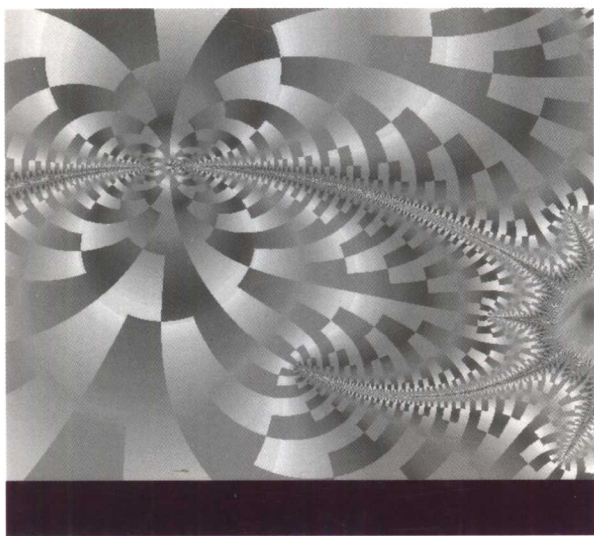


职业技能鉴定培训读本

中级工

铸 造 工

江苏大学工业中心 组织编写
傅明喜 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

职业技能鉴定培训读本（中级工）

铸 造 工

江苏大学工业中心 组织编写

傅明喜 主 编

戈晓岚 主 审



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

铸造工/傅明喜主编. —北京: 化学工业出版社,
2004. 5

职业技能鉴定培训读本(中级工)

ISBN 7-5025-5507-2

I. 铸… II. 傅… III. 铸造 职业技能鉴定-教材
IV. TG2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 041694 号

职业技能鉴定培训读本 (中级工)

铸 造 工

江苏大学工业中心 组织编写

傅明喜 主 编

戈晓岚 主 审

责任编辑: 陈 丽 刘俊之

文字编辑: 余德华

责任校对: 王素芹

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 11¼ 字数 309 千字

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5507-2/G · 1437

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

在科技突飞猛进、知识日新月异的今天，国际经济和科技的竞争越来越围绕人才和知识的竞争展开。工程技术是科学技术和实际应用之间的桥梁。随着社会和科学技术的发展，工程技术的范围不断扩大，手段日益丰富更新，但其强烈的实践性始终未变。在工程技术人才中，具有丰富实践经验的技术工人是不可或缺的重要组成部分。近年来技术工人队伍的严重缺乏，已引起广泛重视。为此，教育部启动了“实施制造业和服务业技能型紧缺人才培养工程”。从2002年下半年起，国家劳动和社会保障部实施“国家高技能人才培养工程”，并建立了“国家高技能人才（机电项目）培养基地”。这是落实党中央、国务院提出“科教兴国”战略方针的重要举措，也是我国人力资源开发的一项战略措施。这对于全面提高劳动者素质，培育和发展劳动力市场，促进培育与就业结合，推行现代企业制度，深化国有企业改革，促进经济发展都具有重要意义。

《劳动法》第八章第六十九条规定：“国家确定职业分类，对规定的职业制定职业技能标准，实行职业资格证书制度，由经过政府批准的考核鉴定机构负责对劳动者实施职业技能考核鉴定”。《职业教育法》第一章第八条明确指出：“实施职业教育应当根据实际需要，同国家制定的职业分类和职业登记标准相适应，实行学历文凭、培训证书和职业资格证书制度”。职业资格证书是表明劳动者具有从事某一职业（或复合性职业）所必备的学识和技能的证明，是劳动者求职、任职、开业的资格凭证，是用人单位招聘、录用劳动者的主要依据，也是境外从业与就业、对外劳务合作人员办理技能水平公证的有效证件。

根据这一形势，江苏大学（原机械部所属江苏理工大学）工业中心受化学工业出版社的委托，根据2000年3月2日国家劳动和社会保障部部长令（第6号）发布的就业准入的相关职业（工种），组织编写了职业技能鉴定培训读本（中级工），包括《机械制图》、《机械制造基础》、《金属材料与热处理》、《车工》、《铸造工》、《电工》、《钣金复合工》、《金属切削工》、《热处理工》、《刨插工》、《钳工》、《模具工》、《锻造工》、《镗工》、《铣工》、《磨工》、《冷作钣金工》、《组合机床操作工》、《加工中心操作工》、《电气设备安装工》、《高低压电器装配工》、《电机装配工》、《变电设备安装工》、《仪表维修工》等24种，以满足培训市场的需要。

本套丛书由江苏大学工业中心戈晓岚、李金伴和陆一心等教授担任主编，组织有高级职称且业务水平较高，机械制造工程培训经验丰富，了解机械行业情况，熟悉工程培训规律的教师、实验室主任、工厂高级技术人员等参加编写。

