

稀土硅铁合金熔炼方法对球化剂球化能力的影响

林小瑛¹, 李树江¹, 卢月美¹, 陈绍春¹, 盛 达², 李孟东³

(1. 福州大学 机械工程及自动化学院, 福建 福州 350002;

2. 清华大学, 北京 100084;

3. 参进华新特种合金有限公司, 河南 新乡 463700)

摘 要: 用不同熔炼方法熔炼的稀土硅铁合金熔制的球化剂对铸铁中石墨的球化能力的影响是不同的。试验结果表明, 用一步法或二步法熔炼的稀土硅铁合金熔制的球化剂都能成功制取球墨铸铁, 但在本试验条件下, 用一步法熔炼的稀土硅铁合金熔制的球化剂对铸铁的球化能力明显优于用二步法熔炼的稀土硅铁合金熔制的球化剂。

关键词: 稀土硅铁合金; 熔炼方法; 球化能力

中图分类号: TG146.4⁺5

文献标识码: A

文章编号: 1004-0277(2006)05-0040-04

在球墨铸铁的生产中, 根据生产条件和铸件的技术要求, 正确使用球化剂, 对稳定球铁铸件生产, 保证球铁件的质量至关重要。球化剂种类很多, 目前国内使用的球化剂大部分都是稀土硅铁镁合金。熔制稀土硅铁镁合金的主要原材料之一是稀土硅铁合金, 其熔炼方法有一步法和二步法两种。一步法是用碳热还原法同时还原稀土氧化物和硅石, 制取稀土硅铁合金。二步法是先用电热还原法还原硅石, 制取硅铁合金; 再用硅铁合金作为还原剂, 在电弧炉中用电热还原法还原稀土氧化物, 制取稀土硅铁合金。由于稀土硅铁合金熔炼方法的不同, 会造成稀土有效含量的不同, 从而影响球化剂的球化能力, 直至影响球铁的组织和性能。因此, 分别采用不同方法熔炼的稀土硅铁合金作球化剂对铁水进行球化处理制取球铁, 并对所处理铸铁的金相组织、机械性能和铸造性

能进行分析, 以比较稀土硅铁合金熔炼方法对球化剂球化能力的影响。

1 试验

试验采用 20 公斤 100kW 中频酸性感应电炉熔炼铁水。炉料由安阳生铁 Q12、废钢、75 硅铁组成。原铁水化学成分(质量分数)为: 3.8%~4.0%C; 1.7%~1.9%Si; 0.3%~0.5%Mn; ~0.05%P; 0.04%~0.07%S, 其余为 Fe。出炉温度在 1500℃~1520℃。采用冲入法在堤坝式浇包中进行球化处理, 球化剂的加入量为原铁水量的 1.2%~1.8%, 球化剂的化学成分见表 1, 并用占处理铁水量 0.4% 的 75 硅铁粉末作覆盖剂; 球化反应结束后扒渣, 然后用占处理铁水量 0.3%、颗粒度为 1mm~3mm 的 75 硅铁进行孕育处理。

表 1 两种球化剂的化学成分/%(质量分数)

Table 1 Chemical composition of tow spheroidizers

球化剂 的种类	元素含量						备注
	Mg	RE	Ca	Si	Al	Fe	
A	4.87	2.40	2.23	45.67	0.19	其余	稀土硅铁合金用一步法熔制
B	4.85	2.43	2.18	45.70	0.20	其余	稀土硅铁合金用二步法熔制

收稿日期: 2005-08-01

基金项目: 福建省教育厅科研项目(JB03034)

