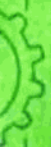


中华人民共和国机械工业部统编

机械工人技术培训教材

机械加工工艺基础

(冷加工类)



科学普及出版社



中华人民共和国机械工业部统编
机械工人技术培训教材

机械加工工艺基础

(冷加工类)

科学普及出版社



B

内 容 提 要

本书是机械工业部统编的机械工人技术培训教材。它是根据原一机部《工人技术等级标准》和教学大纲编写的。全书共分十一章,主要介绍金属切削加工的基本知识,金属压力加工的基本知识,车削、铣削、刨削、磨削、插削、拉削、钻削、镗削等的加工特点及设备,钳工的基本知识,以及铸造和焊接的基本知识等,为便于读者学习,在各章之后还附有练习题。

本书是机械加工各工种工人技术培训的基础课教材,也可供有关技术人员和管理干部学习参考。

本书由管立志、鹿之生同志编写,经何薇华、刘宝菊、罗文宽同志审定。

中华人民共和国机械工业部统编

机械工人技术培训教材

机械加工工艺基础

(冷加工类)

责任编辑:郭蕴玉

*

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学院印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13.25 字数: 311 千字

1987年12月第1版 1987年12月第1次印刷

印数: 1—22,600册 定价: 2.35元

统一书号: 15051·1227 本社书号: 1450

ISBN 7-110-00091-5/1H·3

对广大工人进行比较系统的技术培训教育，是智力开发方面的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地展开这项工作，教材是关键。有了教材才能统一培训目标，统一教学内容，才能逐步建立起比较正规的工人技术教育制度。

教材既是关键，编写教材就是一件功德无量的事。在教材行将出版之际，谨向为编写这套教材付出辛勤劳动的同志们致以敬意！

第一机械工业部第一副部长

杨铨

一九八二年元月

前 言

为了更好地落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对工人特别是青壮年工人进行系统的技术理论培训，以适应四化建设的需要。现确定按初级、中级、高级三个培训阶段，逐步地建立工人培训体系，使工人培训走向制度化、正规化的轨道，以期进一步改善和提高机械工人队伍的素质。一九八一年，根据机械工人队伍的构成、文化状况及培训的重点，我们组织了四川省、江苏省、上海市机械厅(局)和第一汽车厂、太原重型机器厂、沈阳鼓风机厂、湘潭电机厂，编写了三十个通用工种的初级、中级的工人技术培训教学计划、教学大纲及其教材，作为这些工种工人技术理论培训的统一教学内容。

编写教学计划、教学大纲及其教材的依据，是原一机部颁发的《工人技术等级标准》。初级技术理论以二、三级工“应知”部分为依据，是建立在初中文化基础上的。它的任务是为在职的初级工人提供必备的基础技术知识，指导他们正确地使用设备、工装卡具、量具、按图纸和工艺要求进行正常生产。中级以四、五、六级工“应知”部分为依据，并开设相应的高中文化课，在学完了初级技术理论并具有一定实践经验的工人中进行。它的任务是加强基础理论教学，使学员在设备、工装卡具、结构原理、工艺理论、解决实际问题的能力上有所提高(高级以七、八级工“应知”部分为依据，这次未编)。编写的教材计有：车工、铣工、刨工、磨工、齿轮工、镗工、钳工、工具钳工、修理钳工、造型工、化铁工、热处理工、锻工、模锻工、木模工、内外线电工、维修电工、电机修理工、电焊工、气焊工、起重工、煤气工、工业化学分析工、热工仪表工、锅炉工、电镀工、油漆工、冲压工、天车工、铆工等工艺学教材和热加工的六门基础理论教材：数学、化学、金属材料及其加工工艺、机械制图、机械基础、电工基础。一九八四年，我们又组织编写了值班电工、划线工、机械性能试验工、粉末冶金工艺学教材和金相工基础；五门基础理论教材：冷加工类的机械基础、机械制图、电工基础、机械加工工艺基础、金属材料及热处理和电工类的电工基础。

在编写过程中，注意了工人培训的特点，坚持了“少而精”的原则。既要理论联系实际，学以致用，又要有理论的高度和深度；既要少而精，又要注意知识的科学性、系统性、完整性；既要短期速成，又要循序渐进；在教学计划中对每个工种的培养目标，各门课程的授课目的，都提出了明确的要求，贯彻了以技术培训为主的原则。文化课和技术基础课的安排，从专业需要出发，适当地考虑到今后发展和提高的要求，相近工种的基础课尽量统一。

这套教材的出版，得到了有关省、市机械厅(局)、企业、学校、研究单位和科学普及出版社的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写在职工人培训的统一教材，是建国三十年来第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材难免还存在不少缺点和错误，我们恳切地希望同志们在试行中提出批评和指正，以便进一步修改、完善。

