

熔模精密铸造

浙江大学《新技术译丛》编译组

熔模精密铸造

(译文集)

浙江大学 机械系铸工教研组 编译
《新技术译丛》编译组

1 9 7 4

熔模精密铸造

(译文集)

浙江大学机械系铸工教研组编译
《新技术译丛》编译组

*

浙江大学《新技术译丛》编译组出版

杭州市新华书店发行

浙江诸暨印刷厂印刷

*

定价：0.65元
(国内发行)

前 言

熔模精密铸造是一项少、无切削的新工艺，铸件尺寸精度和表面光洁度高，可以铸造难于机械加工的高质量合金的铸件，能节省大量金属原材料和加工费用，因此，这是一项符合多、快、好、省原则的工艺。自无产阶级文化大革命以来，这项新工艺得到了很大的推广和发展，在品种、产量、质量以及降低成本各个方面都达到了一个新的水平。

遵照毛主席“洋为中用”的伟大教导，根据“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合”的方针，结合国内生产实际和我校教学、生产和科研的需要，我们选译了国外近年来有关熔模铸造的文章和专利共20篇，内容包括：在理论方面，着重介绍陶瓷型壳的基本性能——强度、透气性、热胀缩等物化性能及其研究；在新工艺方面，着重介绍几种快速制壳法，它们的特点是无氨臭、快凝、互凝；在新材料方面，着重介绍几种不含硅的粉骨料及相应粘结剂；在改善和保证铸件质量方面，介绍使用表面活性剂和防静电干扰剂的资料；此外，还介绍运用电影射线照相研究和检控铸件质量的新技术。本译文集可供从事熔模精密铸造的有关同志参考。

在编译过程中我们对原文曾作了一些删改，但由于我们思想和业务水平不高，在内容选择和译文质量方面一定有不少缺点，希同志们批评指正。

目 录

熔模铸造的趋向	(1)
陶瓷型壳的透气性试验	(14)
型壳高温透气性的测定	(24)
型壳的物理性能	(28)
熔模铸造陶瓷型壳的涂挂材料及其影响	(39)
熔模铸造生产中瓷壳强度的研究	(64)
精密铸造陶瓷型壳的研究	(76)
各种水玻璃型壳的应用	(83)
制造精密铸造型壳的方法	(90)
——酸、碱性水玻璃互凝涂料	
一种快速胶凝的型壳	(97)
硅酸乙酯、水玻璃互凝涂料制壳	(102)
型壳的制造	(109)
——磷酐酒精快凝剂	
型壳的制造(续)	(115)
电泳法速制熔模精铸陶瓷型壳(综述)	(116)
熔模-陶瓷型	(120)
型壳制备方法	(125)
——硅酸乙酯、四乙醇铵硅酸盐的酸碱快速互凝涂料	
电影射线照相及其在精密铸造中的应用	(129)
涂料对蜡模的浸润性及其改善的方法	(144)
无 SiO_2 粘结剂	(159)
碱性耐火材料制备的陶瓷型壳	(162)

熔模铸造的趋向

工业精密铸造作为一个不断发展的工业部门已历时二十余年。使用实体型或陶瓷壳型的现代失蜡铸造技术是这个工业部门的主体。本文大部分是关于这方面的调查概况。

幼年时期的工业

在1948年，当处于幼年时期的工业使用传统的实体型时，熔模铸造以下列标志作为其特征：

1. 模组完全由蜡料混合物制成；
2. 以碱金属硅酸盐粘结剂作为初始层或面层，而以硅酸乙酯粘结剂为背层；
3. 面层耐火材料是硅线石加锆英粉或石英粉；
4. 熔化和浇注最初是用容量仅几磅的小型间接电弧炉来进行并采用翻转浇注的；
5. 所用金属是高合金的铁基或钴基材料；
6. 铸件的最大尺寸为直径约6吋，长约8吋；
7. 铁合金铸件，最薄的断面约为0.06吋。

从1948年以来，熔模铸造的范围和能力有了显著的增长，见图1。主要的发展包括陶瓷壳型、采用可溶芯和不可溶芯的铸型、涂料真空处理、真空浇注、新材料、机械化等。

今天，熔模铸造已能生产长达几英尺，而断面厚仅0.02吋的铸件。这项工业在很多情况下在大量生产低成本另件方面已能和其它工业部门相竞争。失蜡铸件不仅在制造超音速飞机中

