

模拟精密铸造的关键问题

通过更好的了解工艺过程，更早的掌握冶金性能，来缩短交货时间，是精密铸造技术的一个主要问题。而数值模拟是达到该目标的一个重要工具。这一期的 e-tip 将图示数值模拟方法对于快速高效优化铸件设计的重要作用。

精密铸造建模方法

在工艺开发早期，铸件的最终设计形状还未完全确定。我们将使用包含这些参数的数值建模方法优化工艺。

标准的精铸工艺模

型化方法如图 1 所示。图中描述了该方法的每一步，讨论了将会产生的工业利益。

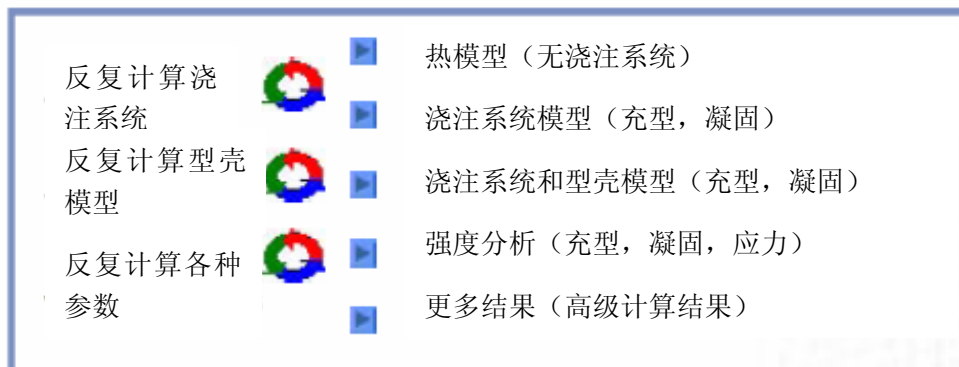


图 1：精密铸造模型化方法

第一步：热模型分析

这时大多零件的最终设计还未完全确定，而客户又希望铸造厂帮助他们验证并优化零件设计。

首先讨论零件设计的铸造可行性，如果不能铸出，找出需要修改的几何结构，并进一步确定怎样优化设计才能满足客户要求和铸造生产工艺。

这就是并行工程，首先可以利用热模型来完成。对于这种模型只考虑铸件的设计和它周围的陶瓷壳，如图 2 所示。这种模型设置简单，计算速度快，顶多几个小时。因此，我们就可以同时计算多个不同的设计方案，然后分析确定能够满足客户需求和精密铸造工艺的最优设计。

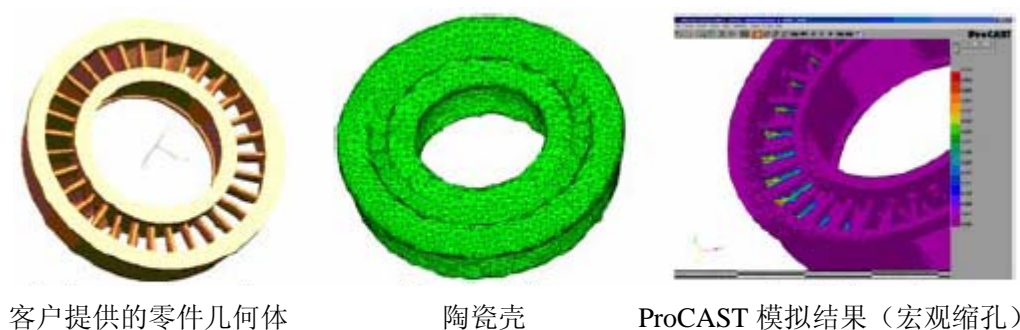


图 2：热模型设置

第二步：浇注系统分析

这一步主要研究最终产品设计方案和几个不同浇注系统的充型、凝固模型。首先要设计一种高效的浇注系统，其满足以下条件：

- 1) 良好的充型过程（顶注、底注.....）
- 2) 良好的凝固方式，这些将通过不同的形壳工艺在第三步中进一步改进。

3) 可接受的经济性方案。

如图 3 所示，在第一步中的几何体基础上设计了两种浇注系统。同时建立模型，设置参数，进行计算。然后，对两种方案的充型和凝固方式进行比较，得出以下结论：

1) 方案 1 在辐条和浇道相连处有 4 个非常大的热节。

2) 方案 2 在铸件和内浇口的界面上有两个热节。由于水平较低，这样的设置能够很容易的从铸件上移出与之有关的缩孔。从经济性方面考虑，这种设计也减少了 10% 的合金使用。

