

涡轮叶片精铸

专利译文集



国外航空编辑部

1977

涡轮叶片精铸

专利译文集

1977. 1.

前 言

涡轮叶片是航空发动机关键部件之一。在一台现代航发动机上，涡轮叶片的件数多达三、四百片。因此，它们的质量及其制造工艺如何，直接关系着发动机的使用性能及经济性。

遵照伟大领袖毛主席“**洋为中用**”的教导，我们收集了自1963年以来美国的和自1965年以来英国的有关精铸叶片的专利和相关的专利，由发动机情报网国外精铸叶片资料调研小组翻译整理出版，供有关同志参考。

这本专利译文集分为四个部分：蜡模制备、型芯制备、壳型制备及冶金质量控制，共有76份专利。设备部分的专利相应地并入上述有关部分。

由于我们水平所限，收集中的遗漏、翻译中的错误在所难免，望请批评指正。

目 录

一、蜡模制备

1. 用失蜡铸造法生产精密铸件 (英国专利 1,057,040).....	1
2. 蜡模铸造工艺 (英国专利 1,116,622).....	3
3. 熔模铸造用熔模及脱模工艺 (英国专利 1,142,938).....	6
4. 精密铸造用加碳纤维的混合模料 (英国专利 1,293,226).....	14
5. 蜡料制备装置 (英国专利 1,329,129).....	18
6. 精密铸造用蜡模 (英国专利 1,367,077).....	23
7. 用柔软蜡条压制蜡模工艺和设备 (英国专利 1,379,039).....	29
8. 压蜡机 (美国专利 3,368,244).....	34
9. 用粉末状蜡料制造蜡模的方法及其设备 (美国专利 3,612,147).....	41
10. 用合成材料制作整体叶轮模的装置 (美国专利 3,766,966)	44
11. 降低壳型散裂的低缩蜡料 (美国专利 3,801,335)	47
12. 压注装置 (美国专利 3,805,875)	51
13. 用于熔模铸造的低缩蜡料 (美国专利 3,822,138)	59
14. 整体式涡轮导向器的精密铸造法 (美国专利 3,848,654)	62
15. 微波脱蜡法及其设备 (美国专利 3,847,202)	66
16. 精密铸造用组合模 (日本专利昭和 42-25523)	70

二、型芯制备

1. SiO ₂ 系型芯配方及低温液体粘结剂 (英国专利 984,887)	75
2. 陶瓷型芯压注工艺和设备 (英国专利 1,037,563).....	82
3. 耐火陶瓷型芯及其材料 (英国专利 1,070,382).....	92
4. 耐火壳型组份及型芯材料的改进 (英国专利 1,101,000).....	94
5. 铸造型芯 (英国专利 1,102,247).....	102
6. 制造精密铸件用的陶瓷型芯的方法 (英国专利 1,107,950).....	108
7. 可溶陶瓷型芯 (英国专利 1,183,151).....	112
8. 铸件中硅质型芯的生产工艺及浸脱方法 (英国专利 1,211,824).....	114
9. 精密铸造壳型及型芯定位 (英国专利 1,219,527).....	117
10. 铸件电力液压冲击清理设备 (英国专利 1,303,223)	120
11. 检验残留型芯材料的 x 射线照相术 (英国专利 1,319,897)	122
12. 精密铸造用陶瓷型芯及其制造方法 (英国专利 1,342,599)	126
13. 予制陶瓷型芯工艺 (英国专利 1,372,222)	128
14. 陶瓷型芯的制造 (英国专利 1,377,042)	131
15. 有芯蜡模制取方法 (美国专利 3,320,345)	143

16. 精密铸造的型芯定位 (美国专利 3,401,738)	146
17. 用水溶性氧化钙型芯铸造镍基合金 (美国专利 3,643,728)	149
18. 从镍钴基超级合金铸件中除去硅质型芯的方法 (美国专利 3,698,467)	152
19. 利用氧化镁型芯的精铸方法 (美国专利 3,701,379)	155
20. 氧化镁型芯的制作方法 (美国专利 3,722,574)	160
21. 含锆榴石的玻璃——陶瓷型芯 (美国专利 3,723,140)	162
22. 含富铝红柱石的玻璃——陶瓷型芯 (美国专利 3,726,695)	167
23. 陶瓷型芯以及蜡模或塑料模型的制模设备 (美国专利 3,820,753)	172
24. 予制型芯 (美国专利 3,833,385)	186
25. 予制型芯 (美国专利 3,839,054)	193
26. 制造可溶型芯的工艺 (美国专利 3,857,435)	199