机械工业部工人技术培训教材编审领导小组

一九八五年三月

绪 言

一般机械制造过程大致可分为：毛坯制造、机械加工和装配三个阶段。

毛坯制造的任务是保证获得与成品零件形状和尺寸相似，并且具有一定机械性能的毛坯。毛坯制造的主要加工方法有铸造、锻压和焊接等。

机械加工的大部分工作是在机床上对毛坯进行加工的，以获得在尺寸、形状、表面质量和技术要求等方面都与零件工作图相符合的零件。由于这部分机械加工需从毛坯上切去粗糙或多余的金属表面层，故又叫切削加工。切削加工的方法有车削、铣削、刨削、钻削和磨削等。

装配是把合格的零件按照一定顺序，采用不同的连接方法连接成部件或机器的过程，并满足机器使用上和技术上的要求。装配是机械制造过程中的最后一个阶段，它包括安装、调整、检验、试验、油漆及包装等工作。

机械工人除了要精通本工种的技术外，还应对机械制造过程的基本知识以及各个制造阶段的各种基本加工方法有所了解，建立起机械制造过程的整体概念，从而认识本工种在机械制造中所处的地位和作用。这对提高劳动生产率、提高产品质量和降低成本是很重要的。

本教材是根据机械工业部 1981 年 10 月制订的《工人中级技术理论教学计划、教学大纲》中冷加工部分“机械加工工艺基础”教学大纲的要求而编写的。全书分为十一章，内容包括铸造、金属压力加工、焊接、金属切削加工基本知识、车削、刨削、插削、拉削、铣削、钻镗削、磨削、齿轮加工和钳工加工等。

本教材是机械工业部机械工人中级技术培训用书，也可供有关技术人员和管理干部参考。

限于编写者的业务水平，错误之处在所难免，希望广大读者批评、指正。

编 者

一九八四年一月

目 录

绪言

第一章 铸造	1
第一节 铸造生产概述	1
第二节 砂型铸造	2
第三节 手工造型	7
第四节 型芯制造	15
第五节 合箱	18
第六节 铸铁的熔化、浇注、落砂和清理	18
第七节 铸件的缺陷和检验	26
练习题	30
第二章 金属压力加工	31
第一节 金属压力加工概述	31
第二节 金属塑性变形的基本知识	32
第三节 压力加工对金属组织和性能的影响	33
第四节 金属的加热	35
第五节 锻造	38
第六节 轧制、拉丝和挤压的概念	51
第七节 板料冲压	55
练习题	62
第三章 焊接	64
第一节 概述	64
第二节 手工电弧焊	65
第三节 气焊与气割	71
第四节 其它焊接方法	74
第五节 金属的可焊性和常用金属的焊接	78
第六节 焊缝缺陷及焊缝质量检查	80
练习题	81
第四章 金属切削加工的基本知识	83
第一节 金属切削加工的概念	83
第二节 金属切削机床的分类和编号	84
第三节 切削运动和切削要素	90
第四节 金属切削刀具	93
第五节 切屑的形成过程及种类	97
第六节 切削力	99
第七节 切削热与冷却	100
练习题	101
第五章 车削	102
第一节 普通车床	102

第二节 车床工作	108
第三节 其它车床	116
练习题	117
第六章 刨削、插削和拉削	119
第一节 刨削、插削及其特点	119
第二节 刨床与插床	120
第三节 刨削加工与插削加工	122
第四节 拉削	125
练习题	127
第七章 钻削与镗削	128
第一节 钻削加工概述	128
第二节 钻床的类型	128
第三节 钻床工作	130
第四节 镗削	132
练习题	134
第八章 铣削	135
第一节 铣削的特点	135
第二节 铣床	137
第三节 铣刀	139
第四节 铣床附件及分度头	142
第五节 铣削加工	147
练习题	154
第九章 磨削	155
第一节 磨削加工的特点和应用范围	155
第二节 砂轮	156
第三节 磨床	161
第四节 磨削加工	165
练习题	169
第十章 齿轮齿形加工简介	170
第一节 成形法加工圆柱齿轮	170
第二节 展成法加工圆柱齿轮	172
练习题	177
第十一章 钳工的基本知识	178
第一节 锯削	178
第二节 锉削	181
第三节 锯削	186
第四节 划线	188
第五节 钻孔	192
第六节 攻丝与套丝	193
第七节 铆接	195
第八节 研磨	197
练习题	202

第一章 铸 造

第一节 铸造生产概述

在机械制造业中,一些复杂的、基础零件的毛坯通常是用铸造方法制成的,叫做铸件。

铸造生产是根据零件的形状、尺寸和生产条件等先制作好铸型,再将熔化的金属浇注入铸型的型腔中,待其凝固冷却后从铸型中取出,进行清理,于是得到所需要的零件毛坯。

在现阶段,铸造生产在整个国民经济中仍占有十分重要的地位,各种机械中铸件的重量约占总重量的50~70%,而农业机械、金属切削机床和重型机械中铸件的比重可达60~80%。

