DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.12.014

辅助浇口工艺在消失模球铁生产中的应用

李宗亮[1],何帅伟[1],轩世成[1],张杰琼[2]
(1.一拖(洛阳)铸锻有限公司,河南 洛阳 471003;2. 一拖制造工程中心,河南 洛阳 471003)

摘　要:为了解决消失模生产球铁件时容易产生的缩松和碳渣缺陷,在工艺设计时采用辅助浇口,目的是消除铁液充型造成温度较低铁液在铸件的重要部位汇集以及对易缩松部位进行有效补缩,从而消除消失模球铁件顶部出现的缩松、碳渣等缺陷。并以实例阐述了了辅助浇口在消失模球铁生产中的应用。

关键词:辅助浇口;消失模;球铁生产

中图分类号:TG249　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2021)12-1060-04

Application of Auxiliary Gate Technology in Ductile Iron Production by Lost Foam Casting

LI Zongliang[1], HE Shuaiwei[1], XUAN Shicheng[1], ZHANG Jieqiong[2]
(1. YTO (Luoyang) Casting and Forging Co., Ltd., Luoyang 471003, China; 2. YTO Manufacturing Engineering Center, Luoyang 471003, China)

Abstract: In order to eliminate shrinkage and carbon slag defects in ductile iron production by lost foam casting, auxiliary gate is applied aiming to eliminate cold liquid iron accumulating in the important location and to effectively feed the casting part which easy to have shrinkage defects. Results show that the shrinkage porosity and carbon slag defects are eliminated with using auxiliary gate.

Key words: auxiliary gate; lost foam casting; ductile iron

球墨铸铁件容易产生缩松和夹渣缺陷,采用消失模铸造生产球墨铸铁件时,即使采用气化残留物较少、密度低于 25 g/L 的共聚材料白模,因其气化残留物的含量及作用,会增加球墨铸铁件的缩松和夹渣缺陷出现的倾向[1],在浇注过程中,白模气化残留物的密度远低于铁液密度,所以气化残留物会大部分集中在型腔顶端部位。根据文献[2]及消失模生产经验,解决碳渣缺陷的主要措施有使用发气量较低的共聚料、降低珠粒发泡密度、适当降低铁液碳含量以使碳的溶解物得到部分吸收、更改浇注系统布置以改变温度场、提高浇注温度和浇注速度、提高涂料层的透气性等。解决消失模球铁缩松缺陷的主要措施有降低浇注温度、提高碳当量以充分利用石墨化膨胀进行自补缩、合理设计浇注系统以充当热冒口以及改变温度场等。

1　问题简介

我公司消失模线生产的中桥减速器壳体,壁厚仅为 7 mm,单重约 50 kg,为避免冷隔缺陷的出现,浇注温度(1 485±10) ℃,浇注过程保持箱内负压 -0.04~ -0.06 MPa。在机加工后用 0.04 MPa 压力试压出现渗漏,位置比较固定,出现在铸件的上端薄壁部位。铸件在无加压情况下煤油渗漏检验,出现的渗漏件比例约为 6%,渗漏部位如图 1 所示。生产过程中设备设施、材料、成分等均长期稳定使用,如:发气量较小的共聚料制模、稳定的涂料及施涂工艺、稳定的造型材料及工艺、喂丝球化处理、稳定的真空负压等。所以该减速器壳体在稳定的生产工况及工艺条件下,重点着手于从组模工艺上对渗漏进行解决。该减速器壳体原工艺如图 2,采用侧放立浇工艺,法兰顶部设置两个溢流冒口。

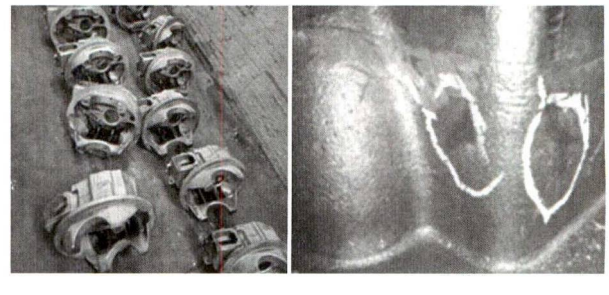

图 1 铸件及渗漏部位
Fig.1 Castings and the leaking area

收稿日期:2021-08-25
作者简介:李宗亮(1991—),河南洛阳人,硕士,工程师.主要从事铸造工艺及设计方面的工作.电话:15236282075,Email:zongliang0405@163.com

