

ZHUZAO GONGYI
SHEJI YU SHIJIAN

铸造工艺 设计与实践

赵成志 张贺新 编著

- ◎ 实用的铸造工艺设计方法
- ◎ 大量的铸造技术参数图表
- ◎ 丰富的铸造工艺设计实例



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

铸造工 实践

赵成志 张贺新 编著

机械工业出版社

本书系统地介绍了铸钢件、铸铁件和有色合金铸件的铸造工艺设计及相关的技术内容,全书主要内容包括:铸造工艺设计概论、铸造工艺方案和工艺参数的设计、砂芯设计、浇注系统设计、补缩系统设计、冷铁设计、典型铸件铸造工艺设计实例、特种铸造工艺、铸造工艺装备设计、铸造工艺新技术。本书全面贯彻了铸造领域相关的现行技术标准,技术内容新,实用性强。书中工程实践内容丰富,不仅有丰富的应用实例,还对实践中遇到的问题和有效的解决方法进行了详细的介绍,便于读者学习借鉴。

本书可供铸造工程技术人员参考,也可供相关专业的在校师生和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

铸造工艺设计与实践/赵成志,张贺新编著. —北京:
机械工业出版社, 2017. 5
ISBN 978-7-111-56428-7

I. ①铸… II. ①赵…②张… III. ①铸造-工艺设计 IV. ①TG24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 063499 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:陈保华 责任编辑:陈保华
封面设计:马精明 责任校对:陈秀丽 刘秀丽
责任印制:常天培
北京京丰印刷厂印刷
2017 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷
184mm×260mm·33 印张·811 千字
标准书号:ISBN 978-7-111-56428-7
定价:119.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

机工官博:weibo.com/cmp1952

策划编辑:010-88379734

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

铸造是机械行业中的重要一环，也是材料学科的重要分支，铸件具有形状的任意性、材料的任意性和大小尺寸的任意性，铸造在一些领域具有不可替代性。人类的文明发展与铸造技术的发展密切相关，我国古代先人创造了辉煌的铸造历史和成就，“铸造”了我国古代文明的灿烂篇章。目前我国铸件的年产量和从业人员均为世界第一，技术和设备水平也步入世界先进的行列。铸造在国民经济中发挥着重要的作用。在科学技术日新月异的今天，铸造这一传统行业面临着新的挑战，适应新兴技术和新形势对铸件的要求是铸造领域的新课题。

铸造工艺及其相关技术在铸件的生产中起着至关重要的作用，铸造工艺设计的优劣、铸造方法选择的合理与否均对铸件的质量、生产效率和生产成本等方面产生较大的影响。只有通过科学的计算和长期的工程实践积累，以及科学与工程实践的有机融合，相互促进，协调发展，才能实现铸造领域不断的技术进步。本书在现有铸造理论体系的基础上，引入了新的科学理念、新的技术，进行了知识的更新，全面贯彻了铸造领域相关的现行技术标准，同时兼顾传统的技术传承和积累。结合具体的内容，加入了相关的工程实践经验，收入了一些经过实践检验的案例，并结合生产实践过程加以说明和讲解。根据浇注系统用材料的变化，加入了陶瓷管浇注系统设计的相关资料，包括类别、结构和尺寸等。

本书的特点是经典知识与传统技术相结合，科学理念与工程实践相结合，介于高校教材与专业手册之间，侧重讲解和说明。本书面向广大的铸造工程技术人员、相关专业的在校师生及研究人员，为他们进行铸造工艺设计、相关课程的学习和讲解、相关课题研究提供了参考。本书也顺应了当前教育改革的状况，自1998年专业目录调整后，高校实行大专业培养，宽口径模式，使得所培养学生的专业知识与企业对人才知识的需求产生了较大的差异，学生在现有教育体系下所学的专业知识远远不够，他们需要更加系统的专业知识。本书对相关专业的在校学生以及刚刚进入铸造领域的毕业生获得系统的专业知识提供了一个理想的学习途径。

本书共10章，第1章、第4章、第5章、第6章、第7章和第8章由赵成志编写，第2章、第3章、第9章、第10章由张贺新编写。哈尔滨汽轮机有限责任公司段亚芳高级工程师、汪松工程师，哈尔滨电机厂有限责任公司热加工事业部的周佩超高级工程师，宁夏众信机械设备制造有限公司的任江波工程师，浙江长兴恒传耐火材料有限公司的杨和平工程师，哈尔滨工程大学的李志平等人为本书的成稿提供了大力帮助，段亚芳高级工程师参与了本书图稿的绘制，并提供了大量的工艺实例和说明，汪松工程师也提供了部分案例和图稿，在此一并表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，错误和不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正！同时，我们对书中所有内容进行技术咨询、答疑。我们的联系方式如下：