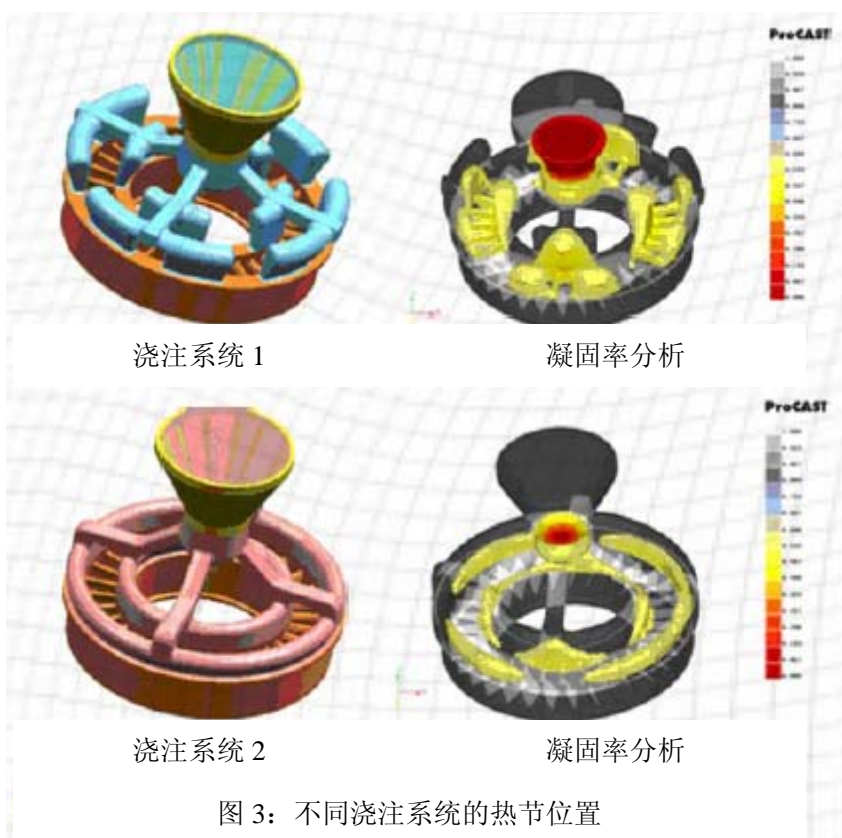


图 3：不同浇注系统的热节位置

如果充型的影响不大，很明显应该选择 2 号设计方案来进行第三步。

第三步：浇口和型壳模型分析

对多个型壳模型进行计算，如图 4 所示，确定凝固最好的零件。通过观察凝固特征，可以看出 2 号方案更好一些。在方案 1 中，每个辐条都存在孤立的热节区（宏观缩孔预测证实了这点），而第二种方案就不存在这样的区域。

