

# 特种铸造手册

上册

《特种铸造手册》编写组编

机械工业出版社

52

# 特种铸造手册

上册

《特种铸造手册》编写组编



机械工业出版社

《特种铸造手册》分上、下两册出版。上册包括熔模铸造、陶瓷型铸造和壳型铸造；下册包括金属型铸造、压力铸造、低压铸造、离心铸造、连续铸造、真空吸铸和磁型铸造等。

本册为上册，介绍了熔模铸造、陶瓷型铸造、壳型铸造的工艺过程、工艺设计、造型材料及所用设备等。

本手册可供从事铸造生产的工人和技术人员使用，也可供铸造专业的教师和工农兵学员参考。

## 特种铸造手册

上册

《特种铸造手册》编写组编

\*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本 850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub>·印张13·插页2·字数350千字

1976年10月北京第一版·1976年10月北京第一次印刷

印数 00,001—34,500·定价1.10元

\*

统一书号：15033·4313

# 毛主席语录

在生产斗争和科学实验范围内,人类总是不断发展的,自然界也总是不断发展的,永远不会停止在一个水平上。因此,人类总得不断地总结经验,有所发现,有所发明,有所创造,有所前进。停止的论点,悲观的论点,无所作为和骄傲自满的论点,都是错误的。

中国人民有志气,有能力,一定要在不远的将来,赶上和超过世界先进水平。

## 前 言

铸造生产是机械制造业的一个重要环节。建国以来，广大铸造工人、干部和科技人员，以阶级斗争为纲，在“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的指引下，高举“鞍钢宪法”伟大旗帜，发扬“独立自主、自力更生”的革命精神，在发展铸造生产技术方面，取得了显著的成就。无产阶级文化大革命以来，革命群众狠批了刘少奇、林彪的反革命修正主义路线，阶级斗争和路线斗争觉悟进一步提高，在生产实践和科学研究方面新的成果不断出现。为了适应我国工农业生产的需要，促进铸造生产的继续发展，在第一机械工业部的领导和组织下编写了《铸钢手册》、《铸铁手册》、《铸造有色合金手册》和《特种铸造手册》。

本手册由沈阳铸造研究所、大连工学院和东北工学院共同编写。在编写过程中得到了全国各地许多工厂、科学研究部门和院校的广大铸造工人、干部和技术人员的大力支持和帮助。初稿编出后，又有很多工厂、科学研究单位和院校参加了编审会议，对初稿提出了许多宝贵意见，对充实手册内容、提高手册质量起了很大的作用。在此我们对参加编审会议、提供资料以及提出宝贵意见的单位和同志们表示深切的感谢！

由于我们水平有限，经验较少，在内容上肯定会有不少缺点和错误，恳切希望广大读者提出宝贵意见。

《特种铸造手册》编写组

一九七五年七月

# 目 次

总论 .....	1
----------	---

## 第一章 熔模铸造

一、概述 .....	5
1. 基本原理与工艺过程 .....	5
2. 熔模铸件的精度 .....	8
3. 熔模铸件应用实例 .....	11
二、熔模铸件工艺设计 .....	17
1. 铸件结构设计的一般规范 .....	17
熔模铸件的合理结构 .....	17
铸件壁厚 .....	23
孔间及壁间最小间距 .....	23
2. 铸件工艺设计的一般规范 .....	24
铸孔 .....	24
加工余量 .....	26
工艺筋、工艺孔的应用 .....	28
基准面的选择 .....	31
浇冒口设计 .....	31
铸件图与工艺图的绘制 .....	48
三、压型的设计与制造 .....	51
1. 压型的类型 .....	51
2. 压型结构设计参考资料 .....	52
压型结构类型 .....	52
起模方法 .....	54
芯销和活块 .....	57
镶块 .....	62
压型定位装置 .....	64
压型夹紧装置 .....	65
压型转轴机构 .....	75
3. 型腔尺寸计算与加工精度 .....	77
型腔尺寸计算的基本知识 .....	77
关于总收缩率的参考资料 .....	82

