

高废钢比条件下含钛钢中 TiN 夹杂析出及其对疲劳性能的影响

宋生强，齐江华，邓之勋，薛正良

武汉科技大学，武汉 430081
湖南华菱涟源钢铁有限公司，娄底 417009

Formation of TiN Inclusions in Titanium-containing steel under high scrap smelting and its effect on fatigue performance

Shengqiang Song, Jianghua Qi, Zhixun Deng, Zhengliang Xue,
Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, 430081
Hunan Lianyuan Iron and Steel Co. Ltd, Loudi, 417009

随着我国废钢资源的蓄积量逐渐增大以及响应双碳战略的发展要求，钢铁冶炼主要原料结构将逐步转变为废钢。然而，高废钢比冶炼会引入更高氮含量，含钛钢中析出的氮化钛夹杂硬度高、脆性大易于造成钢产品疲劳失效，因此，深入研究高废钢比冶炼条件下含钛钢中“氮含量-TiN 夹杂-疲劳性能”之间的内在规律对于经济脱氮以及确保钢产品的安全服役具有重要意义。本文研究了三种钛含量微合金钢（0.12%Ti）中 TiN 夹杂析出及其高周疲劳性能，其区别为氮含量不同（在中间含量为 56ppm、40ppm 和 30ppm）。结果显示，只有 20%的疲劳试样裂纹起源于尺寸在 16.8 μm ~55.9 μm 的氧化物夹杂物，而其余 80%起源于表面缺陷，没有发现 TiN 夹杂物导致疲劳失效。进一步通过疲劳断裂面附近截面的夹杂物统计分析表征表明：H56、M40 和 L30 钢中 TiN 夹杂物的平均尺寸为 3.50 μm 、3.22 μm 和 2.89 μm ，最大尺寸分别为 6.92 μm 、6.67 μm 和 6.23 μm 。基于 ChemAppPy 平台模拟了含钛钢中 TiN 夹杂析出规律，在冷却速率为 0.2K/s 条件下，当氮含量从 30 ppm 增加到 60 ppm 时，TiN 夹杂物的尺寸将从 6.1 μm 增加到 7.1 μm 。

参考文献

- [1] Liu Dongming, Song Shengqiang*, Xue Zhengliang, et al. Formation of TiN Inclusions During Solidification of Titanium Micro-Alloyed Steel: Modeling with ChemAppPy. *Metallurgical and Materials Transactions B*, 2023, 54: 382-394.
- [2] Song Shengqiang*, Jing Rundong, Xue Zhengliang, et al. Effect of nitrogen content on the high cycle fatigue properties of titanium micro-alloyed steel. *Steel Research International*, 2023, doi.org/10.1002/srin.202200880.