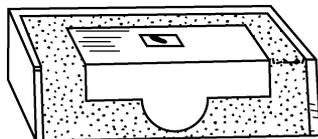


图 1-20 翻转后的下型



动画
刮板造型

4) 修整分型面

用镭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,再用手风箱吹去落在模样上的分型砂,如图 1-21 所示。

5) 放置上砂箱及撒防止粘模的材料

将与下砂箱配套的上砂箱安放在下砂箱上,再均匀地撒上防止粘模的材料,如图 1-22 所示。

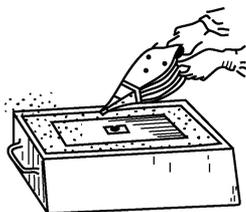


图 1-21 吹去模样上的分型砂

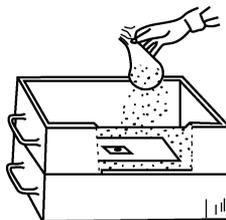


图 1-22 撒防止粘模的材料

6) 再次填砂和紧实

先放置浇冒口,浇冒口的位置要合理可靠,并先用面砂固定它们的位置。其填砂和舂砂方法与下砂箱操作相同。

7) 修整上型表面及开型

先用刮板刮去多余的背砂,使砂型表面与砂箱四边平齐,再用镭刀刮平浇冒口处的型砂,用通气针扎出气孔,取出浇冒口模样,在浇口处开设浇口盆。若砂箱没有定位装置,则还需要在砂箱外壁上、下型相接处做出定位记号(如泥号、粉号)。再移去上型,将上型翻转 180°后放平,如图 1-23 所示。

8) 再次修整分型面

清除分型面上的分型砂,用掸笔刷水润湿模样周围的型砂,准备起模,如图 1-24 所示。

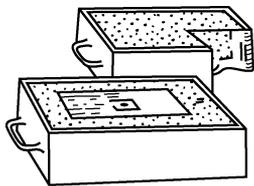


图 1-23 移去上型翻转平放

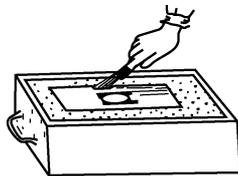


图 1-24 刷水





9) 敲模和起模

使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 1-25 所示。

10) 修型

先开挖浇注系统的横浇道和内浇道,如图 1-26 所示,并修光浇冒口系统表面。将砂型型腔损坏处修好,最后修整、刮平全部型腔表面。

11) 合型

按定位标记将上型合在下型上,放置适当重量的压铁,抹好箱缝,准备浇注。合型后的轴承盖砂型制作完成,如图 1-27 所示。



视频
翻砂铸造

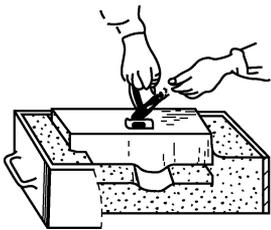


图 1-25 起模

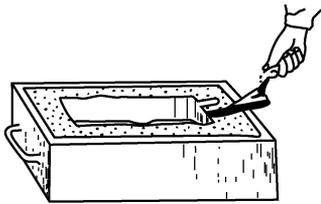


图 1-26 开挖横浇道和内浇道

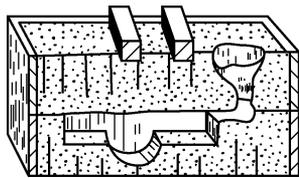


图 1-27 合型后的砂型

3. 操作要点

1) 模样放置

在造型平板上安放模样时应注意以下几个方面。

- (1) 注意模样的起模斜度方向,以保证模样容易从砂型中起出。
- (2) 应留出浇注系统冒口的安放位置。
- (3) 应使铸件的重要加工面处在浇注位置的底面或侧面。
- (4) 模样与砂箱内壁和顶面间必须留有 30~100 mm 的距离,即吃砂量。

2) 填砂和舂砂

填入砂型中的型砂有面砂和背砂两种,贴近模样的为面砂,其余为背砂。面砂厚度由铸件的壁厚决定,一般舂实后为 20~60 mm,其余部分可用背砂分层填入和舂实。舂砂是造型过程中最基本的操作之一,其目的是使砂型紧实。合理的紧实度为:靠近砂箱内壁的型砂应比靠近模样的型砂紧;砂型下部要比上部紧,下型要比上型紧;砂型型腔表面的紧实度要大,以抵挡金属液的压力。舂砂时,对于小型模样,可用重物或手压住模样;对于较大模样,操作者可站在模样上舂砂,或用舂砂扁头在模样周围舂几下,将模样固定,然后从砂箱内壁处或砂箱内角处开始舂实,逐渐向中间模样靠近,使紧实度均匀。