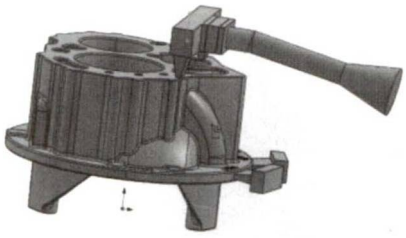

图 2 初始的浇冒口工艺，侧放立浇，顶部设有两个溢流冒口
Fig.2 Original gating and riser system, there are two flow over risers on the top of casting

2 问题分析

考虑到可能的缺陷为碳渣、缩松，对渗漏部位进行解剖，根据解剖断面分析确认是碳渣，如图 3。从断面解剖情况看，未发现明显缩松情况，因此判定为碳渣形成的组织不致密，造成的渗漏。从而根据具体缺陷来制定具体措施。

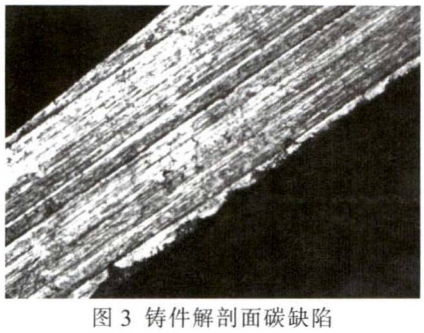

图 3 铸件解剖面碳缺陷
Fig.3 Carbon defects on the sectioned surface of casting

一般认为降低珠粒密度可以有效的降低碳缺陷风险，该产品原始珠粒使用的是 STMMA 2A#料，预发泡珠粒密度为 23 g/L，在成型过程中能保持比较良好的外观质量。在实验过程中，将原预发珠粒密度降低至 20 g/L，以减少碳缺陷。但是因为铸件壁厚 7 mm，在模样成型过程中出现充型成局部充不实、白模表面光洁度达不到要求的问题，为了保证白模及铸件表面质量，应保留原预发珠粒密度。

组模工艺为侧放中注式，在浇注过程中泡沫气化速度大于铁液充型速度，铁液达到浇口位置以前，泡沫早已转化为焦化碳渣[4]，最终碳渣在型腔顶部汇集或因铸件薄壁处冷却较快而滞留在薄壁处。该铸件虽然原工艺在圆法兰上设置有溢流块[5]，以便于冷铁液、碳渣在顶部聚集，但是顶部薄壁处由于过早冷却导致碳渣滞留，从而造成了该部位出现碳渣缺陷致使零件渗漏。

3 辅助浇口的设置

渗漏部位由于壁薄，在该处设置溢流冒口容易出现铁液倒抽、敲击带肉等问题，因此为了消除壁薄部位出现的碳渣缺陷，同时避免铁液倒抽、敲击带肉的问题，在原工艺方案（如图 4）上做如图 5 所示位置增加辅助浇口。辅助浇口位置如图 5 所示，位于铸件最上方，尺寸根据铸件形状限制，长度仅为 15 mm，与本体接触部位宽度与浇口宽度 8 mm 一致。该方案可以使薄壁处引入温度较高的铁液，一方面将碳渣、冷铁液加速冲入溢流冒口处，另一方面使出现渗漏部位补热、加快液态碳渣挥发，进一步保证顶部组织致密，从而解决碳缺陷。

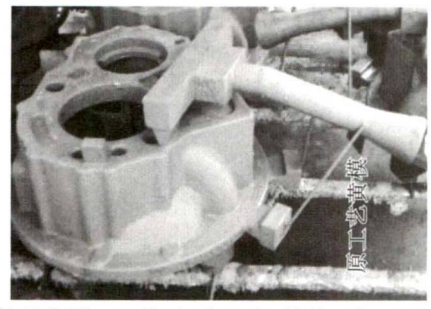

图 4 初始的浇冒口工艺，侧放立浇，铸件顶部设有两个溢流冒口
Fig.4 Original gating and riser system, there are two flow over risers on the top of casting

