

熔模精密铸造

Rongmo Jingmi Zhuzao

叶久新 彭宽 编

湖南大学出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了熔模精密铸造的基本知识、生产工艺技术和近年来国外发展概况。内容分为七章和一个附录。七章的目录为熔模铸造基本概念、压型设计、熔模制造、型壳制造、脱模与焙烧、金属熔炼与浇注、铸件清理与缺陷分析；每章附思考题若干；附录部分汇编了熔模铸造生产中常用的有关检验方法，以供参考。

本书可作熔模铸造厂技术培训班和技工学校的教材，以及熔模铸造生产工人、检验人员和技术人员、铸造专业学生参考用书。

熔 模 精 密 铸 造

叶久新 彭 宽 编



湖南大学出版社出版

(长沙市岳麓山)

湖南省新华书店发行 湖南大学印刷厂印刷



开本：787×1092毫米 1/32 印张：5.7 字数：131千字

1986年10月第1版 1986年10月第1次印刷

印数：0001—6000

统一书号：15412·15

ISBN7-314-00063-8/TH.4 定价：1.30元

前 言

近年来，随着我国社会主义建设事业的蓬勃发展，熔模精密铸造也相应地得到了新的发展；在全行业各生产单位增添了大量的新职工。对这批新生力量进行基础技术知识教育，以提高职工技术理论水平和实际操作技能，是开展人员培训工作的重要任务。《熔模精密铸造》一书，即是服务于此目的而编写的。

鉴于服务对象及当前国内熔模铸造生产实际情况，本书是从介绍熔模铸造的一般概念入手，对水玻璃粘结剂型壳的制造工艺和操作规程作了比较详细的叙述；对硅酸乙酯和硅溶胶粘结剂型壳作了一般性介绍；对模料的种类和配方以及新硬化剂的使用等问题进行了讨论；此外，在各部分引述了国外熔模铸造的发展概况，以便使读者开阔视野，对国外发展趋向有所了解，并从中获得启迪。

本书可供具有中等文化水平的职工自学和工厂进行技术培训的教材以及技术人员参考用书。

本书第六章由彭宽编写，其余各章及附录由叶久新编写。在本书编写及审稿过程中，承蒙沈阳铸造研究所傅朝荣同志的热情指导以及有关厂家的大力支持和协助，在此，谨致谢意。

由于水平所限，错误之处希望广大读者指正。

编 者

一九八五年十一月

序

近十年来，机械行业生产的稳步发展掀起了推广熔模精铸的热潮。熔模精铸产品、合金品种的应用领域日益扩大，产品的产量和质量也日益增长与提高。与此同时，精铸行业增添了一大批新职工。他们迫切需要掌握一定的精铸基础知识与实际生产操作技术。为此，全国特种铸造及有色合金专业委员会，于一九八一年五月在武汉召开的熔模精铸质量讨论会上曾提出了为促进国内精铸发展、提高质量、实现“全员教育”等措施的倡议。湖南大学铸造教研室叶久新等同志，在有关厂家的大力支持下，编写了《熔模精密铸造》这本书，为实现“全员教育”提供了一种适用的教材。在当前精铸专业技术丛书缺乏的情况下，本书之问世是具有较大实用价值的。

作者鉴于当前国内精铸生产状况是：水玻璃粘结剂熔模精铸仍占据主要地位，硅酸乙酯、硅溶胶粘结剂熔模精铸仅在军工口与民用口少数汽轮机、燃气轮机生产厂家应用。书中着重介绍了水玻璃精铸基础知识，对硅酸乙酯、硅溶胶精铸作了概括介绍，这是符合当前生产实际及发展趋向要求的。

本书可作全国工矿企业举办熔模精铸技术培训班和在职职工自学教材，技术人员及大专院校专业学生的参考用书，谨予推荐。

全国特种铸造及有色合金
专业委员会委员 傅朝荣

目 录

第一章 熔模精密铸造基本概念	(1)
一、熔模铸造工艺过程.....	(3)
二、熔模铸造的特点和应用范围.....	(3)
第一章思考题.....	(6)
第二章 压型设计	(7)
一、压型的分类.....	(7)
二、压型的结构.....	(8)
三、压型型腔尺寸的确定.....	(8)
四、浇注系统的设计.....	(10)
第二章思考题.....	(18)
第三章 熔模制造	(20)
一、对模料性能的要求.....	(20)
二、模料的种类.....	(21)
三、熔模制造工艺.....	(33)