3) 撒分型砂

上型的舂砂工作是放在下型上进行的,因而为了不使上、下型黏在一起,生产中常在分型面上均匀地撒一层很薄的隔离材料,即细粒度的干砂,通常称其为分型砂。注意模样表面的分型砂,特别是模样凹角处所撒落的分型砂一定要清理干净,否则将影响铸件表面质量。

4) 砂型的排气

在浇注时,砂型中会产生大量的气体,为了尽量排出气体,在造型时可采用以下工艺措施。

- (1) 扎出气孔。砂型舂实刮平后,用通气针扎出出气孔,并注意通气针的粗细应根据砂





型的大小来选用,出气孔的数目应保证每平方分米的面积上不少于5个;在不扎通砂型型腔表面的前提下,出气孔的深度越深越好,一般扎入的针尖距模样表面以5~10 mm为宜。

(2)设置出气冒口。出气冒口位置应设置在砂型型腔的最高部分。

5)砂型定位

在合型时,上型必须准确地合在下型上,生产中常采用以下两种定位方法。

(1)定位销定位。在舂制上型前,先将上、下型通过定位销定好位,舂制好上型起模后在合型时,仍通过这个定位销来定位,如图1-28所示。

(2)泥号定位。当砂型上没有专用定位装置时,常用泥号作为砂型的定位标记,如图1-29所示。

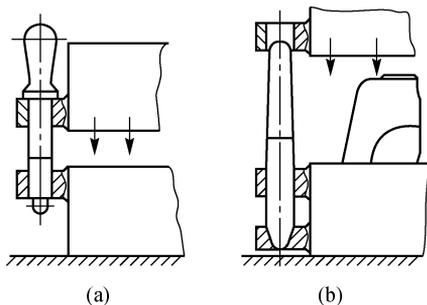


图 1-28 用定位销定位

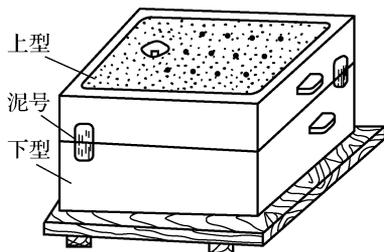


图 1-29 用泥号定位

6)开型方法

将模样从砂型中取出的过程称为开型。开型的方法很多,有直接开型法、活动开型法、转动开型法、带模开型法、翻转开型法、异向开型法等。应注意,采用直接开型法时必须是垂直向上,否则砂型会损坏;采用转动开型法时,在转动轴附近,上、下型之间的箱把处要垫枕木等物,以防砂型滑落或摆动损坏砂型;当上、下型一起翻转时,要在预先准备好的松砂地上翻转,防止砂型损坏。

7)起模

在起模前应做好准备工作,即刷水和敲模。对于小型铸件的起模,将起模针扎在模样重心上,用一只手垂直向上提起模针,另一只手拿木槌轻击模样,边敲边向上提;对于大中型铸件的起模,则应采用起重机起模,注意吊钩要对准模样的重心位置,边敲边起模,当模样起高30 mm左右时,应停止敲击和起模,用造型工具将模样四周的分型面修平,再继续起模,直到模样脱离型腔。

8)修型

对砂型有损坏的地方应进行修整,称为修型。修型所用的造型材料为面砂。为了保证修型质量,在砂型需要修补的地方可先用水湿润。修型操作应该自上而下地进行,以防止修理好的砂型又被落下的散砂弄脏或损坏。在修补型腔平面时,要注意钹刀的拿法,不能在型腔表面用钹刀来回多次地刮平,以免使型腔的表面层和里层分离。修平面时,钹刀的拿法和运动方向如图1-30所示。图1-31~图1-35所示为常见的修型操作方法。



