

铸造手册

特种铸造

第 6 卷



机械工业出版社

TG 2-62

Z 66

:6

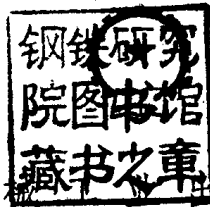
铸造手册

第 6 卷

特种铸造

中国机械工程学会铸造专业学会 编

G720/6



机械工业出版社

223001

(京) 新登字 054 号

《铸造手册》共分铸铁、铸钢、铸造非铁合金、造型材料、铸造工艺及特种铸造六卷出版, 本书为第六卷《特种铸造》。

本卷包括熔模铸造、陶瓷型铸造、金属型铸造、压力铸造、低压铸造、差压铸造、离心铸造、连续铸造、真空吸铸和挤压铸造等。对各种不同铸造方法的铸件设计、工艺设计、工装及模具设计、铸件缺陷分析以及所用设备都分别进行论述和作了应有的介绍。附录中列出了通用基础资料以供查阅。全书内容丰富、新颖、实用。

本书可供从事铸造生产和科研设计的工程技术人员以及大专院校师生使用、参考。

铸 造 手 册

第 6 卷

特 种 铸 造

中国机械工程学会铸造专业学会 编

*

责任编辑: 余茂祚 版式设计: 王 颖

封面设计: 姚 毅 责任校对: 肖新民

责任印制: 王国光

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码: 100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

北京宣密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 54·插页 2·字数 1326 千字

1994年4月北京第1版·1994年4月北京第1次印刷

印数 0 001—4 110·定价: 59.00元

*

ISBN 7-111-03587-9/TG·783

铸造手册编委会

顾问 荣科
主任 陶令桓
副主任 缪良 周尧和 沈嘉猷
委员 (以姓氏笔划为序)
丛勉 刘兆邦 陈金城
余茂祚 罗志健 姜希尚
钟雪友 徐人瑞 黄恢元
谢明师

铸造手册特种铸造卷编委会

主任 陈金城
副主任 林柏年 何光新
编委 罗庚生 黎典 王玉玮

前 言

随着科学技术和国民经济的发展, 各行各业都对铸造生产提出了新的和更高的要求, 而铸造技术与物理、化学、冶金、机械等多种学科有关, 影响铸件质量和成本的因素又很多。所以正确使用合理的铸造技术, 生产质量好、成本低的铸件并非易事。有鉴于此, 为了促进铸造生产的发展和技术水平的提高, 并给铸造技术工作者提供工作上的方便, 我会编辑出版委员会与机械工业出版社组织有关专家编写了由铸铁、铸钢、铸造非铁合金 (即有色合金)、造型材料、铸造工艺、特种铸造六卷组成的《铸造手册》。

手册的内容, 从生产需要出发, 既总结了国内行之有效的技术经验, 也收集了国内有条件并应推广的国外先进技术。手册以图表数据为主, 辅以适当的文字说明。

手册的编写工作由我会编辑出版委员会会同机械工业出版社负责组织和协调。本卷的编写工作在《铸造手册》特种铸造编委会的主持下, 经过很多同志的辛勤工作完成的。编写过程中, 根据各编委和编写人员的专长分工编写各章, 并分章请专家审稿, 最后由正副主编集中审定和统稿。各章的编写人员如下:

第一章 林柏年(哈尔滨工业大学)。

第二章 黎典(北京航空材料研究所)、吴添尧(北京航空材料研究所)、许云祥(合肥工业大学)、陈荣章(北京航空材料研究所)等编写, 并由黎典汇总。

第三章 周静一(沈阳铸造研究所)。

第四章 何光新(江苏工学院)。

第五章 陈金城(国营第七〇六厂)、王玉玮(东北工学院)、岳崇焕(国营第七〇六厂)等编写, 并由陈金城汇总。

第六章 罗庚生(芜湖造船厂)、朱健(国营第一五九厂)编写, 并由罗庚生汇总。

第七章 林柏年。

第八章 李观贤(首都钢铁公司铸造厂)、佟铭铎(东北工学院)编写, 并由林柏年汇总。

第九章 佟铭铎。

附录 王玉玮搜集整理。

全卷的统稿工作由陈金城负责, 并有林柏年、何光新、黎典、王玉玮参加, 余茂祚对此做了大量工作。

参加本卷会稿、审稿的有全体编委、责任编辑余茂祚和谢明师(沈阳铸造研究所)、陆培德(上海广播器材厂)、曾昭昭(浙江大学)、吕有纲(芜湖造船厂)、章富升(常州有色铸造厂)、李春立(清华大学)等同志。