联系人：赵成志；电话：13895718408；电子邮箱：zcz2261@sina.com。

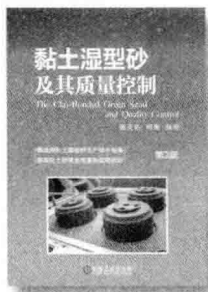
作 者



科技客书架
CMP·COOLGEEK

机械工业出版社旗下微店

相关图书推荐

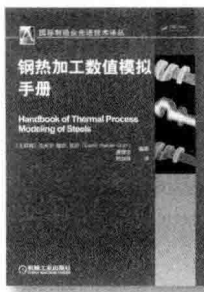


黏土湿型砂及其质量控制 第2版

书号：978-7-111-53473-0
作者：黄天佑 熊鹰 编著
定价：39.00元



扫描二维码
进入微店购买



钢热加工数值模拟手册

书号：978-7-111-53177-7
作者：[土耳其]杰米尔·哈坎·吉尔
潘健生 编著 顾剑锋 译
定价：159.00元



扫描二维码
进入微店购买



水玻璃砂工艺原理及应用技术 第2版

书号：978-7-111-52532-5
作者：樊自田 朱以松 董选普 等编著
定价：49.00元



扫描二维码
进入微店购买



铸造质量控制应用技术 第2版

书号：978-7-111-50006-3
作者：樊自田 吴和保 董选普 编著
定价：68.00元



扫描二维码
进入微店购买



铸造造型材料实用手册 第2版

书号：978-7-111-49724-0
作者：李远才 董选普 编著
定价：99.00元



扫描二维码
进入微店购买



铸造实用数据速查手册 第2版

书号：978-7-111-45819-7
作者：刘瑞玲 范金辉 编
定价：52.00元



扫描二维码
进入微店购买



铸造实用技术问答 第2版

书号：978-7-111-44024-6
作者：杜西灵 杜磊 编著
定价：76.00元



扫描二维码
进入微店购买



铸造造型材料技术问答

书号：978-7-111-41003-4
作者：李远才 编著
定价：49.00元



扫描二维码
进入微店购买



科技客书架
CMP·COOLGEEK

机械工业出版社旗下微店

相关图书推荐



非铁合金铸造用熔剂和中间合金

书号：978-7-111-40891-8
作者：罗启全 编著
定价：39.00元



◀ 扫描二维码
进入微店购买



实用钢铁材料金相检验

书号：978-7-111-38248-5
作者：叶卫平等编著
定价：72.00元



◀ 扫描二维码
进入微店购买



铝、镁合金熔炼与成形加工技术

书号：978-7-111-36836-6
作者：吴树森 万里 安萍 编著
定价：45.00元



◀ 扫描二维码
进入微店购买



铸工实用手册

书号：978-7-111-36502-0
作者：杜西灵 杜磊 编著
定价：118.00元



◀ 扫描二维码
进入微店购买

加入我们·成为科技客

机械工业出版社机械分社秉承着“百年基业科技为本，专业出版品质是金”的理念，结合自身产品特点，在自媒体方面快速构建出与读者之间的信息通路。

我社将始终以高端、优质的内容，努力满足读者对知识和文化的多样化需求。同时，我们还将继续摸索和尝试开发出更多的产品增值服务形式，为读者提供高品质的阅读体验。欢迎读者扫描下方二维码加入我们！



◀ 从材料到装备
扫描关注
更多材料及装备的
相关知识



◀ 科技客书架
扫描进入
科技类图书
自营微店

目 录

| | |
|--|--|
| 前言 | |
| 第1章 铸造工艺设计概论 1 | |
| 1.1 铸造技术的发展 1 | |
| 1.2 我国铸造业在国际上的地位 2 | |
| 1.3 铸造在国民经济中的重要性 4 | |
| 1.4 铸造工艺设计内容和铸造方法 分类 4 | |
| 1.4.1 铸造工艺设计内容 4 | |
| 1.4.2 铸造方法分类 4 | |
| 第2章 铸造工艺方案和工艺参数的 设计 6 | |
| 2.1 铸造工艺设计考虑的因素与铸造 方法的选择 6 | |
| 2.1.1 铸造工艺设计考虑的因素 6 | |
| 2.1.2 铸造方法的选择 10 | |
| 2.2 铸造工艺方案设计 10 | |
| 2.2.1 浇注位置的设计 11 | |
| 2.2.2 分型面的选择 12 | |
| 2.2.3 典型铸件的铸造工艺方案 14 | |
| 2.3 铸造工艺参数设计 16 | |
| 2.3.1 铸件尺寸公差 16 | |
| 2.3.2 机械加工余量 18 | |
| 2.3.3 铸造线收缩率 20 | |
| 2.3.4 起模斜度 22 | |
| 2.3.5 最小铸出孔和槽 23 | |
| 2.3.6 工艺补正量 24 | |
| 2.3.7 分型负数 25 | |
| 2.3.8 分芯负数 26 | |
| 2.3.9 反变形量 26 | |
| 2.3.10 工艺筋 28 | |
| 2.3.11 落砂时间 31 | |
| 2.3.12 压铁及其计算 33 | |
| 2.3.13 铸件表面粗糙度 36 | |
| 2.4 铸造工艺的输出及其表示方法 37 | |
| 2.4.1 铸造工艺的输出方式 37 | |
| 2.4.2 铸造工艺的表示方法 38 | |
| 2.4.3 铸造工艺的输出内容 46 | |
| 第3章 砂芯设计 47 | |
| 3.1 砂芯的划分 47 | |
| 3.2 砂芯的舂砂方向 49 | |
| 3.3 芯头的设计 51 | |
| 3.4 芯撑的设计 57 | |
| 3.4.1 强度法计算芯撑 58 | |
| 3.4.2 热平衡法计算芯撑 59 | |
| 3.5 排气系统的设计 60 | |
| 3.6 芯骨的设计 62 | |
| 3.7 砂芯的特殊固定和预装配 64 | |
| 第4章 浇注系统设计 65 | |
| 4.1 浇注系统的组成与类型 65 | |
| 4.1.1 浇注系统的组成 65 | |
| 4.1.2 浇注系统的类型 67 | |
| 4.2 浇注系统的设计内容与原则 72 | |
| 4.2.1 浇注系统的设计内容 72 | |
| 4.2.2 浇注系统的设计原则 72 | |
| 4.3 各种合金的浇注系统设计 73 | |
| 4.3.1 灰铸铁件的浇注系统设计 73 | |
| 4.3.2 球墨铸铁件的浇注系统设计 118 | |
| 4.3.3 可锻铸铁件的浇注系统设计 126 | |
| 4.3.4 铸钢件的浇注系统设计 128 | |
| 4.3.5 铝合金与镁合金铸件的浇注系 统设计 137 | |
| 4.3.6 铜合金铸件的浇注系统设计 144 | |
| 4.4 浇注系统用材料及其结构与熔体过 滤技术 152 | |
| 4.4.1 浇注系统用材料及其结构 152 | |
| 4.4.2 熔体过滤技术 168 | |
| 第5章 补缩系统设计 175 | |
| 5.1 铸钢件的补缩系统设计 175 | |
| 5.1.1 铸钢件的体收缩 175 | |
| 5.1.2 冒口的补缩距离 177 | |
| 5.1.3 补贴的设计 179 | |
| 5.1.4 冒口的分类、结构及安放 | |