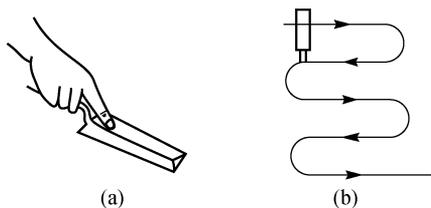


图 1-30 锉刀的拿法和运动方向

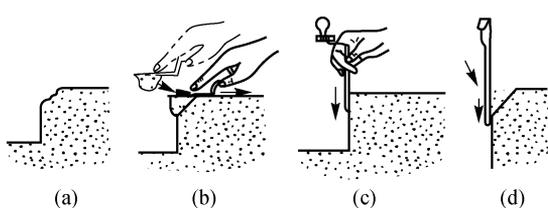


图 1-31 型腔两壁相交处的修补

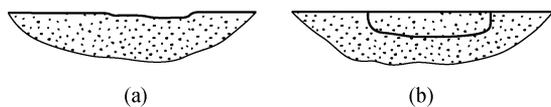


图 1-32 砂型薄层损坏处的修补

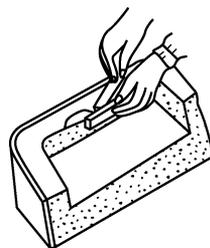


图 1-33 借助挡板修整型腔

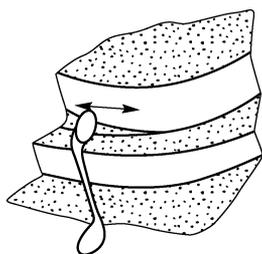


图 1-34 用秋叶修整型腔

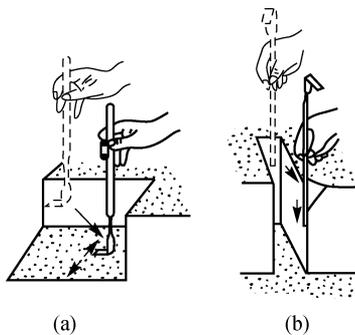


图 1-35 用提钩修补型腔

9) 开设浇冒口系统

在开设浇冒口系统时要注意以下几点。

(1) 内浇道的开设不能正对型芯和型腔内的薄弱部分,防止浇注时冲坏型芯或砂型。

(2) 内浇道不能开设在横浇道的两个端部和上面,以及直浇道的下面,这是为了让金属液中的杂质能存留在横浇道中,防止流入型腔。

(3) 内浇道开设的数目是根据铸件的大小、形状、材质及壁厚情况来确定的。对于结构简单的小型铸件,可不设横浇道,只开设一条内浇道,并直接与直浇道相连。根据浇冒口的作用,应将其开设在铸件浇注位置的最高处。

10) 刷涂料或敷料

在砂型型腔表面刷涂料或敷料的目的是防止铸件表面粘砂。涂料在使用之前,必须搅拌均匀,因为涂料是一种悬浊液,容易产生沉淀。若型腔表面需经多次涂刷,第一层涂料的浓度应稍大,刷后用锉刀修光型腔表面,最后一层使用较稀的涂料涂刷。除了在型腔表面应刷涂料外,在分型面、型腔交接处、浇冒口系统、芯头和芯座等处,也应刷适当的涂料层。



四、注意事项

- (1) 进入车间要穿好工作服、工作鞋,戴好工作帽。
- (2) 行走时要注意地面的工件和空中行车。
- (3) 砂箱码放要稳固,防止倒塌伤人。
- (4) 工作场地要经常保持干净,砂箱和型(芯)砂要堆放在规定的区域内,留出浇注道路及人行通道。
- (5) 造型时,不要用嘴吹砂,以免砂粒飞入眼内。搬动或翻转砂箱时,要用力均匀,小心轻放,不要压伤手脚。

五、评分标准

班 级		姓 名		学 号		
实 训	砂箱造型					
序 号	检测内容		配分	扣分标准	学生自评	教师评分
1	砂型、型芯紧实度均匀、适当		15	酌情扣分		
2	型腔各部分形状和尺寸符合要求		15	酌情扣分		
3	砂型定位号准确可靠		5	酌情扣分		
4	浇冒口的开设位置、形状符合要求		10	酌情扣分		
5	型腔内无散砂,合型准确,压型安全可靠		10	酌情扣分		
6	砂型分型面平整		5	酌情扣分		
7	表面光滑,轮廓清晰,圆角均匀		10	酌情扣分		
8	出气孔的数量和分布合理		10	酌情扣分		
9	浇冒口表面光滑,各浇道连接部分圆角均匀		10	酌情扣分		
10	遵守纪律和行为规范		10	酌情扣分		
合 计			100			



复 习 思 考 题

1. 型砂主要由哪些原料组成? 它应具备哪些性能?
2. 什么是分型面? 选择分型面时必须注意什么问题?
3. 造型的基本方法有哪几种? 各种造型方法的特点及其应用范围如何?
4. 浇注系统由哪几部分组成? 开设内浇道时要注意哪些问题?





