

精、速、密压铸

(译文)

上海市机械制造工艺研究所

上海交通大学

上海交通大学技术资料情报室

1975.1

出版说明

精、速、密压铸是当前国内外正在发展的一项压铸新工艺，和一般压铸相比，具有许多工艺上的特点：内浇口厚、压射速度慢、合金顺序凝固和内压射冲头补压。由于采用了以上这些措施，使铸件的质量和模具寿命方面大为提高，效果十分显著。

压铸件采用精、速、密压铸后，能提高铸件的抗拉强度、抗疲劳性能和耐压性能。由于压铸工艺条件的改变，使压铸件中气孔减少或几乎消除，通过内压射冲头的补压作用又可达到补缩的目的，因此压铸件可以电镀、焊接和热处理，彻底地消灭了普通压铸的缺点，为扩大压铸件的应用范围创造了优越的条件。

在采用精、速、密压铸时，还有一些有关的工艺问题要求进一步解决。例如：为了减少模具温度的变化和改进金属液的流动特性，要求进一步研制新品种绝热涂料；铸件不宜采用薄壁结构；合理安排冷却水道的加工部位以达到理想的顺序凝固条件等。

本书对精、速、密压铸的工艺特点、压铸机的压射机构、模具的热分析以及工艺参数的测试等方面，作了比较详尽的介绍，提供许多实用的数据，对我国压铸业的技术革新，能够起到一定的参考作用。根据伟大领袖毛主席的教导：“中国应该大量吸收外国的进步文化，作为自己文化粮食的原料，……”我们组织力量进行了全文翻译和校阅，供作从事这方面工作同志

们的参考。但是,正如毛主席所教导:“一切外国的东西如同我们对于食物一样,必须经过自己的口腔咀嚼和肠胃运动,送进唾液胃液肠液,把它分解为精华和糟粕,吸收其精华,才能对我们身体有益,决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。”我们学习国外的经验,也应本着“洋为中用”原则,结合我国的具体情况加以采纳和运用。

本书由李贻锦同志主译,严开镐同志协助合译部分章节。全书经金荣根同志初校,最后由王益志同志定稿。

由于译校者的水平有限,时间也比较仓促,文中错误之处,在所难免,希请读者随时提出批评指正。

目 录

1. 铸造概论

1.1 前言	1
1.2 砂型铸造	2
1.2.1 普通铸型	2
1.2.2 特殊铸型	5
1.3 精密铸造	12
1.3.1 熔模铸造	12
1.3.2 肖氏法铸造	15
1.3.3 石膏型铸造	16
1.4 金属型铸造	18
1.4.1 金属型重力铸造	18
1.4.2 压铸	19
1.4.3 低压铸造	20
1.5 特种铸造	22
1.5.1 离心铸造	22

2. 压铸

2.1 压铸的历史	25
2.2 压铸的特点	27
2.3 压铸机	27
2.4 压铸模	30

2.4.1 压铸模结构	32
2.4.2 压铸模材料	35
2.4.3 压铸模热处理	37
2.5 压铸工艺	37
2.5.1 压铸温度	39
2.5.2 压射比压	40
2.5.3 压铸模温度	40
2.5.4 压铸件的表面质量和尺寸精度	41
2.5.5 压铸件的孔穴	41
2.5.6 压铸件的出模	42
2.6 压铸机自动化	43
2.6.1 自动送料装置	43
2.6.2 取件装置	46
2.6.3 压铸模的清理和润滑装置	48
2.6.4 压射冲头的润滑装置	50
2.7 压铸合金	50
2.7.1 铝合金	51
2.7.2 锌合金	52
2.7.3 镁合金	53
2.7.4 铜合金	53
2.7.5 锡合金和铅合金	54

3. 精、速、密压铸概要

3.1 精、速、密压铸的由来	55
3.2 精、速、密压铸原理	61
3.2.1 厚内浇口与其位置	62
3.2.2 低压射速度	62

3.2.3 双压射冲头的动作	63
3.2.4 压铸模的顺序冷却控制	64
3.3 精、速、密压铸特点	65
3.3.1 精、速、密压铸的优点	65
3.3.2 精、速、密压铸的缺点	67

