



国家职业资格培训教材

铸造工 (高级)

鉴定培训教材

国家职业资格培训教材编审委员会 组编

柳吉荣 编

依据 **人力资源和社会保障部**

制定的《国家职业技能标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国家职业资格培训教材

铸造工（高级） 鉴定培训教材



机械工业出版社

本教材是以《国家职业技能标准》铸造工（高级）的知识要求为依据，紧扣国家职业技能鉴定理论知识考试的要求编写的，主要内容包 括：铸造工艺分析，造型材料，造型与制芯，特种铸造，铸造合金的熔炼，浇注与铸件的后处理，铸件的质量检验等。书中每章前有培训目标，章末有复习思考题，以便于企业培训和读者自测。

本教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习用书，还可作为职业技术学院、技工院校的专业课教材。

图书在版编目（CIP）数据

铸造工（高级）鉴定培训教材/柳吉荣编. —北京：机械工业出版社，2011.2

国家职业资格培训教材

ISBN 978-7-111-32956-5

I. ①铸… II. ①柳… III. ①铸造—职业技能鉴定—问答—教材
IV. ①TG2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 263791 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：俞逢英 责任编辑：俞逢英 版式设计：霍永明

责任校对：李秋荣 责任印制：乔 宇

北京机工印刷厂印刷（三河市南杨庄国丰装订厂装订）

2011 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm·11.625 印张·331 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-32956-5

定价：25.00 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

社服务中心：（010）88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部：（010）68326294

销 售 二 部：（010）88379649

教材网：<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线：（010）88379203 封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材

编审委员会

主 任	于 珍			
副 主 任	郝广发	李 奇	洪子英	
委 员	(按姓氏笔画排序)			
	王 蕾	王兆晶	王英杰	王昌庚
	田力飞	刘云龙	刘书芳	刘亚琴 (常务)
	朱 华	沈卫平	汤化胜	李春明
	李俊玲 (常务)	李家柱	李晓明	
	李超群	李培根	李援瑛	吴茂林
	何月秋	张安宁	张吉国	张凯良
	张敬柱 (常务)	陈玉芝	陈业彪	
	陈建民	周新模	郑 骏	杨仁江
	杨君伟	杨柳青	卓 炜	周立雪
	周庆轩	施 斌	荆宏智 (常务)	
	柳吉荣	贾恒旦	徐 彤	黄志良
	潘 茵	戴 勇		
顾 问	吴关昌			
策 划	荆宏智	李俊玲	张敬柱	
书 编 者	柳吉荣			
本书审稿者	朱军社			

序

为落实国家人才发展战略目标，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了与原劳动和社会保障部《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。这套教材涵盖41个职业，共172种，2005年出版后，以其兼顾岗位培训和鉴定培训需要，理论、技能、题库合一，便于自检自测的特点，受到全国各级培训、鉴定部门和技术工人的欢迎，基本满足了培训、鉴定、考工和读者自学的需要，为培养技能人才发挥了重要作用，本套教材也因此成为国家职业资格培训的品牌教材。JJJ——“机工技能教育”品牌已深入人心。

按照国家“十一五”高技能人才培养体系建设的主要目标，到“十一五”期末，全国技能劳动者总量将达到1.1亿人，高级工、技师、高级技师总量均有大幅增加。因此，从2005年至2009年的五年间，参加职业技能鉴定的人数和获取职业资格证书的人数年均增长达10%以上，2009年全国参加职业技能鉴定和获取职业资格证书的人数均已超过1200万人。这种趋势在“十二五”期间还将会得以延续。

为满足职业技能鉴定培训的需要，我们经过充分调研，决定在已经出版的《国家职业资格培训教材》的基础上，贯彻“围绕考点，服务鉴定”的原则，紧扣职业技能鉴定考核要求，根据企业培训部门、技能鉴定部门和读者的不同需求进行细化，分别编写理论鉴定培训教材系列、操作技能鉴定实战详解系列和职业技能鉴定考核试题库系列。