四、熔模组装	(37)
第三章思考题	(40)
第四章 型壳制造	(41)
一、制造型壳的原材料	(41)
二、水玻璃耐火涂料的配制	(49)
三、水玻璃型壳制造工艺	(54)
四、水玻璃型壳的高温强度及其改善	(68)
五、硅酸乙酯型壳	(70)
六、硅溶胶型壳	(72)
第四章思考题	(75)
第五章 脱模及型壳焙烧	(77)
一、脱模	(77)
二、模料回收	(80)
三、水玻璃型壳的焙烧	(84)
第五章思考题	(88)
第六章 金属熔炼与浇注	(89)
一、铸钢及其熔炼方法	(89)

二、铜合金及其熔炼·····	(114)
三、铝合金及其熔炼·····	(123)
四、金属的浇注·····	(138)
第六章思考题·····	(143)

第七章 铸件清理及铸件缺陷分析····· (144)

一、铸件的脱壳与清理·····	(144)
二、铸件缺陷分析·····	(148)
第七章思考题·····	(157)

附录：化验室工作····· (159)

一、水玻璃模数测定·····	(159)
二、低模数水玻璃的处理·····	(160)
三、硬化剂 NH_4Cl 溶液成分的测定·····	(162)
1. NH_4Cl 含量的测定和调整·····	(162)
2. NaCl 含量的测定·····	(163)
3. NH_4OH 含量的测定·····	(164)
四、涂料及型壳中 Na_2O 含量的测定·····	(164)
1. 涂料中 Na_2O 含量的测定·····	(164)
2. 型壳中 Na_2O 含量的测定·····	(165)

五、低温模料回收蜡中硬脂酸补加量的计算… (165)

六、聚合氯化铝中 Al_2O_3 和碱化度的测定…… (166)

主要参考文献…………… (168)

第一章 熔模精密铸造基本概念

熔模精密铸造，就是用易熔材料（例如蜡料或塑料）制成可溶性模型（简称熔模），在其上涂覆耐火涂料，并撒砂，经过干燥和硬化形成一个壳层，此工序经多次重复后形成一个有一定厚度的整体型壳；再经过热水或蒸汽等加热方法从型壳中熔掉熔模；然后把该型壳放入焙烧炉中经过高温焙烧；向其中浇注熔融金属，冷凝后即获得与熔模几何形状一样的铸件。由于这种工艺方法采用只能使用一次的易熔模型，故称为熔模铸造，或失蜡铸造。又因为这种方法制得的铸件精度和光洁度都比较高，可有效地实现毛坯精化，甚至无余量，故又称为熔模精密铸造。

熔模铸造的方法是我国劳动人民最早发明创造的。据我国明朝宋应星所著《天工开物》记载，远在公元前数百年（即距今二千多年前），我们的祖先就创造出用蜡和牛油作模型，上面覆以粘土，熔去蜡和牛油后得到铸型，用来铸造带有各种精细花纹和文字的钟鼎及器皿等制品。对此，苏联书籍也这样写道：“熔模铸造的方法，早在二千多年前，中国和埃及就已经应用了……。”但是，在解放前，由于腐朽的封建制度束缚了生产力的发展，致使这一古老的铸造技术只是作为民间艺术存在，没有得到应有的发展。

