DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.06.009

球墨铸铁碎块状石墨形成及改善措施

叶小龙
(安徽合力股份有限公司 合肥铸锻厂,安徽 合肥 230601)

摘　要:介绍了球墨铸铁碎块状石墨的出现严重影响铸件的力学性能,碎块状石墨的形态和形成原因。通过采取快速冷却、降低球化后残余稀土含量、使用含锑或含铋孕育剂、控制高纯炉料的加入量和铁液成分的措施,可有效防止碎块状石墨的产生,保证球墨铸铁件的石墨形态。

关键词:球墨铸铁;碎块状石墨;球化改善

中图分类号:TG255　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)06-0541-03

Analysis on Formation of Chunk Graphite in Nodular Iron and Its Improvement measures

YE Xiaolong
(Hefei Casting & Forging Factory, Anhui Heli Co., Ltd., Hefei 230601, China)

Abstract: The appearance of chunk graphite in nodular cast iron seriously affects the mechanical properties of the casting, the morphology of chunk graphite and the reasons for its formation. By adopting the measures of rapid cooling, reducing the residual rare earth content after spheroidization, using antimony or bismuth instillation agent, controlling the addition amount of high purity charge and the composition of molten iron, the formation of chunk graphite can be effectively prevented and the graphite morphology of nodular cast iron can be guaranteed.

Key words: nodular iron; chunk graphite; spheroidization effect improvement

球墨铸铁件因具有良好的力学性能而被广泛的应用于工程机械以及汽车行业。球墨铸铁的优良性能得益于良好的石墨球形态,在石墨球形态出现异常时,铸铁的性能会受到很大的影响。碎块状石墨就是其中出现比较频繁的形态异常问题。

1　碎块状石墨对球墨铸铁件强度的影响

球墨铸铁件形成碎块状石墨对其性能影响巨大,通过在同一种厚 60 mm 的轮形铸件上的同一部位取样可以看出,出现碎块状石墨,其抗拉强度下降 30%,伸长率下降 50%。这使得铸件的可靠性难以得到保证。

表1 碎块状石墨对铸件性能的影响
Tab.1 The influence of chunk graphite on casting properties

编号	抗拉强度 /MPa	屈服强度 /MPa	伸长率(%)
1#	712	541	3.0
2#	734	557	3.5
3#	564	402	2.0
4#	543	394	1.5

注:1#、2# 未出现碎块状石墨,3#、4# 出现碎块状石墨。

2　碎块状石墨的形成

碎块状石墨的形成机理目前尚无明确定论。其在空间上是相连的,大轮廓呈球形(图 1),因而可以推断这种石墨是从球状石墨发展而来[1]。有人认为在凝固过程中,在铁液中析出包裹石墨球的奥氏体壳未完全封闭(见图 2)或奥氏体壳和球状石墨晶核的耦合性差,石墨在生长过程中碳原子的传递速率不一样,导致碎块状石墨的形成[2]。据 Hideo Nakae 教授对碎块状石墨的研究表明,其形成是在球墨铸铁凝固过程中,由于碳扩散难度增加产生的明显过冷导致了由球状石墨到碎块状石墨和莱氏体的形貌

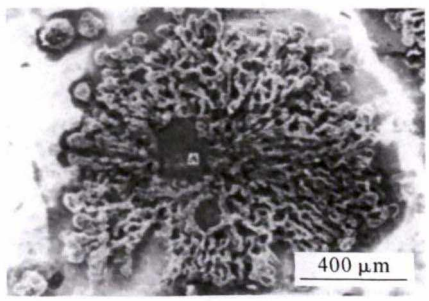


图 1 碎块状石墨空间形态
Fig.1 Space Morphology of chunk graphite

收稿日期:2020-03-05

作者简介:叶小龙(1989-),安徽安庆人,本科,助理工程师.主要从事树脂砂造型及球墨铸铁熔浇工艺控制方面的工作.电话:18225699827,E-mail:971111345@qq.com

