

铸造及其经济性

机械工业出版社

B7
TG21
B

铸造及其经济性

林明清 编著



机械工业出版社

B

375839

内 容 简 介

本书简要地介绍了铸造技术的一些基本概念,对铸造的经济性及其影响因素作了较深入的分析。然后,通俗而扼要地叙述了砂型铸造、熔模铸造、陶瓷型铸造、壳型铸造、金属型铸造、压力铸造、低压铸造、离心铸造的工艺过程。接着,着重论述各种铸造方法选择时考虑的因素、影响产品质量和成本的因素。深入地分析了这些铸造方法的经济性。

本书力图使技术与经济紧密结合,尽可能进行定量的经济分析,使读者能对铸造生产中的主要问题能有清晰认识,它将帮助读者寻找提高工业和铸造生产经济效益的途径。

本书适于从事工业和企业计划、管理的工作人员阅读,对从事机械设计和铸造生产的工程技术人员也有较高的参考价值,可作为高等院校上述专业有关课程的参考书。

铸造及其经济性

林明清 编著

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经营

开本 787×1092 1/32·印张 6 1/2·字数141千字

1986年9月北京第一版·1986年9月北京第一次印刷

印数0.001—6,000 定价1.50 元

统一书号:15033·6705H

序 言

铸造生产在我国历史悠久、业绩辉煌，曾为生产、生活、武器、艺术、音乐、天文等方面的进步作出了重大贡献。解放以后，经过广大铸造工作者的努力，铸造生产又有了很大发展。目前我国铸造行业有职工百万，铸件产量近年来已居世界第三位，为发展国民经济起了重要作用。

当代铸造生产要服务于机械制造工业。铸造的特点是可以生产各种形状、重量、大小、金属、性能和生产批量的零件毛坯，甚至直接做成零件成品，较其它成形工艺有更强的适应能力和较低的生产成本。很多形状复杂、个大体重零件，如水轮机的转轮等非铸造莫属。因此，铸造零件在机械产品的构成中占据首位，按重量计达40~80%。尤其是很多影响机械产品使用可靠性和寿命的基础件，绝大多数是铸件，如汽车拖拉机的缸体、缸盖、活塞、活塞环、曲轴及机床的床身、轧钢机的轧辊、液压件的阀体、水泵的叶轮等等。铸件的质量和成本对生产质优价廉的机械产品影响很大，铸造已成为机械制造工业的基础。为适应机械产品发展的需要，以减少机加工工时、节约金属、提高生产效率为目的，广大铸造工作者做了很多推动铸造技术进步的工作。目前的铸造工艺，已在常用的砂型铸造基础上，发展了很多种类的特种铸造工艺。

不同的铸造工艺，特点各异，适用不同的条件。在特定的生产和使用条件下，选用既能满足对它的技术质量要求，又有最佳综合经济效果的铸造工艺是很重要的。如砂型铸造

的特点是应用范围最广，可以在单个小批或大量生产条件下生产几十g到200t重的、形状比较复杂、不同材质的铸件，但不适于铸造要求精度高、粗糙度小、形状复杂的零件。如燃气轮机叶片的形状复杂、精度高粗糙度要求小、加工困难，采用熔模铸造就可做到无需机械加工，直接获得叶片成品。

为了生产质优价廉的机械产品，设计人员应从零件的服役条件出发，合理选择材料和成形工艺（铸造、锻造、冲压、焊接等），铸造工艺人员要针对铸造零件的设计要求和具体条件，合理选用铸造工艺（砂型还是某类特种铸造工艺）。在进行这些工作时，需要有关铸造技术和经济性方面的数据资料参考。林明清同志基于目前还没有比较完整资料可供参考的情况，搜集了很多国内外的有关情况和数据，编写了《铸造及其经济性》一书，以填补这方面的空白。书中叙述了铸造的经济性及其影响因素，以及砂型铸造、熔模铸造、陶瓷型铸造、壳型铸造、金属型铸造、压力铸造、低压铸造、离心铸造的简单工艺过程、经济性、影响其质量和成本的因素、选用时考虑的因素等内容。对产品设计人员、铸造工艺人员以及机械制造行业的管理干部都有较大的参考价值。本书中的大部数据来自国外，有相对的比较价值，参阅时应予以注意。

罗志健

1986.4.6.

