

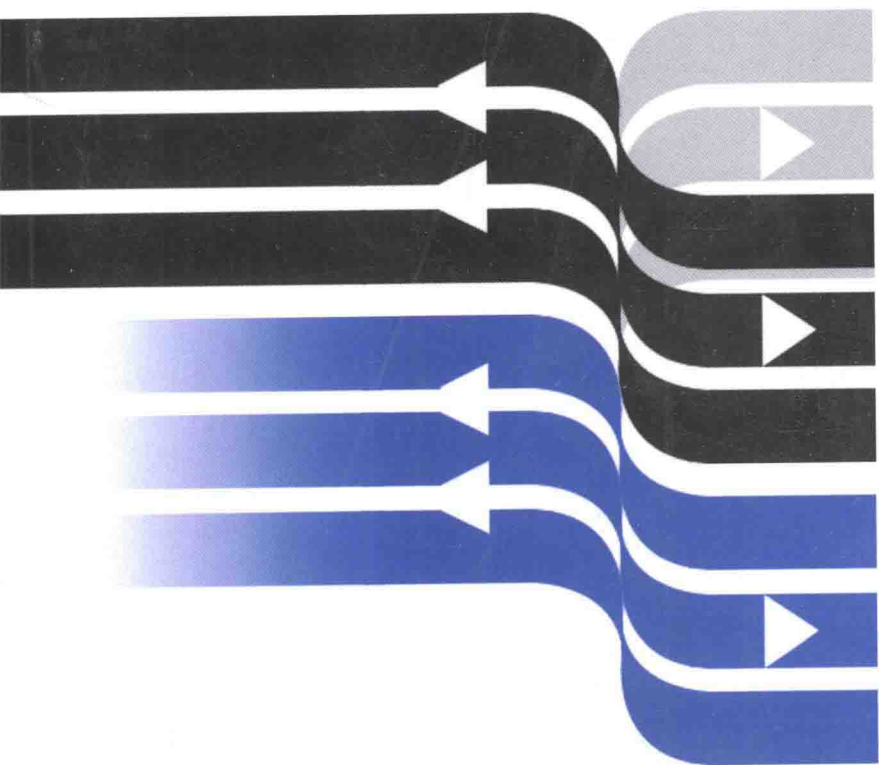


教育部高职高专材料类教学指导委员会工程材料与成形工艺类专业规划教材

JIAOYUBUGAOZHIGAOZHUANCAILIAOLEIZHUANYE  
JIAOXUEZHIDAOWEIYUANHUI  
GONGCHENGCAILIAOYUCHENGXINGGONGYILEIZHUANYEGUIHUAJIAOCAI

# 铸造合金 熔炼及控制

闫庆斌 / 主编    王月琴 / 副主编    凌爱林 / 主审



ZHUZAO  
HEJIN  
RONGLIANIKONGZHI

焊接结构生产 / 熔焊过程控制与焊接工艺  
焊接方法与设备 / 焊接检测及技能训练  
金属材料 / 热处理技术基础  
热处理设备 / 金属材料检测技术  
热处理技能操作训练 / 铸造合金熔炼控制  
铸造生产及工艺工装设计 / 特种铸造  
铸造工程CAE优化设计 / 铸造技能实训

