

高等学校教材

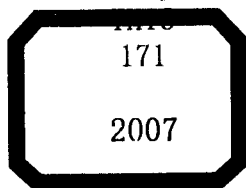
机械 制造 基础训练

张海 于辉 主编



 中国标准出版社

高等学校教材



机械制造基础训练

张海 于辉 主编
胡怡 主审

中国标准出版社

内 容 简 介

本书根据原国家教委颁布的“工程材料及机械制造基础”教学基本要求和“重点高等工科院校金工系列课程改革指南”精神,以“学习工艺知识,提高训练能力,启发创新思维”为宗旨,结合国内及本校工程训练改革的实际而编写的工程训练教材。

本书共 12 章,主要介绍工程训练的基础知识,包括热处理基础、铸造成型、锻压成型、焊接成型、切削加工技术基础、钳工加工、机械加工(车、铣、刨、磨)、数控加工、特种加工方法。每章都附有复习思考题。

本书可作为高等院校机械类和近机械类专业学生学习“工程训练”课程的基础教材,也可供高职高专、成人教育、电视大学、函授大学等相关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础训练/张海,于辉主编. —北京:中国标准出版社,2007

高等学校教材

ISBN 978-7-5066-4367-2

I. 机… II. ①张…②于… III. 机械制造-高等学校-习题 IV. TH-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 023373 号

中国标准出版社出版发行

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

网址 www.bzcbbs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 13.25 字数 319 千字

2007 年 3 月第一版 2007 年 3 月第一次印刷

*

定价 22.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

前 言

本书是在校内教材多年使用的基础上,根据 1995 年国家教委高等教育司新修订和制定的《金工实习教学基本要求》编写的。

教学基本要求中明确指出,金工实习是一门实践性的技术基础课,是机械类和非机械类各有关专业教学计划中重要的实践教学环节之一。因此,在金工实习教学中应以实践教学为主,应安排学生进行独立操作,并辅以专题讲授。在高等工科院校中机械类和非机械类各有关专业的学生所从事的专业都与机械加工有关,掌握一定的机械加工基本知识、技能和技巧对于深入学习和从事所学的专业有着十分重要的意义。

本书内容包括:热处理基础、铸造成型、锻压成形、焊接成形、切削加工技术基础、钳工加工、机械加工(车、铣、刨、磨)、数控加工、特种加工方法。编写时力求简明扼要,符合我校各专业金工实习的实际情况,在具体章节内容中使用图文对照或列表说明、尽量做到清晰、形象、生动易懂。

对本教材内容的处理和使用有以下几点说明和建议:

1. 本教材在编写中侧重基础知识和基本技能的说明。因此,在钢的热处理一节中增加了常用钢铁材料及其力学性能简介,目的是使学生在金工实习中知道所加工的机器零件或所使用的工具和量具是什么材料、以及这样的材料具有什么样的力学性能;在后续章节中,介绍了有关典型设备和工具的工作原理、结构和使用方法、毛坯制造和零件加工的一般过程及有关操作技术,重点是指导学生独立操作为主。

2. 本教材在内容上,除有传统的冷、热加工实习部分外,还增加了与当代学科发展及我校金工实习条件相适应的内容,如特种加工和数控加工技术实习(我校特种加工和数控加工实习占实习总学时的 1/3 强)。

3. 各章节的组织,本着循序渐进、由浅入深和减少重复的原则,力求系统化。教师和实习指导技工应根据不同的实习顺序,向学生指定自学阅读范围。

4. 各章节后面都附有一定的复习思考题,体现各部分的教学

基本要求,目的在于引导学生进行现场观察,启发独立思考,培养学生分析问题和解决问题的能力,帮助学生掌握实习的要求和重点。

5. 本教材后面附有实习报告,要求学生一定要按照各工种实习的先后顺序,在各工种实习讲课和自学的基础上,独立完成各工种的作业题。

6. 本教材采用了国家已颁布的新标准、名词和符号。

全书由燕山大学金工教研室教师集体编写,由张海、于辉主编,胡怡主审,参加审稿工作的有卢秀春教授。参加本书编写的有赵德颖、朱玉英。在编写过程中得到了高殿奎教授及刘文珠讲师的热情支持和帮助,有些地方还引用了部分高等学校的教材、专著及有关文献的内容,在此一并致以衷心的感谢。

由于我们的水平有限,书中一定存在着不少缺点甚至错误,恳切希望有关同志及广大读者批评指正以便改进。

编 者

2006 年 12 月

目 录

第一章 热处理基础	1
第一节 概述	1
第二节 热处理一般工艺过程和加热设备	1
第三节 常用热处理方法	2
第四节 常用钢铁材料及力学性能	4
第二章 铸造成型	7
第一节 概述	7
第二节 砂型铸造工艺	8
第三节 铸铁的熔炼及浇注	17
第三章 锻压成形	20
第一节 概述	20
第二节 自由锻	20
第三节 胎模锻	28
第四节 板料冲压	29
第四章 焊接成形	33
第一节 概述	33
第二节 焊条电弧焊	34
第三节 气焊与气割	47
第四节 其他焊接方法	54
第五章 切削加工技术基础	59
第一节 切削加工的概念	59
第二节 零件的加工质量	60
第三节 量具	63
第六章 钳工加工	68
第一节 概述	68
第二节 划线	69
第三节 錾削	72
第四节 锯切	74
第五节 锉削	75
第六节 钻孔、扩孔和铰孔	77
第七节 攻丝和套丝	81
第七章 车削加工	84
第一节 概述	84