4. 精、速、密压铸机

4.1 结构	70
4.2 内、外压射冲头的润滑	74
4.3 内、外压射冲头的冷却	75
4.4 压射冲头的运动速度	75
4.5 压射冲头与压射力的关系	76
4.6 油压管路	76
4.7 操作概要	78

5. 压铸模的热分析

5.1 热分析的必要性	80
5.2 一般的压铸模设计	80
5.3 模拟试验仪的分析方法	81
5.3.1 模拟试验仪	81
5.3.2 压铸模的热循环	83
5.3.3 金属的液流图	85
5.3.4 热计算	87
5.3.5 模拟试验仪的使用方法	100
5.3.6 压铸模模拟图的绘制	101

6. 精、速、密压铸技术

6.1 金属液的控制	103
6.2 内浇口、横浇道、排气槽和溢流槽	104
6.2.1 内浇口	106
6.2.2 横浇道	108
6.2.3 排气槽	109
6.2.4 溢流槽	111
6.3 压铸温度	112
6.4 压铸模的温度控制	113
6.4.1 压铸模温度	114
6.4.2 压铸模的实际温度	116
6.4.3 压铸模温度的测定	116
6.4.4 压铸模的冷却	118
6.5 压射比压和速度	119
6.5.1 压射比压和速度的测定	119
6.5.2 压射比压和速度的变化对质量的影响	121
6.5.3 压铸件的取出温度	123

7. 精、速、密压铸实例

7.1 «综合铸物中心»的研究	126
7.1.1 研究方针	126
7.1.2 压铸模	127
7.1.3 压铸机和压铸合金	128
7.1.4 内浇口和横浇道	128
7.1.5 工艺参数的测定	129

7.1.6 试验结果	130
7.2 IHI 压铸机的压铸试验	134
7.2.1 压铸机和试验设备	135
7.2.2 试验目的	136
7.2.3 压铸试验概要	136
7.2.4 其他压铸试验	156

8. 精、速、密压铸展望

8.1 精、速、密压铸的优点	158
8.2 精、速、密压铸存在的问题	158
8.3 精、速、密压铸展望	159

附 表

1. 铸造概论

1.1 前言

所谓铸造，即是将金属液注入铸型制造金属零件的方法。

铸造大致可以分为砂型铸造、精密铸造、金属型铸造和特种铸造等。砂型铸造有采用普通铸型和特殊铸型两种。采用普通铸型时，金属液是浇入由粘土质粘结剂（例如粘土、膨润土等）粘成型砂而制成的铸型。采用特殊铸型时，金属液是注入由粘土矿物质之外的有机和无机粘结剂（例如油、树脂、水泥、水玻璃等）粘成型砂而制成的铸型。在特殊铸型中，粘结剂是合成物，因此这种铸造方法具有型砂质量容易控制、铸造缺陷少、生产率高等许多优点。

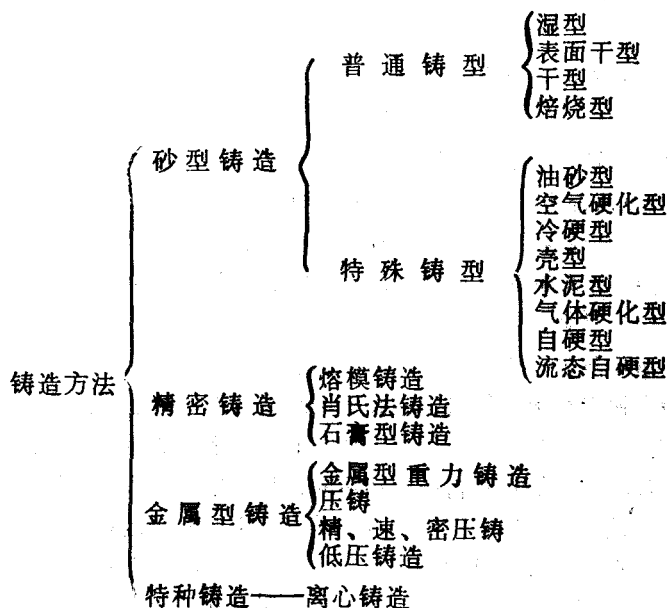
精密铸造有熔模铸造、肖氏法铸造和石膏型铸造等。这类铸造方法，在不使用金属型作为铸型的情况下，能制造高精度的铸件。熔模铸造和肖氏法铸造的铸型采用耐热性较高的硅酸乙脂、硅酸溶胶等粘结剂。石膏铸型的主要材料是石膏。

