

钢包车轮铸造工艺的计算机辅助设计

安阳钢铁集团机制公司生产部 (河南 455004) 樊付辉

【摘要】 针对钢包车轮承受力大的特点,通过华铸 CAE 软件对常规两种铸造工艺方案进行充型、凝固的模拟分析,找出了缺陷易产生的部位,提出了铸造工艺改进方案,实现了钢包车轮铸造工艺的计算机辅助设计。

钢包车轮是运送钢包过跨车的轮子,单轮承重的静载荷为 90t 以上,对其构成危害的是承受巨大的静压力,同时还要承受运动中巨大的冲击力。车轮表面破坏主要是疲劳磨损;车轮轮体破坏主要是轮缘开裂,或轮缘与轮辐之间开裂。因此在钢包车轮的生产中,对车轮的内在质量要求非常高,轮缘内外不允许有气孔、缩孔、砂眼及裂纹等缺陷,而且不允许进行焊补,铸造难度较大,要求铸造工艺水平较高。我们应用的两种工艺,经常因为这类缺陷造成车轮的报废。本文运用华铸 CAE 对这两种工艺进行模拟,找出问题,改进工艺,消除缺陷,进而对铸造工艺进行优化。

1. 常规车轮铸造工艺的模拟分析

由于钢包车轮承重较大,使用条件恶劣,我们采用一种传统的多冒口工艺,用热节法在轮缘和轮辐的交界处设置补缩冒口。冒口系统设计的目的是补偿铸件在凝固过程中的体积变化,消除缩孔、缩松等收缩缺陷,从而获得组织致密的优质铸件。影响收缩缺陷产生的因素主要是铸造合金凝固和冷却过程中的体积变化特性及合金的凝固方式。铸钢从液态转变为固态,体积要显著地缩小,即有很大的体收缩。因体积的缩小而得不到钢液的补缩时,则凝固后在铸件内部那些模数较大的部位会产生缩孔或缩松。为获得致密铸件,基本的条件是定向凝固,这就必须在补缩通道上设置模数比补缩通道的模数大且储有足够多钢液的冒口,使铸件在凝固过程中,能不断地从冒口获得钢液进行补缩,以消除铸件的缩孔和缩松,使缩孔移入冒口中。冒口是消除缩孔、缩松等

缺陷而获得致密铸件的基本措施。冒口大小由模数法确定,砂型用呋喃树脂砂,采用底注开放式浇注系统(如图 1 所示),出钢温度 1610℃,浇注温度 1530℃。通过对铸件充型凝固过程中的流场、温度场的耦合来模拟铸件充型、凝固过程。在模拟过程中设置与实际相对应的参数,通过模拟结果对铸件可能发生缩孔、热裂及热节部位进行预测。计算结果分析如图 2~4 所示。

从缩孔(见图 2)和 Niyama(见图 3)两图可以看到,冒口与轮缘相接部位的下面出现缩松、缩孔;轮辐与轮缘相交处出现缩松。轮缘上的缩孔易在机床淬火时出现裂纹,且不易发现的小裂纹在使用过程中会因此延伸而进一步开裂。轮辐与轮缘处出现的缩松会影响车轮载重时的强度,在使用过程中容易出现开裂,而且此处