图 5 在原工艺的基础上，铸件最高处增加了一个辅助浇口
Fig.5 Add an auxiliary gate to the top location of casting, in addition to original gating and risering

为了从理论上验证辅助浇口的作用，采用 CAE 模拟系统分别对改进前后工艺的缺陷、液相进行模拟分析，如图 6、图 7 所示。从流体压力图中可以看出，在相同时间下、相同部位对比，增加辅助浇口改进后的流体压力要比改进前高。而从液相图中可以看出，在相同时间下、相同部位对比，增加工艺图示中的辅助浇口对液相没有影响。从理论模拟对比结果中可以看出增加工艺图示中的辅助浇口，一方面会更加快速充型，另一方面增加充型压力，促进顶部缺陷移向法兰上的溢流块中，但不会影响液相凝固收缩过程。因此增加辅助浇口是可以有效减少顶部碳渣缺陷的汇聚，又不会造成局部缩松等液相变化。

通过实际生产验证，增加辅助浇口前，100%铸件煤油渗漏检验共计 845 件，出现渗漏 102 件，比例 12.07%。增加辅助浇口后，经过大批量生产验证及 100%毛坯煤油渗漏检验，共计检查 339 件，出现渗

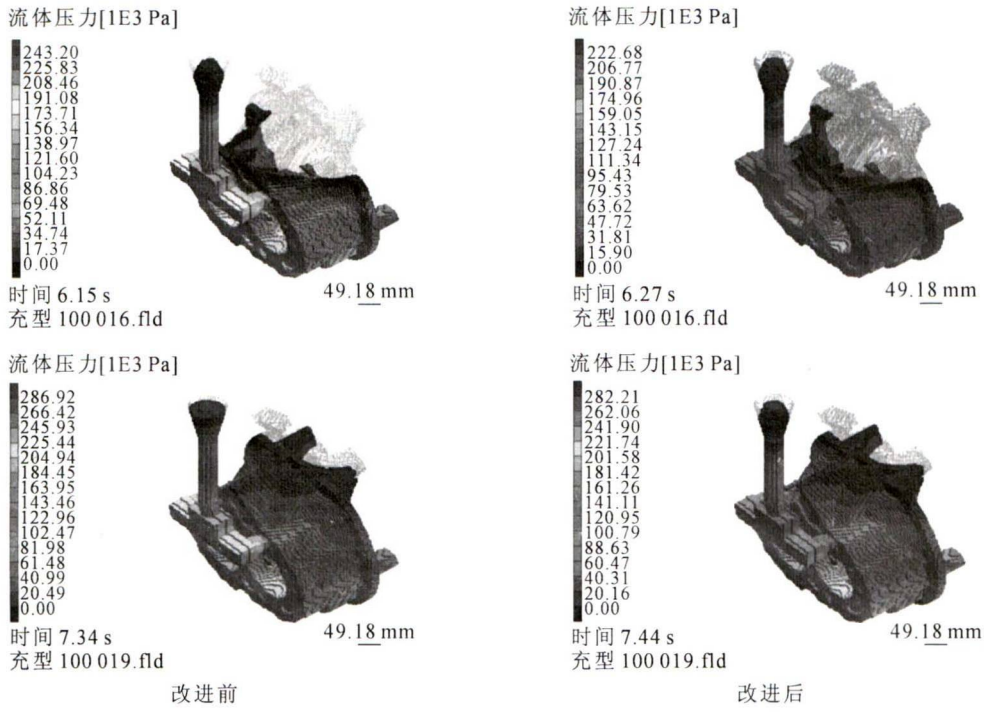

图 6 初始和改进后的工艺方案不同时间金属液的压力

Fig.6 Liquid metal pressure at different time for original and improved gating systems

