



基于数值模拟的发动机水套铸造工艺设计

■ 高超, 杨齐

摘要: 采用数值模拟的方法, 对发动机水套铸造过程中流场、温度场等物理过程进行分析, 指导产品前期工艺开发, 为产品的实际生产提供参考。

关键词: 数值模拟; 发动机水套; 铸造工艺; 实际生产

传统铸造产品的开发多采用试错法进行, 即对产品铸造工艺进行初步设计并试浇, 根据产品生产情况再对工艺进行改进, 不断重复这一过程直至产品满足要求。该方法在实际生产过程中十分费时, 同时成本高昂。随着计算机技术的发展及相关理论的成熟, 采用数值模拟的方法进行产品铸造工艺的开发已成为铸造行业产品开发过程中十分重要的一环, 其可以有效缩短开发周期, 提前规避铸造风险, 降低铸造生产成本, 提高铸造企业效益。

本文通过对某发动机水套产品进行铸造过程的数值模拟, 对产品铸造过程中的充型及凝固等物理过程进行模拟分析, 为产品的实际生产提供指导, 提高了产品开发成功率。

1. 产品结构

该水套为典型的薄壁件, 由一个大圆柱环与一个小圆柱环相接而成, 其基本尺寸为 $622\text{mm} \times 627\text{mm} \times 285.5\text{mm}$,

理论重量为 117kg , 主要壁厚约 15mm , 产品结构如图1所示。

2. 浇注系统设计

该产品铸造工艺初步采用顶注, 直浇道直径为 50mm , 横截面积为 1963.5mm^2 ; 横浇道截面积为 2004mm^2 ; 在圆周上均匀设置4个内浇道, 截面积共计 1536mm^2 ; 铸件上表面布置5个出气片。产品的浇注系统如图2所示。

3. 铸造工艺模拟

采用MAGMA软件对产品铸造工艺进行数值模拟。将产品、浇注系统、出气片等三维模型导出为Stl文件, 将所有Stl文件按一定顺序导入MAGMA软件进行处理。

对导入的几何文件划分网格, 考虑到产品结构复杂程度一般, 此处划分的网格数为 4252608 。

在划分好网格后, 需对产品的材料及铸造工艺参数等进行设

置。该产品材料为HT250; 采用砂型铸造, 型砂材料为呋喃树脂砂; 浇注温度为 1360°C , 型砂初始温度为 20°C ; 铸件与型砂间的热传递采用传热系数随温度变化的TempIron; 整个浇注时间为 15s 。

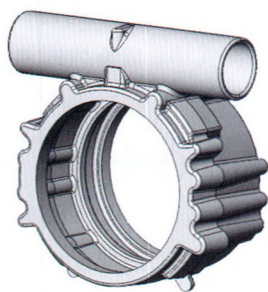


图1 产品三维结构

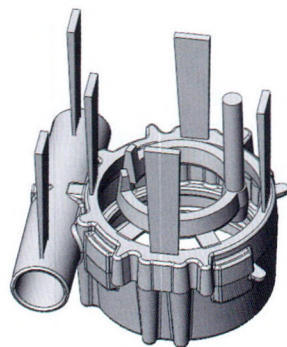


图2 铸件浇注系统

4. 数值模拟结果

(1) 充型过程 图3为浇注过程中铸件充型30%、60%、90%时的温度场。从图中可以看出，铁液首先充满浇注系统，逐渐将整个型腔充满。在整个充型过程中，没有出现喷射、浇不足、冷隔等问题，充型合理。

(2) 凝固过程 图4为凝固过程中铸件凝固分别为30%、60%、90%时的液相分数场。从

图中可以看出，型腔内首先从出气片开始凝固，然后为小圆柱环，再到大圆柱环，最后凝固的区域为大圆柱环上较厚的位置和两个圆柱环相接处。

(3) 缩松、缩孔分析 图5为铸件的缩松、缩孔分析，由铸件的凝固过程可知，在大圆柱环较厚处和大圆柱环与小圆柱环相接处为最后凝固的区域，将形成孤立液相区，可能出现缩松、

