

中碳钢换水口后粘结报警的原因分析及预防措施

张大伟

宁波钢铁有限公司 宁波 315800

1.前言

结晶器漏钢事故是连铸工序重大的生产事故之一，为防止漏钢事故的发生，当前各钢铁企业均采用结晶器液面专家即漏钢预报设备来预防粘结性漏钢事故的发生。漏钢预报系统的工作原理是：当粘结发生时，漏钢预报系统可以检测到安装在粘结发生位置的热电偶温度变化，及时采取降低浇铸速度的方式，使得粘结的坯壳脱开，从而避免漏钢事故的发生。宁钢在浇铸中碳钢时，典型钢种成分如表 1。

表 1

钢种代码	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Als%
631605	0.14~0.19	0.03~0.13	0.32~0.45	≤0.025	≤0.016	0.005~0.025

由于钢种特性和其他复杂的生产操作原因，经常会在更换浸入式水口后，升速过程中发生连续的粘结报警，导致长时间低拉速浇铸，影响板坯质量，严重时，因低拉速时间过长，钢水降温过多，引起低温结死的生产操作事故，给生产操作带来极其恶劣的影响。为此，该厂技术人员通过对其有影响的因素进行分析，找出了快换水口发生粘结报警的原因并制定出相应措施，通过生产实践证明，采取的措施有效，取得良好效果。本文针对快换浸入水口时产生粘结报警的原因及改进措施、取得的效果加以描述。

2.连铸机主要技术参数

连铸机机型:直结晶器弧形板坯连铸机;

连铸机台数 X 流数:1X2

连铸机基本弧半径:9m

结晶器长度:900 mm;

铸坯断面;230 mmX(1650,900)mm

铸机长度:约 32.7 m

冶金冷却方式:气雾冷却;

振动方式:电动式振动。

3.粘结报警的原因分析

在快换浸入水口的过程中，由于受到拉速的变化、结晶器液面异常波动等各种因素的影响，导致保护渣向结晶器与坯壳之间的填充受阻，钢液直接与结晶器铜板接触并快速形成热点，从而产生粘结报警。

3.1 钢水浇铸温度的影响

统计该厂三个月内进行快换浸入水口时发生粘结报警的炉次，有 81.7%的钢水过热度低于 25 度，该厂工艺技术标准要求的正常浇铸温度是过热度 $20\pm 7^{\circ}$ 。由于在快换浸入水口前拉速已降至低于正常浇铸速度，使得钢水的温降速度大于正常浇铸时的温降速度，同时在换水口后要进行换渣操作，刚更换的水口和更新的保护渣要吸收大量的热，使得进入结晶器内的钢水温度进一步下降，造成结晶器内钢水温度偏低，不能使“新”渣快速形成足量的液渣，随着拉速的提高形成的渣膜不足以维持正常的润滑要求^[1]，从而发生粘结报警。

3.2 拉速的影响

该厂中碳钢的正常浇铸拉速为 1.2m/min,换水口拉速为 0.7m/min,换水口过程的拉速经过高-低-高的变化,升降速过程按照 0.15m/min^2 的速率完成,如图 1。

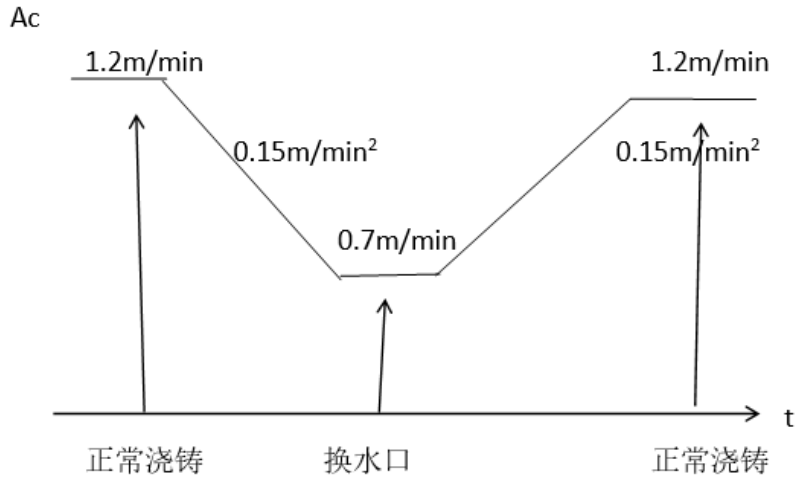


图 1

发生粘结报警的都是换水口后的升速过程,在这个时期,结晶器内因为温度低导致的液渣较少,按照 0.15m/min^2 速率提升拉速,速度较快,液渣来不及补充,从而产生粘结报警。统计该厂三个月换水口过程发生的粘结报警,第一次报警的次数有 89.6%是在拉速 0.95-1.05m/min 时发生的。

