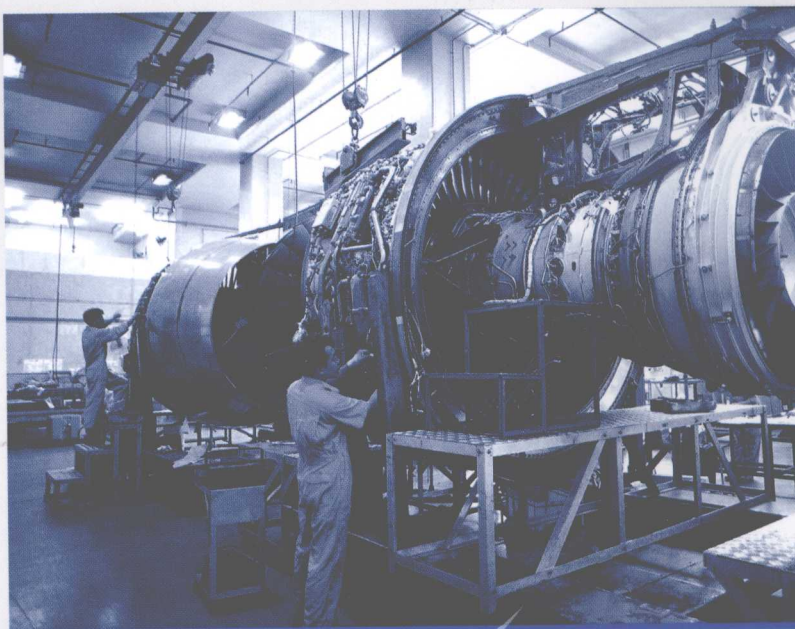


普通高校重点课程规划教材

制造技术基础

赵中华 徐正好 贾慈力 / 主编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

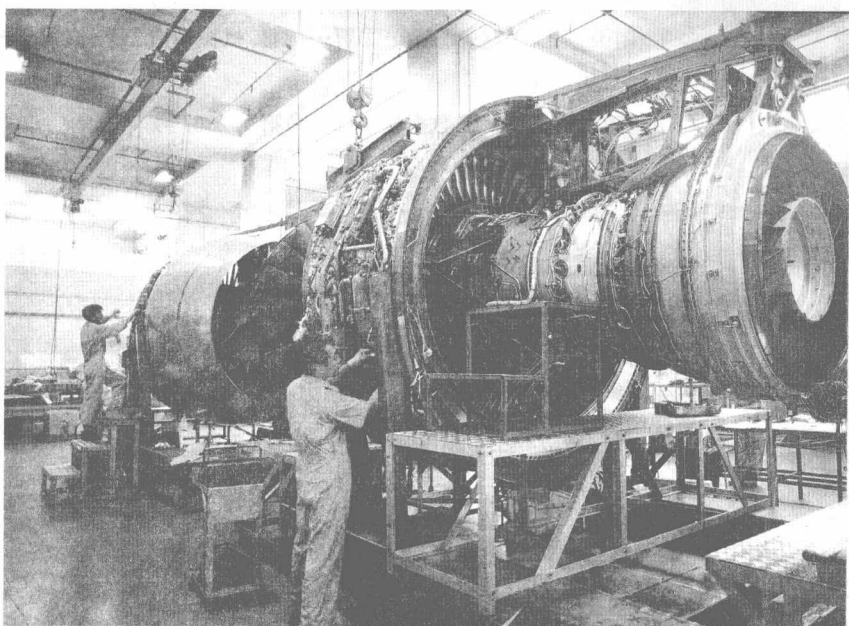
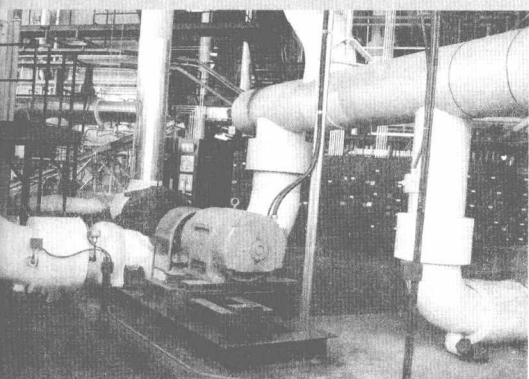
普通高校重点课程规划教材