| | | | |
|---------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|
| 原则 | 185 | 设计 | 322 |
| 5.1.5 模数法冒口设计 | 186 | 7.3.2 外壳铸造工艺设计 | 323 |
| 5.1.6 热节圆法冒口设计 | 219 | 第8章 特种铸造工艺 | 326 |
| 5.1.7 液量补缩法冒口设计 | 237 | 8.1 陶瓷型铸造 | 326 |
| 5.1.8 比例法冒口设计 | 237 | 8.1.1 陶瓷型铸造的分类、工序过 程及应用 | 326 |
| 5.1.9 保温冒口的设计 | 249 | 8.1.2 陶瓷型铸造工艺设计 | 328 |
| 5.2 铸铁件的补缩系统设计 | 251 | 8.2 消失模铸造 | 339 |
| 5.2.1 灰铸铁件的冒口设计 | 252 | 8.2.1 消失模铸造的特点及应用 | 340 |
| 5.2.2 球墨铸铁件的冒口设计 | 265 | 8.2.2 模样 | 341 |
| 5.2.3 可锻铸铁件的冒口设计 | 273 | 8.2.3 涂料 | 349 |
| 5.3 有色合金铸件的补缩系统设计 | 276 | 8.2.4 型砂与造型及浇注 | 356 |
| 5.3.1 铝合金铸件的补缩系统 设计 | 276 | 8.2.5 落砂清理及砂处理系统 | 360 |
| 5.3.2 铜合金铸件的补缩系统 设计 | 282 | 8.2.6 消失模铸造工艺设计 | 361 |
| 第6章 冷铁设计 | 290 | 8.2.7 砂箱的设计 | 366 |
| 6.1 冷铁的分类、作用及使用材料 | 290 | 8.3 金属型铸造 | 367 |
| 6.2 外冷铁 | 291 | 8.3.1 金属型铸造的特点及应用 | 367 |
| 6.2.1 直接外冷铁 | 292 | 8.3.2 金属型铸造工艺设计 | 368 |
| 6.2.2 间接外冷铁 | 297 | 8.3.3 覆砂金属型铸造 | 383 |
| 6.3 内冷铁 | 298 | 8.3.4 金属型的设计 | 385 |
| 6.3.1 熔焊内冷铁 | 299 | 8.3.5 金属型铸造机 | 410 |
| 6.3.2 不熔焊内冷铁 | 302 | 第9章 铸造工艺装备设计 | 418 |
| 6.3.3 螺旋内冷铁 | 305 | 9.1 模样与模板 | 418 |
| 6.3.4 栅格内冷铁 | 305 | 9.1.1 模样 | 418 |
| 第7章 典型铸件铸造工艺设计 | | 9.1.2 模板 | 426 |
| 实例 | 307 | 9.2 芯盒 | 436 |
| 7.1 铸钢件铸造工艺设计实例 | 307 | 9.2.1 芯盒的类型与材料 | 436 |
| 7.1.1 高压气缸下半部铸造工艺 设计 | 307 | 9.2.2 芯盒的结构设计 | 438 |
| 7.1.2 摇臂铸造工艺设计 | 309 | 9.3 砂箱 | 446 |
| 7.1.3 调节阀阀盖铸造工艺设计 | 311 | 9.3.1 砂箱的分类与特点 | 446 |
| 7.1.4 47MW 联合循环汽轮机阀壳 体铸造工艺设计 | 312 | 9.3.2 砂箱的基本构成与设计 | 447 |
| 7.1.5 喷嘴室铸造工艺设计 | 314 | 第10章 铸造工艺新技术 | 473 |
| 7.2 铸铁件铸造工艺设计实例 | 316 | 10.1 铸件凝固过程的数值模拟 | 473 |
| 7.2.1 自动关闭器外壳铸造工艺 设计 | 316 | 10.1.1 铸件凝固温度场的数值 模拟 | 473 |
| 7.2.2 桥规铸造工艺设计 | 318 | 10.1.2 铸件缩孔和缩松的预测 | 480 |
| 7.2.3 曲轴铸造工艺设计 | 319 | 10.1.3 铸造充型过程的数值模拟 | 484 |
| 7.3 有色合金件铸造工艺设计实例 | 322 | 10.2 铸造工艺 CAD 技术 | 488 |
| 7.3.1 第Ⅱ级混合室盖铸造工艺 设计 | 322 | 10.2.1 铸造工艺 CAD 的内容 | 488 |
| | | 10.2.2 铸造工艺 CAD 的实现模式 | 488 |
| | | 10.2.3 铸造工艺 CAD 系统的组成 与构建 | 489 |

