

## 90 t 钢包喂丝的工艺实践

赵保国 兰岳光 王天瑶  
(包头钢铁(集团)公司炼钢厂, 包头 014010)

**摘要** 总结了以 LD-LF(WF)-CC 生产流程生产 20、34Mn6、BTN/1 等钢时, 在 90 t 钢包中以 2.4 ~ 3.0 m/min 的喂丝速度喂硅钙线(Φ13 mm)和铝线的工艺实践。工艺实践表明, 当喂入钙量达  $200 \times 10^{-6}$  时, 钢中残余钙含量至最大值  $35 \times 10^{-6}$ , 钙处理时钢水平均脱氧率为 25%, 钢中夹杂物数量明显减少并使钢中夹杂物变性; 当钢包喂铝线时, 随喂丝速度由 1.5 m/s 提高至 3.0 m/s 时, 铝的回收率由 25% 提高至 70%。一般铝的收得率为 60% ~ 70%, CaSi 的收得率为 15% ~ 20%。

**关键词** 钢包 精炼 喂丝

## Process Practice of a 90 t Ladle Wire Feeding

Zhao Baoguo, Lan Yueguang and Wang Tianyao  
(Steelmaking Plant, Baotou Iron and Steel (Group) Corp, Baotou 014010)

**Abstract** The process practice of silicon-calcium wire (Φ13 mm) feeding and aluminum wire feeding with feeding speed 2.4 ~ 3.0 m/min in a 90 t ladle for steel 20, 34Mn6 and steel BTN/1 produced by LD-LF(WF)-CC flow sheet has been summarized. The practice showed that as calcium feeding amount was up to  $200 \times 10^{-6}$ , the residual calcium content in steel was up to maximum value -  $35 \times 10^{-6}$ ; with calcium treatment the molten steel average deoxidizing ratio was 25%, the inclusion amount in steel decreased and inclusion morphology modified obviously; and as feeding aluminium wire, with feeding wire speed increased from 1.5 m/s to 3.0 m/s, the aluminium yield increased from 25% to 70%. The yield of aluminium normally was 60% ~ 70% and the yield of CaSi was 15% ~ 20%.

**Material Index** Ladle, Refining, Wire Feeding

生产工艺路线为 LD→LF→WF→CC。生产中  
使用 WXJ-13-4 型喂丝机, 主直流电机功率为  $2 \times 11$  kW, 调速范围 0 ~ 4 m/s, 以 PLC 工业控制机进行喂丝控制。常用喂丝种类为 CaSi 线、Al 线和 RE 线等。常生产的钢种成分如表 1 所示。

### 1 喂丝工艺

#### 1.1 喂丝导管的选择

生产实践中, 丝线在钢包内喂入走向, 接近垂直地进入钢液是较为理想的。为减少丝线在导管中的阻力, 导管的曲率半径应大一些, 竖直段适当

延长, 导管端部离钢水液面约 400 ~ 500 mm 为宜。

#### 1.2 喂丝点位置

喂丝点与吹氩点的位置密切相关, 应选择丝线与钢水混匀时间最短的点作为喂丝的最佳点。如图 1 中 C 点所示, 即钢包底部的两个透气砖间连线中点, 是丝线与钢液混匀时间最短的位置。

表 1 钢种成分/%

Table 1 Chemical compositions of ladle wire feeding steels /%

钢种	C	Si	Mn	P	S	Al	Als
20	0.17 -0.23	0.17 -0.37	0.35 -0.65	< 0.035	< 0.035	-	-
34Mn6	0.32 -0.36	0.15 -0.35	1.30 -1.60	< 0.03	< 0.03	0.02 -0.05	≧ 0.015
BTN/1	0.33 -0.37	0.17 -0.37	1.60 -1.80	< 0.02	< 0.015	-	≧ 0.015

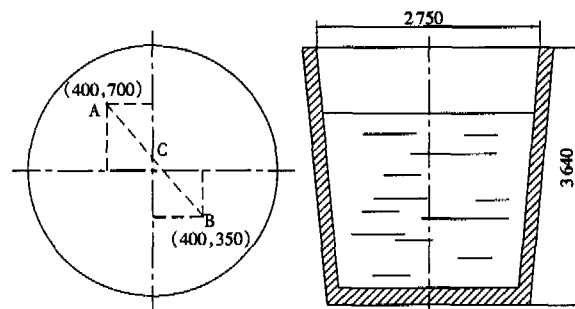


图 1 钢包喂丝位置示意图: A, B-透气砖位置; C-喂丝位置

Fig.1 Schematic of ladle wire feeding location: A, B- porous plug location; C- wire feeding location

### 1.3 喂丝速度与深度

研究表明,丝线的直径、喂入速度与包皮厚度之间的定量关系可用下式表示:

$$H = Ad(1 - d/D)v \quad (1)$$

式中:  $H$ -丝线喂入钢水深度/mm;  $D$ -丝线直径/mm;  $v$ -喂丝速度/ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ;  $d$ -铁皮厚度/mm;  $A$ -与铁皮和钢水温度有关的参数。

