



复旦卓越

普通高等教育21世纪规划教材

机械类、近机械类

金工实习

金捷 • 主编

复旦卓越·普通高等教育 21 世纪规划教材·机械类、近机械类

金工实习

主 编 金 捷

副主编 刘晓菡 王 强 周正元

编 委(以姓名笔画为序)

王 强 刘晓菡 郭一敏

周正元 金 捷 陈静刚

復旦大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

金工实习/金捷主编. —上海:复旦大学出版社,2011.1
(复旦卓越·普通高等教育21世纪规划教材·机械类、近机械类)
ISBN 978-7-309-07815-2

I. 金… II. 金… III. 金属加工-实习-高等学校:技术学校-教材 IV. TG-45

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第253781号

金工实习

金 捷 主编

出品人/贺圣遂 责任编辑/张志军

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路579号 邮编:200433

网址:fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

上海申松立信印刷有限责任公司

开本 787×1092 1/16 印张 18.5 字数 395 千

2011年1月第1版第1次印刷

ISBN 978-7-309-07815-2/T·400

定价:35.00元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书是根据教育部新颁布的“高等工科学学校金工实习教学基本要求”编写的,内容包括铸造、锻压、焊接、车削加工、铣削加工、钻削与镗削加工、磨削加工、齿轮加工、刨削与拉削加工、钳工,以及数控车削加工和数控铣削加工,共 12 章。

由于机类、非机类专业很多,教学要求不同,为使教材具有通用性,并考虑到其他院校的实习情况,本书在编写中既包含传统工艺技术知识,又涉及新工艺、新技术的内容;既可作为高等院校金工实习教学或工程训练的基本教材,也可作为高职高专、成人高校等相关专业的教材。

前 言

本教材是为了贯彻和落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件的精神,探索工学结合人才培养模式,突出高职教育特色,根据高等职业院校职业教育教学改革成果——机械设计制造专业(群)人才培养方案中核心课程标准,并参照相关国家职业标准及有关行业的职业技能鉴定规范编写的。

本教材不仅贯彻了教育部对于高等职业教育的改革思想,而且与当前就业单位“招聘员工能立即上岗”的要求合拍,并为学生毕业后在机械类各专业间转岗奠定了最基本的知识和技能基础。

教材在编写过程中,以岗位需要为依据,以职业能力为主线,打破了原有的学科教学内容体系,形成富有职业教育特色的新的教学内容体系。其新(新思想、新技术、新面貌)、实(贴近实际、体现应用)、简(文字简洁、风格明快)的编写风格令人耳目一新。主要特点有:

1. 教材选取的项目与工厂生产联系紧密,实用性和可操作性强,遵循由易到难、由浅入深的原则,由简单的理论知识和技能操作到循序渐进的技能训练,将学习情境与工作情境有机地结合在一起,体现了“理论联系实际、教学联系企业生产现场”的指导思想。

2. 教材力求图文并茂、形象直观、通俗易懂、便于自学。在实际操作上从学生的兴趣点出发,让学生从加工一些在生活中看得见、摸得着的工件进行制作,使学生每加工一个工件就有一种成就感,从好奇心到去操作,从操作到愿意做,从愿意做到做好,促使学生真正掌握机械加工操作技能,充分体现了“以学生为本”的教学思想。

3. 教材内容结合相关工种职业岗位的基本要求,参照相关的职业资格标准,突出学生实践操作能力的培养,把机械加工能力培养贯穿于教学的全过程,有助于学生实训后考证,取得相应工种的国家职业资格证书。

4. 本教材的作者都是长期担任相关课程教学工作的有工程背景的教师,编写过程

中还聘请大、中企业工程技术专家参与和指导。他们不仅具备扎实的理论功底,还在职业技能方面积累了大量的经验,使本教材内容更加贴合工程实际。

本教材由金捷任主编,刘晓菡、王强、周正元任副主编。具体分工为:第1,2,3章由河南质量工程职业学院刘晓菡编写,第4,5,6,7章由沙洲职业工学院金捷编写,第8,9章由常州信息职业技术学院周正元编写,第10章由沙洲职业工学院郭一敏编写,第11章由沙洲职业工学院陈静刚编写,第12章由沙洲职业工学院王强编写。

本教材在编写过程中参考了兄弟院校老师编写的有关教材及其他资料,也得到了苏州海陆重工股份有限公司薛华、华中重型机器制造有限公司金小康高级工程师的指导,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中难免有错误和不足,敬请广大读者批评与指正。