铸造生产同其它毛坯制造方法(如锻、焊等)相比,具有下述优点。

(1) 可以制造各种形状复杂(特别是具有复杂的内腔)的零件毛坯,如机架、箱体等。

(2) 铸件的形状与零件接近,因而节省材料,减少切削加工量。精铸毛坯的加工余量很小,甚至可达到少切削或无切削加工。

(3) 金属废料(浇、冒口,废铸件)可以回炉重熔,浇注成新的铸件。

(4) 由于铸造生产设备的投资较少,因而铸件的制造成本较低。

(5) 铸造生产的适应性很广,工业上常用的各种金属材料都能进行铸造,对于某些脆性材料(如铸铁、铸铝等)只能用铸造方法才可成型,并且铸件的重量可以从几克到一、二百吨以上。

不过,铸造生产也有不足之处:例如,铸件的机械性能一般不如锻件;由于铸造生产工序繁多,彼此互相制约,工艺过程难以精确地控制,所以铸件质量不够稳定;在砂型铸造中,工人的劳动强度大,卫生条件差。所有这一切,都限制了铸件在重载、高速等重要零件上的应用。随着铸造技术的不断发展,铸造生产的这些缺点,正在逐步被克服,它的应用范围将越来越扩大。

现代铸造生产的种类很多,根据铸造方法的不同,可以分为以下几种。

1. 砂型铸造 砂型铸造是用专门的造型材料(砂、粘土等)制成铸型,浇注后毁掉铸型取出铸件。若将用过的型砂加以重新配制成新型砂,还可用来再次进行造型,故砂型铸造又称为一次型铸造,俗称翻砂。砂型铸造具有较大的灵活性,对于不同的生产规模,不同的金属材料,不同形状的铸件都能适用,因此它的使用范围最为广泛。

2. 金属(永久)型铸造 将金属液浇注入用金属材料制成的铸型中,以获得铸件的方法称为金属型铸造。金属型铸造的铸件,其尺寸精度、表面光洁程度和机械性能较高;生产率高,生产过程易于实现机械化、自动化。但金属型制造周期长,成本较高,故不适用于单件小批生产;不宜用来铸造薄壁、复杂和大型铸件。它适于铸造形状不甚复杂、壁厚均匀的中小型有色金属铸件,并多用于大批生产的情况下。

3. 熔模铸造(又称失蜡铸件) 这是我国劳动人民首先创造的一种古老的铸造方法。古代主要用来铸造带有精细花纹和文字的艺术品。近几十年来,熔模铸造方法有了新的发展。

熔模铸造是用易熔材料制成精确的模型(熔模),再在模型表面涂敷耐火材料制成型壳,然后加热熔去模型,形成空心的耐火型壳,型壳经高温焙烧即成铸型。浇注后可获得精度较高的铸件,其精度可达6~4级(IT12~IT10),表面粗糙度 R_a 值可达1.6~12.5微米,故属精密铸造。这种铸造方法可以铸造形状十分复杂的铸件,并可减少切削加工,节省金属材料。它所使用的设备简单,投资少,生产批量也没有限制,从几件到大量生产都可以。

4. 压力铸造 将液态或半液态金属在高压的作用下,以很快的速度压入金属模的型腔中,并在压力下进行结晶凝固而获得铸件的方法称为压力铸造。压力铸造铸件的尺寸精度、表面光洁程度和致密度都较高,并可压铸形状复杂和薄壁铸件;绝大多数压铸件都不需再进行机械加工,便可直接用于装配;生产率高。压铸特别适用于大批大量生产条件下的有色合金小铸件的生产。

5. 离心铸造 是将金属液浇注入旋转的铸型内,使金属液在离心力的作用下充满铸型并结晶凝固成铸件的铸造方法。由于是在离心力作用下进行铸造,金属液被抛向型腔壁,因而不需型芯就可铸出中空的铸件。离心铸造广泛用于生产各种空心的旋转体铸件,如各种管子、缸、套等。由于没有浇注系统和冒口等,故此方法可节省金属材料。

6. 其它铸造 除上述铸造方法外还有低压铸造、磁型铸造、陶瓷型铸造、壳型铸造等。

在各种铸造方法中,目前应用得最广泛最基本的还是砂型铸造。本章将重点讨论砂型铸造的有关问题。

第二节 砂型铸造

一、砂型铸造的工艺过程

砂型铸造的过程可分为:

(1) 制造模型和芯盒,准备型砂和芯砂。

(2) 铸型(砂型)的制备:包括造型、造芯、烘干(不是所有情况下都需要)、合箱和浇注准备等。

(3) 熔化金属,浇注。

(4) 从铸型中取出铸件进行落砂、清理和检验。

砂型铸造的工艺过程框图如图1-1所示。

二、造型材料

砂型铸造的造型材料包括型砂、芯砂及涂料等。它们的质量对铸件的质量有很大影响。据统计,铸件缺陷中约有50%左右是因为型(芯)砂质量不高所造成的。并且生产一吨合格的铸件,大致需要2.5~10吨造型材料。因此合理地选用和配制造型材料,对防止铸件产生缺陷和降低成本都具有很大的意义。