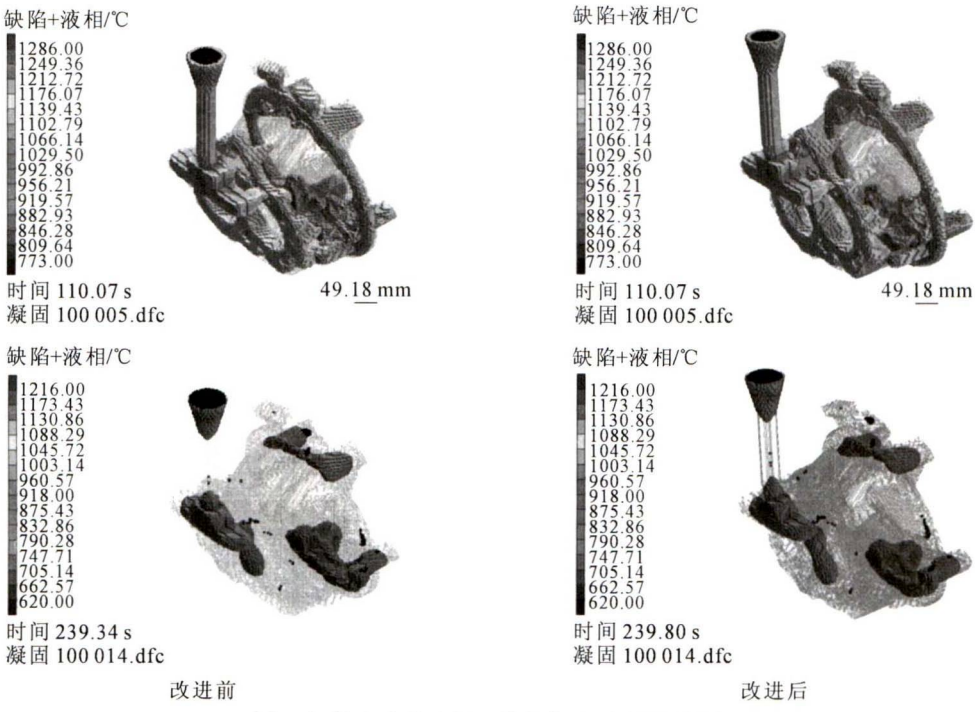

图 7 初始和改进后的工艺方案不同时间的液相

Fig.7 Liquid phase metal pressure at different time for original and improved gating systems

漏 2 件，比例 0.59%，由此可见，增加辅助浇口后，渗漏情况得到了明显的改善。从实际生产验证中可以看出，增加辅助浇口工艺有效的解决了碳渣、渗漏缺陷。

4 结论

辅助浇口在消失模球铁生产中应用广泛，对于消失模生产壁厚相对较薄、结构相对复杂的球铁类铸件出现的碳渣、缩松等缺陷具有明显的改善作用。

(1)增加辅助浇口后会使浇注过程更加快速充型，且对凝固过程无影响。

(2)该辅助浇口的增加能增大充型时的流体压力，一方面使渗漏部位得到热铁液补偿，另一方面利用流体压力使碳渣等缺陷冲入顶部溢流中。

参考文献：

[1] 周海. 消失模工艺在生产球铁方面的应用[C]// 中国铸造科工贸

（下转第 1069 页）

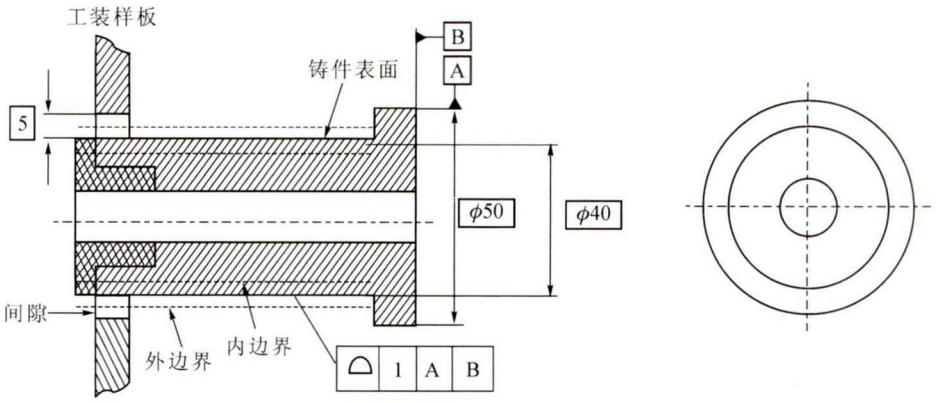

图 6 工装检测示意图
Fig.6 Schematic diagram of tooling inspection

1/10~1/20。在铸件检测工装设计时,通常采用十分之一的原则进行公差的分配。工装检测样板和探规均按照十分之一公差原则设计,而探规要考虑在使用中的磨损,因此去除下公差占比的 5%,保留上公差的 5%。