实训二 金属的熔炼与浇注



知识目标

- 了解铸造加热设备的使用性能;
- 掌握熔炼加工的工艺参数。



技能目标

- 能独立完成熔炼、浇注、落砂等操作。

一、实训内容

轴承盖砂型熔炼和浇注操作训练。

二、工艺知识

1. 熔炼

金属熔炼的质量对能否获得优质铸件有着重要的影响。金属液的化学成分不合格,会降低铸件的力学性能和物理性能。金属液的温度过低,会使铸件产生冷隔、浇不足、气孔和夹渣等缺陷。

熔炼是通过加热使金属由固态转变为液态,并通过冶金反应去除金属液中的杂质,使其温度和成分达到规定要求的过程和操作。熔炼是铸造生产中的重要环节,直接影响到铸件质量和生产率等。熔炼金属常用冲天炉、电炉和感应炉等。

1) 金属的熔炼工艺流程

(1) 根据铸件技术要求所规定的合金牌号,可查出合金的化学成分范围,从中选定化学成分。

(2) 根据元素的烧损率和成分要求,进行配料计算,得出各种炉料的加入量,并选择炉料。若炉料受到污染,则需要进行处理,保证所有的炉料清洁、无锈,并在投料前进行预热。

(3) 检查和准备熔炼用具,涂刷涂料并预热,防止气体、夹杂物和有害元素的污染。

(4) 加料。一般加料顺序为回炉料——中间合金——新金属料。低熔点、易氧化的金属料如镁在其他金属熔化之后加入。

(5) 为了减少合金液的吸气和氧化的污染,应尽快熔化,防止过热,根据需要,有的合金液须加覆盖剂保护。

(6) 金属熔化后,进行精炼处理,以净化合金液,并进行精炼效果的检验。

(7) 根据需要进行变质处理和细分组织处理,以提高性能,并检验处理效果。

(8) 调整温度进行浇注。有的合金在浇注前要进行搅拌,以防发生比重偏析。

2) 铸造铝合金的熔炼

(1) 炉料准备。炉料由新金属、中间合金、回炉料等组成。

① 新金属。新金属是炉料的主要组成,纯度高,可用来稀释回炉料中带入的杂质含量。国标中可查到新金属的牌号、等级、纯度及用途。



视频
熔模铸造过程





②中间合金。为便于加入某些难熔合金元素,如铜、锰、硅等,或成分严格控制的元素如铈、锆、稀土等,需预先将其与纯铝制成中间合金。对中间合金的要求是:熔点和铝液温度接近,合金元素比例尽可能高,化学成分均匀,冶金质量好,易于破碎配料称重等。熔制中间合金的方法有直接熔化法和铝热法。

③回炉料。回炉料可分成三类:第一类包括成分合格的报废铸件、浇冒口等,可直接使用;第二类包括小毛边、浇口杯中剩余的金属、冲压车间的边角料等,需重熔成再生合金锭方能使用;第三类包括熔渣、切屑、炉底残渣及化学成分不合格又无法调整的废金属,如铁含量较高,需经专业化的冶金厂重熔成再生合金锭。

回炉料具有遗传性。遗传的内容包括纯度遗传和组织遗传两种。纯度高、晶粒细的回炉料遗传质量高,熔制的合金质量也会高,有时比等级较低的新金属熔制的合金质量更好。

(2)配料计算。配料计算的任务是按照指定的合金牌号,计算出每一炉次的炉料组成及各种熔剂的用量。计算的依据是:新金属料、回炉料、中间合金的化学成分和杂质含量,各元素的烧损率,每一炉次的投料量等。

(3)炉料处理。炉料的合理保存及管理对于保证合金的质量有很重要的意义。一般设有专门的炉料仓库,由专人负责管理。各种不同的炉料按种类、成分、品级分别存放,每批炉料均必须附有成分化验单,只有这样才能保证配料时化学成分的准确性。对于浇冒口、废铸件等回炉料,如系直接回炉使用,应按炉次分别堆放,浇冒口中的铁质过滤网在回炉前应予除掉。各种炉料安放处应保证干燥,如炉料受潮而腐蚀,应在装炉前进行吹砂以除去表面腐蚀层。