本卷编写初期, 沈阳黎明机械公司张锡卿同志作了大量的组织与协调工作。在编写过程中曾得到了七〇六厂、哈尔滨工业大学、江苏工学院、北京航空材料研究所、东北工学院、芜湖造船厂、合肥工业大学、首都钢铁公司铸造厂、沈阳铸造研究所、一五九厂等单位的大力支持, 并承其他许多工厂、科研单位、大专院校和有关专家的帮助与提供资料, 在此一并表示感谢。由于水平有限, 不周之处, 在所难免, 望读者给以指正, 以便再版时予以订正。

中国机械工程学会铸造专业学会

目 录

前言

第一章 绪论1

一、特种铸造方法1

二、特种铸造发展概况1

三、特种铸造工艺方法比较3

参考文献5

第二章 熔模铸造6

一、概述6

二、铸件工艺设计13

1. 铸件结构设计13

(1) 铸件结构合理性13

(2) 铸件结构要素及工艺参数的选定22

2. 基准面选择29

3. 浇注系统设计31

(1) 浇注系统作用和要求31

(2) 浇注系统结构31

(3) 浇注系统计算38

(4) 冒口设计45

三、压型设计与制造49

1. 压型分类49

2. 机械加工压型设计50

(1) 机械加工压型结构50

(2) 分型面选择53

(3) 型体设计56

(4) 型芯设计59

(5) 起模机构68

(6) 压型排气71

(7) 压型冷却73

(8) 压型工作图设计73

3. 易熔合金压型76

4. 石膏压型80

5. 其他压型83

四、易熔模制造87

1. 模料分类87

2. 易熔模料配制工艺88

(1) 对易熔模料性能要求88

(2) 原材料88

(3) 易熔模料配比及其技术特性90

(4) 易熔模料配制工艺90

3. 易熔模料性能测定方法95

4. 旧模料回收处理95

5. 易熔模制造工艺102

6. 制造易熔模的主要机械设备104

(1) 模料制备装置104

(2) 制模设备106

(3) 熔模组装工具109

7. 浇口棒的制作109

8. 易熔模缺陷及分析110

五、铸型制造112

1. 铸型分类112

2. 制壳用耐火材料114

3. 表面活性剂118

4. 水玻璃粘结剂及制壳工艺119

(1) 水玻璃的特性及技术要求119

(2) 水玻璃处理计算120

(3) 水玻璃处理工艺122

(4) 硬化剂122

(5) 涂料配制及制壳工艺129

(6) 水玻璃涂料壳型缺陷及防止方法131

5. 硅酸乙酯粘结剂及制壳工艺132

(1) 硅酸乙酯特性132

(2) 硅酸乙酯的技术要求133

(3) 硅酸乙酯的水解133

(4) 硅酸乙酯涂料配制及制壳工艺138

(5) 硅酸乙酯型壳缺陷分析及防止方法142

6. 硅溶胶粘结剂涂料及制壳工艺143

(1) 硅溶胶的特性143

(2) 硅溶胶的技术要求144

(3) 硅溶胶的稀释处理144

(4) 硅溶胶涂料配制及制壳工艺144

(5) 硅溶胶-硅酸乙酯混合粘结剂.....147	6. 合金重熔工艺.....209
7. 表面孕育晶粒细化.....148	7. 定向凝固及单晶铸造技术.....211
8. 脱蜡及型壳焙烧.....149	8. 热等静压处理.....215
9. 制壳用的主要装置及设备.....150	九、铸件清理与防锈215
10. 测试方法.....160	1. 铸件组清壳.....215
六、形成铸件复杂内腔的方法170	2. 切割浇冒口.....215
1. 陶瓷型芯.....170	3. 铸件表面清理.....215
(1) 陶瓷型芯基体材料.....170	(1) 抛丸清理.....220
(2) 矿化剂.....170	(2) 喷砂(丸)清理.....220
(3) 陶瓷型芯制造工艺.....170	(3) 化学清理.....221
(4) 陶瓷型芯的检验与验收.....176	(4) 电化学清理.....225
(5) 陶瓷型芯缺陷分析及防止方法.....176	4. 补焊.....227
2. 可溶性型芯.....176	5. 铸件防锈.....231
七、铸钢的熔炼与浇注180	十、铸件常见缺陷及防止方法232
1. 铸钢熔炼设备.....180	1. 表面缺陷和内部缺陷.....232
(1) 感应熔炼炉.....180	2. 尺寸和粗糙度超差.....236
(2) 电渣熔炼炉.....184	参考文献237
(3) 等离子弧熔炼炉.....184	第三章 陶瓷型铸造239
(4) 小型电弧炉.....184	一、概述239
2. 铸钢常用材料.....184	1. 铸造原理和工艺过程.....239
3. 感应熔炼炉.....184	2. 铸造特点.....240
(1) 坩埚制备.....184	3. 应用范围.....241
(2) 炉料准备.....189	二、铸件工艺设计241
(3) 熔剂及脱氧剂准备.....190	1. 母模材料选择.....241
(4) 感应炉熔炼操作要点.....190	2. 母模表面质量.....242
(5) 典型钢种熔炼工艺.....192	3. 母模尺寸精度.....242
4. 电渣熔炼.....194	4. 铸造斜度.....242
(1) 原材料准备.....194	5. 铸件收缩率.....242
(2) 有衬电渣炉熔炼操作要点.....194	6. 分型面确定.....243
5. 合金的浇注.....196	7. 浇注系统和冒口设计.....243
(1) 重力浇注.....196	三、铸造工艺244
(2) 真空吸铸.....197	1. 铸型用原辅材料.....244
(3) 离心浇注.....197	(1) 耐火材料.....245
(4) 低压铸造.....200	(2) 粘结剂.....245
八、高温合金真空熔炼及铸造201	(3) 催化剂.....249
1. 高温合金.....201	(4) 分型剂.....249
2. 真空感应炉.....204	2. 制型工艺.....250
(1) 类型及特点.....204	(1) 底套制作.....250
(2) 真空度和漏气率的测定.....204	(2) 陶瓷型浆料配制.....250
3. 坩埚.....206	(3) 灌浆.....253
4. 陶瓷过滤网.....207	(4) 起模.....254
5. 炉料.....209	(5) 喷烧和焙烧.....255