目 录

序 言

第一章 概 述

一、铸造技术的历史回顾	(3)
二、铸造的特点	(6)
三、铸造方法的分类	(6)
四、铸造的经济性	(7)
铸件的生产成本低	(7)
铸造可以实现金属的少、无切削加工	(9)
铸铁代钢	(10)
铸造能降低产品的能耗	(15)
成形性产生的经济效果	(19)
五、影响铸造经济性的因素	(20)
经营管理	(20)
铸件设计	(33)
铸造工艺	(41)
参考文献	(44)

第二章 砂型铸造

一、砂型铸造工艺	(47)
工艺过程	(47)
铸型	(49)
模型	(54)
二、砂型铸造的产品	(56)
三、选择砂型铸造考虑的因素	(56)
几何形状与重量	(56)
材质	(56)

性能.....	(57)
生产批量和生产周期.....	(58)
四、影响产品质量和成本的因素.....	(58)
铸件设计.....	(58)
铸造工艺.....	(65)
五、砂型铸造的经济性.....	(68)
参考文献.....	(68)

第三章 熔模铸造

一、熔模铸造工艺.....	(70)
熔模铸造工艺过程.....	(70)
主要工艺操作.....	(73)
二、熔模铸造的产品.....	(74)
三、选择熔模铸造考虑的因素.....	(75)
尺寸精度和表面粗糙度.....	(75)
形状和重量.....	(75)
铸造合金.....	(76)
生产批量.....	(76)
四、影响产品质量和成本的因素.....	(76)
五、熔模铸造的经济性.....	(83)
铸件尺寸精度.....	(83)
机械加工.....	(85)
金属利用率.....	(87)
零件重量.....	(88)
产品使用寿命.....	(88)
加工设备和场地.....	(89)
成本产品.....	(89)
参考文献.....	(90)

第四章 陶瓷型铸造

一、陶瓷型铸造工艺.....	(91)
陶瓷型铸造工艺流程.....	(91)
陶瓷型的制造过程.....	(92)
二、陶瓷型铸造的产品.....	(94)
三、选择陶瓷型铸造考虑的因素.....	(96)
铸件技术条件.....	(96)
铸件的重量和形状.....	(96)
生产准备和批量.....	(97)
四、影响产品质量和成本的因素.....	(97)
尺寸精度和表面粗糙度.....	(97)
铸件表面脱碳.....	(98)
产品成本.....	(99)
五、陶瓷型铸造的经济性.....	(99)
参考文献.....	(102)

第五章 壳型铸造

一、壳型铸造工艺.....	(104)
壳型铸造的工艺过程.....	(105)
主要工艺操作.....	(105)
二、壳型铸造的产品.....	(110)
三、选择壳型铸造考虑的因素.....	(112)
产品成本.....	(112)
尺寸精度和表面粗糙度.....	(112)
重量与轮廓尺寸.....	(112)
机械性能.....	(113)
生产批量.....	(113)
四、影响产品质量和成本的因素.....	(114)
五、壳型铸造的经济性.....	(114)

机械加工	(115)
材料消耗	(116)
生产率	(117)
产品成本	(117)
与熔模、陶瓷型铸造的经济比较	(119)
参考文献	(122)

第六章 金属型铸造

一、金属型铸造工艺	(125)
金属型	(126)
金属型铸造机	(128)
二、金属型铸造的产品	(130)
三、选择金属型铸造考虑的因素	(130)
形状和重量	(131)
尺寸精度和表面粗糙度	(132)
铸造合金	(132)
生产率和费用	(133)
四、影响产品质量和成本的因素	(133)
铸件和金属型的设计	(133)
工艺操作	(134)
生产量和金属型寿命	(135)
五、金属型铸造的经济性	(137)
劳动生产率	(137)
机械性能和使用寿命	(139)
材料利用率	(139)
铸件成本	(145)
参考文献	(147)

第七章 压力铸造

一、压铸过程	(149)
--------	-------

二、压铸的产品	(151)
三、选择压铸考虑的因素	(154)
压铸合金	(154)
重量和尺寸	(154)
形状和截面	(154)
尺寸精度和表面特征	(155)
产量和成本	(155)
四、影响产品质量和成本的因素	(155)
铸件和压铸型的设计	(155)
压铸型费用和铸件产量	(156)
废品费用	(157)
五、压铸的经济性	(160)
参考文献	(167)

第八章 低压铸造

一、低压铸造工艺过程	(169)
二、低压铸造的产品	(171)
三、选择低压铸造考虑的因素	(171)
四、影响产品质量和成本的因素	(172)
五、低压铸造的经济性	(173)
参考文献	(176)

第九章 离心铸造

一、离心铸造生产方法	(177)
离心铸造机	(177)
离心铸造的铸型	(182)
双金属离心铸造	(183)
二、离心铸造的产品	(183)
三、选择离心铸造考虑的因素	(184)
铸件形状和尺寸	(184)

