

材料科学与工程丛书

热加工技术 简明手册

铸造分册

叶荣茂 主编

哈尔滨工业大学出版社

材料科学与工程丛书

热加工技术简明手册

铸造分册

主编 叶荣茂

哈尔滨工业大学出版社

内容简介

《热加工技术简明手册》的铸造分册,主要介绍机械行业中较成熟并行之有效的铸造工艺及铸造合金。编写中力求做到结合国内实际,反映国内外先进铸造技术成果。主要包括:铸造工艺设计、砂型铸造、铸铁及其熔炼、铸钢及其熔炼、非铁合金熔炼、特种铸造、铸造生产机械化与自动化、安全技术与环境保护、铸件常见缺陷及防止方法。

本分册突出重点,言简意赅,使用方便。是广大工程技术人员的必备工具书。

热加工技术简明手册

Rejiagong Jishu Jianming Shouce

铸 造 分 册

Zhuzao Fence

主编 叶荣茂

*

哈尔滨工业大学出版社出版发行

哈尔滨工业大学印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 14.125 字数 315 千字

1997年10月第1版 1997年10月第1次印刷

印数 1—4 000

ISBN 7-5603-1254-3/TG·38 定价: 64.00 元/套
(16.00 元/册)

《热加工技术简明手册》

编写单位

主编单位: 哈尔滨工业大学

参编单位: 吉林工业大学

长春第一汽车集团公司 锻造厂

哈尔滨飞机制造公司

哈尔滨计量检定测试所

编委会

总主编: 霍文灿

分册主编: 崔忠圻 叶荣茂 霍文灿 张修智

编委(按姓氏笔画排列):

王惠光 叶广郁 包俊成 刘北兴

刘伟茜 毕维生 李伟华 吴顺达

李莉群 杨绮雯 胡连喜 姜秋华

徐欣颖 高洪明 韩文波 曾宪文

傅家骐 彭德林 魏艳红

序 —

先进制造技术的发展是一个国家经济发展的基础,被列为国家重点发展的领域。

振兴机械、汽车工业,使之尽快成为带动整个经济增长和结构升级的支柱产业,这是我们机械制造行业的光荣而艰巨的历史使命,是全行业当前和今后一个时期的中心任务。《热加工技术简明手册》就是在这样的条件下诞生的,其使命就是为振兴机械、汽车工业而服务。

先进制造技术中的凝固技术、塑性成形技术、联接技术、热处理技术或表面工程技术均属共性的基础技术,反映这些共性的基础乃是本手册的宗旨之一。

我国近期振兴的重点领域是,对国民经济有重大影响的以电力设备为代表的重大技术装备,以轿车为代表的汽车工业,以及严重制约机械工业发展以数控机床为重点的重要基础机械和一批重要基础零部件。本手册在内容上力求在这些重点领域中给予加强的表述。

伴随电子技术、信息多媒体即将到来的 21 世纪,要求制造技术能满足产品的多品种、小批量、短周期、快变化、高性能、高可靠性和低成本的要求,还要适应新材料、新能源、新控制技术的应用发展。因之,本手册对一些方兴未艾的柔性加工技术,以及正萌芽跃放的新兴技术和边缘组合加工技术等内容也要给予适当的反映。

我国大型机械制造企业正处于提高自身的竞争能力和跻身于国际工业技术和经贸的行列的机遇,无疑,本手册在这方面会提供借鉴和启示作用的。我国一些中、小企业,以及一些乡镇企业正面临技术改造、技术专业化、提高产品质量和生产能力的艰巨任务,本手册在这方面会提供裨益作用。

本手册包括了热加工技术的共性内容,如概述、原材料准备、基本工艺和新工艺、设备及其自动化、安全和环保技术等。在铸、锻、焊、热处理各技术领域里,对量大面广的常规工艺技术,以及专用高效工艺技术都给予了恰当的表述。

本手册在内容上力求简明,力求文字、图、表、数据相配合,并力忌重复,有些内容仅向读者提供轮廓性信息,不作详述,仅起到启发性作用而已。为了便于读者应用,本手册以四个分册,即铸造、锻压、焊接和热处理的单行本问世。