(6) 浇注和清砂	256	(2) 金属芯种类及设计原则	307
四、铸型常见缺陷及防止方法	256	(3) 抽芯机构	309
参考文献	257	(4) 一次性整体金属芯	316
第四章 金属型铸造	258	(5) 金属型铸造中砂芯的设计	320
一、概述	258	1. 金属型排气系统设计	322
1. 铸造原理	258	(1) 排气系统设计一般原则	322
2. 工艺过程	258	(2) 排气孔	323
3. 铸造特点	258	(3) 排气槽	325
4. 铸件特点	259	(4) 排气塞	325
二、铸件工艺设计	263	(5) 利用镶块排气	326
1. 铸件结构工艺分析	263	(6) 利用组合铸型排气	326
2. 铸件工艺设计参数选择	264	(7) 利用金属芯排气	328
(1) 基准面选择	264	5. 金属型锁紧机构设计	328
(2) 确定铸件在金属型中位置的一般 原则	265	(1) 偏心锁	328
(3) 加工余量	266	(2) 摩擦锁	329
(4) 工艺余量	266	(3) 套钳锁	331
(5) 铸件公差	266	(4) 楔销锁	333
(6) 收缩量	266	6. 铸件顶出机构	336
(7) 铸造圆角	267	(1) 设计原则	336
(8) 铸造斜度	267	(2) 铸件停留位置	336
(9) 工艺图及铸件图绘制	268	(3) 顶杆位置选择	338
3. 浇注系统	269	(4) 常见顶杆机构	338
(1) 浇注系统设计原则	269	7. 金属型型体与传动机构的连接	338
(2) 浇注方式选择	269	8. 金属型加热、保温和冷却	340
(3) 浇注系统各部分构造	269	(1) 加热方法	341
(4) 浇注系统计算	275	(2) 保温及其方法	341
(5) 常用浇注系统结构举例	275	(3) 冷却	343
4. 冒口设计	290	9. 金属型材料及其选用	343
(1) 冒口位置确定	290	(1) 对材料的要求	343
(2) 冒口种类	290	(2) 材料的选择	345
(3) 冒口设计要点	291	10. 金属型寿命	347
三、金属型设计与制造	293	(1) 平均寿命	347
1. 金属型类型	293	(2) 常见金属型破坏类型及原因	348
2. 金属型结构设计	297	(3) 延长寿命的措施	349
(1) 壁厚确定	297	四、铸造工艺	349
(2) 分型面上主要尺寸确定	297	1. 预热	349
(3) 配合公差、精度及表面粗糙度	297	2. 涂料	350
(4) 型腔尺寸确定	301	3. 浇注	355
(5) 铰链装置设计	304	(1) 浇注温度	355
3. 金属芯设计	304	(2) 浇注工艺	356
(1) 型芯的选择	304	(3) 铸件脱型时间	356
		4. 典型铸件铸造工艺举例	357