解放后，由于党和政府的重视，才使这种古老的熔模铸造方法获得了新生和发展。目前，熔模铸造已在机械制造工业中发展成为重要的、独立的行业体系。

十一届三中全会后，在全国范围内，熔模铸造以它独特的工艺技术，在对外开放、对内搞活经济方面日益发挥其更大的作用。

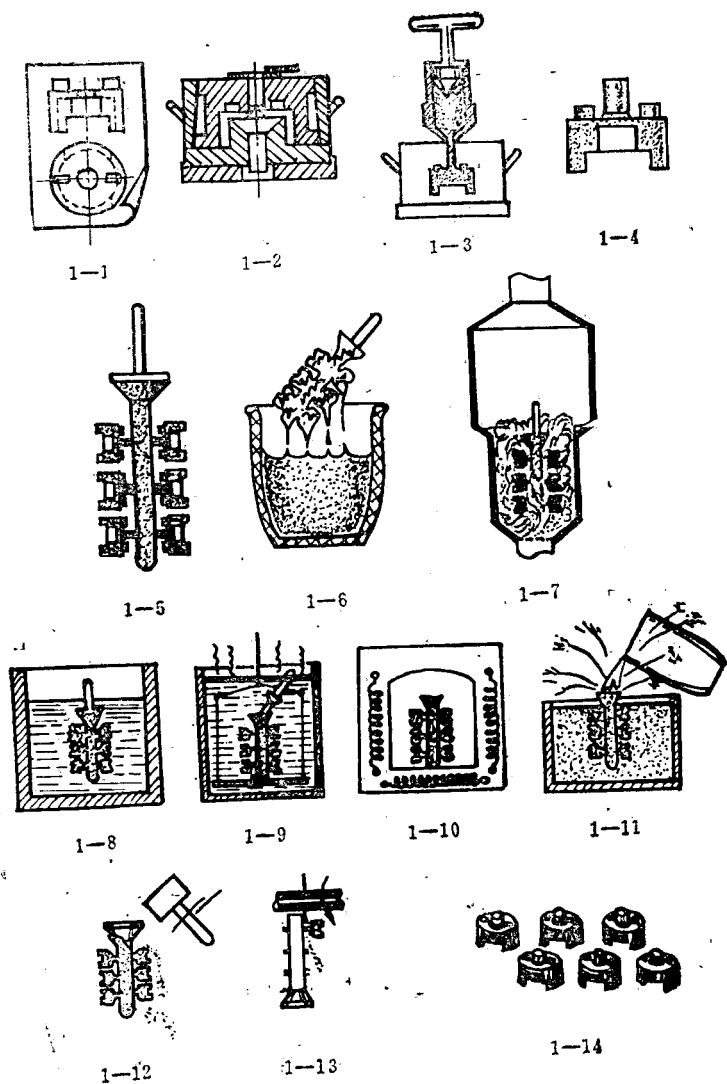


图1-1 熔模铸造工艺过程

1. 零件图 2. 压型 3. 压制熔模 4. 熔模 5. 焊接模组 6. 上涂料 7. 撒砂
8. 硬化 9. 熔失熔模 10. 焙烧 11. 浇注 12. 脱壳 13. 清理 14. 成品

一、熔模铸造工艺过程

熔模铸造的主要工艺过程如下（见图1）

1. 压型设计与制造：根据零件图要求设计并加工压型，压型材料用钢或其它材料。（图1—2）

2. 熔模制造：将调成糊状的模料压注到压型里（图1—3）制成熔模（图1—4）。

3. 模组组装：把若干熔模组焊到预先由蜡料制成的蜡棒（即浇注系统）上，制成模组。（图1—5）

4. 型壳制造：在模组表面涂上耐火涂料，撒上一层耐火材料（通常为石英砂或铝矾土等）（图1—7），再放入硬化剂中使涂层硬化（图1—8）。这样重复数次，使模组表面结成8—10毫米的硬壳。