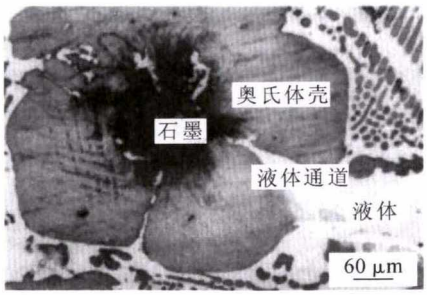


图 2 奥氏体壳未完全封闭
Fig.2 No completely closed austenitic shell

转变[3]。

实验指出,Ce 含量的提高会明显加重碎块状石墨的形成。通过比对碎块状石墨和球状石墨区域元素含量(图 3),确实可以看到碎块状石墨区域 Ce 含量明显偏高。通过对碎块状石墨区域和正常石墨区域的能谱分析发现，碎块状石墨区域偏聚的 Ce、La 含量较高(见表 2),而正常石墨形态区域 Ce、La 的含量较低(见表 3)。

表2 碎块状石墨区域元素比例(区域1)
Tab.2 Proportion of elements in the area of chunk graphite

元素	重量百分比(%)	原子百分比(%)
C	6.22	23.11
Si	3.23	5.13
Fe	89.44	71.41
Sb	0.01	0.00
La	0.57	0.18
Ce	0.52	0.17
总量	100.00	

表3 正常石墨区域元素比例(区域2)
Tab.3 Proportion of elements in the area of normal graphite

元素	重量百分比(%)	原子百分比(%)
C	8.40	29.09
Si	3.67	5.45
Fe	87.51	65.32
Sb	0.30	0.11
La	0.04	0.01
Ce	0.08	0.02
总量	100.00	

3 改善防止措施

3.1 快速冷却

铸型的冷却速度慢对碎块状石墨的形成有明显的影响。特别是传统的树脂砂造型,由于树脂砂铸型冷却速度较潮模砂和铁模覆砂慢，铁液的偏析作用更强,稀土元素(Ce、La)更容易产生偏析,进而促成碎块状石墨的形成。快速冷却通过加快厚大易形成碎块状石墨区域的冷却速度，可有效改善铸件的石墨形态。由于树脂砂工艺操作较为灵活方便,若碎块状石墨在厚大部位出现，可以对局部厚大部位局部进行加冷铁进行强制冷却。

3.2 降低球化处理后残余稀土含量

稀土元素(Ce、La)的过量加入,一方面是由于早期冲天炉铸造焦炭中含有硫(S)比较高,另一方面因为炉料中存在的球化干扰元素较多。前期开发了高稀土球化剂,使球化效果得以改善。由于现在使用冲天炉逐渐被感应电炉取代,铁液含硫(S)得到改善，同时因市场的需要，目前铸件厂商使用的炉料(高纯生铁、优质废钢)品质已得到很大的提升,高稀土球化剂将被逐渐被淘汰。目前 FeSiMg5RE1 纯镧稀土镁球化剂在铸造厂使用比较广泛，这不仅降低了铁液中稀土元素的含量,使球化效果得到改善,还降低了铁液的收缩倾向。

3.3 使用含锑(Sb)或者含铋(Bi)孕育剂

锑(Sb)和铋(Bi)元素对碎块状石墨的出现有一定的抑制作用。Sb 或 Bi 的加入主要是通过孕育处理时加入。但两种元素的加入量需要得到控制,过低改善效果不明显,过高也会造成石墨形态异常,一般铁液中 Bi 的含量控制在 0.002%~0.003%,Sb 控制在 0.004%~0.008%可有效的避免碎块状石墨的形成。