金属型铸造分为重力铸造和压力铸造两类。重力铸造时，在有意地不增加压力的情况下，将金属液注入金属铸型。与此相反，压力铸造是在有意地增加压力的情况下，将金属液注入铸型。金属型铸造一般称为重力铸造。压力铸造中有低压铸造、压铸和精、速、密压铸等，适用于大量生产轻合金的小型铸件。精、速、密压铸是近年来新兴的一种铸造方法，它是压铸的发展。

所谓特种铸造也就是离心铸造。它是利用离心力进行铸造的一种方法。铸铁管、套筒等最适用这种铸造工艺。

上述各种铸造方法各有利弊。因此,综合考虑铸件的大小、形状、材料的性质、质量、精度、批量、交货期限和价格等各方面因素,为铸件选择合适的铸造方法极为重要(参见表 1.1 和表 2.1)。

各种铸造方法的分类如下:



1.2 砂型铸造

1.2.1 普通铸型

普通铸型是用粘土、膨润土粘合型砂而制成的铸型。普通

铸型分湿型、表面干型、干型和焙烧型四种。

表 1.1 各种材料所适用的铸造法一览表

	壳型铸造	压铸	金属型铸造	砂型铸造	石膏型铸造	熔模铸造	粉末冶金
铁(纯铁)							○
铸 铁	○		○	○		○	
可锻铸铁	○			○			
锡 合 金		○	○				
铅 合 金		○	○				
锌 合 金		○	○				
铝 合 金	○	○	○	○	○	○	
鎳 合 金	○	○	○	○		○	
铜	○			○		○	○
黄 铜	○	○	○	○	○	○	○
铜锡合金	○			○		○	○
炭 素 钢	○			○		○	
低合金钢	○			○		○	
高合金钢	○			○		○	
鎳和合金	○			○		○	

〔注〕 ○符号表示适用的或可能的铸造方法。

湿型是不需要干燥的铸型。这种铸型又可分为天然砂型、半合成砂型和合成砂型三种。天然砂型是将普通的天然砂调入一定数量的粘土，进行造型后所制成的铸型。天然砂型适用于铸铁、铜合金和铝合金铸件，不适用于铸钢件。半合成砂型是在天然砂中加入石英砂、粘土、膨润土及其他添加物配制的型砂制造的，其质量比单纯使用天然砂为好。这种砂型的缺点是，容易产生铸造缺陷，即容易产生因水份较高而造成的气孔，还容易产生冲砂等表面缺陷。由于耐火度较低，容易烧灼，故不适用于铸钢件。此外，铸型的抗压强度也较低，所以仅适用于铸造小件。合成砂型是用料石英砂中加入粘土、膨润土、木屑、淀粉和炭粉等配制的型砂制造的，型砂成份可以

根据要求任意配制，质量也容易控制。由于耐火度较高，合成砂型适用于铸钢件。合成砂型与天然砂型、半合成砂型相比，水份较低，气孔缺陷较少，冲砂等缺陷也少，铸型的抗压强度较高，可铸造中型铸件。

表面干型是用喷灯加热，使湿型表面干燥而制成的铸型。由于干燥处理的缘故，铸型的抗压强度稍为增高，和湿型相比可铸造重量较大的铸件。铸型表面的水份也比湿型少，因此气孔较少，冲砂等缺陷也少。

干型是在 $250\sim 450^{\circ}\text{C}$ 左右的温度下进行干燥处理的铸型。铸型的抗压强度高，气孔、冲砂等缺陷也难形成，能铸造大型铸铁和铸钢件。目前，使用干型能铸造 $200\sim 300$ 吨的大型铸钢件。