《国家职业资格培训教材——鉴定培训教材系列》用于国家职业技能鉴定理论知识考试前的理论培训。它主要有以下特色：

- 汲取国家职业资格培训教材精华——保留国家职业资格培训教材的精华内容，考虑企业和读者的需要，重新整合、更新、补充和完善培训教材的内容。

- 依据最新国家职业标准要求编写——以《国家职业技能标准》要求为依据，以“实用、够用”为宗旨，以便于培训为前提，提炼重点培训和复习的内容。

- 紧扣国家职业技能鉴定考核要求——按复习指导形式编写，教材中的知识点紧扣职业技能鉴定考核的要求，针对性强，适合技能鉴定考试前培训使用。

《国家职业资格培训教材——操作技能鉴定实战详解系列》用于国家职业技能鉴定操作技能考试前的突击冲刺、强化训练。它主要有以下特色：

- 重点突出，具有针对性——依据技能考核鉴定点设计，目的明确。

- 内容全面，具有典型性——图样、评分表、准备清单，完整齐全。

- 解析详细，具有实用性——工艺分析、操作步骤和重点解析详细。

- 练考结合，具有实战性——单项训练题、综合训练题，步步提升。

《国家职业资格培训教材——职业技能鉴定考核试题库系列》用于技能培训、鉴定部门命题和参加技能鉴定人员复习、考核和自检自测。它主要有以下特色：

- 初级、中级、高级、技师、高级技师各等级全包括。

- 试题可行性、代表性、针对性、通用性、实用性强。

- 考核重点、理论题、技能题、答案、鉴定试卷齐全。

这些教材是《国家职业资格培训教材》的扩充和完善，在编写时，我们重点考虑了以下几个方面：

在工种选择上，选择了机电行业的车工、铣工、钳工、机修钳工、汽车修理工、制冷设备维修工、铸造工、焊工、冷作钣金工、热处理工、涂装工、维修电工等近二十个主要工种。

在编写依据上，依据最新国家职业标准，紧扣职业技能鉴定考核要求编写。对没有国家职业标准，但社会需求量大且已单独培训和考核的职业，则以相关国家职业标准或地方鉴定标准和要求为依

据编写。

在内容安排上，提炼应重点培训和复习的内容，突出“实用、够用”，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，掌握各种类型试题的应试技巧和方法。

在作者选择上，共有十几个省、自治区、直辖市相关行业 200 多名从事技能培训和考工的专家参加编写。他们既了解技能鉴定的要求，又具有丰富的教材编写经验。

全套教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习和自测使用的复习用书，也可供职业技能鉴定部门在鉴定命题时参考，还可作为职业技术学院、技工院校、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到许多企业、鉴定培训机构有关领导、专家的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

虽然我们在编写这套培训教材中尽了最大努力，但教材中难免存在不足之处，诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

由人力资源和社会保障部制定的《国家职业技能标准》铸造工（高级）2009年修订版已于2009年5月颁布实施。新修订的《国家职业技能标准》对铸造工各等级的内容进行了调整和扩充，更能客观地反映现阶段铸造工的水平和对从业人员的要求。为便于铸造行业的从业人员掌握《国家职业技能标准》的具体要求和各学校、各职业培训部门据此开展铸造工培训、技能鉴定工作，以适应国家对技能型人才的迫切需要，我们在“国家职业资格培训教材”《铸造工（高级）》的基础上编写了这套《铸造工（高级）鉴定培训教材》。用于铸造工（高级）技能鉴定理论知识考试前的理论培训。这套教材的内容紧扣国家职业技能标准，以职业技能标准规定的相关知识为章、节的主要内容，采用了国家最新标准和法定计量单位，并规范了铸造术语。每章前的培训目标就是标准要求掌握的相关知识，在教材的重点、难点处增加了旁白说明，紧扣技能鉴定考核的要求，便于读者抓住重点、难点，学习时有的放矢。这套教材择重介绍标准中理论知识培训方面的内容，而技能训练方面的内容将在后续教材中进行介绍。