| | | | |
|-----------------------------|-----|------------------------|-----|
| 10.3 强制冷却技术在铸造中的应用 | 491 | 10.4.1 快速成形的原理 | 502 |
| 10.3.1 强制冷却技术的原理及其方式 | 491 | 10.4.2 快速成形与铸造成形 | 507 |
| 10.3.2 强制冷却技术的计算和应用实例 | 496 | 10.4.3 直接铸造成形 | 507 |
| 10.4 快速成形技术在铸造中的应用 | 502 | 10.4.4 间接铸造成形 | 513 |
| | | 参考文献 | 517 |

第1章 铸造工艺设计概论

1.1 铸造技术的发展

铸造技术的发展与人类文明有着密切的关系，人类文明已有6000余年的悠久历史，而铸造的历史就有5000余年。人类社会由石器时代进入到青铜器时代，其标志就是青铜器的制造和使用，制造的主要手段就是铸造。铸造技术发展的5000余年历史可分为两个阶段：前2000余年是以青铜铸造为主，后3000余年是以铸铁铸造为主。

早在仰韶文化时期，人类就已经掌握了铸造技术，从甘肃东乡林家村出土的青铜刀就是铸造而成的，距今已经有5000余年。殷商时期是青铜器铸造的鼎盛时期，“钟鸣鼎食”是当时青铜文化的一个特征，该时代具有代表性的铸件包括出土于河南安阳的后母戊鼎（见图1-1），重700多千克，长和高都超过1m，四周饰有精美的蟠龙纹及饕餮纹。1978年湖北随县（现为随州市）出土的曾侯乙编钟是战国初期所铸，总共有64件，分八组，铸造精巧，音律准确，音色优美，钟面有变体龙纹和花卉纹饰，纹饰精美，玲珑剔透，综合地使用了当时最先进的铸造技术，是迄今为止传世和出土的青铜器中最复杂和最精致的。大量精美的古青铜文物表明当时铜合金冶炼和铸造达到了很高的水平。

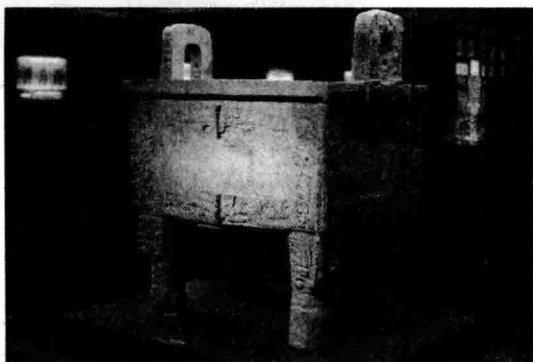


图1-1 后母戊鼎

由于青铜铸造技术的发展和积淀，商代的冶炼技术就能获得1200℃以上的炉温，进而在公元前6至7世纪的春秋时代，我国就发明了生铁和铸铁的铸造冶炼技术，公元前513年，晋国铸造了铸铁刑鼎。到了战国中期，生铁铸造的农具、手工工具已经取代青铜成为主要的生产工具。河北兴隆县寿王坟出土了战国时期燕国冶铸作坊的铁范87件，包括铁锄、铁镰、铁凿和车具，工艺水平很高。令人惊奇的是，在河南巩县（现为巩义市）铁生沟出土的西汉晚期铸铁铁镰中还出现了球状石墨，河南南阳出土的汉代冶金作坊所做出的9件农具中，有8件是黑心韧性铸铁，其质量与现代同类产品相当，堪称是铸造技术历史的奇迹。河北沧州铁狮建于公元10世纪的五代后周，距今已有一千多年的历史了，身高5.78m，长5.34m，宽3.17m，重约50t，背负巨盆，相传是文殊菩萨莲座，如图1-2所示。湖北当阳铁塔，铸于北宋淳熙年间，建成于1061年，即嘉祐六年，塔高17.9m，十三层，重38.3t，如图1-3所示。

