

梁光泽 编著

实型铸造

(第三版)

上海科学技术出版社

实 型 铸 造

(第 3 版)

梁 光 泽 编著

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书系统阐述八十年代迅速发展的铸造新技术——实型铸造法。

全书共分九章。书中着重介绍了实型铸造的原理和工艺过程；模样的加工与制造；铸件成型的理论；经济效果与安全技术；并对由本法演变发展而成的实型干砂法、磁型铸造、实型精密铸造、实型负压造型法等新工艺及有关专用设备和生产实例作了一定的介绍；还对影响模样和铸件质量的有关问题进行了专题论述；同时也对模样材料——聚苯乙烯泡沫塑料的特性与生产工艺作了比较详细的叙述。

本书可供铸造科技人员、大专院校师生和生产工人阅读，同时也可供从事泡沫塑料生产和应用的技术人员和工人参考。

实型铸造

(第3版)

梁光泽编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 常熟第七印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张14.5 字数317,000

1990年12月第1版 1990年12月第1次印刷

ISBN 7-5323-2232-7/TG·75

印数1—3,300 定价：4.65元

前 言

实型铸造是六十年代出现、八十年代蓬勃发展的铸造新技术。实型铸造法自应用于工业生产以来,因为具有许多优点,有利于减轻劳动强度、提高生产效率、降低成本和精化铸件毛坯,有利于资源的合理利用,因而在世界范围内获得了很快的发展。

目前,这项新工艺已在我国各地得到了越来越广泛的应用,取得了显著的成绩。实践证明,实型铸造法是一项适合我国国情、大有发展前途的铸造新技术。为了使这项技术进一步完善和发展,以适应“四化”建设的需要,作者在1986年版《实型铸造(修订版)》基础上,综合多年来的研究成果,对本书第一章中的“国内外发展概况”和第九章中的“铸铁皱皮缺陷的研究”、“烟雾的预防及其装置”作了重要补充,同时还补写了第二章中的“模样材料的检验”,第六章中的“实型精密铸造”、“磁型铸造”、“实型负压造型法”和第八章中的“专用设备”、“典型生产实例简介”等内容,使本书更臻完善、实用。

本书内容以工艺为主、设备为辅,并在偏重生产实践的基础上对有关理论问题作了一定的分析。

在本书的撰写过程中,曾得到原上海实型铸造小组(有上海机械工艺研究所、上海重型机器厂、上海造纸机器厂、中国机模厂和上塑七厂等八个单位)和全国各地(有广州重型机器厂、柳州微型汽车厂、内蒙第一机械厂、锦西化工机械厂、621研究所、大连机床厂、大连机车车辆厂、机电部第一设计院、长

春光机所等)数十个兄弟单位的支持,并提供了有关素材。在此谨表示衷心感谢。

限于作者水平和撰写时间仓促,书中内容难免有不妥之处,恳望读者批评指正。

梁光泽 1989年8月

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 实型铸造概述.....	1
一、基本原理.....	2
二、特点.....	4
三、应用范围.....	8
第二节 国内外实型铸造的发展概况.....	16
一、国外实型铸造发展概况.....	17
二、我国实型铸造发展的回顾.....	24
参考文献.....	32
第二章 模样材料	36
第一节 概述.....	36
一、泡沫塑料.....	36
二、泡沫塑料的发泡方法及发泡剂.....	37
第二节 聚苯乙烯泡沫塑料的生产工艺.....	39
一、可发性聚苯乙烯珠粒的制造.....	39
二、聚苯乙烯珠粒的预发泡.....	46
三、泡沫聚苯乙烯珠粒的熟化.....	52
四、加料.....	54
五、成型发泡.....	56
六、泡沫塑料模样的冷却.....	57
第三节 铸造用泡沫塑料及其性能.....	59
一、铸造用泡沫塑料的特点与要求.....	59