焙烧型是在 $800\sim 900^{\circ}\text{C}$ 下焙烧而成的铸型。由于铸型的水份完全消除，因此不会产生铸造缺陷。这种铸型的主要材料几乎都是石英砂。为了防止烧灼等特殊的目的，还添加锆石、橄榄石、氧化镁、铬铁矿石等矿物。有手工和机制两种造型方法。机制时，小型铸件使用震实造型机和震压造型机，而中、大型铸件则使用抛砂机。铸件的型芯使用吹芯机。铸造中、大型铸件时，面砂和底砂的种类是不同的，铸造小型铸件时使用统一的型砂。新砂作面砂用，使用一次后，型砂回收，经处理，可再次利用。所以，型砂的成本低。

普通铸型铸造的优、缺点如下：

〈优点〉

1. 铸件尺寸不受限制，可铸造大型铸件；
2. 材料范围广，可适用于轻合金、铜合金、铸铁、铸钢、耐热耐蚀合金等；
3. 铸型的材料费用低廉；

4. 模型（木模、金属模等）的加工费用比精密铸造和金属型铸造低；

5. 小型铸件可用湿型并机械化造型进行大批量生产。

〈缺点〉

1. 铸件精度差，必需留有较大的加工余量；

2. 因铸型本身关系，铸造缺陷较多；

3. 中、大型铸件的生产率较低；

4. 操作环境不良。

1.2.2 特殊铸型

（1）油砂型

油砂型是用石英砂中加 2~4% 左右的亚麻子油和桐油等植物性干性油配制的型砂造型，然后在 200~250℃ 下进行干燥处理，提高强度后，制成的铸型。

油砂型铸造的优、缺点如下：

〈优点〉

1. 铸型经干燥处理后，强度增高，可铸造薄壁并带有小型芯的铸件；

2. 铸型透气性良好，气孔缺陷少；

3. 浇注后，铸型的溃散性良好，铸件中的型芯也容易落砂；

4. 适用于大批量生产小型铸件。

〈缺点〉

1. 湿强度非常低，因此铸型干燥处理前的搬运应予以特别注意；

2. 不能铸造中、大型铸件；

3. 铸型干燥温度的允许范围较小，必需备有温度控制良好的干燥炉；

4. 铸型的材料费用昂贵。

(2) 空气硬化型

空气硬化型是用石英砂中加 1.5~3% 左右的空气硬化油及少量催化剂配制的型砂造型。型砂置入砂箱内，可分为硬化后起模立即使用和干燥硬化处理后再使用两种情况。在常温下硬化，需要较长时间，因此一般是在 210~220℃ 下进行干燥硬化处理，以缩短硬化时间。

空气硬化型铸造的优、缺点如下：

〈优点〉

1. 铸件尺寸不受限制，可铸造大型铸件；
2. 铸型在常温下硬化后，强度增高，故容易操作。
经干燥处理后，可达到极高的强度，特别适用于薄壁型芯类铸件；
3. 由于铸型强度高，可节约型芯骨；
4. 型砂流动性良好，不必捣实，可减少造型工时，木模的损伤也较少；
5. 冷隔、冲砂等缺陷极少。此外，型砂内无水分，不会产生铸造缺陷；
6. 浇注后，铸型的溃散性良好，铸件中的型芯也容易落砂。

〈缺点〉

1. 铸型的材料费用昂贵；
2. 型砂性能受型砂的配料比例、混合条件和气候条件的影响，必需严格控制；
3. 不能使用湿砂；
4. 铸型干燥温度的允许范围较小，必需备有温度控制良好的干燥炉。

(3) 冷硬型

冷硬型是最近发展的一种铸型，用石英砂中加液状树脂和其他硬化剂配制的型砂造型。铸型不必进行干燥处理，在室温下就能达到良好的强度。在常温下硬化的树脂有：呋喃系、酚醛系、木素系和异氰素系等树脂。但使用最多，也最有成效的是呋喃系树脂。