中南大学出版社  
www.csupress.com.cn



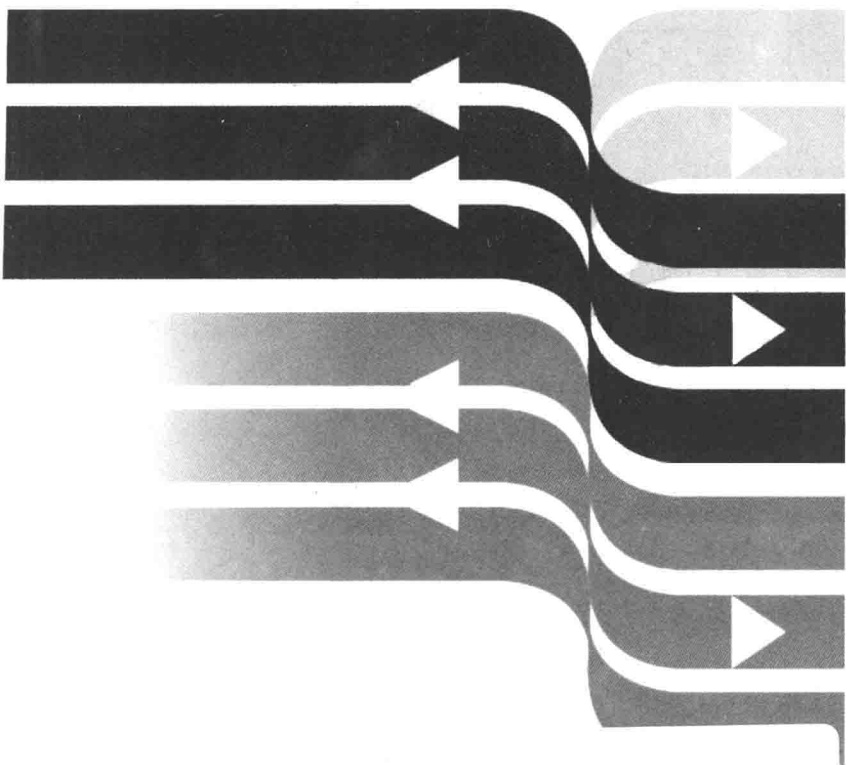
教育部高职高专材料类教学指导委员会工程材料与成形工艺类专业规划教材

JIAOYUBUGAOZHIGAOZHUANCAILIAOLEIZHUANYE  
JIAOXUEZHIDAOWEIYUANHUI  
GONGCHENGCAILIAOYUCHENGXINGGONGYILEIZHUANYEGUIHUAJIAOCAI



# 铸造合金 熔炼及控制

闫庆斌 / 主编    王月琴 / 副主编    凌爱林 / 主审



---

**图书在版编目(CIP)数据**

铸造合金熔炼及控制/闫庆斌主编. —长沙:中南大学出版社,  
2011. 1

ISBN 978 - 7 - 5487 - 0180 - 4

I. 铸... II. 闫... III. 铸造合金 - 高等学校 - 教材  
IV. TG136

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 004758 号

---

**铸造合金熔炼及控制**

闫庆斌 主编

- 
- 责任编辑 周兴武  
责任印制 周颖  
出版发行 中南大学出版社  
社址:长沙市麓山南路 邮编:410083  
发行科电话:0731-88876770 传真:0731-88710482  
印 装 长沙利君漾印刷厂

- 
- 开 本 787 × 1092 1/16 印张 26 字数 640 千字  
版 次 2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 0180 - 4  
定 价 47.00 元
- 

图书出现印装问题,请与经销商调换

## 内容简介



本书是教育部高职高专材料类专业教学指导委员会工程材料与成形工艺类专业规划教材，根据教育部高等学校高职高专材料类专业教学指导委员会审定的教学大纲编写的。学时数为 108 ~ 118 学时。

全书内容主要包括：铸造合金原理、铸铁熔炼与控制、铸钢熔炼及控制、铸造有色合金熔炼及控制四部分。将实践教学课题部分直接放在书的相关内容之后，供教学期间学生实训、实验使用。全书的内容涉及绪论和铸造合金原理；铸铁熔炼与控制，包括：灰铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁、可锻铸铁、特种铸铁、铸铁的熔炼用炉、铸铁的熔炼工艺；铸钢熔炼及控制，包括：铸造碳钢、铸造合金钢、铸钢的熔炼用炉、铸钢熔炼工艺及熔炼；铸造非铁合金熔炼及控制，包括：铸造铝合金熔炼及控制、铸造铜合金熔炼及控制、其他铸造非铁合金及其熔铸工艺特点、铸造非铁合金熔炼炉。实践教学课题包括：灰铸铁的金相组织分析，球墨铸铁、蠕墨铸铁、可锻铸铁、特种铸铁等的金相组织分析，铸造碳钢、合金钢的金相观察，铸造铝合金的金相观察，铸造铜合金的金相观察等 5 个实验。

