

首钢迁钢一炼钢板坯保护渣的实践与应用

吕永博, 胡卫东, 付苏刚, 檀伟峰, 李中华, 俞学成

(首钢迁钢有限公司炼钢作业部, 河北 迁安 064404)

摘要: 阐述了保护渣各项性能对于板坯表面质量及在结晶器内润滑的影响。以迁钢一炼钢厂生产的包晶钢纵裂和低合金钢粘接为例, 从保护渣各参数的角度解释了板坯产生纵裂和粘接的原因, 结合了现场管理总结出相应的改进方法, 实际生产中取得了很好的效果。

关键词: 保护渣; 包晶钢纵裂; 粘接

Mold Slag 'S Practice and Use of No.1 Steel-Making Plant of

Shougang Qian'an Iron and Steel Co., Ltd

LV Yong-bo, HU Wei-dong, FU Su-gang, TAN Wei-feng,
LI Zhong-hua, YU Xue-cheng

(Steel-making plant of Shougang Qian'an Iron and steel Co., Ltd, hebei qian'an 064404, Hebei, China)

Abstract: the effects of mold slag characters for slab quality and mold lubrication are researched in this paper. The reasons for the slab longitudinal crack and mold sticking are explained by the producing experiences of steelmaking department I in SHOUGANG QIGANG. The ways for decreasing slab longitudinal crack and mold sticking are adopted, and the results show vey good.

Key words: mold slag; peritectic steel longitudinal crack; mold sticking

连铸保护渣技术是连铸生产当中的重要组成部分, 对于连铸生产的顺行和铸坯质量都有着至关重要的作用, 尤其是铸坯表面缺陷基本都是在结晶器内形成的, 与保护渣的使用状态有着直接的关系。该厂一炼钢板坯连铸保护渣的分类按照低碳超低碳类、包晶类、中碳类、中碳合金类、高碳超高碳类五大类分布, 使用过程中主要存在包晶钢纵裂和中碳低合金钢粘连问题, 为此结合现场实际生产情况, 制定并采取了针对性的措施, 取得了较为明显的效果。

1 保护渣作用机理

连铸保护渣的主要冶金功能是润滑和控制传热。在结晶器内固态渣层对于钢水起着保温作用; 液态渣膜起到润滑坯壳的作用, 浇注过程中铸坯向下运行, 此过程中将液渣吸入结晶器与坯壳间的空隙, 形成润滑层, 有利于防止结晶器铜板与钢水粘连。液渣层还可以在钢水与空气之间形

成保护层, 防止钢液被空气二次氧化, 并且能够吸附从钢水中上浮的夹杂物, 同时还能阻止钢液面被富碳层和固态渣层增碳。固态渣膜主要是晶体质膜, 能够调节与结晶器之间的传热, 使传热减少和均匀。

2 实践过程中存在的问题

2.1 生产实践中包晶钢纵裂问题

2.1.1 现状简述

迁钢一炼钢共有两台铸坯铸机, 浇注断面从900~2150mm, 工作拉速控制在0.9~1.5m/min之间, 存在浇注断面、拉速跨度大的特点, 因此, 在浇注各种断面时保护渣的各项性能的匹配性至关重要。在实践过程当中第一个难点问题就是包晶钢纵裂, 以汽车大梁钢为例, 2010年1-6月份其纵裂发生率高达4.8%, 纵裂形态有贯穿铸坯的大纵裂, 也有铸坯1/4处的细小纵裂。