TH16/200

2008

制造技术基础

赵中华 徐正好 贾慈力 / 主编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

《制造技术基础》是根据原国家教委颁布的高等工科院校“工程材料及机械制造基础课程教学基本要求”,并结合近年来教学改革的成果及制造业的发展趋势来编写的。主要内容有:铸造成形、锻压成形、焊接成形、非金属材料成形及快速成形、切削加工、特种加工等。书中对传统制造工艺方法做了提炼,同时充实了部分新技术、新工艺的内容,如:快速成形、数控加工等。

本书适用于高等工科院校机械类、近机类专业本科学生,亦可供高职高专机械类专业学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

制造技术基础/赵中华,徐正好,贾慈力主编. —上海:
华东理工大学出版社,2008. 1

(普通高校重点课程规划教材)

ISBN 978-7-5628-2239-4

I. 制… II. ①赵…②徐…③贾… III. 机械制造工艺-高等学校-教材
IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 192867 号

普通高校重点课程规划教材

制造技术基础

主 编 / 赵中华 徐正好 贾慈力

责任编辑 / 李国平

责任校对 / 张 波

封面设计 / 王晓迪

出版发行 / 华东理工大学出版社

地 址:上海市梅陇路 130 号,200237

电 话:(021)64250306(营销部)

传 真:(021)64252707

网 址:www. hdlgpress. com. cn

印 刷 / 上海崇明裕安印刷厂

开 本 / 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 / 22

字 数 / 562 千字

版 次 / 2008 年 1 月第 1 版

印 次 / 2008 年 1 月第 1 次

印 数 / 1—4050 册

书 号 / ISBN 978-7-5628-2239-4/TH·75

定 价 / 34.00 元

(本书如有印装质量问题,请到出版社营销部调换。)

本书编委会

主 编	赵中华	徐正好	贾慈力
副主编	成 琼	胡义刚	徐新成
参 编	沈耀仁	刘 燕	李厚佳

前言

制造技术基础是一门研究机械零件从毛坯到成品的加工方法及制造工艺的技术基础课,是高等学校机械类专业的必修课程。本课程在实践教学的基础上,对机械制造技术的基本方法、基本原理、基本知识做综合性、系统性的介绍。

《制造技术基础》是根据原国家教委颁布的高等工科院校“工程材料及机械制造基础课程教学基本要求”,并结合近年来教学改革成果及制造业的发展趋势而编写的。主要内容有:铸造成形、锻压成形、焊接成形、非金属材料成形及快速成形、切削加工、特种加工等。书中对传统制造工艺方法做了提炼,同时充实了部分新技术、新工艺的内容,如:快速成形、先进铸造技术、压力加工新技术、数控加工等。

本书由上海工程技术大学赵中华、徐正好、贾慈力任主编,成琼、胡义刚、徐新成任副主编,贾慈力负责统稿。参编人员编写篇章为:徐正好(第一篇)、赵中华(第二篇)、沈耀仁(第三篇)、徐新成(第四篇)、李厚佳(第五篇第16章)、成琼(第五篇第17、19章)、胡义刚(第五篇第18章)、贾慈力(第五篇第20、22章)、刘燕(第五篇第21章)。

本书适用于高等工科院校机械类、近机类专业本科学生,亦可供高职高专机械类专业学生参考使用。

因编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2007年9月

目 录

第一篇 铸 造 成 形

1 合金的铸造性能	(3)
1.1 合金的充型	(3)
1.2 合金的收缩	(5)
1.3 气孔和偏析	(10)
复习思考题	(11)
2 砂型铸造	(12)
2.1 浇注位置和分型面的确定	(12)
2.2 工艺参数的确定	(14)
2.3 铸件的结构设计	(16)
2.4 造型方法	(19)
2.5 铸件的质量控制	(22)
复习思考题	(25)
3 特种铸造	(27)
3.1 压力铸造	(27)
3.2 低压铸造	(30)
3.3 离心铸造	(32)
3.4 金属型铸造	(33)
3.5 熔模铸造	(36)
3.6 陶瓷型铸造	(38)
3.7 常用铸造方法的比较	(41)
复习思考题	(41)
4 先进铸造技术简介	(42)
4.1 消失模铸造成形	(42)
4.2 快速铸造技术	(43)
4.3 半固态铸造技术	(45)
4.4 其他铸造技术简介	(46)
复习思考题	(49)

