

## “全三脱”少渣冶炼低氮钢影响因素分析

赵长亮<sup>1)</sup> 田志红<sup>2)</sup> 关顺宽<sup>1)</sup> 李勇<sup>1)</sup>

1)首钢京唐钢铁有限责任公司 2)首钢技术研究院

**摘 要** 在“全三脱”冶炼工艺过程中,通过现场生产试验对影响转炉终点氮含量影响因素进行分析,结果表明:设备对终点 N 有很大的影响;采用硅铁作为提温剂可以有效控制 N 在 12ppm 左右;采用全程底吹 Ar 可以降氮 3.3ppm;转炉终点氧化性强 N 则低;TSC 后加料可有效降低精炼进站氮;转炉后吹会增氮;出钢时间越长 N 越高;化渣良好能有效控氮。

**关键词** 少渣冶炼 低氮钢 影响因素

### Factors Influencing Low Nitrogen Steel in Less Slag Steelmaking

Zhao Changliang<sup>1)</sup> Tian Zhihong<sup>2)</sup> Guan Shunkuan<sup>1)</sup> Li Yong<sup>1)</sup>

1)Shougang Jingtang United Iron and Steel Co., Ltd

2)Shougang Research Institute of Technology

**Abstract** The factors influencing nitrogen content of blowing end in LD converter were analyzed in less slag steelmaking. The results showed that the good equipments were very important. The nitrogen content of blowing end could be within 12ppm using FeSi as raising temperature. The Ar blowing at the bottom in whole blowing process could decrease nitrogen content of 3.3ppm. The more oxidized the lower nitrogen content. The nitrogen content before refining process could be decreased with subsidiary materials after TSC measuring. Second blowing would increase nitrogen content. The longer tapping time the higher nitrogen content. Good slag foaming during blowing would be good for low nitrogen content.

**Key words** less slag steelmaking, low nitrogen steel, factors

首钢京唐公司采用世界先进的铁水罐一罐到底技术, 100%KR 机械搅拌铁水脱硫, 配备两座 300 吨脱磷转炉用于铁水脱硅和脱磷, 然后出半钢兑入三座 300 吨脱碳转炉用于少渣冶炼。通过采用“全三脱”铁水少渣冶炼不仅可以加快生产节奏, 还可以建立高效的洁净钢生产平台, 特别是目前正在开发和生产的超低碳钢、X80 管线钢等高级别品种。

### 1 氮含量影响因素

炼钢终点氮含量的高低对成品氮含量有较大的影响, 从工艺操作来看转炉少

渣冶炼不利于生产低氮钢种，且转炉终点钢水氮含量波动较大，因此通过对影响转炉氮含量的因素进行分析并比较，提出相关改进措施，实际效果显著。

### 1.1 设备影响

转炉顶吹供氧纯度以及转炉底吹氩气纯度直接影响钢氮含量的高度。为降低氮气对钢水污染，必须保证转炉顶吹和底吹不串气、切断阀正常工作。下图为5月26日SDC01和SPHC冶炼情况，前五炉采用L2枪，后两炉为L1枪，明显的由L2枪转换为L1枪，精炼出站氮含量明显降低。经查为L2氧枪存在漏氮气现象。

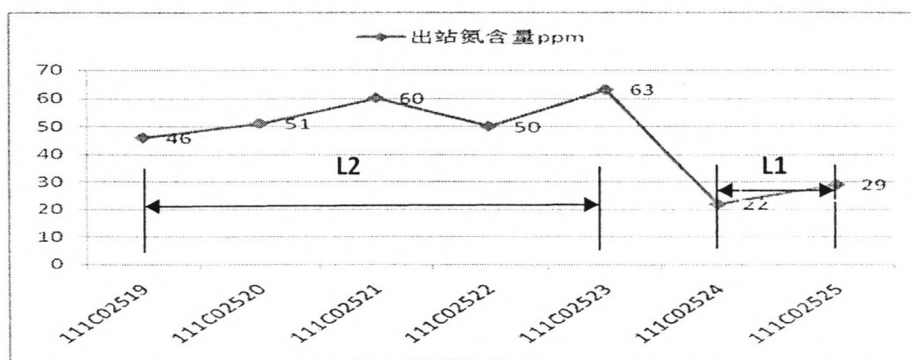


图1 转炉顶吹氧枪漏氮对钢水氮含量的影响

### 1.2 工艺区别

由于采用“全三脱”冶炼工艺进行少渣冶炼后，转炉内渣量少，容易造成钢水增氮较多，特别是转炉副原料加入量少以及化渣不良的情况下。下图为9月份3#C全三脱工艺与常规工艺进站氮含量的比较，“全三脱”工艺平均氮含量为22.5ppm，常规工艺氮含量为13.6ppm，“全三脱”冶炼工艺氮含量明显高于常规工艺氮含量。