本书由柳吉荣编写，朱军社审稿。

书中所选造型材料配方、筑炉材料、金属材料配比和铸造工艺方案等内容仅供参考。

由于编者水平有限，教材中难免存在不足和遗憾，诚恳希望专家、同仁们和读者批评指正。

编 者

目 录

M U L U

序

前言

第一章 铸造工艺分析	1
第一节 铸造方法及选择原则	1
第二节 铸造工艺方案的确定	5
第三节 砂芯设计及铸造工艺参数	19
复习思考题	37
第二章 造型材料	38
第一节 型（芯）砂的选用和配制	38
第二节 型（芯）砂的性能及影响因素	55
复习思考题	77
第三章 造型与制芯	78
第一节 造型方法	78
第二节 制芯方法	106
第三节 机器造型和制芯	119
第四节 造型生产线	131
第五节 浇注系统类型的选择	140
第六节 灰铸铁件的浇注系统	148
第七节 冒口的选择	157
第八节 冷铁与铸肋	175
复习思考题	179
第四章 特种铸造	181
第一节 熔模铸造	182
第二节 压力铸造	203
复习思考题	220

第五章 铸造合金的熔炼	222
第一节 金属学基本知识	222
第二节 铸铁的熔炼	238
第三节 铸钢的熔炼	259
第四节 铸造非铁合金的熔炼	267
复习思考题	281
第六章 浇注与铸件的后处理	283
第一节 浇注	283
第二节 铸件的清理	291
第三节 铸件的热处理	299
复习思考题	313
第七章 铸件的质量检验	315
第一节 铸件缺陷的特征、产生原因及其防止方法	315
第二节 铸件质量的检验及其评定	328
第三节 铸造合金的物理化学性能	335
复习思考题	357
参考文献	358

第一章

铸造工艺分析



培训目标 掌握铸造工艺分析方法，能设置箱体类及中等复杂铸件的分型面、浇注位置和浇冒口系统。

第一节 铸造方法及选择原则

一、铸造方法

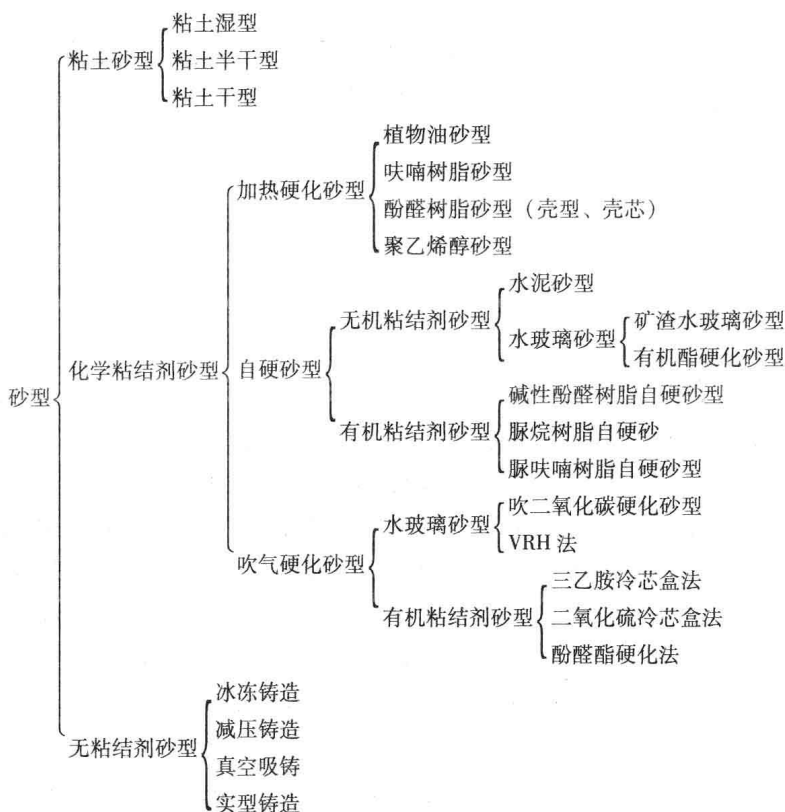
铸造是熔炼金属，制造铸型，并将熔融金属浇入铸型，凝固后获得具有一定形状、尺寸和性能金属零件毛坯的成形方法。铸造的优点是制造成本低，工艺灵活性大，可以获得复杂形状和大型的铸件，在机械制造中占有很大的比重，按零件重量比，如机床占 60% ~ 80%，汽车占 25%，拖拉机占 50% ~ 60%。铸件的质量直接影响着产品的质量，因此，铸造在机械制造业中占有重要的地位。