(4)安排炉料的加入次序。安排炉料的加入次序所应遵循的基本原则是加速熔化过程,并尽可能地减少损耗(特别是容易氧化、易挥发的合金元素的烧损)。例如,在熔制铝合金时应先加入中等尺寸的回炉料及铝硅中间合金,因为它们熔点较低,并且是中等块料,故能在坩埚底部形成熔池,有利于加速熔化过程并减少氧化。若先加入大块难熔的炉料,势必大大延长熔化过程,延缓熔池的形成,增加氧化和吸气。若在中等块炉料上加上较大块的回炉料及纯铝锭,由于它们渐渐浸没在不断增大的熔池中,故能很快地一同熔化。当炉料中主要组成部分均已完全熔化后,再加入数量较少、熔点较高的中间合金(如铝锰、铝钛等中间合金),并适当升高熔池温度,进行搅拌以加速其熔化。最后再加入易氧化、挥发的合金元素(如镁),加入时应迅速压入熔池,以减少损耗。

综上所述,在考虑加入合金元素的方式和规范时,所应遵循的原则是:保证合金液高质量的同时,注意降低成本,减少加入元素的损耗和保证操作时的安全生产。

(5)熔炼工具处理。使用前应仔细地除去黏附在表面的铁锈、氧化渣、旧涂料层等脏物,然后涂上新涂料,预热烘干后方可使用。熔化浇注工具或转运铝液的坩埚在使用前应充分预热。

2. 浇注

把液体金属浇入铸型的过程称为浇注。浇注工艺是否合理、规范不但影响铸件的质量,而且关系到人身安全。在浇注的过程中应严格按照规范操作,控制好浇注速度和浇注温度。

1) 浇包

浇包是浇注常使用的工具,如图 1-36 所示。浇包在使用前应烘干,以免降低铁液温度





或引起铁液飞溅。浇包按容量可分为吊包、手提浇包、抬包。



图 1-36 浇包

(1)吊包。吊包的容量在 200 kg 以上,用吊车装运进行浇注,适用于浇注大型铸件。吊包有一个操纵装置,浇注时,能倾斜一定的角度,使金属液流出。这种浇包可减轻工人的劳动强度,改善生产条件,提高劳动生产率。

(2)手提浇包。手提浇包的容量在 20 kg 左右,用于浇注小铸件。特点是适合一人操作,使用方便、灵活,不容易伤害操作者。

(3)抬包。抬包的容量在 50~100 kg,适用于浇注中小型铸件。至少要有两人操作,使用也比较方便,但劳动强度大。

2) 浇注工艺

(1)浇注温度。金属液浇注温度的高低应根据合金的种类、生产条件、铸造工艺、铸件的技术要求而定。如果浇注温度选择不当,就会降低铸件的质量,影响其力学性能。一般而言,浇注温度过低,金属液的流动性就差,杂质不易清除,容易产生浇不足、冷隔和夹渣等缺陷;但金属液温度过高,会使铸件晶粒变粗,容易产生缩孔、缩松和粘砂等缺陷,甚至会使铸件的化学成分发生变化。确定浇注温度应从以下几方面综合考虑:一般情况下,熔点高的合金,其浇注温度就高;浇注薄壁零件时,要求金属液有较好的流动性,浇注温度应适当提高;对于铝合金等非铁合金,由于它们的晶粒大小对铸件力学性能的影响较大,并容易形成裂纹和气孔等缺陷,故宜采用较低的浇注温度,但也不宜过低。

(2)浇注速度。浇注速度的快慢对铸件质量的影响也较大。若浇注速度较快,金属液能顺利地进入型腔,减少了金属液的氧化时间,使铸件各部分温度均匀、温差缩小,从而减少铸件的裂纹和变形,同时也提高了劳动生产率,但缺点是高速冲下来的金属液容易溅出伤人或冲坏砂型;若浇注速度较慢,铸件各部分的温差增大,容易使铸件产生裂纹和变形,也容易产生浇不足、冷隔、夹渣、砂眼等缺陷,并降低了劳动生产率。因此,应根据铸件的具体情况合理选择浇注速度。通常,浇注开始时,浇注速度应慢些,以减少金属液对型腔的冲击,有利于型腔中的气体排出;然后加快浇注速度,以防止产生冷隔和浇不足等缺陷;浇注要结束时,减慢浇注速度,以防止发生抬箱现象。