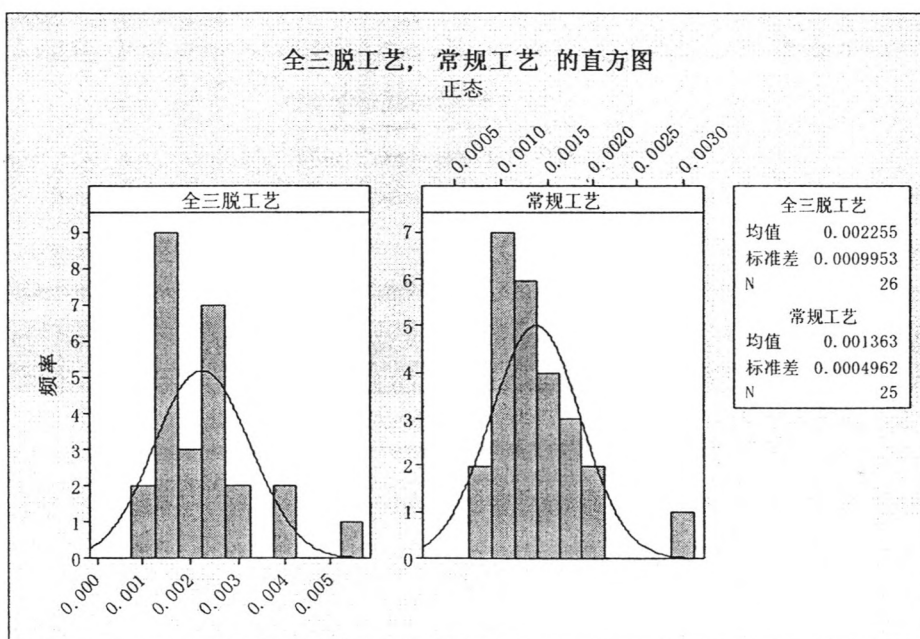


图2 全三脱冶炼与常规冶炼对钢水氮含量的影响

由下图可知，随着转炉渣料量的增加，精炼进站氮含量明显降低，这主要与钢水面覆盖、减少转炉钢水增氮有关。

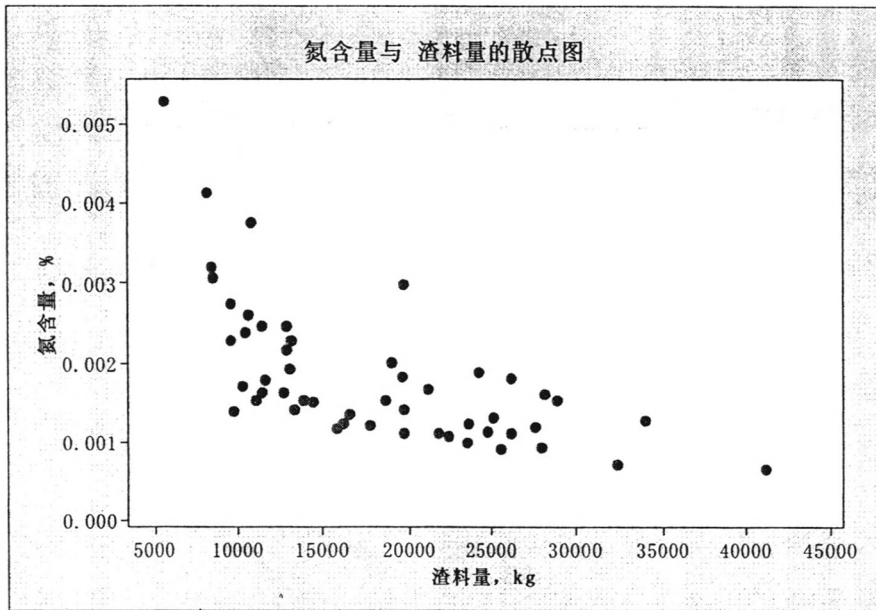


图3 渣量大小对钢水氮含量的影响

统计三座脱碳炉冶炼半钢情况来看，1#C 渣料量 11508kg，2#C 渣料量 11795kg，3#C 渣料量 12626kg，3#C 渣料量明显多于 1#C 渣料量。

## 2 转炉过程操作影响

### 2.1 转炉提温剂影响

采用“全三脱”生产工艺，由于脱磷炉热量无法转嫁到脱碳炉，因此在脱碳炉冶炼前期需要加入部分提温剂进行热量补充。对碳化硅（SiC≥50%）、硅铁以及焦炭三种提温剂进行了比较。