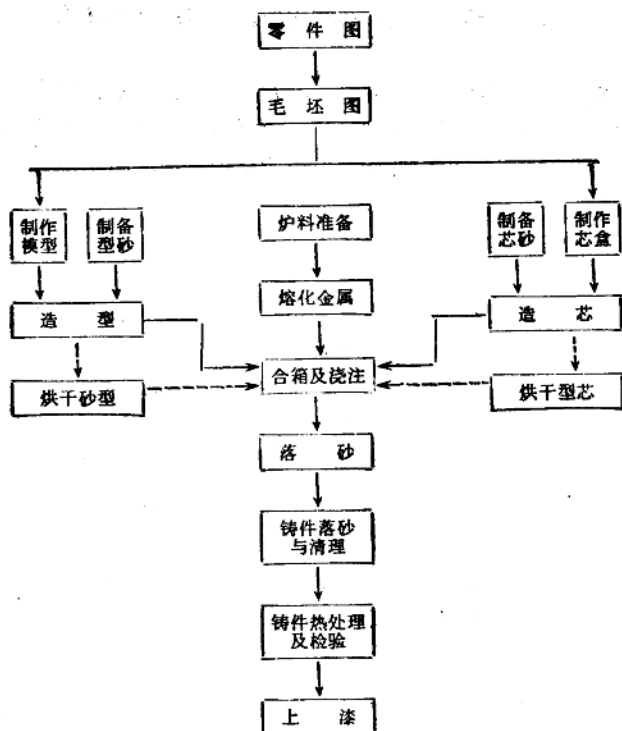


图 1-1 砂型铸造工艺过程

型砂和芯砂主要由原砂 (SiO_2)、粘结剂(多用粘土和膨润土)及水混合制成,有时还加入煤粉或木屑等辅助材料。

(一) 型(芯)砂的性能

砂型铸造过程是高温金属液与铸型相互作用的过程。为保证铸件的质量,型砂和芯砂必须具备下列基本性能。

1. 强度 砂型在起模、翻箱、搬运、合箱及浇注等操作过程中,都将受到外力(如冲击力、铁水的动压力和静压力)的作用,有可能使砂型受到损坏。型砂承受外力的作用而不损坏的能力称为型砂的强度。

(1) 型(芯)砂中的粘结剂通过混碾,以一定的厚度包覆在砂粒表面;经过舂实,粘结剂将分散的砂粒胶合成整体,从而使型(芯)砂具有一定的湿强度。型(芯)砂的湿强度可在很大范围内变化,这种变化取决于粘结剂的质量和加入量、含水量、原砂的粒度、混砂质量等因素。砂粒愈细,粘结剂的加入量愈多,则型砂的湿强度愈高。此外,混砂时间对湿强度的影响也很大,适当增加混砂时间,可以提高型(芯)砂的湿强度、可塑性和流动性。

(2) 型(芯)砂舂得愈紧,强度愈高。在浇注时,砂型表面受铁水的热作用而烘干,故型(芯)砂具有一定的干强度。它不仅对干型铸造有影响,而且对湿型铸造也是有影响的。型(芯)砂具有干强度主要是因为烘干时粘结剂失去水分互相靠近,质点间紧密接触时的附着作用的结果。型(芯)砂的干强度与粘结剂种类、粘结剂加入量、原砂粒度、形状、型(芯)砂中水分含量、紧实度和烘干温度有关。在一定范围内增加型(芯)砂中的水分,可提

高干强度。因为水分能使粘结剂均匀分布和充分发挥作用。同时粘结剂含量愈多,型(芯)砂的干强度愈高。

2. 透气性与发气性 型砂的各砂粒之间存在着孔隙,型砂孔隙透过气体的能力称为透气性。当金属液浇注入铸型后,型(芯)砂在高温作用下产生气体的能力称为发气性。金属液在高温时吸收的气体,在冷却、凝固过程中也会析出来。因此要求型(芯)砂具有一定的透气性;否则铸件会产生气孔等缺陷。

影响透气性的主要因素有原砂颗粒的大小与形状、粘结剂的加入量、混碾程度、砂型紧实程度等。

3. 可塑性 型(芯)砂在外力作用下能改变其本身的形状,而当外力去除后,仍能保持改变后的形状的性能称为可塑性,即型砂成型的能力。为能获得砂型或型芯具有清晰准确的空腔或轮廓,型(芯)砂必须具有可塑性。原砂是几乎不可塑的,而粘结剂(如粘土)则具有很好的塑性,故粘结剂含量多时,型(芯)砂的可塑性就较好。

型(芯)砂的可塑性与粘结剂的含量、水分、砂粒的大小和均匀程度有关。

4. 耐火性 型(芯)砂在高温金属液的作用下不软化、不熔化、不烧结以及不粘附在铸件表面上的性能称为耐火性。如果型(芯)砂的耐火性较差,则铸件表面易形成粘砂,粘砂严重时,由于难于清理和机械加工,会使铸件成为废品。

型(芯)砂的耐火性主要是由所用砂子的成分决定的。当型(芯)砂中石英(SiO_2)的含量高且杂质少时,其耐火性就较好。在砂子成分相同的情况下,砂子的颗粒愈大、愈圆,则砂子的耐火性也愈好。