本套丛书是针对中级技术工人和操作工编写的，在内容上注重实践性、启发性、科学性，做到基本概念清晰、重点突出、简明扼要，对基本理论部分以必须和够用为原则，注重能力的培养，并从当前机械行业技工队伍素质的实际出发，努力做到理论与实践并重，理论与实际相结合，深入浅出，通俗易懂，体现面向生产实际，突出职业性的精神。在强调应用、注重实际操作技能的同时，反映新技术、新工艺、新材料的应用和发展。

本套丛书将教材内容和学习指导有机融合，每章后都有帮助读者消化、巩固、深化学习内容和应用的学习指导和习题。同时注意与初级、高级技工要求之间的合理衔接，便于在职技术工人学习。书中基本术语、材料牌号、设备型号等采用了新标准。

本套丛书既可作为中级工的培训教材，也可作为技工学校、职业学校、大中专院校师生的实习教学参考书。

本套丛书在编写过程中，得到江苏大学工业中心和老科技协会的支持、指导和帮助，在此一并表示感谢。

由于水平所限，编写时间仓促，书中难免有缺点错误，恳请读者斧正。

丛书主编
2003 年 11 月

前 言

本书根据国家机械工业委员会《铸造中级工培训大纲》要求进行编写，内容主要包括铸件成型理论基础、铸造工艺、铸造合金及其熔炼、铸型材料基础、造型及制芯技术以及铸造工艺装备等。

在编写过程中，注意了初、中、高三级之间有关内容的有机联系，便于技术工人学习和运用。同时在内容的安排上，强调技术基础理论为专业服务的宗旨，基础理论紧密联系实际。因此在内容方面，以基本概念为主，突出针对性和实用性，努力做到理论联系实际，内容讲解通俗易懂。

本书由江苏大学傅明喜担任主编，贾志宏编写了其中的第八章、第九章和第十五章，郑成琪编写了第五章～第七章。全书由傅明喜策划和统稿，贾志宏协助整理，由江苏大学戈晓岚教授主审。

由于时间仓促，加之编者水平所限，在编写中难免存在不妥之处，敬请同行和读者批评指正。

编 者

2004 年 3 月

目 录

第一章 铸件成型原理	1
第一节 金属液的充型	1
一、金属液的流动性	1
二、铸型的充填性	2
第二节 铸件的凝固与收缩	4
一、铸件的凝固	4
二、铸件的收缩	6
第三节 铸造应力、变形与裂纹	10
一、铸造应力	10
二、变形	13
三、铸件的裂纹	15
第四节 铸件的补缩	20
一、铸件中的缩孔与缩松	20
二、灰铸铁与球墨铸铁的缩孔与缩松	25
三、防止产生缩孔缩松的措施	26
第五节 铸件凝固的控制	27
一、铸件的凝固原则	27
二、控制铸件凝固的方法	29
思考题	33
第二章 铸造工艺及工艺规程编制	35
第一节 浇注系统类型与开设位置的选择	35
一、浇注系统的结构、组成及作用	35
二、浇注系统的分类及特点	41
第二节 浇注系统尺寸的确定	45
一、浇注时间的计算	46
二、确定内浇道横截面积	47

三、确定浇注系统各浇道组元的比例	47
第三节 其他合金的浇注系统及特点	49
一、可锻铸铁浇注系统	49
二、球墨铸铁浇注系统	50
三、铸钢件浇注系统	51
四、铜合金铸件浇注系统	52
五、铝合金铸件浇注系统	53
第四节 冒口的设计	55
一、冒口的种类和形状	55
二、冒口的有效补缩距离	57
三、冒口尺寸的确定方法	63
四、特种冒口及其应用	63
第五节 冷铁的设计	69
一、冷铁的作用	69
二、外冷铁的应用方法	71
三、内冷铁的应用方法	73
第六节 补贴的使用	74
一、均匀壁上的垂直补贴	74
二、凸肩补贴	75
第七节 铸造工艺规程编制	76
一、铸造工艺设计	77
二、铸造工艺参数	89
三、铸造工艺文件	93
四、铸造工艺实例分析	97
思考题	107
第三章 黏土型砂	108
第一节 铸造用砂	108
一、原砂的矿物组成及化学成分	108
二、原砂的颗粒特性	109
三、耐火度和烧结点	111
四、原砂的选用	111
第二节 铸造用黏土	112
一、黏土的分类	112