表1 采用焦炭提温情况

序号	品种	进站氮, ppm	用量, kg
1	SDC06	26	1204
2	SDC06	24	1013
3	SDC06	19	986
4	SDC01	48	1316

表2 采用硅铁提温

日期	班次	序号号	N 含量, %	提温剂种类	重量, kg
9.15	丁	1	0.0012	硅铁	998
9.15	丁	2	0.0010	硅铁	336
9.16	甲	3	0.0012	未加	

9.16	甲	4	0.0011	未加
------	---	---	--------	----

从使用效果来看，焦炭的还原性造成转炉过程化渣不好，从表 1 结果来看转炉加入焦炭提温，转炉终点氮含量明显偏高。采用硅铁提温（见表 2），加入硅铁提温与不加提温剂试验效果相当，即转炉终点氮含量可控制在 11-12ppm 水平。

## 2.2 转炉底吹气体影响

对于冶炼低氮品种必须使用全程底吹氩，以 3#C 为例冶炼 SPHC 与 SDX51D，使用转炉氮氩切换进站氮含量为 18ppm；采用全程底吹氩，进站氮含量为 14.7ppm。由此可见采用全程底吹氩比氮氩切换可降低氮含量 3.3ppm。

## 2.3 转炉终点影响

从转炉终点氧与进站氮含量关系来看，随着转炉终点氧活度越高进站氮含量越低，终渣氧化铁越高进站氮含量越低。即转炉钢水氧化性越强，钢水增氮越少。这主要与钢水氧化性强影响氮在钢水中的溶解能力有关。

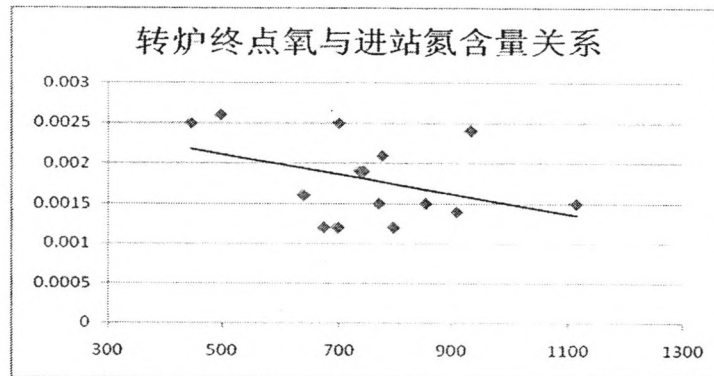


图 4 转炉终点氧与进站氮含量的关系

## 2.4 TSC 后加料影响

下表为 TSC 后加矿石和白灰对进站氮含量的关系。从表中可以看出，TSC 后加入矿石可显著降低精炼进站氮含量。

表 3 TSC 后加料与进站氮含量的关系

TSC 后操作	TSC 后有白灰和矿	TSC 后有白灰无矿	TSC 后有矿石无白	TSC 后无白灰和矿
	石炉次	石炉次	灰炉次	石炉次
炉数	68	29	33	32
平均精炼到站氮 (%)	0.0021	0.0025	0.0021	0.0026

## 2.5 转炉后吹影响

转炉进行后吹操作直接将渣面吹开，造成钢水增氮，由图 5 可以看出，无后吹操作精炼进站氮平均为 17.4ppm，后吹操作精炼进站氮含量平均为 23.2ppm，即转炉进行后吹操作会明显增加钢水的氮含量。