5. 退让性 铸件在凝固、冷却过程中,其体积将收缩。砂型和型芯能随铸件的收缩而缩小体积的性能称为退让性(容让性)。退让性差时,铸件因为收缩困难,会使铸件产生内应力、变形和裂纹等缺陷。

型(芯)砂的退让性主要由型(芯)砂的高温强度所决定。为了提高退让性,常加入一些附加物,如草末、木屑等,以增加砂粒间的空隙。

6. 流动性 型(芯)砂在外力或本身重力的作用下,质点间相互移动的能力称为流动性。具有良好流动性的型(芯)砂,才能保证得到精确的形状复杂的砂型和型芯。

(二) 型砂(芯)的种类

型(芯)砂的分类方法很多,通常按下列方法进行分类。

根据不同的用途,可分为:

- (1) 用来制作砂型的型砂。
- (2) 用来制作型芯的芯砂。

根据铸型的干燥程度,可分为:

- (1) 用来制作湿型的湿型砂。
- (2) 用来制作干型的干型砂。

根据不同的铸件材料,可分为:

- (1) 铸钢用的型砂。
- (2) 铸铁用的型砂。
- (3) 铸有色金属及合金的型砂。

根据不同的性能要求,可分为:

(1) 用于砂型或型芯表面的面砂。

(2) 用于砂型或型芯面砂背层的背砂。

(3) 机器造型用的单一砂。

根据不同的粘结剂,可分为:

(1) 用粘土作粘结剂的粘土型砂。

(2) 用特种粘结剂的型(芯)砂,如植物油砂、合脂砂、树脂砂等。

(三) 型(芯)砂的成分

型(芯)砂是由造型用原砂、粘结剂根据工艺要求,按不同比例加水配制而成的。为提高型(芯)砂的性能,还应加入一些附加物。

1. 原砂 原砂即新砂,按其来源可分为天然砂和人造石英砂。天然砂按其产地又分为山砂、河砂与海砂。

山砂是由岩石风化解体而成的,一般含泥量高,杂质较多,故其耐火性、透气性都较差。

河砂和海砂也是由岩石风化解体而成的,含泥量较少,砂粒较均匀且多呈圆形,故具有较高的耐火性和透气性。

人造石英砂是由石英岩石经人工破碎、筛选而成的,其耐火性好,但成本较高,因此铸造多用天然砂中的河砂。不过并非所有的天然砂都可用于铸造。铸造用砂一般要求:

(1) 含石英(SiO_2)量较高(一般为85~97%),杂质较少。由于石英的熔点高达1700℃,所以石英含量愈高,其耐火性就愈好。

(2) 砂粒的粒度均匀且呈圆形。

2. 粘结剂 用来粘结砂粒的材料称为粘结剂,如粘土、干性植物油、树脂、桐油、水玻璃等。后几种粘结剂的粘性比粘土好,但价格昂贵、材料来源有限,因此广泛采用价格便宜、资源丰富的粘土做粘结剂。下面将重点介绍粘土。由于铸造用的粘土颗粒很细小(一般在0.02毫米以下),加入后粘土质点之间便产生表面张力而使砂粒相互粘结,这是型芯砂具有可塑性和强度的基本原因。常用的粘土有普通粘土和膨润土两种。

普通粘土又称高岭土、白泥,其耐火性好(耐火度可达1750~1790℃),成本低,干燥时收缩率很小,适于用作干型型砂。

膨润土又称酸性陶土,简称陶土。它的颗粒比普通粘土细小得多(约为1/20),故其粘结性比普通粘土要大2~4倍,其用量也比普通粘土少几倍,由此可大大改善型(芯)砂的透气性。但由于膨润土受热后易失去水分,所以体积收缩较大,容易引起砂型和型砂的开裂,故只用于湿型。

3. 辅助材料 为改善型(芯)砂的某些性能而加入的材料称为辅助材料,常用的辅助材料有锯木屑、煤粉(或重油)。

煤粉能防止型(芯)砂烧结在铸件表面。当金属液浇注入铸型后,煤粉即产生不完全燃烧,产生的还原性气体薄膜,将高温金属液与砂型隔开,减少了金属液对砂型的热力与化学作用,所以煤粉能提高铸件表面的光洁程度。对于有色金属及合金铸件,一般可用重油来代替煤粉。

加入锯木屑是为了改善型(芯)砂的透气性和退让性。锯木屑混合在砂中,它占有一定的体积,当烘烤时它会被烧掉,在砂型中留下孔隙,从而使型(芯)砂具有退让性和透气性。

4. 涂(覆)料 它可使铸型型腔和型芯表面坚固、耐火,防止铸件表面产生粘砂,并使

铸件表面光洁。对铸铁件的湿型,通常在铸型表面撒上石墨粉(俗称铅粉)作为涂料;对于型或干芯,常刷上涂料。铸铁件的涂料由石墨粉、耐火粘土和水等调和而成。有色金属铸件常用滑石粉做涂料。