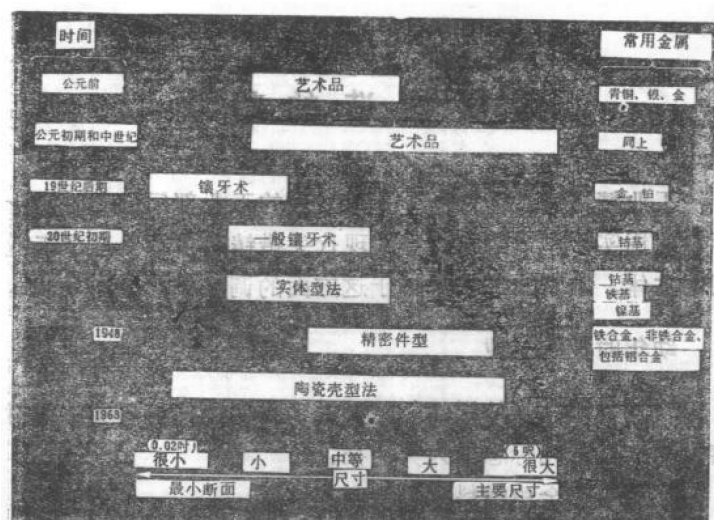


图1 熔模（失蜡）精密铸造历史发展情况

注：图中“精密件型”应为“带芯型铸”

可以起重大作用，而且也已用在诸如赛马用的不锈钢马蹄铁、餐叉、指甲钳等方面。

铸型的趋向

当陶瓷壳型最初被认为可行时，有些人就宣称实体型完蛋了；而当塑料模最初得到成功的使用时，有些人又说蜡模将被废弃。

实际上，使用塑料模有助于继续采用实体型，见图2。反之，陶瓷壳型的吸引力却使得蜡质模料仍占优势地位，如图3所示。

有些铸工车间宁愿用塑料模料（一般为聚苯乙烯）来制造薄

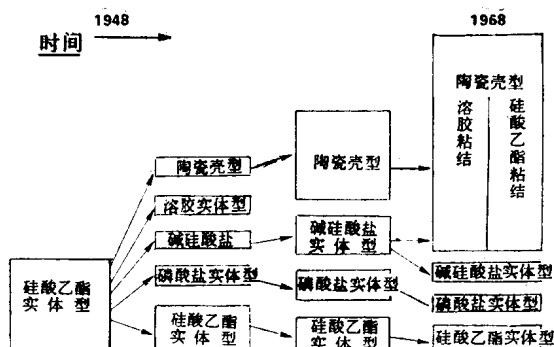


图2 在制型方法和粘结剂类型方面的主要发展趋势

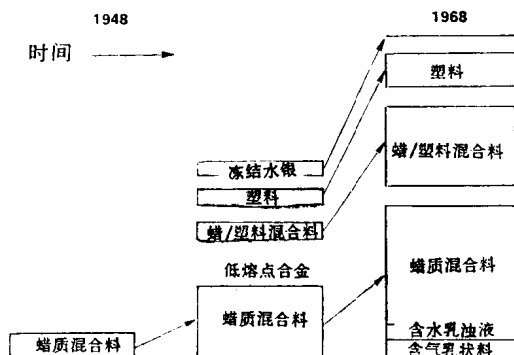


图3 可溶性模料类型的主要趋向

壁、精巧的熔模并用于大量生产，即使这样做就意味着要用硅酸乙酯实体型以得到最大的湿强度和承受塑料的浇注系统和熔模所产生的膨胀应力。

硅酸乙酯实体型在硬化时没有放热效应，因此同样适用于塑料模和蜡模；而磷酸盐实体型则与此不同，看来在尺寸和应

用范围上就受到限制，这是由于这种粘结剂硬化时有明显的放热效应，它能使蜡模损毁，而塑料模却比较地不受影响。

在更多铸工车间里，陶瓷壳型已经得到更大的尺寸范围、适应性和冶金方面的收益，原因是：（1）保留了蜡基模料；（2）使用蜡-塑料混合物以获得适中的性能；（3）使用蜡质浇注系统的薄截面塑料模。