编 者

2010年10月

目 录

第 1 章 铸造	1	端面	73
1.1 砂型铸造	1	4.6 切断和切槽	77
1.2 金属的铸造性能	9	4.7 孔加工	79
1.3 铸造工艺设计基础	13	4.8 车削圆锥面	85
1.4 特种铸造	17	4.9 滚花和车成形面	87
第 2 章 锻压	22	4.10 普通三角螺纹加工	90
2.1 金属塑性成形原理简介	22	4.11 车床安全操作规程及维护 保养	95
2.2 锻造	26	第 5 章 铣削加工	100
2.3 板料冲压	32	5.1 铣床	100
2.4 锻压新工艺和新技术简介	37	5.2 铣刀及其安装	102
第 3 章 焊接	40	5.3 铣床附件及工件安装	104
3.1 手工电弧焊	40	5.4 铣削加工方法	108
3.2 埋弧自动焊	47	5.5 铣床安全操作规程及维护 保养	114
3.3 气体保护焊	48	第 6 章 钻削与镗削加工	118
3.4 压力焊和钎焊	49	6.1 钻削加工	118
3.5 焊接新技术简介	53	6.2 镗削加工	128
第 4 章 车削加工	56	第 7 章 磨削加工	140
4.1 车床	56	7.1 磨床	140
4.2 车床的基本操作	60	7.2 砂轮	146
4.3 车刀及其安装与刃磨	63	7.3 磨削加工方法	150
4.4 工件的装夹及所用附件	69		
4.5 手动和自动走刀车削外圆和			



7.4	磨削加工特点	156	10.7	螺纹加工	214
7.5	磨床安全操作规程及维护 保养	156	10.8	刮削与研磨	218
10.9	装配、拆卸与修理	225			
第8章	齿轮加工	159	第11章	数控车削加工	237
8.1	齿轮加工机床	159	11.1	数控车床	237
8.2	齿轮加工刀具	166	11.2	数控车床工艺装备	241
8.3	齿轮加工方法	168	11.3	数控车床编程基础	243
			11.4	数控车床基本编程方法	264
			11.5	数控车床安全操作规程及 维护保养	270
第9章	刨削与拉削加工	177	第12章	数控铣削加工	274
9.1	刨削加工	177	12.1	数控铣、加工中心机床	274
9.2	拉削加工	180	12.2	装夹方案的确定	276
			12.3	铣削加工工艺	277
			12.4	数控铣床安全操作规程及 维护保养	282
第10章	钳工	184	参考文献		286
10.1	概述	184			
10.2	划线	186			
10.3	錾削	191			
10.4	锯削	195			
10.5	锉削	198			
10.6	孔加工	204			

第1章

金工实习

铸 造

将液态金属浇注到铸型中,待其冷却凝固后,获得一定形状和性能的零件和毛坯的成形方法称为铸造。铸造是生产机器零件、毛坯的主要方法之一,其实质是液态金属逐步冷却凝固而成形。与其他成形方法相比,具有下列特点。

(1) 成形方便,工艺灵活性大 铸件的轮廓尺寸可由几个毫米到数十米,壁厚由 0.5~1 m 左右,质量可由几克到数万千克。可生产形状简单或十分复杂的零件,对于具有复杂内腔的零件,铸造是最好的成形方法。

(2) 成本低廉,设备简单,周期短 铸件所用材料来源广泛、价格低廉,并可直接利用废机件和金属废料。一般情况下,铸造生产不需要大型、精密设备。

(3) 应用广泛 常用的金属材料均可用铸造方法制成铸件,有些材料(如铸铁、青铜)只能用铸造方法来制造零件或毛坯。

(4) 铸件的力学性能较差,质量不够稳定 液态金属在冷却凝固过程中形成的晶粒较粗大,容易产生气孔、缩孔和裂纹等缺陷。所以铸件的力学性能不如相同材料的锻件好,而且存在生产工序多、铸件质量不稳定、废品率高、工作条件差、劳动强度较高等问题。随着生产技术的不断发展,铸件性能和质量正在进一步提高,劳动条件正逐步改善。