压型的加工精度 .....	87
拔模斜度 .....	88
4. 压型制造工艺参考资料 .....	89
铸造低熔点合金压型 .....	89
石膏压型 .....	97
塑料压型 .....	99
塑料镀铜压型 .....	103
四、易熔模的制造 .....	105
1. 模料的类型 .....	105
2. 模料的成分、性质与制备工艺 .....	105
原材料 .....	105
模料的配方 .....	110
模料制备工艺 .....	112
3. 蜡基模料性能测定方法 .....	113
4. 旧模料的回用处理 .....	118
原理 .....	118
酸法回用处理 .....	118
活性白土处理 .....	120
电解法回用处理 .....	120
5. 易熔模制造工艺 .....	122
分型剂 .....	122
制造易熔模 .....	122
组装模组 .....	124
易熔模缺陷的类型及防止方法 .....	124
6. 制造易熔模的主要机械装备 .....	125
模料制备装置 .....	125
制模机械设备 .....	129
模组组装设备 .....	140
五、铸型的制造 .....	142
1. 概述 .....	142
2. 易熔模组表面活化处理 .....	143
原理 .....	143
3. 型壳用粒、粉状材料 .....	144
石英砂、粉 .....	144
电熔刚玉砂、粉 .....	146
锆英石粉 .....	147

焦宝石 .....	148
耐火粘土 .....	148
长石粉 .....	149
三氧化二钴 .....	149
其他粒、粉状材料 .....	151
<b>4. 水玻璃涂料 .....</b>	<b>151</b>
水玻璃的基本知识 .....	151
配制涂料用水玻璃的技术规格 .....	155
氯化铵规格及性能 .....	160
水玻璃耐火涂料的配制 .....	160
水玻璃涂料制壳工艺 .....	162
水玻璃涂料与型壳性能检测方法 .....	169
<b>5. 硅酸乙酯涂料 .....</b>	<b>175</b>
硅酸乙酯的基本知识 .....	176
配制硅酸乙酯水解液用原材料 .....	181
硅酸乙酯水解配料计算 .....	183
硅酸乙酯涂料配制工艺 .....	188
制壳工艺 .....	191
<b>6. 硅溶胶涂料 .....</b>	<b>192</b>
硅溶胶的基本知识 .....	192
硅溶胶的制备 .....	194
涂料的配制及制壳工艺 .....	197
<b>7. 细化晶粒涂料 .....</b>	<b>199</b>
混料工艺 .....	199
制壳工艺 .....	200
<b>8. 铸型制造工艺 .....</b>	<b>200</b>
熔失熔模工艺 .....	200
型壳装箱 .....	200
铸型(型壳)焙烧规范 .....	202
<b>9. 型壳主要缺陷的形成原因及防止方法 .....</b>	<b>204</b>
<b>10. 制造型壳的主要机械装备 .....</b>	<b>206</b>
<b>六、形成铸件复杂内腔的方法 .....</b>	<b>213</b>
<b>1. 概述 .....</b>	<b>213</b>
<b>2. 陶瓷型芯 .....</b>	<b>216</b>
基本原理 .....	216
主要原材料 .....	219
制造工艺 .....	219



陶瓷型芯的工艺特点 .....	223
<b>3. 可溶性型芯 .....</b>	<b>223</b>
主要原材料 .....	223
制造工艺 .....	223
<b>七、熔模铸造用钢及其熔炼、热处理方法 .....</b>	<b>225</b>
<b>1. 熔模铸造钢铸件的性能及其主要生产工艺 .....</b>	<b>225</b>
概述 .....	225
碳钢 .....	231
低合金钢 .....	233
高合金钢 .....	235
<b>2. 小型炼钢炉 .....</b>	<b>240</b>
概述 .....	240
中频感应电炉 .....	242
小型电弧炉 .....	248
电渣炉 .....	250
高频感应电炉 .....	253
工频感应电炉 .....	254
等离子弧熔炼炉 .....	257
<b>3. 炼钢工艺参考资料 .....</b>	<b>263</b>
打结炉衬 .....	263
炉料 .....	266
炼钢与浇注 .....	269
<b>八、铸件清理、常见缺陷类型及防止方法 .....</b>	<b>272</b>
<b>1. 铸件的清理 .....</b>	<b>272</b>
清除型壳 .....	272
铸件表面清理与除芯 .....	273
防锈工艺 .....	274
<b>2. 铸件常见缺陷类型及防止方法 .....</b>	<b>274</b>
夹砂（起皮）与凹陷 .....	274
表层脱碳 .....	277
铁豆 .....	280
浇不足 .....	281
表面质量不良 .....	281
漏钢水 .....	283
变形 .....	283
其他缺陷 .....	286

