DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.06.017

硫氧随流孕育剂在球铁飞轮上的应用

周剑锋
(上海海立(集团)股份有限公司,上海 201206)

摘　要:介绍了硫氧随流孕育剂在乘用车球铁飞轮上的应用,其原理是利用硫氧随流孕育剂增加形核能力使铸件单位面积析出的石墨球数量变的更多,石墨球变的更小,并在不采用发热冒口的情况下做到了较小的缩松面积,解决了加工面缩松缺陷问题,满足了客户的需求。

关键词:球墨铸铁;缩松;石墨球数;随流孕育剂;飞轮

中图分类号:TG255　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2019)06-0582-03

Application of Sulfur & Oxygen Contained Stream Inoculant on Ductile Iron Flywheel

ZHOU Jianfeng
(Shanghai Haili(Group) Co., Ltd., Shanghai 201206, China)

Abstract: It introduces the application of sulfur & oxygen contained stream inoculant on ductile iron flywheel .Adding sulfur & oxygen contained stream inoculant will increase graphite nodules in a unit area, also it will make graphite nodule smaller. In this case, we can narrow porosity area without using heat feeder, which can solve porosity issue on machining surface so as to meet requirement of our customer.

Key words: ductile iron; porosity; graphite quantity; contained stream inoculant; flywheel

1　铸件结构参数

公司为某厂开发乘用车球铁飞轮（如图1),生产线为垂直分型湿型砂高密度造型线,产品生产主要参数。产品材质QT500-7,产品重5.5 kg,浇注温度1 370~1 420 ℃,浇注时间9 s,每包铁液700 kg。

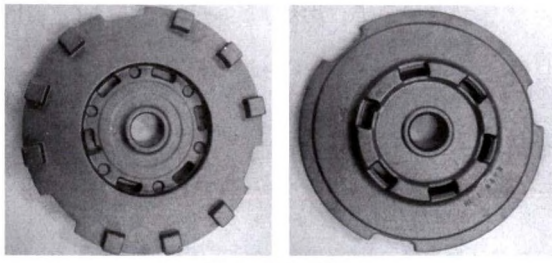

图1 球铁飞轮
Fig.1 Ductile iron flywheel

飞轮的直径280 mm,壁厚为10~20 mm,球化率要求≥85%,客户对铸件内部缺陷要求,不但对内部缩松缺陷有严格的分区标准,每一区有具体的面积要求，而且要求加工面不允许出现任何铸造缺陷,对于这么大的盘类铸件来说,要完全达到要求非常困难,在生产初期,我们靠修改模具工艺来解决内部缩松,做了多次的模具工艺修改,从1个浇口做到4个浇口,从没有冒口到做放多个冒口,也偿试过在缩松部位加冷铁激冷措施,但最终都没有成功,其在外圆的热节处缩松无法消除,加工后就会发现(见图2)。

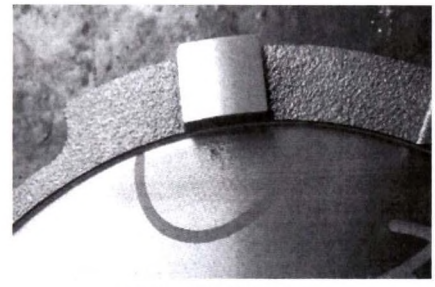

图2 飞轮缩松缺陷
Fig.2 Flywheel porosity defect

2　试制过程

针对这个问题也咨询了德国铸造方面的专家,这种类型的产品在德国生产是要加1~2个发热冒口的,但是在国内这种工艺方式生产成本太高,批量生产不现实，所以放弃了，后面考虑从材料上进行改善,从缩松位置的金相进行了研究,生产时采用的是冲包球化工艺,整个开发过程分为了3个阶段[1,2]。

第一阶段:采用的是普通球化剂+硅钡孕育剂+

收稿日期:2019-03-18

作者简介:周剑峰(1980-),上海人,工程师.主要从事铸造技术及管理方面的工作.电话:15395689597,
E-mail:zhoujf@highly-ahhl.cc

硅钡随流孕育剂，其生产出来的产品球化率合格，球的大小很均匀，完整，石墨球数量平均在226个/mm²(图3)，但是X-ray探伤结果就是缩松严重，平均缩松面积为2 800 mm²(如图4)，第一批飞轮试制加工结果为缩松废品比例70%，加工后缺陷如(图2)。