3 工装检测与验证

工装的检测样板和定位基准在使用过程中均是磨损的,因此在校验检测工装时应使用工艺测量基准,它是工装样板和定位基准外的特征组成,根据检测工装的结构,工艺测量基准可设计成面孔孔、面球面、面面面等基准特征的组合方式。

一般情况下,检测工装进行一年一次定检,也可以按照检测频率安排定检。

4 结论

在设计铸件的轮廓度检测工装时,可以按照以下思路进行设计:

(1)铸件的检测工装应在小批量生产后进行设计,利用 CPK 过程能力指数进行分析,一般尺寸参考 CPK,加工尺寸参考 CPL,确定工装检测的尺寸。

(2)通过区分铸件功能尺寸,合理设计铸件检测样板的位置及数量。

(3)根据图纸的几何公差和尺寸公差计算出不同材料条件下尺寸的内外边界,确定探规规格。

(4)铸件检测工装和通止规的制造精度可遵循十分之一公差原则设计,其中考虑通止规的使用磨损,应占比 5%。

(5)设计独立的工艺测量基准并定期检定。

参考文献:

[1] 黄东,南海,赵嘉琪,等. 三维扫描技术在精密铸件加工中的应用[J]. 特种铸造及有色金属, 2015,35(2): 172-1731.

[2] 刘泗溢,杜海军,王本志,等. 基于 HB6103 的钛合金铸造图纸尺寸标注尺寸案例分析[J]. 精密成型工程,2018(3):131-136.

[3] 刘俊,刘泗溢,杜海军,等. 钛合金精密铸件基准传递形式应用综述[J]. 精密成型工程,2018(3):137-142.

[4] 刘泗溢, 张军威. 基于标准球在铸件基准传递上的方法研究[J]. 铸造技术, 2021,42(1): 3.

[5] 王廷强. GD&T 基础及应用[M]. 北京:机械工业出版社,2013.

[6] 陈泽民. 公差与配合[M]. 北京:机械工业出版, 2014.

[7] 王晓慧. 尺寸设计理论及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.

[8] 余亮. 一面两孔定位的装配公差分析方法[D]. 杭州:杭州电子科技大学, 2016.

[9] 张俊俊,王基生. 一面两孔定位精度的概率设计[J]. 西南工学院学报, 1996, 03: 46-49.

[10] 郭万川, 梅碧舟. 六点定位原理及其应用 [J]. 机械,2007, 34(3): 49-52.

[11] 董锋. 关于完善六点定位理论的研究 [D]. 山东工程学院学报, 1995, 62(9): 64-66.

[12] 牛健. 毛坯尺寸基准的理论与应用研究 [D]. 太原: 太原科技大学,2011.

(上接第 1062 页)

联谊活动组织委员会、中国铸造科工贸联谊活动常设筹备处. 消失模与 V 法铸造经典论文汇编. 北京:中国铸造科工贸联谊活动筹备处,2014: 2.

[2] 朱以松,唐锁云,章舟. 消失模铸造铸铁件表面皱皮(积碳)的缺陷及防止[J]. 铸造技术,2002(1): 41-42.

[3] 李德臣. 消失模铸造用热冒口消除缩孔 [C]// 2011 中国消失模铸造科技创新大会会议资料(一). 北京:中国铸造科工贸联谊活动组织委员会、中国铸造科工贸联谊活动常设筹备处: 中国铸造科工贸联谊活动筹备处,2011: 54-56.

[4] 马韶兴. 实型铸造浇注工艺特点 [J]. 汽车工艺与材料,1997(9): 10-12.

[5] 马传伟,轩世成,郑翠华,等. 溢流工艺在消失模生产中的应用[J]. 中国铸造装备与技术,2018,53(2): 68-71.