二、辅助材料	113
三、型砂性能的控制	115
四、黏土砂的应用	117
五、涂料	120
思考题	124
第四章 植物油砂、合脂砂、树脂砂	126
第一节 植物油砂	126
一、硬化机理	126
二、植物油的性能与控制	127
三、植物油砂的配制与应用	128
第二节 合脂砂	132
一、合脂砂的性能	132
二、合脂砂的配制与烘干工艺	133
第三节 树脂砂	134
一、热芯盒树脂砂	135
二、热壳法树脂砂（树脂覆膜砂）	139
三、自硬法树脂砂	143
思考题	144
第五章 水玻璃砂及双快水泥砂	145
第一节 水玻璃砂	145
一、水玻璃的特性	146
二、水玻璃的规格与技术要求	147
三、水玻璃的硬化原理及硬化方法	147
第二节 石灰石砂、自硬砂和流态砂	153
一、石灰石砂	153
二、发热自硬砂	154
三、硅酸二钙自硬砂	155
四、流态砂	155
思考题	156
第六章 造型技术	157
第一节 造型工艺知识	157
一、铸型分类	157
二、造型方法分类	158

第二节 手工造型	161
一、地坑造型（地面造型）	161
二、刮板造型	165
第三节 机器造型	170
一、造型机的种类及特点	171
二、造型机的起模方式	176
思考题	178
第七章 制芯技术	179
第一节 制芯工艺知识	179
一、砂芯的分类	179
二、砂芯的作用	179
三、砂芯的等级	179
四、砂芯制造方法的分类及选择	180
五、砂芯的工艺要求	181
六、提高砂芯性能的工艺方法	182
七、砂芯的整修及拼合	183
第二节 手工制芯	185
一、制芯方法	185
二、操作要点	187
第三节 机器制芯	188
一、机器制芯特点	188
二、机器制芯分类	188
三、普通机器制芯	188
四、射芯机制芯	188
第四节 砂芯的烘干	194
一、砂芯烘干原理及烘干过程	195
二、有利于砂芯烘干的工艺方法	196
三、烘干工艺规范	196
四、砂芯烘干质量控制及烘干质量评判	197
五、烘芯炉	198
思考题	200
第八章 特种铸造方法	201
第一节 熔模铸造	201

一、模料	201
二、制模工艺	203
三、制壳	205
第二节 陶瓷型铸造	206
一、铸型材料	207
二、工艺特点	209
第三节 金属型铸造	210
一、金属型结构	211
二、涂料	214
三、工艺参数	215
四、金属型寿命与材料	215
第四节 离心铸造	216
一、离心铸造工艺	217
二、离心铸造设备	219
第五节 压力铸造和低压铸造	221
一、压铸工艺	221
二、压铸机	226
三、压铸机的选用	227
四、低压铸造	229
第六节 消失模铸造	233
一、消失模材料及制模工艺	233
二、消失模铸造工艺	235
第九章 灰铸铁	237
第一节 普通灰铸铁件	237
一、灰铸铁的牌号与化学成分	237
二、灰铸铁的组织与性能	238
三、灰铸铁组织对性能的影响	245
四、灰铸铁的铸造性能	247
第二节 孕育灰铸铁	249
一、孕育铸铁生产工艺	250
二、孕育灰铸铁的性能与应用	254
第三节 灰铸铁的热处理	255
思考题	258

第十章 球墨铸铁	259
第一节 球墨铸铁的牌号与应用	259
一、球墨铸铁的牌号	259
二、球墨铸铁的应用	260
三、球化分级	262
第二节 球墨铸铁的化学成分	262
一、化学成分的特点	262
二、基本元素的选择	263
三、常用合金元素的作用和使用范围	264
四、球化与干扰元素	265
五、球墨铸铁铁水熔化要求	265
第三节 球化与孕育处理	266
一、常用球化剂	266
二、球化处理工艺	267
三、孕育处理工艺	270
四、炉前检验	271
第四节 球墨铸铁铸造性能及缺陷	273
一、铸造性能	273
二、缺陷分析及防止措施	274
第五节 球墨铸铁热处理工艺	277
一、铸铁石墨化退火	277
二、球墨铸铁的正火	279
三、球墨铸铁淬火与回火	281
四、球墨铸铁等温淬火	281
思考题	282
第十一章 铸铁合金的熔炼	283
第一节 冲天炉熔炼	283
一、冲天炉的结构	283
二、冲天炉熔炼的基本要求和指标	286
三、冲天炉熔炼操作	287
四、冲天炉炉况判断	288
五、冲天炉化学成分控制	289
第二节 电炉熔炼及双联熔炼	290