第二篇 锻 压 成 形

5 锻造基础知识	(53)
5.1 塑性变形及其对金属组织和性能的影响	(53)

5.2 金属的锻造性	(55)
5.3 合金钢的锻造特点	(57)
复习思考题	(58)
6 锻造	(59)
6.1 自由锻	(59)
6.2 模锻	(64)
6.3 胎模锻	(68)
复习思考题	(69)
7 板料冲压	(71)
7.1 板料冲压基本工序	(71)
7.2 精密冲裁	(85)
7.3 冲模及冲压设备	(87)
复习思考题	(91)
8 其他压力加工方法	(93)
8.1 挤压	(93)
8.2 轧制	(96)
8.3 拉拔	(98)
8.4 压力加工新技术	(98)
复习思考题	(102)

第三篇 焊 接 成 形

9 电弧焊基础知识	(105)
9.1 焊接电弧	(105)
9.2 电焊条	(107)
9.3 焊接接头的组织与性能	(110)
9.4 焊接应力与变形	(112)
复习思考题	(116)
10 熔化焊	(117)
10.1 手工电弧焊和埋弧焊	(117)
10.2 气体保护焊	(122)
10.3 电渣焊	(125)
10.4 等离子弧焊接与切割	(125)
10.5 其他熔化焊方法	(128)
复习思考题	(131)
11 压力焊与钎焊	(132)
11.1 电阻焊	(132)
11.2 其他压力焊方法	(136)

11.3 钎焊	(138)
复习思考题	(140)
12 常用金属材料的焊接	(141)
12.1 金属材料的焊接性	(141)
12.2 碳钢的焊接	(143)
12.3 合金结构钢的焊接	(145)
12.4 铸铁的焊补	(145)
12.5 非铁金属及其合金的焊接	(149)
复习思考题	(151)
13 焊接工艺设计	(152)
13.1 焊接规范	(152)
13.2 焊接结构件材料的选择	(153)
13.3 焊接接头及坡口形式	(154)
13.4 焊接结构设计的基本原则	(155)
复习思考题	(157)

第四篇 非金属材料成形及快速成形

14 非金属材料成形	(161)
14.1 塑料成形	(161)
14.2 橡胶成形	(168)
14.3 陶瓷成形	(171)
14.4 复合材料成形	(173)
复习思考题	(175)
15 快速成形	(176)
15.1 快速成形原理及工艺	(176)
15.2 快速成形工艺方法	(178)
15.3 快速成形技术的应用	(181)
复习思考题	(187)

第五篇 切削加工

16 金属切削加工基础知识	(191)
16.1 切削运动及切削要素	(191)
16.2 刀具构造	(193)
16.3 刀具材料	(199)
16.4 金属切削过程的物理现象	(204)
16.5 金属切削加工质量及切削用量的选用	(215)

复习思考题	(220)
17 金属切削机床基础知识	(222)
17.1 机床的分类与型号	(222)
17.2 机床的基本构造	(226)
17.3 机床的基本传动形式	(228)
17.4 卧式车床传动系统	(234)
17.5 外圆磨床的液压传动系统	(238)
17.6 自动机床简介	(239)
复习思考题	(241)
18 常用切削加工方法的工艺特点及应用	(243)
18.1 车削加工	(243)
18.2 铣削加工	(247)
18.3 钻削和镗削加工	(251)
18.4 刨削和拉削加工	(258)
18.5 磨削加工	(260)
18.6 表面的精整、光整加工	(266)
18.7 齿轮加工	(269)
复习思考题	(272)
19 特种加工	(273)
19.1 概述	(273)
19.2 电火花成形加工	(274)
19.3 电火花线切割加工	(277)
19.4 电解加工	(280)
19.5 电铸加工	(282)
19.6 超声加工	(283)
19.7 激光加工	(285)
19.8 电子束加工	(287)
19.9 离子束加工	(288)
复习思考题	(290)
20 数控加工	(291)
20.1 数控机床的基本组成及工作原理	(291)
20.2 数控机床的结构特点	(292)
20.3 数控机床的控制方式	(297)
20.4 数控加工工艺特点	(298)
20.5 数控程序	(301)
20.6 数控化制造系统简介	(306)
复习思考题	(309)
21 零件结构工艺性	(310)