作者简介: 林小瑛(1956-), 女, 福建福州人, 副教授, 主要研究方向: 铸铁及其熔炼。

2 试验结果及分析

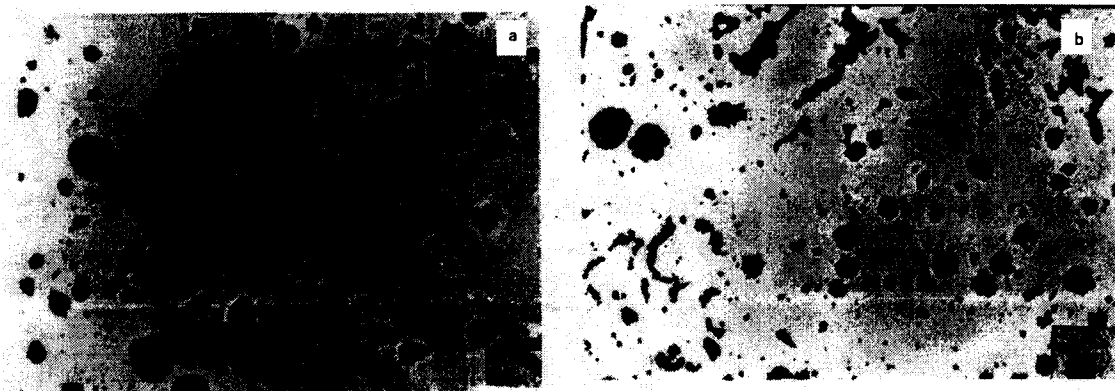
2.1 反应时间

在球化剂加入量相同的情况下,球化剂 A 反应时间(38s~60s)一般比球化剂 B 反应时间(47s~64s)略短,但反应时间都超过 38 秒,说明反应时间还是比较充分的。

2.2 金相组织

2.2.1 石墨形态

球化剂 A 对石墨的球化能力优于球化剂 B。当球化剂加入量为 1.3% 时,用球化剂 A 处理的铸铁中石墨已成球状(图 1a),而球化剂 B 处理的铸铁中仍有蠕虫状石墨的存在(图 1b)。



a: 球化剂 A 处理

b: 球化剂 B 处理

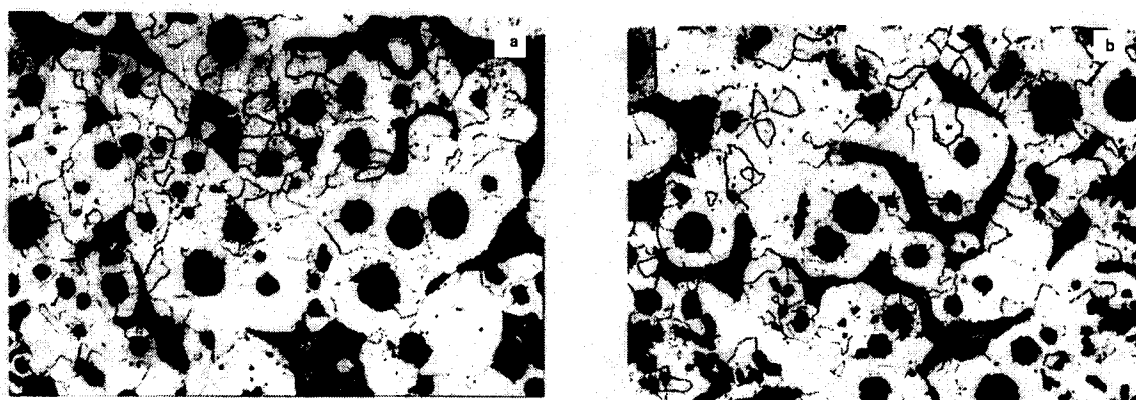
图 1 用 1.3% 不同球化剂处理的铸铁的石墨形态 100×, 未腐蚀

Fig. 1 Graphite shape of cast iron spheroidized with 1.3% different spheroidizers 100×, non-etched

2.2.2 基体组织

在试验加入量下,用球化剂 A 处理的铸铁中珠

光体量(图 2a)略低于球化剂 B 处理的铸铁(图 2b)。



a: 球化剂 A 处理

b: 球化剂 B 处理

图 2 用 1.3% 不同球化剂处理的铸铁的基体组织 100×, 4% 硝酸酒精腐蚀

Fig. 2 Matrix structures of cast iron spheroidized with 1.3% different spheroidizers 100×, etched by 4% nital

2.3 机械性能

2.3.1 抗拉强度

球铁的抗拉强度见图 3。由图 3 可以看出,当球化剂加入量 $\geq 1.3\%$ 时,球化剂 A 处理的球铁的抗

拉强度比球化剂 B 处理的球铁高;当球化剂加入量为 1.5% 时,球化剂 A 处理的球铁的抗拉强度达到最高值 526.8 MPa,球化剂 B 处理的球铁的抗拉强度只有 445.4 MPa。

