

莱钢50t电炉炉壁碳—氧喷吹系统的研究与应用

刘剑辉, 王胜, 王勤朴, 吴京华

(莱芜钢铁股份有限公司 特殊钢厂, 山东 莱芜 271105)

摘要: 莱钢特钢厂50t电炉采用超音速聚合炉壁碳—氧枪, 具有助熔、脱碳、二次燃烧、喷粉等功能, 喷吹系统采用自动控制方式。应用结果表明, 电炉冶炼周期缩短13.5min, 吨钢冶炼电耗降低38kW.h, 吨钢电极消耗降低0.85kg, 实现了电炉全过程自动供氧。

关键词: 电弧炉; 超音速—聚合—氧枪; 喷吹系统

中图分类号: TF345.06 文献标识码: B

Study and Application on Carbon-Oxygen-Blowing System in 50t EAF at Laigang

LIU Jian-hui, WANG Sheng, WANG Qin-pu, Wu Jing-hua

(The Special Steel Plant of Laiwu Iron and Steel Group Co.Ltd., Laiwu 271105, China)

Abstract: The supersonic collective carbon-oxygen-lance is used in 50t EAF at the special steel plant of Laigang. It has properties such as intensify-melting, decarburization, post combustion and power blowing etc. The blowing system adopts automatic controlling. The application results show by using it the tap to tap cycle is shorten by 13.5min, the electric energy consumption of per ton steel is decreased by 38kW.h, the electrode consumption of per ton steel is decreased by 0.85kg and the automatic blowing oxygen in the whole course is also realized.

Keywords: electric arc furnace; supersonic-collective oxygen lance; blowing system

1 前言

随着国内外电炉炼钢向大型化超高功率方向发展, 钢铁企业研究开发了多种冶炼方式并采用了不同的强化冶炼工艺技术和装备, 以达到缩短冶炼时间、降低冶炼电耗、提高电炉生产效率的目的。近几年, 氧燃烧嘴技术发展更为迅速, ACI已开发出炉壁具有加强火焰的超音速氧气喷吹、喷粉造泡沫渣、一氧化碳的二次燃烧三种功能的氧枪系统。

莱芜钢铁股份有限公司特殊钢厂(简称莱钢特钢厂)50tUHP电炉是从德国引进的二手设备, 但相应的配套设施不完备。自1996年4月投产以来, 随着工艺技术的不断完善和配套设施的国产化, 钢的产量、质量、冶炼周期、冶炼电耗等各项技术经济指标在不断提高, 但仍存在不少问题。炉门碳氧枪仅能进行局部的供氧脱碳和泡沫渣操作, 油氧助熔仅起到助熔效果。电炉热效率和电效率低, 熔化期长、冶炼电耗、电极消耗等消耗指标高、职工劳动强度大, 落后于国内外先进水平, 尤其在采用兑铁水炼钢工艺后, 已表现出在供氧强度、脱碳速度方面的不适应, 制约了生产效率的进一步发挥, 急需对供氧工艺进行优化。

2 系统设计

2.1 氧枪的主要功能

50t电炉主要参数如表1所示。针对以上存在的问题及50t电炉的实际情况，确定氧枪方案如下：采用3支炉壁超音速聚合碳—氧喷枪，其中炉门两侧各1支，炉后1支。工艺布置如图1所示。

表1 电炉主要参数

项目	参数
公称容量/ t	50
实际出钢量/ t	55
变压器功率/ MVA	35
实际使用功率/ MVA	23
炉壳直径/ mm	4600
炉内容积/ m ³	35
电极直径/ mm	500
经常性装料/次	3
冶炼周期/ min	59.3
铁水兑入量/%	30~35

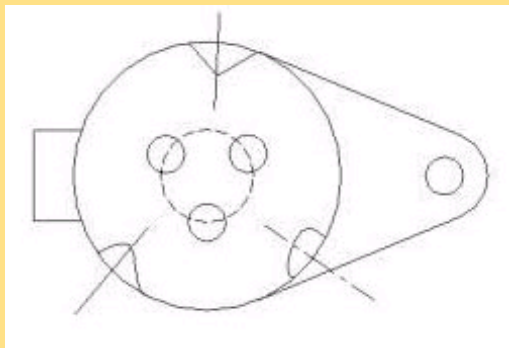


图1 喷吹系统工艺布置

氧枪主要功能如下：

(1) 脱碳功能：为使氧气射流以同样的速度到达熔池，氧枪的安装方式与传统的安装方式相比较，安装位置更接近熔池。射流到熔池的距离与传统的安装方式相比缩短了40%~50%。这样仅需要较低的氧气流量就能获得同样的脱碳速率，在超音速射流条件下，平均脱碳速度可达0.06%/min，在温度、渣况合适时最大可达0.10~0.12%/min，且由于提前供氧等脱碳时间范围也大大加宽，尤其有利于那些铁水或生铁比例较高的情况或冶炼低碳品种。