21.1 切削加工零件结构工艺性	(310)
21.2 装配结构工艺性	(315)
复习思考题	(317)
22 机械加工工艺过程	(319)
22.1 概述	(319)
22.2 加工方法的选择	(320)
22.3 工件的安装与定位基准	(323)
22.4 工艺规程的制订	(330)
22.5 典型零件工艺过程	(334)
复习思考题	(339)
参考文献	(342)

铸造成形

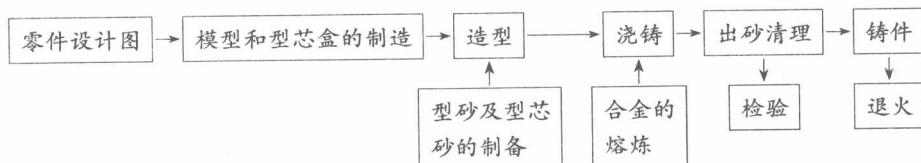
铸造是历史悠久、至今仍广泛应用的金属成形方法。铸造是将金属熔化成液体,浇注到铸型中,待其冷却凝固后获得金属制品的成形过程,故铸造是液态成形。工艺过程包括熔炼金属、制造铸型、浇注。铸造获得的金属制品叫做铸件,铸件一般需经切削加工才能作为机器的零件,故又称为铸造毛坯。

1. 铸型的分类

铸型按造型材料及使用寿命可分为三类。

(1) 以型砂与型芯砂制成的铸型,铸造后须经破砂取出铸件,叫做一次铸型,简称砂型。

一般砂型铸造过程生产的过程为:



(2) 用铸铁或钢制成的金属铸型,简称金属型,至少使用百次以上,寿命长,又称为永久型,主要用于铸造有色合金的铸件。

(3) 由石墨、陶瓷材料制成的石墨型及陶瓷型,使用后稍作修补仍可使用多次,称半永久型。

在铸造生产中,砂型应用最为普遍,且造型材料低廉,造型容易,不受铸件的大小、形状与所用金属的限制。

构成铸型的型腔,需使用模型,对于中空及形状复杂的铸件还需使用型芯。型芯是在型芯盒内制成的,一般经烘干后使用。模型在铸造中极为重要,许多造型方法都由不同类型的模型所决定。模型具有拔模斜度、圆角、收缩余量、加工余量、型芯头。型芯应稳固地安装于型腔中。

2. 铸造生产的特点和缺点

铸造生产的特点包括:

- (1) 能够制成形状复杂,特别是具有复杂内腔的铸件;
- (2) 适应性广,工业上常用的金属及其合金等都可用于铸造;
- (3) 铸件一般不受尺寸限制,其质量可从几克到几百吨以上;
- (4) 铸造生产的设备投资较少,原材料来源广泛,铸件的成本也较低;
- (5) 铸件的形状尺寸与零件非常接近,减少了切削量;
- (6) 铸件应用广泛,机床上占质量约 70%~80% 的零件为铸件。

铸造生产存在的问题有以下几种:

(1) 因为铸造组织晶粒粗大,含杂质多,影响铸件的力学性能,通常以增加厚度来弥补,故一般都较笨重。

(2) 铸造生产的各个环节都可能影响铸件质量,生产过程难以控制,铸件的废品率常

常较高。铸件的缺陷有好多种,其中以气孔、缩孔、砂眼及表面粘砂为最多。铸件在冷却凝固过程中因收缩不均而产生铸造应力,小者可用退火来消除,大者使铸件变形、甚至发生裂纹。