(1) 灰铸铁件	357	3. 压铸机使用和维护	422
(2) 可锻铸铁件	358	四、压铸模	424
(3) 碳钢铸件	359	1. 设计原则	424
(4) 高锰钢铸件	363	2. 压铸机选用	425
(5) 铝合金铸件	363	3. 分型面	427
(6) 铜合金铸件	367	4. 浇道系统	430
五、金属型铸造机	370	(1) 浇道系统组成	430
1. 类型	370	(2) 浇道系统设计计算	430
2. 手动金属型铸造机	370	5. 排溢系统	442
3. 机械传动金属型铸造机	373	(1) 排溢系统的组成	442
4. 铸造生产流水线	380	(2) 溢流槽	443
六、铸件常见缺陷及防止方法	383	(3) 排气道	445
参考文献	385	6. 压铸模成型零件的设计	447
第五章 压力铸造	386	(1) 整体式结构	447
一、概述	386	(2) 镶拼式结构	447
1. 铸造原理和工艺过程	386	(3) 成型零件装固形式	452
2. 铸造特点	386	(4) 成型尺寸计算	458
3. 应用范围	390	(5) 影响铸件精度因素	462
二、压铸件设计	390	(6) 成型零件材料选用及热处理	462
1. 设计原则	390	(7) 提高压铸模寿命的途径	470
2. 分类及级别	390	7. 抽芯机构	472
3. 压铸件结构	391	(1) 常用抽芯机构	472
(1) 压铸工艺对铸件结构设计要求	391	(2) 抽芯机构的扩大应用	472
(2) 压铸件表面处理对铸件结构要		(3) 抽拔力和抽芯距离	472
求	396	(4) 斜拉杆抽芯机构	479
4. 壁厚	397	(5) 斜滑块抽芯机构	497
5. 肋的设置	398	(6) 液压抽芯机构	503
6. 铸造圆角	398	(7) 其他抽芯机构	504
7. 铸造斜度	401	(8) 联动抽芯机构	509
8. 压铸孔	403	8. 顶出机构	514
9. 压铸齿形及螺纹	403	(1) 顶出机构组成	515
10. 长方形孔和槽	407	(2) 顶出机构类型	515
11. 凸台	408	(3) 顶出机构动力	515
12. 凸纹与直纹	408	(4) 顶出机构设计原则	517
13. 文字、图案和符号	408	(5) 顶出零件	518
14. 压铸件加工余量	409	(6) 顶出力	527
15. 尺寸精度	409	(7) 顶出机构导向零件	529
16. 镶铸件	414	(8) 顶出机构复位	529
三、压铸机	420	(9) 顶出动作形式	543
1. 分类	420	9. 压铸模的基本零件	550
2. 基本参数	422	(1) 模板	550
		(2) 通用系列零件	557

(3) 搬手空间尺寸	561	(1) 工艺过程	613
10. 模具冷却系统	569	(2) 铸造特点	614
(1) 冷却方法及其特点	569	(3) 应用范围	614
(2) 冷却系统布置	569	2. 铸型工艺设计	614
11. 压铸模技术要求	571	(1) 设计要点	614
(1) 有关要求	571	(2) 浇冒口系统设计	617
(2) 技术条件	572	3. 铸造工艺	621
五、压铸工艺	573	(1) 铸型充型指示系统的设置	621
1. 压力参数	573	(2) 升液管准备	623
(1) 压射力	573	(3) 浇注工艺	627
(2) 压射比压	573	4. 低压铸造设备	628
(3) 胀型力和锁模力	574	(1) 类型及主要技术参数	628
2. 速度参数	574	(2) 保温炉及附属装置	633
(1) 压射速度	574	(3) 液面加压控制系统	638
(2) 内浇道速度	577	(4) 微处理机在低压铸造中的应用	643
3. 时间参数	577	5. 铸件常见缺陷及防止方法	644
4. 温度参数	578	6. 应用实例	646
(1) 浇注温度	578	(1) 砂型低压铸造消毒缸	646
(2) 压铸模温度	578	(2) 金属型低压铸造铝活塞	646
(3) 压铸模加热方法	579	(3) 砂型低压铸造铝座架	647
5. 其他参数	581	(4) 石膏型低压铸造铝叶轮	647
6. 压铸用涂料	581	(5) 砂型低压铸造发动机缸体	648
7. 压铸生产	583	(6) 石墨型低压铸造铜合金螺旋桨	648
8. 真空压铸工艺	586	(7) 金属型低压铸造铜轴瓦	648
9. 充氧压铸工艺	586	(8) 砂型低压铸造铜泵体	648
六、压铸件缺陷	591	(9) 低压铸造铸铁汽缸套	648
七、压铸合金	599	(10) 砂型低压铸造铸钢曲拐	649
1. 压铸合金选用原则	599	二、差压铸造	656
2. 压铸合金分类及性能	599	1. 基本原理与工艺过程	656
3. 压铸合金凝固特点	599	(1) 增压法	656
4. 各类压铸合金	600	(2) 减压法	656
(1) 铅、锡合金	600	2. 铸造工艺特点	656
(2) 压铸锌合金	602	3. 应用范围	657
(3) 压铸铝合金	602	4. 工艺参数及其选择	657
(4) 压铸镁合金	607	5. 差压铸造机	658
(5) 压铸铜合金	608	参考文献	662
(6) 压铸合金选择	610	第七章 离心铸造	664
(7) 压铸合金力学性能测定	610	一、概述	664
参考文献	612	1. 分类	664
第六章 低压铸造和差压铸造	613	2. 基本原理	664
一、低压铸造	613	3. 优缺点	668
1. 概述	613	4. 应用范围	669