铸件材质和性能.....	(185)
尺寸精度和表面粗糙度.....	(188)
材料和劳动量消耗.....	(186)
四、影响产品质量和成本的因素.....	(187)
五、离心铸造的经济性.....	(188)
参考文献.....	(195)
后记	

第一章 概 述

为了使机械设备的性能满足设计要求，同时具有最低的生产费用，必须仔细地分析和选择构件的材料及其制造方法（成形方法）。

构件的材料与成形方法往往是紧密相关的。例如应用铸铁材料的构件就必须采用铸造成形方法，锻造只能用于那些具有良好塑性的金属材料。不仅如此，构件的不同成形方法要求不同的设计结构，如锻造成形的构件不能简单地改为用铸造成形，而必须按铸造的特点修改构件的设计，反之亦然。只有这样，才能达到优质、高产，低耗，以降低生产费用。

机械设备的构件主要成形方法有铸造、锻压（锻造和冲压）、粉末冶金、焊接、切削加工。焊接常被认为是一种联接方法。如果将上述制件（产品）分别称为铸件、锻压件（锻件和冲压件）、粉末冶金件、焊件，那么焊接也可认为是一种构件成形方法。这几种制件往往需经切削加工才能成为最终成品（零件）。而这些待切削加工的构件则称为毛坯。随着精密成形技术的发展，原先需要切削加工的构件有的已不需要切削加工，有的可以减少加工量。此外，也可以利用材料直接切削加工（有时称为机械加工）成形。金属成形的主要方法简略流程如图 1-1 所示。

各种金属构件的成形方法都有自己的特点。在具体的条件下，只有采取与其相应的成形方法才能收到良好的效果。构件的综合成形方法有时是较为理想，它发挥了各种成形方法的优点，互补了各自的不足。如我国在万吨水压机中采用铸

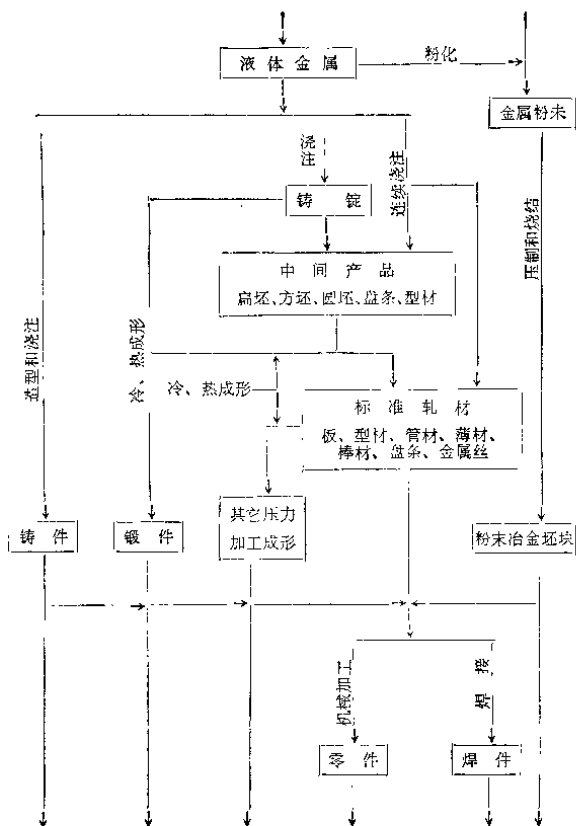


图1-1 金属成形方法的流程示意图

一锻一焊构件，就是用综合成形方法解决了用小型设备生产大型构件的难题，并获得很好的经济效益。

铸造是液体金属在重力或压力作用下填满型腔后、冷却并凝固成铸件的一种金属成形方法。它是毛坯生产中的主要方法。

一、铸造技术的历史回顾

我国的铸造技术源远流长，早在距今四、五千年前的原始社会末期，我们的祖先就能利用矿石炼制小件铜器。到夏代（距今约4100~3600年）得到了进一步发展，已能用石范（范即铸型）铸造铜器，在夏代文化遗址中发现的“爵”（见图1-2），造型灵活而古朴，素面无装饰；商代（即3000

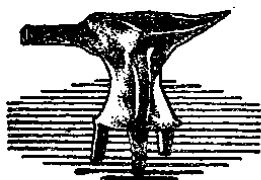


图1-2 饮酒器“爵”是我国目前发现的最早的青铜器之一

多年前)的铸技造术已达到很高的水平，能用泥范（或称陶范）铸造铜器。河南安阳小屯殷墟出土的“司母戊大方鼎”，重875kg，带耳高1.37m，长1.1m，宽0.78m。鼎四周饰以蟠龙及饕餮（tāo tiē涛贴）纹，腹内铸有“司母戊”三字。造型瑰