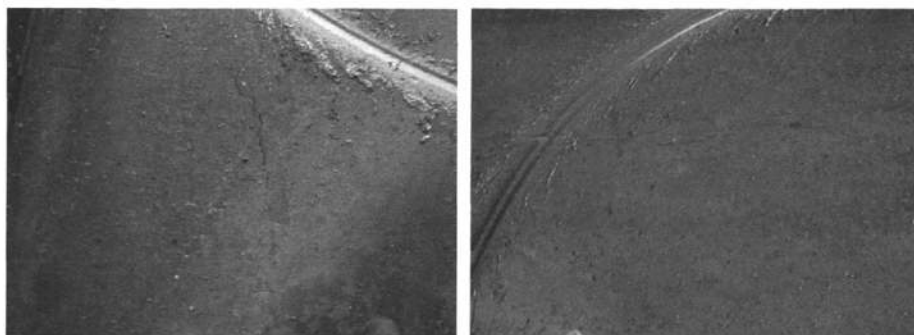


图1 纵裂形态

2.1.2 结晶器内纵裂产生的机理

在结晶器内坯壳内产生细小纵裂纹后继续向下运动, 由于结晶器下部锥度不足以支撑坯壳抵抗钢水静压力、保护渣流动性不合适难以填充气隙及结晶器传热不均匀等作用下, 形成细小纵裂纹而削弱的应力集中部位又产生一个更大的应力集中, 这时应力集中不仅包括热应力, 还包括外力作用, 同时由于细小纵裂纹的存在造成缺口效应。在应力作用下, 细小纵裂纹沿树枝晶低塑性区撕裂, 同时表面颈缩加重。结晶器内形成的纵裂纹大都很细小, 进入二冷区后如冷却强度过大或冷却严重不均匀, 强的热应力会促使铸坯表面已生成的微细纵裂纹扩大、延伸, 最终发展成表面纵裂纹缺陷。因此, 保护渣在结晶器的传热均匀与否对于铸坯的表面质量影响较大。

2.1.3 实践生产情况及改善情况

通过数据统计当结晶器内外弧热通量在 $1.6 \sim 1.9 \text{ MW/m}^2$ 之间, 且内外弧及两窄面对应的热通量差值大于 0.1 MW/m^2 时发生纵裂的几率高达 8.54% , 而相比较之下内外弧热通量控制在 $1.4 \sim 1.5 \text{ MW/m}^2$, 内外弧及两窄面热通量控制在 0.05 MW/m^2 以内时汽车大梁钢纵裂发生率仅为 1.49% 。由于包晶钢/亚包晶钢收缩率大, 初生坯壳宽面中部在钢水静压力的作用下受到的弯边应力也最大, 因而在宽面中部容易产生纵裂或纵向凹陷。为了减小包晶钢板坯的纵裂, 要减少从铸坯传往结晶器的热流, 特别是要减少从弯月面传往结晶器的热流, 使初生坯壳生长均匀。因此, 可以利用增强保护渣结晶比的措施来控制结晶器内冷却强度, 在生产实践当中对于保护渣的成分进行了一定的改进。

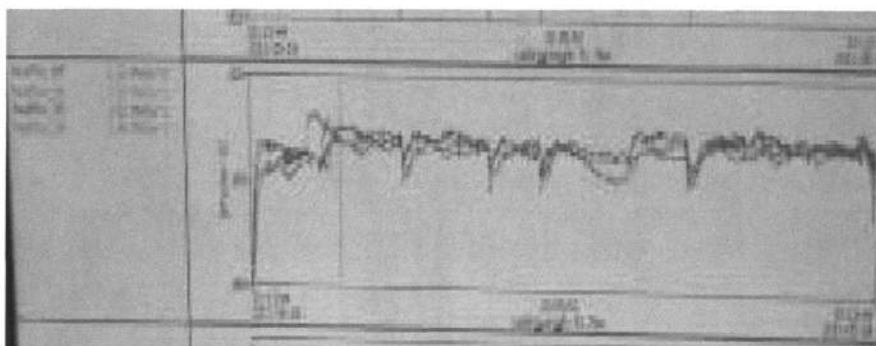


图2 产生纵裂浇次结晶器四个面的热通量情况

表1 保护渣主要成分和性能指标

	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO%	MgO%	R ₂ O%	R	Tc%	熔速	粘度	熔点℃
调整前	27.17	2.94	36.27	2.14	6.48	1.33	7.57	34	0.072	1142
调整后	27.94	2.98	38.04	2.55	6.99	1.36	5.63	32	0.063	1130

改善后的保护渣明显的区别之一就是碱度有所增加,结晶器内保护渣固态渣膜的形成过程中不断有晶体析出,由于体积收缩使得形成的固态渣膜中有许多空隙,从而增加了保护渣的传热热阻达到了控制传热的效果;同时由于晶体质膜的润滑能力不如玻璃质膜,当晶体质膜较厚时将影响保护渣的润滑性能,以达到控制润滑的效果。碱度对保护渣结晶比有明显的影 响,随着碱度的升高,保护渣的结晶率也有明显的提高。对于浇注包晶钢等裂纹敏感性钢就需要适当的增加保护渣的结晶率来控制保护渣的传热效果,降低

发生纵裂的可能性。另外,针对浇注过程中存在的渣圈和化渣不好的情况,此次改善对于保护渣粘度和熔点都有所调整。通过改善调整,使得包晶钢的纵裂发生率得到了很大的降低,目前汽车大梁钢的纵裂发生率均能控制在1.5%以下。

