

CaF₂ 与 B₂O₃ 相互作用下高铝 TRIP 钢连铸保护渣的黏性特征与结晶性能

王金辉^{1,2,3}, 亓捷^{1,2*}, 刘承军^{1,2}

1. 东北大学多金属共生矿生态化冶金教育部重点实验室, 沈阳 110819;

2. 东北大学冶金学院, 沈阳 110819;

3. 鞍钢股份有限公司炼钢总厂, 鞍山 114021

1. 前言

低反应性 CaO-Al₂O₃ 基保护渣成为极具潜力的高合金钢连铸保护渣新品种^[1-3], 但其在浇铸过程中性能的稳定性的仍有待提高。国内某厂采用含 F 的 CaO-Al₂O₃ 基保护渣进行高铝 TRIP 钢连铸试制时, 存在熔渣析晶能力过强, 浇铸过程渣条粗大、粘结报警频发等问题, 无法实现长时间多炉连浇。研究表明, B₂O₃ 含量的提高在一定程度上可抑制保护渣结晶性能。因此, 本研究以 CaO-Al₂O₃ 基保护渣为对象, 研究助熔剂 CaF₂ 和 B₂O₃ 在其中的综合作用规律, 以期有效调控熔渣析晶能力, 进而为高铝 TRIP 钢连铸保护渣设计开发提供理论依据。

2. 保护渣黏性特征

由图 1 可知, 采用 B₂O₃ 替代 CaF₂ 时, 随着 B₂O₃ 质量分数的增加和 CaF₂ 质量分数的降低, 保护渣高温处的黏度不断提高, 1300℃ 的黏度值由 0.076 Pa·s 增加至 0.118 Pa·s; 黏度转折点温度不断降低, 由 1260℃ 降低至 975℃。

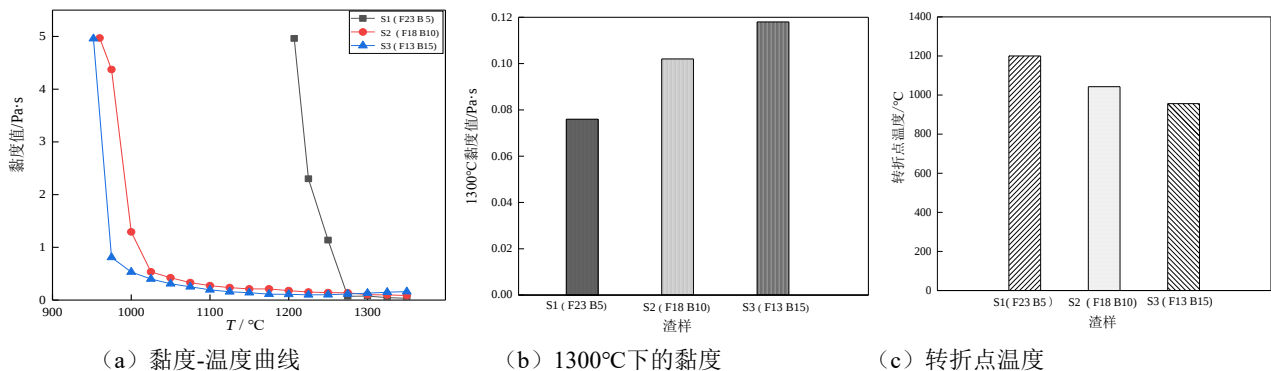
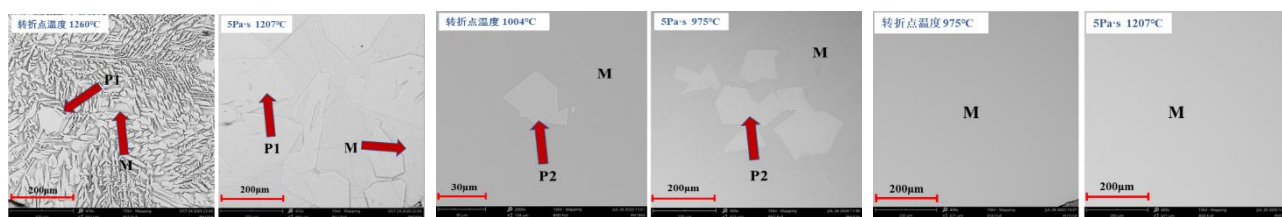


图 1 不同质量分数 B₂O₃ 和 CaF₂ 组合下保护渣的黏性特征

3. 保护渣结晶特性

当 B₂O₃ 质量分数为 5%、CaF₂ 质量分数为 23% 时, 在转折点温度 (1260℃) 下, 渣中析出了大量鳞片状的 Ca₁₂Al₁₄O₃₂F₂。当温度降至 1207℃ 时 (黏度为 5 Pa·s), Ca₁₂Al₁₄O₃₂F₂ 相的析出量明显增多, 尺寸增大。当 B₂O₃ 质量分数为 10%, CaF₂ 质量分数为 18% 时, 在转折点温度 (1004℃) 下, 渣中仅析出了少量不规则的块状 2CaO·Al₂O₃·SiO₂。当温度降至 975℃ 时 (黏度为 5 Pa·s), 2CaO·Al₂O₃·SiO₂ 的析出量明显增多。B₂O₃ 质量分数为 15%, CaF₂ 质量分数为 13% 时, 在转折点温度和黏度 5 Pa·s 时, 保护渣均保持单一液相, 无物相析出。综上可知, 随着 B₂O₃ 取代 CaF₂ 质量分数的增加, 保护渣的析晶能力逐渐减弱, 转折点温度和黏度 5 Pa·s 时析晶物相的变化规律均为: Ca₁₂Al₁₄O₃₂F₂ → 2CaO·Al₂O₃·SiO₂ → 单一液相。



P1: $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{32}\text{F}_2$, M: 液相

(a) 5%B₂O₃, 23%CaF₂

P2: $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$, M: 液相

(b) 10%B₂O₃, 18%CaF₂

M: 液相

(c) 15%B₂O₃, 13%CaF₂

图 2 保护渣在不同温度下淬冷渣样的扫描电镜图片

致谢

感谢国家自然科学基金项目（U1908224，51904075）和中央高校基本科研业务专项资金资助（N2125013）的支持。