半钢炼钢溅渣护炉技术的应用研究

何晴 1,2 黄山 1,2 张东 1,2

(1河钢股份有限公司承德分公司 河北 承德 067002; 2河北省钒钛工程技术研究中心 河北 承德 067002)

摘要:文章根据炉渣的组成与性质,应用生白云石、石灰石、废弃钢包包衬砖进行调渣,确定了较合理的半钢炼钢溅渣护炉操作,满足了溅渣护炉工艺要求。同时采用废弃的钢包包衬砖代替部分镁质溅渣物料或特制溅渣复合调渣剂,减少了镁资源的浪费,且实现了钢包废弃耐材的回收利用。当终点碳 $\geq 0.08\%$ 时全部留渣;当终点碳 $\leq 0.05\%$ $\sim 0.08\%$ 时,倒出炉内 $1/2 \sim 2/3$ 炉渣;当终点碳 $\leq 0.05\%$ 时,倒出炉内全部炉渣;根据不同终点情况,合理加入调渣剂,调整炉渣组元,改善炉渣粘度,提高溅渣护炉效果。

关键词。半钢炼钢; 溅渣护炉; 废弃钢包包衬砖

0 引言

转炉在炼钢时是垂直的,炉口向上,当出钢时需要倾斜一定的角度。炉体倾动部分采用 4 台电机驱动,低速轴刚性连接,炉体采用 4 点悬挂式,辅以扭力杆作为力矩吸收。根据工艺要求,转炉炉体需能进行正反360°的倾动。一般情况下转炉倾动机构处于正力矩工作状态,其质量主要集中在下部。这样就可以确保转炉事故状态下,炉体能自动复位,也就是说倾动机构具有势能负载特性。

转炉炉龄是转炉炼钢生产的一项很重要的技术经济指标,以低成本达到转炉炉龄长寿化的目标,是目前严峻形势下降本增效的重要措施。以钒钛磁铁矿为原料的钢铁企业,炼钢用铁水中含有一定量的钒、钛等微量元素,铁水需经提钒后采用半钢炼钢,由于半钢中只含微量的 Si、Mn 等元素含量痕迹,造成炉渣组分单一、碱度高、粘度大、流动性差,造成造渣和热量不足,不适宜进行溅渣护炉操作。选择废弃钢包包衬砖、生白云石和石灰石,对炉渣进行调渣处理,调整炉渣组元,改善炉渣粘度,提高炉渣碳氧反应,降低渣中氧化铁含量,进而提高溅渣效果,且实现了钢包废弃耐材的回收利用,降低了溅渣护炉的成本。炼钢工艺流程如图所示。

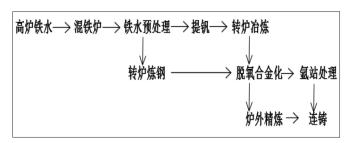


图 炼钢工艺流程

1 工艺条件

半钢冶炼的最大难题在于半钢 Si、Mn 残余,碳低 (3.0%~3.3%), 半钢热量不足, 吹炼前期渣量少, 化 渣慢, 石灰溶解困难; 沾枪严重, 后期严重后吹脱磷, 造成终点碳低, 钢水氧性强, 炉渣氧化性强, 从而影响 溅渣护炉效果, 炉况恶化严重, 炉龄大幅度降低, 影响炉子的安全运行。正常铁水冶炼与半钢冶炼炉龄对比如表 1 所示。

为解决铁水提钒渣后热量不足的问题,优化提钒工艺;根据含钒铁水的 C、Si、温度等条件,冷料配比,合理调节铁皮量,控制碳氧化,钢种和半钢的碳控制要求和使用升温剂等措施,减少碳的燃烧损失,增加碳半钢生产中的碳保证半钢的化学热;要求半钢的温度控制在 1380 ~ 1400 ℃,以保证半钢的物理热,炉膛入口温度可达 1330 ~ 1360 ℃。同时,为解决半钢制程温降大的问题,采用 50kg/ 包覆剂炉均匀覆盖半钢敲击后的液态半钢表面。通过以上措施,有效解决了半钢热源不

表 1 正常铁水冶炼与半钢冶炼炉龄对比

项目	正常铁水冶炼	半炉冶炼
炉龄(炉)	23000	4200

表 2 分钢种半钢碳控制要求

钢种	普碳钢	HRB335	品种钢	
半钢	3.2~3.3	3.2~3.45	3.3~3.6	

表 3 半钢温度(平均值)