三、壳型制备

1. 铸造技术的改进 (英国专利 995,231)	205
2. 制壳方法的改进 (英国专利 10,006,375)	209
3. 陶瓷型壳的隔热层 (英国专利 1,031,587)	212
4. 蜡模涂层的真空和热空气复合干燥工艺 (英国专利 1,048,720)	214
5. 新型水解硅酸乙酯及其制取方法 (英国专利 1,056,584)	216
6. 脱模方法的改进 (英国专利 1,072,387)	220
7. 涂挂工艺 (英国专利 1,124,828)	222
8. 模壳制造用陶瓷悬浮液的一种制备方法 (英国专利 1,159,864)	225
9. 提高壳型强度和脱蜡方法的改进 (英国专利 1,208,511)	227
10. 陶瓷型壳流态化床浇注装置 (英国专利 1,225,529)	229
11. 壳型工艺的改进 (英国专利 1,243,762)	232
12. 陶瓷壳型的真空差压底注设备 (英国专利 1,244,136)	234
13. 挂砂设备的改进 (英国专利 1,261,562)	238
14. 陶瓷壳型的生产 (英国专利 1,308,958)	240
15. 一种制备整体涡轮壳型的工艺 (英国专利 1,327,478)	242
16. 壳型的低压热空气脱蜡工艺和设备 (英国专利 1,339,001)	247
17. 壳型的制备 (英国专利 1,362,721)	250
18. 制取硅铝水溶胶的方法 (美国专利 3,520,824)	255
19. 陶瓷壳型精铸用真空涂料机 (美国专利 3,590,905)	258
20. 精密铸造壳型干燥和干燥剂再生设备 (美国专利 3,755,915)	264
21. 熔模铸造用蜡模的处理方法及所用处理材料 (美国专利 3,836,372)	270

四、冶金质量控制

1. 使用铝酸钴或硅酸钴细化铸件的方法 (英国专利 984,494)	281
2. 钢铸件的脱碳和表面质量的控制 (英国专利 994,641)	283
3. 使用铝酸钴细化铸件的方法 (英国专利 1,011,174)	285
4. 镍基合金铸件的制造 (英国专利 1,083,105)	288

5. 铸造工艺对合金性能的影响——马丁法 (英国专利 1, 234, 584)	289
6. 离心铸造法 (英国专利 1, 236, 115)	294
7. 精密铸件晶粒尺寸的控制 (美国专利 3, 204, 303)	297
8. 生产柱状晶粒铸件的方法及设备 (美国专利 3, 598, 167)	300
9. 熔模铸件的孕育法 (美国专利 3, 605, 856)	304
10. 金属铸件的晶粒尺寸控制 (美国专利 3, 725, 057)	307
11. 在熔模铸件中减少氧化夹杂缺陷的方法 (美国专利 3, 815, 661)	313
12. 使用铬酸钴和钛酸钴细化铸件的方法 (日本专利 016016, 1974.4.19 公布)	316

用失蜡铸造法生产精密铸件

《英国专利》1,057,040; 1967年

本文阐述了用失蜡铸造法生产精密铸件的工艺。其方法是：首先制成蜡模，然后借助蜡模用耐火材料制成铸型，再从铸型中熔掉蜡模，然后通过此铸型将熔融金属浇注成所需的另件。所采用的蜡料通常不是令人满意的。具体地说，就是蜡难于从铸型中完全脱出。同时这些残余蜡料将会碳化，而对铸件的精度有所影响，并常常会产生一些不理想的作用，如在金属铸件上形成碳化物或碳合金。

根据介绍，用标准的固体热塑性氧化甲叉聚合物制造蜡模，并借助蜡模用失蜡铸造工艺生产铸型。业已发现用氧化甲叉聚合物代替目前使用的材料可以避免上述的缺陷，并呈现出一些优点，用这些聚合物制作的蜡模在较低的温度下，如 270-250°C 下就可脱出。而没有发现碳化作用，然而，铸型中存留的任何余渣与浇注时释出的甲醛产生分解，这样与金属接触产生一个还原气层。由于氧化甲叉聚合物具有一定的硬度和韧度，因此可以用来制备蜡模，而且易存放或搬动。用比较软的材料象蜡制成的蜡模在搬动过程中，有可能由于一些划痕、碎片等损坏蜡模。鉴于氧化甲叉聚合物比一般使用的蜡的膨胀系数低，因此可以通过提高干燥温度来缩短制造铸型的干燥时间。

本文中所用的氧化甲叉聚合物可能是一种均聚物，这种均聚物是由聚合甲醛或三氧杂环已烷或含有带相邻碳原子的氧化亚烷基热稳定性较高的聚合物而形成的，特别是沿着氧化甲叉链分布的氧化乙烯基可通过与另一个单体如乙烯氧化物或二氧式环共聚的三氧杂环已烷而获得。该聚合物在使用前可进行热稳定处理，如封端处理 (byend-capping) 或在含有带相邻碳原子氧化亚烷基聚合物的情况下，在最初降解处理前从聚合物分子中去除末端氧化甲叉基。化学稳定剂，特别是 phenolic (可能是“酚”，原文有误) 抗氧化剂和一种含有能抑制链裂开的三价氮的聚合化合物是可以加入到聚合物中的。