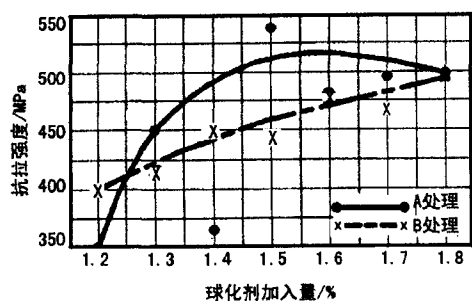


图 3 球铁的抗拉强度

Fig. 3 Tensile strength of nodular irons

2.3.2 伸长率

球铁的伸长率见图 4。由图 4 可以看出,当球化剂加入量在 1.2%~1.6% 时,球化剂 A 处理的球铁的伸长率明显高于球化剂 B 处理的球铁。当球化剂加入量为 1.6% 时,球化剂 A 处理的球铁的伸长率达到最高值 19.25%,球化剂 B 处理的球铁的伸长率只有 16.43%。

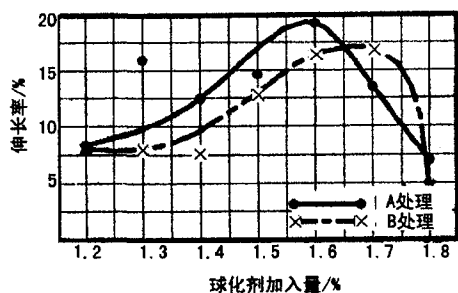


图 4 球铁的伸长率

Fig. 4 Elongation of nodular irons

2.3.3 冲击韧度

球铁的冲击韧度见图 5。由图 5 可以看出,当球化剂加入量为 1.3%~1.6% 时,球化剂 A 处理的球铁的冲击韧度明显优于球化剂 B 处理的球铁。当球化剂加入量为 1.6% 时,球化剂 A 处理的球铁的冲击韧度达到 $123.3 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2}$,球化剂 B 处理的球铁的冲击韧度只有 $81.16 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。球化剂加入量超过 1.6% 时,则球化剂 B 处理的球铁的冲击韧度优于球化剂 A 处理的球铁。

2.3.4 布氏硬度

当球化剂加入量为 1.2%~1.7% 时,球化剂 A 和 B 处理的球铁的布氏硬度均呈下降趋势,这是由于铁素体量增多的缘故,但球化剂 A 处理的球铁的布氏硬度略低于球化剂 B 处理的球铁;当球化剂加

入量大于 1.7% 时,白口倾向增大,球化剂 A 和 B 处理的球铁的布氏硬度都呈上升趋势(图 6)。

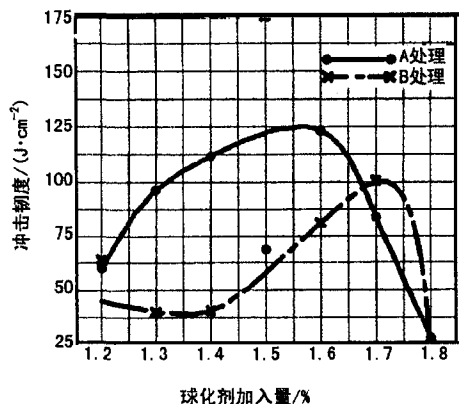


图 5 球铁的冲击韧性

Fig. 5 Impact toughness of nodular irons

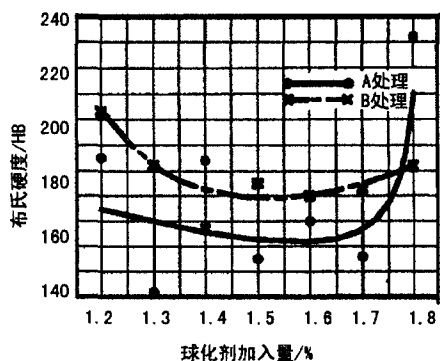


图 6 球铁的布氏硬度

Fig. 6 Brinell hardness of nodular irons

2.4 体收缩率

球铁的体收缩率见图 7。由图 7 可以看出,当球化剂加入量小于 1.5% 时,随着球化剂加入量的增加,球化剂 A 和 B 处理的球铁的体收缩率都在加大,但球化剂 A 处理的球铁的体收缩率明显小于球化剂 B 处理的球铁;当球化剂加入量为 1.5% 时,球化剂 A 和 B 处理的球铁的体收缩率均达到最高值,分别为 3.8% 和 3.1%,因此必须注意补缩;当球化剂加入量大于 1.5% 时,球化剂 A 和 B 处理的球铁的体收缩率都呈下降趋势。

