

提高 00Cr12Ti 铁素体不锈钢钛回收率的工艺实践

范新智 张剑桥

(太原钢铁(集团)有限公司技术中心,太原 030003)

摘要 00Cr12Ti 超低碳铁素体不锈钢(% : ≤0.030C, 10.50 ~ 11.75Cr, 6 × C ~ 0.75Ti) 由 90 t K-OBM-S 转炉-90 t VOD-90 t LF-CC 工艺冶炼。生产实践表明,随钢中自由氧含量(5 ~ 10) × 10⁻⁶ 和吹氩搅拌时间(1 ~ 12 min) 增加,钛的收得率降低;LF 喂钛线时钛的收得率高于 VOD 过程加块状钛合金;控制钢中全氧含量 ≤ 35 × 10⁻⁶, 自由氧含量 ≤ 6 × 10⁻⁶, VOD 过程(Cr₂O₃ + FeO + MnO) ≤ 1%, 搅拌时间 5 ~ 10 min, 氩气流量 50 ~ 80 L/min, 用 LF 喂钛线工艺,可使钛的收得率达 60% ~ 75%。

关键词 铁素体不锈钢 00Cr12Ti VOD-LF 钛收得率

Practice of Process to Increase Yield of Titanium in Ferrite Stainless Steel 00Cr12Ti

Fan Xinzhi and Zhang Jianqiao

(Technology Center, Taiyuan Iron and Steel (Group) Co Ltd, Taiyuan 030003)

Abstract Ultra-low carbon ferrite stainless steel 00Cr12Ti (% : ≤0.030C, 10.50 ~ 11.75Cr, 6 × C ~ 0.75Ti) is melted by 90 t K-OBM-S converter - 90 t VOD - 90 t LF - CC process. Production practice show that with increasing free oxygen content in steel (5 ~ 10) × 10⁻⁶ and blowing argon stirring time (1 ~ 12 min), the yield of titanium decreases; and the yield of titanium by feeding titanium wire in LF is higher than that by adding titanium alloy biscuit in VOD process; with controlling total oxygen content in steel ≤ 35 × 10⁻⁶, free oxygen content ≤ 6 × 10⁻⁶, (Cr₂O₃ + FeO + MnO) ≤ 1% in VOD process, stirring time 5 ~ 10 min, argon flow rate 50 ~ 80 L/min, and using feeding titanium wire process in LF, the yield of titanium is up to 60% ~ 75%.

Material Index Ferrite Stainless Steel 00Cr12Ti, VOD-LF, Yield of Titanium

1 生产过程及钛在钢中的反应形式

00Cr12Ti 钢(表 1)在太钢生产工艺为:90 t K-OBM-S 转炉→90 t VOD→90 t LF→连铸。脱硫、脱磷铁水在 K-OBM-S 转炉精炼,控制碳含量 0.20% ~ 0.40%、铬含量 10.50% ~ 11.75%, 精炼后钢水进入 VOD。

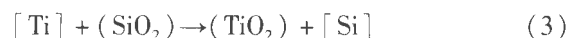
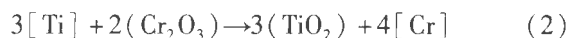
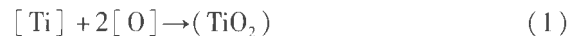
表 1 00Cr12Ti 钢的化学成分/%

Table 1 Chemical composition of steel 00Cr12Ti / %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ti	Ni	N
≤ 0.030	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	10.50 ~ 11.75	6 × C ~ 0.75	≤ 0.60	≤ 0.030

VOD 为罐式;90 t(双工位),使用 1 000 ~ 1 600 L/min 氧气流量的拉瓦尔氧枪,最大真空度 67 Pa。

在生产过程中,钛的加入是在经过 VOD 精炼后,以钛铁或钛线的形式加入到钢包内。包内温度通常在 1 550 ~ 1 620 ℃。存在于钢液中与钛有关的反应主要有以下几种形式。



为确保钛的回收率,应尽可能的降低钢中的氧含量和氮含量,并降低炉渣的氧化性。

2 影响 00Cr12Ti 铁素体不锈钢钛回收率因素

2.1 加钛工艺方法

通过实践发现,在 VOD 真空状态下将块状钛合金直接加入钢液中,在此过程中会发生(1)、(2)、(3)式反应,钛的回收率较低,一般在 30% ~ 55%。

钢包中喂钛合金包芯线,基本能保证钛合金不与钢渣接触,大幅度的减少了(2)、(3)式的反应。太钢生产 00Cr12Ti 采用钢包中喂钛合金包芯线,钛回收率稳定在 65% ~ 75%。