在图2中，须注意溶胶和硅酸乙酯两者均用于陶瓷壳型工艺，然而以溶胶为粘结剂的实体型工艺则远未达到成熟的地步。

由于地理和经济上的原因使所用耐火材料的范围非常广泛（图4）。耐火材料的使用问题非常复杂，远不是一个简单的进货价格问题。即使价格如何昂贵，耐火材料的回收和再生在实际上终究是困难的。

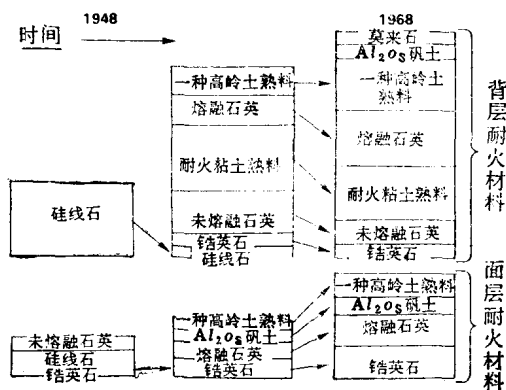


图4 熔模精密铸造中耐火材料类型的主要趋向

铸件清理

耐火材料使用成本上一个捉摸不定的因素就是将其从铸件

上清理下来的成本。概而言之，在浇入金属以前，实体型比陶瓷壳型要脆弱得多。当浇注金属后，铸型，特别是实体型的型芯部分，根据所用的耐火材料，其强度可变得极高或极差。由于熔融金属而产生的烧结作用可生成极硬的型芯，或者由于相变而使铸型结构破坏，随后冷却时就使它变脆弱了。

喷丸是传统的铸件清理方法，但是精密铸件的几何形状一般都比较复杂，经常提出喷丸要用手工操作，至少在清除最后粘附的铸型材料时是如此。喷丸手工劳动的高成本已经使人们对化学槽处理发生了兴趣，这是清除铸型材料的一个更快和更便宜的方法，见图5。碱液槽是一种自然选择的结果，但是它的效率在很大程度上取决于耐火材料中存在适量的游离 SiO_2 。

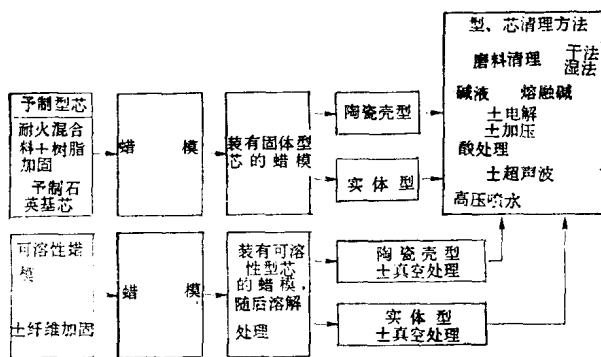


图5 制芯和耐火材料清理技术概况

制芯

对于有较大水平面的熔模，实体型工艺在制型时有严重的缺点，该处下部要制成铃状空腔实际上不大可能，而陶瓷壳型则可解决这些问题。

然而，通过浸涂和挂砂来成型的陶瓷型壳工艺，由于它不那么致密，对于狭长的沟槽却带来了问题。而这种狭长的沟槽只要方位适当，就能在实体型中通过使浆料震动长达0.5小时后顺利地成型。

陶瓷壳型中狭长沟槽带来的问题增强了人们再度选用实体型的兴趣，廉价的预制耐火材料型芯具有更大的吸引力。预制耐火材料型芯使用在内部几何形状难于成型的铸件（典型的如须要冷却的汽轮机叶片）上已经成为制型的一种实用方法。

对于复杂的铸件以及内部几何形状难于成型的铸件的制型问题已经针对性地突破了两点，如图5所大致表明的那样。通过溶去一种可溶性型芯来制得内部有孔腔的熔模；预制耐火材料型芯也被用来作为最终铸型的组成部分。

通过使用粘度合适的涂料、粒度配比调整适当的耐火材料挂砂，以及必要时辅以真空处理，现在已经能够成功地制得极其复杂的熔模陶瓷壳型。但是，缺点是用这种方法制成的薄断面芯部的强度看来还不够。仍然需要使用单独制得的、强度较高的耐火材料预制型芯。下述的因素可导致更高的强度，即：使用挤压或预焙烧方法来生产，或由材料性能来保证（例如使用熔融石英管）。