第二节	普通车床	84
第三节	车刀及其安装	87
第四节	工件的安装	91
第五节	车床操作要点	95
第六节	基本车削方法	98
第八章	铣削加工	108
第一节	概述	108
第二节	铣削基础知识	110
第三节	铣床主要附件	112
第四节	铣削工作	114
第九章	刨削加工	118
第一节	概述	118
第二节	牛头刨床	118
第三节	刨刀	120
第四节	工件的装夹	121
第五节	刨削方法	122
第六节	其他刨削类机床	124
第十章	磨削加工	126
第一节	概述	126
第二节	砂轮	126
第三节	磨床及其工作	127
第十一章	数控加工	133
第一节	概述	133
第二节	数控机床的分类	137
第三节	数控车床的加工原理	139
第四节	数控车床的操作	140
第五节	数控铣床的操作	150
第六节	数控加工中心的操作	154
第十二章	特种加工	157
第一节	概述	157
第二节	电火花加工	159
第三节	电火花线切割加工	160
第四节	电解加工	181
第五节	超声加工	183
第六节	激光加工	185
实习报告书		188
参考文献		206

第一章 热处理基础

第一节 概 述

热处理是将金属在固态下进行不同的加热、保温和冷却,通过改变材料的内部组织,以得到所需性能的一种工艺方法。热处理与其他加工工序一起,构成零件完整的加工过程。但是,它又与铸造、锻压、焊接和切削加工等主要以“成形”为目的的加工方法不同,其工艺目的只在于使材料“变性”。在现代工业生产中,热处理已经成为保证产品质量、改善加工条件、节约能源和材料的极其重要的一项工艺措施。这是因为钢铁及其他很多合金的优良性能(例如高的硬度、强度、弹性、耐磨性及良好的切削性能等),除要求在冶金时保证一定的化学成分外,还要经过适当的热处理才能获得。现在,各种机床上约有 60%~70%的零件,汽车、拖拉机上 70%~80%的零件都要进行热处理。

零件加工过程中,热处理作为独立的工序常穿插在毛坯制造和切削加工某些工序之间进行。其作用主要有:一是使原材料、毛坯或半成品消除上一工序加工过程中产生的组织缺陷并改善工艺性能,为后工序的实施作准备。这一目的可以通过退火、正火等方法实现。通常又将为此目的进行的热处理称为预备热处理。二是使材料的机械性能提高,达到零件的最终使用要求。这一目的可以通过淬火、回火、表面淬火和化学热处理等方法实现。这类热处理又称为最终热处理。对有些钢材或零件来说,正火也可以是最终热处理。

第二节 热处理一般工艺过程和加热设备

各种热处理方法都包含加热、保温、冷却三个阶段。调整这三个阶段的工艺参数,就可以使金属材料内部组织发生不同的变化,从而得到不同的性能。为实现不同的工艺参数,所需设备和操作的差异也是很大的。

(1) 加热 金属加热到一定的温度,原始组织发生转变,以便给以后冷却过程中进一步发生变化做好准备。因此,加热是热处理中极重要的一环。加热的温度由材料的种类、成分和热处理的目的决定。热处理加热设备要能按不同工艺要求达到并较好的控制炉温,炉膛尺寸和形状也应满足零件加热时安放位置的需要。为满足这些要求,生产中使用了各种形状和级别的加热炉。最常用的有箱式电炉、井式电炉和盐浴炉(如图 1-1 所示)。箱式电炉结构简单、价格便宜;井式电炉可实现轴杆类零件垂直吊挂加热,以防止变形,装炉、出炉时也容易实现吊车作业;盐浴炉采用熔盐作加热介质,加热迅速、均匀,控制温度精确,还可有效的防止氧化、脱碳等加热缺陷。加热中常用的测温仪表有热电偶高温计和光学高温计等。