二、泡沫塑料的规格及牌号	66
三、聚苯乙烯泡沫塑料的性能	61
第四节 泡沫塑料的检验	68
一、剩余单体含量——苯乙烯在聚苯乙烯中的含量	68
二、发泡剂含量的测定	69
三、聚苯乙烯珠粒的容重	70
四、聚苯乙烯泡沫塑料的水分	70
五、聚苯乙烯泡沫塑料的密度	71
六、泡沫塑料的线收缩	71
七、泡沫塑料的抗拉强度	71
八、泡沫塑料的抗压强度	72
参考文献	72
第三章 泡沫塑料模的制造	74
第一节 泡沫塑料模的加工成型	76
一、切削加工的基本原理	76
二、机械加工法及其工艺	77
三、手工加工	95
四、加工成型模样的缺陷及其解决办法	99
第二节 泡沫塑料模的发泡成型	101
一、发泡成型的分类及工艺	101
二、发泡成型模的缺陷分析	112
三、几种典型模样的发泡成型工艺规范	112
第三节 模样的结构与装配	113
一、模样的装配	113
二、模样的结构	122
三、模样的装配技巧及其实例	128
第四节 发泡模具的设计及制造	132
一、模具材料及制造	133
二、发泡模具的分类	134

三、模具的设计·····	136
第五节 泡沫塑料模的质量及其影响因素·····	142
一、聚苯乙烯珠粒组分对模样质量的影响·····	142
二、影响发泡模样表面粗糙度的因素·····	143
三、泡沫塑料(或模样)的密度梯度·····	145
四、泡沫塑料内部孔径、密度和均匀度的控制·····	145
五、泡沫塑料模的尺寸精度·····	147
六、发泡剂对泡沫塑料质量的影响·····	148
参考文献·····	149
第四章 实型铸件成形的理论基础 ·····	151
第一节 铸型的充填·····	151
一、实型铸造的充填特点·····	151
二、影响实型铸型充填能力的因素·····	153
第二节 聚苯乙烯泡沫塑料的热分解·····	154
一、在缓慢加热条件下泡沫塑料的热分解·····	155
二、在浇注金属液时泡沫塑料的热分解·····	157
三、聚苯乙烯热分解产物的组分·····	162
第三节 模样分解产物与铸件质量的关系·····	166
一、聚苯乙烯分解产物对铸件的化学成分、组织和机械性能的影响·····	167
二、聚苯乙烯分解产物对合金钢和青铜铸件质量的影响·····	177
三、聚苯乙烯分解产物对铸件表面质量的影响·····	178
参考文献·····	183
第五章 实型铸造工艺 ·····	185
第一节 工艺设计特点·····	185
一、工艺的编制原则·····	185
二、编制实型铸造工艺的步骤·····	189
第二节 型砂·····	196

一、实型铸造型砂的要求与选择·····	196
二、实型铸造用型砂的配方及性能·····	197
第三节 涂料·····	209
一、实型铸造用涂料的要求·····	209
二、涂料的原材料及其性能·····	211
三、实型铸造涂料的配方·····	217
四、涂料的干燥及其涂覆方法·····	222
第四节 浇注系统·····	225
一、浇注系统的设计原则·····	225
二、浇注系统的形式及其结构·····	228
三、浇注系统的计算与截面选择·····	231
四、浇注系统的设置及其注意事项·····	233
第五节 冒口与冷铁·····	235
一、冒口·····	235
二、冷铁·····	238
三、球形冒口的应用·····	239
第六节 造型·····	243
一、造型操作的方法·····	244
二、典型模样造型操作的技巧·····	246
第七节 浇注·····	251
一、浇注速度·····	251
二、浇注温度·····	254
三、浇注方法·····	257
四、影响浇注的因素·····	258
第八节 清理·····	260
参考文献·····	261
第六章 应用中的新发展·····	264
第一节 实型干砂造型法·····	264
一、概述·····	264