一、感应电炉熔炼	290
二、电弧炉熔炼	293
三、双联熔炼	294
思考题	295
第十二章 铸钢及其熔炼	296
一、铸钢的分类和牌号	296
二、铸钢的铸造性能及铸造工艺特点	298
三、铸钢的熔炼	299
思考题	302
第十三章 铸造有色金属及其熔炼	304
第一节 铸造铝合金及其熔炼	304
一、铸造铝合金的种类、性能与应用	304
二、铝合金的铸造特点	307
三、典型铝合金熔炼工艺	308
第二节 铸造铜合金及其熔炼	309
一、铸造铜合金的种类、性能与应用	309
二、铜合金的铸造特点	311
三、铜合金熔炼工艺	311
思考题	314
第十四章 造型设备及造型生产线	316
第一节 造型设备	316
一、微震压实造型机	316
二、高压造型机	322
第二节 造型生产线	324
思考题	326
第十五章 工艺装备	327
第一节 模样与模板	327
一、模样	327
二、模板	333
三、模样在模底板上的装配	336
四、模板的技术要求	338
第二节 芯盒	338
一、芯盒的种类	338

二、芯盒的结构	339
三、芯盒的技术要求	341
四、热芯盒	342
第三节 砂箱和平板	344
一、砂箱	344
二、平板	351
思考题	353

第一章 铸件成型原理

铸造生产过程中最主要的特点，是把金属液浇入铸型中得到铸件。在充型过程中，金属液能不能充满铸型，使铸件获得完整的形状和清晰的轮廓，与合金的流动性有着重要的关系。此外，金属液的充型过程对铸件质量也有重大的影响。

第一节 金属液的充型

浇包中的金属液从浇注系统流入型腔开始，直至型腔充满为止，为金属液充满型腔的过程。在此过程中，由于金属液的散热及凝固，以及铸型对流动过程的阻碍和型腔中气体的反压力等作用，妨碍了金属液顺利充满型腔。特别是在生产薄壁铸件时，有时发生浇不足的现象，即金属液没有充满型腔就停止了流动。

金属液浇满铸型的过程，是用一定成分和温度的金属液对某种具体的铸型进行的。在实际生产过程中，金属液化学成分、浇注温度以及铸型的条件均有很大变化，这些因素对金属液填充铸型的能力影响也比较复杂，但基本上可以归纳为“金属液流动性”和“铸型充填性”两个方面来讨论。

一、金属液的流动性

金属液充满特定铸型的能力可称为金属液的流动性。金属液的流动性好，则容易浇满型腔，从而获得轮廓清晰、尺寸完整的铸件；反之，则易产生浇不足、冷隔、气孔和夹渣等缺陷。

金属液的流动性是在螺旋形试样或其他试样中测定的，金属液在试样中的流动长度，也就是纯液态流动和结晶态下的流动长度之

和，在螺旋性试样中流动的长度越长，流动性越好。

金属液的流动性主要取决于其化学成分和浇注温度。

在测定铁水流动性时，螺旋形试样的长度就是铁水纯液态流动与结晶态下流动的长度之和，在相同的过热度时，各种成分铁水的纯液态流动基本相同，结晶态下的流动却有很大差异，因此，最后的流动也有区别。

不同成分的铸铁结晶特点不同。共晶成分铸铁是在一定温度下结晶的，冷却过程是由表向里逐层凝固，已凝固的硬壳表面光滑，还未凝固的铁水在硬壳层内流动时阻力小，结晶状态下的流动距离就长，所以流动性就好。而其他成分铸铁的凝固是在一个温度范围

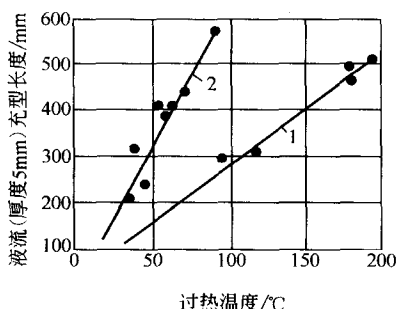


图 1-1 过热温度与流动性的关系
1—可锻铸铁；2—钢

内进行的，有一个液态和固态并存的区域，凝固温度范围越大，则铁水流动性阻力就越大，所以结晶状态下的流动距离就短，故流动性不好。

过热温度对金属液流动性的影响如图 1-1 所示。不论是钢水还是可锻铸铁铁水，其流动性随着过热温度即浇注温度的提高而直线上升，

故对于薄壁铸件以及流动性差的合金（结晶温度间隔大），常采用提高浇注温度的方法来增加其流动性。

根据生产经验，一般铸钢件的浇注温度为 $1520\sim 1620^{\circ}\text{C}$ ，铝合金为 $680\sim 780^{\circ}\text{C}$ ，灰铸铁为 $1200\sim 1380^{\circ}\text{C}$ ，实际生产过程中，具体的浇注温度还必须根据铸件的大小和铸件壁的厚薄以及形状的复杂程度而定。

二、铸型的充填性

如果金属液的化学成分和浇注温度是合适的且保持不变，而铸型条件在很大范围内变化时，对某些铸型仍可能出现浇不足的现象