在实施本发明时，按照人们熟知的方法制备壳型或熔模铸型。在本工艺中，采用一种适当的成形铸型的混合物来涂敷氧化甲叉聚合物蜡模。例如，制备壳型时，生产铸型的混合物可是一种水基耐火涂料如石英玻璃、石英粉、石膏或高岭土一类的耐火土或维多利亚粘土及润湿剂如阴离子表面活性剂。制作铸型的混合物也可以加一些其它添料，如作为粘结剂的硅溶胶，有机粘结剂如阿拉伯树胶或甲基纤维素一类的增稠剂，陶瓷涂料调节剂如酒石酸；少量的有机溶液如 2-乙基已醇。当制备壳型时，将蜡模浸于混合涂料中，要保证充分的浸渍时间，每间隔一段时间进行干燥，以形成所需的壳型厚度。在某些情况下，用来作为面层的一种混合涂料如含有少量的粘土和硅溶胶。而且在以后的浸渍涂料中，所使用的耐火涂料，其硅溶胶和粘土的含量稍多一些。此外，当使用玻璃石英基壳型时，则应在一次或多次浸涂后，干燥之前通常采用玻璃石英粉涂挂蜡模。

从铸型中完全脱除氧化甲叉聚合物以后，将熔隔金属浇入铸型内便可得到高精度的铸件。铸件完全冷凝后，若壳型是玻璃基的就用锤子轻轻地敲打，将壳型从铸件上除掉。如果是实体铸型则用气锤震捣掉。

本文叙述的方法可用来生产形状比较复杂的金属铸件，材料如钛、锶、青铜、金、铝、镍、铸铁及合金等。可用此方法生产的铸件有以下各种另件：型材，涡轮叶片、涡轮托架、齿轮等。

以下述事例阐述本发明：

三氧化甲叉基和重量为2%的乙烯氧化物（按单体混合物重量计算）的共聚物，经热处理去除聚合物链中的末端氧化甲叉基，直到聚合物失去其重量的5到10%为止，并与热稳定剂掺合而后压注成齿轮的形状。清理蜡模，然后将其浸渍在经过搅拌的制型的耐火涂料混合物中，该混合物含有重量为97.5%、325目的石英玻璃粉和65目的维多利亚粘土。而且在每100克的这种粉末中加入以下的添加剂：每100cc溶液中含有10克阿拉伯树胶、15cc的水溶液。1cc的重量为50%酒石酸的水溶液，5cc的重量为35%胶体石英的水基悬浮液、0.1cc的重量为75%的二辛基钠硫代琥珀酸盐阴离子表面活性剂的水溶液以及8.5cc的水。在处理蜡模期间、经2.5到3.5分钟后，涂层上形成胶凝，此后用35到80目的石英玻璃颗粒涂挂蜡模，通过30目的筛将颗粒象雨点般地撒在蜡模上。并使颗粒涂层在20-30°C的室温下干燥。再将蜡模在“备用的”混合物中浸渍4到5分钟，其组份为：含有重量为94%的325目的石英粉和重量为6%的高岭土以及每100克粉末中含有如下的添加剂：0.1cc的重量为75%的二辛基钠硫代琥珀酸盐水溶液，27.2cc的重量为35%的硅溶胶的含水悬浮液，8.15cc的甲基乙基酮、8.15cc的水和0.08cc2-乙基乙醇。半干以后，用35到50目的石英玻璃颗粒涂复蜡模。除此涂挂外，最后的涂层及涂挂工序要反复进行2-6次。最后的步骤是用10到35目大小的石英玻璃颗粒进行涂挂。

将壳倒置在炉子里，也就是说，将浇口向下，加热脱除氧化甲叉聚合物并在1000°C下熔烧20-30分钟。

再将得到的铸型予热到800-900°C以后可用来制作“钨铬钴合金21”精密铸件。并注明使用工业耐蚀钴基合金。其含量为25.5到29%的铬、5到6%的钼、0.2到0.3%的碳、不得大于1%的锰、不得大于2%的铁、不得大于1%的硅、不得大于0.007%的硼、其余的是钴。冷凝后，用小锤轻轻地敲去以便使铸件与铸型脱开。

蜡模铸造工艺

《英国专利》1, 116, 622; 1968 年

本专利属于制造失蜡法精密铸造用的蜡模，特别是用母模或压模制造蜡模。

失蜡铸造工艺是精密铸造工艺中广泛使用的方法，其中蜡模是用不同金属、橡胶或塑料结构的压模制造的。

制造蜡模时，可以把具有完全流动态或半塑性态的“精密蜡料”浇注到压模中，或者在压力下注入到压模中。随后把蜡模包覆大量耐火材料以制成壳型，其中一个方法是加热预烧结并熔掉全部蜡模。另一个方法是用过热的蒸汽把蜡模脱掉。然后使壳型进一步加热至高温，将蜡模全部熔化并**完成陶瓷壳型的烧结过程。

在上述耐火材料壳型中可以浇注适当合金，通过不同的浇注方法（包括离心法）将壳型型腔填满为止。注满金属的陶瓷壳型在冷却和凝固之后，将陶瓷壳型打碎，以便查看金属工件是否能复制最初蜡模的形状。