## 第二章 陶瓷型铸造

一、概述 .....	287
1. 基本概念与工艺过程 .....	287
2. 陶瓷型铸件的特点 .....	288
3. 陶瓷型铸件应用的典型实例 .....	288
二、陶瓷型铸件的工艺设计 .....	292
1. 母模材料 .....	292
2. 母模的表面光洁度 .....	293
3. 母模的尺寸精度 .....	293
4. 铸造斜度 .....	294
5. 铸件的收缩率 .....	294
6. 分型面的确定 .....	295
7. 基准面的选择 .....	295
8. 加工余量 .....	295
三、陶瓷型铸造工艺 .....	296
1. 铸型材料 .....	296
粘结剂 .....	296
耐火材料 .....	296
催化剂 .....	296
脱模剂 .....	299
2. 制型工艺 .....	300
预制型制造 .....	301
陶瓷浆料的配制 .....	302
灌浆 .....	304
起模 .....	305
喷烧 .....	305
焙烧 .....	308
3. 合箱、浇注和清理 .....	308
4. 铸件的热处理 .....	309
四、常见的陶瓷型缺陷及其防止方法 .....	317
1. 型裂 .....	317
2. 气孔 .....	318

## 第三章 壳型铸造

一、概述 .....	319
1. 基本概念与工艺过程 .....	319
2. 铸件特点 .....	320
3. 应用实例 .....	321
二、造型(芯)材料 .....	322
1. 原材料及其主要性质 .....	322
原砂 .....	322
树脂 .....	325
其他附加物 .....	329
2. 树脂砂的配制 .....	331
配方 .....	331
混制工艺 .....	331
3. 混砂设备 .....	331
半连续复合式热法覆膜砂混砂机 .....	331
碾轮式混砂机 .....	338
4. 壳型、壳芯用酚醛树脂及树脂砂性能的检验方法 .....	338
树脂性能的检验方法 .....	338
壳型、壳芯砂性能检验方法 .....	343
三、模板与芯盒设计参考资料 .....	344
1. 一般资料 .....	344
模板与芯盒材料的选择 .....	344
模型缩尺 .....	345
模板与芯盒加工精度 .....	346
拔模斜度 .....	347
模板与芯盒热处理规范 .....	347
加热方法 .....	348
测温装置 .....	351
2. 芯盒结构设计参考资料 .....	353
芯盒结构组成 .....	353
分型面 .....	353
定位销、套 .....	355
芯盒排气方法 .....	357
芯盒在加热板上装配的定位方法 .....	359

取芯机构 .....	359
典型芯盒设计举例 .....	362
3. 模板结构 .....	365
模板结构组成 .....	365
底板 .....	365
顶杆 .....	367
定位块 .....	369
四、壳型、壳芯制造工艺及设备 .....	370
1. 分型剂 .....	370
2. 制壳(制芯)工艺 .....	371
3. 壳型、壳芯废品分析 .....	373
4. 常用壳芯机 .....	374
底吹式壳芯机 .....	374
半自动翻斗式壳芯机 .....	377
五、热芯盒法 .....	380
1. 基本概念与工艺过程 .....	380
2. 造型材料 .....	381
呋喃树脂 .....	381
原砂 .....	385
附加物 .....	385
配方 .....	386
混制工艺 .....	388
热芯盒用树脂及型砂性能的检验方法 .....	388
3. 热芯盒设计参考资料 .....	391
热芯盒电加热管功率的选择 .....	391
热芯盒取芯机构 .....	392
热芯盒典型结构举例 .....	397
4. 热芯盒法制芯工艺 .....	398
5. 热芯盒射芯机 .....	398

# 总 论

“特种铸造”通常是指与普通砂型铸造有一定区别的铸造方法。属于特种铸造的方法很多，编入本手册的主要有下列十种：熔模铸造；陶瓷型铸造；壳型铸造；金属型铸造；压力铸造；低压铸造；离心铸造；连续铸造；真空吸铸和磁型铸造。