2.2 生产实践中中碳低合金钢的粘连问题

2.2.1 现状简述

结晶器内钢水粘连对于铸坯质量及生产的稳定影响极大,2010年下半年该厂在浇注中碳低合金钢时,结晶器钢水粘连率达到5.2%。

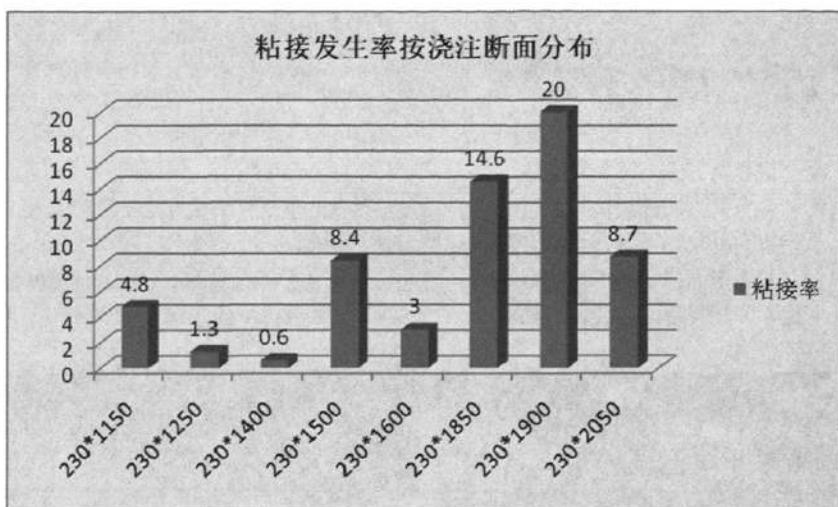


图3 粘接发生率按断面分布情况

从断面分布的规律看,浇注大断面时发生粘接的几率要远高于小断面。

2.2.2 结晶器内粘接及结晶器热点偶变化原理

正常浇注时,由于坯壳厚度的增加,距离结晶器弯月面距离较近的上部热电偶的平均温度高于下部热电偶的温度(第I步),当粘接开始(第II步),并到达上部热电偶处,由于坯壳厚度的变化,上部热电偶温度增加,下部热电偶温度不变(第III步)。随后,粘接通过上部热电偶,到达下部热电偶处(第IV步)。下部热电偶温度上升,由于不再受粘接的影响,上部热电偶温度快速、大幅下降(第V步)。以致于它低于下部热电偶检测值,(第V和VI步)。从上面的温度变化曲线可以看出,结晶器与钢水之间润滑性能不好、传热不均匀是导致粘接的主要因素之一,因此我们在实践当中致力于解决这两方面,保证保护渣良好的润滑和传热状态。

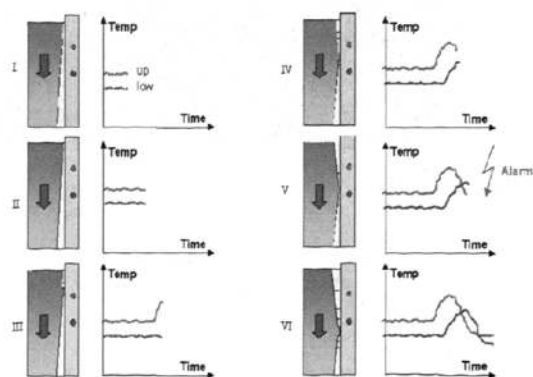


图4 粘接过程温度曲线变化情况

2.2.3 生产实践情况

生产实践过程中浇注中碳低合金钢种时,往往会出现液渣层偏薄、渣圈较多、较硬的情况,尤其

是浇注 1800mm 以上大断面时,明显的结晶器两侧的液面出现“发死”的现象,保护渣的熔化状态较差,在浇注过程中结晶器产生真报警的次数较多,且真粘率基本在 70%以上。

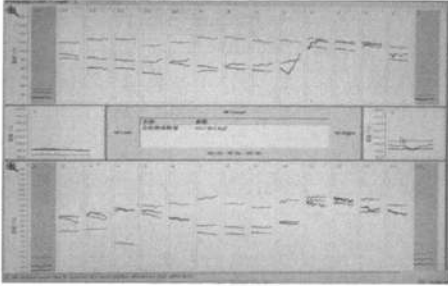


图 5 浇注过程温度趋势

上图为低合金钢在 2050mm 的大断面浇注时的温度曲线情况,从热电偶检测的温度检测情况看,结晶器中间由于钢水活动较为活跃,温度能保持稳定,结晶器两侧及两个窄面由于钢水冲击力不够,保护渣的熔化和流入较慢导致温度较低,且温度变