本书为高职高专铸造专业教材，可供高职高专材料类、机械类专业教学使用，也可供有关专业科技人员参考。





# 教育部高职高专材料类专业教学指导委员会 工程材料与成形工艺类专业规划教材编审委员会 (排名不分先后)

## 主 任

王纪安 承德石油高等专科学校

任慧平 内蒙古科技大学

## 副主任

曹朝霞 包头职业技术学院

谭银元 武汉船舶职业技术学院

凌爱林 山西机电职业技术学院

佟晓辉 中国热处理行业协会

王红英 深圳职业技术学院

赵丽萍 内蒙古科技大学

姜敏凤 无锡职业技术学院

## 委 员

张连生 承德石油高等专科学校

韩小峰 陕西工业职业技术学院

王泽忠 四川工程职业技术学院

阎庆斌 山西机电职业技术学院

李荣雪 北京电子科技职业学院

彭显平 四川工程职业技术学院

陈长江 武汉船舶职业技术学院

杨坤玉 长沙航空职业技术学院

诸小丽 南宁职业技术学院

蔡建刚 兰州石化职业技术学院

白星良 山东工业职业学院

杨 跃 四川工程职业技术学院

李学哲 沈阳职业技术学院

张 伟 洛阳理工学院

赵 峰 天津中德职业技术学院

杨兵兵 陕西工业职业技术学院

李 慧 新疆农业职业技术学院

谢长林 株洲电焊条股份有限公司

尹英杰 石家庄铁路职业技术学院

孟宪斌 齐鲁石化建设公司

苏海青 承德石油高等专科学校

石 富 内蒙古机电职业技术学院

邱葭菲 浙江机电职业技术学院

范洪远 四川大学

许利民 承德石油高等专科学校

杨 崑 西华大学

王建勋 兰州石化职业技术学院

曹喻强 陕西工业职业技术学院

韩静国 山西机电职业技术学院

王晓江 陕西工业职业技术学院

王书田 包头职业技术学院

付 俊 四川工程职业技术学院

郝晨生 黑龙江工程学院

柴腾飞 太原理工大学长治学院

# 总 序



当前,高等职业教育改革方兴未艾,各院校积极贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号文)和教育部、财政部《关于实施国家示范性高等职业院校建设计划,加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号文)文件精神,探索“工学结合”的改革之路,取得了很多很好的教学成果。

教育部高等学校高职高专材料类专业教学指导委员会工程材料与成形工艺分委员会,主要负责工程材料及成形工艺类专业与课程改革建设的指导工作。分教指委组织编写了《高职高专工程材料与成形工艺类专业教学规范(试行)》,并已由中南大学出版社正式出版,向全国推广发行,它是对高职院校教学改革的阶段性探索和成果的总结,对开办相关专业的院校有较好的指导意义和参考价值。为了适应工程材料与成形工艺类专业教学改革的新形势,分教指委还积极开展工程材料与成形工艺类专业高职高专规划教材的建设工作,并成立了高职高专工程材料与成形工艺类专业规划教材编审委员会,编审委员会由教指委委员、分指委专家、企业专家及教学名师组成。教指委及规划教材编审委员会在长沙中南大学召开了教材建设研讨会,会上讨论了焊接技术及自动化专业、金属材料热处理专业、材料成形与控制技术专业(铸造方向、锻压方向、铸热复合)以及工程材料与成形工艺基础等一系列教材的编写大纲,统一了整套书的编写思路、定位、特色、编写模式、体例等。

历经几年的努力,这套教材终于与读者见面了,它凝结了全体编写者与组织者的心血,体现了广大编写者对教育部“质量工程”精神的深刻体会和对当代高等职业教育改革精神及规律的准确把握。

本套教材体系完整、内容丰富。归纳起来,有如下特色:①根据教育部高等学校高职高专材料类专业教学指导委员会工程材料与成形工艺类专业制定的教学规划和课程标准组织编写;②统一规划,结构严谨,体现科学性、创新性、应用性;③贯彻以工作过程和行动为导向,工学结合的教育理念;④以专业技能培养为主线,构建专业知识与职业资格认证、社会能力、方法能力培养相结合的课程体系;⑤注重创新,反映工程材料与成形工艺领域的新知识、新技术、新工艺、新方法和新标准;⑥教材体系立体化,提供电子课件、电子教案、教学与学习指导、教学大纲、考试大纲、题库、案例素材等教学资源平台。

教材的生命力在于质量与特色，希望本系列教材编审委员会及出版社能做到与时俱进，根据高职高专教育改革和发展的形势及产业调整、专业技术发展的趋势，不断对教材进行修订、改进、完善，精益求精，使之更好地适应高职人才培养的需要，也希望他们能够一如既往地依靠业内专家，与科研、教学、产业第一线人员紧密结合，加强合作，不断开拓，出版更多的精品教材，为高职教育提供优质的教学资源和服务。