我国在特种铸造方面具有悠久的历史。例如：早在二千多年前，即已开始运用铁范来铸造日用品、生产工具和武器。铁范就是金属型。又据“天工开物”等书记载，公元前数百年，我国已创造用蜡和牛油作模型，覆以粘土，熔去蜡和牛油后得出型腔，用以铸造钟鼎及器皿，这种方法即近代之熔模铸造。但是，解放前由于帝国主义的侵略和国内反动统治阶级的压榨，一些特种铸造方法日渐衰落，甚至失传。

解放以后，特种铸造有了很大的发展，特别是无产阶级文化大革命以后，在毛主席革命路线指引下，特种铸造技术迅速发展，用途日益广泛，已在铸造生产中占相当重要的地位。

特种铸造获得如此迅速的发展，主要是由于特种铸造方法分别在下列某些方面具有一定的优点。例如：

1) 能进一步提高铸件尺寸精确度及表面光洁度，减少了机械加工，以达到无切削或少切削的目的。

2) 能满足铸件结构的要求，铸出形状十分复杂、薄壁及具有细小弯曲管路的铸件。

3) 能进一步提高铸件的物理、化学以及机械性能的要求，例如气密性、耐磨性、抗腐蚀性等，并能更方便地在铸件上镶铸各种嵌件。

4) 更适宜于对高熔点、高粘滞性（低流动性）、易氧化的合金进行铸造，以及进行双金属浇注等。

5) 能进一步减小浇注系统、冒口的尺寸，提高金属利用率。

6) 可以不用砂或少用砂, 减少铸造车间粉尘, 改善劳动条件。

7) 便于机械化、自动化, 能在进一步提高劳动生产率的同时, 简化铸造车间结构, 提高车间单位面积产量, 缩小车间面积。

但是, 特种铸造也不能完全代替砂型铸造, 因为特种铸造一般说来, 各有其运用上的局限性。例如连续铸造只能生产管类或锭, 真空吸铸主要生产套筒及棒料等。因此, 在决定某一铸件是

### 各种铸造

序号	比较项目	砂型铸造	熔模铸造	陶瓷型铸造	壳型铸造	金属型铸造
1	适用金属范围	不限制	以碳钢、合金钢为主	以高熔点合金为主	以黑色金属为主	不限制
2	适用铸件的大小及重量范围	不限制	一般 <25公斤	大、中铸件最大可至数吨	中、小铸件, 一般 <20公斤, 还用于 <200公斤铸件壳芯	中、小铸件, 铸钢件可至数吨
3	适用铸件的最小壁厚(毫米)	3	通常 0.7 孔 $\phi$ 1.5~2	通常 >1 孔 > $\phi$ 2	0.8~1.6	铝合金 >2~3, 铸铁 >4 钢 >5
4	铸件的表面光洁度	粗糙	$\nabla$ 3~ $\nabla$ 6	$\nabla$ 3~ $\nabla$ 5	$\nabla$ 3~ $\nabla$ 5	$\nabla$ 3~ $\nabla$ 4
5	铸件尺寸公差(毫米)	100 $\pm$ 1.0	100 $\pm$ 0.3 (GB 6~8级)	100 $\pm$ 0.35	100 $\pm$ 0.75	100 $\pm$ 0.4 (GB7~10级)
6	铸件内部质量	结晶粗	结晶粗	结晶粗	结晶粗	结晶细
7	生产率 (在适当机械化自动化后)	可达 240 箱/小时	中	低	中	中
8	应用举例	各类铸件	刀具, 动力机械叶片, 汽车拖拉机零件, 测量仪器, 电讯设备, 计算机零件等	各类模具	刀具、泵轮、汽车拖拉机零件、阀门零件、船用零件	发动机零件、飞机、汽车、拖拉机零件、电器、农业机械零件及民用器皿