(2) 保温 保温是在达到规定的加热温度后保持一定时间,使零件内、外层温度和组织均匀。

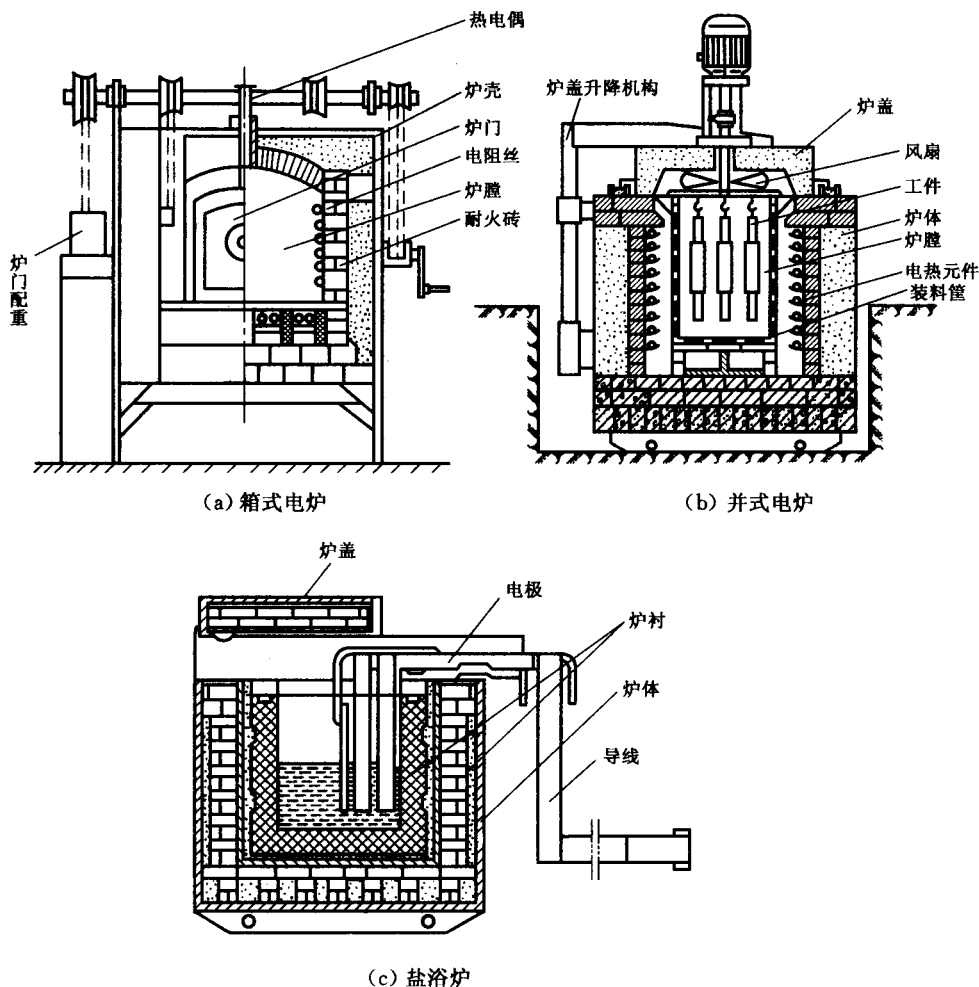


图 1-1 常用的热处理加热炉

(3) 冷却 冷却是获得材料或零件所需要组织的关键一环。可通过炉内控温冷却、炉内自然冷却、炉外空气中自然冷却、吹风或喷雾冷却、在水或油以及熔盐中冷却等各种方法使工件得到需要的冷却速度。

第三节 常用热处理方法

实际生产中,根据零件性能的要求不同,分别采用不同的热处理方法。常用的热处理方法有退火、正火、淬火、回火及表面热处理等几种。

一、钢的退火和正火

(1) 退火 退火是把钢件加热到一定温度,对碳钢来说,一般加热到 $750\sim 900^{\circ}\text{C}$ (视钢中含碳量而定),保温一段时间,然后随炉缓慢冷却的热处理工艺。退火主要用于铸、锻、焊件。

退火的目的:一是均匀组织,细化晶粒。因为铸钢件晶粒大,锻钢件晶粒和组织不均匀,致使力学性能不够好,尤其是塑性和韧性较低。经退火后,可使钢件组织均匀、晶粒变细,从而提高了钢件的力学性能。二是消除工件的内应力。钢件经铸、锻、焊后,由于加工过程中冷却不均匀,变形不均匀,因而产生内应力。内应力的存在,会使工件变形甚至开裂。通过退火处理,内应力可以消除。三是降低工件硬度,便于切削加工。工具钢件有时硬度较高,切削加工困难,经退火后可使硬度降低,易于切削加工。

工件退火,并不是要同时达到上述三个目的。退火的工艺规范要根据工件的具体要求来确定。如仅是为了消除内应力的退火,一般是将工件加热到 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$,保温一段时间后,随炉缓慢冷却到 $300\sim 200^{\circ}\text{C}$ 以下出炉,称为去应力退火。为了消除由于冷变形所造成的强度和硬度升高、塑性和韧性下降的现象,把工件加热到 $600\sim 700^{\circ}\text{C}$,保温后再缓慢冷却,以恢复塑性和韧性,称为再结晶退火。

(2) 正火 正火是把钢件加热到 $780\sim 920^{\circ}\text{C}$,保温后在空气中冷却的热处理工艺。

正火的作用和退火相似,所不同的是正火冷却速度较快,得到的组织结构较细,力学性能(强度、硬度)也有所提高。

正火是一种方便而又经济的热处理方法。对于低碳钢工件,通常用正火而不用退火,这不仅可获得较满意的力学性能和切削加工性,而且生产率高,又不占用设备。对于一般结构零件,可采用正火作为最终的热处理。对于高碳钢件,正火是为以后的淬火做准备,以防淬火时工件开裂。

二、钢的淬火和回火

(1) 淬火 淬火是将钢件加热至 $780\sim 860^{\circ}\text{C}$,保温后快速冷却的热处理工艺。

淬火的目的是提高钢件的硬度和耐磨性。各种工具,如刀具、量具和模具,以及许多机械零件都需要进行淬火处理。

碳钢工件淬火,一般用水冷却。水便宜,而且冷却能力较强。水中溶有少量的食盐后,冷却能力会显著增加。合金钢淬火,则用油冷却,油的冷却能力较低。

淬火时,除了正确选择加热温度和时间、冷却介质外,还必须注意工件侵入淬火冷却剂的方式。如果侵入方式不当,会使工件各部分冷却不一致,造成较大的内应力,引起严重变形甚至开裂,也可能产生局部淬火硬度不够等缺陷。