(3) 砂型铸造的铸件精度较差。

(4) 砂型铸造的卫生条件差、劳动强度大、生产率亦较低。

作为铸造的合金,应当具有良好的流动性、较小的收缩性和吸气性等,这些通常称为合金的铸造性能。铸造性能的良好与否,在很大程度上影响到铸件的质量及成本。

1.1 合金的充型

液态金属充满铸型,获得形状完整、轮廓清晰铸件的能力,称为充型能力。在液态合金充型过程中,一般伴随着结晶现象,若充型能力不足时,在型腔被填满之前,形成的晶粒将充型的通道堵塞,金属液被迫停止流动,于是铸件将产生浇不足或冷隔等缺陷。浇不足使铸件未能获得完整的形状;冷隔时,铸件虽可获得完整的外形,但因存有未完全熔合的垂直接缝,铸件的力学性能严重受损。

影响充型能力的因素有:合金的流动性、铸型的传热系数、铸型温度、铸型中的气体、浇注温度、充型压力、浇注系统的结构、铸件的折算厚度、铸件的复杂程度等。详见表 1-1。

表 1-1 影响充型能力的因素和原因

序号	影响因素	定义	影响原因
1	合金的流动性	液态金属本身的流动能力	流动性好,易于浇出轮廓清晰,薄而复杂的铸件;有利于非金属夹杂物和气体的上浮和排除;易于对铸件的收缩进行补缩
2	浇注温度	浇注时金属液的温度	浇注温度愈高,充型能力愈强
3	充型压力	金属液体在流动方向上所受的壓力	压力愈大,充型能力愈强。但压力过大或充型速度过高时,会发生喷射、飞溅和冷隔现象
4	铸型中的气体	浇注时因铸型发气而形成在铸型内的气体	能在金属液与铸型间产生气膜,减小摩擦阻力,但发气太大,铸型的排气能力又小时,铸型中的气体压力增大,阻碍金属液的流动
5	铸型的传热系数	铸型从其中的金属吸取并向外传输热量的能力	传热系数愈大,铸型的激冷能力就愈强,金属液于其中保持液态的时间就愈短,充型能力下降
6	铸型温度	铸型在浇注时的温度	温度愈高,液态金属与铸型的温差就愈小,充型能力愈强
7	浇注系统的结构	各浇道的结构复杂情况	结构愈复杂,流动阻力愈大,充型能力愈差
8	铸件的折算厚度	铸件体积与表面积之比	折算厚度大,散热慢,充型能力好
9	铸件复杂程度	铸件结构复杂状况	结构复杂,流动阻力大,铸型充填困难

1.1.1 合金的流动性

充型能力首先取决于金属液本身的流动能力(即流动性),同时又受铸造工艺因素(如:铸型性质、浇注条件及铸件结构等)的影响。

合金的流动性好,充型能力强,容易获得形状完整、轮廓清晰的铸件,有利于铸造出薄壁或形状复杂的铸件;金属液中的气体、非金属夹杂物容易上浮和排除,也容易对合金冷凝过程中