近代，得益于现代工业革命，法国人莱翁缪尔于1722年研制出了可锻铸铁，英国人莫洛于1947年研制出了球墨铸铁。尽管我国在古代在铸造领域创造过辉煌的历史，由于近代

封建社会体制制约了铸造技术的发展,导致了近代铸造技术的落后,目前我国铸造技术经过了几十年的发展,尤其是改革开放以后的高速发展已经达到或接近国际先进水平。



图 1-2 河北沧州铁狮

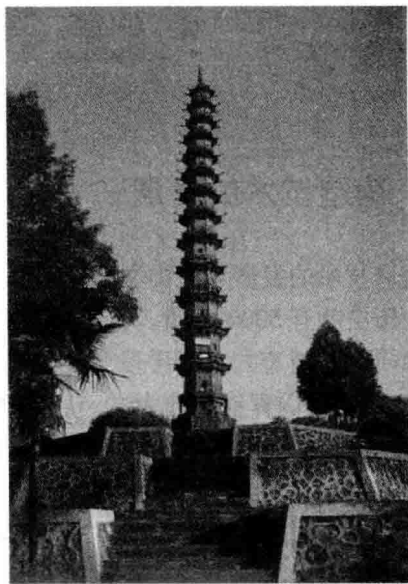


图 1-3 湖北当阳铁塔

1.2 我国铸造业在国际上的地位

我国是铸造技术应用和发展最早的国家之一,古代的铸造技术居世界领先的地位。改革开放之后,我国铸造技术突飞猛进,目前我国在基础理论研究、专业人员和操作人员技术水平、工艺设计水平以及生产装备技术含量和先进性等方面步入世界先进行列。原辅材料的制造和供应也形成了比较完备的体系。自 2000 年开始,我国的铸件年产量跃居世界第一,并且一直保持到现在。2014 年,我国主要铸件产量为 4620 万 t,比 2013 年的 4450 万 t 增长了 3.8%,年产值约 5710 亿元,产量超过了排在第 2 到第 10 位铸件生产国的产量总和。2014 年全世界铸件产量为 10364 万 t,比 2013 年增加了 41 万 t,增长 0.4%,增长趋缓。我国的 2014 年铸件年产量占世界铸件年产量的 44.6%。这说明我国目前的铸造生产在世界上占主导地位,也从侧面反映了我国铸造业的技术水平和设备能力。

目前我国已经建立起雄厚的铸造工业基础和铸造人才基础,60 余所高校开设了铸造领域相关的专业课程,大批职业技术学院设立了铸工专业,培养了大批专业工程技术人员和专业技能工人。在铸造机械设计和制造方面也具有完备的体系,国家设有济南铸造锻压机械研究所,设计范围涵盖从熔炼、砂处理到清理等各个工序,并具有悠久的铸造设备研发历史底蕴。在铸造设备生产厂家方面,北有济南和青岛铸造机械生产基地,南有苏州和无锡铸造机械生产基地,此外 GF、迪砂和兰佩等国外先进铸造机械生产厂家以独资、合资、合作等方式,在我国进行铸造设备的生产,提高了我国铸造机械的技术水平。在铸造生产厂家方面,已经形成大型及超大型到小型不同规模的企业,专业范围涵盖砂型铸造、精密铸造、压铸、连续铸造、离心铸造、消失模铸造和其他特种铸造领域,合金种类涵盖铸钢、铸铁和有色金属,形成了规模庞大、门类齐全的铸造生产体系。在大型铸件生产方面,有一重、二重、大

重、鞍钢重机、中信重工、共享集团等大型或超大型铸件生产企业。一重投资 50 多亿元建成了世界一流的铸锻钢生产基地，可年产 50 万 t 钢液，生产能力达到世界一流，即一次性提供钢液 700t，最大铸锭为 600t，最大铸件为 500t，最大锻件为 400t，核心铸锻造技术 20 年不落后，吨位等级和产量达到世界第一。东风汽车集团公司的东风（十堰）有色铸件有限公司拥有亚洲最大的压铸车间，生产面积为 10000 多平方米，压铸机有 58 台，最大吨位为 2000t，最小吨位为 63t，总冶炼能力为 10000t，年生产能力按铝当量计算折合 9000t。

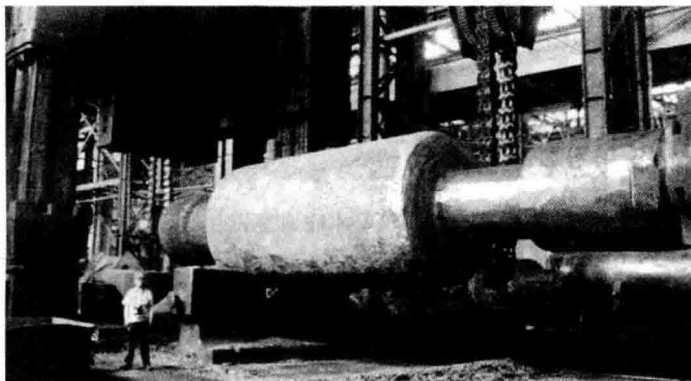


图 1-4 国产 AP1000 百万千瓦核电低压转子铸锭

在典型铸件方面，一重生产了 619t 特大铸锭，用于国产 AP1000 百万千瓦核电低压转子上，如图 1-4 所示。二重生产的特大铸件：大型模锻压机活动横梁中梁，铸件所需钢液总量达 758t，毛重约 600t，多炉次冶炼、5 包钢液合浇，由 80t 电炉和 60t 电炉连续冶炼提供钢液，由钢包精炼炉同时精炼。冶炼生产时间为 13h，独冒口设计工艺使浇注总高达 7.1m，如图 1-5 所示。共享集团成功研制了三峡 700MW 水轮机整铸叶片，该叶片长 5245mm，宽 4705mm，毛重 65t，标志着我国步入能够生产特大型水轮机叶片铸件的世界强国行列，如图 1-6 所示。中信重工机械股份有限公司为 18500t 液压机生产的上横梁铸钢件重量高达 520t，冶炼 10 炉 6 包 829.5t 钢液，于 2008 年制成，标志着该公司的铸造能力和水平进入国际先进行列，对我国重大技术装备国产化具有重大的战略意义。

