

铸造篇

Metal Casting



本期铸造篇设置了铸造工艺、质量控制、抛丸栏目，内容涉及企业砂型铸造、消失模铸造、精密铸造中的工艺设计与分析；低温高韧性球墨铸铁的生产，炼钢脱氧量控制、低压铸造汽车零件模具改进，制动盘铸造缺陷的质量控制；以及铸件抛丸清理用高碳铸钢丸制造的离心雾化技术，抛丸平台车设备密封性改进措施等，内容均为一线企业工程师的生产实践总结，现与行业读者分享。

栏目主持：田文华



基于MAGMA的发动机缸体砂型铸造工艺的开发

■ 糜海飞

摘要: 应用MAGMA铸造模拟软件, 通过对灰铸铁缸体铸造的流场、温度场以及铸件性能的模拟, 优化缸体产品的铸造工艺, 用于指导缸体的前期开发, 并通过与实际生产情况进行对比, 为实际生产过程提供指导意见。

发动机缸体形状结构、壁厚不均匀, 属铸造技术难度高的零件, 且模样制造成本高, 产品开发周期长, 其产品的开发周期综合反映了铸造企业的技术、管理能力。随着计算机技术的发展, 计算机数值模拟已成为铸造行业开发过程中必不可少的重要内容, 特别是对于发动机缸体等复杂结构的铸造产品开发阶段的一个重要环节, 是缩短产品的开发周期, 降低模具开发费用, 提高企业竞争力的必要手段。

本文通过MAGMA模拟分析软件对某新开发的发动机缸体的铸造充型过程进行模拟, 通过对铸件充型过程中的流场、温度场以及铸件充型过程中铁液压力及型腔压力、铸件成分及性能等综合模拟, 指导产品模样的工艺开发, 并将模拟结果与实际生产结果进行对比, 为后期的生产及工艺改进提供参考。

1. 铸件三维结构

该发动机缸体铸件为三缸缸体, 基本尺寸为278mm×253mm×202mm, 铸

件外表面形状极其复杂(见图1), 产品理论重量为33.46kg, 主要壁厚尺寸为3.5mm。

2. 工艺设计

该产品采用一模4件湿型砂铸造, 采用封闭开放式浇注系统, 内浇道设计为阶梯式。采取快浇工艺, 为防止上层浇道铁液温降过快导致铸件内部形成铁豆、冷隔等缺陷, 浇注系统在下层进铁液的同时保证上层浇道也有部分铁液进入型腔。目标每箱浇注时间12~15s。工艺设计如图2所示。

3. 模拟准备工作

在UG中将铸件、砂芯、浇注系统等进行整体装配, 为保证模拟的准确性, 以及后期模拟过程中不同结构需赋予不同的材质以及模拟特性, 装配好后需将铸件、砂芯、过滤片、排气针及溢流块等逐一分开, 分别导出另存为stl格式文件。将导出的stl文件导入至MAGMA内, 通过反复的剖分及修改, 最终划分为4980万个网格, 如

图3所示。材质成分设计为 $w_c = 3.25\%$ 、 $w_{Si} = 2.05\%$ 、 $w_{Mn} = 0.6\%$ 、 $w_p \leq 0.1\%$ 、 $w_s \leq 0.1\%$ 、 $w_{Cr} = 0.2\%$ 、 $w_{Cu} = 0.5\%$ 。浇注温度1440℃, 砂芯温度25℃, 型砂温度40℃。设置浇注压力曲线按压力随时间进行变化, 压力曲线如图4所示。

4. 模拟结果分析

通过模拟, 铁液进入初期

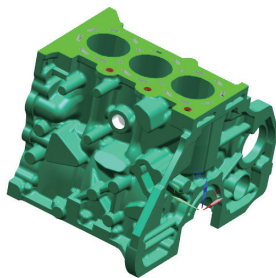


图1 铸件三维结构

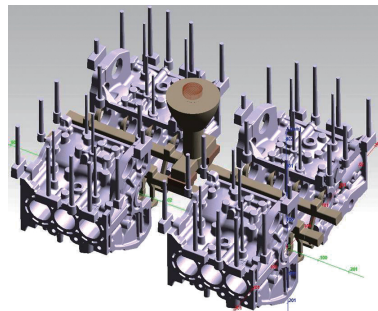


图2 工艺设计

(30%，见图5)，下层进液速度为0.9m/s，上层浇道进液速度为0.5m/s；到达中期进液时（60%，见图6）下层进液速度为0.6m/s，上层进液速度为0.8m/s，进液速度很低，能够防止铸件产生冲砂、粘砂缺陷，且充型时间很短，为10.883s。通过对铸件性能的模拟，铸件缸孔硬度为202~209HBW，表面硬度为220~240HBW，轴承座位置（进液口）强度为235~245MPa，达到产品性能要求，模拟结果如图7、图8所示。