二、离心铸型	670	(3) 钢背铜套(瓦)离心铸造	726
1. 工艺参数	670	参考文献	728
2. 铸型类型	671	第八章 连续铸造	729
(1) 按材料分类	671	一、连续铸铁管	729
(2) 按使用机器分类	672	1. 概述	729
3. 铸型各组成部分结构设计	673	(1) 连续铸铁管工艺原理	729
(1) 铸型固定形式	673	(2) 连续铸铁管工艺流程	729
(2) 铸型型体设计	675	(3) 连续铸铁管应用范围	729
(3) 铸型内型设计	676	(4) 连铸灰铸铁管规格	730
(4) 铸型端盖和端盖紧固装置设计	677	(5) 连铸球墨铸铁管规格	730
(5) 滚筒式离心铸型的滚道和定位	680	2. 连续铸铁管设备	741
三、离心铸造工艺	681	(1) 连续铸铁管生产线	741
1. 铸型转速	681	(2) 连续铸管机	741
2. 浇注系统	682	(3) 铸管机拉管装置	742
3. 浇注定量	683	(4) 结晶器振动装置	743
4. 渣下凝固离心铸造工艺	687	(5) 转浇杯转动装置	745
5. 离心浇注金属过滤	688	(6) 引管装置	745
6. 离心金属型涂料工艺	688	(7) 浇注车	750
7. 浇注温度	688	(8) 抱管机	750
8. 铸件脱型	688	(9) 推管车	752
四、离心铸造机	689	(10) 调直规圆机	754
1. 卧式悬臂离心铸造机	689	3. 结晶器	754
2. 卧式滚筒离心铸造机	690	(1) 结晶器总装	754
3. 立式离心铸造机	691	(2) 结晶器参数	754
4. 电动机功率选择	691	(3) 结晶器材质	760
5. 操作安全注意事项	692	(4) 结晶器(工作壁)的铸造	762
五、典型离心铸件的铸造	695	(5) 结晶器装配	765
1. 铸铁管	695	(6) 结晶器修复	767
(1) 铸铁管规格和性能	695	(7) 浇注系统装置	769
(2) 生产过程	700	4. 连续铸管工艺	769
(3) 铸造工艺和设备	700	(1) 连续铸造灰铸铁管	769
2. 铸铁轧辊	709	(2) 连续铸造球墨铸铁管	781
(1) 轧辊种类和特性	709	5. 铸铁管主要缺陷及防止方法	786
(2) 立式离心铸造	714	二、连续铸坯	790
(3) 卧式离心铸造	714	1. 概述	790
(4) 倾斜式离心铸造	715	2. 连续铸钢坯	791
(5) 型砂、涂料、防氧化剂	715	(1) 连续铸钢坯设备	791
(6) 时效处理	716	(2) 主要参数计算	791
3. 铸铁汽缸套	717	(3) 结晶器	792
4. 轴套和轴瓦	724	(4) 连续铸钢坯工艺	793
(1) 轴套、轴瓦特性	724	(5) 卧式连续铸钢坯简介	793
(2) 轴套离心铸造	726	3. 连续铸铜坯	795

(1) 连续铸铜圆坯和铜扁坯	795	(2) 铸件挤压位置和分型面选择	817
(2) 连续铸铜杆坯	795	(3) 设计挤压铸型用参数	818
(3) 连续铸铜空心坯	798	(4) 铸型结构类型	819
4. 连续铸铝坯	799	(5) 铸型材料	819
(1) 连续铸铝方坯和铝圆坯	799	5. 铸造工艺	819
(2) 连续铸铝杆坯	799	三、磁型铸造	826
(3) 连续铸铝带坯	800	1. 概述	826
(4) 连续铸铝空心管坯	800	(1) 铸造原理	826
(5) 连续铸铝板坯	800	(2) 工艺过程	827
参考文献	803	(3) 铸造特点	827
第九章 其他类型特种铸造	804	(4) 应用范围	828
一、真空吸铸	804	2. 模样制造	828
1. 概述	804	3. 涂料	832
(1) 铸造原理	804	4. 铁丸铸型工艺	833
(2) 工艺过程	304	5. 浇注设备和浇注工艺	834
(3) 铸造特点	804	6. 铸件常见缺陷及防止方法	836
(4) 应用范围	804	参考文献	837
2. 真空吸铸机	804	附录	838
3. 结晶器	805	一、铸造基础标准	838
4. 吸铸工艺	806	1. 铸件尺寸公差	838
5. 铸件常见缺陷及防止方法	812	(1) 铸件基本尺寸	838
二、挤压铸造	812	(2) 铸件尺寸公差	838
1. 概述	812	(3) 铸件壁厚公差	838
(1) 铸造原理	812	(4) 公差带位置	838
(2) 工艺过程	812	(5) 错型	838
(3) 铸造特点	812	2. 铸件尺寸公差等级选择	838
(4) 应用范围	813	3. 铸件机械加工余量和重量公差	840
2. 加压对合金性能的影响	813	二、新、旧国标公差对照	845
3. 挤压铸造机	813	三、表面粗糙度	847
4. 挤压铸型	817	四、坩埚尺寸	850
(1) 挤压方式的选择	817		

