重型载货汽车支架铸造工艺研究

张富彬，高秀武，代方正，王成亮

重型载货汽车支架安装在车前桥两端，对整车起支撑作用，是重型载货汽车底盘件的重要部件，在工作中受振动及冲击，承受较大的载荷，要求铸件在重要部位不得有缩松、缩孔缺陷。通过铸造模拟技术，对设计的铸造工艺进行模拟，为改进浇注系统、排气系统等提出一些意见和建议，从而提高了工艺设计水平，减少了铸造缺陷的产生。

1. 支架的结构特点

支架铸件三维实体如图1所示，铸件为中心对称，大平面（*a*处）与中间圆环孔由筋板（*c*处）连接，加强筋（*b*）起辅助支撑作用，两ϕ60mm圆棒（*d*处）由相交的筋板与中间圆环孔连接，中间圆环孔下端小孔位置为筋板围成的空腔，起减重作用。铸件结构简单，但局部壁厚较厚，最厚处（*e*处）为72mm，最大外形尺寸770mm×435mm×300mm，铸件重117kg，材质为ZG310-570。

2. 支架原铸造工艺方案

由于铸钢熔点高，流动性差，收缩大，易氧化，而且夹杂物对铸件力学性能影响严重，多采用底注浇包，浇注的铸钢件宜采用开放式浇注系统 。

由于中注式浇注系统具有充型平稳，抗气孔、夹渣能力强，以及抗缩松、缩孔、渗漏能力强的特点，根据我公司生产装备状况，采用中注式浇注系统，一箱两件，钢液由侧冒口直接进入铸型。

为保证对铸件的充分补缩，采用三个侧冒口及一个顶冒口对不同热节部位进行补缩。

采用酚醛树脂砂制芯，由于树脂砂发气量较大，因此将形成中间圆环孔位置的砂芯中间进行掏空，上芯头顶端放置一出气孔，顶冒口上端扎透，便于及时排出铸型中的气体。

根据经验，为防止在最大热节位置（*e*处）出现缩松、缩孔缺陷，在该位置放置4块外冷铁激冷。

3. 充型及凝固过程模拟

我们采用Catia三维设计软件对原铸造工艺方案实体建模，然后转化为STL格式文件导入到铸造工艺设计及工艺模拟软件CASTsoft中，利用处理模块对工艺方案进行凝固过程模拟，并对模拟结果进行比较分析，预测缺陷存在的大小及位置。

从图2中可以看出，当铸件凝固进程为52.44%时，铸件内部出现5个独立液相区：三个侧冒口位置出现最大一处、4个外冷铁位置两处、顶冒口一处及远离顶冒口ϕ60mm圆棒中间热节较

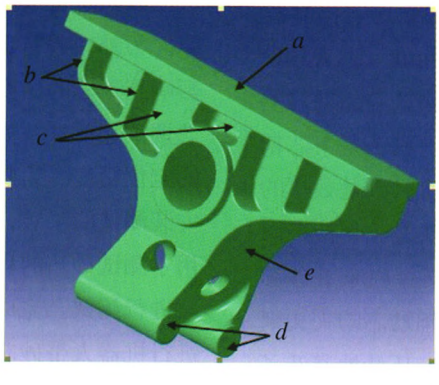


图1 支架三维实体

大处。

三个侧冒口附近的独立液相区体积较大，连成一片，未断开，说明此时单个冒口的有效补缩距离大于两个冒口之间的距离。从凝固结果看，大平面位置的缩松、缩孔都出现在冒口内，铸件内部无缩松、缩孔现象发生。

外冷铁附近的两个独立液相区，并未与中间侧冒口形成的独立液相区完全分开，说明此时中间冒口对该位置仍有一定的补缩作用。随着钢液的进一步凝固，当凝固进程为66%左右时，外冷铁附近才真正存在独立液相区，不过独立液相区体积较小，说明外冷铁对该位置激冷效果明显。