5. 熔失熔模（脱蜡）：把完成制壳的模组放入热水池或其它热容器中，将模料（包括蜡棒）全部熔化，形成中空的型壳（图1—9）

6. 型壳焙烧：把型壳放入加热炉中进行焙烧（图1—10）

7. 烧注：将熔融的金属浇注到型壳中。（图1—11）

8. 脱壳与清理：用手工或震壳机械脱壳（图1—12），切除浇冒口（图1—13），再经其它清理工作后即得到所需的铸件（图1—14）。

整个工艺过程可用方框图如下图1—2所示。

二、熔模铸造的特点和应用范围

1. 熔模铸造的特点（优点）

（1）生产中所用的基本设备比较简单，一般机械厂都

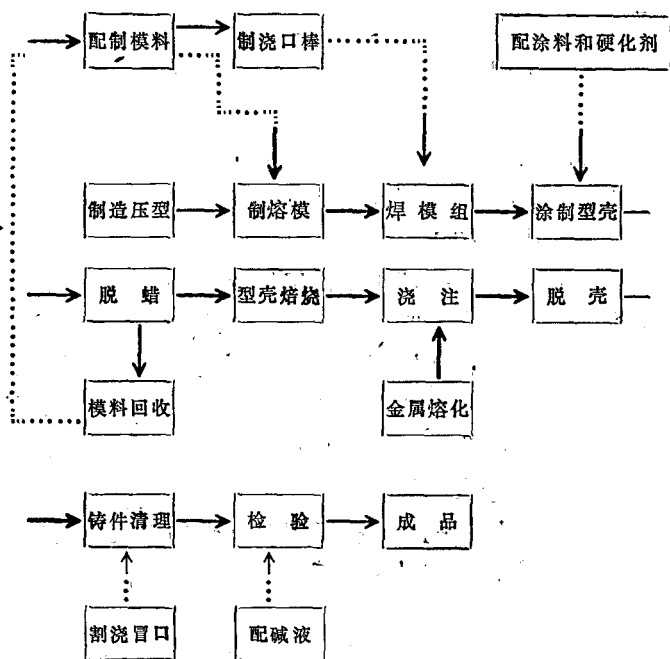


图1-2 熔模铸造流程图

可自行制造，生产占地面积小，不需大量投资，小型工厂和乡镇企业都能很快上马。

(2) 与砂型铸造相比，熔模铸件具有较高的尺寸精度和表面光洁度。能减少机械加工余量或直接得到零件，实现少、无切削而大大提高生产率。

(3) 可制造难于用砂型铸造、锻压或切削加工方法制造的形状复杂的零件。零件重量自几克到数十公斤。

(4) 对于一些难于切削加工的合金铸件，如不锈、耐

热以及磁钢等合金钢铸件，都可用此方法生产。

2. 存在的问题

(1) 此项工艺进入工业规模的生产行列的时间还不长，因而工艺基础理论薄弱，测试手段还不完善，还有待进一步研究解决。

(2) 其生产过程虽然可以划分为最简单的单独工序，但就其整体而言却表现得工艺复杂、工序繁多、生产周期长。而且在繁杂的工序中，任何一点疏忽都会给铸件质量带来不良的后果。同时，也给铸件质量的分析复杂化。

3. 熔模铸造的应用范围

从上述的优点和存在的问题可知，并非所有的情况都可以用此法来生产铸件，只有在下列情况下才最适宜于应用：不能或难于机械加工的合金材料制成的铸件；形状很复杂且用其它方法不能或难于制造的零件，用其它方法制造毛坯需要很大加工余量的铸件；大量生产的少切削或无切削加工的零件。当然，是否真正选用此法还得根据各工厂的具体生产条件，全面考虑产品要求的必要性、技术上的可靠性以及经济上的合理性等因素来决定。

熔模铸造适用于机床、汽车、拖拉机、动力机械、矿山机械、电力机械、汽轮机、燃气轮机、仪表、风动工具等民用工业产品的生产。对航空，宇航用的涡轮、叶片以及军械零件，用精铸的实用价值更大。实际上有相当多的精密件采用熔模精密铸造已成为唯一的、最经济的生产方法。此外，随着旅游事业的蓬勃发展，用熔模铸造生产各种民间工艺美术品以及仿制出土文物，复制历史人物纪念像也显出它独特的优越性。

第一章思考题

(1) 什么叫熔模精密铸造?