铸造一般按造型方法来分类,习惯上分为砂型铸造和特种铸造。特种铸造主要包括熔模铸造、金属型铸造、离心铸造、压力铸造等。

1.1 砂 型 铸 造

砂型铸造就是将液态金属浇入砂型的铸造方法,是目前最常用、最基本的铸造方法,其造型材料来源广泛、价格低廉,所用设备简单、操作方便灵活,不受铸造金属种类、铸件形状和尺寸的限制,并适合于各种生产规模。目前,我国砂型铸件约占全部铸件产量的 80% 以上。

1.1.1 砂型铸造的工艺过程

砂型铸造的工艺过程,如图 1-1 所示。

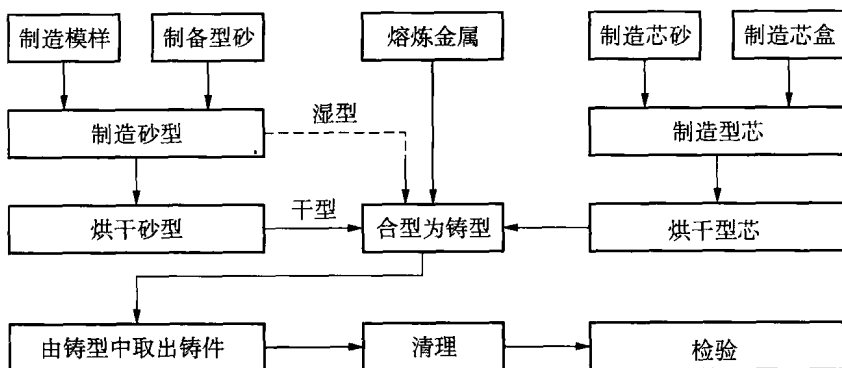


图 1-1 砂型铸造的工艺过程

图 1-2 所示为砂型铸造生产套筒铸件的工艺流程示意图。

首先,根据零件的形状和尺寸设计并制造出模样和芯盒,配制好型砂和芯砂。然后用型砂和模样在砂箱中制造砂型,用芯砂在芯盒中制造型芯,并把砂芯装入砂型中,合箱得到完整的铸型。将金属液浇入铸型型腔,冷却凝固后落砂清理,即得所需铸件。

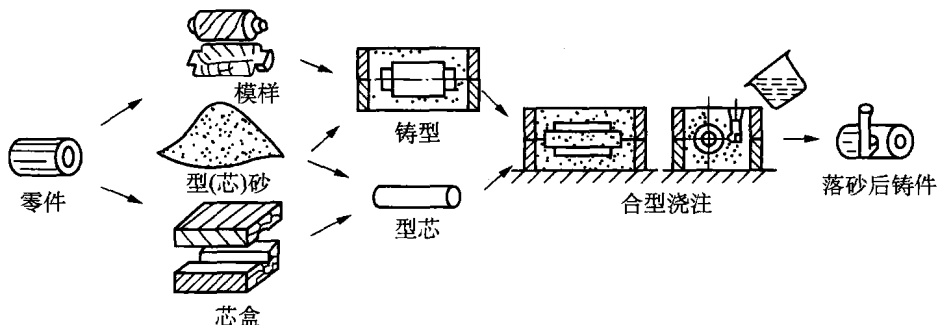


图 1-2 砂型铸造套筒铸件的工艺流程

1.1.2 造型材料

造型材料是指用于制造砂型(芯)的材料,主要包括型砂、芯砂和涂料。造型材料质量的优劣,对铸件质量具有决定性的影响。为此,应合理地选用和配制造型材料。

1. 型砂和芯砂应具备的性能

在浇注凝固过程中,铸型要承受液体金属的冲刷、静压力 and 高温的作用,会排出大量气体,型芯还要受到铸件凝固时的收缩压力等,因而对型砂和芯砂的性能提出下列要求:

(1) 可塑性 为了在铸型中得到清晰合格的铸件,型砂就必须具有良好的可塑性。砂



子本身几乎是不可塑的,粘土却有很好的可塑性,所以型砂中粘土的含量越多,可塑性就越强。一般含水 8% 时,可塑性较好。

(2) 强度 砂型承受外力作用而不易破坏的能力称为强度。铸型必须具有足够的强度,以便在修整、搬运及液体金属浇注时受冲击和压力作用下,不致变形或毁坏。型砂强度不足,会造成塌箱、冲砂和砂眼等缺陷。

