

ProCAST分割模拟提高铸造工艺研发效率可行性研究

■ 王廷勇, 岳卫国, 岳建国

摘要: 随着计算机技术的发展, 铸造模拟软件的模拟精确程度越来越高, 已成为铸造工艺研发的重要工具。ProCAST软件是一款优秀的基于有限元分析的铸造过程模拟软件, 任何一种铸造过程都可以用ProCAST进行分析和优化。铸造模拟软件模拟过程首先需要对零件立体图进行网格剖分, 铸件体积越大剖分出的网格越多, 模拟需要的计算量越大, 工艺研发周期越长。

关键词: 铸造; 分割; 模拟; 对称结构; 绝热层; ProCAST

大型铸件因体积较大, 常规模拟需对立体图整体进行网格剖分, 使得网格数量较多, 网格剖分及模拟运算时间较长, 一个模拟周期往往需要数十小时甚至数天时间, 在工艺研发过程中软件模拟效率严重影响工艺优化进度。本文立足于合金凝固过程温度场的合理分析, 根据热传递原理采取有效措施对大型铸件进行分割模拟, 以提高模拟效率, 进而提高铸造工艺研发效率。

1. 铸造凝固过程分割模拟可行性分析

(1) 分割模拟的必要条件 分割模拟能够有效实施的前提是分割面对分割模拟结果无影响, 分割模拟结果能够很好地反映整体模拟的模拟结果, 因此需要分割部位两侧的液态补缩及热传递相互不影响。分割面两侧相对无热传递和液态补缩需要分割面为铸件对称面, 即要求铸件存在对称或基本对称的对称面。

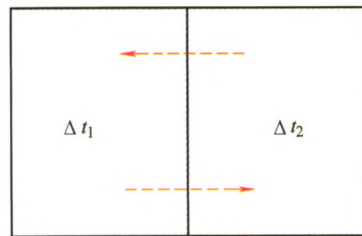
图1为对称结构示意图, 中间竖线为分割位置, 图2为非对称结构示意图, 中间竖线为分割位置。 Δt_1 和 Δt_2 为分割面上任意一点两侧部位的热量传入与传出的差值。

当分割面为铸件对称面时, 分割面中任意一点两侧温度相同, 此时分割面相对无热传递, 两侧凝固状态一致同时也就没有一侧向另一侧的液态补缩。对存在对称结构铸件可通过ProCAST模拟软件设置界面传热系数为绝热, 即可实现分割模拟结果有效反映整体模拟结果的目的。

(2) 结构完全对称或基本对称的铸件 对于该类对称的铸件 (见图1), 分割面上任意一点两侧 $\Delta t_1 = \Delta t_2 = 0$, 且因分割面两侧对称, 在两侧补缩冒口设置一致的情形下分割面两侧不存在合金液相对向一侧补缩。因分割面相当于绝热面而两侧补缩情形一致, 因此该类结构的铸件分割模拟结果能很好地反映整体模拟

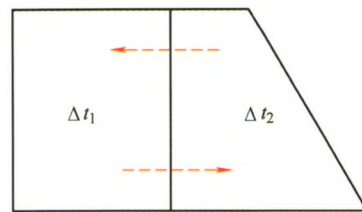
结果, 非常适用于分割模拟。

(3) 结构不存在对等面的铸件 对于该类不对称的铸件 (见图2), 即使进行分割也会因分割位置中总会存在两侧温度不一致情形, 使得其凝固顺序不同, 凝固过程补缩不同的分割面两侧存在热量不对等补偿 $\Delta t_1 \neq \Delta t_2$, 分割面两侧存在相



对称结构

图1 对称结构



非对称结构

图2 非对称结构

对热量向一侧传递及合金液相对向一侧补缩。因没有合适的分割面，不论如何分割均会因结构问题导致分割模拟与整体模拟的模拟结果存在或多或少的偏差。因此类铸件分割模拟结果不能很好地反映整体模拟结果，所以该类铸件不适用于分割模拟。

(4) 分割模拟立体图处理及模拟运行参数设定 对适用于分割模拟铸件，在立体图分割后需在分割面位置做出绝热层。做出绝热层的目的是能够在ProCAST中通过有效设置传热系数使得分割面起到绝热效果。绝热层实体可在三维软件中使用分割面截面轮廓做草图向外侧拉伸一定距离生成。

ProCAST模拟参数赋值时，绝热层材质无特殊要求，可选用材质表中REFRACTORY_MgO。绝热层与铸件及绝热层与型砂间Interface界面传热系数设置为0，即绝热层与铸件及型砂间设置为绝热理想状态。

2. 分割模拟与整体模拟结果比较

(1) 85t整圆端盖 该整圆端盖为矿用球磨机端盖，外径7.9m，初步根据铸件所需补缩量在端盖内圆处设置18处相同规格冒口，根据冒口数量对整圆端盖进行等分，先对称分后的1/18端盖进行铸造模拟优化，通过调整冷铁使用，最终得到内部质量良好的分割模拟结果。然后使用相同工艺在同等模拟参数下对整圆进行模拟，最终模拟结果为内部无缺陷，质量良好。整圆端盖的分割模拟和整体模拟结果一致

(见图3、图4)。原来整圆端盖模拟需要近两天时间，通过分割模拟将单次模拟所需时间缩短至数小时。

(2) 28t二分之一端盖 该二分之一端盖为矿用磨机遇端盖，直径8.4m，因整圆尺寸外径过大不便于铸造，设计将整圆端盖一分为二。二分之一端盖虽不为完全回转体，但其尺寸较大，根据铸件所需补缩量其内圆处设置9处相同规格冒口，根据冒口数量对该端盖进行等分，取中间有代表性的一块进行铸造模拟优化，通过调整冷铁使用，优化后得到较好模拟结果，此时内部仍存在少量缺陷。然后使用相同工艺在同等模拟参数下对该二分之一端盖进行模拟，模拟结果为内部存在少量缺陷，且位置与分割模拟结果一致(见图5、图6)。原来二分之一端盖整体模拟需要近一天时间，通过分割模拟将单次模拟所需时间缩短至不足2h。



图3 分割(1/18)模拟结果

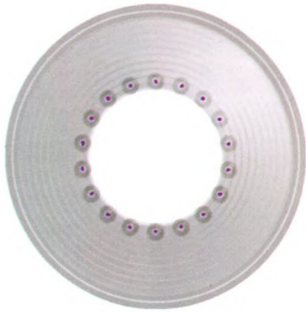


图4 整体模拟结果



图5 9等份1/2端盖模拟结果



图6 1/2端盖整体模拟结果

3. 结语

综上所述，使用ProCAST对存在对称结构的铸件进行分割模拟是可行的。对存在对称结构的铸件先制订初步工艺方案，再根据铸件结构及冒口数目对其进行合理分割，对分割后的部位进行分割模拟，在工艺方案优化到最佳时再对铸件进行整体模拟验证，可大幅缩短工艺优化周期，提高铸造工艺研发效率。该分割模拟办法尤其适合大型对称结构铸件。

作者简介：王廷勇、岳卫国、岳建国，中信重工洛阳重铸铁业有限责任公司。

MW 20170115