3.3 氩气的影响

该厂在生产过程中全程采用塞棒和上水口吹氩技术,其目的是改善结晶器流场和促进保护渣熔化,提高液渣厚度。由于换水口过程拉速的变化导致通钢量的改变,氩气的使用量也会随之随时调整。由于生产过程的不确定性,该厂氩气的用量并没有规定具体的使用标准,操作人员需要根据结晶器液面的实际反应来调整氩气的大小。如果氩气较大,会造成结晶器液面波动产生粘结报警;氩气太小,达不到促进保护渣熔化的效果,液渣不足也会产生粘结报警。

3.4 钢种特性的影响

此类钢种内控的目标碳含量为 0.16%,刚好处于包晶反应区间,线收缩量较大,坯壳与结晶器器壁容易形成气隙,导致坯壳收缩不均和厚度不均,使得漏钢预报系统热电偶检测到的温度波动较大,引发报警。

4.改进措施

4.1 提高钢水浇铸温度

该厂在技术标准里明确规定,换水口炉次钢水的过热度要求大于 25 度以上可以更换一只水口,过热度大于 30 度以上,可以同炉次更换两支水口。实行计划换水口,提前一炉告知前道工序水口更换计划,水口更换前测量中间包的钢水温度,温度满足要求,进行水口更换作业,如果温度不满足要求,则推迟到下一炉次更换水口作业,避免低温状态下进行水口更换作业。

4.2 优化拉速控制

该厂将拉速升降速率由 0.15m/min^2 调整为 0.12m/min^2 ，并在拉速的控制上设立 0.9m/min 拉速停台阶，要求在升速到 0.9m/min 时，在该拉速下保持 1 分钟以上，在确认保护渣液渣层能满足升拉速的需要后再继续升速。改进后换水口过程的升降拉速如图 2：

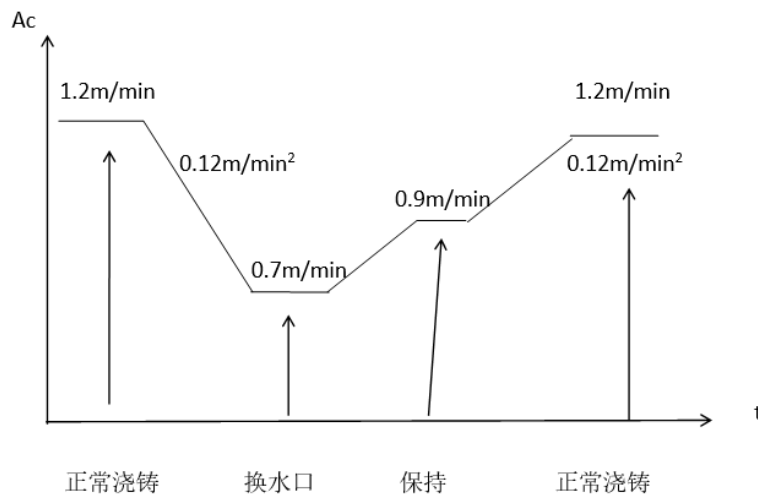


图 2

4.3 优化氩气调整方式

该厂通过设备改造，将氩气调整方式由手动调节改成数字调整，实现氩气流量、压力的全可量化，使得氩气使用更加精确，并在技术文件中明确要求，换水口后氩气调整只允许在拉速 0.7m/min 和 0.9m/min 两个时段调整，避免升降速过程调整氩气，引起液面波动。

4.4 使用开浇渣

在换水口后进行换渣作业时，向结晶器内加入开浇渣，利用开浇渣放热和快速形成最初液渣的特性，减少初生坯壳的不均匀性，达到良好的传热和润滑效果。

5. 实施效果

通过以上措施的实施，取得了较好的效果，自 22 年 4 月份以来，该厂中碳钢种换水口后连续报警的情况得到明显改善，报警频率由原来的 80%，减少到 18.6%，并且未发生一起因连续报警导致的异常停浇事故，为板坯连铸生产的稳定、高产、顺行奠定了基础。

参考文献

- [1] 杨俊锋，杜勇，余世安，等.快换浸入水口发生粘结漏钢原因分析和改进措施[J].2009 年中南·泛珠三角炼钢连铸学术交流会论文集.