所用蜡料的特性严重影响铸造蜡模的生产，因为蜡模凝固状态变化所引起的收缩、凹陷和变形能导致蜡模和原始压模与最终金属铸件之间的尺寸差异。蜡料特性的不利条件是失蜡方法固有的缺点，因此要大量试验和计算来研究由于蜡模收缩和挠曲而引起的蜡模和原始压模之间的尺寸差异，以及由于初次烧结或蒸汽脱蜡工序而引起的蜡模和陶瓷壳型之间的尺寸差异。

已经建议用熔融蜡料来制造蜡模的底层并用粉末状固体蜡料来制造蜡模的其余部分。为此提出的方法是把足够的熔融蜡料注入母模或压模中，使覆盖压模的内表面，在覆盖压模内表面的蜡料冷却之后，在压模内表面便粘附一层固体蜡料，倒掉其余的熔融蜡料并装入固体粉末蜡料，加压使其与熔融蜡料形成的底层互相熔合。为此提出的另一种方法是用固体蜡料装入压模中并将压模内表面加热，使蜡料熔化来形成蜡模的底层，然后再用固体蜡料压入熔融蜡料形成的底层来制成蜡模的其余部分。

现在已经发现在完成精密铸造的过程中，蜡模可以全部用固体蜡料或相同的模料制成蜡模而不必加热蜡料。

根据本专利提供的精密铸造方法是用蜡粉或同样模料注入压模，在基本恒温下和在充分压力下加压的方法，将蜡粉压制成外表面与压模内腔形状一致的蜡模，然后再用耐火材料包覆蜡模来制造壳型。

蜡料或同样模料可以是粉状、鳞片状、块状、粒状或小球状。模料最好是粉状。为了方便起见，一般铸造蜡模车间的温度通常为 20°C（室温）。但是，对于某些蜡料或同样模料来说，温度范围可以是 -30°C~10°C。例如熔点为 120~125°C 的石蜡可以采用 -20°C 左右温度。本专利采用的温度将低于专用蜡料或同样模料的熔点。

本专利方法采用的压力，按照蜡模要求生产的类型而有所不同，蜡模的形状愈复杂，所用压模的形状也愈复杂，需要采用的压力也愈高。例如，通常工作压力就是压头压力为 $0.5 \sim 20$ 吨/时²。已经发现：对于图 1 中所示的形状简单的零件和压模来说，压头压力为 $0.5 \sim 2$ 吨/时² 就足够了，但是对于图 2 中所示形状较复杂的零件和压模来说，压头压力就需要 $2 \sim 10$ 吨/时²，而对于图 3 中所示形状更复杂的零件和压模来说，压头压力就需要 $10 \sim 20$ 吨/时²。对于制造蜡模的特种压模来说，总希望工作压力尽可能低。

蜡料可以是石蜡和具有蜡料特性的热塑性聚合物（如聚乙烯）的混合物。需要时，蜡料也可以加入填料，如聚苯乙烯或聚丙烯。

在母模中压制固体蜡料时，需要有一定数量的空气进入母模中。为此可以采用粉状或鳞片状蜡料或同样模料。

“同样模料”这一名词包括任何能够在母模中压制成粘合体的热塑材料。

按照本专利制造熔模的方法实例及有关示意图如下：

图 1 是简单压模的截面图。

图 2 是复杂压模的截面图。

图 3 是更复杂压模的截面图。

实例 1

用 98% 品级 135/40 石蜡和 2% 聚乙烯（低分子量）的粉状和碎块状混合物制造蜡模时所用的压模直径为 1 吋，深 2 吋（见图 1）。进行各种试验时的工作温度基本上是恒定的，为 $10^\circ \sim 35^\circ\text{C}$ ，压头压力为 $0.5 \sim 2$ 吨/时²，在此条件下制成的蜡模被认为是合格的。

实例 2

采用例 1 相同的混合模料和图 3 所示复杂压模也可以制成合格的蜡模，但需要采用较高的压力，压头压力为 $5 \sim 20$ 吨/时²。

在上述实例中发现蜡模的比重为 0.839，而最初蜡料的比重为 0.902。这说明在压模中压制混合物时已经吸收空气。不同混合比的石蜡料和聚乙烯在简单的压模中的压制效果良好。提高复杂熔模中聚乙烯的百分含量，可提高其机械强度。预计用复杂压模制造熔模时（例如多层压模），可能比实例 2 中 20 吨/时² 要求更高的压头压力。