2.2 钢中氧含量对钛回收率的影响

从图 1 可知,钛的回收率与钢中自由氧的含量成反比,且钢中自由氧含量必须小于一定量才能保

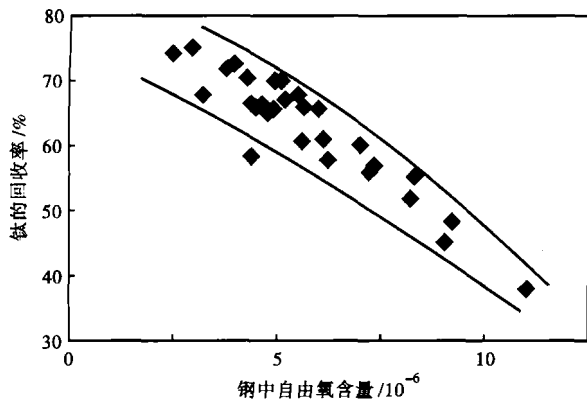
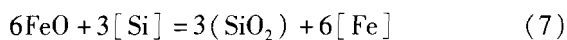
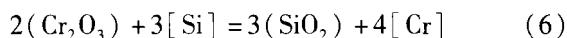
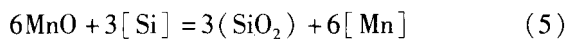


图1 钢中自由氧含量对00Cr12Ti钢钛回收率的影响
Fig. 1 Effect of free oxygen content in steel on yield of titanium in steel 00Cr12Ti

证钛的回收率。

2.3 VOD还原渣

VOD冶炼00Cr12Ti钢时,吹氧脱碳过程会有一部分[Mn]、[Cr]、[Fe]被氧化成MnO、Cr₂O₃、FeO进入渣中,VOD在脱碳之后用硅铁作还原剂,还原熔渣中MnO、Cr₂O₃、FeO,反应过程如下:



渣中MnO、Cr₂O₃、FeO含量越高,说明渣子的氧化性越强,则在LF钛线的收得率越低,生产中要求渣中Cr₂O₃、FeO、MnO含量尽可能低。

2.4 吹氩搅拌强度及搅拌时间

00Cr12Ti钢精炼时,如果搅拌强度过大,则钢水容易裸露和空气接触吸氧,同时炉渣容易卷入钢液和Ti发生反应,降低Ti的收得率。实践表明,搅拌时间越长,则Ti的收得率越低。

3 提高钛收得率工艺措施

3.1 选用钢包喂钛线

目前,太钢生产00Cr12Ti钢时全部选用钢包喂钛线。喂线可以避免钛线与钢渣接触而发生氧化;另外,喂线可以使钛线较快的进入钢水内部提高钛的收得率,目前钢包喂钛线后钛的收得率为60%~75%,平均68%。

3.2 降低钢中氧含量和炉渣的氧化性

在VOD吹炼过程中会氧化一部分铬,用硅铁和金属铝作还原剂,并用氩气强烈搅拌。由于渣钢间反应强烈,使(6)式的反应进行得比较完全,所以铬的回收率较高。

为了进一步降低钢中氧含量,钢水到达LF后,

渣面上加入30~50 kg铝粉,利用脱氧剂直接脱除渣中不稳定氧化物(MnO、Cr₂O₃、FeO),有利于充分发挥炉渣的界面脱氧作用,进一步降低了钢中氧含量。

通过以上措施可以保证钢中全氧含量小于 35×10^{-6} ,自由氧含量小于 6×10^{-6} ,有效地提高了Ti的收得率。

为减少(2)、(3)式反应,应尽可能减少钛包芯线与钢渣的接触机会以降低渣中氧化物的总量。由于渣中SiO₂较MnO、Cr₂O₃、FeO要稳定得多,因此尽可能减少渣中MnO、Cr₂O₃、FeO含量,一般要求渣中Cr₂O₃+FeO+MnO的总量小于1%。

3.3 控制吹氩搅拌强度和时间

由图2可以看出,搅拌强度越大及搅拌时间越长,钛的收得率越低,结合生产实践,确定搅拌时间为5~10 min,搅拌流量定为50~80 L/min。

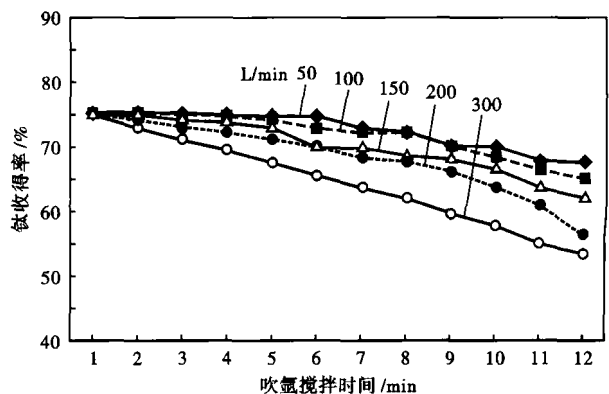


图2 氩气搅拌强度和时间对00Cr12Ti钢钛回收率的影响
Fig. 2 Effect of argon blowing rate and time on yield of titanium in steel 00Cr12Ti

4 结论

(1)喂钛合金包芯线后钛的回收率要远大于加钛合金块。

(2)为保证钛的回收率,一般要求钢中自由氧含量 $\leq 6 \times 10^{-6}$,渣中Cr₂O₃+FeO+MnO总量 $\leq 1\%$ 。

(3)控制喂线后搅拌时间和强度,喂线后搅拌强度和时间与钛回收率成反比。

范新智(1976-),男,工程师,2000年东北大学毕业,不锈钢冶炼、连铸及不锈钢品种研发。

收稿日期:2009-05-05