的收缩进行补缩,有利于获得优质铸件。反之,合金的流动性不好,充型能力差,铸件易产生浇不到、冷隔、气孔、夹杂物和缩孔等缺陷。合金的流动性是合金重要的铸造性能之一。

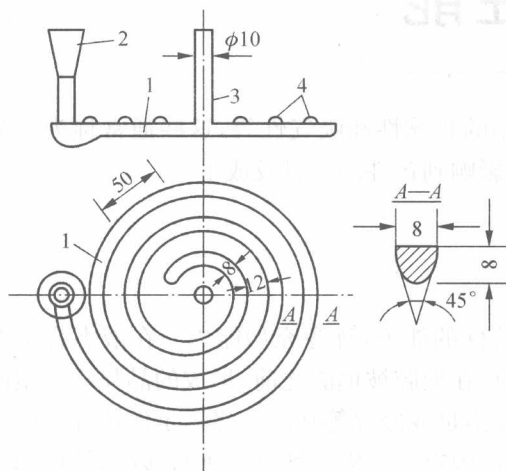


图 1-1 螺旋形试样

1—试样铸件;2—浇口;3—冒口;4—试样凸点

液态合金的流动性以螺旋形试样的长度来衡量,如图 1-1 所示。在相同的浇注条件下,所浇出的试样越长,合金的流动性就越好。

试验得知:灰铸铁,浇铸温度 $1\ 300^{\circ}\text{C}$,试样长度 $1\ 800\ \text{mm}$;铸钢,浇铸温度 $1\ 600^{\circ}\text{C}$,试样长度 $100\ \text{mm}$ 。在常用铸造合金中,灰铸铁、硅黄铜的流动性最好,铸钢的流动性最差。

决定合金流动性的因素主要有:合金的种类、合金的成分、杂质与含气量等。合金的熔点、导热系数、合金液的黏度等物理性能都影响合金的流动性。铸钢的熔点高,在铸型中散热快,凝固快,流动性差;铝合金导热性能好,流动性较差。同种合金中,成分不同时,流动性也不同,共晶成分合金的流动性较好。

1.1.2 浇注温度的影响

浇注温度对合金的流动性的影响极为显著。浇注温度高,液态合金的含热量多,在相同的冷却条件下,合金保持在液态的时间就长。在液态合金停止流动之前,传给铸型的热量多,从而使铸型的温度升高,降低了液态合金的冷却速度。液态合金的黏度随温度的升高而降低。这些都有利于提高合金的流动性。因此,提高浇注温度是改善合金流动性的重要措施。但浇注温度过高,会使合金的总收缩量增加,氧化严重,吸气量增多,反而会使铸件容易产生缩孔、缩松、气孔、粘砂等缺陷。因此,在保证流动性足够的条件下,应尽可能地降低浇注温度。生产上常采用“高温出炉,低温浇注”来保证铸件质量。每种合金都规定有一定的浇注温度范围,例如铸铁为 $1\ 230\sim 1\ 450^{\circ}\text{C}$,铸钢为 $1\ 520\sim 1\ 620^{\circ}\text{C}$,铝合金为 $680\sim 780^{\circ}\text{C}$ 。薄壁复杂件取上限,厚大件取下限。

1.1.3 浇注压力的影响

合金在流动方向上所受压力愈大,合金的流动性愈好。因此,可采用适当增加直浇道的高度或人工加压的方式,如采用离心铸造、压力铸造、低压铸造、真空吸铸等工艺来改善合金的流动性。

1.1.4 铸型的影响

铸型中下列因素对合金的流动性均有显著影响。

1. 铸型的蓄热能力

即铸型从金属中吸收和储存热量的能力。铸型的导热速度愈大,对液态合金的激冷能力

愈强,合金的流动性愈差,容易产生浇不足、冷隔等缺陷。

2. 铸型温度

烘干或预热铸型,由于减少了铸型和金属液间的温差,减缓了冷却速度,合金流动性得到提高。

3. 铸型中的气体

在金属液的热作用下,型腔中的气体膨胀,型砂中的水分汽化,煤粉和其他有机物燃烧,将产生大量气体。若铸型的排气能力差,则型腔中气体的压力增大,阻碍液态合金的充型,使合金的流动性变差。

1.1.5 铸件结构的影响

当铸件壁厚过薄、壁厚急剧变化,有大的水平面结构时,都会使金属液流动困难。因此设计铸件时,铸件的壁厚必须大于规定的最小允许壁厚。有的铸件需设计工艺孔等。

综上所述,为提高合金的流动性,应尽量选用共晶成分合金,或结晶温度范围窄的合金;尽量提高金属液质量,金属液愈纯净,含气体、杂质愈小,流动性愈好。当合金确定之后,需从其他方面采取措施来提高流动性,如提高浇注温度和压力,合理设置浇注系统和改进铸件结构等。