在制模阶段所采用的克服型芯破损的措施包括：可溶性蜡质型芯以玻璃纤维加固，预制耐火材料型芯浸透树脂，甚至回收利用液蜡注射以减少型芯中的应力。

在精密铸造中制芯方面的进步可以用这样的成就来说明，即已能铸出长度大于6吋而直径小于0.02吋的孔。

制模设备

对于许多铸工车间来说，设计和制造专用的蜡料注射机成本是太高了，他们完全知道在制模上问题的所在，但都缺乏和

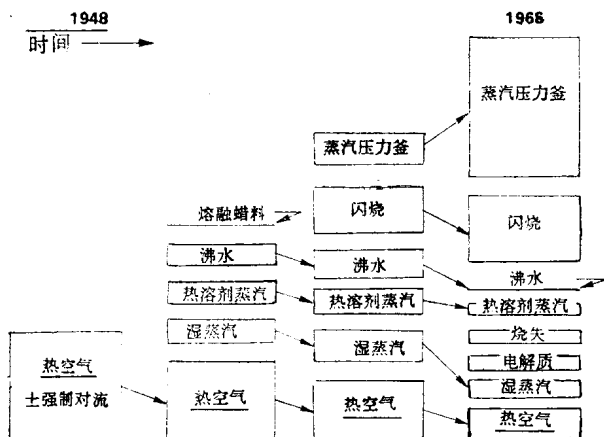


图7 熔模技术的主要趋向。与铸型类型
无关。热空气和湿蒸汽用于实体型

力釜失蜡法的显著增长趋势值得注意，在一定条件下它也可用于实体型的失蜡。

熔炼方法

如图8所示，熔炼方面的主要趋向是小型间接电弧炉的衰落，采用更大容量的感应炉熔炼，以及采用真空熔炼与浇注。同时，更强调高标准净化金属以及降低成本，因而注意发展流槽渣洗（延长出铁槽）以及采用自动底注技术。

像对制模设备一样，在这里我们可以清楚地看到工业发展的规模，它已经从牙科和珠宝业所采用的鼓风熔炼几克金属发展到真空浇注10000磅金属。

机械化

熔模精密铸造工业已经有能力在大量生产低成本另件方面

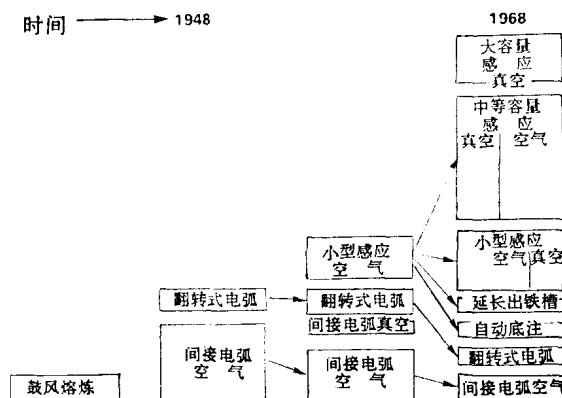


图 8 精密铸造熔炼方法的发展

和其它工业相竞争，但进步是缓慢的，因为大规模生产要求第一流的机械装备，这样就不得不专门进行设计、研制、建造和改进，这一切都是一个漫长而耗费巨大的过程。

进一步促进向机械化的方向发展是代替人力所必需的。机械化不仅克服了人类体力的局限性，而且可以提供控制方面更好的一致性。

由于减少了劳动力，机械化也能降低生产成本。在手工操作的失蜡车间里生产每吨铸件平均需要 800 ~ 1100 工时，这样，对于长期持续生产来说由于减少工时而取得节省的潜力也是显而易见的。