愿此手册以其简捷、实用、明了的特点给广大专业技术人员带来符合实际的社会效益和经济效益。

中国工程院院士

中国机械工程学会副理事长 徐滨士
兼编辑出版委员会主任

1997年7月

序 二

哈尔滨工业大学材料科学与工程学院拥有热处理、铸、锻、焊四个博士后流动站,拥有三个国家重点学科和两个国家重点实验室,有 24 名博士指导教师和一批崭露头角的中青年专家。面对市场经济,面对学科、专业结构的调整与经济、科技、社会发展的要求相比仍相对滞后的局面,根据国家教育改革和我校面向 21 世纪教育改革的思路,该院锐意改革,实行了材料加工意义下的宽口径教育,提出了材料加工类人才培养的新模式,把拓宽专业和跟踪科学技术发展趋势结合起来,制定了适应材料加工专业人才培养的教学计划和各门课程的教学大纲,并推出了这套教材、教辅实用性丛书。

这套《材料科学与工程》丛书是具有“总结已有、通向未来”,“面向世界、面向 21 世纪”特色的“优化教材链”,以给培养材料科学与工程人才提供一个捷径为原则,力求简明、深入浅出,既利于教、又利于学。这套丛书包括本科生教材、教辅和研究生学位课教材及与之相适应的实用性工具书。且已由 1995 年南京全国出版局会议确定为“九·五”国家重点图书选题。

《热加工技术简明分册》的铸造分册就是其中的一本实用性工具书。随着改革的深入,经济的腾飞,铸造生产也在飞速向前发展。本着为经济建设服务,为铸造技术进步服务的宗旨,我们编写了《热加工技术简明手册》中的铸造分册。在编写过程中注意采用最新国家标准和最新的技术资料,并力求

做到结合国内实际,反映国内外先进铸造技术成果,突出重点,言简意赅,方便使用和阅读。本分册可作为从事铸造生产的工程技术人员的工具书。

本分册共分十章,包括概述、铸造工艺设计、砂型铸造、铸铁及其熔炼、铸钢及其熔炼、非铁合金熔炼、特种铸造、铸造生产机械化与自动化、安全技术与环境保护、铸件常见缺陷及防止方法。

参加本分册编写工作的有:叶荣茂(编写第1章),王惠光(编写第2、3、7、9、10章),彭德林(编写第4、6章),毕维升(编写第5、8章)。全分册由哈尔滨工业大学叶荣茂主编,哈尔滨工业大学周彼德主审。

由于我们的水平有限,在内容上难免有疏漏之处,恳切希望读者批评指正。

哈尔滨工业大学出版社
1997年7月

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 铸造定义、特点和地位	(1)
1.2 铸造技术的发展	(3)
第 2 章 铸造工艺设计	(5)
2.1 铸造的工艺分析	(6)
2.1.1 浇注位置和分型面的选定	(6)
2.1.2 铸件的壁厚及其连接和圆角	(6)
2.2 主要工艺参数	(17)
2.2.1 铸造收缩率	(17)
2.2.2 铸件尺寸公差	(19)
2.2.3 机械加工余量起横斜度	(25)
2.3 型芯	(27)
2.3.1 型芯设计原则	(27)
2.3.2 型芯头的尺寸及芯头与芯座的配合	(27)
2.3.3 芯骨	(38)
2.4 浇注系统	(42)
2.4.1 浇注系统类型	(42)
2.4.2 灰铸铁件浇注系统	(42)
2.4.3 球墨铸铁件浇注系统	(47)
2.4.4 铝合金浇注系统	(48)
2.4.5 铜合金浇注系统	(49)
2.4.6 钢铸件浇注系统	(51)

2.4.7	放置过渡器的浇注系统设计	(53)
2.5	冒口和冷铁	(55)
2.5.1	冒口的种类	(55)
2.5.2	铸钢件冒口	(55)
2.5.3	铸铁件冒口	(56)
2.5.4	铝、铜合金铸件冒口	(56)
2.5.5	发热冒口	(56)
2.5.6	保温冒口	(61)
2.5.7	冷铁	(67)
第3章	砂型铸造	(72)
3.1	造型材料	(72)
3.1.1	造型用原材料	(72)
3.1.2	无机化学粘结剂型砂	(79)
3.1.3	有机化学粘结剂型砂	(79)
3.1.4	铸造用涂料	(79)
3.2	造型和制芯	(91)
3.2.1	手工造型	(91)
3.2.2	高压造型	(91)
3.2.3	冲击造型	(95)
3.2.4	真空密封造型	(98)
3.2.5	树脂砂造型	(98)
3.2.6	水玻璃砂造型和制芯	(99)
3.2.7	热芯盒造芯	(101)
3.2.8	冷芯盒造芯	(104)
3.3	辅助工装设计	(105)
3.3.1	模样	(105)
3.3.2	模板及模板框	(106)

