

# ACI 集束氧枪和 BSE 炉门碳-氧枪复合吹炼技术在 70 t 电弧炉上的应用和改进

陆宏祖

(新疆钢铁学校、新疆钢铁技工学校, 乌鲁木齐 830022)

**摘要** 在 70 t DC EAF 加铁水 25% ~45% 的情况下, 通过合理的供氧模式, 根据钢中留碳量和磷含量的要求确定炉渣碱度等工艺措施, 采用复合吹炼技术有效地实现脱磷和留碳操作, 杜绝了大沸腾事故, 铁耗、氧耗、煤气消耗和冶炼周期分别从工艺改进前的 1 075 kg/t、37 m<sup>3</sup>/t、8.1 m<sup>3</sup>/t 和 54 min 降低至 1 072 kg/t、33 m<sup>3</sup>/t、7.7 m<sup>3</sup>/t 和 52 min。仅电耗从 338 kWh/t 增至 344 kWh/t。

**关键词** 70 t 直流电弧炉 碳-氧枪 集束氧枪 复合吹炼

## Application and Improvement of ALARCTM-Jet - BSE Furnace Door C-O Lance Combined Blowing Technology for a 70 t AC Arc Furnace

Lu Hongzu

(Xinjiang Iron and Steel School, Xinjiang Iron and Steel Technician School, Wulumuqi 830022)

**Abstract** With charging 25% ~45% hot metal for a 70 t DC arc furnace and using the operation measures such as reasonable oxygen supply mode, based on the requirement of kept back carbon content and phosphorus content in steel to determine slag basicity, it was available to realize dephosphorization and kept back carbon operation by combined blowing technology to avoid intense boilings accident, and the consumption of iron, oxygen and coal gas, and the tap to tap time decreased respectively from original 1 075 kg/t, 37 m<sup>3</sup>/t, 8.1 m<sup>3</sup>/t and 54 min to 1 072 kg/t, 33 m<sup>3</sup>/t, 7.7 m<sup>3</sup>/t and 52 min, only the electrical power consumption increased from original 338 kWh/t to 344 kWh/t.

**Material Index** 70 t DC Arc Furnace, C-O Lance, ALARCTM-Jet, Combined blowing

2007年7月, 宝钢集团新疆八钢股份公司 70 t 直流电弧炉采用了 1 套 ACI 的超音速集束氧枪, 和原有的 BSE 炉门自耗式氧枪联合使用复合吹炼, 以期能够增加配碳量, 提高电弧炉粗炼钢水的质量。

### 1 工艺技术参数

70 t-DC-EBT-EAF 的工艺技术参数如下: 出钢量 70 ~ 90 t; 留钢量 6 ~ 15 t; 炉盖旋开式由料篮分 1 ~ 3 次加入铁水、废钢及渣料; 自耗式 C-O 枪(2 支氧枪 1 支碳枪)、ACI 超音速集束氧枪系统(4 支氧枪, 多点喷碳)。自耗式氧枪(3 000 ~ 6 000 m<sup>3</sup>/h 可分 3 档调节)。每支 ACI 超音速集束氧枪氧气流量 1 500 ~ 2 500 m<sup>3</sup>/h, 超音速集束氧枪的布置见图 1, 4 支氧枪不是在同一水平面上布置的; EBT panel 是指设在 EBT 水冷盘上的 1 支超音速集束氧枪, 解决 EBT 堵塞冷钢以及大块废钢的问题; basilisk panel 是指设在箱式水冷盘上的超音速集束氧枪。

### 2 生产工艺过程

#### 2.1 复合吹炼初期的工艺

在原有自耗式氧枪的基础上, 使用集束氧枪以

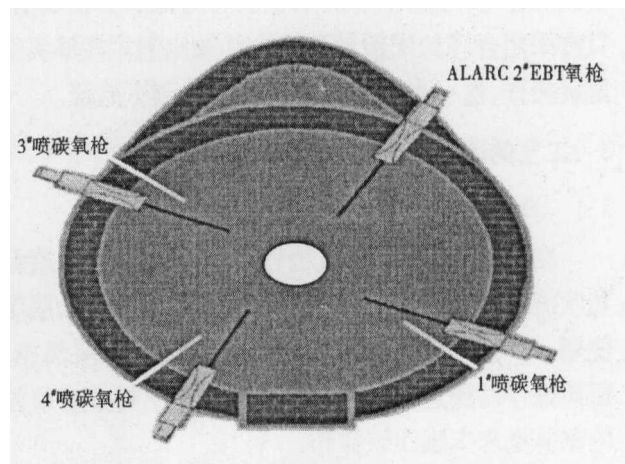


图 1 ACI 超音速集束氧枪在 70 t 直流电弧炉的布置图  
Fig. 1 Layout of ALARCTM-jet at a 70 t DC arc furnace

后, 冶炼周期得到了缩短, 最快的冶炼周期为 32 min/炉, 但还存在诸多问题, 主要表现在冶炼工艺过程不稳定, 冶炼中高碳钢时脱磷的矛盾比较突出, 留碳操作的难度增加, 并且先后发生了 2 起恶性大沸腾事故。

#### 2.2 工艺过程的分析

##### 2.2.1 脱磷

在实际生产中出现不利于冶炼的情况如下:

(1) 冶炼低碳钢时,脱碳速度较快,脱碳反应结束后,渣料还没有完全溶解,需要进一步的脱磷操作;(2) 冶炼中高碳钢时,超音速集束氧枪采用低氧模式留碳操作时,脱磷和脱碳同时命中成分要求的难度较大;(3) 配碳量较大时,氧化期开始从炉门翻钢水的现象比较明显;(4) 在留渣留钢量较小时,集束氧枪的优势得不到体现;(5) 兑加铁水比例较大时,冶炼的综合指标不能够达到氧枪改造以后预期的目的。

### 2.2.2 大沸腾

通过对大沸腾事故的分析认为,集束氧枪发生大沸腾的主要原因在于:

(1) 炉渣的碱度不够;(2) 冶炼过程中吹氧制度和供电制度衔接不理想,超音速氧枪的多点吹氧,导致了熔池温度较低时,渣中氧化铁大量富集;(3) 冶炼过程中碳枪不能正常喷碳工作,影响了降低渣中氧化铁的含量;(4) 炉料中影响脱碳反应的元素含量过高。

### 2.2.3 留碳操作

实践表明,在超音速集束氧枪吹炼条件下,铁水的加入比例和配加生铁的比例过大以后,留碳操作中留碳和脱磷的矛盾比较突出。经常出现实现了留碳,可是同时磷含量也比较高的现象;为了脱磷,必须继续吹氧脱磷,结果脱碳反应也伴随进行,结果是留碳操作不理想,冶炼周期也没有降低。分析表明,只有采用合理的配碳量和铁水兑加比例才能够实现留碳操作,这一点在随后的实践中得到了验证。

## 3 工艺的改进

### 3.1 合理制订供氧模式

在冶炼中,炉门碳氧枪作为清除炉门冷区废钢和吹渣化渣为主,在配碳较高的炉次,作为辅助脱碳使用。炉壁集束氧枪作为氧化期脱碳的主要氧枪,留碳操作时通过停止炉门枪的吹炼,控制集束氧枪的供氧量来实现留碳操作。

### 3.2 大沸腾事故的预防

采取以下措施消除了大沸腾事故:(1) 冶炼过程中要保证炉渣的碱度在 2.0 以上;(2) 废钢铁料的搭配和配碳量要合理,废钢铁料一次的加入量不能过大;(3) 冶炼过程中的喷碳量要根据冶炼的具体情况进行调整;(4) 防止低温下的强供氧操作,增加铁的氧化量进入渣中富集;(5) 防止熔池过深,致使射流不能射入钢液内部强化脱碳,造成射流在钢渣界面处剧烈的氧化反应生成氧化铁,进入渣中;(6) 在脱碳反应没有开始时,要进行合理的通电操

作,增加熔池的搅拌能力,促进[C]向射流的反应界面扩散。

### 3.3 合理的脱磷模式进行留碳操作

(1) 防止装入量过大,使炉渣在早期没有充分参与反应就从炉门大量溢出。

(2) 铁水的兑加比例(包括铁水和生铁的比例总和)控制在 25%~45%。

(3) 根据冶炼的不同钢种,确定炉渣的不同碱度和石灰的加入量,具体要求见表 1。

(4) 留碳量根据脱碳反应的时间,适时的调整吹氧的压力和流量,达到调整集束氧枪的射流长度,调节脱碳反应速度达到进一步的脱磷留碳目的。

采取以上措施后,在采用集束氧枪吹炼的条件下,杜绝了大沸腾事故,炉门下钢水的现象大幅度减少,留碳操作也取得了长足的进步,留碳的范围由改进前的平均 0.25% 提高到 0.42%,工艺改进前后的指标见表 2。

表 1 留碳量和磷含量的要求与碱度的关系

Table 1 Relation between requirement of kept back carbon-phosphorus content and slag basicity

[P]/%	[C]/%	碱度(CaO/SiO <sub>2</sub> )
≤0.020	0.2~0.4	1.8~2.5
≤0.015	0.2~0.4	2.0~3.5
≤0.010	0.2~0.4	2.0~3.5
≤0.010	0.4~0.8	2.2~3.5
≤0.020	0.4~0.8	2.2~3.5

表 2 操作工艺改进前后的指标对比

Table 2 Comparison of indexes between initial and improved operation

指标	改进前	改进后
铁耗/(kg·t <sup>-1</sup> )	1 075	1 072
电耗/(kWh·t <sup>-1</sup> )	338	344
氧耗/(m <sup>3</sup> ·t <sup>-1</sup> )	37	33
煤气消耗/(m <sup>3</sup> ·t <sup>-1</sup> )	8.1	7.7
冶炼周期/min	54	52

## 4 结论

(1) 铁水(以及铁水加生铁)的兑加比例为 25%~45%,可以实现产能和质量的效益最大化。

(2) 复合吹炼技术可以有效的实现脱磷和留碳操作;保证炉渣的碱度是预防大沸腾事故以及冶炼进程的关键环节。

陆宏祖(1966-),男,讲师,2007 年昆明理工大学毕业,电弧炉冶炼工艺技术研究。

收稿日期:2007-12-08