

碳化硅在球墨铸铁熔炼中预处理作用

张太慧¹, 周林波¹, 孙新明¹, 李丹²

1. 慈溪汇丽机电股份有限公司 浙江慈溪 315300

2. 齐齐哈尔重型铸造有限责任公司 黑龙江齐齐哈尔 161005

摘要: 阐述了碳化硅在球墨铸铁熔炼过程中脱氧、净化、预处理机理, 以及在中频感应电炉熔炼过程加入碳化硅后, 球墨铸铁材料性能、金相组织的变化。

关键词: 碳化硅; 球墨铸铁; 预处理; 金相组织

1 序言

碳化硅通常作为磨料等在工业上得到广泛的利用。近年来, 碳化硅作为铁液预处理剂在铸造生产中开始得到应用, 它是一种价格低廉的预处理剂, 铸造使用的碳化硅纯度一般在90%左右。

碳化硅是由硅与碳元素以共价键结合的非金属碳化物, 化学式为SiC, 外形为晶体颗粒状, 其密度为3.2g/cm³[1]。

2 碳化硅在球墨铸铁熔炼中孕育预处理的作用

碳化硅在球墨铸铁熔炼后期炉内加入, 碳化硅在1200℃以上开始溃散, 熔化成熔融状态, 在高温(1400℃以上)时分解出的碳和硅以原子形式扩散在铁液中:



2.1 碳化硅的脱氧, 净化铁液

部分碳和硅与铁液中的氧起下列反应:



反应式(2)形成的CO₂气体从铁液中逸出。反应式(3)的一部分SiO₂被吸附于炉衬壁上, 另一部分SiO₂与Fe、Mn、Mg等金属氧化物发生如下反应:



式(4)中, MeO为Fe、Mn、Mg等金属氧化物, 与SiO₂形成复合氧化物, 易在铁液中上浮被清除。

部分碳化硅(SiC)在铁液中与铁液中的金属氧化物发生如下反应:



通过以上反应, 碳化硅起到了脱氧而净化铁液的作用[2]。

2.2 碳化硅炉内预孕育, 促进球状石墨形成, 细化球状石墨

1) 在凝固过程中, 由碳化硅产生的硅溶于奥氏体中, 产生的碳一部分熔于奥氏体中, 另一部分因成分和能量起伏, 形成的碳原子团超过临界晶核尺寸时, 在铁液中直接成为球状石墨的碳质晶核。

2) 弥散性碳化硅微粒在铁液中起到非均质晶核作用。

3) 部分晶格匹配适配度较低的复合金属氧化物也可成为球状石墨的非均质形核。

碳化硅孕育预处理是在球化处理前在炉内进行的, 这样可以更加有效地进一步提高球化率, 细化球状石墨。

3 试验方法和过程

为正确应用碳化硅, 我们在慈溪汇丽机电股份有限公司日常生产的6个轨道交通高端球墨铸铁产品上进行了三次试验。试验产品的基础数据见表1。

表1 试验产品基础数据

试验次数	炉次号	材料牌号	产品图号	件数
第一次试验	QTS853	QT400-18	A5A00243799A	4
			001-5010-00-1	1
第二次试验	QTS876	QT400-18	6314888	5
			001-0162-00-1	1
第三次试验	QTS904	QT400-18	3EST000213-6958	8
			BNP813892019020	1

3.1 熔炼

我们使用的是1.5T电炉，熔炼铁液1.8t，三次试验碳化硅依次加入量为1.0%、1.2%和1.3%，并相应减少增碳剂的加入（见表2），同时与原熔炼工艺进行对比。

表2 试验熔炼配料表

材料名称	生铁	废钢	回炉料	增碳剂	碳化硅	硅铁
原工艺 加入量/kg	250	400	350	16	—	3.5~5
第一次试验 加入量/kg				14	10	0
第二次试验 加入量/kg				13	12	0
第三次试验 加入量/kg				12.5	13	0

加料次序：废钢→增碳剂→废钢→碳化硅→废钢→回炉料。碳化硅在熔炼中期加入。

表4 试验化学成分及力学性能

试验次数	光谱成分（质量分数，%）							力学性能			
	C	Si	Mn	P	S	Re	Mg	抗拉强度 /MPa	屈服强度 /MPa	伸长率 （%）	硬度 HBW
原工艺	3.61	2.64	0.190	0.019	0.010	0.006	0.062	430	285	25	—
第一次试验	3.54	2.67	0.16	0.023	0.008	0.006	0.053	435	295	22	146
第二次试验	3.61	2.70	0.19	0.022	0.012	0.05	0.042	445	310	25	144
第三次试验	3.61	2.74	0.21	0.019	0.010	0.006	0.057	430	285	25	154

三次试验和原工艺力学性能均符合要求，且力学性能相近。

4.2 金相组织

原工艺和三次试验的金相组织如图1所示。检验结果：原工艺球化级别2级，石墨大小6级；第一次试验球化级别2级，石墨大小6级；第二次试验球化级别2级，石墨大小6~7级；第三次试验球化级别2级，石墨大小7级。

从产品的金相组织可以看出，随着碳化硅加入量的增加，球化率没有明显变化（球化级别均为2级），但石墨大小等级逐步提高，单位面积石墨球数增加，在碳化硅加入量为1.3%时石墨大小等级达到7级，说明此加入量预处理效果最佳。