3.3.3	芯盒	(113)
3.3.4	砂箱	(116)
第4章	铸铁及其熔炼	(120)
4.1	铸铁	(120)
4.1.1	铸铁组织及影响因素	(120)
4.1.2	铸铁的化学成分	(134)
4.1.3	铸铁的物理性能	(142)
4.1.4	铸铁的力学性能和铸造性能	(148)
4.2	铸铁的熔炼	(154)
4.2.1	熔炼用材料	(154)
4.2.2	熔炼前炉料准备和配料	(159)
4.2.3	铸铁熔炼	(162)
第5章	铸钢及其熔炼	(175)
5.1	铸钢	(175)
5.1.1	铸钢的特点	(175)
5.1.2	铸造碳钢	(179)
5.1.3	铸造低、中合金钢	(180)
5.1.4	铸造高合金钢	(183)
5.2	铸钢熔炼	(189)
5.2.1	熔炼用原材料	(189)
5.2.2	熔炼过程	(201)
5.2.3	电弧炉炼钢	(203)
5.2.4	其它炼钢法	(208)
5.2.5	铸钢的炉外精炼	(213)
5.3	铸钢热处理	(213)
第6章	非铁合金及其炉炼	(219)
6.1	熔炼设备	(219)

6.2	铸造铝合金及其熔炼	(219)
6.2.1	铸造铝合金	(219)
6.2.2	铸造铝合金熔炼	(243)
6.3	铸造铜合金及其熔炼	(254)
6.3.1	纯铜	(254)
6.3.2	青铜	(254)
6.3.3	白铜	(264)
6.3.4	黄铜	(264)
6.3.5	铸造铜合金的去气脱氧处理	(269)
6.3.6	铸造铜合金的熔炼工艺	(271)
第7章	特种铸造	(281)
7.1	熔模精密铸造	(281)
7.1.1	熔模精密铸造工艺过程	(281)
7.1.2	压型设计	(281)
7.1.3	模料	(287)
7.1.4	蜡模制造	(287)
7.1.5	熔模型壳制造材料	(289)
7.1.6	制壳工艺	(294)
7.1.7	石膏型材料及制备	(300)
7.1.8	熔模铸件的浇注	(301)
7.2	金属型铸造	(303)
7.2.1	金属型铸造的特点	(303)
7.2.2	金属型设计	(305)
7.2.3	金属型铸造工艺	(310)
7.3	低压铸造法	(314)
7.3.1	低压铸造铸型工艺设计	(315)
7.3.2	低压铸造工艺	(316)

7.3.3	差压铸造	(320)
7.4	压力铸造	(323)
7.4.1	压力铸造充填过程、特点	(323)
7.4.2	压力铸造工艺	(325)
7.4.3	提高压铸件质量的方法	(329)
7.5	离心铸造	(330)
7.5.1	离心铸造特点及应用范围	(330)
7.5.2	铸型和转速	(332)
7.5.3	离心铸造工艺	(338)
7.5.4	双金属离心铸造	(338)
7.6	实型负压铸造	(344)
7.6.1	聚苯乙烯泡沫塑料模	(345)
7.6.2	实型负压铸造工艺特点、工艺原则、工艺参数	(347)
7.7	陶瓷型铸造	(349)
7.7.1	工艺流程	(349)
7.7.2	特点、铸件质量及用途	(350)
7.7.3	母模	(350)
7.7.4	陶瓷型的结构	(350)
7.7.5	陶瓷型用料浆	(352)
7.7.6	分型剂	(352)
7.7.7	超模和喷烧	(352)
7.7.8	焙烧与浇注	(353)
第8章	铸造生产机械化及自动化	(355)
8.1	冲天炉配料、加料及浇注机械化及自动化	(355)
8.1.1	冲天炉	(355)

