大型自由锻操作机用低碳不锈钢铸件工艺

■ 杨广，权军鹏，王飞

摘要：对于作为大型自由锻操作机上使用的主要零部件，该不锈钢类铸件因工作条件较为复杂，作为操作机的主要受力部件，对其质量要求较高。主要介绍了该零件在铸造过程中的相关工艺。

关键词：不锈钢；锻压机；钳臂；铸造工艺

我公司生产中自用大型自由锻（80MN）操作机上使用的大型不锈钢铸件，其结构复杂，模具制造难度大，以及材质比较特殊（06Cr13Ni4Mo不锈钢），价值也较昂贵，铸造过程中稍有不慎便会出现铸件开裂，严重时将导致直接报废，使公司造成巨大经济损失。

1. 铸件简介

操作机用钳臂外形尺寸为2827mm×1600mm×1665mm（长×宽×高），材质06Cr13Ni4Mo，净重10741kg。该铸件的三维结构如图1所示，化学成分和力学性能要求见表1、表2。

2. 无损检测技术要求

铸件按EN12680-1进行UT检测，质量等级2级；铸件所有表面按EN1369进行磁粉检测（MT），质量等级为2级，或者按EN1371进行着色渗透检测（PT），质量等级为2级；表面无裂纹。

3. 主要设备

30t/h（EBT）偏心电弧炉、40tLF+VOD+VD双工位炉、40t/h连续式混砂机、4m×8m热处理炉、200t旋转式抛喷丸机、电弧气刨，以及二氧化碳气体保护焊、氩弧焊机多台。

4. 工艺方案

（1）该件采用地坑造型，木模为实样+对芯的方式，原砂为硅砂，采用改性水玻璃砂，但所有表面采用铬铁矿砂，对于圆角及大热节部位铬铁矿砂厚度适当增加。

（2）根据铸件的结构将铸件划分为几个补缩区域，如图2所示。

图2中，把该铸件按结构划分三个补缩区域（点画线框①、②、③），从中可以看出，补缩区域①和补缩区域②的补缩量较小，而补缩区域③的补缩量比区域①和区域② 要大很多。基于此，我们在选择冒口时补缩区域③的冒口将比区域①和区域② 大

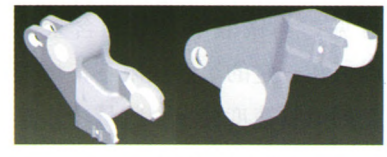


图1 铸件三维结构

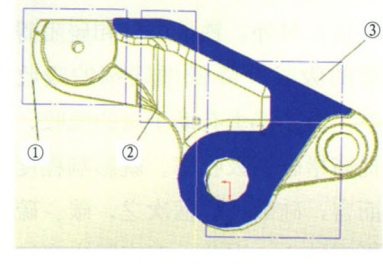


图2 铸件补缩区域划分剖视

表1 ZG06Cr13Ni4Mo化学成分（质量分数） （%）

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	其他
≤0.06	≤1.0	≤1.0	≤0.03	≤0.03	11.5～14.0	3.5～4.5	0.4～1.0	—

表2 ZG06Cr13Ni4Mo力学性能

σ_b/MPa	σ_s/MPa	δ_5 (%)	ψ (%)	HBW
≥760	≥550	15	35	≥220

很多。根据零件的结构和使用条件，区域①和③是该零件的关键使用部位，但零件的区域②部位属于零件传导和受力的部位，因此该区域也属于该零件的关键部位。

为此，我们设计了如图3所示的冒口，保证此三个重要部位得到良好的补缩，并根据经验初步确定冒口的位置和数量。由于该件的结构原因，不适合采用模数法的方式进行计算，因此我们在初步放置完冒口之后采用了“计算机凝固模拟”的方式，对所放置冒口的大小和高度进行了模拟验证。首次全部采用圆形冒口，3#冒口ϕ600mm×700mm一个、2#冒口ϕ400mm×700mm 两个、1#冒口ϕ400mm×700mm两个。