实例 3

2% Pentalyn AP（氧化松香季成四醇酯）

2% Elvax，品级 220（乙烯和醋酸乙烯酯的共聚物）

46% 微晶石蜡 180/5（熔点）。

50% 石蜡，品级 135/40

如图 1 和图 2 所示，在压模中压制合格蜡模时，采用上述粉末状混合物，压头压力为 2 吨/时²，压制温度为 20°C 。

实例 4

如图 1 所示，在简单压模中压制蜡模时，采用粉末状 130/5 纯石蜡，压头压力为 $1/2 \sim 2$ 吨/时²，压制温度为 20°C 。

实例 5

如图 1 所示，在简单压模中压制合格蜡模时，采用 50% 130/5 石蜡和 50% 品级

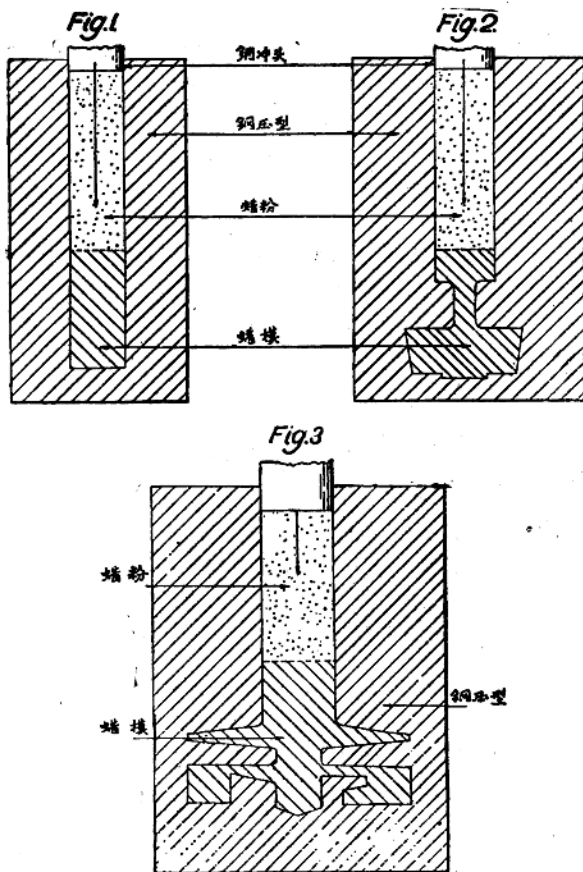
160/25 Y 微晶石蜡的混合物（碎块状），压头压力为 1 吨/时²，压制温度为 20℃。

实例 6

如图 1 所示，在简单压模中压制蜡模时，采用 2% 品级 200 Alkatheme（聚乙烯树脂）和 48% 品级 160/5 m. p. 微晶石蜡的粉末状混合物，压制压力为 1 吨/时²，压制温度为 20℃。

按上述实例制备的蜡模全部适用于失蜡法精密铸造。实例 3-6 制备的蜡模比原始蜡料或树脂石蜡混合物的比重低，这说明在压制蜡模的过程中有空气进入。

上述实例中的蜡模与采用熔融蜡料制备的蜡模相比，未产生缩孔（Sinkage）。蜡模在放置一个月后，略微有点膨胀（1/1000 吋），但是这种膨胀是均匀的和预计到的并可以为此制订精确的容差。这种蜡模与采用熔融蜡料制备的蜡模相比，后者在浇铸时产生的收缩是不均匀的并且是不合格的。



精密熔模铸造用熔模脱模工艺

《英国专利》1,142,938; 1969年

本发明广泛地阐述熔模铸造技术并着重介绍精铸“失蜡法”的新改进。

在一般的熔模铸造中，通常将包括浇道和冒口的被铸零件的复制品浸入耐火材料浆液中，硬化后形成型面的光滑涂层。待这层予涂层或浸渍涂层干燥后，将涂敷好的模型放入适当耐热的砂箱，并将此砂箱用掺碳耐火材料填充。将此模型在室温下硬化形成整体熔模铸型。随后将整个熔模铸型加热至熔掉熔模材料，以便将金属浇入铸型并使其凝固。

模型的予涂层或浸渍涂层一般通过浸渍的方法完成，即将模型浸入室温干燥期间可以硬化的适当液体粘结剂与细粒耐火材料粉末的乳浊液中。浸渍后，将多余的浆液排干并将其涂层在还湿润的时候，用较粗颗粒的耐火材料挂砂，这样有助于涂层的凝固并促进该涂层与背层熔模材料之间的粘结。

最近，在工业部门中使用陶瓷壳型代替上述一般的整体熔模铸型的趋向在增长。壳型技术许多应用中显示出来的优点促进了陶瓷壳型技术的发展。例如，与一般的熔模铸型比较起来，陶瓷壳型轻，而且容易处理，具有较高的透气性和耐热冲击性，浇注后易于敲掉和清理，不需要砂箱而且在工艺上提供较大的灵活性。

陶瓷壳型通常使用反复浸渍和挂砂的操作完成，制成的壳型要具有足够的厚度，以便能够承受随后操作中产生的应力。虽然特殊情况下有薄有厚，但厚度范围通常在1/8吋~1/2吋之间。形成耐火材料壳型后，将可处理熔模从壳型上去掉，然后准备进行浇注。

在整体熔模及陶瓷壳型方法中，对此适用的典型熔模材料是蜡的混合物或塑料，如聚苯乙烯及常用的聚乙烯。基于下述原因，即使塑料熔模在许多情况下提供了肯定的优点，但蜡模仍然是最广泛应用的材料。塑料熔模可以用注射模制设备以高于蜡模操作的生产效率制得。此外，塑料熔模处理时不易破碎，而且在低温下不裂或在通常遇到的高温下变软。