衷心希望这套教材能在我国材料类高职高专教育中充分发挥它的作用，也期待着在这套教材的哺育下，一大批高素质、应用型、高技能人才能脱颖而出，为经济社会发展和企业发展建功立业。

**王纪安**

---

王纪安：教授，教育部高等学校高职高专材料类专业教学指导委员会委员，工程材料与成形工艺分委员会主任。

# 前 言



本书是根据教育部高等学校高职高专材料类专业教学指导委员会制订的《铸造合金熔炼及控制》教学大纲编写的。

铸造合金熔炼及控制是铸造专业必修的核心主干课程之一，是一门综合性、实践性较强的专业课程。其主要任务是使学生学习理解常用铸造钢铁合金、铸造有色合金的种类、规格和技术要求、化学成分、结晶原理；掌握其金相组织与力学性能特点、热处理和铸造性能特点；掌握铸造合金熔炼用炉和熔制工艺方面的知识。

在本书编写过程中，基本上按大纲规定并结合近年来铸造合金及其熔炼领域内的发展，进行内容的选取及编排，力求突出理论与实践一体化，尽可能结合国内实际，反映国内外先进成果，并深入浅出地阐述了有关基本理论和基本概念，将先进性、科学性与实践性相结合，充分与铸造专业的实际工作相结合，吸纳具有多年丰富教学经验的专业教师及具有丰富生产经验的工程技术人员、大型企业专家参加了编写工作，使全书切实对培养学生的综合职业能力起到指导作用。每章开头有教学提示，使学生能直接明了地抓住重点进行学习，提高学习效率，加强了本书的可读性。

本书由闫庆斌副教授主编，全书由闫庆斌副教授、王月琴高级实验师负责统稿。其中本书的前言、绪论、第2章、第3章、第4章、第5章由闫庆斌(山西机电职业技术学院副教授)编写；第1章、第9章、第10章由贾平(洛阳理工学院讲师)编写；第6章、第7章、第8章由张庆丰(洛阳理工学院工程师、讲师)编写；第11章、第12章由张应山(太原重工铸锻分公司炼钢厂高工)、韩俊霞(山西机电职业技术学院讲师)编写；第13章、第16章由刘志明(辽宁科技学院冶金工程系教授)编写；第14章、第15章由谷志胜(山西机电职业技术学院副教授)编写；实训项目由王月琴(山西机电职业技术学院高级实验师)、李世嘉(山西机电职业技术学院讲师)编写。

全书由山西机电职业技术学院凌爱林教授主审。本书在编写过程中，参考了大量有关文献资料，得到了中国重汽集团大同齿轮公司李平高工、杜忠高工，中国船舶重工集团山西平阳重工机械公司铸造公司李炳让高工、李新泉高工，中国船舶重工集团山西江淮重工公司铸造分厂陈帮替高工、李天庆高工，太原重型机械集团公司铸锻公司夏梅高工、热处理公司赵小山高工，太原矿山机器集团公司铸造公司赵金山高工、李存德高工，山西防爆电机集团公司杨枢林高工、王孝芳高工，长治长丰公司宋明宪高工等行业专家的大力支持，在此一并表示衷心感谢！

限于编者水平，加之时间仓促，编写中难免有疏漏、错误和不妥之处，恳切希望使用本书的广大师生、读者批评和指正，以求改进。

编 者  
2011年2月





# 目 录

绪 论 .....	(1)
0.1 各种铸造合金在机械工业、国民经济建设中的地位和作用 .....	(1)
0.2 铸造合金及其熔炼技术的发展概况 .....	(2)
0.3 本课程的主要内容、重点及学习本课程的目的、要求和方法 .....	(3)

## 第 1 篇 铸造合金原理

第 1 章 铸造合金的结晶 .....	(7)
1.1 液态金属的结晶 .....	(7)
1.2 铸造合金的铸造性能 .....	(13)
习 题 .....	(21)