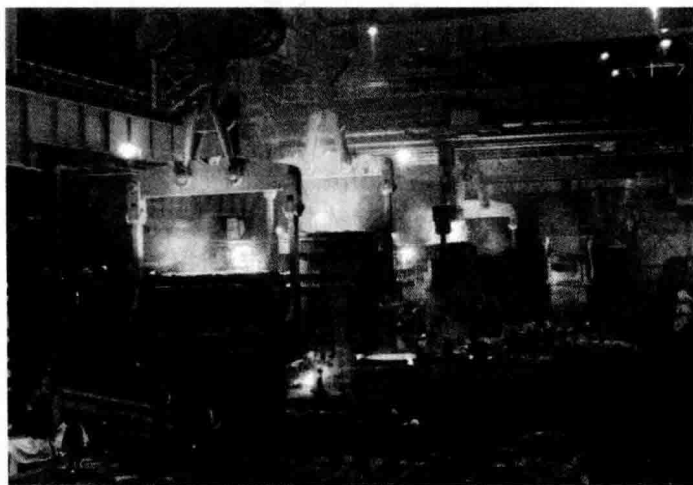


图 1-5 大型模锻压机活动横梁中梁浇注现场

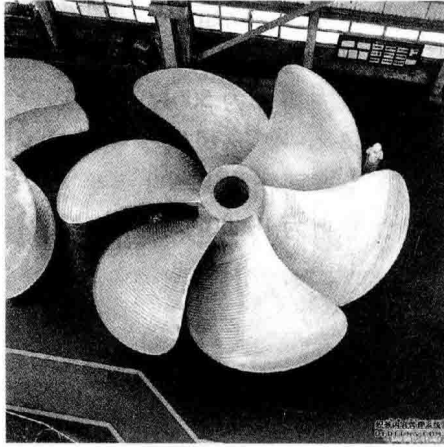


图 1-6 700MW 水轮机整铸叶片

1.3 铸造在国民经济中的重要性

铸造是一个基础产业，广泛应用于机械、冶金、电站、汽车、造船、化工和国防等领域。在机床、内燃机和重型机械领域中，铸件重量占设备重量的 70% ~ 90%，在风机、压缩机、动力机械中占 60% ~ 80%，在农业机械中占 40% ~ 70%，在交通、运输车辆中占 15% ~ 70%。从整个铸造领域来看，各行业对铸件的需求所占比重为：汽车铸件约占 26.5%，各类管件的需求量约占 12.6%，其他还有机床、机械装备、发电设备等领域也占有一定的比重。在国民经济以及各个行业中，铸件得到广泛应用，发挥着重要的不可替代的作用。随着国民经济和世界经济的发展，对铸件的需求将越来越多，需求范围将越来越广，铸件的优质化程度将越来越高，铸造工艺设计水平对提高铸件内外质量、提高铸件成品率、降低废品率、提高经济效益等方面，起着非常重要的作用。铸造已经成为现代科学技术三大支柱之一的材料科学的一个重要组成部分。

1.4 铸造工艺设计内容和铸造方法分类

1.4.1 铸造工艺设计内容

铸造是采用熔炼方法将金属或合金熔化成液态，在铸型中直接凝固成形，获得具有一定形状、尺寸和性能毛坯的加工制造方法。砂型铸造的铸造工艺设计内容包括：零件的生产批量、技术要求和结构工艺性分析，选择铸造方法，确定浇注位置和分型面，芯子设计，计算和选用工艺参数，浇冒口、冷铁和补贴设计，工艺输出和文件编制，辅助工装设计。

1.4.2 铸造方法分类

1. 一般分类

铸造方法一般可分为砂型铸造和特种铸造两种。特种铸造又包括：精密铸造、压力铸造、离心铸造、连续铸造、消失模铸造、金属型铸造、低压铸造、陶瓷型铸造、半固态铸造和磁型铸造。

2. 按铸型寿命的特点分类

(1) 一次型铸造 制得的铸型只能浇注一次。属于这一类的铸造方法有砂型铸造、精密铸造、壳型铸造、石膏型铸造、磁型铸造、真空实型铸造等。

(2) 半永久型铸造 制得的铸型能多次甚至几十次进行浇注。属于这一类的铸造方法有泥型铸造、陶瓷型铸造、玻璃型铸造、石膏型铸造和石墨型铸造等。

(3) 永久型铸造 制得的铸型能浇注 100 次以上。浇注次数最多的如压铸型可浇注几十万次。属于这一类的铸造方法有非金属型铸造,如石头型铸造,金属铸型铸造,如金属型铸造、压力铸造、离心铸造、连续铸造、半固态铸造等。