一般来说,工件侵入淬火冷却剂的方式可根据以下原则选择。

- 1) 细长工件(如丝锥、钻头和轴类等)应垂直放入冷却剂中,上下移动,以减小变形;
- 2) 厚薄不均的工件,厚的部分应先侵入冷却剂;
- 3) 薄壁环状件(如套筒等)应沿轴向垂直放入冷却剂中;
- 4) 扁平件应侧向放入,大型薄片件放入速度要快,以减小变形;
- 5) 具有凹面的工件应将凹面朝上侵入,以利于蒸汽膜的排除,改善其冷却条件。

(2) 回火 回火是把淬火后的工件,重新加热到一定的温度,保温后在空气中冷却的热处理工艺。

生产中,工件的淬火和回火是紧密联系的工序。回火是淬火后紧接着进行的一种工艺操作,通常也是工件进行热处理的最后一道工序。因此,把淬火和回火的联合工艺称为最终热处理。正确进行回火,对提高产品质量有很大意义。淬火钢回火的主要目的有:

1) 减小内应力和降低脆性 由于淬火时冷却速度快,因此,淬火工件存在着很大的内应力,如不及时回火往往会产生变形,甚至开裂。

2) 调整工件的力学性能 工件淬火后硬度高、脆性大,为了满足各种工件不同性能的要求,可通过回火来调整硬度、强度、塑性和韧性。

回火操作主要是控制回火温度。回火温度愈高,工件的韧性愈好,内应力愈小,但硬度和强度下降的愈多。根据回火温度不同,回火可分为三种。

1) 低温回火 回火温度为 $150\sim 250^{\circ}\text{C}$ 。目的是减少工件淬火后的内应力和脆性,而保持其高的硬度和耐磨性。主要用于刀具、量具和冲模。

2) 中温回火 回火温度为 $350\sim 500^{\circ}\text{C}$ 。中温回火后可以大大减少工件的内应力,使工件获得高的弹性极限,同时又具有一定的韧性和硬度。弹簧、锻模等常采用中温回火。某些要求较高强度的轴、轴套、刀杆等也采用中温回火,其目的是获得强度和韧性的适当配合。

3) 高温回火 回火温度为 $500\sim 650^{\circ}\text{C}$ 。习惯上把淬火加高温回火称为调质处理。其主要目的是为了获得既有一定的强度和硬度,又有良好的塑性和韧性相配合的综合力学性能。它广泛应用于中碳钢、合金钢制造的重要结构零件的热处理,如轴、齿轮、连杆等。

三、钢的表面淬火

表面淬火是将工件快速加热,使表层迅速达到淬火温度,而不等心部升温就快速冷却的热处理工艺。工件经表面淬火后能获得表面层硬度高、耐磨,心部韧性好的性能。

常用的表面淬火方法有火焰加热表面淬火和感应加热表面淬火。前者是用氧-乙炔火焰喷向工件表面,使其迅速加热到淬火温度,随后喷水(或浸入水中)冷却的淬火方法。后者是将工件放在通有一定频率电流的线圈内加热,然后喷水冷却的淬火方法。

第四节 常用钢铁材料及力学性能

一、常用钢铁材料

机械制造业中使用的材料,目前仍以钢铁为主。钢铁之所以获得如此广泛的应用,是由于它具有良好的使用性能和工艺性能。

钢铁材料是铁和碳的合金,有时还含有为改善性能而加入的其他合金元素。随成分、加工方法和热处理的不同,其性能可以在很大的范围内变化。钢铁通常使用的形式有钢材(即轧钢件)、锻钢件、铸钢件和铸铁件等。

(1) 钢 含碳量小于 2% 的铁碳合金都称为钢。钢的品种很多,性能各异。为了便于生产、管理和使用,必须对钢进行分类和编号。常用的几种分类法中,按照化学成分,可分为碳素钢和合金钢(其中碳素钢又分为低碳钢、中碳钢、高碳钢);按照质量,可分为普通钢、优质钢和高级优质钢;按照用途,可分为结构钢、工具钢和特殊性能钢。钢的分类综合如图 1-2:

碳钢中除以铁和碳为主要成分外,还含有少量的锰、硅、磷、硫等元素。这些元素是在冶炼时由原料、燃料带入钢中的,通常称为杂质。合金钢是在碳钢的基础上,在炼钢过程中有意向钢中加入某种或某几种元素(称合金元素)而形成的钢。

1) 碳素钢 碳是钢中除铁外最主要的成分,对钢的性能影响最大。硅、锰在碳钢中的

含量不多,对性能影响不显著。磷、硫是有害杂质。含量必须严格限制。

碳钢按磷、硫含量不同,分为碳素钢和优质碳素钢两类。

碳钢按碳含量的不同,分为低碳钢、中碳钢和高碳钢。

低碳钢:含碳量在 0.25% 以下。强度低,塑性、韧性好,易于成形,焊接性好,常用于制作受力不大的结构及零件。

中碳钢:含碳量在 0.25~0.60% 之间。具有较高的强度,并兼有一定的塑性、韧性,适用于制造机械零件。

高碳钢:含碳量在 0.60~1.4% (不包括 0.60%) 之间。塑性和焊接性都差,但热处理后可达到很高的强度和硬度,用于制造工、模具。

按用途又可将碳钢分为结构钢和工具钢。

结构钢:主要用于制造机械零件和工程构件。这类钢一般属于低碳钢和中碳钢。

工具钢:主要用于制造各种刀具、量具和模具等。这类钢一般属于高碳钢。

下面列举常用的钢号:

碳素结构钢 Q235A (Q 表示钢材屈服强度“屈”字汉语拼音字首;235 表示屈服强度值;A 表示质量等级)用于制作螺钉、螺母、垫圈等。

优质碳素结构钢 08、10 用于制作冲压成型的外壳、容器、罩子等;40 制作轴、杆;45 制作齿轮、连杆等;65 制作小截面弹簧(两位数字表示平均含碳量的万倍值)。

碳素工具钢 T7、T8 用于制作手钳、镊子、锤等;T10 制作手锯锯条;T12 制作锉刀、刮刀 (T 表示碳素工具钢“碳”字汉语拼音字首;数字表示平均含碳量的千倍值)。

2) 合金钢 按用途分为合金结构钢、合金工具钢和特殊性能钢。

合金结构钢用来制造承受载荷较重的或截面尺寸较大的重要机械零件。

合金工具钢用于制作刀具、模具、量具等工具。含较多钨、铬、钒、钼合金元素的工具钢可做切削速度较高的刀具,并在 600℃ 高温时仍能保持刀具原有的硬度。常用的高速工具钢(又称锋钢、白钢)车刀,其牌号为 W18Cr4V2 (数字为合金元素含量的百倍值)。

特殊性能钢具有特殊的物理或化学性能,用于制作有特殊性能要求的零件,如不锈钢就属于特殊性能钢。

(2) 铸铁 铸铁是含碳量大于 2% 的铁碳合金。由于铸铁含有较多的碳和杂质,其力学性能一般说来比钢差。

最常用的铸铁品种是灰铸铁。在灰铸铁中,碳主要以片状石墨的形式存在,断口呈暗灰色。石墨虽然削弱了基体组织的连续性,使其抗拉强度、塑性及韧性等指标降低,但却使铸铁获得了优良的切削性能和减震性。石墨是很好的固体润滑剂,还可以吸附润滑油,因此铸铁还具有很好的耐磨性。

铸铁熔点比钢低得多,流动性好,冷却过程中收缩小,这就使熔炼设备和生产工艺比铸钢相对简单,成本也较低。因此,铸铁在工业上应用非常广泛。在实际生产中,根据化学成分和石墨形态的不同,铸铁有普通灰铸铁、孕育铸铁、合金铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁等很多



图 1-2 钢的分类

品种,每一品种又根据力学性能列出若干牌号,以供不同条件下使用。

二、钢铁材料的力学性能

任何机器零件工作时都承受外力(载荷)的作用,材料在外力作用下所表现出来的特性叫做力学性能。主要有:强度、塑性、硬度、冲击韧性等。

(1) 强度 金属材料在外力作用下,抵抗塑性变形和断裂的能力称为强度。强度特性的指标主要是屈服强度和抗拉强度。屈服强度以符号 σ_s 表示,单位为 MPa。屈服强度代表材料抵抗微量塑性变形的能力。抗拉强度以符号 σ_b 表示,单位为 MPa。抗拉强度代表材料抵抗断裂的能力。

(2) 塑性 金属材料在外力作用下发生塑性变形而不破坏的能力称为塑性。常用的塑性指标是伸长率(用符号 δ 表示)和断面收缩率(用符号 ψ 表示)。伸长率和断面收缩率的数值越大,则材料的塑性越好。

(3) 硬度 硬度通常是指金属材料抵抗比它更硬物体压入其表面的能力。材料的硬度是用专门的硬度试验计测定的。常用的硬度试验指标有布氏硬度和洛氏硬度两种。

布氏硬度试验是用淬硬钢球(或硬质合金球)为压头,以规定的压力将其压入被测材料表面,停留一段时间后卸载,测量其表面的压痕直径。按照国家标准规定,布氏硬度用 HB 表示。当压头为钢球时,表示为 HBS,如纯铝的硬度约为 25HBS;当压头为硬质合金球时,表示为 HBW。

洛氏硬度试验是用顶角为 120° 的金刚石圆锥体(或直径为 1.588 mm 的淬硬钢球)为压头,在规定的压力下压入工件表面。洛氏硬度值从硬度计的刻度盘上直接读取。国家标准规定,洛氏硬度用 HR 表示。根据压头和压力的不同,洛氏硬度的标度分别用 HRA、HRB、HRC 表示,其中使用最广泛的是 HRC,如热处理后车刀刀头的硬度约为 62HRC。

在生产现场没有硬度试验计时,可用锉刀锉削金属的方法来判别工件硬度值的高低。锉刀用新的细锉刀。长度为 200mm 左右,硬度在 60HRC 以上,如锉削时打滑或锉刀上有划痕,说明工件材料的硬度高于锉刀的硬度;如能锉动工件,则可以根据锉削的难易程度,判别该工件大致的硬度值;当工件硬度为 30~40HRC 时,稍用力即可锉动;为 50~55HRC 时,已不太容易锉动;为 55~60HRC 时,用力仅能稍锉动一些。