第一章 绪 论

一、特种铸造方法

在造型材料、造型方法、金属液的充型形式和金属在型中的凝固条件等方面与普通砂型铸造有显著差别的铸造方法，统称为特种铸造。

常用的特种铸造方法有：

- ① 熔模铸造；
- ② 陶瓷型铸造；
- ③ 金属型铸造；
- ④ 压力铸造；
- ⑤ 低压铸造；
- ⑥ 差压铸造(又称反压铸造)；
- ⑦ 离心铸造；
- ⑧ 连续铸造；
- ⑨ 半连续铸造；
- ⑩ 真空吸铸；
- ⑪ 挤压铸造；
- ⑫ 磁型铸造；
- ⑬ 壳型铸造；
- ⑭ 实型铸造(又称消失模铸造)；
- ⑮ 石膏型铸造；
- ⑯ 石墨型铸造；
- ⑰ 熔模石膏型铸造；
- ⑱ 金属型复砂铸造；
- ⑲ 电渣熔铸。

上述各种特种铸造方法各有一定的适用范围，本手册叙述的是目前我国用得较广泛的前12种铸造方法。

壳型铸造由本手册的第五卷，〈铸造工艺卷〉叙述。

二、特种铸造发展概况

研究表明，最早的铸造方法是特种铸造方法，当时铸型是用滑石或其他石头凿成的石型(古称石范)，用陶土烧制，雕刻成的陶范；用石膏制成的石膏型；或是在一定形状的牛油模、蜡模上，铺上细土、水等的混合物，待风干后，熔去牛油模、蜡模，制成熔模型。而砂型是在它们以后才出现的。

下面就本手册中叙述到的特种铸造方法的发展情况作简要的说明。

1) 熔模铸造 是一种古老的铸造方法, 至少已有4000多年的历史。在我国发现的最早熔模铸件是2400多年前战国早期制造的“尊”和“盘”上的云纹饰物。现代工业生产中使用的把硅酸乙酯水解液作为粘结剂的熔模型壳制造技术最初用于牙科医生制造金属假牙, 是德国人厄尔德尔(W. Erdle)和卡尔·普兰杰(Karl Prange)在1929年借用亚洲的失蜡铸造法工艺原理而创造出来的。第二次世界大战初期, 美国, 在牙科医生的工作基础上, 熔模铸造开始在工业生产中获得较大的发展, 初期主要用此法生产蜗轮发动机的叶片[⊖]。

目前在我国广泛使用的用水玻璃作粘结剂制造熔模型壳的方法是原苏联人彼尔欣(П. С. Першин)在50年代初期试验成功的。

在50年代, 已有人提出用硅溶胶制造熔模型壳。

本世纪70年代, 我国哈尔滨汽轮机厂最早把铝矾土作为耐火材料, 替代常规的刚玉粉、硅砂粉制造熔模型壳。

70年代原苏联出现了采用水玻璃、磷酸盐等作粘结剂的电泳制壳工艺。

2) 陶瓷型铸造 1952年英国人诺尔·肖氏(Noel Shaw)研究成功陶瓷型铸造法, 意图是复制古代文物, 获得了专利。其弟克利福特·肖氏(Clifford Shaw)帮他完成了此法在工业中的应用。以后又产生了此法的派生工艺, 如Unicast、Ceram-Cast等。