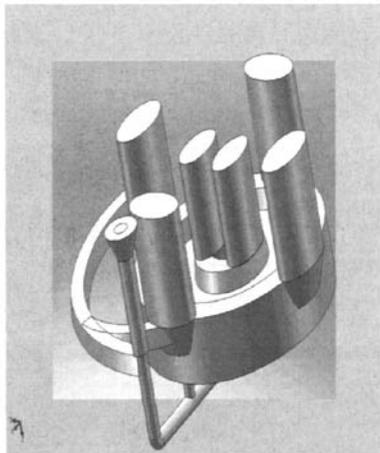


图 1

缩孔总体积 11.27 dm³, 缩松总体积 4252.60 cm³

本铸件此刻共 34 个缩孔, 89 块缩松

临界孔隙率 1.00%, 孔松分界点 60.00%

临界体积: 孔 1.00 cm³, 松 1.00 cm³

凝固经历时间 5287.12 s

- 缩松
- 缩孔
- 液相
- 固相

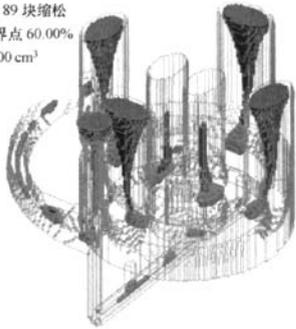


图 2 原工艺—定量缩孔

总共 210 个 Niyama 缩松区 4437.525cm³,

4 个液相区 382.16 cm³

临界 Niyama 值 -400.00

临界固相率 = 70%

临界固相温度 1481℃

■—凝固数据不足, 无 Niyama 值单元

●—缩松危险单元

○—非危险单元

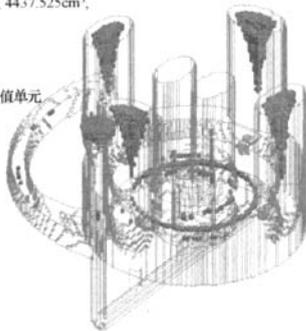


图 3 原工艺—车轮 Niyama 缩松

是厚薄交接部位, 在铸件凝固时存在较大温差而形成应力, 进一步降低车轮的使用寿命和加载能力, 这都使车轮在使用过程中的危险性有所增加。在实际使用中, 钢包车轮的失效形式大多是轮缘开裂掉块, 以及轮缘与轮辐之间断裂, 给生产造成影响。

另一种传统工艺是在轮缘上放置一个冒口, 尺寸大小用模数法确定, 且要倾斜浇注, 冒口的一端抬高 15°~20°, 让冒口的补缩作用充分发挥。从 Niyama (见图 4) 和缩孔 (见图 5) 两图可以看出, 轮缘处的大冒口

总共 82 个 Niyama 缩松区 5872.00cm³, 1 个液相区 118.00 cm³

临界 Niyama 值 -400.00

临界固相率 = 70%

临界固相温度 1481℃

■—凝固数据不足, 无 Niyama 值单元

●—缩松危险单元

○—非危险单元

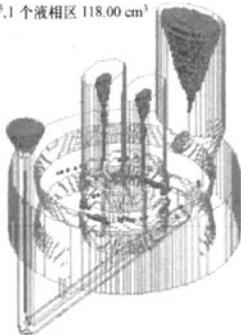


图 4 原工艺二轮轮 Niyama 缩松

下部出现缩松, 轮辐与轮缘处出现缩松, 这些情况都会影响车轮的质量, 使用中易发生危险。

缩孔总体积 8.45 dm³, 缩松总体积 2738.00 cm³

本铸件此刻共 23 个缩孔 15 块缩松

临界孔隙率 1.00% 孔松分界点 60.00%

临界体积: 孔 1.00 cm³, 松 1.00 cm³

凝固经历时间 5723.22 s

●—缩松

●—缩孔

■—液相

○—固相

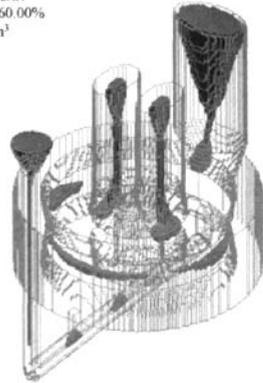


图 5 原工艺二轮轮定量缩孔

2. 改进后车轮铸造工艺的模拟分析

通过对比讨论分析, 我们提出了一种改进工艺: 即在第一种传统工艺的基础上, 表面添加一圈冷铁。由于冷铁具有激冷作用, 在铸件表面贴放冷铁的部分凝固速度要比邻近的断面快, 因此, 在贴放冷铁的这个断面上首先形成凝固前沿。这样形成的温度差等于自然末端区形成的温度差, 因此在两个冒口之间设置冷铁, 可以使原来几乎没有温度差存在的中间区, 变为有较大温度差的激冷区, 即人为末端区, 它的模数曲线与自然曲线相同。用外冷铁造成人为末端区, 以减少冒口的数量, 提高铸件的工艺出品率, 如图 6 所示。

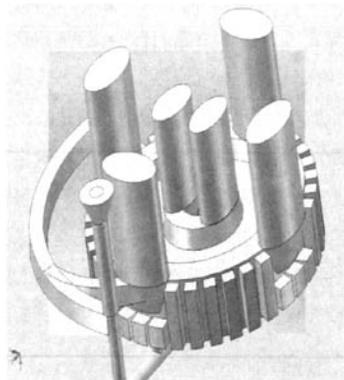


图 6

用华铸 CAE 对这种工艺进行模拟试验, 计算结果分

(下转第 59 页)