8.1.2	冲天炉熔炼过程检测与控制	(362)
8.1.3	冲天炉的机械化、浇注设备	(374)
8.2	砂处理机械化与自动化	(377)
8.2.1	造型原材料处理及辅料输送	(377)
8.2.2	旧砂处理	(379)
8.2.3	型砂制备设备	(386)
8.2.4	砂处理机械化布置	(389)
8.2.5	砂处理系统自动化控制	(393)
8.3	造型机械化与自动化	(396)
8.3.1	造型机	(396)
8.3.2	造型线的布置	(404)
8.4	造芯机械化与自动化	(406)
8.5	落砂、清理机械化与自动化	(410)
8.5.1	落砂机	(410)
8.5.2	清理机械化	(413)
第9章	铸造生产的安全技术与环境保护	(416)
9.1	铸造生产的安全技术	(416)
9.1.1	砂型铸造的安全技术	(416)
9.1.2	熔炼与浇注安全技术	(418)
9.1.3	特种铸造生产中的安全技术	(419)
9.1.4	落砂、清理安全技术	(420)
9.2	铸造生产中的环境保护	(420)
第10章	铸件常见缺陷及防止	(425)
10.1	多肉缺陷	(425)
10.2	孔洞类缺陷	(426)
10.3	裂纹、冷隔缺陷	(427)
10.4	表面缺陷	(428)

10.5	残缺类缺陷.....	(429)
10.6	夹杂类缺陷.....	(430)
10.7	尺寸、形状和重量差错类缺陷	(431)
10.8	性能、成分、组织不合格.....	(432)
参考文献.....		(435)

第 1 章 概 论

1.1 铸造的定义、特点和地位

铸造是制造机器零件毛坯的一种液态金属成形方法。将固态金属熔成具有流动性的液态合金,再浇入具有一定几何形状和一定尺寸大小的型腔的铸型中,在重力场或其他力(压力、离心力、电磁力、振动惯性力等)作用下充满型腔,待凝固冷却后,就成为所需要的机器零件毛坯。用铸造方法制成的零件毛坯称为铸件。

铸造过程是一个复杂而多工序性的组合,由许多工序和环节组成,但归纳起来基本上由铸型制备、合金熔炼及浇注、落砂及清理三个独立工艺过程组成。因此,根据铸造工艺过程的要求,一般砂型铸造车间常设立模型、合金熔炼、配砂、造芯、造型合箱及清理等工段组织生产。

虽然近代铸造方法种类繁多,但总体上可分为砂型铸造和特种铸造两类。在砂型铸造范畴内基于铸型性质的不同有湿型铸造、干型铸造和表干型铸造三种。在特种铸造方法范畴内由于形成铸件的条件不同又可分为熔模铸造、陶瓷型铸造、金属型铸造、离心铸造、压力铸造、低压铸造、差压铸造、真空吸铸、连续铸造、实型铸造及真空密封造型等等。从普遍应用的砂型铸造到特种铸造,虽然方法各具特点,但是铸件形成过程的实质是相同的,即为了获得铸件,首先必须熔配出符合化

学成分要求的液态合金,然后使其在铸型中凝固、冷却,形成健全的铸件。

铸造生产的发展水平和铸件质量的好坏极大程度地影响着机械产品的发展和使用寿命。可以认为,铸造是现代机器制造业的基础技术之一,是机械工业的根本,在现代化建设中占有极其重要的地位。矿山冶金、工程车辆、机床工具、锻压设备、动力水电、石油化工、仪器仪表、农业机械、工业和民用建筑、航天航空、兵工电子、船舶舰艇、轻纺机械、工艺美术,乃至人民日常生活用具都需要各种优质铸件。铸造在工艺生产中占有重要的地位。从铸件在机械产品中所占的密度可看出其重要性:机床、内燃机、重型机器中占 70%~90%;风机、压缩机中占 60%~80%;拖拉机中占 50%~70%;农业机械中占 40%~70%;汽车中占 20%~30%。

铸造可以将变形阻力大的固态金属熔化,使其成为变形阻力很小的液态金属,浇入铸型后“自动”形成所需要形状的制品。铸造的这种加工方法是其他加工方法不能比拟的,其适应性很强,能铸造的质量小至几克,大至数百吨;壁厚从 0.2 mm~1 m;长度从几毫米至十几米;形状从简单至任意复杂的铸件。也就是说,铸造不受尺寸大小、形状复杂程度的限制。就金属种类而言,它适用于各种合金。如常用的铁碳合金(铸铁、铸钢)、铝合金、镁合金、铜合金、锌合金、钛合金以及各种难熔合金等。用铸造方法生产坯件尺寸精度高、成本低廉。因此,在国民经济各行各业中,铸件得到了广泛应用。

但是,铸造也存在着一定的缺点:铸件尺寸均一性差;与压力加工和粉末冶金相比,金属的利用率低;内在质量比锻件差;工作环境粉尘多、温度高、劳动强度大、生产效率低等。因此,提高铸件质量和生产效率、改善铸造的生产条件,是铸造