二、干砂的特性·····	268
三、实型干砂造型法的若干工艺要素·····	269
第二节 实型空腔造型法·····	272
一、概述·····	272
二、实型空腔法的研究·····	274
三、大型铸钢件实型空腔法生产实例简介·····	277
第三节 磁型铸造·····	280
一、概述·····	281
二、有关的工艺要素及技术问题·····	284
三、应用范围及其利弊分析·····	293
第四节 实型精密铸造·····	294
一、熔模和实型精密铸造的比较·····	294
二、实型精密铸造的特点及其工艺要素·····	296
三、大型实型精铸件实例简介·····	299
第五节 实型负压造型法·····	302
一、概述·····	303
二、实型负压造型法有关工艺要素·····	308
三、抽气方式及其造型技术·····	312
第六节 在其它方面的应用·····	315
参考文献·····	318
第七章 质量、效益与安全·····	320
第一节 铸件的质量与缺陷分析·····	320
一、缺陷分析及其预防措施·····	320
二、铸件的检验与质量分析·····	327
第二节 意义与经济效果·····	335
一、对国民经济的现实和长远意义·····	335
二、经济效果分析·····	336
第三节 劳动保护与安全技术·····	341

一、聚苯乙烯分解产物的毒性分析和环境卫生·····	341
二、劳动保护与安全技术·····	346
参考文献·····	350
第八章 有关专用设备及生产实例简介·····	351
第一节 专用设备简介·····	351
一、概述·····	351
二、震动式泡沫塑料刨板机(PS-B-I)·····	359
三、KBC 型模压发泡成型机·····	363
第二节 典型生产实例简介·····	368
一、异型叶片(暨转轮体)模样的制造·····	368
二、空压机气缸体模样的制造·····	372
三、大型盖体发泡模具的结构与制造·····	375
参考文献·····	382
第九章 专题论述·····	383
第一节 铸造用泡沫塑料的研究·····	383
一、泡沫塑料改性的试验研究·····	383
二、低密度泡沫塑料的研究·····	387
三、国产与日本(FMC)铸造用泡沫塑料的对比试验·····	389
四、改性和低密度泡沫塑料的对比分析·····	391
第二节 确保模样质量的措施·····	393
一、模样变形的控制·····	393
二、模样表面不良的补救·····	396
第三节 加工泡沫塑料模内外圆角的方法及器具·····	398
一、直式外圆角热割器·····	399
二、圆弧形内圆角热割器·····	401
第四节 铸铁皱皮缺陷的研究·····	402
一、铸铁皱皮缺陷的试验研究·····	402
二、铸铁皱皮缺陷的探讨·····	415

第五节 铸钢件的渗碳及其预防	423
一、渗碳的机理	428
二、影响渗碳的因素	430
三、防止渗碳的方法	434
第六节 烟雾的预防及其装置	437
一、模样材料与结构的改进	438
二、烟囱(或后烧器)法	439
三、使用暗冒口	441
四、带塞子的暗冒口	441
五、实型空腔(或预气化)法	442
六、通风除尘法及其装置	442
七、实型负压法及其排烟除尘系统	444
第七节 有关技术问题的探讨	445
一、结合附属件的铸造法	445
二、高速钢的悬浮铸造	446
参考文献	448

第一章 绪 论

随着现代工业的高速发展,科学技术的日新月异,各种新工艺、新技术和新材料不断涌现,科学技术领域内各门学科互相渗透、互相结合日趋密切,往往从单一的新工艺和新材料中引出另一种崭新的新技术来。

由于化工和塑料工业的发展,特别是聚苯乙烯泡沫塑料的诞生和实型铸造工艺的出现,打破了千百年来制模用木材、造型要取模的传统。这是铸造生产上的一大革命。实型铸造具有节约木材、简化工序、减轻劳动强度、提高生产效率和铸件质量,以及经济效果显著和便于实现机械化和自动化生产等优点,从而受到国内外铸造工作者的普遍重视,获得了很快的发展。

实型铸造所特有的优点,越来越多地被人们所公认,并越来越广泛地受到铸造界(尤其是制模和造型工人)的欢迎。实践证明,这项新工艺是铸造行业中的一大革新,具有宽广的发展前途和无限的生命力,是一条多快好省发展铸造生产的有效途径。