## 第 2 篇 铸铁熔炼与控制

第 2 章 灰铸铁 .....	(25)
2.1 灰铸铁的性能及其技术要求 .....	(25)
2.2 铸铁的结晶 .....	(29)
2.3 铸铁的金相组织及其与力学性能的关系 .....	(36)
2.4 铸铁的化学成分对组织与性能的影响 .....	(44)
2.5 铸件的冷却速度及其他工艺因素对铸铁组织性能的影响 .....	(51)
2.6 灰铸铁生产 .....	(54)
习 题 .....	(60)
实验一 灰铸铁的显微组织观察 .....	(62)
第 3 章 球墨铸铁 .....	(64)
3.1 球墨铸铁的性能特点及其技术要求 .....	(64)
3.2 球墨铸铁的金相组织特点及其与力学性能的关系 .....	(67)
3.3 球墨铸铁的生产 .....	(71)
3.4 球墨铸铁的铸造性能特点,常见缺陷及其防止 .....	(81)
3.5 球墨铸铁的热处理 .....	(83)
3.6 球墨铸铁的生产中几个问题的讨论 .....	(86)

习 题 .....	(88)
<b>第 4 章 蠕墨铸铁</b> .....	(89)
4.1 蠕墨铸铁的性能特点及其技术要求 .....	(89)
4.2 蠕墨铸铁的生产 .....	(93)
习 题 .....	(97)
<b>第 5 章 可锻铸铁</b> .....	(98)
5.1 可锻铸铁的牌号、性能特点及其技术要求 .....	(98)
5.2 可锻铸铁的生产 .....	(100)
习 题 .....	(112)
<b>第 6 章 特种铸铁</b> .....	(113)
6.1 耐磨铸铁的分类、化学成分、性能特点、组织和应用 .....	(113)
6.2 耐热铸铁的分类、化学成分、性能特点、组织和应用 .....	(120)
6.3 耐蚀铸铁的分类、化学成分、性能特点、组织和应用 .....	(125)
习 题 .....	(127)
实验二 球墨铸铁、蠕墨铸铁、可锻铸铁、特种铸铁等的显微组织观察 .....	(128)
<b>第 7 章 铸铁的熔炼用炉</b> .....	(131)
7.1 铸铁熔炼用炉类别、特点及发展概况 .....	(131)
7.2 冲天炉炉型分析及常用炉型介绍 .....	(135)
7.3 工频炉介绍 .....	(144)
习 题 .....	(147)
<b>第 8 章 铸铁的熔炼工艺</b> .....	(148)
8.1 冲天炉的冶炼原理 .....	(149)
8.2 冲天炉的熔炼工艺 .....	(159)
8.3 冲天炉用炉料及其配料计算 .....	(179)
8.4 感应电炉熔炼工艺 .....	(185)
习 题 .....	(191)

### 第 3 篇 铸钢熔炼及控制

<b>第 9 章 铸造碳钢</b> .....	(195)
9.1 铸造碳钢的性能及其技术要求 .....	(195)
9.2 铸造碳钢的结晶过程和铸态组织 .....	(197)
9.3 铸造碳钢的化学成分与力学性能的关系 .....	(199)



9.4 铸造碳钢的铸造性能特点及铸造工艺特点 .....	(201)
9.5 铸造碳钢的热处理 .....	(208)
习 题 .....	(211)
<b>第 10 章 铸造合金钢</b> .....	(212)
10.1 铸造低合金结构钢 .....	(212)
10.2 铸造高合金钢 .....	(221)
习 题 .....	(231)
实验三 铸造碳钢、合金钢的显微组织观察 .....	(232)
<b>第 11 章 铸钢的熔炼用炉</b> .....	(235)
11.1 概 述 .....	(235)
11.2 三相电弧炉的构造 .....	(237)
11.3 感应电炉熔炼原理、结构、炉衬材料及筑炉工艺 .....	(242)
11.4 钢包精炼炉 .....	(248)
习 题 .....	(250)
<b>第 12 章 铸钢熔炼及炉外精炼工艺</b> .....	(251)
12.1 铸钢熔炼用原辅材料 .....	(251)
12.2 碱性电弧炉氧化法熔炼工艺 .....	(256)
12.3 酸性电弧炉熔炼工艺 .....	(272)
12.4 钢包精炼工艺 .....	(277)
习 题 .....	(281)
<b>第 4 篇 铸造有色合金熔炼及控制</b>	
<b>第 13 章 铸造铝合金熔炼及控制</b> .....	(285)
13.1 概述 .....	(285)
13.2 铸造铝硅合金 .....	(290)
13.3 铸造铝铜合金 .....	(297)
13.4 铸造铝镁合金 .....	(301)
13.5 铸造铝锌合金 .....	(303)
13.6 铝合金的铸造性能 .....	(305)
13.7 铸造铝合金的热处理 .....	(313)
13.8 铸造铝合金的熔炼 .....	(324)
习 题 .....	(339)
附表 各国铸造铝合金牌号对照表 .....	(340)
实验四 铸造铝合金的显微组织观察 .....	(341)