3.2 孕育处理和球化处理

在熔炼过程中，孕育剂和球化剂加入量见表3。

表3 球化剂、孕育剂加入量（%）

材料名称	球化剂 （稀土 镁6-2）	包内 孕育剂 （BS-2）	随流 孕育剂 （BS-2）	预处 理剂 （INCULIN390）	瞬时 孕育剂 （硅钡）
原工艺	1.25	0.6	0.8	0.3	0.15
第一次 试验	1.2	0.4	0.4	0	0.15
第二次 试验					
第三次 试验					

注：原工艺采用了0.3%高钡预处理剂，试验采用普通的硅钡孕育剂。孕育总量：原工艺为1.4%，试验工艺为0.8%。

4 试验结果

4.1 化学成分和力学性能试验数据

三次试验的化学成分和力学性能均符合要求，见表4。

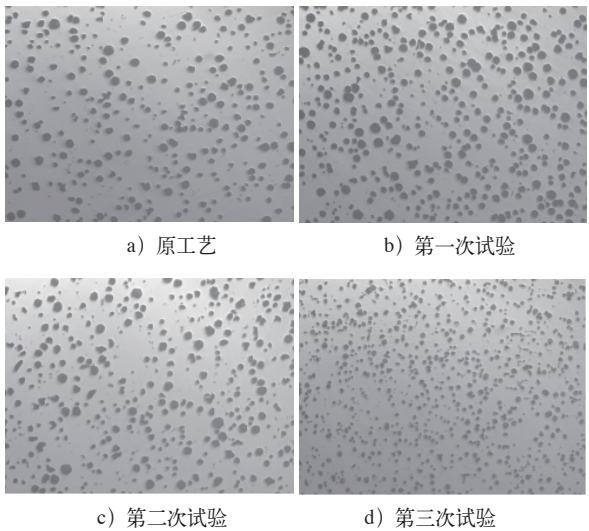


图1 石墨形态

高炉用水冷钢砖的铸造工艺研究

邓守梁, 万黎明

本溪钢铁(集团)机械制造有限责任公司 辽宁本溪 117000

摘要: 介绍了生产水冷钢砖铸钢件造型、制芯等铸造工艺方面的技术, 阐述生产操作细节及材料使用等。

关键词: 水冷钢砖; 铸造工艺; 生产操作

1 序言

水冷钢砖是高炉重要的部件之一, 其质量的优劣直接影响高炉炉壁的耐用性, 对高炉一代炉龄的长短至关重要。水冷钢砖结构复杂, 技术要求高, 尺寸及表面质量要求严格。由于使用时零件内部要通循环水冷却, 因此要求铸件必须有足够的耐压性(水压0.5MPa保压1h无“冒汗”现象)。针对该铸件结构的特殊性, 结合我厂的实际情况, 制定合理的铸造工艺, 在生产中严格控制工艺参数, 生产出符合技术要求的铸钢件。

2 水冷钢砖材质及结构分析

1) 水冷钢砖材质为ZG270-500^[1], 化学成分见表1。

表1 水冷钢砖化学成分(质量分数) (%)

C	Mn	Si	P	S
0.32~0.40	0.50~0.80	0.25~0.5	≤0.04	≤0.04

2) 水冷钢砖铸件结构复杂(见图1), 且要求进行0.5MPa的水压试验, 保压1h无“冒汗”现象。水冷钢砖轮廓尺寸为1022.7mm×600mm×868mm, 内部是封闭空腔, 外部镶嵌有两根总高度为400mm的φ40mm×6mmA3无缝钢管, 钢管外衬护管。无缝钢管及护管在高温钢液的作用下极易变形, 铸件尺寸精度难以控制。在铸件内部且贯穿整个铸件有两个高860mm的固定用螺栓孔(铸孔), 为钢砖的安装定位孔, 因此孔的位置精度及尺寸精度要求严格, 否则会影响炉壁的固定和组装。铸件壁厚最大

石墨等级提高、石墨球数增多, 有利于铸件利用石墨化膨胀, 获得致密的内在质量, 减少铸件出现缩松类缺陷的倾向。

5 结束语

1) 碳化硅试验的产品理化性能符合要求。金相组织在加入量1.3%时达到最佳状态。球状石墨明显细化, 石墨大小从6级提升为7级, 这有利于提高产品的内部质量(减少内部缺陷)。

2) 采用炉内碳化硅预处理, 碳化硅的吸收率在95%左右, 并可取代硅铁和部分增碳剂使用, 炉内不用加硅铁, 减少增碳剂加入量。

3) 当采用炉内碳化硅预处理后, 球化处理时可

取消高钡预处理剂对铁液预处理, 适度减少包内球化剂和孕育剂的用量, 从而使熔炼的综合成本有所降低。另外, 还可减少球化处理时的铁液温度损失(损失20℃左右, 这点对浇注温度要求高的铸件尤为重要)。

4) 碳化硅的使用操作简单, 操作方法与使用增碳剂相同。

参考文献:

- [1] 万福祥, 何刚, 程维和, 等. 碳化硅在电炉熔炼上的应用[J]. 金属加工(热加工), 2010(5): 63-64.
- [2] 付雷, 侍波, 王永杰, 等. 碳化硅在高强度灰铸铁上的应用[J]. 机械工业标准化与质量, 2016(2): 36-39.

MW 20210326