3. 铸件的落砂和清理

铸件浇注完毕并冷却凝固后,还必须进行落砂和清理等工作。

1) 落砂

将铸件从砂型中取出来的操作称为落砂。落砂时应注意铸件的温度。落砂过早,铸件





温度太高,在空气中急冷而在表面产生硬皮,难以加工,而且还会增加铸件内应力,引起变形和裂纹;落砂过晚,铸件的冷却收缩会受到铸型和砂芯的阻碍,形成收缩应力,同样会引起铸件变形和裂纹,还会使铸件晶粒粗大。落砂的方式有手工落砂和机械落砂两种,在大量生产中,一般用落砂机进行落砂。

2) 铸件清理

落砂后的铸件必须经过清理工序,才能使其表面满足要求。清理工作主要包括以下内容。

(1)除芯。除芯是从铸件中去除芯砂和芯骨,可用手工、震动出芯机或水力清砂装置将其从铸件内腔中清除。

(2)清除浇冒口。中小型铸铁件的浇冒口一般采用敲击法去除,铸钢件采用气割去除,有色金属铸件采用锯削去除。

(3)表面清理。表面清理指从落砂后的铸件表面去除粘砂、毛刺和浇冒口残留痕迹等,使铸件外表面达到要求。表面清理多用手动、风动工具,也可使用滚筒、喷砂、弹丸等新技术。

(4)时效处理。铸件壁厚不均、冷却速度不同,造成各部分收缩不一致而产生内应力,从而使铸件产生变形,甚至出现裂纹。时效处理又分为自然时效和人工时效,其主要目的就是消除内应力。自然时效是把铸件露天堆放一年以上,使内应力自然消除。人工时效一般把铸件加热到 $550\sim 600\text{ }^{\circ}\text{C}$,保温 $2\sim 4\text{ h}$,然后随炉缓冷;必要时还需高温退火,把铸件加热到 $900\sim 950\text{ }^{\circ}\text{C}$,保温 $2\sim 5\text{ h}$ 后随炉缓冷,可使白口铸铁中的渗碳体分解成石墨,以消除白口组织,便于加工。

三、轴承盖砂型熔炼和浇注实训操作

1. 金属的熔炼

用金属熔炼设备熔炼金属。

2. 金属液的浇注

用浇包浇注时,金属液流应对准浇口盆,浇包高度要适宜。要一次浇满铸型,不能断断续续地浇注,以防铸件产生冷隔现象。浇注时,应保持浇口盆充满金属液,否则熔渣会进入型腔。若型腔内金属液沸腾,应立即停止浇注,用干砂盖住浇口。型腔充满金属液后,应稍等一些时间,再在浇口盆内补浇一些金属液,在上面盖上干砂以保温,防止产生缩孔和缩松。

3. 铸件的落砂与清理

铸件冷却到合适温度后进行落砂,落砂后的铸件如图 1-37 所示。最后清除铸件浇冒口,去除毛刺和清理铸件表面粘砂,浇注操作完成。

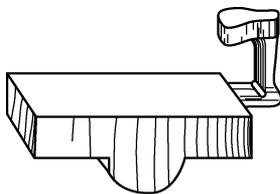


图 1-37 落砂后的铸件



动画
金属型铸造





四、注意事项

- (1) 浇注前应清理生产现场,了解铸型情况,估计好铁液的重量,铁液不够时不应浇注。
- (2) 尽量事先除去浇包内浮在铁液表面的熔渣,以利浇注时扒渣或挡渣。
- (3) 开始时应细流浇注,防止飞溅;结束时也应细流浇注,防止铁液溢出,并可减少抬箱力。
- (4) 应注意及时引燃从铸型的冒口和出气孔中排出的气体,防止 CO 等有害气体污染空气。
- (5) 浇注过程中不能出现断流,应使浇口盆始终保持充满液态金属,以利于熔渣上浮。
- (6) 铸件凝固后应及时卸去压铁和砂箱紧固装置,以防铸件受到过大的铸造应力而产生裂纹。

五、评分标准

班 级		姓 名		学 号	
实 训	金属的熔炼与浇注				
序 号	检测内容	配分	扣分标准	学生自评	教师评分
1	熔炼	20	酌情扣分		
2	浇注	20	酌情扣分		
3	落砂和清理	20	酌情扣分		
4	铸件质量	20	酌情扣分		
5	工艺过程	10	酌情扣分		
6	遵守纪律和行为规范	10	酌情扣分		
合计		100			



复习思考题

1. 铸造铝合金有哪些炉料? 各起什么作用?
2. 液态金属浇注时,型腔中的气体从哪里来? 应采取哪些措施防止铸件产生气孔?
3. 浇注温度过高或过低会产生什么后果?
4. 浇注速度的快慢对铸件有何影响? 浇注时断流会产生什么缺陷?