(2) 助熔及二次燃烧：炉壁氧枪射流创造性地对燃烧室进行设计并产生了主氧和环氧两种射流，可以保证合理的射流结构，根据熔化不同阶段，始终保持最大最有效的加热面积，同时还可避免不恰当的吹氧形成的炉料“搭桥”砸断电极现象。喷吹系统的安装方式根据二次燃烧的特点，将熔池内的燃烧与熔池上方的燃烧有机结合起来，大大提高了热效率。

(3) 喷粉泡沫渣：与传统的喷吹装置相比，每套喷射系统设有一个喷射口可调节碳喷射导管，并紧密

靠近燃烧器，有效防止炉渣堵塞喷射口。利用模块化技术结合PLC计量控制喷粉量及炉中多点喷射能力进行吹氧和喷吹碳粉，泡沫渣效果好。

2.2 氧枪结构及工艺参数确定

2.2.1 氧枪结构氧气射流脱碳的能力取决于氧气到达熔池的速度，射流速度越高脱碳能力越强，氧气的效率越高。超音速聚合炉壁碳—氧枪采用两路供氧，主氧作用为脱碳，环氧主要是点火助熔、二次燃烧。氧枪结构如图2所示，喷碳设计在铜质冷却块上，采用两处喷吹碳粉（前后各1支）。

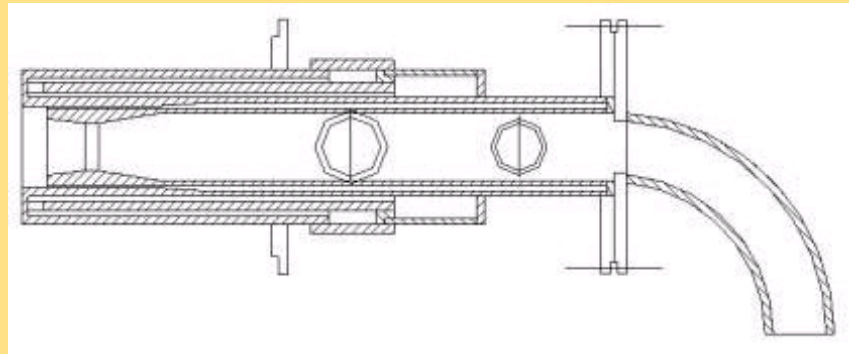


图2 氧枪结构示意图

2.2.2 工艺参数确定

- (1) 根据脱碳要求，吨钢氧耗按 50 m^3 计算，氧枪的射流马赫数设计为2.2，3支炉壁枪小时最大氧气流量为 4500 m^3 。
- (2) 单支氧枪流量设计能力为 $1500 \text{ m}^3/\text{h}$ ，总脱碳供氧强度的最大设计能力为 $1.2 \text{ m}^3/(\text{t} \cdot \text{min})$ 。
- (3) 氧枪点火及二次燃烧采用环氧方式解决，单支氧枪的设计环氧流量为 $200 \sim 300 \text{ m}^3/\text{h}$ 。
- (4) 碳粉喷吹能力为 $15 \sim 20 \text{ kg}/\text{min}$ ，料罐容积为 1.45 m^3 ，装入量为 800 kg 。
- (5) 氧气管道供氧能力为 $6000 \text{ m}^3/\text{h}$ ，氧气压力为 $0.7 \sim 1.6 \text{ MPa}$ ，见表2。

表2 系统设计参数

项 目	常用值	最大值	备注
管道氧流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	2000~5000	6500	
主氧流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	700~900	1500	
压缩空气压力/MPa	0.50~0.70		水分 $<0.5\%$
环氧流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	200~300	500	
氧气压力/MPa	0.7~1.0	1.6	
碳粉喷吹流量/ $\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$	10~15	20	
氧枪冷却水流量/ $\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$	16~18	20	
铜质水冷块水流量/ $\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$	20~25	30	

(6) 3支氧枪冷却水流量为 $15 \sim 20 \text{ t}/\text{h}$ ，水压为 0.4 MPa ，3支氧枪铜质水冷块的水流量为 $20 \sim 30 \text{ t}/\text{h}$ ，水压为 0.4 MPa 。

