

钢水纯净度检测系统的创建

张爱民¹, 宋锦薇², 张英才¹

(1 济南钢铁股份有限公司 技术中心, 山东 济南 250101; 2 山东省冶金科学研究院, 山东 济南250014)

摘要: 对转炉、中间包、连铸坯和中厚板不同工艺阶段的夹杂物进行检测分析, 完善形成了包括低倍检验、化学分析、大样电解、金相分析、图象分析仪分析与扫描电镜能谱仪分析等手段的钢水纯净度检测系统。该系统为调整工艺参数提供了准确依据, 对于开发高纯净度的品种钢和减少因夹杂造成的产品质量异议意义重大。

关键词: 钢水纯净度; 检测系统; 夹杂物; 综合分析

中图分类号: TG115 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620 (2004) 05-0022-02

Construction of Test System for Molten Steel Purity

ZHANG Ai-min¹, SONG Jin-wei², ZHANG Ying-cai¹

(1 The Technology Center of Jinan Iron and Steel Co. Ltd., Jinan 250101, China; 2 Shandong Metallurgical Research Institute, Jinan 250014, China)

Abstract: The test system to molten steel purity, which including macrography, chemical analysis, Smills, photograph, image analysis and SEM test, is constructed by measuring and analyzing the inclusions in different process stage of BOF, TD, slab and sick plate. The system can provide accurate reference for adjusting process parameter, and it is signality in developing high purity variety steel and reducing product quality demurral caused by inclusion.

Keywords: molten steel purity; test system; inclusions; synthetic analysis

为了对钢中夹杂物的来源、含量、尺寸和分布有一个系统、深入的认识, 济南钢铁股份有限公司技术中心(简称济钢技术中心)结合生产和科研实际, 创建了钢中非金属夹杂物的检测分析系统, 对钢中夹杂物的检测方法进行了深入的研究与分析。

1 检测分析系统

设计制订具体的钢水纯净度检测分析方案, 在转炉、中间包、连铸坯和中厚板不同工艺阶段取样, 将试样加工后, 对试样进行不同形式的夹杂物检测分析, 包括低倍检验、确定O、N含量的化学分析和大样电解、金相分析、图象分析仪分析与扫描电镜能谱仪分析检验。

1.1 低倍检测

1.1.1 冷蚀分析 采用A、B两种冷蚀液对连铸坯进行冷酸检验。与传统的热酸低倍检验方法相比, 该方法可快速有效地显示钢坯的低倍组织, 极大地降低了酸蚀过程中的有害气体排放, 从而也减少了对人体和环境的污染; 不需要耐高温和耐酸碱的不锈钢专用酸洗槽; 只需把试样的检测面加工到光洁度达Ra0.8 μ m即可; 适合各种大小规格的试样, 简化了检验过程, 大大缩短了检验时间。

1.1.2 硫印检验 由于硫在铁中的固溶度特别低，几乎所有的硫都是以硫化物的形式存在。硫印检验可确定钢中硫化物的分布位置，显示硫的偏析以及其它缺陷(裂纹、空隙等)。在进行硫印检测和冷酸检验后，依据YB/T4003—1997连铸钢低倍组织评级图，对连铸板坯的低倍组织缺陷进行综合评级。

1.2 大样电解分离分析

大样电解分离分析是电解分离钢中大于50 μm 的氧化物夹杂。其检验流程主要包括电解、淘洗、还原和介电分离，将加工成表面无孔、无锈、无油污的大型电解试样放入专门配制的电解液中，进行大样电解法检验。具体方法是：首先电解约2kg左右的钢样，将其残留物阳极泥用超声波震荡筛选、淘洗，去除直径小于50 μm 的夹杂。用分级筛测定夹杂物的大小，将分离出来的夹杂物进行粒度分级。

1.3 定氧、定氮分析

利用气体分析仪，对不同生产阶段的所取试样进行氧、氮的气体含量分析。通过对脱氧合金化工艺和精炼工艺优化，在中间包采取保护浇注措施，使得中间包、结晶器和连铸坯中的O、N含量与原来相比均有所降低。

1.4 金相和图象分析仪分析

利用XG-05大型金相显微镜和图象分析仪对钢中的夹杂物进行金相分析和级别评定。按连铸坯由内弧至外弧的位置顺序，编号分别为1号至10号，在铸坯截面取金相试样。按夹杂物的直径(或等效直径)对10 μm 以上的夹杂物进行金相定量分析，放大倍数为100倍。计数时按10~19、20~29、30~39、40~49、50~99 μm 、大于等于100 μm 的标准分别计数。统计分析面积百分比的计算方法分为两种，小于50 μm 的用面积的中间值乘以相应的夹杂物个数再除以测量面积；大于等于50 μm 的分别求出每颗夹杂物的面积，然后求和，再除以测量面积。测量时根据夹杂物的光学特征，将浅灰色的硫化物单独计数，硅酸盐和其它夹杂物统称为非硫化物。