(3) 耐火度 型砂在高温液体金属注入时不软化、不易熔融烧结,以致粘附在铸件表面上的性能,称为耐火度。型砂耐火度不足会造成粘砂使切削加工困难,粘砂严重难以清理的铸件可能成为废品。

(4) 透气性 型砂内部砂粒之间存在空隙,能够通过气体的能力称为透气性。当高温液体金属注入铸型后,会产生气体,砂型和型芯中也会产生大量气体。若透气性差,部分气体留在铸件内部不能排出,会造成气孔等缺陷。

(5) 退让性 铸件冷却收缩时,砂型和砂芯的体积可以被压缩的性能,称为退让性。退让性差,阻碍金属收缩,使铸件产生内应力,甚至造成裂纹等缺陷。为了提高退让性,可在型砂中加入附加物,如草灰和木屑等,使砂粒间的空隙增大。

2. 型砂的组成

型砂主要由原砂、粘结剂、附加物、水、旧砂按比例混合而成。根据型砂中采用粘结剂种类的不同,型砂可分为粘土砂、树脂砂、水玻璃砂、油砂等。粘土砂是最早使用的型砂,树脂砂是目前广泛应用的型砂。

(1) 原砂(SiO_2) 它采自山地、海滨或河滨,要求 SiO_2 含量高,砂粒大小均匀,形状以球形为佳。 SiO_2 的含量与型砂耐火度有直接关系, SiO_2 的含量越高,耐火度就越好。

(2) 粘结剂 一般为粘土和膨润土两种,有时也用水玻璃、植物油或合脂(合成脂肪酸的副产品)作粘结剂。在型砂中加入粘结剂的目的是使型砂具有一定的强度和可塑性。膨润土颗粒比普通粘土更为细小、粘结性更好。

(3) 附加材料 煤粉和锯木屑是常用的廉价附加材料。加入煤粉是为了防止铸件表面粘砂,因煤粉在浇注时能燃烧发生还原性气体,形成薄膜将金属与铸型隔开。加入锯木屑可改善型砂的退让性。

(4) 旧砂 旧砂是已用过的型砂,经过适当处理后仍可掺在型砂中使用,以便节约新砂的用量。

3. 涂料

为防止液态金属与砂型表面相互作用产生粘砂等缺陷,在型腔表面涂覆一薄层涂料。常用的涂料是石墨粉。石墨粉熔点大于 $3\,000^\circ\text{C}$,在高温下与少量氧气体化合而燃烧产生气体,使液态金属与砂型不直接接触。同时,在型砂内需混入一些煤粉,浇注时,煤粉燃烧产生的气层可防止铸件粘砂。

1.1.3 造型方法

用型砂及模样等工艺装备制造铸型的过程称为造型。造型方法可分为手工造型和机器

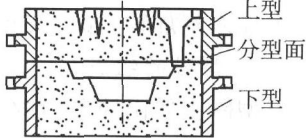
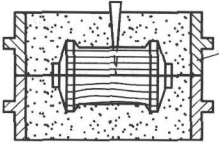
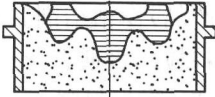
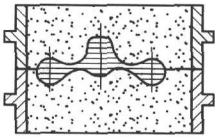
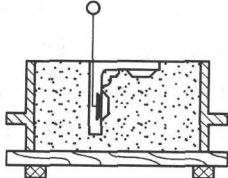
造型两大类。

1. 手工造型

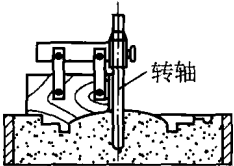
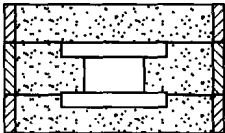
手工造型是全部用手工或手动工具紧实型砂的造型方法,其操作灵活,无论铸件结构复杂程度、尺寸大小如何,都能适应。因此在单件、小批量生产中,特别是不能用机器造型的重型复杂铸件,常采用手工造型。手工造型生产率低,铸件表面质量差,要求工人技术水平高,劳动强度大。随着现代化生产的发展,机器造型已代替了大部分的手工造型。机器造型不但生产率高,而且质量稳定,是成批大量生产铸件的主要方法。

手工造型的方法很多,按砂箱特征分有两箱造型、三箱造型等,按模样特征分有整模造型、分模造型、挖砂造型、假箱造型、活块造型和刮板造型等。各种手工造型方法的特点和应用,见表 1-1。

