

## 微合金钢生产中增氮探索

马呈兴, 陈培敦, 亓海燕, 杨波

(山东泰山钢铁有限公司, 山东 莱芜 271100)

摘要: 对20MnSiV生产过程中的铁水样、出钢样、合金加入量、吹氮情况及成品样中氮含量进行分析, 找出了氮在冶炼和连铸过程中的变化规律。对钢包内吹气增氮和合金化增氮进行比较, 认为钢包吹氮是一种比较经济、可取的方式。

关键词: 氮含量; 微合金钢; 钢包吹氮; 合金化增氮

中图分类号: TF762<sup>+</sup>.3 文献标识码: B

## Discussion on Nitriding in Producing Microalloy Steel

MA Cheng-xing, CHEN Pei-dun, QI Hai-yan, YANG Bo

(Shandong Taishan Iron and Steel Co. Ltd., Laiwu 271100, China)

Abstract: By analyzing nitrogen content of 20MnSi in iron melt sample, tapping sample, final product sample and alloy addition, blowing nitrogen during producing, the variety law of nitrogen in the procedure of melting and continuous casting is found. Compared blowing nitriding to ladle with alloying nitriding, the blowing nitrogen to ladle is thought to be a economic and advisable method.

Keywords: nitrogen content; microalloy steel; blowing nitrogen to ladle; alloying nitriding

## 1 前言

对大多数钢种来说, 氮具有不良影响, 容易使钢产生时效硬化, 造成钢的塑性和冲击韧性显著降低; 但对某些钢种, 氮和钒、铌、钛可以形成氮化物从而达到细化晶粒、提高钢性能的目的。由于钢中氮不易控制, 因而研究和掌握氮在冶炼和连铸过程中氮的变化规律显得尤为重要。山东泰山钢铁有限公司(简称泰钢)在开发20MnSiV的过程中, 对冶炼钢种的生产情况进行跟踪检验, 得出了氮在钢中冶炼和连铸过程中的变化规律, 为大规模生产中有效加入铁合金及稳定氮含量积累了经验。

## 2 试验数据及结果分析

对4炉钢的铁水样、出钢样、合金加入量、吹氮情况及成品样中氮含量作分析, 分析结果见表1。

## 2.1 吹炼期间N含量的变化

吹炼初期, 炉内的氮主要由铁水带入, 试验中铁水的含氮量分别为 $60 \times 10^{-6}$ 、 $63 \times 10^{-6}$ 、 $59 \times 10^{-6}$ 、60

$\times 10^{-6}$ 。

钢中N的溶解度决定于钢水温度和气相中氮的压力，温度越高，氮的分压越大，氮的溶解度越高。

表1 不同炉次N含量分析 [N]  $\times 10^{-6}$

项目	1378	1379	1340	1341
铁水中[N]	60	62	59	60
出钢前[N]	20	24	20	18
铁合金加入量/kg	1.8	1.9	1.7	1.8
吹氮时间/min	4	5	6	5
吹氮前钢水中[N]	40	49	40	45
吹氮后钢水中[N]	65	80	88	82
成品中[N]	80	95	95	92

吹炼前期，由于氧气顶吹转炉采用纯氧吹炼，氮的分压较低，开吹后金属中[N]下降；吹炼中期，随着脱碳速度的增加，钢中 $P_{CO}$ 和 $P_{CO_2}$ 增大，金属中N下降，当熔池中含碳在2.0%~3.0%时，脱碳速度达到峰值，金属中N降至较低值；吹炼末期，钢水表面生成泡沫渣，空气中的氮气不易溶于钢水中，此时，钢水中氧含量继续增加，氧的分压增大，[N]在钢水中的溶解度更加降低，[N]含量进一步降低。

从出钢时钢水中 [N] 含量分别为 $20 \times 10^{-6}$ 、 $24 \times 10^{-6}$ 、 $20 \times 10^{-6}$ 和 $18 \times 10^{-6}$ ，可知，终点钢水中[N]的溶解度很小，约在 $(20 \sim 30) \times 10^{-6}$ 之间。

## 2.2 出钢过程增氮的效果

从表1可以看出，出钢后钢包内增氮较多，分别达到 $20 \times 10^{-6}$ 、 $25 \times 10^{-6}$ 、 $20 \times 10^{-6}$ 、 $27 \times 10^{-6}$ 。出钢增氮是因为钢流与空气在高温下接触，从空气中吸收氮气。根据统计，出钢过程中从空气中吸收氮气为 $(20 \sim 50) \times 10^{-6}$ ，平均为 $23 \times 10^{-6}$ 。从空气中吸收氮气的含量与出钢后钢水中C含量、出钢温度、铸钢时间、钢流状况、合金加入量等因素有很大关系。

## 2.3 吹氮搅拌后的效果

通过吹氮搅拌后，4炉钢水的氮含量分别增加 $25 \times 10^{-6}$ 、 $31 \times 10^{-6}$ 、 $48 \times 10^{-6}$ 、 $37 \times 10^{-6}$ ，说明吹氮搅拌对钢水增氮有较大影响，但增氮量不很稳定，增氮效果受钢水温度、氮气流量、透气砖状况等因素影响很大。吹氮搅拌过程中增氮量为 $(25 \sim 60) \times 10^{-6}$ ，平均增氮速度 $6.6 \times 10^{-6}/\text{min}$ 。

## 2.4 连铸浇注过程中增氮

4炉钢水没有采取保护浇注，氮的成品成分比吹氮搅拌平均增加了 $12 \times 10^{-6}$ ，说明在大包钢水注入中间包过程中，中间包钢水注入结晶器过程中，钢水增加了一部分氮。

## 3 钢水增氮措施

在转炉冶炼时，冶炼过程中主要是氧化气氛，碳和氧反应激烈，转炉内钢水含氮量较低。用氮气进行溅渣护炉后对钢水的增氮作用很小，在采用溅渣和不溅渣两种方式冶炼后，检测钢水中的氮含量，钢水的 [N] 含量没有变化，在出钢过程中及在浇注过程中增氮效果较差，在吹氮搅拌过程中效果明显，起到了增氮作用。

### 3.1 钢包内吹气增氮

采用钢包内吹氮可以达到增氮的目的，统计表明，在50t钢包中底吹氮气，控制氮气流量在 $30\text{m}^3/\text{h}$ 时，可增氮 $(25\sim 60)\times 10^{-6}$ ，平均增氮速度为 $6.6\times 10^{-6}/\text{min}$ 。吹氮气增氮受到氮气流量、底透气砖状况、钢水表面钢渣状况的影响。

### 3.2 合金化增氮

在出钢过程中，加入钒氮合金或锰氮合金，可以有效增氮，增氮效率在45%左右。但含钒合金价格较高，影响炼钢成本较大。

## 4 结论

4.1 铁水中含氮较为稳定。

4.2 出钢前，转炉沸腾钢的含氮量较低，一般在 $30\times 10^{-6}$ 以下。冶炼及连铸过程中，钢水从空气中吸收约 $(20\sim 40)\times 10^{-6}$ 氮气。钢包吹氮搅拌可以达到增氮的目的，增氮速度为 $6.6\times 10^{-6}/\text{min}$ 。

4.3 目前，钢水增氮的措施有钢包吹氮气和加入含氮合金两种方式。由于钢铁厂中氮气资源丰富，而含氮合金价格比普通合金价格高出许多，考虑到经济效益，采取钢包吹氮是一种可取的方式。

---

[返回上页](#)