质量控制

图 9 概述了整个熔模精密铸造工业中范围广泛的质量控制与检验技术的发展，大多数现行的检测和试验方法主要和生产

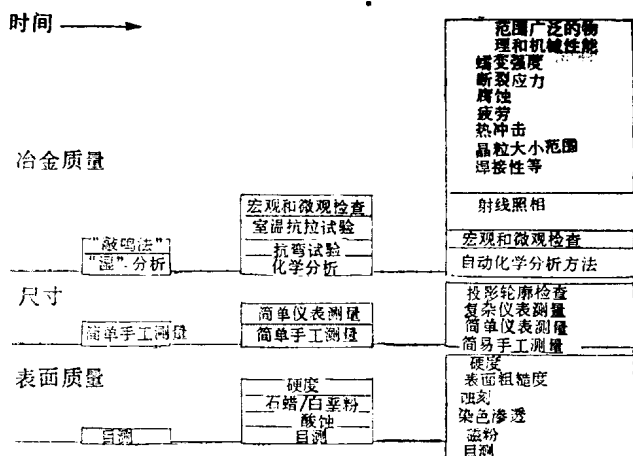


图9 铸件质量控制检验技术的发展

汽轮机叶片、叶轮及结构部件的工业部门有关，它们对健全性的要求最高。对于其它另件来说，这些方法并不是经济的或者在技术上是适用的。

下面是控制熔模精密铸造材料和过程的一些主要因素：

蜡：体膨胀、熔点、凝固点；

耐火材料：化学分析、结构分析、比表面、粒度配比；

粘结剂：pH值、化学分析、结构分析；

涂料：pH值、温度、密度、粘度；

金属与合金：浇注温度、净度、化学成分；

环境状况：温度、湿度、通风。

有些铸工车间已经通过制造它们自己的蜡料、预制耐火材料型芯及重熔合金来控制原材料的问题。虽然质量是一个值得考虑的问题，但是发展自己的原材料主要往往是经济上或者技

术上的原因。

不平衡性

明显地存在着这种怪现象，一个铸工车间制作失蜡陶瓷型以生产符合高标准的大型复杂的铸件，废料只用10%，而另一铸工车间制作陶瓷型壳生产生活用小五金，其废料则占80%。

后者看来不见得事情办得比前者糟，问题在于所采用的工艺碰巧不适合于某些特殊的另件。值得注意的是究竟是什么原因使得经过二十多年的发展的熔模铸造工业在工艺水平上还这样不平衡。

通常生产的铁合金及高合金熔模铸件的尺寸范围以及几何形状的变化仅仅起着很小的作用。问题的主要答案显然是与各个市场所划分的主要部门有关，但我们可以指望，所有公开发表的报导及铸工车间之间工作人员的交流是应当具有一定的水平和影响的。

构成熔模工业中这种不平衡性发展的主要历史因素有以下几点：

1. 各种不同粘结剂的采用与否；
2. 各种不同耐火材料的采用与否；
3. 对比较昂贵的、高度机械化装备的需求，经常临时制作装备的需求；
4. 对发展中的工业内外的各种不同水平的工作人员缺乏正式或非正式的教育计划；
5. 为了适应由实体型到壳型的变化或者由后者又回复到前者（或暂时或长远地），熔模铸造工业已经经受了一次巨大的变革（图2）；
6. 各种经过改进的制模材料变化得使人手足无措，而有效

的注蜡设备则发展滞缓（图3）；

7. 由于受到地理、经济或技术效果的压力的刺激，采用了品种日益增多的耐火材料（图4）。

所有这些因素都助长了工艺和装备方面参差不齐的发展，助长了关于争取市场及产品种类方面独立的考虑。这方面的主要否定因素可摘要如下：

每个铸工车间都有，或者相信它有自行规定的收缩余量——有时是公差。

许多铸工车间都有生产方面的许多问题，这些问题不是必然的，但在它们所选用的工艺中却是不可避免的。

大多数铸工车间需要在工艺过程、材料和设备方面进行彻底的改革，使最小单位生产成本降到能正式参加大生产工业的市场所要求的水平。这一点使我们再次考虑关于最佳过程这个概念问题，该过程的几个基本要素（制模、制型和浇铸）在可能限度内最好都能普遍地加以采用。目前越来越多地只使用少量几个公认的过程，再加上机械化过程的发展，有可轮使广泛传播的技术停滞不前。

几个分立的市場

熔模铸造工业不会也不可能成为完全独立的部门，但是这一点看来是真实的，即：每一种类型的市场实际上是由一些性质相同的铸造厂来服务，而它们实质上是操作同一过程，这过程已能为市场提供产品获得最佳的经济收益。

价格制度，特别是总开销的摊派，应切合实际，不应专横独断。飞机制造工业部门暂时积存的原材料问题通过生产某些高尔夫球头、外科器件或不锈钢把来加以解决的这种日子是不会再来了。在同一工厂用同一价格制度制造飞机部件和高尔夫棍