表 1-1 各种手工造型方法的特点和适用范围

造型方法名称		主要特点	适用范围	简图
按模样特征分	整模造型	模样为整体,分型面是平面,铸型型腔全部在一个砂型内,造型简单	最大截面位于一端,并且为平面的简单铸件的单件,如齿轮毛坯、皮带轮等	
	分模造型	模样在最大截面处分开,型腔位于上、下型中,操作较简单	最大截面在中部的铸件,常用于回转体类等铸件,如套类、管类及阀体等	
	挖砂造型	整体模样,分型面为一曲面,需挖去阻碍起模的型砂才能取出模样,对工人的操作技能要求高,生产率低	适宜中小型、分型面不平的铸件单件、小批量生产	
	假箱造型	为了克服上述挖砂造型的缺点,在造型前特制一个底胎(假箱),然后在底胎上造下箱。由于底胎不参加浇注,故称假箱。此法比挖砂造型简便,且分型面整齐	用于成批生产需挖砂的铸件	
	活块造型	当铸件上有妨碍起模的小凸台、肋板时,制模时将它们做成活动部分。造型起模时,先起出主体模样,然后再从侧面取出活块。造型生产率低,要求工人技术水平高	主要用于带有突出部分难以起模的铸件的单件、小批量生产	

续 表

造型方法名称	主要特点	适用范围	简图
刮板造型	刮板形状和铸件截面相适应,代替实体模样,可省去制模的工序,大大节约木材、缩短生产周期。但造型生产率低,要求工人技术水平高,铸件尺寸精度差	主要用于等截面或回转体大、中型铸件的单件、小批量生产,如大皮带轮、铸管、弯头等	
三箱造型	铸件的最大截面位于两端,必须用分开模、3个砂箱造型,模样从中箱两端的两个分型面取出。造型生产率低,且需合适的中箱	主要用于手工造型,单件、小批量生产具有两个分型面的中、小型铸件	

2. 机器造型

用机器全部完成或至少完成紧砂操作的造型工序,称为机器造型。机器造型生产效率高,改善劳动条件,对环境污染小。机器造型铸件的尺寸精度和表面质量高,加工余量小。但设备和工艺装备费用高,生产准备时间较长,适用于中、小型铸件成批或大批量生产。

(1) 紧砂方法 目前,机器造型绝大部分是以压缩空气为动力来紧实型砂的。机器造型的紧砂方法分压实、震压、抛砂、射砂四种基本形式,其中震压式应用最广。图1-3所示为压实紧砂示意图。压实紧砂是利用压头的压力将砂箱内的型砂紧实,生产率高,但沿砂箱高度方向的紧实度不够均匀,一般越接近模底板,紧实度越差。因此,只适用于高度不大的砂箱。图1-4所示为震压紧砂示意图。震压紧砂机构工作时,首先将压缩空气自震实进气口引入震实气缸,使震实活塞带动工作台及砂箱上升,震动活塞上升使震实气缸的排气孔露出压气排出,工作台便下落,完成一次振动。如此反复多次,将型砂紧实。这种紧砂方法,使型砂紧实密度均匀。图1-5所示为抛砂紧实示意图,它是利用抛砂机头的电动机驱动高速叶片(900~1500 r/min)连续地将传送带送来的型砂在机头内初步紧实,并在离心力的作用下,型砂呈团状被高速(30~60 m/s)抛到砂箱中,使型砂逐层地紧实,同时完成填砂和紧实。生产效率高,型砂紧实密度均匀,抛砂机适应性强,可用于任何批量的大、中型铸型或大型芯