(四) 粘土砂

在砂型铸造中,广泛采用的造型(芯)材料是粘土砂。因为原砂和粘土的来源广,储量丰富,价格低廉,制备简单,又不受铸件的材质、形状、尺寸、重量和批量的限制,故在铸钢、铸铁和有色金属铸件的造型中都采用粘土砂。

粘土砂是以粘土为粘结剂的型(芯)砂,它是由砂子、粘土、辅助材料和水按一定比例混制而成的,其结构如图 1-2 所示。松散的砂粒是型(芯)砂的骨干,粘土和水形成粘土胶体,以薄膜形式覆盖在砂粒表面把砂粒粘结在一起,使型(芯)砂具有一定的强度;添加辅助材料可使砂粒之间形成空隙,使型(芯)砂具有良好的透气性。

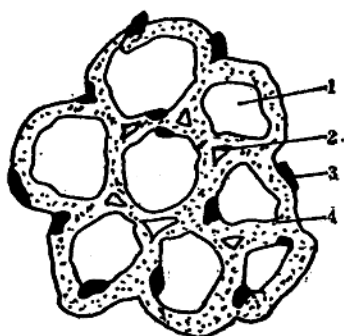


图 1-2 粘土砂结构示意图
1—砂粒; 2—空隙; 3—辅助材料;
4—粘土胶体

根据铸型浇注时的干燥程度不同,粘土砂可分为湿型型(芯)砂和干型型(芯)砂两大类。

1. 湿型型(芯)砂 用于湿型铸造。砂型未经烘干便进行合箱浇注,称为湿型铸造。采用湿型铸造有很多优点,如不需要烘干设备和燃料,生产周期短,能组织流水生产,落砂容易,灰尘小等。但湿型铸造由于砂型未经烘干,水分较高,铸件容易产生胀箱、气孔、砂眼、夹砂和粘砂等缺陷,因此湿型铸造必须对型(芯)砂进行严格的控制。

由于湿型型(芯)砂的强度较低,透气性较差,浇注时发气量大,所以使湿型铸造的应用受到一定限制。

2. 干型型(芯)砂 用于干型铸造。对于一些质量要求较高的大中型、重型铸件,往往将砂型造好后,刷上耐火涂料(石墨粉与粘土等),然后在 $300\sim 500^{\circ}\text{C}$ 的情况下烘干,以提高型(芯)砂的强度、透气性和耐火性,同时可降低发气量。不过,若用粘土砂做干型,浇注时容易被烧结,并且其退让性和出砂性也较差,因此常在芯(型)砂中加入 $1\sim 3\%$ 木屑,以改善型芯(砂型)的退让性和透气性。

干型铸造虽然容易保证铸件质量,但增加了烘干工序所用的设备和燃料,生产周期长,劳动条件差(灰尘大)等,因此仅适用于大型的或重要的铸件。

根据浇注的金属与合金的种类不同,粘土砂又可分为铸钢件用砂、铸铁件用砂和有色金属铸件用砂。

1. 铸钢件用砂 由于铸钢的浇注温度高(在 $1500\sim 1550^{\circ}\text{C}$),铸件容易氧化,收缩率亦大,并易产生夹砂、粘砂、裂纹、变形等缺陷,故铸钢件用砂应选用 SiO_2 含量高、耐火性高、透气性和退让性好、发气性低、热膨胀小以及具有抗粘砂性的粗粒度的人造石英砂。

2. 铸铁件用砂 铸铁的浇注温度比铸钢低(约为 $1250\sim 1450^{\circ}\text{C}$),因此对砂子的耐火性要求可低些,所以采用粒度稍细一些的天然石英砂(如河砂、海砂)。

3. 有色金属铸件用砂 常用的有色金属大多是铜、铝合金。由于铜、铝合金的浇注温

度更低(铜合金在 1100℃ 左右, 铝合金在 700~750℃ 左右), 因此对型(芯)砂的要求不高, 可采用质量较差的山砂, 但是有色金属的流动性较好, 为了获得轮廓清晰、表面光洁的铸件表面, 应选用粒度小的细砂。

(五) 其它型(芯)砂

粘土砂主要用来制作普通砂型, 也可用来制作一些形状简单的大、中型型芯。对于一些结构形状复杂的薄型芯, 粘土砂已不能适应其铸造工艺的要求, 因为型芯主要用来形成铸件的内腔、凹腔和孔洞部分, 浇注之后型芯大部分被高温金属液包围, 与砂型相比, 型芯所受的热烘烤、浮力(金属未凝固前)和压缩力(金属凝固及收缩时)的作用均较大; 型芯本身排气条件又差; 落砂清理也较困难。为此对芯砂的性能就要有更高的要求。常用的芯砂有植物油砂、合脂砂、树脂砂等。

1. 植物油砂(简称油砂) 以干性油或半干性油作为粘结剂的芯砂称为植物油砂, 简称为油砂。长期以来, 植物油曾是配制一些复杂、重要、薄壁型芯的主要粘结剂。常用的有桐油、亚麻仁油、豆油、蓖麻油和改性米糠油等。

