

70 t 高阻抗超高功率电弧炉的工艺实践

王海兵 苏雄杰

(攀钢集团成都钢铁有限责任公司, 成都 610303)

摘要 攀成钢 70 t 高阻抗超高功率偏心底电弧炉的炉料为 20% 铁水 + 80% 生铁-废钢。在电弧炉的炉壁上安有 3 支 RCB 集束喷枪装置和炉门两侧墙上安有两处喷碳粉枪。冶炼实践表明, 吹氧脱碳速度达 0.08% ~ 0.012% C/min, 冶炼电耗为 310.86 kWh/t_钢, 电极消耗 1.67 kg/t_钢, 氧气消耗 46.7 m³/t_钢, 冶炼周期 56 min。

关键词 高阻抗超高功率电弧炉 RCB 喷枪 工艺实践

Process Practice of a 70 t High Impedance UHP Electric Arc Furnace

Wang Haibing and Su Xiongjie

(Chengdu Iron and Steel Co Ltd, Pansteel Group, Chengdu 610303)

Abstract Charge of 70 t high impedance UHP EBT electric arc furnace at Chengdu Iron and Steel, Pansteel is 20% hot metal + 80% pig iron-scrap. Three RCB coherent oxygen lances are installed at wall of furnace and two lances for coal powder injection are installed at wall of both side of furnace door. Steelmaking practice showed that the decarburization rate by blowing oxygen was 0.08% ~ 0.012% C/min, the electric power consumption was 310.86 kWh/t steel with electrode consumption 1.67 kg/t steel and oxygen consumption 46.7 m³/t steel, and the tap to tap time was 56 min.

Material Index High Impedance UHP Electric Arc Furnace, RCB lance, Process Practice

攀钢集团成都钢铁有限责任公司(简称攀成钢)从奥钢联引进的 70 t 高阻抗超高功率电弧炉的主要技术是:偏心炉底无渣出钢和留钢留渣操作技术;炉壁 RCB 喷枪和喷吹碳粉技术;水冷炉壁和水冷炉盖技术;高位料仓机械化加料系统;全数字式电极调节技术;钢包车称重装置准确控制电弧炉的出钢量;电气控制系统采用 PLC 控制技术,自动化系统采用 CRT 显示,计算机过程控制技术。工艺流程:电弧炉钢水→LF 处理后(专用品种钢还需经 VD 处理)→浇铸(模铸、连铸)。年生产钢(锭)坯能力 50 万 t。连铸坯为 (mm) Φ200 ~ Φ430, 模铸为 (mm) Φ430 ~ Φ700。

1 高阻抗电弧炉的设备特点和主要技术参数

高阻抗超高功率电弧炉的特点是依靠大幅度提高变压器的二次电压来增加电弧功率和提高功率因素,依靠串联电抗器来稳定电弧和限制短路电流,以此来降低消耗、提高生产率。电弧炉主要技术参数如表 1 所示。

2 电弧炉冶炼工艺实践

2.1 电弧炉兑铁水装置

铁水由 65 t 铁水罐车运输,兑入 300 t 混铁炉内。铁水的成分(%):4.0 ~ 4.5C、<0.6Mn、0.3 ~ 0.6Si、0.15 ~ 0.20P、0.03 ~ 0.07S。进入电弧炉的

表 1 高阻抗电弧炉的主要技术参数

Table 1 Main technical parameters of high impedance electric arc furnace

项目	参数
熔炼周期/min	55
日平均炉数/炉	22
公称容量/t	70
炉料组成	20% 铁水 + 10% 生铁 + 70% 废钢
变压器容量/MVA	50
电极直径/mm	550
电耗/(kWh · t ⁻¹)	335
电极消耗/(kg · t ⁻¹)	1.7
氧耗/(m ³ · t ⁻¹)	50
燃气耗/(m ³ · t ⁻¹)	6
产量/(万 t · a ⁻¹)	50
投产年份	2008

铁水温度 ≥ 1 250 °C。

2.2 集束喷枪系统

70 t 高阻抗超高功率电弧炉炉壁上安装有 3 支 RCB 集束喷枪装置。炉后 1 支,炉门两侧墙各 1 支。它是集废钢助熔、吹氧脱碳等功能于一体的集束喷枪系统。喷碳口设计在铜质冷却块上,采用两处喷碳粉枪(炉门两侧墙各一处)。

根据脱碳要求,吨钢氧耗为 50 m³/t(设计),单支氧枪流量 1 800 ~ 2 300 m³/h(主氧),环氧 100 ~ 800 m³/h,天然气 80 ~ 350 m³/h。RCB 燃烧嘴功率 3 × 3.5 MW。2 支喷碳粉枪,料罐容积为 2 m³,每支喷碳粉枪喷碳粉能力 20 ~ 60 kg/min。

熔化前期利用 RCB 天然气的燃烧助熔废钢,熔化中后期增加氧气量加速废钢熔化,精炼期使用集束氧气射流对熔池进行脱碳升温。熔化中后期和精炼期通过碳枪向熔池喷吹碳粉造泡沫渣。喷碳口紧靠燃烧器,这可有效地防止由于炉渣和钢水而堵塞喷碳口。利用电弧炉控制系统中的泡沫渣管理器能自动检测泡沫渣的高度,并适时控制其喷碳量及喷碳强度,以便调整泡沫渣达到最佳高度。RCB 及喷碳枪布置见图 1。