第一节 实型铸造概述

研究和使用泡沫聚苯乙烯塑料模生产铸件的实型铸造法(Full Moulding Casting Process, 简称“FM”法)是铸造生产的新成就之一。

一、基本原理

铸造在我国已有几千年的历史，在今日现代化的机械制造业中，不少机械零件就是通过铸造的方法先生产出毛坯，再经过各种不同的方法进一步加工而制成，有的甚至可以直接铸造出来。

铸造发展到现在，尽管出现了许多新的方法，但是目前生产上应用最普遍的，却仍然是发展较早的砂型铸造。

砂型铸造通常人们又称之为翻砂。它必须借助于铸模（用木材或金属制成），才能将型砂制成所需形状的铸型，但是这类用木材或金属制成的模样，必须在浇注前从铸型中取出，否则就无法浇注。由于砂型铸造的模样必须从铸型中取出，就使它的工艺显得特别复杂，工序多、劳动强度大、生产周期长和成本高，而且铸件精度不够理想，甚至对某些复杂的零件还无法实现整体铸造，这就成了砂型铸造的致命弱点。

为了改善砂型铸造的状况，人们作了不少努力，但效果不大。尤其对于那些单件小批、形状较为复杂的大中型铸件，如何来实现“高效、优质、低成本”的生产要求，成了铸造工作者急待解决的重大课题。在实型铸造法出现之后，这个问题得到了解决。

实型铸造法就是用泡沫聚苯乙烯塑料（以下简称泡沫塑料或聚苯乙烯）模代替铸模进行造型，模样不取出呈实体铸型，浇入金属液，模样气化，而得到理想铸件的一种铸造方法。该法的工艺过程是用泡沫塑料制成的模样，置入砂箱内填入造型材料后舂实，模样不取出构成一个没有型腔的实体铸型，当金属液浇入铸型时，泡沫塑料模在高温金属液的作用下迅速气化、燃烧而消失，金属液取代了原来泡沫塑料模样所占据的位置，冷却凝固成与模样形状相同的实型铸件，如图