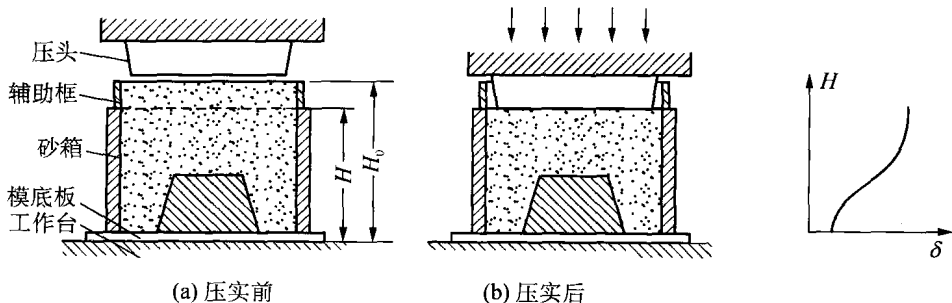


图1-3 压实造型示意图

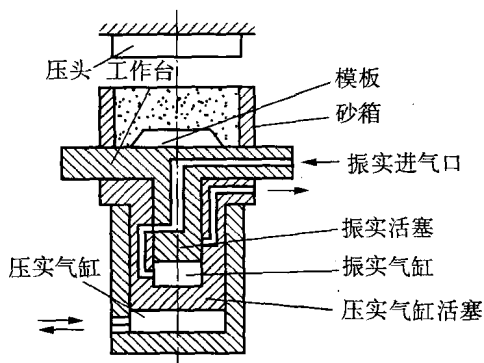


图 1-4 震压紧砂机构示意图

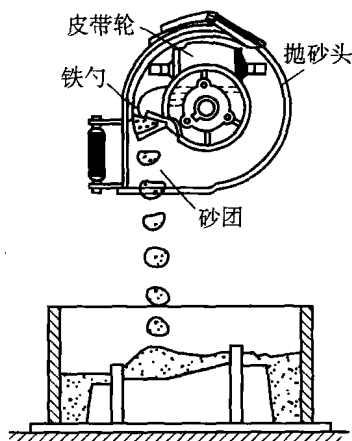
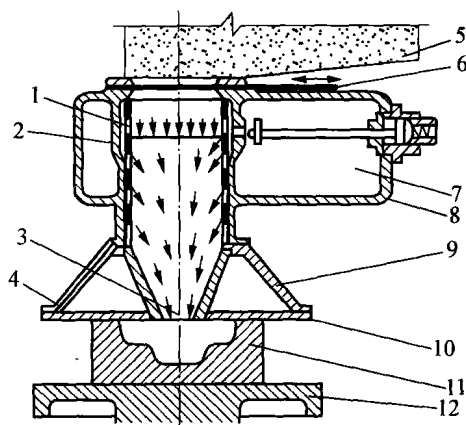


图 1-5 抛砂紧实图



1—射砂筒；2—射膛；3—射砂孔；4—排气孔；5—砂头；6—砂闸板；7—进气阀；8—储气筒；9—射砂头；10—射砂板；11—芯盒；12—工作台

图 1-6 射砂机工作原理图

的生产。图 1-6 所示为射砂紧实示意图，主要用于造芯。

(2) 起模方法 型砂紧实以后，就要从型砂中正确地把模样起出，使砂箱内留下完整的型腔。造型机大都装有起模机构，其动力也多半是应用压缩空气，目前应用最广泛的起模机构有顶箱、漏模、翻转 3 种。

① 顶箱起模 图 1-7(a)所示为顶箱起模示意图。型砂紧实后，开动顶箱机构，使 4 根顶杆自模板 4 角的孔中上升，而把砂箱顶起。此时固定模型的模板仍留在工作台上，这样就完成起模工序。顶箱起模的造型机构比较简单，但起模时易漏砂，因此只适用于型腔简单，且高度较小的铸型。多用于制造上箱，以省去翻箱工序。



② 漏模起模 图 1-7(b)所示为漏模起模示意图。为避免起模时掉砂,将模型上难以起模的部分做成可以从漏板的孔中漏下。即将模型分成两部分,模型本身的平面部分固定在模板上,模型上各凸起部分可向下抽出。在起模时,由于模板托住图中 A 处的型砂,因而可避免掉砂。漏模起模机构一般用于形状复杂或高度较大的铸型。

③ 翻转起模 图 1-7(c)所示为翻转起模示意图。型砂紧实后,砂箱夹持器将砂箱夹持在造型机转板上,在翻转气缸推动下,砂箱随同模板、模型一起翻转 180° ;然后承受台上升接住砂箱后,夹持器打开,砂箱随承受台下降,与模板脱离而起模。这种起模方法不易掉砂,适用于型腔较深、形状复杂的铸型。由于下箱通常比较复杂,且本身为了合箱的需要,也需翻转 180° ,因此翻转起模多用来制造下箱。