(4) 冲击韧性 金属材料抵抗冲击载荷而不被破坏的能力称为冲击韧性。冲击韧性值以符号 a_{KU} (或 a_{KV})表示。

复习思考题

1. 何谓热处理? 热处理的目的是什么? 有何特点?
2. 什么叫退火、正火、淬火? 它们在处理方法上有什么不同?
3. 淬火的目的是什么? 水淬和油淬分别在何种情况下选用?
4. 什么叫回火? 回火的目的是什么? 回火温度对钢的力学性能有什么影响?
5. 何谓调质处理? 调质处理的目的是什么? 表面淬火和普通淬火有什么区别?
6. 按含碳量不同,碳钢分为哪几类? 常用金属材料力学性能指标有哪些? 用什么符号表示?

第二章 铸造成型

第一节 概 述

铸造是将液态金属浇注到具有和零件形状相适应的铸型空腔中,待其冷却凝固后,获得一定形状和性能的铸件的方法称为铸造。

铸造生产方法很多,常分为砂型铸造和特种铸造两大类。

砂型铸造是目前生产中最基本的、而且是用得最多的铸造方法,其生产工序很多,主要工序为制模、配砂、造型、造芯、合箱、熔炼、浇注、落砂、清理和检验。现以铸造套筒为例,说明砂型铸造的工艺过程(图 2-1)。

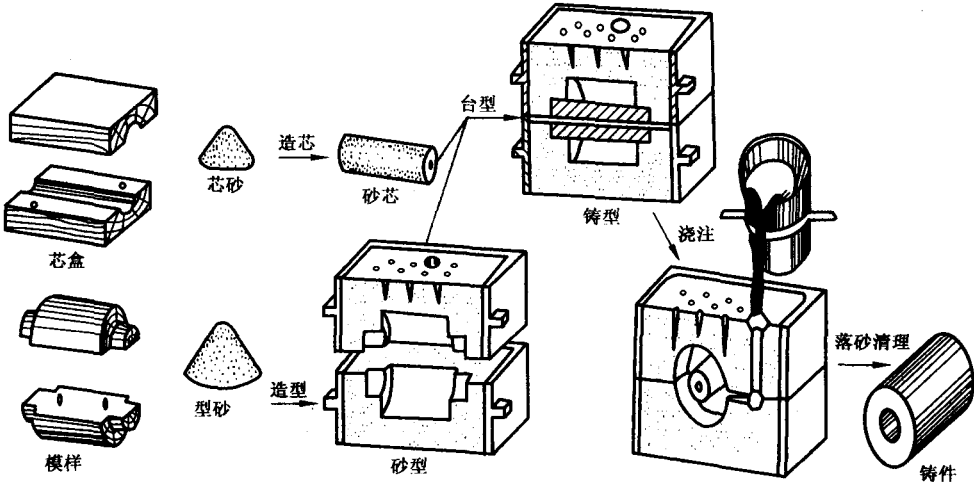


图 2-1 套筒铸件的砂型铸造工艺过程

砂型铸造的典型铸型是由上砂型、下砂型、型腔(形成铸件形状的空腔)、砂芯、浇注系统、出气孔和砂箱等部分组成,铸型的组成及各部分名称见图 2-2。分型面是指上、下砂型的接合面;出气孔是用来排出型腔中的气体而设置的沟槽或孔道。

特种铸造是除砂型铸造以外的其他铸造方法,如熔模铸造、金属型铸造、压力铸造、低压铸造和离心铸造等。

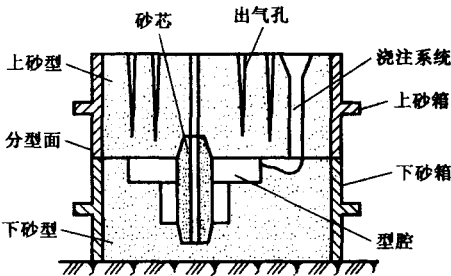


图 2-2 铸型装配图

第二节 砂型铸造工艺

一、型(芯)砂的组成和性能

砂型和砂芯是用型砂和芯砂制造的,型砂和芯砂的质量直接影响到砂型铸造工艺、铸件的质量和成本。由于型(芯)砂的性能不良,使铸件报废约占铸件总废品率的一半以上。故应充分重视型(芯)砂的性能、组成、制备及质量控制。

1. 型(芯)砂的组成

通常型(芯)砂是由石英砂、黏结剂和水组成,有时也加入一些煤粉、木屑等。型(芯)砂的结构如图 2-3 所示。

(1) 石英砂 石英砂是铸造生产中应用最广泛的砂子,其主要成分为石英(SiO_2)和少量泥分及杂质。熔点约为 1700°C ,能承受一般铸造合金的高温作用,且石英砂资源丰富,价格便宜,故得到广泛应用。通常要求石英砂中二氧化硅含量为 $85\% \sim 97\%$ 。砂的颗粒以圆形、大小均匀为佳。