缩孔。在相应位置建立截面，观察数值模拟产生缩松、缩孔的情况，由图5可知，相关区域位置基本未出现缩松、缩孔现象，满足工艺要求。

5. 实际生产情况

图6为实际铸造的毛坯及加工后的情况。实际加工后，产品未见相关缺陷，满足客户相关技术要求。

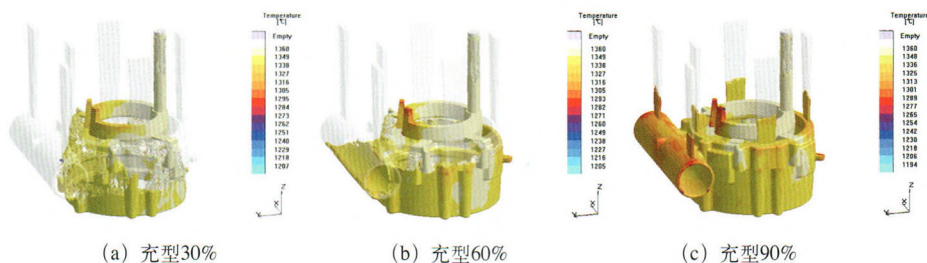


图3 充型过程温度场

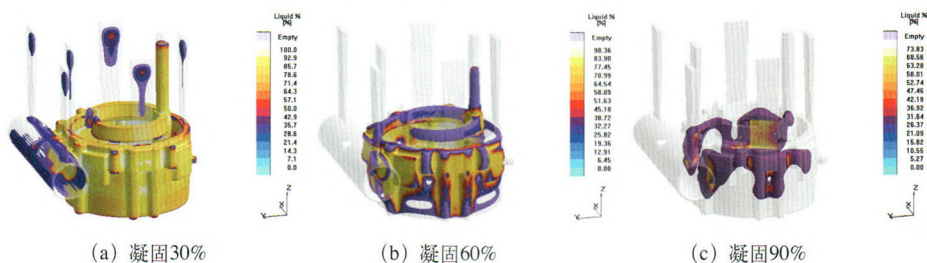


图4 凝固过程温度场

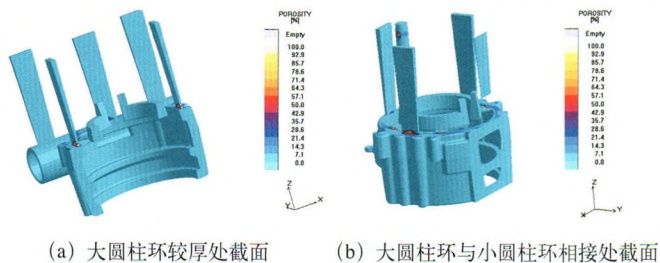


图5 缩松、缩孔分析

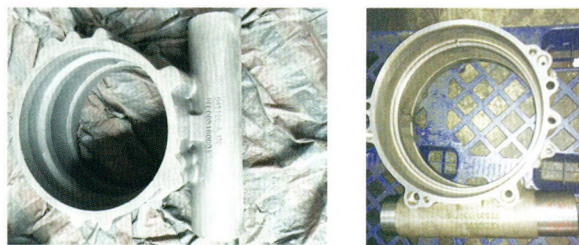


图6 产品实际生产情况

6. 结语

采用数值模拟的方法进行产品铸造工艺的开发，可得到产品在充型和凝固过程中流场、温度场及相关缺陷等详细分布，提前预测产品质量，缩短开发周期，提高产品浇注成功率，从而提高企业核心竞争力。

作者简介：高超，宜宾普什联动科技有限公司。杨齐，宜宾五粮液集团副总经理，宜宾普什集团总裁。

MW 20170428