冷硬型铸造的优、缺点如下：

〈优点〉

1. 铸件尺寸不受限制；
2. 冷硬型能在常温下硬化，不需进行干燥处理就能达到良好的强度，因此不需要干燥炉；
3. 铸型强度高，可节约型芯骨；
4. 型砂流动性良好，不必捣实，可减少造型工时，木模的损伤也较小；
5. 冷隔、冲砂等缺陷极少。此外，型砂内无水分，不会产生铸造缺陷；
6. 与油砂型和空气硬化型相比，浇注时，从铸型内排出的气体量较小。

〈缺点〉

1. 铸型的材料费用昂贵；
2. 型砂性能受型砂的配料比例、混合条件和气候条件的影响；
3. 不能使用湿砂。

(4) 壳型

壳型是在第二次世界大战中由德国丁·克洛宁首创的，又称克洛宁铸造法。1947年介绍至美国后，迅速实现了机械化，扩大了应用范围。1947年日本的壳型协会购入专利，以副合同的形式分配给协会会员。现在约有500家厂商采用这种方法。

这种铸造方法的要点是，将石英砂中加4~8%树脂粉末配制成的树脂砂撒到予热的金属模板上，由于金属模板的热量，树脂收缩软化，型砂就密敷在金属模板上。之后，回转金属模板，去除多余的树脂砂。金属模板和密敷在其上的砂层在300~350℃下加热至完全硬化为止。将覆盖的、已硬化的密敷砂层与金属模板分离，就制成为4~10毫米厚度的壳型。用这样的操作方法制造上、下两个壳型，合型后进行浇注。如需型芯，则用吹芯机将树脂砂吹入予热至300~350℃的金属芯盒中，制造型芯。壳型中，除了树脂粉末和砂混合之外，还有树脂覆膜砂造型法。现在，大多采用树脂覆膜砂的方法。采用这种方法时，将液态树脂覆盖型砂，这样，砂与树脂完全是处于密合，无游离状态。

现在正在发展高性能的壳型造型机。例如：全自动制芯机、吹入式大型壳型造型机等。壳型可用于铸铁、铸钢、铜合金的铸型和型芯以及轻合金的型芯等方面。铸件重量大都在0.2~10公斤左右。

壳型铸造的优、缺点如下：

〈优点〉

1. 尺寸精度高；
2. 铸件表面平整；
3. 可铸造比较复杂的铸件；
4. 铸型无吸湿性，可保存；
5. 铸型轻，强度好，搬运方便；
6. 可用于大批量生产。

〈缺点〉

1. 铸件尺寸受限制；
2. 浇注材料受限制，例如，低碳钢厚壁铸件表面粗糙；

3. 铸型的材料费用昂贵。

(5) 水泥型

水泥型是用于铸造中、大型铸铁件，以取代以前的干型而得到普及。

采用石英砂中加 10% 左右的水泥、7% 左右的水及少量催化剂搅拌而成的型砂，其造型方法与普通铸型相同。造型后放置 24~48 小时，能达到很高的强度，干燥后即可浇注。

水泥型铸造的优、缺点如下：

〈优点〉

1. 铸件尺寸不受限制，最适用于铸造中、大型铸件；
2. 粘结剂是使用廉价的水泥，因此铸型的原材料费用低廉；
3. 一般是在 200~250℃ 的低温下进行干燥处理，所以不必备有干燥炉，合型后往铸型腔吹热风就可以了，根据铸件情况，铸型在自然干燥后，也能使用；
4. 铸型强度高，透气性好；
5. 型砂流动性好，粘性也好，因此容易造型；
6. 铸型干燥处理后的变形小，因此，与普通干型相比，铸件精度较高；
7. 浇注后，铸型的溃散性良好，容易落砂；
8. 生产率高。

〈缺点〉

1. 浇注材料受限制，仅适用于铸铁件；
2. 铸型的硬化时间长，因此，木模从铸型中取出的时间也长，不利于木模的周转；
3. 型砂的贮存时间，在夏季和冬季是不同的，必需调整型砂的配料比例；
4. 木模费用高。