模块

锻 压

锻压是对坯料施以外力,使其产生塑性变形,改变尺寸、形状及改善性能,用以制造机械零件、工件或毛坯的成形加工方法。锻压是锻造和冲压的总称,是机械制造中的重要加工方法之一。

实训一 自由锻造



知识目标

- 掌握锻造加工设备的操作方法;
- 掌握手工自由锻的加工工序。



技能目标

- 掌握手工自由锻的基本操作过程。

一、实训内容

手工自由锻阶梯轴操作训练。

二、工艺知识

1. 锻造概述

锻造是将加热后的金属坯料放在锻压设备的砧铁或模具之间,施加锻压力以获得毛坯或零件的方法。锻造用于制造简单零件、大型零件、重要零件,如机床主轴、传动轴、齿轮、曲轴、连杆、弹簧、刀具、锻模等毛坯。

锻造生产过程主要包括下料、坯料的加热、锻造成形、锻件的冷却、锻件的热处理等。

1) 下料

下料是根据锻件的形状、尺寸和重量,从选定的原材料上截取相应的坯料。中小型锻件一般以热轧圆钢或方钢为原材料。锻件坯料的下料方法主要有剪切、锯削、氧气切割





等。大批量生产时,剪切可在锻锤或专用的棒料剪切机上进行,生产效率高,但坯料切口质量较差。锯削可在锯床上使用弓锯、带锯或圆盘锯进行,坯料切口整齐,但生产率低,主要适用于中小批量生产。锯削采用砂轮锯片可大大提高生产率。氧气切割设备简单,操作方便,但切口质量较差,且金属损耗较多,只适用于单件、小批量生产,特别适合大截面钢坯和钢锭的切割。

2) 坯料的加热

(1)加热的目的。锻造前要对金属坯料加热,目的在于提高其塑性,降低其变形抗力,即改善金属的可锻性,以利于金属变形。对锻造生产而言,加工前的加热尤为重要。

(2)锻造温度范围。随着加热温度的升高,金属材料的塑性升高,变形抗力随之降低,其可锻性变好。但加热温度过高也会使锻件质量下降,严重时甚至造成废品。因此,各种金属材料在开始锻造生产时都有其允许的最高加热温度,此温度称为该材料的始锻温度。坯料在锻造过程中,随着热量的散失,温度不断下降,塑性越来越差,变形抗力越来越大。坯料温度下降到一定程度后,不仅难以继续变形,还易断裂,必须及时停止锻造,或重新加热。各种材料终止锻造的温度称为该材料的终锻温度。从始锻温度到终锻温度的温度区间,称为锻造温度范围。锻造时金属的温度可用仪表来测量,但实际生产中,锻工一般都用观察金属坯料火色的方法来判断。因此,对坯料加热的要求是,在保证坯料均匀热透的前提下,用最短的时间加热到所需的温度,以减少金属的氧化和降低燃料的消耗。

(3)加热方法。金属坯料的加热按所采用的热源不同,可分为火焰加热与电加热两大类。火焰加热采用烟煤、焦炭、重油、柴油、煤气作为燃料,当燃料燃烧时,产生含有大量热能的高温火焰将金属加热。电加热通过把电能转变为热能来加热金属坯料,是先进的加热方法。电加热的方法主要有电阻加热、接触加热和感应加热。

(4)加热设备。常用的加热设备有手锻炉、反射炉、室式重油炉和箱式电阻炉等。手锻炉由炉膛、烟罩、风门、风管等组成,如图 2-1 所示。反射炉主要由燃烧室、加热室、鼓风机、烟道、换热器等组成,如图 2-2 所示。室式重油炉和箱式电阻炉的结构分别如图 2-3、图 2-4 所示。