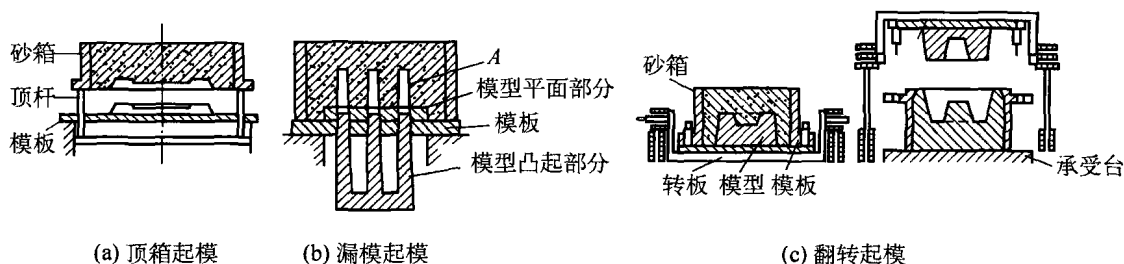


图 1-7 起模方法示意图

1.1.4 浇注系统

浇注系统是为金属液流入型腔,而开设于铸型中的一系列通道。其作用是:平稳、迅速地注入金属液,阻止熔渣、砂粒等进入型腔,调节铸件各部分温度,补充金属液在冷却和凝固时的体积收缩。

1. 浇注系统的组成

浇注系统通常由浇口杯、直浇道、横浇道、内浇道和冒口组成,如图 1-8 所示。

(1) 浇口杯 其作用是容纳注入的金属液,并缓解液态金属对砂型的冲击。小型铸件通常为漏斗状,较大型铸件为盆状(称浇口盆)。

(2) 直浇道 它是联结外浇口与横浇道的垂直通道。改变直浇道的高度可以改变金属液的静压力大小和金属液的流动速度,从而改变液态金属的充型能力。如果直浇道的高度或直径太小,会使铸件产生浇不足的现象。为便于取出直浇道棒,直浇道一般做成上大、下小的圆锥形。

(3) 横浇道 它是将直浇道的金属液引入内浇道的水平通道,一般开设在砂型的分型面上,其截面形状一般是高梯形,并位于内浇道的上面。横浇道的主要作用是分配金属液进入内浇道,并起挡渣作用。

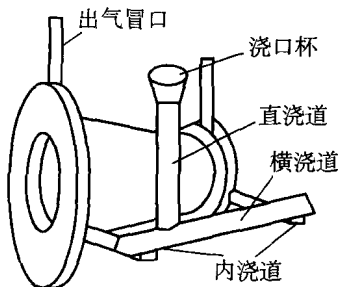


图 1-8 浇注系统的组成

(4) 内浇道 它是直接与型腔相连,并能调节金属液流入型腔的方向和速度,调节铸件各部分的冷却速度。内浇道的截面形状一般是扁梯形和月牙形,也可为三角形。

(5) 冒口 常见的缩孔、缩松等缺陷,是由于铸件冷却凝固时体积收缩而产生的。为防止缩孔和缩松,往往在铸件的顶部或厚大部位,以及最后凝固的部位设置冒口。冒口中的金属液可不断地补充铸件的收缩,从而使铸件避免出现缩孔、缩松。冒口除了补缩作用外,还有排气和集渣的作用。常用的冒口分为明冒口和暗冒口。冒口的上口露在铸型外的,称为明冒口。明冒口的优点是型内气体排出,便于从冒口中补加热金属液;缺点是消耗金属液多。位于铸型内的冒口称为暗冒口,浇注时看不到金属液冒出。其优点是散热面积小,补缩效率高,利于减小金属液消耗。冒口是多余部分,清理时要切除掉。

2. 浇注系统的类型

(1) 浇注系统按熔融金属导入铸型的位置,可分为以下 3 种。

① 顶注式浇注系统 从铸型顶部导入熔融金属,其特点是补缩作用好、金属液消耗少;但金属液对铸型的冲击大,易产生砂眼等缺陷。适用于形状简单、高度小的铸件。

② 底注式浇注系统 从铸型底部导入熔融金属,其特点是金属液对铸型的冲击小,有利于排气、排渣;但不利于补缩,易产生浇不到缺陷。适用于大、中型尺寸,壁部较厚、高度较大、形状复杂的铸件。

③ 阶梯式浇注系统 在铸型的高度方向上,从底部开始,逐层在不同高度上导入熔融金属,具有顶注式和底注式的优点,主要用于高大和形状较复杂的薄壁铸件。

(2) 浇注系统按各浇道横截面积的关系,可分为封闭式和开放式两种。

① 封闭式 封闭式浇注系统的直浇道出口横截面积大于横浇道截面积,横浇道出口横截面积又大于内浇道截面积,其特点是金属液易于充满各通道,挡渣作用好,但对铸型的冲击力大。一般适用于灰铸铁件。