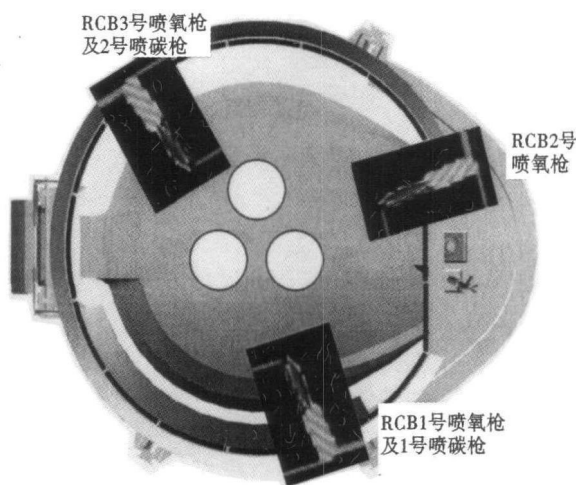


图 1 电弧炉 RCB 喷枪及喷碳枪布置

Fig. 1 layout of RCB lances and coal powder injection lances for electric arc furnace

2.3 电弧炉兑铁水熔炼工艺

攀成钢铁水兑入量为 20% 左右,配碳量 1.2% ~ 1.5%。为了缩短冶炼时间,必须保证足够的供氧强度,以利于脱碳。70 t 电弧炉采用炉壁 3 支烧嘴及集束氧枪供氧技术于一体的多功能 RCB 设备。熔化期采用烧嘴模式提供化学热,加速熔化废钢。精炼期采用集束氧枪供氧,吹氧脱碳。每支氧枪流量可达到 1 800 ~ 2 300 m³,氧气射流以超音速并保持较长的形态喷入熔池,能更好搅动熔池,推动钢水流动,有利于钢水温度、成分均匀,脱碳速度加快。为提高氧气的利用率和保持较高的脱碳速度,必须保证氧气的压力 ≥ 1.2 MPa,这样脱碳速度可达 0.08% ~ 0.012% C/min。

铁水中还含有 Si、Mn、P、S 等元素,吹氧氧化后,将增加渣量。因此,为保证炉渣的碱度不降低和提高炉衬寿命,在冶炼过程中应从高位料仓中适时加入石灰和白云石,根据攀成钢 70 t 高阻抗超高功率电弧炉热装铁水量为 20%,需加石灰 20 ~ 30 kg/t,白云石 5 ~ 10 kg/t,以提高炉渣碱度和炉衬寿

命。同时,应充分利用熔化前期熔池温度低,流渣等条件进行脱磷。

由于采用长弧操作,造好泡沫渣工艺是高阻抗超高功率电弧炉生产的关键工艺。热装一定量的铁水,熔化中前期可迅速形成熔池,炉料中碳含量较高,有利于形成泡沫渣。根据炉渣的发泡情况,调节氧气流量。随着碳的氧化,需要向炉内喷吹碳粉与渣中的 FeO 发生反应产生大量的 CO 气体,促使炉渣泡沫化,同时,可减少炉渣中的 FeO 含量,提高金属收得率。每吨钢喷吹碳粉量 4 ~ 11 kg。

为了提高炉龄和确保泡沫渣的稳定性,应使炉渣中含有一定量的 MgO。需补加一定量的白云石。典型炉渣的化学成分(%):30 ~ 40CaO、20 ~ 35FeO、15 ~ 18SiO₂、8 ~ 12MgO;二元碱度 2.0 ~ 2.5。此时可形成良好的泡沫渣,可遮蔽电弧,明显提高了熔池的升温速度。

2.4 电弧炉冶炼效果及氮含量控制

70 t 高阻抗超高功率电弧炉采用 20% 铁水,加大供氧量和化学能的供应,有利于节约电能,使熔池不断地产生强烈的“碳沸腾”,并且喷吹适量的碳粉,形成良好的泡沫渣,减少了电弧区钢液的吸氮。与此同时,关闭炉门熔炼,防止大气进入炉内。改善了钢的质量,取得了较好的冶金效果。经过电弧炉的冶炼实践,电弧炉的冶炼电耗达到了 310.86 kWh/t_钢,电极消耗为 1.67 kg/t_钢,电弧炉的氧气消耗为 46.7 m³/t_钢,冶炼周期为 56 min。炉渣中的 FeO 含量 20% ~ 35%。

经取部分炉次试样分析,电弧炉出钢时,钢液中的 [N] 平均值为 43.5 × 10⁻⁶,其范围为 (35 ~ 58) × 10⁻⁶。使钢中的氮含量控制在较低的水平。

3 结论

(1) 70 t 高阻抗超高功率电弧炉采用适量的热铁水工艺是可行的,这有利于降低电耗。

(2) 采用 RCB 枪可强化电弧炉用氧,提高脱碳速度,并喷吹碳粉,可形成良好的泡沫渣,实现埋弧操作,减少了电弧区钢液的吸氮,电弧炉出钢时,钢液中的 [N] 平均值为 43.5 × 10⁻⁶。

(3) 攀成钢 70 t 高阻抗超高功率电弧炉热装铁水量为 20%,需加石灰 20 ~ 30 kg/t,白云石 5 ~ 10 kg/t。

王海兵(1965-),男,高级工程师,1987 年重庆大学毕业,炼钢及连铸工艺研究。

收稿日期:2009-03-04