否选用特种铸造法时，必须综合考虑铸造合金性质、铸件结构和生产批量等因素。

几种特种铸造法和砂型铸造法的特点及经济性比较可参考下列两表。

虽然某些特种铸造法是古老的，但是在近代工业中特种铸造还是一门年轻的科学，其工艺、材料、数据规范等日新月异，理论研究也正在不断完善。因此，可以肯定，在广大铸造工作者的努力下，特种铸造在其应用范围上，将进一步扩大。

### 方法比较

压力铸造	低压铸造	离心铸造	连续铸造	真空吸铸	磁型铸造
多用于有色金属	以有色金属为主	多用于黑色金属及铜合金	不限制	以有色金属为主	以黑色金属为主
一般为中、小件	中、小铸件最重已达数百公斤	数吨		直径在 $\phi 120$ 毫米左右，长度可达1米	
铜合金 $<2$ ，其它合金 $0.5\sim 1$ ，螺纹及孔 $\phi 0.7$	通常壁厚 $2\sim 5$ ，最薄壁可铸 $0.7$	最小内孔可达 $\phi 7$	铸铁管最薄为 $3.5$		
$\nabla 5\sim \nabla 7$ 多在 $\nabla 6$	$\nabla 3\sim \nabla 5$				
$100\pm 0.3$ ，合型方向为 $100\pm 0.5$ (GB 6~7级)	$100\pm 0.4$ (GB 7~8级)				
结晶细	结晶细	结晶细	结晶细	结晶细	结晶细
高	中	高	高	高	高
汽车、拖拉机、计算机、电器仪表、照相器材、国防工业等零件	发动机零件、电器零件、叶轮、壳体、箱体等	各种套、环、管、筒、辊、叶轮等	管、锭(空心锭)、杆、板等	汽车、拖拉机等用管、棒、轴套等	汽车、机车等零件

各种铸造方法经济性比较

比 较 项 目	砂型 铸造	熔模 铸造	陶瓷型 铸 造	壳型 铸造	金属型 铸 造	压力 铸造	低压 铸造
小量生产时的适应性	A	B	A	E	C	E	C
大量生产时的适应性	C	B	E	B	B	A	B
模型或铸型制造成本	A	D	B	D	C	E	C
铸件重量的减少	E	B	B	B	B	A	B
金属利用率 $\left(\frac{\text{铸件净重}}{\text{铸件净重} + \text{浇冒口}}\right)$	D	D	B	B	B	D	A
机械加工费用	C	B	C	B	B	A	B
设备费用	D	D	A	C	B	D	C

注：A—最好；B—良好；C—良；D—一般；E—不好。



# 第一章 熔模铸造

## 一、概 述

### 1. 基本原理与工艺过程

熔模铸造是一种精密铸造方法,通常又称为“精密铸造”。这种方法是用易熔材料制成精确的模型,在模型上用涂挂法(也有使用喷涂法的)制成由耐火材料(石英、刚玉等)及高强度粘结剂(硅酸乙酯或水玻璃)组成的多层的型壳,型壳硬化后加热熔失模型,然后高温焙烧型壳,浇注铸件。这个过程可以参看图1-1。由于易熔模最广泛使用石蜡-硬脂酸模料,故这种方法又常称为失蜡铸造。

和其他铸造方法相比,熔模铸造的优点主要是:

1) 铸件尺寸精度及表面光洁度均较高,而且,可以浇注形状很复杂的铸件,可以节省大量机械加工工时和钢材,例如:生产一吨拖拉机熔模铸件,可以代替2.5吨钢材所锻的铸件,因而是金属零件少、无切削的主要方法之一。铸件精度较高的主要原因是取消了拔模工序及使用优质制壳材料,准确的制造易熔模及精细的操作;

2) 浇注金属的类型没有限制,从铜、铝等有色合金到高级的各种合金钢,以及镍基、钴基等特种合金,均可利用这种方法生产出精确的复杂铸件。它几乎是目前耐热合金复杂铸件的唯一生产方法。具有这个优点是因为型壳材料可以选用高级耐火材料的缘故;

3) 生产批量没有限制,可以从几个至大量生产。

这种方法的主要缺点是生产工序繁杂,生产周期长,生产的铸件不能太大。因而在整个铸件生产中占的比例是较小的。而主要用于各种汽轮机、燃气轮机、涡轮发动机、柴油机增压器等各种