化较为紊乱,测得的保护渣液渣层薄(7-9mm),从现象看,保护渣在结晶器内流入不均匀,是造成此温度曲线变化的主要原因。

因此,在调整过程中致力于对改善铸坯的传热的研究,使之在结晶器内部能够达到热量的均匀传输,从而保证钢水与结晶器的充分润滑。

调整后保护渣在碱度方面有所减少,主要目的是改善铸坯传热,此过程还考虑到冬夏两季结晶器的进水温度变化。由于浇注大断面时拉速较低,通过适当的提高保护渣熔点来达到保温性能改善的作用,同时在调整过程中致力于增加液渣层厚度,使液渣能够更加充分的流入到弯月面处,产生均匀的渣膜,从而达到润滑铸坯均匀传热的效果。同时在实践生产中,经过干燥的保护渣比没有经过干燥的保护渣发生真报警的几率要小很多,保护渣中的水分对于其使用状态的影响较大,因此,在实际操作中需要充分的做好保护渣的干燥工作。具体程序:保护渣入厂→进入料区存放→入厂检化验→进入干燥间干燥,保持 35℃ 以上→使用前提前半小时以上进加渣机干燥,保证干燥温度在 45℃ 以上。

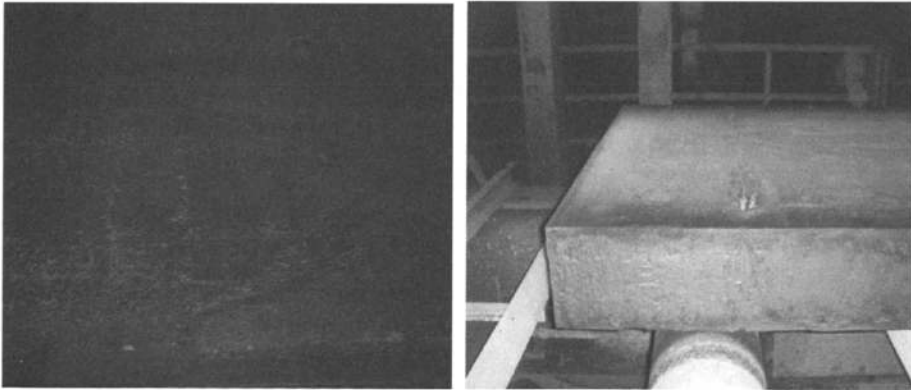


图 6 铸坯粘接情况

表 2 低合金钢保护渣调整前后对比

SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO%	MgO%	R ₂ O%	R	Tc%	熔速	粘度	熔点℃	
调整前	26.88	3.28	33.67	1.84	8.69	1.25	7.51	29	0.077	1080
调整后	27.89	3.63	33.41	1.76	8.79	1.20	7.61	33	0.084	1095

经过保护渣调整中碳低合金系列钢种的粘接发生率得到了很好的控制,不仅将恒定拉速率稳定控制在 97%以上,还大大减小了粘接漏钢的几率,至 2010 年该厂实现了连续 1000 万吨不漏钢。

3 结论

1) 保证结晶器内铸坯的润滑及水平传热是保护渣的最主要的冶金性能,保护渣对结晶器热流的

影响主要是通过渣膜结构来实现的, 要得到热流控制均匀、水平方向稳定的渣膜结构必须保证渣膜的高结晶率。在实际改进过程中, 保护渣的粘度、碱度、熔化速度、熔化温度及渣耗等之间有着相互的依存关系, 对板坯连铸的表面质量产生重要影响。此外, 结晶器进水温度、水量等因素也是制约保护渣使用的重要原因, 因此我们在改进过程中需要充分考虑。

2) 随着浇注铸坯断面尺寸的增加, 比表面的值减小, 边部及窄面冷却变慢, 需要增加保护渣的消耗量, 以保证坯壳与结晶器壁间有足够的渣膜厚度, 从而达到良好的润滑性能。因此, 改进过程中, 需要综合考虑到保护渣的熔化温度、碱度、粘度之间的相互关系。

3) 现场保护渣的管理方面需要做到合理分配, 做到保护渣使用调度合理, 先来先用, 缩短保护渣在现场的存储时间。同时, 做到各批次使用的保护渣能得到充分干燥, 减少保护渣中水分对于其使用状态的影响。

参考文献:

- [1] 郑伟栋, 盖领军等。保护渣对结晶器热流的影响。河北冶金, 2006.
- [2] 王新志, 王吉坤等, 保护渣对板坯表面质量的影响。冶金丛刊, 2008.
- [3] 铁生连等。连铸保护渣性能研究进展。中国冶金, 2008.
- [4] 卢盛意。结晶器保护渣的润滑作用和水平传热。连铸, 2007.