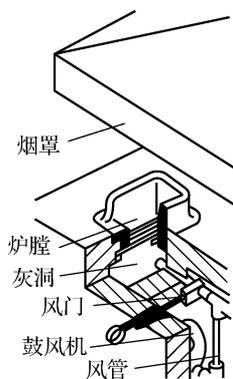


图 2-1 手锻炉的结构

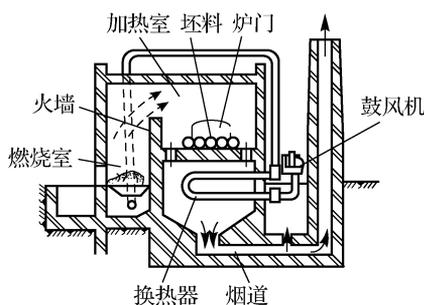


图 2-2 反射炉的结构

(5)加热缺陷及其防止措施。锻造时,加热不当可能产生多种缺陷。常见的加热缺陷有氧化、脱碳、过热、过烧、加热裂纹等。

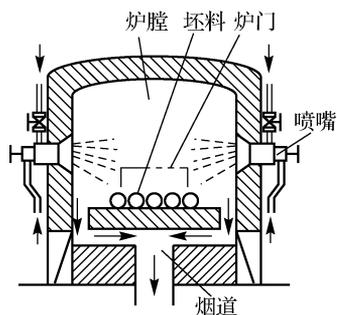


图 2-3 室式重油炉的结构

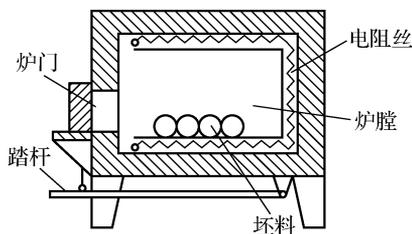


图 2-4 箱式电阻炉的结构

①氧化。在高温下,坯料的表层金属与炉气中的氧化性气体(氧气、二氧化碳、水蒸气及二氧化硫等)进行化学反应生成氧化皮,造成金属烧损,这种现象称为氧化。减少氧化的措施是在保证加热质量的前提下,尽量快速加热和避免金属在高温下停留时间过长。在使燃料完全燃烧的条件下,严格控制送风量,尽量减少送进的空气也是减少氧化的办法。

②脱碳。在加热过程中,金属表层的碳与炉气中的氧或氢发生化学反应,引起表层含碳量减少的现象称为脱碳。脱碳层厚度小于锻件的加工余量时,对零件没有危害;脱碳层厚度大于加工余量时,零件表层的硬度和强度会降低。一般用来减少氧化的措施也可用于防止脱碳。

③过热。当坯料加热温度过高或高温下保持时间过长时,内部晶粒会迅速长大,成为粗晶粒,这种现象称为过热。过热的坯料在锻造时容易产生裂纹,力学性能变差,故应当尽量避免产生过热。

④过烧。锻后如发现晶粒粗大,可经热处理使之细化。加热温度超过始锻温度过多,使晶粒边界出现氧化及熔化的现象称为过烧。碳钢发生过烧时,由于晶界被氧化,会射出耀眼的白炽火花。过烧缺陷是无法补救的,故加热时不允许有过烧现象。避免金属过烧的措施是控制加热温度、保温时间和炉气成分。

⑤加热裂纹。大型或复杂的锻件,其材料的塑性差或导热性差,如加热速度过快或装炉温度过高,使坯料内外温差大,膨胀量不一致,就可能产生裂纹。为了防止裂纹产生,要严格按照正确的加热速度和装炉温度操作。

3) 锻造成形

坯料在锻造设备上经过锻造成形,才能达到一定的形状和尺寸要求。常用的锻造方法有自由锻、胎模锻和模锻三种。本实训主要介绍自由锻的相关知识。

自由锻是将坯料直接放在自由锻设备的上下砧铁之间施加外力,或借助于简单的通用工具,使之产生塑性变形的锻造方法。自由锻生产率低,锻件形状一般很简单,加工余量大,材料利用率低,工人劳动强度大,对工人的操作技艺要求高,只适用于单件和小批量生产。但对于大型锻件来说,它几乎是唯一的制造方法。自由锻的设备有空气锤、蒸汽-空气自由锻锤和自由锻水压机等。

4) 锻件的冷却

锻件的冷却是保证锻件质量的重要环节。冷却的方法有以下几种。

(1)空冷。热态锻件在空气中冷却的方法称为空冷。这种冷却方法冷却速度较快。低中



视频
大型锻件自由锻