此外,铸造高熔点的合金钢时,还需要选用熔点更高、而价格更便宜的锆砂、镁砂和铬铁砂等非石英质砂。

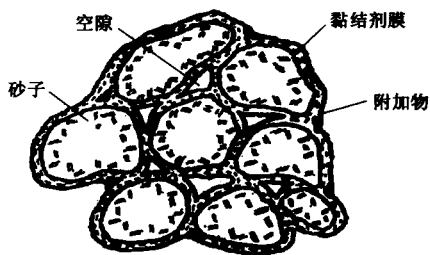


图 2-3 型(芯)砂的组成示意图

(2) 黏结剂 能使砂粒相互黏结的物质叫黏结剂。它均匀包复在砂粒表面,使型(芯)砂具有一定的强度和塑性,常用的黏结剂是黏土。对型(芯)砂有特殊性能要求时还可以用水玻璃、桐油、亚麻仁油及合成树脂等。

黏土主要分为普通黏土和膨润土两类,湿型(造型后砂型不烘干)型砂普遍采用黏结性能较好的膨润土,而干型(造型后将砂型烘干)型砂多用普通黏土。

水玻璃的主要成分为硅酸钠,为无机化学黏结剂,无毒、价廉(加入量约 $5\% \sim 7\%$),所黏结的砂型或型芯可不需烘干,硬化快,生产周期短,并易于机械化。不足之处是铸钢件及大的铸铁件易粘砂,同时型(芯)砂在浇注后结成硬块,难以落砂清理。

有机黏结剂均属有机物,它们在加热或催化剂作用下,能迅速产生化学反应,牢固地将砂粒黏结,产生很高的黏结强度,而在金属液浇注后,有机黏结剂会逐渐烧掉而丧失强度,使型(芯)砂极易从铸件中清除。因此,有机黏结剂是制造型(芯)砂的理想黏结剂。目前常用的有机黏结剂有:油类黏结剂和合成树脂等。

(3) 附加物 为改善型(芯)砂的某些性能而加入的材料称为附加物。例如,在型砂中加入少量煤粉,当铁水浇注到铸型中,会生成还原性的一氧化碳气体,防止铁水氧化,并能阻止砂粒和铁水直接接触,这样能防止粘砂缺陷,使铸件表面光滑。在型砂和芯砂中加入木屑,可以提高型砂和芯砂的退让性和透气性,减少铸造内应力、变形和开裂。

(4) 水 通过水使黏土和石英砂混成一体,并具有一定的强度和透气性。水的加入量应适当。水过多或过少都会降低型(芯)砂的强度和透气性。

(5) 扑料和涂料 为防止铸件表面粘砂,并使铸件表面光滑,常在铸型型腔表面覆盖一

层耐火材料。通常在铸铁件的湿型表面,扑撒一层石墨粉或滑石粉;铸钢件的湿型表面,扑撒石英粉。对于干型和砂芯的表面,则刷以一层涂料,铸铁件用石墨粉加黏土水剂,铸钢件常用石英粉加黏土水剂。

常用型(芯)砂的配比示例:小型铸铁件湿型型砂的配比:新砂 10%~20%、旧砂 80%~90%、膨润土 2%~3%、煤粉 2%~3%、水 4%~5%。

铸铁小件芯砂的配比:新砂 40%、旧砂 60%;另加黏土 5%~7%、纸浆 2%~3%、水 7.5%~8.5%。

2. 型(芯)砂应具备的主要性能

(1) 强度 型(芯)砂抵抗外力破坏的能力称为强度。型(芯)砂强度过低,易造成塌箱、冲砂和砂眼等缺陷;强度过高,则易使型(芯)砂透气性和退让性变坏。

型砂的强度随黏土含量和砂型紧实度的增加而增加。砂子的粒度愈细,强度愈高。含水量对强度也有很大影响,过多或过少均使强度变低。

(2) 透气性 紧实的型(芯)砂允许气体透过的能力称为透气性。透气性不好,易在铸件内部形成气孔等缺陷。

型砂的颗粒粗大、均匀,且为圆形,黏土含量少,型(芯)砂舂得不过紧,均可使透气性提高。含水量过少时,砂粒表面黏土膜不光滑,透气性不高;含水量过多,空隙被堵塞,也使透气性降低。

(3) 耐火性 型(芯)砂在液态金属作用下,不软化、不熔融的性能称为耐火性。耐火性差,型(芯)砂将粘在铸件表面,产生粘砂,使铸件清理和切削加工困难。砂中二氧化硅含量高而杂质少时,其耐火性好。圆形和大颗粒砂比多角形和细小颗粒砂的耐火性好。

(4) 可塑性 是指型(芯)砂在外力作用下,能形成一定的形状,当外力去掉后,仍能保持此形状的能力。

(5) 退让性 铸件在冷却收缩时,型(芯)砂是否易被压缩的性能称为退让性。退让性差,阻碍铸件的收缩,造成较大的内应力,容易导致铸件变形,甚至开裂。

由于型芯在浇注时完全被高温液体金属所包围,因此,芯砂对上述性能的要求比型砂更高。

二、手工造型和造芯

造型和造芯是铸造生产中最主要的工序,对于保证铸件尺寸精度和提高铸件质量有着重要的影响。

1. 造型方法

造型方法可分为手工造型和机器造型两大类。手工造型主要用于单件或小批生产,机器造型主要用于大批或大量生产。

手工造型是用手工操作来完成的造型工序,具有操作灵活、适应性强、生产准备时间短等优点,但造型质量受到操作者技术水平的限制,生产率低,劳动强度大。实际生产中,由于铸件尺寸形状、生产批量等不同,需采用不同的手工造型方法。常用的手工造型方法有:整模造型、分模造型、挖砂造型、假箱造型、活块造型、三箱造型、刮板造型等。