<b>第 14 章 铸造铜合金熔炼及控制</b> .....	(344)
14.1 概述 .....	(344)
14.2 铸造铜合金 .....	(345)
14.3 铸造铜合金的熔炼 .....	(350)
习 题 .....	(364)
实验五 铸造铜合金的显微组织观察 .....	(366)
<b>第 15 章 其他铸造有色合金及其熔铸工艺特点</b> .....	(368)
15.1 铸造镁合金 .....	(368)
15.2 铸造锌合金 .....	(373)
15.3 铸造钛合金 .....	(374)
15.4 轴承合金及其熔铸特点 .....	(376)
习 题 .....	(389)
<b>第 16 章 铸造有色合金熔炼用炉</b> .....	(391)
16.1 坩埚炉 .....	(391)
16.2 感应电炉 .....	(393)
16.3 反射炉和电弧炉 .....	(395)
习 题 .....	(397)
<b>参考文献</b> .....	(398)



# 绪 论

铸造合金是浇注铸件用的各种合金的总称，它包括铸铁、铸钢和铸造有色合金等三大类铸造用合金。

## 0.1 各种铸造合金在机械工业、国民经济建设中的地位 and 作用

在铸造合金中，铸铁合金因其来源广，成本低，铸造性能良好，是近代工业生产中应用最为广泛的一种铸造合金材料。在一般机械制造、冶金矿山、石油化工、交通运输和国防工业等行业中，铸铁合金件占机器总质量的45%~90%。所以学习和研究铸铁技术，对于发展铸造生产，充分发挥铸铁件在国民经济各部门的作用，有重要意义。

铸钢具有高的强度和良好的韧性，广泛用于制造承受载荷及经受冲击和振动的机件。而具有抗磨、耐蚀、耐热等特殊使用性能的专用钢种，则适用于一些特殊的工况条件。铸钢材料的品种从普通碳钢、低合金钢至高合金钢。由于采用铸造方法成形，能够在尺寸、质量和结构复杂程度等方面不受限制，故铸钢件的质量从几十克到数百吨，结构从最简单到极复杂，几乎是无所不有。铸造有色合金则有一般钢铁不具备的一些特殊性能，因而也都得到广泛的应用。

新中国成立以来，我国机械制造技术领域学习前苏联的理论，“铁、钢”称为“黑色合金”，此外的众多合金统称为“有色合金”。在西方工业国家，铁、钢则称为“铁合金”，此外众多的合金统称为“非铁合金”。

我国常用的有色合金有铝合金、铜合金、镁合金、锌合金等。有色合金在现代工业中的应用越来越广泛，如果没有铝合金、镁合金，就不可能有航空工业和宇航事业；在汽车工业中，铝合金、镁合金正在取代一部分铁和钢，以减少汽车质量，提高综合技术经济指标，铜合金则是造船工业和化工工业中不可缺少的，有大到数十吨重的船用螺旋桨，小到数克重的精密仪器零件。因此，有色合金铸件的生产规模往往反映一个国家工业现代化的管理程度。根据统计，在工业发达国家，有色合金件占所在国家全部铸件吨位的15%~20%，而我国占5%左右，存在着不少差距。随着改革、开放进一步的深化和现代化工业的更大发展，有色合金也将得到更广泛的应用。

铸造合金在我国的应用有极其悠久的历史，早在四千多年前新石器时期的一些文化遗址

中,就发现了青铜小型铸件(如刀锥等工具)。商周时期铸造技术已得到了很大的发展,当时铸造青铜不但已有种类繁多的生产和生活用具,而且还制造了大量的兵器、乐器、车马器等。工艺水平也达到了很高的水平,如商代晚期的青铜司母戊大方鼎重达 815 kg,而且所铸出的文字花纹也十分精细。