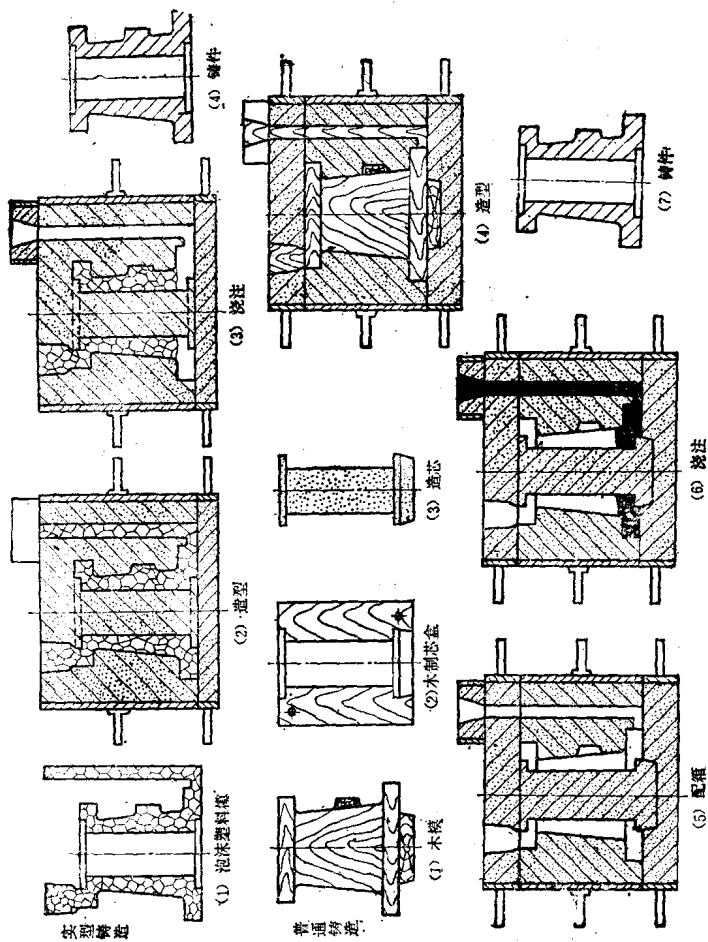


图 1-1 实型铸造与普通铸造工艺过程示意图

1-1 所示。

这种铸造方法又可称之为气化模铸造、消失模铸造、无型腔铸造、大型精密铸造和泡沫聚苯乙烯塑料模实型铸造。这些名称,有的是以模样的特征来取名,如消失模铸造;有的是以模样在浇注过程中的状态来取名,如气化模铸造;亦有的是以铸型的特征来取名,如无型腔铸造、实型铸造。

实际上,泡沫塑料模在浇注过程中并非都是气化过程,在浇注过程的始终,泡沫塑料的变化包括有软化、融熔、气化和燃烧等一系列物理化学现象。再则,采用泡沫塑料模的这种铸造方法,无论选用哪种造型材料,或是采取哪种造型手段和工装设备,它们在铸造工艺和技术要求上基本都是一致的,而且它们之间的最重要的共同特征,是模样都用泡沫塑料制成,它取代了原来的空型腔呈实体的铸型,并且在浇注过程中泡塑模样是随金属液的推移而逐渐地被气化消失,模样和金属液同时存在,使铸型始终保持呈实体的状态,直至浇注完毕,模样完全被金属液所取代。因此,这种铸造法名符其实地应称之为泡沫聚苯乙烯塑料模实型铸造,以下简称为实型铸造。

二、特点^[1]

虽然本法仅是制造模样的材料有了改变,但是由此而引起砂型铸造工艺的变革却是巨大的。

实型铸造法与一般铸造法的最大差异是使用泡沫塑料模,模样不取出,铸型没有型腔和分型面。因此,具有下列优点:

(一)节约木材

用泡沫塑料代替木材制造模样可以节约大量木材,这对森林资源比较短缺的我国有着十分重大的意义。据统计, 1

吨实型铸件平均可节约 1.75 米³ 木材。仅以上海实型铸造小组为例, 1967~1976 年用本法生产的铸件即为国家节约木材 15000~20000 米³。

(二) 简化工序, 缩短生产周期, 提高生产效率

由于本法的模样是整体的, 基本上不用型芯, 省去了型芯盒和芯骨的制备以及芯砂的配制工序; 而且因选用冷固性造型材料(如水泥自硬砂或水玻璃自硬砂等), 不需要烘型和铸型的一些准备工作; 操作上又省去了取模、修型和配箱等许多工序, 因而缩短了生产周期, 提高了生产效率。按目前的生产水平统计, 一般可提高制模效率 0.5~3 倍, 提高造型效率 2~5 倍。

(三) 减轻劳动强度, 改善制模和造型工的操作条件

因泡沫塑料的密度低(0.015~0.025 克/厘米³), 约是木材的四分之一, 使制模操作轻巧方便; 而且造型又省去拔模、修型和合箱等工序, 所以大大减轻了劳动强度和改善操作条件。

(四) 提高铸件的尺寸精度, 做到了毛坯的精化

因模样不必从铸型中取出, 没有分型面, 又省去了配箱、组芯等工序, 避免了在普通铸造中因起模和配箱所导致的尺寸偏差, 因而提高了铸件的尺寸精度。如图 1-2 所示的 4000 千瓦水轮机转轮体铸件, 形状复杂, 尺寸精度要求较高(尺寸偏差小于 6 毫米), 原用普通铸造的尺寸偏差常达 10~20 毫米, 废品率很高。而采用本法生产, 该铸件的个别相邻叶片开口偏差在 ± 4.5 毫米之内, 各开口的算术平均值偏差不大于 ± 3 毫米, 均在技术要求范围内。^[2]

(五) 零件的设计制造自由度大

采用这种新的铸造方法时, 改变了要分型和必须取模的