(1) 整模造型 图 2-4 为整模造型的过程。整模造型的特点是模样为整体结构,砂型的型腔全部位于一个砂箱内,一般在下箱。故整模造型操作简单,不会产生错箱缺陷,铸件

的形状和尺寸容易保证,适用于形状简单的铸件,其最大截面在铸件端部,而且是平面。

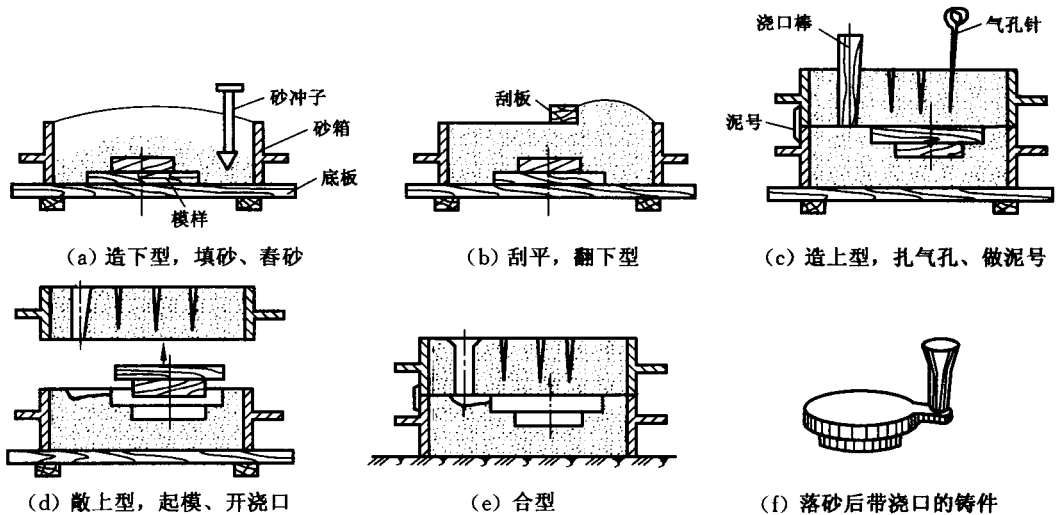


图 2-4 整模造型过程

(2) 分模造型 图 2-5 为套筒的分模造型过程。分模造型的特点是当铸件的最大截面在中部时,若做成整体模样,很难从铸型中起模,因此可将模样在最大截面处分开,进行分模造型。分模造型适用于形状较复杂的铸件,如套筒、管子和阀体等。

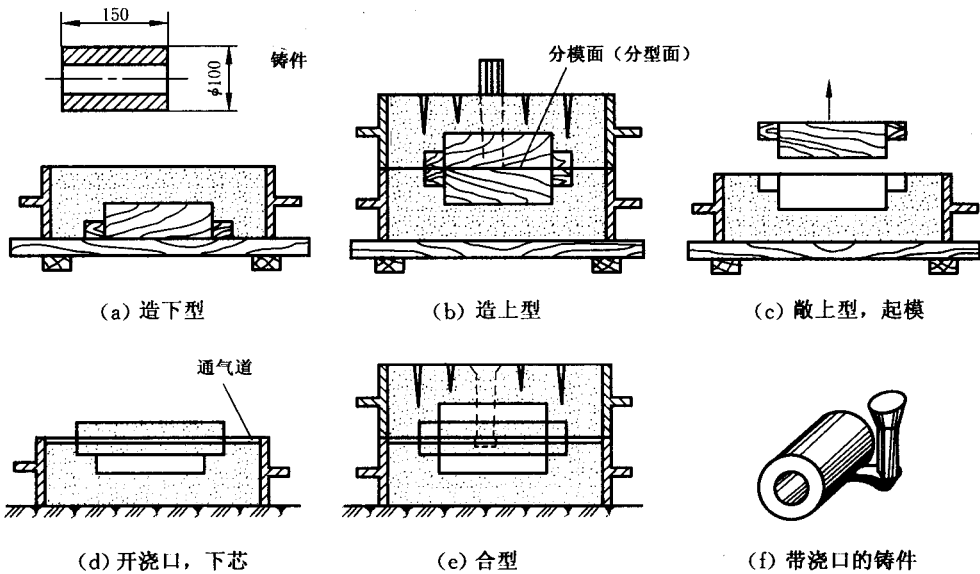


图 2-5 套筒的分模造型过程

(3) 挖砂造型和假箱造型 当铸件最大截面在中部,且模样又不便分成两半时,常采用挖砂造型。手轮的挖砂造型过程如图 2-6 所示。挖砂造型的特点是模样多为整体的;且分型面为不平分型面;挖砂操作技术要求较高,生产率较低。因此,挖砂造型仅适用于单件、小批生产形状较复杂的铸件,当成批生产时,采用假箱造型或成型模板造型来代替挖砂造型,手轮的假箱造型如图 2-7 所示。