从试验结果可以看出,虽然使用球化剂 A 或球化剂 B 都能成功制取球铁,但在球化剂加入量为 1.3%~1.6% 时,球化剂 A 处理的球铁的石墨形态优于球化剂 B 处理的球铁,而且球化剂 A 处理的球

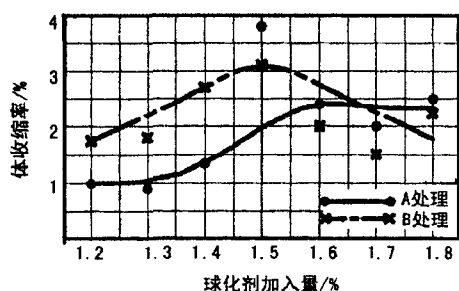


图7 球铁的体收缩率

Fig. 7 Volume shrinkage of nodular irons

铁的抗拉强度、伸长率、冲击初度均明显高于球化剂 B 处理的球铁,而布氏硬度和体收缩率又较低。这说明在这个加入量范围内,使用球化剂 A 比使用球化剂 B 更有利于获得石墨球化良好,综合力学性能高,并且组织致密的球铁铸件。继续增大球化剂的加入量,球化剂 A 的加入量超过最佳值,由于球化剂中稀土元素是强烈的促进渗碳体析出的合金元素,致使铸铁白口倾向增大^[1],而且稀土偏析严重,会恶化球铁的力学性能^[2],这就使得用球化剂 A 处理的球铁的力学性能下降。而用球化剂 B 处理的球铁,加入量还未达到最佳加入量范围,所以力学性能依然呈上升趋势。这也就是说使用球化剂 A 在较低加

入量的条件下就能获得比球化剂 B 在较高加入量的条件下更好的球化效果。所以,球化剂 A 的球化能力明显优于球化剂 B。

3 结论

1. 用球化剂 A 或球化剂 B 均能成功制取球铁。在本试验条件下,在球化剂加入量为 1.3%~1.6% 时,球化剂 A 的球化能力明显优于球化剂 B。

2. 球化剂加入量适宜时,球化剂的球化能力随着加入量增加而增强,球化剂加入量过高时,球化剂的球化能力下降。球化剂加入量以 1.3%~1.6% 为宜。

3. 用一步法熔炼稀土硅铁合金比用二步法熔炼的稀土硅铁合金不仅省去了制取硅铁的工艺及与此相应的设备、人力和电力消耗,而且克服了冶炼时间长、能源消耗大的缺点,并节约了生产球化剂的成本,是值得推广采用的一种工艺。

参考文献:

- [1] 盛达,郭成会. 稀土铸铁[M]. 北京:冶金工业出版社,1994. 67.
- [2] 陆文华,李隆盛,黄良余. 铸造合金及其熔炼[M]. 北京:机械工业出版社,1996. 60.

Effect of Melting Method of Rare Earth Ferrosilicon Alloy on Spheroidizing Ability of Spheroidizer

LIN Xiao-ying¹, LI Shu-jiang¹, LU Yue-mei¹, CHEN Shao-chun¹, SHENG Da², LI Meng-dong³

(1. School of Mechanical Engineering and Automation, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China;

2. Qinghua University, Beijing 100084, China;

3. Canjinhuaxin Special Alloy Co. Ltd., Xinxiang 463700, China)

Abstract: Effect of different spheroidizers with rare earth ferrosilicon alloy melted by different melting method on the spheroidizing ability is different. The results showed it is possible to make successfully nodular iron with spheroidizers containing rare earth silicide molten by one-step or two-step method, but at this test condition the spheroidizing ability of the spheroidizer with rare earth ferrosilicon alloy melted by one-step method is better than that melted by two-step method obviously.

Key words: rare earth ferrosilicon alloy; melting method; spheroidizing ability