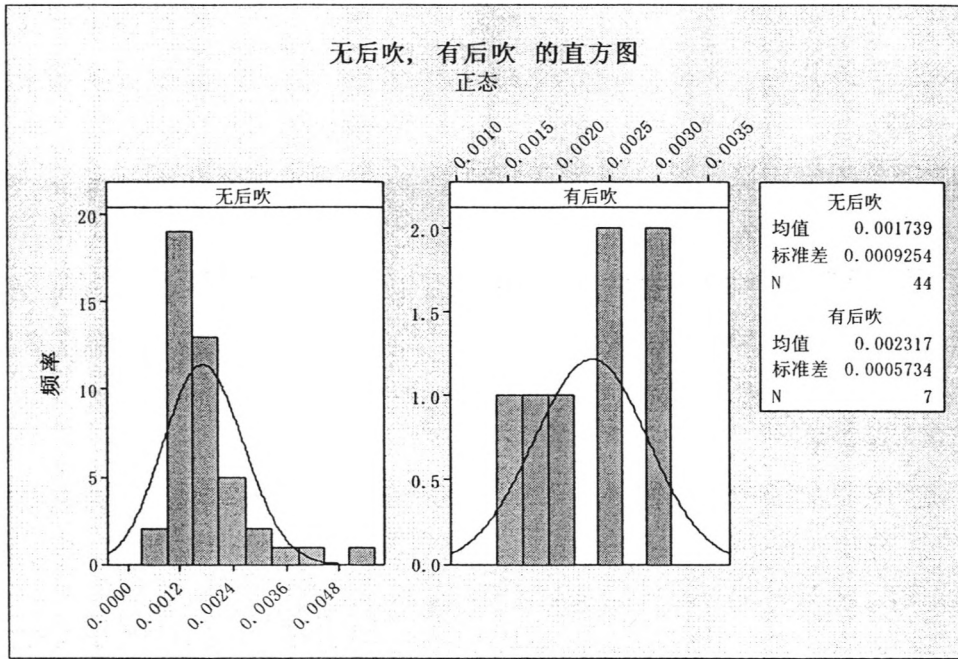


图 5 转炉后吹与进站钢水氮含量的关系

## 2.6 出钢时间影响

从图 6 可以看出，转炉出钢时间越长，钢流暴露在空气中时间越长，钢水增氮也越多。

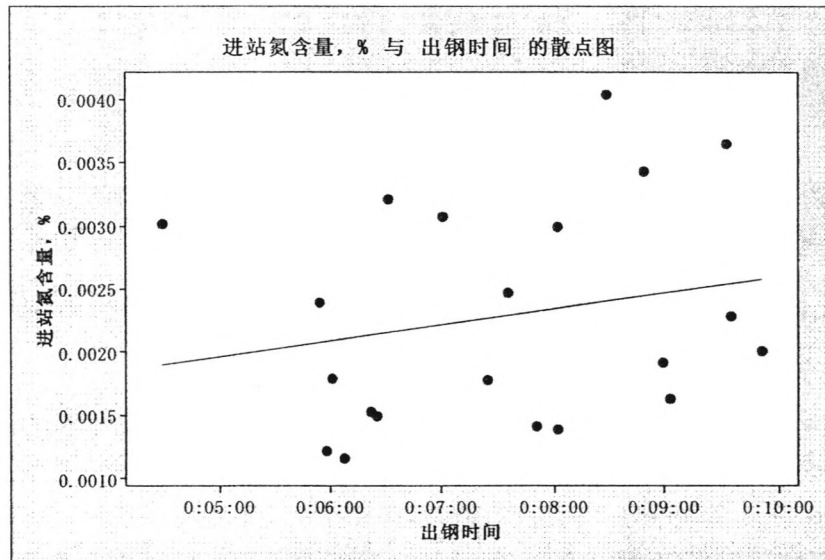


图 6 出钢时间与钢水氮含量的关系

## 2.7 不同炉座和班组之间比较

对 3#C 数据进行统计，甲班平均 13.3ppm，乙班平均 19.5ppm，丙班 15.3ppm，丁班 13.3ppm。由此看出各班操作对转炉化渣和钢水增氮有较大影响，因此在吹炼过程必须保证化渣良好。

## 2.8 措施

通过以上分析，决定采取以下措施：

1、保证氧枪设备、转炉底吹设备切换阀良好，不漏气。冶炼低氮钢种必须使用全程底吹氩。

2、对半钢铁水和常规铁水冶炼来看，冶炼低氮钢只能使用硅铁作为提温剂，不能使用焦炭。

3、冶炼低氮钢种时，加入富裕量提温剂，保证 TSC 后加入 $\geq 500\text{kg}$ 的矿石量。

4、冶炼低氮钢时白灰加入量控制在 6-7 吨增加转炉渣量，过程化好渣。

### 3 结论

1 从分析可知，设备和工艺对低氮钢的氮影响较大，因此为保持稳定，需要保证设备良好，改善生产工艺。

2 从生产工艺来看，使用硅铁升温不会使转炉氮增加；全程底吹氩可以降氮 3.3ppm；转炉钢水氧化性越强，钢水增氮越少；TSC 后加入矿石可显著降低精炼进站氮含量。

3 通过采取以上措施后，精炼钢水进站氮可控制在 20ppm 以内，完全可以满足冷钢生产成品氮含量 $\leq 30\text{ppm}$ 的低氮钢种。

### 参考文献

- [1] 刘文飞, 李超, 崔福祥, 王富亮.转炉工序钢水氮含量控制的研究[J]. 鞍钢技术, 2011.04.
- [2] 谯明亮.转炉冶炼过程钢液中氮含量变化研究与分析[J].现代冶金. 2008.3.
- [3] 祝真祥.转炉冶炼钢中氮含量的控制[J]. 本钢技术. 2010.1.