铸造是一种古老的制造方法，在我国可以追溯到 6000 年前。随着工业技术的发展，铸造技术的发展也很迅速，特别是 19 世纪末和 20 世纪上半叶，出现了很多的新的铸造方法，如低压铸造、陶瓷型铸造、连续铸造等，在 20 世纪下半叶得到完善和实用化。由于现今对铸造质量、铸造精度、铸造成本和铸造自动化等要求的提高，使得铸造技术向着精密化、大型化、高质量、自动化和清洁化的方向发展。我国近年来在精密铸造技术、连续铸造技术、铸造自动化和铸造成型模拟技术等方面发展就非常迅速。



铸造主要工艺过程包括金属熔炼、铸型制造、浇注凝固和落箱清理等。铸造主要材料是铸钢、铸铁、铸造非铁合金（铜、铝、锌、铅等）等。铸造方法常用的是砂型铸造，其次是特种铸造，如金属型铸造、熔模铸造、陶瓷型铸造……。而砂型铸造又可以分为粘土砂型铸造、化学粘结剂砂型铸造、无粘结剂砂型铸造方法等，见表 1-1。

表 1-1 砂型铸造方法的分类



二、铸造方法选择的原则

1. 采用砂型铸造

据统计全部铸件产量中，60% ~ 70% 的铸件是用砂型生产的，而且其中 70% 左右是用粘土砂型生产的。主要原因是砂型铸造较之



其他铸造方法成本低、生产工艺简单、生产周期短。所以像汽车的发动机气缸体、气缸盖、曲轴等铸件都是用粘土湿型工艺生产的。当湿型不能满足要求时再考虑使用粘土砂表面干砂型、干砂型或其他砂型。粘土湿型铸造的铸件重量可从几千克直到几十千克，而粘土干型生产的铸件可重达几十吨。

一般来讲，对于中、大型铸件，铸铁件可以用树脂自硬砂型、铸钢件可以用水玻璃砂型或树脂自硬砂型来生产，可以获得尺寸精确、表面光洁的铸件，但成本较高。

砂型铸造生产的铸件精度、表面质量、材质的密度和金相组织、力学性能等方面往往较差，所以当铸件的这些性能要求更高时，应该采用其他铸造方法，例如熔模铸造、压力铸造、低压铸造等。

当然，随着铸件表面质量和尺寸精度要求的不断提高，水玻璃砂、树脂自硬砂的应用越来越多，实型铸造等特种铸造方法的应用也越来越广泛。

2. 铸造方法应和生产批量相适应

例如砂型铸造，大量生产的工厂应创造条件采用技术先进的造型、制芯方法。老式的震击式或震压式造型机生产线生产率不够高，工人劳动强度大，噪声大，不适应大量生产的要求，应逐步加以改造。对于小型铸件，可以采用水平分型或垂直分型的无箱高压造型生产线、生产效率高，占地面积也少；对于中件可选用各种有箱高压造型生产线、气冲造型线，以适应快速、高精度造型生产线的要求。制芯方法可选用：冷芯盒、热芯盒、壳芯等高效制芯方法。