3.4 控制高纯炉料的加入

高纯炉料的加入量偏高对碎块状石墨的形成有一定的促进作用。笔者曾在同一铸件做过尝试,在相同的控制方法下使用 2 500 kg 高纯生铁 +500A3 钢

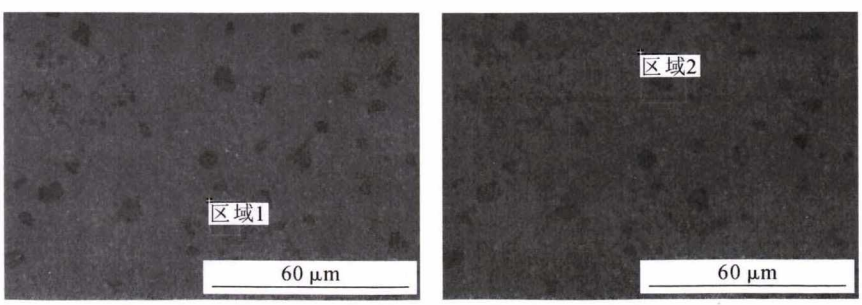


图 3 同一试样微区能谱分析区 1(正常石墨区)微区分析区 2(碎块状石墨区)
Fig.3 local areas selected for energy spectrum analysis in the same sample, area 1: normal graphite, area 2: chunk graphite area

进行熔炼时比使用 1 000 kg 高纯生铁 +1 000 kg A3 钢 +1 000 kg 回炉料碎块状石墨形成倾向明显严重。

3.5 控制铁液成分

高的碳含量和碳当量会促进碎块状石墨的形成，另外硅的加入量过高对厚大件碎块状石墨的形成有促进作用。需要控制铁液中硅(Si)的含量，正常情况下硅(Si)含量一般不超过 3%。

4 总结

(1)稀土元素 Ce 的加入在一定程度上对碎块状石墨的形成有促进作用。

(2)通过加快充型后液体的冷却可以减轻碎块状石墨的形成。

(3)在保证球化效果的前提下，使用稀土含量低的球化剂对所块状石墨具有改进作用。

(4)使用锑或铋对改善碎块状石墨有一定效果。

(5)控制高纯炉料的加入，加入量过高对碎块状石墨形成有促进作用。

(6)高的碳当量和碳含量以及硅含量会促进形成碎块状石墨。

参考文献：

[1] 方克明，王国承. 大断面球铁件中碎块状石墨的形貌特征[J]. 现代铸铁, 2008(3):97-99.

[2] 周继扬，Engler S. 厚壁球铁件中的碎块状石墨 [J]. 铸造，1997(11): 10-15.

[3] Hideo N, Masayuki F, Takayuki K, et al. Influence of Si, Ce, Sb and Sn on Chunky Graphite Formation[J]. Foundry, 2011, 60: 1-5.

招贤纳士

襄阳聚力新材料科技有限公司

一、招聘销售工程师

任职要求：

1. 本科及以上学历，铸造、耐火材料、冶金、有色金属专业，熟悉二维、三维绘图软件者优先考虑。
2. 2 年以上铸造行业耐火材料销售或铸造涂料销售经验者。
3. 2 年以上铸造行业用中频炉或压铸行业工业炉销售经验者。
4. 2 年以上铸造行业铁合金生产或销售经验者。
5. 2 年以上耐火材料技术研发或产品应用经验者。
6. 2 年以上铸造涂料技术研发或产品应用经验者。
7. 2 年以上有在铸造厂工作经验，对中频炉熔炼或造型工艺熟悉者。
8. 在压铸厂或铝厂工作 2 年以上，对有色金属铜铝熔炼工艺流程熟悉者。

二、招聘销售经理

任职要求：

1. 大专及以上学历，铸造、耐火材料、冶金、有色金属专业，熟练掌握办公软件，懂产品市场宣传，营销策划者优先考虑。
2. 5 年以上铸造行业耐火材料销售、铸造涂料或类似工业品销售经验者。
3. 5 年以上铸造行业用中频炉或压铸行业工业炉销售经验者。
4. 性格外向，诚信可靠，乐观向上，抗压力强。
5. 逻辑思维清晰，做事干净利落，工作效率高。
6. 善于多部门或多层次沟通协调。

三、销售助理

任职要求：

1. 男性，30 岁以下，本科学历，身体健康，适合经常出差。
2. 性格外向，诚信可靠，乐观向上，抗压力强。
3. 逻辑思维清晰，做事干净利落，工作效率高。
4. 善于多部门或多层次沟通协调。

有意向者请将简历发送至邮箱 wuhaiyan@xyjllc.com