在这一阶段，就可以认为已经得到了可用于一般生产的工艺（从充型、凝固角度考虑）。接下来，就可以加工模具了（几个星期或几个月），同时可以继续做更多的研究（第四步）。

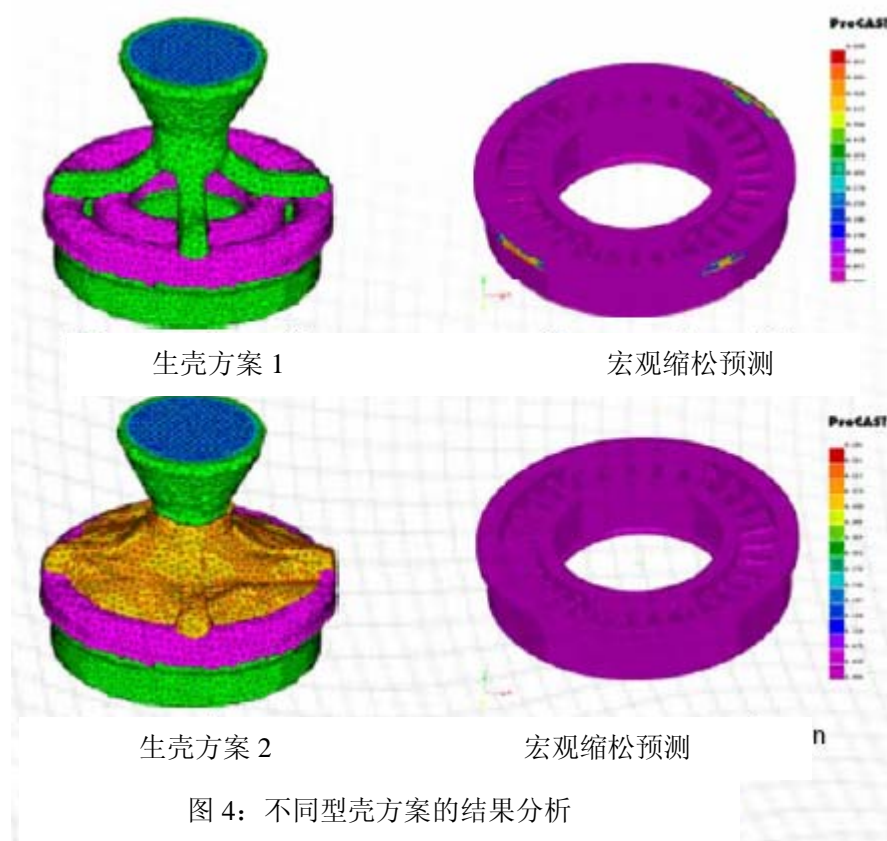


图 4：不同型壳方案的结果分析

第四步：强度分析

这一步的目的是对参数影响进行精确研究,得到工艺强度。我们知道,调整几何参数需要很长的时间(图 5 所示)。而物性参数更容易更改,所以可以对工艺参数作大量的测试。

第五步： 更多结果分析

根据客户的要求和工艺使用,还可以做特殊研究。例如,如果晶粒大小和取向是关键标准的话,可以对其进行计算,如图 6 所示。

结论

精密铸造厂要求更短的研发时间,更低的成本(回炉成本、重新建模成本)。数值模拟是达到这些目标的一个高效工具,它可以在概念设计初期就进行使用(和客户建立并行工程)。对精密铸造过程一步一步地建模(热模型,充型,凝固),可以在短时间内建立稳定的工艺,还可以通过 PDM 软件和所有工程师分享结果数据。

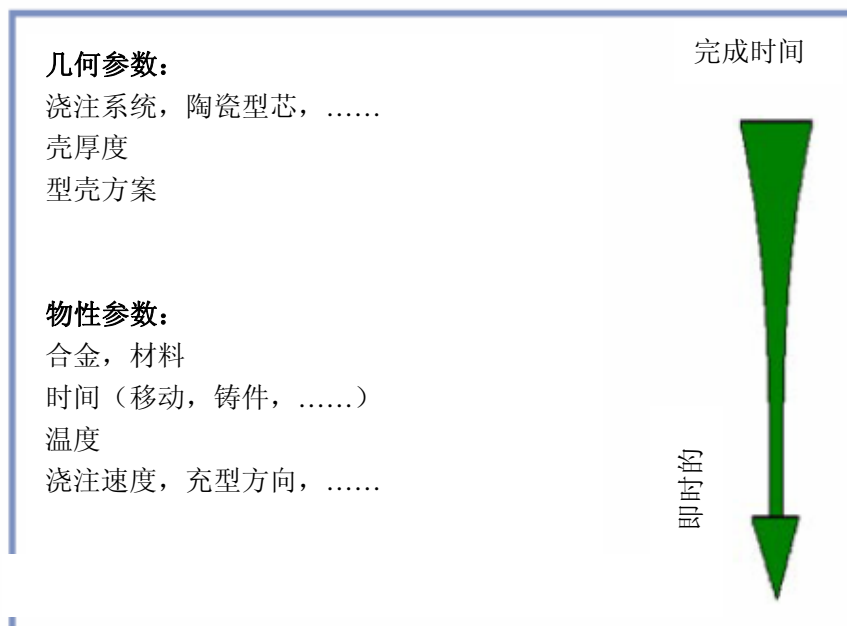
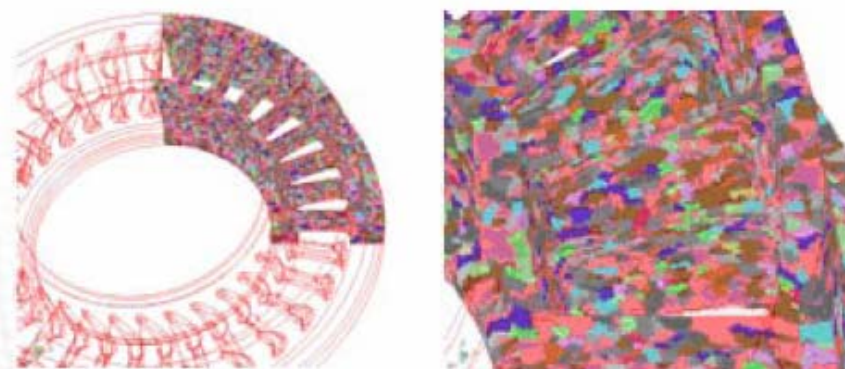


Figure 5: Achievement vs. parameters modification



晶粒大小和取向 (ProCAST 中的 CAFE 模块)

图 6: 晶粒生长模型