1.2 合金的收缩

1.2.1 合金的收缩及影响因素

1. 收缩

铸件在凝固和冷却过程中,其体积和尺寸减小的现象称为收缩。液态合金由许多原子团和空穴组成,其原子间距比固态要大得多。随着温度的下降,空穴减少,原子间距缩短,因此,合金液的体积减小。当液态合金转变为固态合金时,空穴消失,原子间距还要减小,这些都会使合金产生收缩。因此,合金从浇注温度冷却到室温,要经历液态收缩、凝固收缩、固态收缩三个阶段。

(1) 液态收缩——金属在液体状态时的收缩。

(2) 凝固收缩——金属在凝固过程中的收缩。

液态收缩和凝固收缩的外部表现皆为体积减小,一般表现为液面降低,因此称为体积收缩。它是缩孔或缩松形成的基本原因。

(3) 固态收缩——金属在固态冷却过程中的收缩。

收缩是铸件中许多缺陷(如缩孔、缩松、裂纹、变形、残余应力等)产生的基本原因。为了获得形状和尺寸符合技术要求且组织致密的优质铸件,必须对收缩加以控制。

固态收缩还会引起铸件外部尺寸的变化,故又称为尺寸收缩或线收缩。线收缩对铸件形状和尺寸精度影响很大,是铸造应力、变形、裂纹等缺陷产生的主要原因。合金的收缩量通常用体收缩率或线收缩率来表示。

不同合金的收缩率不同。在常用的合金中,铸钢的收缩最大,灰口铸铁的收缩最小。因为灰口铸铁中大部分碳是以石墨状态存在的,由于石墨的密度小,在结晶过程中,石墨

析出所产生的体积膨胀,抵消了合金的部分收缩(一般每析出1%的石墨,铸铁体积约增加2%)。表1-2为砂型铸造时几种合金的铸造收缩率的经验值。

表 1-2 砂型铸造时几种合金的铸造收缩率的经验值

合金种类		铸造收缩率(%)		合金种类		铸造收缩率(%)	
		自由收缩	受阻收缩			自由收缩	受阻收缩
灰铸铁	中小型铸件	1.0	0.9	锡青铜		1.4	1.2
	中大型铸件	0.9	0.8	无锡青铜		2.0~2.2	1.6~1.8
	特大型铸件	0.8	0.7	硅黄铜		1.7~1.8	1.6~1.7
球墨铸铁		1.0	0.8	铝硅合金		1.0~1.2	0.8~1.0
碳钢和低合金钢		1.6~2.0	1.3~1.7				

2. 影响收缩的因素

(1) 化学成分的影响 铸钢,随着碳的质量分数增加,收缩率增大;灰口铸铁,随着碳和硅的质量分数增加,则石墨增加,收缩率下降。

(2) 浇注温度的影响 浇注温度升高,收缩率增大。

(3) 铸件结构和铸型条件的影响 当铸件收缩时,未受到型砂或型芯阻碍,则易实现自由收缩,收缩率较大。

1.2.2 缩孔和缩松

收缩是铸造合金的重要工艺性能之一,对铸件质量有很大的影响。如铸造合金的收缩大,在铸造过程中又没有采取相应的工艺措施,将会使铸件产生缩孔、缩松、铸造应力、变形和裂纹等缺陷。

缩孔和缩松都会使铸件受力的有效截面积减小,在缩孔和缩松处还会产生应力集中,这些都会使铸件的强度降低。要求耐压的零件,如阀体、泵体、汽缸体、汽缸盖等,由于缩孔、缩松的存在,因达不到耐压指标而报废。因此,必须研究缩孔和缩松的形成原因及防止方法,以便获得优质铸件。

1. 缩孔和缩松的形成

液态合金在冷凝过程中,若液态收缩和凝固收缩所缩减的容积得不到补足,则在铸件最后凝固的部位形成一些孔洞。按照孔洞的大小和分布,可将其分为缩孔和缩松两类。

(1) 缩孔 大而集中的孔洞称为缩孔,缩孔集中在铸件上部或最后凝固部位,容积较大,多呈倒圆锥形,内表面粗糙,通常隐藏在铸件的内层,但在某些情况下,可暴露在铸件的上表面,呈明显的凹坑。