无论用蜡模或塑料模，制备熔模铸型及陶瓷壳型时，关键性的阶段都是从壳型上清除熔模材料。例如，当铸型加热熔化或烧掉周围的熔模时，由于熔模材料的热膨胀，产生严重的内部压力。在大多数情况下一般的整体熔模铸型强度较好，足以承受蜡模产生的压力，所以清除熔模不产生严重裂纹。尽管如此，熔模铸型的某些裂纹还经常发生，这种情况在使用塑料熔模时尤为明显，所以铸造毛翅是一种相当普遍的缺陷。

另一方面，陶瓷壳型对于承受由于模型材料较慢加热引起的内部压力没有足够的强度。使用蜡模时，用“闪烧脱蜡法”可以减少铸型的裂纹。按这种方法将壳型直接放在高温炉中，例如大约1600°F~2000°F的炉中。在这种条件下，壳型的热传送很快，以致在

蜡的整体加热至足以使壳型产生裂纹之前，蜡的表皮就已熔化。当对蜡的整体加热时，熔化的表面材料便从模型中流出或渗出壳型。这种作用提供了调节蜡体随后膨胀的空间，从而使壳型不产生裂纹。

用于清除陶瓷壳型中蜡模的另一种方法是将壳型放入高于蜡料熔点高度的压热器蒸气气氛中。用这种方法脱蜡时，模型外部的蒸气压抵消了蜡的膨胀力，因此蜡模熔掉后壳型不产生裂纹。壳型的脱蜡时间在很大程度上取决于所用蜡模的质量，但为了避免蜡模的缓慢加热，如同使用闪烧脱蜡法一样，必须尽可能快的把壳型置于所需的温度和压力的蒸气影响之下。

用加热的方法，如在压热器中或通过闪烧脱蜡，从陶瓷壳型中清除塑料模的尝试没有成功。显然，一般的塑料逐渐变软，壳型界面没有明显的熔化。结果塑料模在其变成足以吸入壳型或挤出壳型出口的液体之前壳型便膨胀并产生裂纹。此外，常用的塑料，特别是聚苯乙烯在加热至高温时有迅速分解的倾向，因此可以肯定，放出的气体被收集在残留的粘性塑料中，从而产生一种泡沫状材料，进一步增加了壳型内部的裂纹压力。

目前仅有的可综合使用塑料熔模及陶瓷壳型的熔模清除技术包括以下步骤：用液体溶剂至少局部溶解模型，然后加热模型，使剩余部份熔模材料全部挥发。溶剂通常是在室温下使用，在溶剂池中浸透壳型。当溶剂浸泡技术在商业上大规模使用并获得满意效果时，这就需要一些附加的操作，而这些工作对于一般使用上述加热及熔化蜡模的壳型模制技术来说则是不需要的。

由于上述原因，有必要改进熔模材料及熔模工艺技术，以便促进精密熔模铸造技术。此点对于一种可处理熔模尤为必要，此种熔模可以注射模制并以塑料熔模的有利方式进行处理，同时使用加热的方法清除陶瓷壳型中的熔模，从而获得了壳型提供的上述优点的充分好处。正如下文中将要详细说明的那样，本发明的一个目的就是满足这些需要。

本发明其他的以及更明确的目的是提供一种用于精密熔模铸造中的改进的可热处理熔模，以及用于同样目的的改进的及有效的熔模铸造方法，其改进的熔模可以用一般合成塑料熔模的方式进行模制，而且在这种熔模铸造工艺中以蜡模的方式从壳型上除掉熔模后，壳型不产生裂纹。

本发明更进一步的目的是提供这样一种改进的精密熔模铸造用的熔模，这种熔模可以用一种有机的塑料类型的材料制造，就其特性来说能够用一般的塑料注射机注射，以便形成具有与注射模制聚苯乙烯基本相同尺寸的熔模。这种特性具有特别重要的意义，因为聚苯乙烯熔模多年来一直生产，因而工具和模具都是现成的。这样按本发明使用新的熔模在现有工具和设备不作重大更改的情况下即可应用。

本发明提供了一种适于用失蜡法制造铸型的模，上述熔模特点在于：含有5%~40%（重量）乙烯基树脂的组份，这种组份能够给予注射模型以强度及可塑性，含有30~70%（重量）相应的软化点低于250°F的有机材料，在1600°F~2300°F范围内具有表面迅速熔化至低粘度液体的特性，而且在70°F~220°F范围内加热时，体积膨胀率小于5%。此外还含有10%~50%（重量）蜡，上述熔模特点还在于：无溶剂而且在1600°F~2300°F温度范围内表面迅速熔化成低粘度液体。