丽、浑厚，纹饰复杂，十分雄伟壮观；我国在战国（即公元前475年）以前就创造了熔模铸造（古称失蜡法或拔蜡法）技术，湖北随县曾侯乙墓出土的战国早期熔模铸造的青铜件证明了这一点；河北兴隆燕国和磁县赵国冶铁遗址出土的铁范（即金属型）是目前发现最早的两批战国金属型，大约

在唐代就已开始使用砂型。

唐、宋时期，我国已掌握了大型复杂铸件的铸造技术。据史书记载，武则天（公元684~701年）在洛阳用铜、铁造“天枢”（高105尺，径12尺，八面各径5尺^①）。下有铁山，周170尺。用铜制蟠龙、麒麟萦绕铁山。“天枢”上置腾云承露盘，径三丈，四龙直立捧火珠，高一丈。（工匠毛婆罗造模）；现存的后周广顺三年（公元953年）铸的河北沧州（即今沧县）铁狮子身高3.8m，头部高1.5m，通高5.3m。通长6.5m，身躯宽3m。总重约40t，系由数百块约20cm见方的铁块，采用分节叠铸法拼铸而成。重约40t；四川峨眉山万年寺内的北宋太平兴国五年（公元980年）铸的“普贤菩萨骑六牙象铜像”（图1-3）重达62t。说明当时不仅能铸大型铜器，也能铸大型铸铁件。至于现存的晚期大小精美铸件，更是不胜枚举。

在铸造合金方面，我国很早就对不同成分的合金具有不同的机械性能和用途有明确认识，不仅有《周礼·考工记》关于不同用途的合金配合比的记述，还有大量物证。如湖北江陵楚墓中出土的越王勾践（公元前497~前465年在位）青铜佩剑，虽埋藏在潮湿的地下近2500年之久，依然色泽如初，剑刃锋利。湖北随县曾侯乙墓（下葬年代为公元前433年）出土的由大小不一的64件组成的编钟，音乐性能良好，音色优美。这也说明当时铸造能准确地控制合金成分。

洛阳出土的战国早期的铁铲，属可锻铸铁。这项成就比国外（1722年法国人莱尔翁缪尔制成白心可锻铸铁，美国人

① 唐代1尺=310mm。



图 1-3 “普贤菩萨骑六牙象铜像”铸件，通高7.9m
(白象及佛身高约各半)，重62t。

到1826年才制出黑心可锻铸铁)早2000年。

1978年，对河南巩县铁生沟西汉(公元前206~23年)铁镢进行检验，证明是球化良好的球墨铸铁。这种铸铁，英国人(莫洛)于1947年才制成。大概没有人会想到中国人能在公元前就制成了球墨铸铁！但这是铁的事实。

新中国成立以来，随着国民经济的迅速发展，铸造生产也得到很大的提高。1979年“全国铸造职工超过60万人，年生产铸件5000000t以上，铸件产量仅次于苏联、美国、日

本，居世界第四位。”“成功地铸造了300000kw的水轮机转子，尺寸精度达到了国际电工会议规定的模型标准”。

二、铸造的特点

铸造在当前工业生产中占有极其重要的地位，从铸件重量在各产品中所占的比重就可以看出铸造的重要性，在机床、内燃机、重型机器中铸件重量约占70~90%；在风机、压缩机中约占60~80%；在拖拉机中约占50~70%；在农业机械中约占40~70%；在汽车中约占20~30%。

铸件之所以得到如此广泛应用，是铸造具有生产费用低、适应性强的特点所决定的。铸造被誉为“没有一种金属加工方法能给设计师象铸造这样无限的选择自由度”，无论是零件形状的复杂程度、重量和尺寸大小、材质、要求的性能、表面粗糙度范围、有限的尺寸误差或生产批量，往往不受限制。至于生产成本，除了金属本身的费用外，主要的就是造型和清理（去除毛刺、浇口和冒口等）。就砂型铸造而言，其成本构成，大体是材料费、人工费、经费各占三分之一。

铸造生产对环境污染，在机械制造业中是比较严重的，这就需要一笔为改善劳动条件和生产周围环境的费用。但随着技术的发展（采用先进工艺和设备）这种情况有了改善。

三、铸造方法的分类

目前铸造方法的种类繁多，按生产方法可分为砂型铸造和特种铸造两大类，而砂型铸造按浇注时砂型是否经过了烘干又分为干模铸造与潮模铸造。特种铸造也可分为金属型铸造、压力铸造、低压铸造、离心铸造、壳型铸造、熔模铸