（3）图4为模拟缩孔、缩松结果，从图4a缩孔示意中可以看出，放置该冒口的铸件上没有出现缩孔现象，但在图4b中可以看到零件下部圆弧部位，以及其他一些部位出现的明显缩松显示，尤其是在圆弧部位缩松显示较大，该部位作为零件的关键部位不允许出现缩孔、缩松现象，鉴于此在圆弧部位增加了几块小型外冷铁，通过外冷铁激冷的方式加快该部位凝固，改善了缩松情况，同时更好地使铸件符合工艺要求，实现顺序凝固，保证铸件质量达到预期的效果。

（4）从图5中的凝固模拟温度场可以看出，该件的温度场与预期的顺序凝固方式比较接近，可以很好地保证铸件实现顺序凝固。

经过凝固模拟结合自身的经验，判定对该铸件的冒口不再进行修正，直接采取上述尺寸规格的冒口，但在铸件浇注时需进行冒口补浇，采用保温冒口并加入保温剂，以此加强冒口的补缩效果。采用双层内浇道浇注，以利于钢液在下部时分散进入，避免局部过热而导致内浇道部位拉裂，同时改善补缩顺序。

（5）该件经后期加工后无损检测，部分地方有小裂纹缺陷，采取补焊修复后完全符合要求，已顺利装配使用。

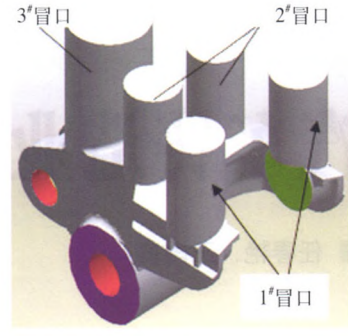
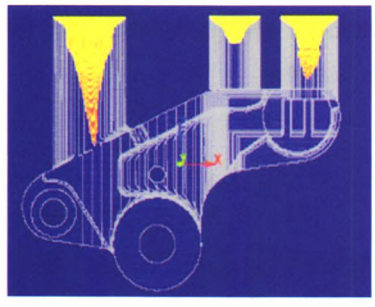
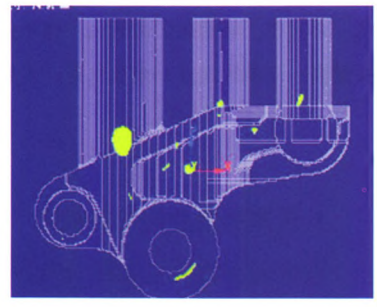


图3 铸件冒口放置



（a）凝固模拟缩孔



（b）凝固模拟缩松

图 4

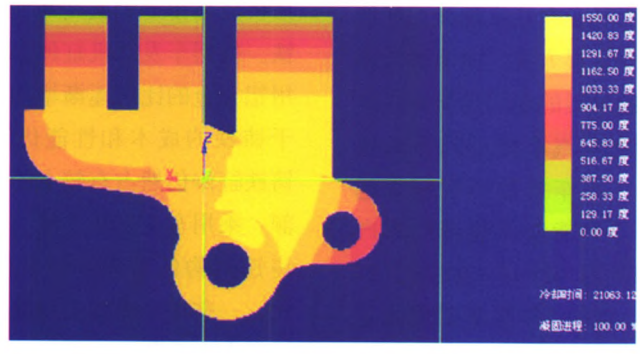


图5 温度场凝固模拟

5. 结语

通过采用铸件凝固模拟软件并结合自身的生产经验，合理确定冒口的规格和位置，顺利完成铸件的生产，经过UT、MT检测后，铸件符合标准规定的技术要求，力学性能也满足标准要求。需要注意的是，该件属马氏体不锈钢，极易在空气中进行淬火，铸件的打箱和热处理时需要控制好打箱温度和热处理后的出炉温度，这对该件的成功制造有着关键性的作用。

作者简介：杨广、权军鹏、王飞，中冶陕压重工设备有限公司市场技术部。

MW 20170115