乙烯基树脂最好是一种乙烯/醋酸乙烯酯共聚物，这种共聚物规定是一种用聚合两种

或两种以上单体，原则上是醋酸乙烯酯和乙烯制成的物质。

根据本发明用上述材料组份制造的新熔模可以注射模制而不产生内部空隙或气囊而且这种熔模可以制成 1/2 吋或更大些的截面厚度，同时无表面空腔或凹入。由于新熔模具有这些有利的性能，可以获得很好的尺寸公差，而且基本上避免了导致形成废铸件有缺陷熔模的出现。

此外，这种新熔模还具有良好的脱壳性能，熔模易于从壳型上脱离得干净而不破裂。如所周知，使用注射模制操作制得的熔模上总会有一些毛翅存在，特别是沿浇道及浇注系统中。使用按本发明制造的熔模，零件毛翅清除干净，从而不需耗费喷丸清理操作时间。这样，整个注射模制操作即可经济地而又高效率地完成。

应用按本发明制造的新熔模及其对熔模铸造法有利的性能时也包括：熔化及将乙烯基树脂、相应的有机材料及蜡在无溶剂存在的情况下以相对的比例掺合在一起，以便形成具有上述材料组份的熔模；冷却掺和拼料至固体，使上述拼料在室温下整个固体材料基本上均匀分布；将一部分上述材料投入注射模制机的注射动作筒并将材料模制成工件熔模；在熔模周围形成耐火材料壳型，以及加热壳型，从中熔出熔模。

本发明中用的新熔模不同于通常使用的塑料，如聚苯乙烯。这种新熔模可用闪烧脱蜡法或在压热器中脱蜡的方法从壳型中熔出，而不使壳型产生裂纹。由此可见，本发明可使陶瓷壳型工艺得到充分的好处。

从下述详细说明及相应的要求中将会更充分了解本发明的上述及其他特点和优点。

根据上述综合讨论，本发明提供一种精密熔模铸造用的新熔模。这种熔模由具有一种或几种下列不同特性的材料组份制成：

1. 按 A.S.T.M. 环球法 (A.S.T.M.E 28-51 T) 测定的软化点范围为 210°F ~ 220°F。
2. 可在温度范围为 130°F ~ 250°F 的一般塑料注射模制机上进行注射。
3. 当接触到 1600°F ~ 2300°F 高炉温时，表面立即熔化至低粘度液体。

下面列出具有上述性能的适用于本发明熔模材料组份的通用配方：

	重量%
乙烯基树脂	5~40%
蜡	10~50%
相应的有机材料	30~70%

比较具体的组份如下：

	重量%
乙烯/醋酸乙烯共聚物	5~40%
石蜡	10~30%
相应的有机材料	30~70%

另一具体组份如下:

	重量 %
乙烯/醋酸乙烯酯共聚物	5~20%
低软化熔点合成蜡	0~15%
含有石蜡的石油基蜡混合物	15~35%
相应的树脂	30~50%

更具体的组份如下:

	重量 %
改性松木树脂	30~50%
乙烯/醋酸乙烯酯共聚物	5~20%
费-托法合成蜡	0~15%
石蜡	10~20%
微晶石蜡	5~15%

在蜡料组份中乙烯基树脂作为增塑剂使用, 提供必要的强度和塑性, 从而使材料的注射模制成为可能。在某些应用中仅 5% (重量) 的乙烯基树脂便可产生合用的材料, 在其他应用中要 40% 才获得满意的结果。然而, 乙烯基树脂是一种成本较高的填料, 而且发现用超过 20% 的数量都几乎没有或根本没有获得改进。按照本发明, 新组份中所用乙烯基树脂的数量可在 5%~40% (重量) 这个宽阔的范围之间, 而且最好的操作范围为 5%~20% (重量)。最佳用量约为 15% (重量)。

最好的乙烯基树脂是一种具有下列典型性能的无定形的高分子量乙烯/醋酸乙烯酯共聚物。

固有粘度, 30℃下 (0.25%重量比, 在甲苯中)	0.85
共聚用单体比例 (乙烯:醋酸乙烯酯), 重量%	71:29
熔化指数 (A. S. T. M. D-1238-57 T)	15
抗拉强度, 磅/吋 ²	2000
破裂时的延伸率, %	750
比重, 毫/克升, 30℃下	0.95
折射指数, $\frac{N_{25}}{D}$	1.482
软化点 (A. S. T. M. 环球法), °F	276

如上所述, 熔模材料组份的基本部份是由一种能与乙烯基树脂相混合的有机材料组成, 这种材料能使熔模材料获得许多所希望的性能。本发明特别期望使用一种具有低热膨胀和收缩的混合组份作为熔模材料。这些性能可提供熔模材料的尺寸稳定性, 而且即使对于厚度达 1/2 吋或更大的大截面, 也能制出实际上没有凹入或表面空腔的熔模。这种有机材料优先的特点在于: 从 70°F 加热至 220°F 时, 体积膨胀率小于 5%, 而基本的特点在于: 当其处于 1600°F~2300°F 温度范围时, 表面立即熔化成一种低粘度液体, 由此熔模可以熔化, 例如在压热器中或用闪烧脱蜡方法, 而且壳型不产生裂纹。这种有机材料的软化点也最好选择在 130°F~250°F 范围内。