## 0.2 铸造合金及其熔炼技术的发展概况

我国是世界冶铁技术的发源地,据“左传”记载,周敬王七年(公元前 513 年)晋国已铸成了有刑书的大型铸铁鼎称为铸刑鼎,这是关于我国铸铁技术的最早记载。在江苏六合程桥出土的白口铸铁丸就是春秋时期的遗物。由于铁器锋利,强度较高和易于制作,铁铸件的生产在战国中、后期便迅速得到发展,许多铜器为铸铁所代替。铸铁的冶铸在广大地区已发展到相当大的规模,如山东临淄齐国故都冶铁遗址面积达 40 余万  $\text{m}^2$ ,河南洛阳出土的铸铁铤,与铸刑鼎的时间仅差了 10 年,并且还发现了可锻铸铁铲。而在欧洲,直至公元 13 世纪末至 14 世纪初才出现了生铁,这比我国要晚 1900 多年。

从春秋战国之交的铁铤、铁铲,至河北省兴隆燕国冶铁遗址出土的大批铁范,相隔约 300 年的时间,而铸铁技术却得到了显著的发展。兴隆铁范(金属型)的构造,基本上符合均匀散热、抵抗变形以及结构强度等要求,这标志着战国后期我国铸铁技术已达到了高超的水平。出土文物表明,早在战国初期,我国就已创造了白口铸铁的柔化处理技术,从而显著提高了铸铁的强度和韧性。洛阳出土的战国早期的铁铲,是迄今发现的世界最早的可锻铸铁件。

隋唐以后,钢铁产量有了大幅度的上升,锻、拔、大型铸件的铸造等各种加工工艺都有了进一步的提高和发展。明朝宋应星在广泛实践的基础上,对我国古代的科学技术,其中包括冶铸技术进行了系统的总结,写出了著名的著作《天工开物》,对我国铸造技术的发展起了很好的促进作用。

铸铁在中国得到迅速的发展,这在很大程度上是由于熔炼设备的改善和拥有丰富的原材料。采用风箱,取得了较大的风量。使铁矿石与木炭在高温下长时间保持接触,从而得到了适于浇注到铸型中的铁液。为了增加流动性,中国人早就知道加入动物或人体骨骼以增磷。铸于唐开元十三年(725)的黄河铁牛,如图 0-1 所示,它位于山西省永济市蒲州古城西门外的黄河古道两岸,各四尊,亦称唐代铁牛,铁牛面向黄河横向两排。伏卧,高 1.5 m,长 3.3 m,两眼圆睁,呈负重状,形象逼真,栩栩如生。牛尾后均有横铁轴一根,长 2.33 m,用于拴连桥索。牛侧均有一铁铸人作牵引状,已露出地面部分高 1.5 m,肩宽 0.6 m。每岸四牛四人形态各异,大小基本相同,四尊铁牛也是我国目前发现的质量最大(每尊 45~72 t)、历史最久、工艺水平最高的珍贵铸铁文物,在国内外极为罕见。



图 0-1 唐代黄河铁牛

在有色合金方面,铜镍合金——白铜在我国晋代以前即开始应用。白铜古代称“烂银”。白铜的熔炼和广泛使用也是我国古代铸造合金的一个重要成就。



总之,在世界铸造合金熔铸技术的发展史中,我国古代劳动人民表现出极大的智慧和创造力,写下了光辉的篇章。但在新中国成立前,我国的现代铸造工业还是相当落后的。一方面生产规模小,另一方面铸造合金的品种少,工艺陈旧,几乎没有现代化冲天炉,仅能生产一般性生产、生活和机器修配用铸件,为数很少的可锻铸铁,其退火周期竟长达7天以上,基本上没有其余各类铸铁件的生产。

冲天炉一直是世界各国熔炼铸铁的主要设备。早在公元1722年就开始采用倾转式冲天炉,但是,近代冲天炉的出现是在1858年,这就是J. Ireland式冲天炉。至今,用冲天炉熔炼的铸铁已经累计达几十亿吨。

我国的铸铁生产绝大部分(90%)以上采用冲天炉熔炼。冲天炉容量一般是1~10 t/h,其中大部分是在5 t/h以下。由此表明,我国的冲天炉设备属于中小型的,这与国外冲天炉向大型化、连续长时间生产发展相比,还有差距。