3) 金属型铸造 是一种古老的铸造方法, 最初由我国发明, 发现最早金属型(铁范、铜范)是战国时代用来铸造农具、工具、钱币等。

4) 压力铸造 1838年格·勃鲁斯首先用压铸法生产铅字。

1839年一种活塞式压铸机获得了第一个压力铸造专利。

1849年英国人斯都奇斯(Sturges)取得热压室压铸机专利。

1885年奥·默根瑟勒(O. Mergenthaler)在前人工作的基础上发明了一种铅字压铸机。

1907年瓦格纳(Wagner)首先制成气动活塞压铸机。

1920年英国开发了冷压室压铸机, 使压铸机有可能生产铝合金和镁合金等铸件。

1927年捷克人约瑟夫·波拉克(Josef Polak)设计了立式冷压室压铸机。1952年苏联制出了第一台立式冷压室压铸机。我国也在60年代制出了此种压铸机。

1958年真空压铸在美国获得专利。

1966年美国“General Motors”公司提出精、速、密压铸法。

1969年美国人爱列克斯提出充氧压铸的无气孔压铸法。

5) 低压铸造 本世纪20年代初, 英国人莱克(E. H. Lake)登记了第一个低压铸造专利, 最初主要用于巴氏合金的铸造。同时期法国人制出了用于铜合金、铝合金铸造的低压铸造机。

二次世界大战中, 英国伯明翰铸铝公司用低压铸造法制造飞机发动机汽缸。

1945年后, 英国阿留姆斯克(Alumusc)公司开始探讨把低压铸造法用于生产民用产品, 如炊事用具等。

1947年, 英国人刘易斯(E. C. Lewis)用低压铸造法生产高硅铝啤酒桶成功。

50年代开始用低压铸造法生产汽车汽缸体和电动机转子。

⊖ 也有资料认为, 现代熔模铸造法是二次世界大战时美国“陈纳德飞虎队”成员奥司丁买了我国《保山县志》和其他中国有关古代失蜡铸造书籍, 回美国后试验成功的。

1955年在德国出现了铸铁和铸钢的低压铸造专利。

1965年,在英国掌握了生产汽车轮毂的低压铸造法。

70年代,法国GAAA公司提出了几个有关用电磁泵驱动金属液的低压铸造法专利,并制出了相应的低压铸造机。

1961年 保加利亚索菲亚铸造研究所研究成功在低压铸造基础上发展起来的差压铸造法。

6) 离心铸造 1809年,英国人埃尔恰尔特(A. Erchart)申请了有关卧式离心铸造和立式离心铸造的第一个专利。

1849年,英国人安德鲁·逊克(Andrew Shank)制出了第一台离心铸管机,而后生产了长达3.6m、直径为75mm的离心铸铁管。

1857年德国人汉内·贝士麦(Henery Bessemer)提出用立式离心铸造生产轮圈。

1862年英国人惠尔利(Whiteley)和鲍韦尔(Bouwer)制出了铸造轮圈的立式离心铸造机。

1910年德国人奥托·勃里代(Otto Bride)发明用移动浇注槽生产金属型离心铸管的方法。

1914年巴西人代-拉伏德(Dimitri Sensand De-Lavaud)和阿伦斯(F. Arens)研究水冷金属型离心铸管法成功。

1917年美国莫尔(W. L. Moore)创造了砂型离心铸管法。1920年开始用于大量生产。

1950年在瑞典开始用涂料金属型离心铸造法生产主要用于下水道的小口径铁管。

50年代美国离心铸铁管公司建立了树脂砂型离心铸管法。

30年代以后离心铸造法逐步推广应用于生产汽缸套、炮身、齿轮等铸件。

在40年代出现了用离心铸造法生产双金属复合冶金轧辊的工艺。

7) 连续铸造 1857年德国人贝士麦(Bessemer)获得了第一个连续铸造的专利。1950年以后连续铸锭等铸造方法在生产中获得发展。

1949年原苏联人米雅索也道夫(Мясоедов)兄弟发明半连续铸管法[⊖]。

8) 真空吸铸 1949年原苏联人克雪诺丰托夫(Б. М. Ксенофонтов)发明真空吸铸法生产小型铜套的毛坯。

9) 挤压铸造 原苏联在30年代开始研究挤压铸造法,1957年开始研究将此法用于挤压铝合金机翼,而后陆续推广。日本与原苏联在1961年分别发表了铁合金挤压铸造的专利。

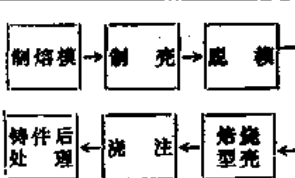
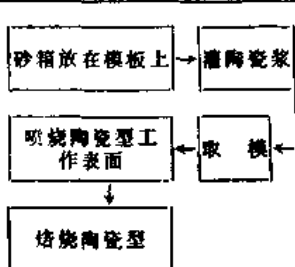
10) 磁型铸造 1968年德国人威特摩受(A. Wittmoser)公布了磁型铸造法。