对于  $\Phi 13$  mm 的硅钙线,用于 90 t 钢包时,喂丝速度为 2.4 ~ 3.0 m/min,可满足生产需要。

为了尽可能提高合金元素收得率,保护钢包、包衬和可操作性,喂铝丝的深度以 0.60 ~ 0.75 h (h 为钢包熔池深度)为宜;喂硅钙丝深度以 0.65 ~ 0.75 h 为宜。根据我厂钢包情况,喂铝丝深度应为 1.4 ~ 1.7 m,喂硅钙丝的深度为 1.5 ~ 1.7 m。

## 2 喂丝工艺的实践

### 2.1 喂硅钙丝

根据钢中 [Al] 含量不同,钙处理可分为轻钙处理和重钙处理<sup>[1]</sup>。20、Q235B 等要求 [Al] < 0.01% 的钢种进行轻钙处理,采用这种钙处理生成的夹杂物为:钙长石 ( $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) 和钙黄长石 ( $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ),夹杂物熔点较低 (1200 ~ 1400 °C),易上浮,可浇铸性好,不堵塞水口,热轧时夹杂物易变形。

34Mn6、32Mn6、BTN/1 等 [Al]  $\geq 0.015\%$  的钢种进行重钙处理。重钙处理时,  $\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  可以生成  $\text{CA}_6$ 、 $\text{CA}_2$ 、 $\text{CA}$ 、 $\text{C}_{12}\text{A}_7$ 、 $\text{C}_3\text{A}$ ,最好能生成  $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ ,钢水中呈液态,易上浮,不堵塞水口。钙处理后,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  转化成  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  的评价指标为  $\text{Ca}/\text{Al}(\%) > 0.14$ ,  $\text{Ca}/\text{T}[\text{O}] = 0.7 \sim 1.2$ 。

由图 2 可知,生产 34Mn6 等钢种,当加钙量在  $200 \times 10^{-6}$  以下时,钢中残钙量几乎随加入的钙量呈直线上升。提高加钙量后,残钙量达到饱和状态,这是由于加钙过多时造成燃烧损失增加,从而使收得率降低。

近 50 炉钙处理表明,平均脱氧率 25%,最高 38%。但经过喂丝处理后,钢中氮含量变化不大。

实践表明,经过钙处理后可有效地防止形成铝镇静钢中链状氧化物,使  $\text{MnS}$ 、硅酸盐变为含钙的球状夹杂。同时,夹杂数量、尺寸也有显著减少。夹杂物评级一般为 0.5 ~ 1.0 级。

### 2.2 喂铝线

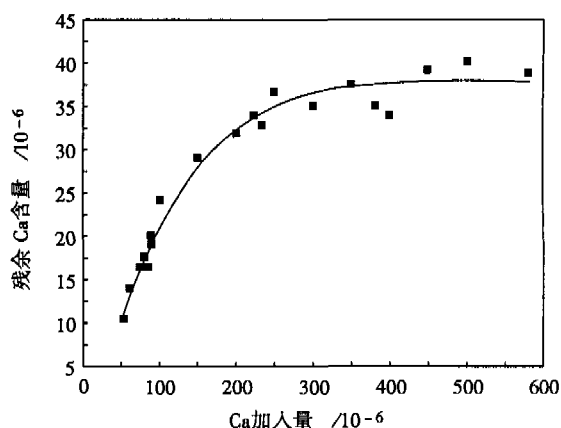


图2 加入钙与残余钙的关系  
Fig.2 Relation between feeding Ca and residual Ca in steel

铝的收得率与转炉出钢时钢中的碳含量、硅锰预脱氧情况以及钢中的铝含量有关。一般来说,碳低时,钢中溶解氧含量较高,用于脱氧消耗的铝量较多,收得率低;反之,收得率就高。此外,喂丝速度与合金收得率也有关(见图 3)。

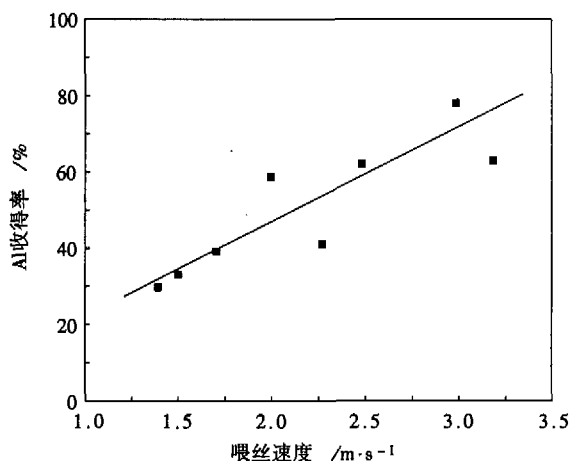


图3 喂丝速度与铝收得率关系  
Fig.3 Relation between wire feeding speed and Al yield

## 3 结论

通过喂丝工艺的优化,铝的收得率可达 60% ~ 75%,  $\text{CaSi}$  收得率可达 15% ~ 20%。

### 参考文献

- 1 蔡开科.连续铸钢.北京:科学出版社,1991

赵保国(1972-),男,工程师。1995年内蒙古工业大学毕业,从事连铸工艺、质量控制工作。

收稿日期:2005-10-24