顶冒口位置的独立液相区，缩松、缩孔出现在冒口内，铸件内部无缩松、缩孔现象发生。

观看整个凝固过程可以发现，当凝固进程为25%左右时，上下两个ϕ60mm圆棒中间的筋板已经部分凝固，顶冒口向远离顶冒口的ϕ60mm圆棒补缩的通道中断，无法对其进行补缩。远离顶冒口的ϕ60mm圆棒处的独立液相区体积较大，既无冒口补缩又无冷铁激冷，最终将形成缩松、缩孔缺陷。

4. 工艺方案改进及模拟

通过对原始工艺方案的凝固过程模拟分析，可以看出三个侧冒口、外冷铁及顶冒口部位铸件无缩松、缩孔缺陷，但在远离顶冒口的ϕ60mm圆棒处中间部位出现了大的缩孔缺陷。为消除铸件的缩孔缺陷，可以尝试在ϕ60mm圆棒中心及独立液相区最终消失位置放置两块内冷铁；同时三个侧冒口距离较近，无法充分发挥单个冒口有效补缩距离的补缩作用，又中间冒口对外冷铁处的独立液相区有一定的补缩作用，可以尝试去除两端对称的侧冒口，只保留中间侧冒口，必要时适当加大中间侧冒口尺寸，增加冒口的有效补缩距离。

对工艺方案进行改进，在远离顶冒口的ϕ60mm圆棒处增加两个内冷铁，去除对称的两侧冒口。更改后的工艺方案凝固模拟结果如图3所示。

从图3可以看出，在凝固进程为45.06%时，中间侧冒口在其有效补缩距离内对大平面一直起补缩作用，同时对外冷铁位置附近的独立液相区也有一定的补缩作用。从凝固结果看，大平面位置的缩松、缩孔都出现在冒口内，铸件内部无缩松、缩孔现象发生。在两个内冷铁的共同激冷作用下，凝固进程还未到50%时，附近的钢液已经完全凝固。

5. 结语

通过实际工艺验证，在凝固模拟中出现的5个独立液相区部位，均未发现缩松、缩孔缺陷。铸造工艺凝固过程模拟对新产品设计有很强的指导作用，通过对原始铸造工艺方案的凝固过程模拟，找出缺陷的大小及位置，进而制订相应的工艺措施，提高了铸造工艺设计的一次成功率，缩短了工艺开发时间，提高了生产率。

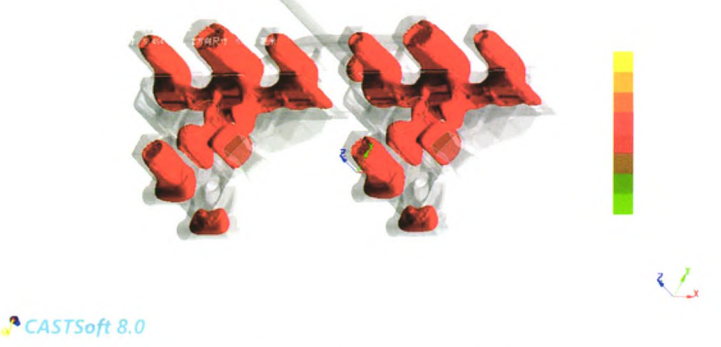


图2 冷却时间t=180.68s 凝固进程为52.44%

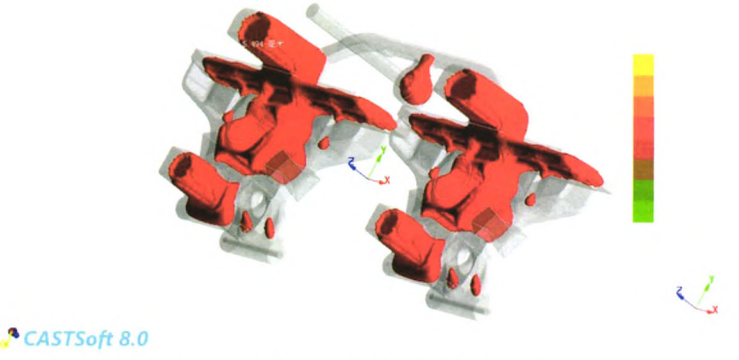


图3 冷却时间t=154.94s 凝固进程为45.06%

作者简介：张富彬，高秀武，代方正，王成亮，中国重汽（香港）有限公司济南铸锻中心。

MW 20140320