四、经济效益分析

采用计算机优化铸铁化学成分选择,以保证各牌号铸铁力学性能技术要求下最优的成分值,可大大降低铸造废品率。我厂铸铁生产现存在的主要问题为不能按牌号要求得到合理的力学性能值,往往实际力学性能超过其技术要求值很多,致使材质偏硬,加工性差,甚至有的铸件因此报废。究其原因,主要为化学成分控制不严格而造成的。通过计算机优化成分设计和控制,使各成分值保证在较精确的范围内,从而达到理想的力学性能水平。

如果年产铸件(灰铸铁件)10000t,以每年铸造废品率为6%~7%计,铸件废品约650t,灰铸铁价格按5000元/t计算,废品回炉铁价格按500元/t计算,每年铸件废品损失约为:650×(5000-500)万元=292.5万元。采用计算机控制铸铁成分,如按降低1%铸造废品率预计,每年可挽回损失:10000×1%×(5000-500)万元=45万元。

五、结语

(1) 用计算机对熔炼数据进行分析,一方面可将数据存储起来,方便随时查询;另一方面也便于进行数据采样,对存在的问题及时找到解决的措施。

(2) 用计算机编程进行分析,节省了大量人力、物力,并且减少了人为因素。

(3) 通过数据进行分析发现,除有正常规律的点外,还有一些偏离关系的离散点,且大部分力学性能不佳,这与原材料及当时的具体情况有关,更多的是与现场的管理有关,并与操作人员的素质关系密切。

(4) 由于所有的数据都来源于生产实践,故所得出的结果可以直接用于生产,不需进行修正。

(5) 用计算机分析可使用大量数据,且数据量越大,所得出的关系越趋于真实。

(6) 用计算机进行分析具有效率高并省时、省力的特点。

(7) 分析中发现,在其他因素固定的情况下通过调整共晶度 S_c 和Si、C的成分可获得不同力学性能的铸铁,从而满足不同铸件对材质的要求,因而可以获得较高的经济效益。MW

(20080420)

(上接第56页)

析如图7、图8所示。从Niyama(见图7)和缩松(见图8)可以看出,所有的缩松都不在铸件本体,基本达到了设计要求。

总共153个Niyama缩松区4805.59cm³,
2个液相区48.38cm³
临界Niyama值=400.00
临界固相率=70%
临界固相温度1481℃
■-凝固数据不足,无Niyama值单元
●-缩松危险单元
○-非危险单元

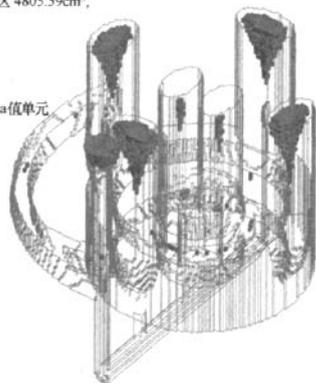


图7 工艺改进后Niyama缩松

缩孔总体积11.22dm³,缩松总体积4558.46cm³
本铸件此刻共9个缩孔,24块缩松
临界孔隙率1.00%,孔松分界点60.00%
临界体积:孔7.00cm³,松8.00cm³
凝固经历时间4141.92s

●-缩松
●-缩孔
■-液相
□-固相

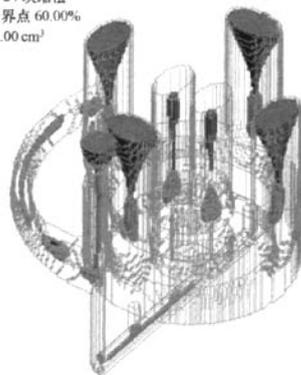


图8 工艺改进后定量缩孔

3. 结语

(1) 应用华铸CAE软件在预测铸件缩孔、缩松缺陷的倾向,改进和优化工艺,提高产品质量,降低废品率,减少浇冒口消耗,提高工艺出品率,缩短产品试制周期,降低生产成本,减少工艺设计对经验与人员的依赖,以及保持工艺设计水平稳定等诸多方面都有明显的效果。

(2) 应用华铸CAE软件对传统车轮的铸造工艺进行模拟,根据模拟结果找出了原工艺的缺点,并改进了铸造工艺,取得了很好的效果。

(3) 通过软件模拟,充分体现了外冷铁的作用。

MW (20080326)