3. 按浇注时金属液承受的压力分类

(1) 常压铸造 液态金属在重力作用下充型并凝固,如砂型铸造、精密铸造、金属型铸造、壳型铸造、石膏型铸造、磁型铸造、陶瓷型铸造和石头型铸造等。

(2) 差压铸造 液态金属在较低的压力下,如 20 ~ 60kPa,充型并凝固,如差压铸造、真空吸铸。

(3) 离心铸造 液态金属被注入高速旋转的铸型中,在离心力的作用下充型并凝固。

(4) 真空铸造 金属在 0.013 ~ 1.3Pa 的专用设备中熔化后充型凝固,该方法适用于要求较高的铸件的熔炼和铸造,如航空发动机叶片。其特点是能够保持合金不被氧化,但铸造成本高。目前较为先进的真空铸造设备是三室真空熔炼炉。

4. 按模样的几何特点分类

(1) 整体模铸造 模样制成整体结构,适用于形状简单的铸件,采用该方法往往需要结合舂对箱的造型方法来实施。

(2) 分模铸造 模样和芯盒分开,被制成上半部分和下半部分,从而使造型过程更加简便。

(3) 刮板铸造 模样被制成板状,造型时以某一点作为轴心,刮板沿该轴心旋转,车成铸型。该方法适用于回转体铸件。

(4) 实型铸造 采用聚苯乙烯发泡塑料模样代替普通模样,造好型后不取出模样,或者在铸型焙烧时烧掉,或者在浇注时,在金属液的作用下,塑料模样燃烧、汽化、消失,金属液冷却凝固后获得所需铸件。其特点是无须起模,无分型面,无芯,因而无飞边、毛刺,铸件的尺寸精度和表面粗糙度接近熔模铸造,但是所制得的铸件可远大于熔模铸造,整体成形,减少了加工装配时间,可降低铸件成本,简化了铸件生产工序,缩短了生产周期,使造型效率比砂型铸造提高 2 ~ 5 倍。其缺点是实型铸造的模样只能使用一次,且泡沫塑料的密度小、强度低,模样易变形,影响铸件尺寸精度;浇注或焙烧时模样产生的气体污染环境。该方法适用于不易起模等复杂铸件的小批量及单件生产。

(5) 消失模铸造 类似实型铸造,消失模铸造是将与铸件尺寸形状相似的泡沫模型黏结组合成模型簇,涂刷耐火涂料并烘干后,埋在干硅砂中振动造型,在负压下浇注,使模型汽化,液体金属占据模型位置,凝固冷却后形成铸件的铸造方法。其特点是铸件尺寸精度高,可达 CT7 ~ 9;由于工序的减少和无黏结剂,使生产率提高,生产成本下降;无砂芯。其缺点与实型铸造类似。该方法适用于多品种、单件小批量、大批量中小型铸件。

5. 按合金的种类分类

铸造方法按合金的种类可划分为:铸钢件铸造、铸铁件铸造、铸铝件铸造、铸铜件铸造等。不同种类的铸造工艺,其设计方法有所不同。

第2章 铸造工艺方案和工艺参数的设计

2.1 铸造工艺设计考虑的因素与铸造方法的选择

铸造工艺往往要与企业的铸造工艺规程和生产操作守则配套使用。因此，在铸造工艺设计之前，需要建立指导铸造生产的技术体系，以配套铸造工艺，对生产准备、生产管理、检验验收等环节进行规范。

铸造工艺设计人员在设计铸造工艺之前要掌握两个方面的情况：一个是技术方面的情况，如相关的技术文件、铸件信息、技术要求等；另一个是生产方面的情况，如熔炼设备容量，厂房尺寸，起重设备的承载能力，分析和检测条件，烘干炉和热处理炉的炉膛尺寸、升温速度和温度的均匀性，砂箱尺寸，甚至车间大门尺寸等。在掌握上述两个方面的情况之后，还要进行零件的技术审查，另外还要了解商务信息，如订货批量、生产周期等。

2.1.1 铸造工艺设计考虑的因素

1. 技术条件

(1) 零件图样 规定所要生产铸件的尺寸、形状、精度、表面粗糙度和其他技术要求。零件图样必须经过工艺设计人员的技术审查。

(2) 技术要求 包括材料牌号、金相组织、力学性能、化学成分和无损检测要求等。

2. 生产条件

(1) 产品数量 是指生产批量的大小。

(2) 生产周期 是指从订货到发货的时间长短。

(3) 订货批次 是指订货的重复次数。对于批量较大、批次较多的产品应尽可能将工艺调整到最佳状态；对于单件小批量产品，要考虑节约制造成本，并采用简单工装。

(4) 设备能力 包括熔炼能力、起重能力、炉膛尺寸、造型和制芯设备的承载能力、厂房尺寸、大门尺寸，甚至包括双联浇注时，起重机最小间距与过桥长短的关系。

(5) 型砂、芯砂、黏结剂和其他铸造辅助材料的情况 是否有足够的库存，型号等参数是否合适。

(6) 铸造工艺装备情况 是否有可用的工装，如果没有，制造周期是否满足生产周期的要求。

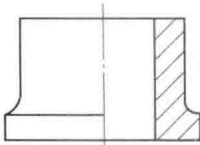
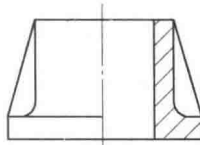
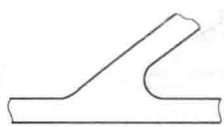
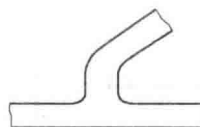