温度 /℃		要关划体田县 kg/划
出半钢	半钢入炉	覆盖剂使用量 kg/ 炉
1389	1346	50

足的问题,减少了半钢熔化后的吹热量,为炉况的维护创造了条件,不同钢种半钢碳控制要求见表 2,半钢出/入炉温度见表 3。

1.1 主辅原料及条件

主辅原料及条件如表 4 所示。

造渣料包括石灰、轻烧白云石、生白云石、石灰石、 废弃钢包包衬砖等。具体成分见表 5。

1.2 工艺参数

氧枪枪体主要工艺参数见表 6。

1.3 炉渣组成和性质

转炉冶炼初期渣主要为硅酸盐、MgO、FeO 等。炉渣 碱 度($R=CaO/SiO_2$) 应 控 制 在 $2.7\sim3.5$,炉 渣 中 MgO 含量控制在 $7\%\sim12\%$,终 渣 TFe $\leq20\%$,根据 终点及渣状适当调渣。

溅渣层对转炉初期渣有良好的抗侵蚀性能。因初期 渣碱度低,炉渣矿相以镁硅钙石(3CaO·MgO·2SiO₂) 为主,而溅渣层矿相主要为(3CaO·SiO₂),高温下两 者不能共存,发生下列反应:

 $3\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 + 3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = 3 \quad (3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2)$ (s) + MgO (s)

析出高熔点的 MgO 和 C2S 相,提高了溅渣层的熔点,有利于抵抗渣的侵蚀。随着炉渣中 FeO 含量提高,高温下 C2F 炉渣可以充分溶解溅渣层中 C2S 矿相,溅渣层的侵蚀加剧,侵蚀速度明显提高,而 MgO 和 C3S 矿相基本不被侵蚀。对于相同渣中 FeO 含量,高钙渣的侵蚀速度明显高于高镁渣,提高溅渣层的碱度或提高

MgO 含量,有利于减轻炉渣的侵蚀。

2 溅渣护炉

2.1 吹炼过程造渣及溅渣用炉渣调整

半钢炼钢过程中渣料加入采取分批加入的方式,头 批料应在下枪点火成功后加入石灰 $500 \sim 1000 kg$,轻烧 白云石 $200 \sim 500 kg$,包渣 $0 \sim 1000 kg$,保证吹炼前期 尽快形成碱性渣。第二批渣料应在前期渣化好后分批加入,石灰、石灰石、轻烧白云石、生白云石每批加入量为 $200 \sim 500 kg$ 。要求终点渣 $MgO \ge 7\%$,石灰与轻烧白云石加入量的比例 $\ge 2:1$,生白云石与轻烧白云石折算关系为 1kg 生白云石代替 0.75kg 轻烧白云石。

2.2 调渣剂的选择

调渣剂主要由生白云石、石灰石、废弃钢包包衬砖,主要作用是提高 MgO 含量。在溅渣护炉时,钢包废包衬砖中的 C 与炉渣中的 FeO 反应后对炉渣进行脱氧,Al₂O₃ 与 CaO 形成一些低熔点的化合物,降低炉渣温度;生白云石中的 MgO 与 CaO 用于调整炉渣 MgO 含量及炉渣粘度,石灰石中的 CaO 用于调整炉渣的碱度。废弃的钢包包衬砖,自身成本低,再与低价的生白云石及石灰石搭配使用,能够保证炉渣溅渣护炉要求,同时大幅度降低了溅渣护炉成本;废弃的钢包包衬砖含有一定量的 Al₂O₃,对于半钢炼钢而言,有利于提高冶炼前期化渣效果。

2.3 溅渣炉渣的调节

根据终点情况采取倒出炉内部分或全部炉渣。当终

表 4 半钢条件:成分及温度

项目	C/%	Si/%	Mn/%	P/%	S/%	V/%	Ti/%	Cr/%	温度 /℃
平均	3.75	< 0.1	< 0.1	0.125	0.045	0.03	< 0.1	0.07	1360
范围	3.4 ~ 4.4	_	_	0.06 ~ 0.18	0.02 ~ 0.2	0.02 ~ 0.06	_	0.04 ~ 0.09	1340 ~ 1420

表 5 造渣料具体成分

物料名称	CaO/%	MgO/%	SiO ₂ /%	S/%	Al ₂ O ₃ /%	C/%	活性度 /mL
石灰	≥ 86		≤ 3.0	≤ 0.080			≥ 280
轻烧白云石	≥ 38	≥ 27		≤ 0.080			
生白云石	≥ 30	≥ 20		≤ 0.080			
石灰石	≥ 48		≤ 3.0	≤ 0.050			
废弃钢包包衬砖		≥ 12			≥ 62	8 ~ 10	