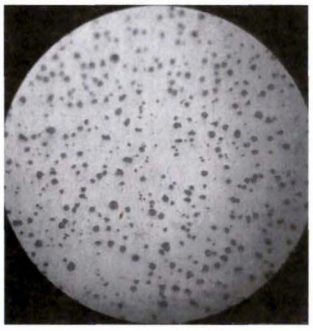

图3 石墨数量
Fig.3 Graphite quantity

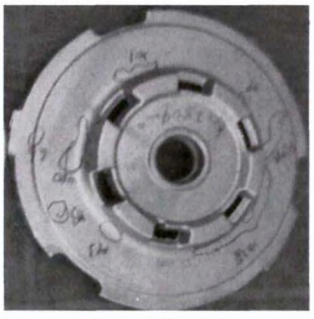

图4 缩松严重
Fig.4 Severe porosity

第二阶段：采用了镧系的球化剂+硅钡孕育剂+硅钡随流孕育剂，目的是为了利用镧系球化剂带来的石墨大小不均匀特性打开凝固补缩通道解决缩松问题，生产出来的产品球化率合格，球的大小已不是那么均匀，球墨尺寸呈明显地倾斜分布，出现较多相对细小的石墨球，石墨球数量平均在351个/mm²(如图5)，X-ray探伤仍然有缩松，但是有所改善，平均缩松面积为2 000 mm²(如图6)，加工后仍然有缩松缺陷，缩松位置与之前一致，缩松比例未有明显改善。

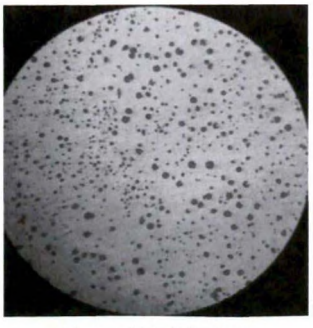

图5 石墨球数增多
Fig.5 Increase in the number of graphite balls

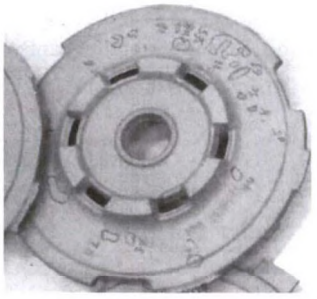

图6 仍然存在缩松
Fig.6 There's still porosity

第三阶段：我们采用了镧系的球化剂+硅钡孕育剂+埃肯硫氧随流孕育剂，目的是除了利用镧系球化剂的补缩特性之外还要利用硫氧随流孕育剂增加形核的能力，使单位面积析出的石墨球数大量增加，石墨球变的更小，以增强铁液的自补缩能力，从而减少缩松面积。生产出来的产品球化率合格，石墨球有明显的变化，变的更小更密，石墨球数量平均689个/mm²(如图7)，X-ray探伤平均缩松面积为1 000 mm²以内(如图8)，加工后的缩松废品比例为3%以内，达到了客户要求，实现了正常的批量生产。

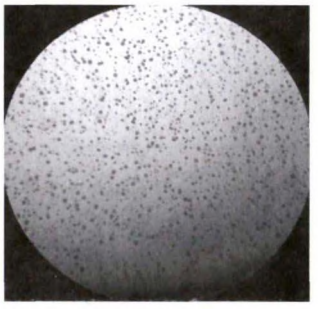

图7 石墨球明显增多
Fig.7 Graphite significantly increased

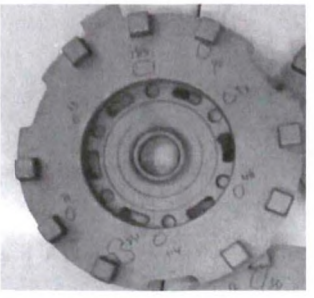

图8 缩松缺陷减少
Fig.8 Reduction in porosity defects

3 总结

我们从3个阶段的产品金相中各选取了10个视场进行了统计分析(见表1)，从这张表中，我们可以看出来，石墨球数的多少影响缩松的面积大小，呈反比关系。而硫氧孕育剂在石墨数量增加的过程中起到了关键性作用。其主要的原理是“硫氧随流孕育剂在加入金属元素的同时，再引入一定S、O非金属