(7) 为了更有效地脱碳，超音速聚合炉壁氧枪更靠近熔池，安装角度与熔化的钢液面成 $42 \sim 45^\circ$ ，氧

枪射流距液面400~450mm。系统在冶炼过程中可以较早地进行喷吹，且有效地避免射流对耐火材料的直接冲击，铜质的水冷箱也有助于降低耐火材料的热负荷。如图3所示。

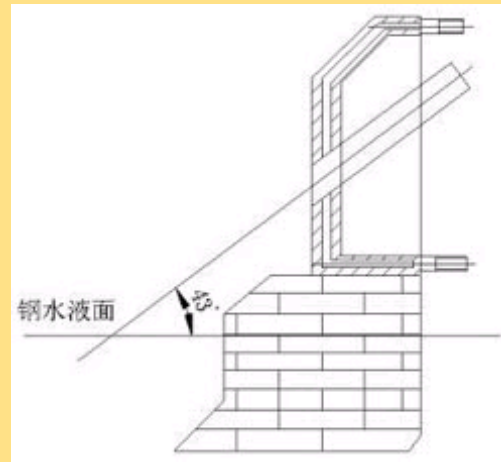


图3 喷吹系统安装位置

2.3 喷吹控制系统

喷吹控制系统采用自动控制方式，由PLC配一次仪表实现，采用工控机控制。系统控制原理如图4所示。

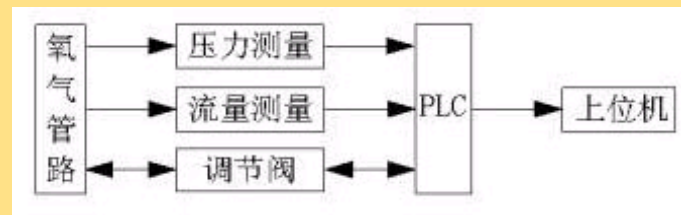


图4 系统控制原理

系统通过压力变送器流量计测量氧气的压力和流量，并传送至PLC中，PLC根据系统控制要求，控制调节阀的输出，调节氧气的流量，从而实现系统的自动控制。PLC与上位机相连，现场所需参数通过上位机监控，同时通过上位机去按控制氧气的开启与流量。管道氧气通过调节阀稳定氧压及流量，炉内总流量通过各支路流量进行累积，经过氧气分配阀给主氧、环氧及炉门氧枪。主氧脱碳控制采用氧气快切、调节等控制氧气压力及流量。环氧采用快切及手阀预先进行设定，各路氧气实现PLC联锁控制。

采用无水压缩空气喷吹碳粉，气源分为主吹、罐冲压、吹扫(防堵)及阀门控制等气源。

3 应用效果及存在问题

由2003年1~4月的运行效果看，自使用超音速聚合碳—氧枪以来，电炉的主要生产技术指标大大提高，新工艺与原工艺的技术经济指标对比见表3。电耗水平在同类电炉中是最低的，电炉冶炼周期最低达到38min，吨钢氧耗降低7m³，电炉的冶炼节奏发生了质的变化。由于采用超音速聚合碳—氧喷吹技术，炉渣中的FeO含量得到有效控制，碳粉均匀喷入炉内，泡沫渣效果较好，利于长弧操作，提高电炉电效率和热效率。采用超音速强化供氧是提高电炉生产率的最佳选择。

表3 新工艺与原工艺的技术经济指标对比

名称	新工艺	原工艺	差值
出钢量 / t	55	50	+5

二次电压 / V	468	468	0
冶炼周期 / min	49.5	59.3	-9.8
冶炼电耗 / kW. h. min ⁻¹	230	268	-38.0
吨钢氧气消耗 / m ³	55	62	-7.0
供电时间 / min	32	38	-6.0
炉渣FeO / %	19.3	23.2	-3.9
吨钢电极消耗 / kg	1.94	2.79	-0.85

生产中仍存在以下问题需要改进：

(1) 碳粉供应系统存在喷粉射流速率较小、泡沫渣效果较差等问题，影响了冶炼效果，需对设备、工艺进一步改进。

(2) 氧枪水冷系统尺寸及位置需进一步改进、实践、优化，提高氧气的利用率。

(3) 冶炼工艺参数需进一步优化，保证系统处于最佳工作状态。

4 结论

4.1 采用超音速聚合碳—氧喷吹系统技术后，电炉冶炼时间缩短13.5min，降低电耗38kW. h/t，电极消耗降低了0.85kg/t。

4.2 超音速聚合碳—氧喷吹系统的开发应用实现了电炉冶炼全程优化供氧。

4.3 超音速聚合碳—氧喷吹系统大大降低了工人的劳动强度，提高了生产效率。

[返回上页](#)