1.5 扫描电镜能谱分析

对于钢中非金属夹杂物元素的组成成分，利用PHLIPS X-30型扫描电镜和OXFORD能谱仪，采用点、线和面扫描方式，确定微区域内非金属夹杂物中各元素的相对含量和分布。

2 检测系统的应用

在应用过程中，对系统中采集的数据进行统计分析，冷蚀和硫印的低倍检验结果与化学大样电解分析和金相分析的结果是一致的，不同分析方法对各工艺阶段中夹杂物的检测分析是相吻合的。按照不同生产工艺阶段，对钢包吹氩前、吹氩后、中间包和连铸坯不同阶段的大样电解分析颗粒进行检测分析，如表1所示。

表1 钢包吹氩前后和中间包的大样电解分析结果 %

试样状态	夹杂物总量 /mg. (10kg) ⁻¹	夹杂物粒径分级/%					
		<50 μm	50~100 μm	50~180 μm	180~280 μm	280~355 μm	>355 μm
吹氩前	719.8	27.3	50.3	16.4	5.7	0.7	0.4
吹氩后	333.7	33.5	37.4	16.5	8.4	4.3	7.2
中间包	165.6	22.6	43.0	16.9	20.0	5.6	1.0
连铸坯	820.7	29.1	44.4	15.8	2.8	3.3	4.4

注：夹杂物总量单位是mg/(10kg)。

不同生产阶段氧、氮气体含量见表2。将金相和图象分析仪定量测量结果汇总，分别计算铸坯由内弧至外弧不同位置的夹杂物面积百分比见表3。

表2 钢中的氧、氮含量变化对比表 $\times 10^{-6}$

项目	吹氩前	吹氩后	中间包	结晶器	连铸坯
O	320.0	242.4	125.0	147.4	139.2

N	20.3	21.4	32.3	37.1	38.3
---	------	------	------	------	------

表3 板坯不同位置夹杂物的面积百分比 %

取样位置	夹杂物等级/ μm						合计
	10~19	20~29	30~39	40~49	50~99	≥ 100	
1	0.0163	0.0056	0.0032	0.0019	0.0022	0.0000	0.0292
2	0.0180	0.0071	0.0036	0.0036	0.0066	0.0017	0.0406
3	0.0248	0.0092	0.0066	0.0064	0.0092	0.0014	0.0576
4	0.0339	0.0107	0.0071	0.0039	0.0036	0.0000	0.0592
5	0.0404	0.0078	0.0023	0.0007	0.0015	0.0000	0.0527
6	0.0324	0.0038	0.0018	0.0017	0.0012	0.0000	0.0409
7	0.0332	0.0050	0.0021	0.0016	0.0031	0.0000	0.0450
8	0.0245	0.0026	0.0017	0.0001	0.0001	0.0000	0.0290
9	0.0182	0.0046	0.0015	0.0006	0.0012	0.0000	0.0261
10	0.0161	0.0057	0.0033	0.0021	0.0029	0.0006	0.0307

3 系统分析

非金属夹杂物在钢中的特点是来源复杂、颗粒粗大、呈偶然性分布，对钢的内部质量危害极大，不同钢种对纯净度的要求也不尽相同。钢水纯净度检测系统汇总了包括低倍检验、化学分析和微观组织分析在内的主要检测手段，针对不同的工艺阶段采取不同的检测方法，快速灵活，易于操作掌握。该系统对冶炼、连铸和轧制等不同生产过程中的夹杂物表现行为进行了深入系统的检测分析，为实际生产提供了夹杂物方面的准确数据，为调整工艺参数提供了准确的参考依据，及时地指导了生产。

根据分析结果，结合济钢第一炼钢厂现行工艺，采取了如下效果明显的措施：完善挡渣出钢，稳定钢包下渣量；完善和稳定钢包吹氩操作，防止钢水翻腾，以获得钢包吹氩去除夹杂物的稳定效果；在钢包与中间包之间使用长水口保护浇注，同时增设中间包挡墙；尽可能减少结晶器液面波动，以免造成铸坯的卷渣。

钢水纯净度检测系统对于开发高纯净度的品种钢，对于提高钢的内在和表面质量，减少因夹杂造成的协议板和质量异议和对于国内同行业试验室的夹杂物检测分析，具有参考价值和指导意义。

4 结 论

4.1 钢水纯净度检测系统的创建，整合了包括低倍检验、化学分析、大样电解分离、金相分析和扫描电镜能谱仪分析等综合分析手段。

4.2 钢水纯净度检测系统对不同工艺阶段的夹杂物行为进行了全面分析，为调整工艺参数和指导实际生产提供了准确的参考依据。

4.3 钢水纯净度检测系统对于开发高纯净度的品种钢和减少因夹杂造成的产品质量异议，具有十分重要的意义。

[返回上页](#)