中等批量的大型铸件可以考虑应用树脂自硬砂造型和制芯。

单件小批生产的重型铸件，手工造型仍是重要的方法。手工造型能适应各种复杂的要求，不需要很多工艺装备。可以应用水玻璃砂型、VRH 法水玻璃砂型、有机酯水玻璃自硬砂型、粘土干型、树脂自硬砂型及水泥砂型等；对于单件生产的重型铸件，采用地坑造型法成本低，投产快。批量生产或长期生产的定型产品采用砂箱造型、劈箱造型法比较适宜，虽然模具、砂箱等开始投资高，但可从节约造型工时、提高产品质量方面得到补偿。

低压铸造、压力铸造、离心铸造等铸造方法，因设备和模具的



价格昂贵，所以只适合批量生产。

3. 造型方法应适合工厂条件

例如同样是生产大型机床床身等铸件，一般采用组芯造型法，不制作模样和砂箱，在地坑中组芯；而另外的工厂则采用砂箱造型法，制作模样。不同的企业生产条件（包括设备、场地、员工素质等）、生产习惯、所积累的经验各不一样，应该根据这些条件考虑选用适合本企业的造型方法。

4. 要兼顾铸件的精度要求和成本

各种铸造方法所获得的铸件精度不同，初投资和生产率也不一致，最终的经济效益也有差异。因此，要做到多、快、好、省，就应当兼顾到各个方面。应对所选用的铸造方法进行初步的成本估算，以确定经济效益高又能保证铸件质量要求的铸造方法。铸造方法的特点和适用范围见表 1-2。

表 1-2 铸造方法的特点和适用范围

铸造方法	铸件材质	铸件重量	铸件表面质量	铸件复杂程度	生产成本	适用范围	工艺特点
砂型铸造	各种材质	几十克~很大	差	复杂	低	最常用的铸造方法为手工造型：单件、小批量和难以使用造型机的形状复杂的大型铸件 机器造型：适用于批量生产的中、小铸件	手工：灵活、易行，但效率低，劳动强度大，尺寸精度和表面质量低 机器：尺寸精度和表面质量高，但投资大
金属型铸造	非铁合金	几十克~20千克	好	简单	金属型的费用较高	小批量或大批量生产的非铁合金铸件，也用于生产钢铁铸件	铸件精度、表面质量高，组织致密，力学性能好，生产率高
熔模铸造	铸钢及非铁合金	几克~几千克	很好	复杂	批量生产时比完全用机加工生产便宜	各种批量的铸钢及高熔点合金的小型复杂精密铸件，特别适用铸造艺术品、精密机械零件	尺寸精度高、表面光洁，但工序繁多，劳动强度大



(续)

铸造方法	铸件材质	铸件重量	铸件表面质量	铸件复杂程度	生产成本	适用范围	工艺特点
陶瓷型铸造	铸钢及铸铁	几千克~几百千克	很好	较复杂	昂贵	模具和精密铸件	尺寸精度高、表面光洁,但生产率低
低压铸造	非铁合金	几十克~几十千克	好	复杂(可用砂芯)	金属型的制作费用高	小批量,最好是大批量的大、中型非铁合金铸件,可生产薄壁铸件	铸件组织致密,工艺出品率高,设备较简单,可采用各种铸型,但生产效率低
压力铸造	铝、镁合金	几克~几十千克	好	复杂(可用砂芯)	金属型的制作费用很高	大量生产的各种非铁合金中小型铸件、薄壁铸件、耐压铸件	铸件尺寸精度高、表面光洁,组织致密,生产率高,成本低。但压铸机和铸型成本高
离心铸造	灰铸铁、球墨铸铁、非铁合金	几十克~几千千克	较好	一般为圆筒形铸件	较低	小批量到大批量的旋转体形铸件、各种直径的管件	铸件尺寸精度高、表面光洁,组织致密,生产率高
连续铸造	钢、非铁合金	很大	较差	长形连续铸件	低	固定截面的长形铸件,如钢锭、钢管等	组织致密,力学性能好,生产率高
实型铸造	各种材质	几克~几千千克	较好	较复杂	较低	不同批量的较复杂的各种合金铸件	铸件尺寸精度较高,铸件设计自由度大,工艺简单,但模样燃烧影响环境