② 开放式 开放式浇注系统正好相反,金属液能较快地充满铸型,冲击小,但挡渣效果差。一般用于薄壁和尺寸较大的铸件。

将铸型的各组元(上型、下型、芯、浇口杯等)组合成一个完整铸型的过程,称为合型。图 1-9 所示是两箱造型合型后的铸型结构。合型时,应检查铸型内腔是否清洁,芯是否完好无损;芯的安放要准确、牢固,防止偏芯;砂箱的定位应当准确,以防错型。

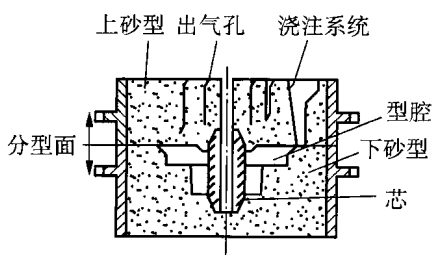


图 1-9 两箱造型合型后的铸型结构

1.1.5 铸铁的熔炼和浇注

1. 铸铁的熔炼

铸铁熔炼不仅仅是单纯的熔化,还包括冶炼过程,使浇进铸型的铁液,在温度、化学成分和纯净度方面都符合预期要求。

冲天炉熔炼是目前常用且经济的熔炼方法,其炉料主要有金属料、燃料和熔剂 3 部分。



金属料一般采用高炉生铁、回炉料、废钢和铁合金；燃料采用焦炭；熔剂采用石灰石和萤石，其主要作用是造渣。

电炉熔炼能准确调整铸铁液成分、温度，能保证铸件的质量，适合于过热和精炼，但耗电量较大。冲天炉-感应电炉双联熔炼是采用冲天炉熔化铸铁，利用电炉进行过热、保温、储存、精炼，以确保铸铁液的质量。

2. 浇注

浇注是指将熔融金属从浇包中浇入铸型的操作。为保证铸件质量，应对浇注温度和速度加以控制。

铸铁的浇注温度为液相线以上 200°C （一般为 $1\ 250\sim 1\ 470^{\circ}\text{C}$ ）。若浇注温度过高，金属液吸气多、体积收缩大，铸件容易产生气孔、缩孔、粘砂等缺陷；若浇注温度过低，金属液流动性差，铸件易产生浇不到、冷隔等缺陷。

浇注速度过快会使铸型中的气体来不及排出而产生气孔，并易造成冲砂；浇注速度过慢，使型腔表面烘烤时间长，导致砂层翘起脱落，易产生夹砂结疤、夹砂等缺陷。

1.1.6 落砂、清理与检验

落砂是指用手工或机械方法使铸件与型（芯）砂分离的操作。落砂应在铸件充分冷却后进行，若落砂过早，铸件的冷速过快，会使灰铸铁表层出现白口组织，导致切削困难；若落砂过晚，由于收缩应力大，会使铸件产生裂纹，且影响生产率。因此，浇注后应及时进行落砂。

清理是指对落砂后的铸件清除表面粘砂、型砂、多余金属（包括浇冒口、飞翅和氧化皮）等过程。清理后，应对铸件进行检验，并将合格铸件进行去应力退火。

1.2 金属的铸造性能

铸件的质量与金属的铸造性能密切相关。金属的铸造性能是指金属在铸造过程中表现出来的工艺性能，如流动性、收缩性、吸气性、偏析等。金属的铸造性能好，是指金属熔化时不易氧化，熔液不易吸气；浇注时金属液易充满型腔；凝固时铸件收缩小，且化学成分均匀；冷却时铸件变形和开裂倾向小等。铸造性能差的金属易使铸件产生缺陷，铸造时应采取相应工艺措施。在这里主要介绍一下金属的流动性和收缩性。

1.2.1 金属的流动性

流动性是指熔融金属的流动能力，是金属的固有属性，它只与金属本身的化学成分、温度、杂质量，以及物理性质有关。金属液的流动性越好，充型能力越强。决定金属流动性的主要因素有以下几方面。

（1）金属的种类 金属流动性与金属的熔点、热导率、金属液的粘度等物理性能有关。