(2) 缩松 分散在铸件某区域内的细小而分散的孔洞,称为缩松。当缩松与缩孔的容积相同时,缩松的分布面积要比缩孔大得多。缩松的形成原因也是由于铸件最后凝固区域的收缩未能得到补足,或者因合金呈糊状凝固,被树枝状晶体分隔开的小液体区难以得到补缩所致。

缩孔和缩松可使铸件力学性能、气密性和物化性能大大降低,以致成为废品,是极其有害的铸造缺陷之一。

集中缩孔易于检查和修补,便于采取工艺措施防止。但缩松,特别是显微缩松,分布面广,

既难以发现,又难以补缩。

合金液态收缩和凝固收缩愈大(如铸钢、白口铸铁、铝青铜等),收缩的容积就愈大,愈易形成缩孔。合金浇注温度愈高,液态收缩也愈大(通常每提高 100°C , 体积收缩增加 1.6% 左右),愈易产生缩孔。结晶间隔大的合金,易于产生缩松;纯金属或共晶成分的合金,易于形成集中的缩孔。

2. 缩孔和缩松的防止方法

图 1-2 是铸件热节示意图,图中画圆圈的部位,是铸件的厚大部位,为热量集中区,亦称热节,铸件截面处的内接圆圈称热节圆。热节圆是铸件中最后冷却的部分,由于热节圆部分的金属液体补充了薄壁部分的收缩,当热节圆处收缩时,若无其他金属液体的补充,则铸件的缩孔往往产生在热节圆最大的部分。加速热节的冷却可用冷铁,如图 1-3 所示。

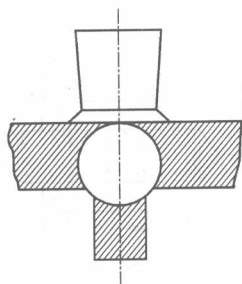


图 1-2 铸件的热节

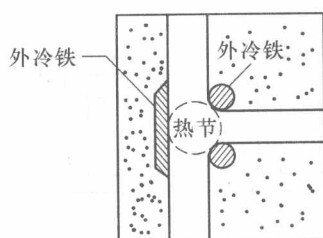


图 1-3 用外冷铁和内冷铁加快冷却

缩孔的防止方法可以考虑采用冒口补充热节圆处的金属液体;采用冷铁激冷远离冒口处的金属,此法在生产上称为定向凝固补缩原则。即远离冒口处的金属先凝固,靠近冒口处的金属后凝固,冒口处的金属最后凝固,这样就形成一条畅通的补缩通道,如图 1-4 所示。

定向凝固虽可有效地防止缩孔和宏观缩松,但耗费的金属和工时较多,加大了铸件成本。同时,定向凝固扩大了铸件各部分的温度差,促进了铸件的变形和开裂倾向。因此,主要用于必须补缩的场合,如铝青铜、铝硅合金和铸钢件等。

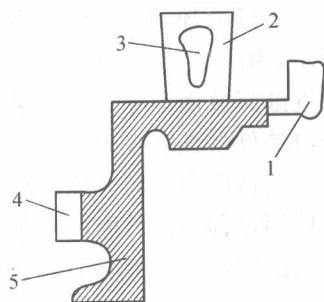


图 1-4 铸件的定向凝固

1—浇道;2—冒口;3—缩孔;
4—冷铁;5—铸件

1.2.3 铸造内应力

铸件在凝固之后的继续冷却过程中,不断产生固态收缩,使铸件的体积和尺寸发生变化。如果固态收缩受阻,就会在铸件中产生应力,这种应力称为“铸造应力”。

铸造应力不是由外加载荷产生的,而是由于铸造本身的原因所造成的,故也称作“铸造内应力”。通常铸造内应力残留在铸件内部,如不去除应力,就会削弱铸件的结构强度,还会使铸件在机械加工后尺寸发生改变。铸造内应力是铸件产生变形和裂纹的基本原因。

铸造内应力根据形成原因不同可分为热应力、相变应力和机械(收缩)应力三种。这些应力可能是暂时的,也可能是残留的。当产生应力的原因被消除,应力也随之消失,这种应力称为临时应力。若原因消除后,应力仍然存在,则称为残余应力。