第二节 铸造工艺方案的确定

铸造工艺方案的确定是整个铸造工艺过程中最基本而又最重要的一个环节。正确的铸造工艺方案可以保证铸件质量、简化铸造工



艺、提高劳动生产率。

一、造型（制芯）方法的确定

造型（制芯）方法可分为手工造型和机器造型两大类。它们的选择要根据车间的生产条件、铸件结构特点、技术要求、生产批量等因素综合考虑确定。

1. 手工造型

手工造型是铸造生产中最基本的方法，由于它工艺装备简单、灵活方便、适应性强，在单件或批量生产中，特别是在生产重型和复杂铸件上应用较广。大量生产的新产品试制阶段也多采用手工造型。但手工造型的生产率低、劳动强度大、生产条件差，受工人技术水平影响，产品质量不够稳定。

2. 机器造型

机器造型生产率高、劳动强度低、铸件质量比较稳定。但它需要的工艺装备复杂、生产准备时间长，因此机器造型主要用于成批和大量生产。机器造型是今后的发展趋势，只有采用机器造型才能提高劳动生产率和铸件质量，至于采用哪一种机器造型方法，要根据车间现有条件、生产批量和铸件的具体情况来确定。

二、砂型种类的确定

选择正确的砂型才能保证铸件质量

用于砂型铸造的铸型分为湿砂型、表面烘干型、干砂型和自硬砂型几种。

1. 湿砂型

湿砂型是使用最广的一种砂型。它具有不需要烘干、生产效率高、生产周期短、落砂性好、工序简单，适用于各种批量的生产，尤其适应机械化流水线生产中、小型铸件等许多优点。但湿砂型也有一些缺点，铸型强度低、砂型水分含量高，易产生气孔、夹砂、粘砂等缺陷。因此，形状复杂的铸件和中、大型铸件以及薄壁铸件往往不能采用湿型铸造。

2. 干砂型

干砂型是将砂型表面刷上涂料后送进烘干设备中，使整个砂型



都得到干燥的砂型。干砂型强度高,耐火性能和透气性好,发气量少,铸件质量容易得到保证。但其生产周期长、成本高,一般适用于形状复杂、技术要求较高的中、大型铸件和大型、重型铸件的生产。

3. 表面烘干型

表面烘干型是介于湿砂型和干砂型之间的一种砂型,砂型表面刷涂料后用喷灯或其他表面烘干设备将砂型表面烘干 15 ~ 80mm 的深度。它同时具有湿砂型和干砂型的一些优点,因此在一些大、中型铸件生产中可用表面烘干砂型代替干砂型。

4. 自硬砂型

自硬砂型是利用化学作用使砂型硬化,不需烘干,硬化后强度很高。这是一种改变铸造生产面貌的先进工艺方法,在铸造领域被大力推广和应用。目前常用的自硬砂主要有树脂自硬砂型、水玻璃自硬砂型和双快水泥自硬砂型等。

三、零件结构的铸造工艺性分析

零件结构的铸造工艺性是指零件的结构应符合铸造生产的要求,易于保证铸件品质,简化铸造工艺过程和降低成本。实际上一个好的铸造零件是经过以下设计步骤完成的:功能设计;依铸造经验修改和简化设计;冶金设计(铸件材质的选择和适用性);经济性分析。

对产品零件进行审查、分析有两方面的作用:第一,审查零件结构是否符合铸造工艺的要求。因为有些零件的设计并未充分进行上述四个步骤,设计者往往只顾及零件的功能,而忽视了铸造工艺要求。在审查中如发现结构设计有不合理之处,就应与有关方面进行研究,在保证铸件使用要求的前提下予以改进。第二,在既定的零件结构条件下,考虑铸造过程中可能出现的主要缺陷,在铸造工艺设计中采取措施予以防止。

1. 从避免缺陷方面审查铸件结构

1) 铸件应有合适的壁厚。为了避免浇不到、冷隔等缺陷,铸件不应太薄。铸件的最小允许壁厚和铸造合金的流动性密切相关。合