(2) 熔模铸造的工艺过程如何? 用方框图表示。

(3) 熔模铸造有哪些特点? 结合本单位产品类型谈谈熔模铸造的应用特点。

第二章 压型设计

用来制造熔模的模具叫压型。压型是熔模铸造的最基本的工具。它的质量好坏直接影响到铸件尺寸精度和表面光洁度，也影响到生产率的高低，所以设计并制造好压型是至关重要的问题。

一、压型的分类

按所用
材料分

金属压型

钢模：一般用45[#]，加工成 $\nabla_7 \sim \nabla_9$ ，使用于大量成批生产且质量要求高的零件。

铝模：由于重量轻，可用机加工，也可用铸造而成。多用于批量不大的零件。

易熔用熔点低（100~200℃）的有色金属，如锡Sn、合金模：铋Bi、铅Pb、锑Sb组合制成，其中以42%Sn+58%Bi最好。常用于小批或形状复杂难于加工的零件，如滚齿刀等。

非金属压型

塑料及塑料 常用塑料及金属嵌块制作。但由于精度低，散热不好，压蜡后不易取模。故只适于小量及试生产，但镀铜后有所改善。

石膏模：β-型熟石膏，常用于单件小批生产或试生产，其优点是成型性好，凝结过程中有体积膨胀（0.1~0.2%），故制得的熔模轮廓清晰，尺寸准确，表面光洁。

木材：用于单件且要求不高的零件。

二、压型的结构

1. 对压型结构的要求:

压型的结构应简单轻巧、装拆操作方便, 保证熔模能顺利地取出; 压型工作型腔必须有足够的精度和光洁度; 要保证压注模料时, 能使模料顺利地充满整个压型。

2. 压型的典型结构:

(1) 成型部分: 主要包括上压型、下压型、型芯和活块等构件。形成熔模外型的部分称型腔; 形成熔模内腔的部分称型芯。

(2) 定位构件: 它是在向成型部分压入模料过程中, 保证压型各构件可靠地处于设计者预先确定的位置上的机构。常用的有销钉、插销、凸台、盒体等形式。

(3) 锁紧机构: 它将成型部分各构件牢牢地组合成一体, 以保证压入模料时成型部分各构件的原有相对位置不变。

(4) 起模装置: 它是在熔模成型后, 为了防止取模时发生变形或折断, 对于细长、薄壁、形状复杂件, 必须设置将熔模从压型中取出的机构。常用的有顶杆或顶板。

(5) 注蜡口及封蜡板: 向成型部分注入模料的口子称注蜡口。封蜡板的作用在于当模料压入后封死注蜡口, 防止因内部压力将模料向外挤出。

典型的机械加工压型见图 2—1。

三、压型型腔尺寸的确定

要确定压型型腔与型芯的尺寸, 这是一个比较复杂的问题。因为在考虑这些尺寸时, 除了应考虑合金的收缩外, 还

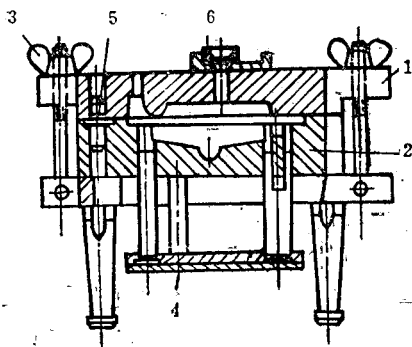


图2—1 典型的机加工压型总图

1. 上压型, 2. 下压型, 3. 锁紧机构, 4. 起模装置,
5. 定位机构 6. 注蜡口及封蜡板

应考虑模料的收缩和型壳在焙烧时的膨胀与收缩。也就是说要确定一个总收缩值： $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$ 。

式中： ε ——总收缩率%。

ε_1 ——合金的收缩，即线收缩。（可查有关手册）

ε_2 ——模料的收缩（可查有关手册）。

ε_3 ——型壳的收缩（通常为膨胀，即为负收缩）

另外我们知道：

$$\text{总收缩率}\varepsilon\% = \frac{\text{压型尺寸} - \text{铸件平均尺寸}}{\text{铸件平均尺寸}} 100\%$$

于是可以得出公式：

$$\text{压型型腔尺寸} = \text{铸件平均尺寸} (1 + \varepsilon\%) \quad (1)$$

若考虑到铸件的尺寸公差以及压型制造公差，那么（1）式就可以写成：