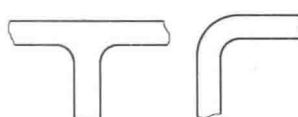
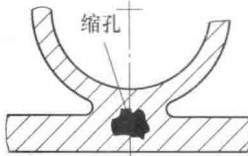
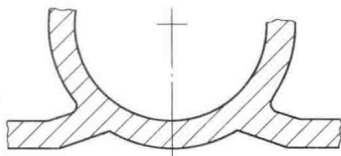
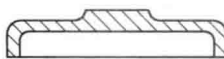
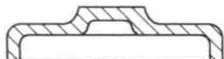
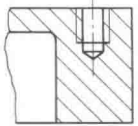
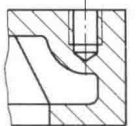
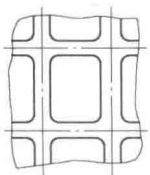
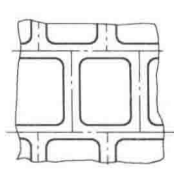
3. 技术审查

零件图样审查的内容包括：审查零件的工艺性；审查现有的生产条件能否满足所要铸造零件的生产，如设备能力、原辅材料情况、工装情况等。

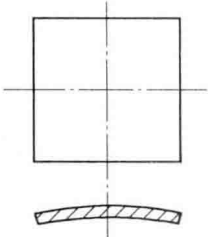
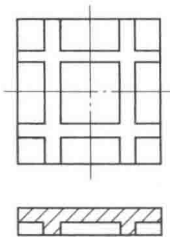
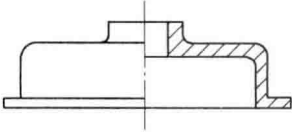
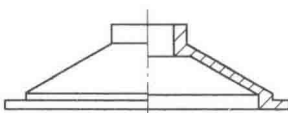
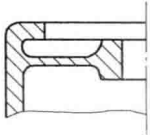
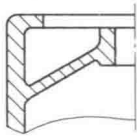
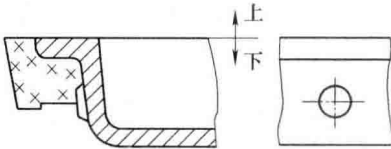
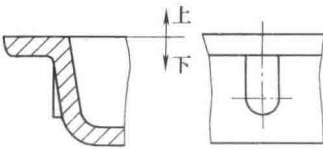
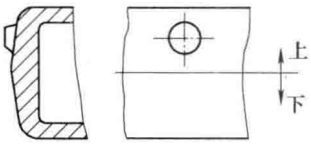
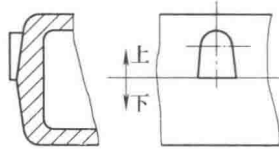
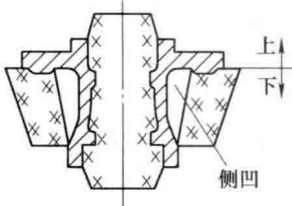
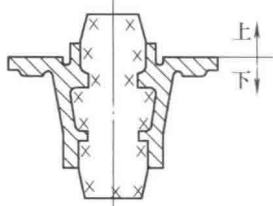
零件的工艺性即零件的结构是否合理，如铸件壁厚的分布是否合理，壁厚是否大于最小壁厚，铸件壁的连接处的连接方式是否合理，薄厚壁是否均匀过渡，拐角处是否圆角过渡，是否利于起模，是否利于清砂，是否利于芯子的固定和排气，是否有利于铸件的顺序凝固。

等。铸件结构的合理性见表 2-1。砂型铸造的最小允许壁厚见表 2-2。

表 2-1 铸件结构的合理性

| 序号 | 不合理 | 合理 | 说明 |
|----|---|---|--|
| 1 |  |  | 左图中以增加壁厚来增加法兰的强度，壁厚超出了应有的范围。右图以加强筋的方式来增加法兰的强度，方法合理 |
| 2 |  |  | 铸件壁交接处应采用逐渐过渡和转变的结构，以免造成应力集中 |
| 3 |  |  | |
| 4 |  |  | 铸件壁交接处应避免集中，以免造成交接处热节增大而产生缩孔 |
| 5 |  |  | |
| 6 |  |  | 壁厚力求均匀 |
| 7 |  |  | |

(续)

| 序号 | 不合理 | 合理 | 说明 |
|----|---|---|---|
| 8 |  |  | <p>大面积板类铸件为防止翘曲变形,可采用设置加强筋的方法加以解决</p> |
| 9 |  |  | <p>避免大的水平面</p> |
| 10 |  |  | |
| 11 |  |  | <p>通过改进凸台结构,去除妨碍起模的结构,简化掉左图中的砂芯</p> |
| 12 |  |  | <p>通过改进凸台结构,去除妨碍起模的凸台,可简化为生成凸台而采取的活块或设置砂芯</p> |
| 13 |  |  | <p>在外侧表面有一处侧凹面,不利于起模,需用砂芯生成,改成右侧结构即可减少该砂芯</p> |