表1 产品金相
Tab.1 Product metallography

	球化率 (%)	石墨大小分级	石墨球个数 /mm²	平均石墨球直径 /μm	缩松面积 /mm²
第一阶段	85	6	226	23.8	2 800
第二阶段	85	6~7	351	19.12	2 000
第三阶段	90	8	689	13.08	1 000

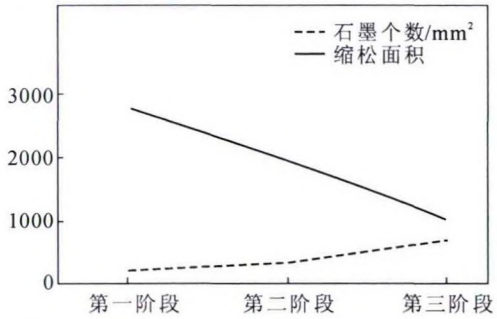

图 9 单位面积石墨球数量和缩松面积曲线图
Fig.9 Chart of the number of graphite ball per unit area and the area of porosity

元素，孕育剂中反应能力强的 Ca 和 Ce 与硫、氧作用后，就会产生较多的石墨晶核。硫有利于形成石墨晶核，氧则对孕育过程有重要的作用，通过瞬时孕育处理，石墨生核过程中，将同时受益于钙、铈、硫、氧的协同作用，最终形成更多的石墨球。并且在使用硫氧随流时，包内孕育剂可以比原来减少 50% 使用量，充分发挥出了瞬时孕育的特性，在批量生产中也降低了孕育剂的使用成本。

在此类产品的开发和生产过程中，我们做了很多偿试，最终找到了这种解决办法，当然这类产品的生产在不同铸造厂，可能会有不同的解决方案，如进铸件的结构设计，合理的铸造工艺设计，提高铸型的刚度等，因为影响产品质量的因素太多，像原材料的加入比例，原材料的品质，模具工艺及过程工艺参数等等，任何一种变化都可能会产生不一样的结果，这种生产方法只是提供了一个方向，以供参考。

参考文献：

[1] 斯卡兰德. La、Ce 对球铁球化率、白口和缩松倾向的影响[J]. 现代球铁，2006(6)：12-18.
[2] 金永锡.球铁的缩松及 QKS 抗缩松孕育剂的应用[J]. 现代球铁，2008(2)：30-36.

2019 年《铸造技术》杂志征订启事

《铸造技术》杂志，月刊，1979 年创刊，中国铸造协会会刊，国内外公开发行，国内邮发代号：52-64，国外发行号：M855，中国标准刊号：ISSN1000-8365/CN61-1134/TG.

报道范围：报道国内外铸造领域的先进科技成果、应用技术、生产管理经验及信息和铸造设备，覆盖铸铁、铸钢和有色合金等铸造领域，包括砂型铸造、熔模铸造、金属型铸造、消失模铸造和压铸等特种铸造技术。

主要栏目：试验研究、工艺技术、生产技术、特种铸造、装备技术、实用成型技术、材料改性、材料开发、材料保护及表面工程、材料失效分析、应力控制与理化测试技术、今日铸造等。

发行对象：国内外铸造企业，科研院所，高等学校，铸造原辅材料厂商，设备、仪器厂商，铸件采购商等。

广告范围：刊登铸造原辅材料、铸造设备、熔炼设备、热处理设备、环保设备、检测仪器以及铸件生产、科研成果转让、企业形象宣传等相关广告。

订阅方式：请从当地邮局订阅，也可以直接从铸造技术杂志社订阅。全年 12 期，每期定价 18 元，平寄全年 216 元（含邮费），挂号全年 252 元，快递全年 336 元。中国香港、澳门：每期定价 36HKD，全年 432HKD。海外：每期定价 18 美元，全年 216 美元。

欢迎订阅、欢迎投稿、欢迎刊登广告

地址：西安市金花南路 5 号西安理工大学 608 信箱　**邮编：**710048　**联系人：**李巧凤　029-83222071
电话/传真：029-82312140　**网址：**www.zhuzaojishu.net　**E-mail：**zzjsyz@vip.163.com
银行汇款：户　名：陕西铸造技术杂志社有限责任公司
账　号：3700 0235 0920 0091 309
开户行：中国工商银行西安市互助路支行