表 6 氧枪枪体主要工艺参数

喷头型号	氧枪总长 /mm	喷嘴型式	φ 喉口 /mm	φ 出口 /mm	Ма
φ 245 × 4	18000	四孔拉瓦尔	37.5	47.9	1.96
φ 245 × 5	18000	五孔拉瓦尔	34	42.2	1.91

点碳 $\geq 0.08\%$ 时全部留渣,向炉内加入废弃钢包包衬砖 $2 \sim 3 kg/t$,来回摇动转炉 1 次,使炉渣与废钢包衬砖充分反应。开始溅渣时,使用氮气 $0.9 \sim 1.1 MPa$ 压力,枪位 $1.3 \sim 1.5 m$,吹氮 20 s 后,加入石灰石 $1 \sim 2 kg/t$,溅渣时间 1.5 min 后,氮气压力调整为 $1.2 \sim 1.3 MPa$,枪位 $1.1 \sim 1.2 m$,溅渣至炉口无渣子飞溅为止,停止吹氮。

当终点碳在 $0.05\% \sim 0.08\%$ 时,倒出炉内 $1/2 \sim 2/3$ 炉渣,向炉内加入废弃钢包包衬砖 $3 \sim 4 k g/t$,来回摇动转炉 1 次。开始溅渣时,使用氮气 $1.1 \sim 1.3 M P a$ 压力,枪位 $1.2 \sim 1.4 m$,吹氮 20 s 后,加入生白云石 $0 \sim 1 k g/t$,石灰石 $1 \sim 2 k g/t$ 。溅渣时间在 1.0 m in 后,氮气压力调整为 $1.2 \sim 1.4 M P a$,枪位 $0.9 \sim 1.1 m$,溅渣至炉口无渣子飞溅为止,停止吹氮。

当终点碳 $\leq 0.05\%$ 时,倒出炉内全部炉渣,向炉内加入废弃钢包包衬砖 $4 \sim 5$ kg/t,来回摇动转炉 2 次。开始溅渣时,使用氮气 $1.2 \sim 1.4$ MPa 压力,枪位 $1.1 \sim 1.3$ m,吹氮 20s 后,加入废弃钢包包衬砖 $1 \sim 2$ kg/t,生白云石 $1 \sim 3$ kg/t,石灰石 $2 \sim 3$ kg/t。溅渣时间在 1.5min 后,氮气压力调整为 $1.4 \sim 1.5$ MPa,枪位 $0.7 \sim 1.0$ m,溅渣至炉口无渣子飞溅为止,停止吹氮。

3 结语

(1) 确定了较合理的溅渣护炉操作规程,满足了溅渣护炉工艺要求。半钢炼钢用转炉溅渣护炉效果有了新

的突破,转炉炉龄有了大幅度提高。

- (2) 采用钢厂内部废弃的钢包包衬砖代替部分镁质溅 渣物料或特制溅渣复合调渣剂,减少了镁资源的浪费,且 实现了钢包废弃耐材的回收利用,降低了溅渣护炉的成本。
- (3) 废弃的钢包包衬砖含有一定量的 Al₂O₃,对于 半钢炼钢而言,有利于提高冶炼前期化渣效果。
- (4) 采用钢厂内部废弃的钢包包衬砖代替部分镁质 溅渣物料或特制溅渣复合调渣剂,减少了镁资源的浪费,变废为宝节约成本约 0.64 元/吨。

参考文献:

- [1] 黄菊, 孙海玲, 韩姝红, 等. 鞍钢转炉溅渣护炉技术的应用[J]. 机械与电子, 2012(1): 252-262.
- [2] 周虎. 改进操作工艺强化溅渣护炉 [J]. 昆钢科技,2006(3):18-20.
- [3] 钟良才,朱英雄,姚永宽,等. 转炉高氧化性炉 渣溅渣护炉工艺优化及效果[J]. 炼钢,2015,31(5):1-6+50
- [4] 张俊同. 冷却转炉终渣护炉实践[J]. 甘肃冶金,2013,35(4):13-14+38.
- [5] 杨和乾,张其欢,肖建华,等. 半钢冶炼及溅渣护炉工艺探索[J]. 川威科技,2008(3):4-7.
- [6] 文永才,杨素波,张大德,等.攀钢半钢炼钢转炉溅渣护炉技术研究[J].钢铁,2003,38(2):16-18.