植物油的粘结作用是靠油膜氧化、聚合形成硬壳, 而把砂粒粘结起来。一般植物油可以不经过任何处理就使用。芯砂中只要加入少量(1~3%)植物油作粘结剂, 便具有很高的干强度, 良好的透气性、出砂性和退让性, 较低的吸湿性, 但由于油砂的湿强度较低, 因而造芯操作较为困难。

植物油是重要的工业原料和生活必需品, 因此除特别复杂的型芯外, 应尽量少用或不用。目前, 已广泛采用合脂、树脂代替植物油作为粘结剂。

2. 合脂砂 合脂是皂脂厂用石蜡制取合成脂肪酸过程中的副产品, 是呈深褐色的、粘稠的膏状物, 在经轻油稀释后, 便成为铸造用的合脂粘结剂。合脂砂的性能与油砂接近, 但湿强度更低, 不能满足造芯的要求。为提高其湿强度, 通常加入 2~3% 的粘土。由于合脂砂易将芯盒粘住, 因此应尽量采用金属芯盒, 并在芯盒上撒以滑石粉或抹擦少量的柴油、机油等油类。

3. 树脂砂 以肤脑树脂或酚醛树脂为粘结剂的型(芯)砂称为树脂砂。

使用植物油砂和合脂砂制作型芯时存在下列两个问题。

(1) 硬化速度慢, 生产周期长, 还需要烘芯炉等设备。

(2) 硬化前型芯的湿强度很低, 型芯易变形。

采用树脂砂制出的型芯, 不仅保留了油砂型芯的良好性能; 同时也克服了上述的缺陷。用树脂砂制芯具有硬化速度快(只需十几秒到几分钟), 可以取消烘芯炉; 生产率高; 硬化后强度高; 型芯的尺寸精确, 表面光洁; 退让性和抗溃散性好, 便于实现造型制芯机械化和自动化等优点, 因此, 在汽车、拖拉机等工业中, 越来越广泛地采用树脂砂造芯。

第三节 手工造型

用型(芯)砂制备的砂型(包含型芯)称为铸型。用模型在砂箱内制造铸型型腔, 以形成铸件的外表面, 称为造型; 用芯盒制造型芯, 以形成铸件的内表面, 称为造芯; 再把砂型和型芯装配在一起, 即形成铸型。因此, 制造铸型的工艺过程主要包括: 造型、造芯、烘干(不是所有情况下都需要)、合箱等工序。