三、特种铸造工艺方法比较

在表1-1中示出了各种特种铸造方法的工艺过程特点、适于生产的铸件和一些工艺参数。

⊖ 有的资料表明半连续铸管法由德国人发明。

表1-1 特种铸造工艺过程特点及其适用范围

铸造方法	工艺过程特点	工艺过程复杂度	适用于生产的铸件						工艺出品率 (%)	铸造利用率 (%)	生产准备	
			合金	重量	最小壁厚 (mm)	表面粗糙度 (μm)	尺寸公差	形状特征				批量
熔模铸造	 <p>1. 熔去模样形成型腔 2. 铸型工作表面由粉状耐火材料和高温粘结剂形成 3. 热型浇注</p>	复杂	耐热合金 不锈钢 精密合金 铝合金 碳钢 钛合金 铜合金 铝合金 铸铁 其他合金	数克至数十千克	约0.5 最小孔径	$R_a 1.6 \sim 12.5$	CT4~7级	复杂成形铸件	小批 中批 大批	30~60	90	复杂
陶瓷型铸造	 <p>铸型工作表面由粉状耐火材料和高温粘结剂形成</p>	复杂	模具钢 碳素钢 合金钢	数百克到数吨	2	$R_a 3.2 \sim 12.5$	CT5~8级	中等复杂成形铸件	单件 小批	40~60	90	复杂
金属型铸造	<p>利用金属制成铸型，在重力场中浇注金属液，形成铸件</p> <p>1. 铸型有剧烈的冷却作用 2. 铸型无透气性 3. 铸型无退让性</p>	简单一般	钢、铁 铝合金 镁合金 铜合金	数十克到几百千克	铝硅2 铝镁3 铸铁2.5	$R_a 3.2 \sim 12.5$	CT6~9级	中等复杂成形铸件	中批 大批	40~60	70	复杂
压力铸造	<p>金属液在高压作用下，以高的线速度填充金属型，并在压力作用下凝固成形</p>	简单	铸合金 锡合金 铝合金 镁合金 铜合金	数克到数千克	0.3最小孔径0.7mm 最小壁厚0.75	$R_a 1.6 \sim 12.5$	CT4~8级	复杂成形铸件	大批	约60~80	90	复杂
低压铸造①	<p>金属液在较低压力作用下，由下向上地填充各种铸型，并在压力作用下凝固成形</p>	简单一般	钢、铁 铝合金 镁合金 铜合金	中、小件	2	$R_a 3.2 \sim 25$	CT6~9级	中等复杂成形铸件	小批 中批 大批	80~90	70~80	中等复杂
离心铸造	<p>金属液浇注在旋转的铸型中，并在旋转情况下凝固成形</p>	一般	铸钢 铸铁 铝合金 铜合金	数克到数十吨	最小内径8	$R_a 1.6 \sim 12.5$	—	特别适用于管形铸件，也可铸中等复杂形状的铸件	小批 中批 大批	75~95	70~100	复杂、中等复杂

(续)

铸造方法	工艺过程特点	工艺过程复杂度	适用于生产的铸件						工艺出品率 (%)	毛坯利用率 (%)	生产准备	
			合金	重量	最小壁厚 (mm)	表面粗糙度 (μm)	尺寸公差	形状特征				
连续铸造	金属液进入水冷金属型 (结晶器) 的一端, 从铸型的另一端连续地取出铸件	简单	钢、铁 铝合金 铝合金		3~5		—	外形简单、截面相同的长铸件	大批	约90~90	100	复杂
真空吸铸	在水冷金属型 (结晶器) 内建立真空, 把金属液由下向上地吸入型内, 并在真空下由外向中心凝固	简单	铝合金 铝合金 铸合金		5		—	圆管形、圆柱形, 直径小于120mm	大批	80~90	70~80	复杂 中等 复杂
挤压铸造	把金属液浇入开启的铸型中, 把两半型相合, 型内金属液受到铸型的挤压, 填充于两半型形成的型腔之中, 凝固成形	一般	钢、铝合金 铸合金	几十克到30多千克	2	约R _a 6.3	CT5	外形简单的成形件	中批 大批	80~90	70~80	复杂
磁型铸造	在磁珠聚苯乙烯模样上涂上涂料, 塞入模壳中, 通以磁场, 固定铁丸, 往模样上浇注金属液, 模样气化, 空间被金属液填充, 凝固成形	较复杂	铸钢、铸铁、铝合金	<100 千克	2	R _a 3.2~12.5	CT8	一般成形件	大批	40~50	约70	复杂

① 差压铸造的各项内容与低压铸造相似, 唯铸件是在更高的压力凝固成形。

参 考 文 献

- 1 凌业勤等, 中国古代传统铸造技术, 北京: 科学技术文献出版社, 1987
- 2 Белопухов А. К. 等, Литье под давлением, машгиз, 1962
- 3 Шкленник Я. И. 等, Литье по выплавляемым моделям, машгиз, 1961
- 4 林柏年, 离心铸造发展概况, 铸造论文集(3), 哈尔滨工业大学, 1963
- 5 宫克强等, 特种铸造, 北京: 机械工业出版社, 1984