已经成功使用的有机材料包括各种聚合树脂 (天然的及合成的)。适用的天然树脂是

聚合的或改性的松脂及其类似材料。合成树脂包括香豆酮-茛树脂、酯树胶及其他可加热至低粘度不同于聚苯乙烯塑料的热塑性塑料。其他可用材料还包括松香酸、各种蜡及上述混合物。

改性的苍木松脂对于提出的这些目的特别适用。优先选用并已成功使用的改性苍木松脂具有下列典型的物理和化学性能:

软化点 (A. S. T. M. 环球法)	201°F
酸值	148
皂化值	160
不皂化材料	7%
比旋光度	- 类8%
折射指数, 20℃下	1.5440
比重, 20℃下	1.073
体积膨胀率, 84°~200°F	2.5%

其它改性的有效木松脂中还包括可从市场上获得的苍色氢化松脂。如上所述, 有机材料例如上述的改性苍木松脂或其等效物可在 30~70% (重量), 比较好的范围为 30~50% (重量)。

按本发明熔模材料组份中所用的蜡包括具有高熔点的极硬蜡。在大多数的应用中最好选用具有这些特性的蜡, 因为它有助于提供较快的凝固速度, 以使注射模制周期不太长, 同时也由于它能使熔模材料具有足够的刚性, 以便在搬动或处理期间能承受扭转变形。然而在软蜡模材料满意的情况下, 硬蜡可完全不用。

对于满足上述目的使用的蜡是含高分子量烷属烃的极硬矿物蜡。这种类型的典型蜡是通过费-托合成法用一氧化碳和氢的基本组份合成并通称为费-托法合成的蜡。这种材料的百分数超过 20% 所得混合物具有较差的注射制模特性, 因此费-托法合成蜡最理想的范围为 10%~15% (重量)。

选用的费-托法合成的蜡具有下列典型性能:

熔点(毛细管)	221°F
针入度(100克, 5秒, 77°F)	小于 1.0
比重, 68°F	约为 0.933
粘度, 266°F (厘司)	约为 10.7
颜色	白色
软化点(旋转温度计)	98-102℃
软化(滴)点	110-112℃
皂化值	0
闪点	约为 280℃
燃点	约为 310℃
碘值	3-5
酸值	0
羟基数	0
不溶解甲苯, %	0

按本发明熔模材料组份包括石蜡或其等效物。石蜡对于熔模材料脱壳有重要作用, 使材料能够注射制模并易于从铸型中除掉。具有满意脱壳性能的熔模材料组份中使用 10% 这么少和 30% 这么多的石蜡制成。但是, 当石蜡作为单独蜡料以超过 20% 的数量使用时,

为使熔模材料凝固，注射制模时需要较长的合模时间。同时也发现石蜡超过 20% (重量) 数量时导致蜡模产生缩陷。

熔模材料的组份虽然不一定，但最好包括石蜡及另一种石油基蜡，如微晶石蜡的混合物。选用的石油基蜡混合物作为耦合剂使用，以保证乙烯基树脂在有机材料中，如聚合松脂中相应的混合。同时也保证了聚合松脂或其他有机材料与费-托蜡相应的混合。此外，石蜡及微晶石蜡都有助于熔模材料的闪烧脱蜡。

几种类型的石蜡成功地用于上述目的。一种满意的石蜡具有高熔点，较低的分子量，较大的结晶而且触及时有点滑。这种蜡其他的性能标志如下：

熔点, °F (A. S. T. M. D127-49)	153
针入度 (A. S. T. M. D1321-57T)	
77°F	9
90°F	12
100°F	15
110°F	20
120°F	29
130°F	50
油份, % (重量) (A. S. T. M. D721-56T)	0.3
粘度, 210°F (厘司) (A. S. T. M. D445-53T)	5.5
比重, 60°F	0.982
闪烧温度 (开口杯), °F (A. S. T. M. D9257)	470

满意的微晶石蜡是一种较高分子量通过溶剂结晶法从蜡的蒸馏介质中获得的蜡。其他性能如下：

熔点, °F (A. S. T. M. D127-49)	153
针入度 (A. S. T. M. D1321-57T)	
77°F	21
90°F	31
100°F	45
110°F	100
油份, % (重量) (A. S. T. M. D721-56T)	0.7
粘度, (厘司), 210°F (A. S. T. M. D445-T)	15.4
比重, 60°F	0.928
闪烧温度 (开口杯), °F (A. S. T. M. D92-57)	560

实例 1

按下列选用的配方配制 140 磅熔模材料批料：

	重量 %
有机材料 (改性苍木松脂)	43%
高分子量微晶石蜡	9%
费-托蜡	14%
石蜡	19%
乙烯基树脂 (无定形高分子量乙烯/醋酸乙烯酯共聚物)	15%

按选用的制备方法，将全部原材料 (除乙烯基树脂外) 加入到熔蜡锅中，如电加热熔蜡罐或能够熔化及加热混合物至 270~300°F 温度范围的加罩锅。随后将乙烯基树脂加入