铸型制造是铸造生产的一个极其重要的工艺过程。铸型质量的好坏，对于铸件质量有着极为明显的影响，通常铸件的废品中约有 60% 左右是由铸型的缺陷引起的。

造型的方法很多，按造型的机械化程度可分为手工造型和机器造型两种，前者适用于单件、小批生产，后者适用于大量生产。本节将只讨论手工造型。

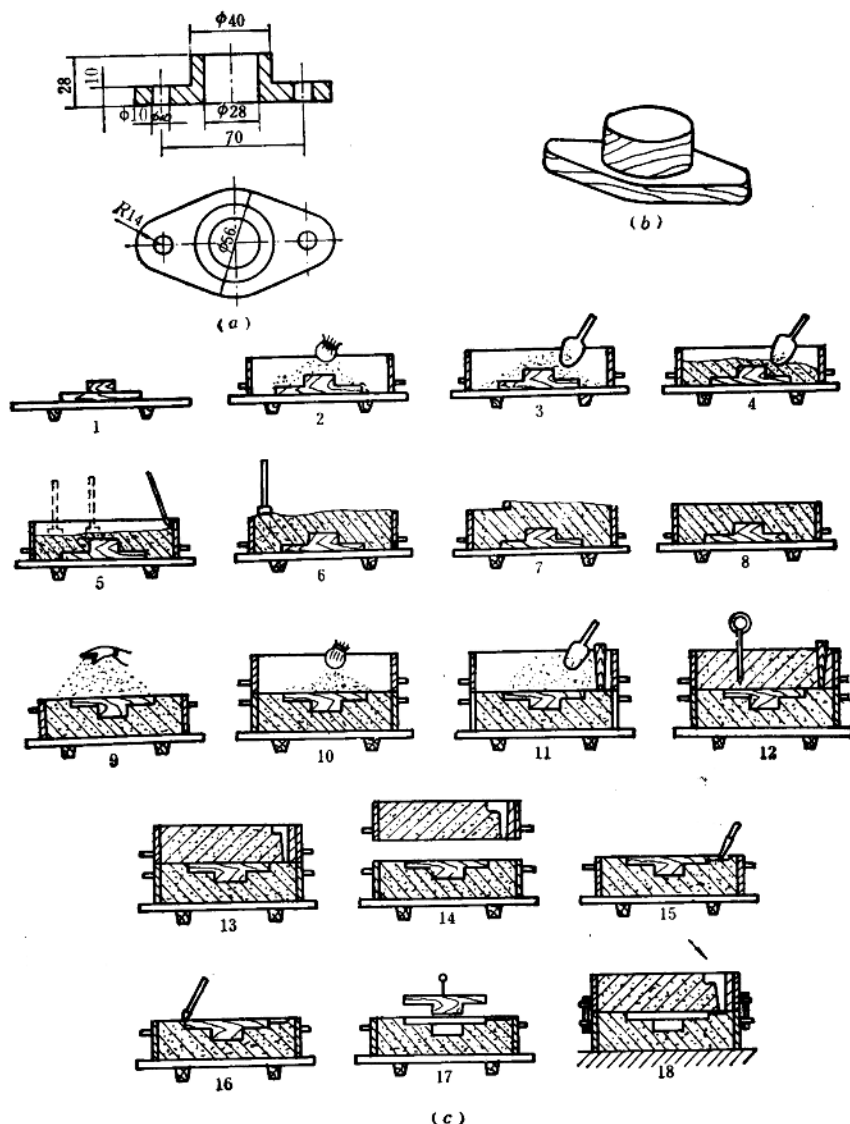


图 1-3 砂箱造型的基本过程

(a) 零件图; (b) 木模; (c) 造型过程

1—把木模放在平板上; 2—放置下砂箱, 并在木模上撒上防粘模材料; 3—在木模上放面砂; 4—铲入背砂; 5—春实型砂; 6—用平头锤春实最后一层型砂; 7—刮去高出砂箱的型砂; 8—刮平后的下砂箱; 9—翻转下砂箱, 撒上分型砂并吹去木模上的分型砂; 10—放置上砂箱, 并撒上防粘模材料; 11—放直浇口, 在木模上放上面砂; 12—铲入背砂并春实, 刮平, 扎气眼; 13—取出直浇口, 挖出外浇口; 14—划好定位线, 移去上箱, 翻转放平; 15—修整分型面, 开挖内浇口; 16—用水润湿木模周围的砂型; 17—拔模; 18—合箱, 准备浇注

一、手工造型的基本过程

(一) 手工造型的操作过程

手工造型是获得铸件外形轮廓尺寸的工艺过程,是砂型制备主要工序之一。手工造型的方法尽管很多,但它们的操作过程基本上是类似的。下面以常见的整模两箱造型为例,说明手工造型的操作过程,见图 1-3。

(二) 操作注意事项

在手工造型的基本操作过程中,应当注意以下各点,以便掌握正确的操作方法。

1. 木模在砂型中的位置 木模在砂型中的位置正确与否,直接影响铸件的质量。当确定木模在砂型中的位置时,一般要考虑三点。

(1) 使木模容易从砂型中取出。

(2) 使铸件的加工面尽量朝下或置于垂直面上。这是因为,当金属液浇入砂型后,夹杂在金属液中的熔渣和气体等,由于比重较轻而浮于顶面,见图 1-4。如果铸件的加工面朝上,则加工后在加工面上很可能出现气孔、渣孔之类的缺陷,而使铸件报废,见图 1-5。若将加工面朝下或置于垂直面上,则一般不仅不会产生这些现象,而且铸件的加工余量也可减少。若铸件非加工面上有杂质存在,通常是不影响铸件质量的。

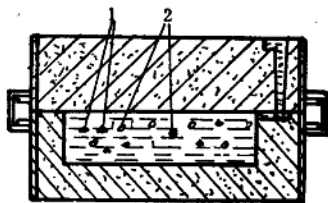


图 1-4 杂质在砂型中的上浮情况
1—熔渣; 2—气泡

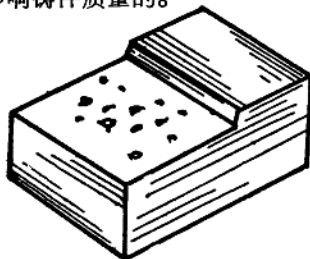


图 1-5 铸件加工后表面的缺陷

(3) 木模周围应留有足够的吃砂量及安放浇冒口系统的位置。

2. 填砂和春砂(紧实) 砂型中加入的砂有面砂和背砂两种。在靠近模型表面即与金属液直接接触的部分,应采用性能较好的面砂,其厚度视铸件大小而定,一般为 10~40 毫米。其余部分用性能较差的背砂。面砂和背砂加入前应该是松散的。

春砂(紧实)时应注意五点。

(1) 对型砂进行春实,使砂型具有一定的紧实度,从而在搬运或被金属液冲击时砂型不致垮掉。但也不能过紧,否则会影响砂型的透气性。

(2) 必须把木模周围的型砂先春实,以防止春砂时木模移动。

(3) 木模上有凹入或不易春实的部分,春砂前应先用手将此部分塞紧或压实。

(4) 填砂应分层加入,分层压实,用手工春砂时,每层厚度可在 70~100 毫米之间,为保证层与层之间的紧密结合,分层表面不应形成平滑表面,否则会造成塌箱。

(5) 春砂时,春砂锤不可离木模太近,太近了,可能损伤木模,一般应保持 20~30 毫米的距离。

3. 分型面的修整与隔离 为防止合箱时砂型的边缘被压坏,在下箱翻转以后,要进行