随着科学技术的快速发展,和环保型、节约型生产的要求,高质量铸造生产对冲天炉的要求越来越高,现在多采用冲天炉-工频感应炉双联法熔炼或工频感应炉熔炼方法。

新中国成立以后,我国国民经济迅速地发展,为铸造生产的发展开辟了广阔的前景。1949年我国开始生产孕育铸铁,把铸铁的强度提高到了300 MPa以上。1950年我国试制成功球墨铸铁,并很快在生产上推广使用。至今,我国铸件年产量在2500万~3000万t之间,其中,铸铁件的年产量在2000万t左右。预计,铸件材质结构还将发生相应的变化:球墨铸铁件的产量将大幅度增加,将从目前占铸件总量的14%提高到30%;灰铸铁件的产量将缓慢减少;可锻铸铁件将会逐渐减少;蠕墨铸铁将在一定范围内用于汽车、内燃机等零件。在熔炼技术、炉前处理技术等方面都有了很大的发展,为提高铸铁件的质量创造了良好的基础。

有色合金的铸造,近几年来也有新的发展,国内外有些单位已能浇注出27 t重的大型铜合金螺旋桨,2 t多重的大型铝铸件和700 kg重的复杂镁铸件。出现了许多新的有色铸造合金品种。在铸造铝合金的熔炼中普遍采用了新的精炼、变质方法等有色合金熔炼新工艺。

## 0.3 本课程的主要内容、重点及学习本课程的目的、要求和方法

### 0.3.1 课程定位

本课程是铸造专业的课程,是铸造技术专业必修的核心主干课程之一,是一种综合性、实践性较强的专业课程。其主要任务是使学生学习常用铸造钢铁合金的种类、规格和技术要求、化学成分、结晶原理、金相组织与力学性能特点、热处理和铸造性能特点;掌握钢铁合金熔炼用炉和熔制工艺方面的知识。

### 0.3.2 课程目标

通过课程的实施,培养学生对铸造合金熔炼、质量控制等方面的工程能力;并通过教学法培养学生分析问题、解决问题、团队协作、组织计划管理、实际动手的能力。为从事铸造工作打下坚实基础和积累良好的职业素质。

### 0.3.3 本课程主要内容

- (1) 铸造合金原理:铸造合金的结晶。

(2) 铸铁熔炼与控制：灰铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁、可锻铸铁、特种铸铁、铸铁的熔炼用炉、铸铁的熔炼工艺。

(3) 铸钢熔炼及控制：铸造碳钢、铸造合金钢、铸钢的熔炼用炉、铸钢熔炼及炉外精炼工艺。

(4) 铸造有色合金熔炼及控制：铸造铝合金熔炼及控制、铸造铜合金熔炼及控制、其他铸造有色合金及其熔铸工艺特点、铸造有色合金熔炼炉。

(5) 实训项目：灰铸铁的金相组织分析；球墨铸铁、蠕墨铸铁、可锻铸铁、特种铸铁等的金相组织分析；铸造碳钢、合金钢的金相观察；铸造铝合金的金相组织观察；铸造铜合金的金相组织观察。

### 0.3.4 课程学习指导

#### 1. 学习本课程的要求

(1) 重点掌握各种常用铸造钢铁合金的种类、规格、化学成分、结晶原理、金相组织与力学性能特点、热处理和铸造性能特点。

(2) 掌握钢铁合金熔炼用炉和熔制工艺方面的知识。

(3) 了解我国铸造合金技术发展方向、任务及当代钢铁合金熔炼的最新成就。

#### 2. 学习本课程的方法

(1) 从各种铸铁合金的组织、断口、成分、性能特征入手进行学习，了解它们各自的用途，加强记忆。

(2) 注意铸钢材料与铸铁材料的比较，了解它们各自的优点、缺点，以便对它们的应用更加明确。

(3) 因有色合金种类多，牌号表示方法不尽相同，记忆困难，学习时应抓住并深刻领会“成分及铸造工艺即凝固条件决定组织，组织决定性能”的关系，合金的状态图是判断组织的钥匙，必须熟练掌握状态图的分析方法，尤其要注意非平衡态的状态图。

铸造合金熔炼及控制是实践性和应用性很强的课程，一般应结合实习进行有关理论教学。教学中应把课堂教学、实验和铸造基础技能实训结合起来，紧密联系生产实践，突出重点与应用。教学中应安排一定的现场参观、电化教学、课堂讨论、习题课等教学环节，增强直观性，以利启发学生思维，培养学生理论联系实际、分析问题和解决问题的能力。



# 第 1 篇

## 铸造合金原理