5. 实际生产结果分析

通过5次试模及样件的生产，实际浇注时间为12~14s，首次产品合格率达到90%以上，且缸孔硬度为195~215HBW，轴承座抗拉强度为238~259MPa，与模拟结果基本一致。对比结果见附表。

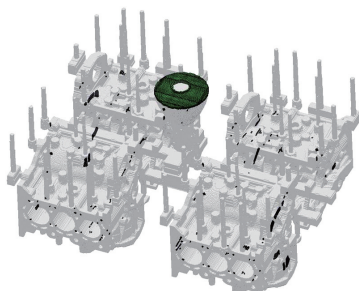


图3 网格结果

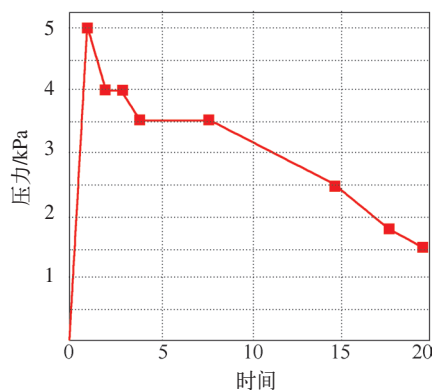


图4 压力曲线

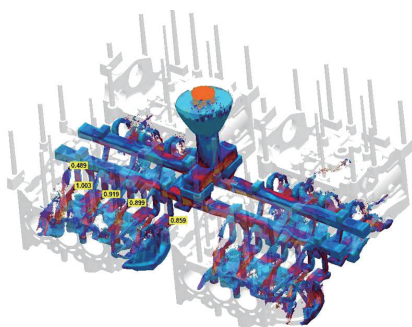


图5 充型30%时铁液速度

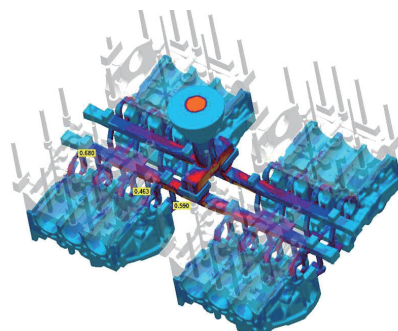


图6 充型60%时铁液速度

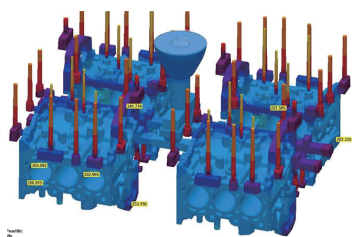


图7 铸件表面硬度分布

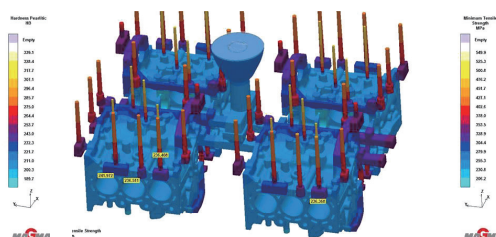


图8 铸件强度分布

生产结果及模拟结果对比

序号	生产数量 /件	合格数量 /件	良品率 (%)	缸孔硬度 HBW	本体强度 / MPa	模拟硬度 HBW	模拟强度 /MPa
1	12	10	83.3	209~215	243~258	202~209	235~245
2	40	36	90	197~213	249~255		
3	36	32	88.8	203~212	238~259		
4	116	112	96.5	195~213	242~257		
总计	204	190	93.1	—	—		

6. 结语

通过MAGMA在近似实际生产参数的设置模拟，在模样开发初期的多次模拟，得到优选的工艺设计方案，在短短4个月内便完成了从模样的工艺设计到产品样件提交的全过程，且首次浇注产品合格率达到90%以上，极大地缩短了缸体产品的开发周期以

及模样的加工成本，提高了企业的竞争力。

通过MAGMA模拟得到的结果与实际生产结果对比，在模拟参数设置准确的前提下，模拟结果与实际生产结果有较高的吻合度，能够为后期的质量改进提供参考意见。

作者简介：糜海飞，重庆泰安铸造有限公司。

MW 20151030