

· 工艺技术 ·

薄板厂 210 t RH 脱气工艺研究

陈爱梅

(包钢钢联股份有限公司技术中心, 包头 014010)

摘要 通过 210 t 顶底复吹转炉-LF-RH-宽厚板坯连铸流程对 Q345E、Q345GJC 和 BQ550D 等钢种进行 45 炉次 RH 脱气工艺试验,研究了 RH 真空处理对钢水脱氢、脱氧和脱氮效果的影响。得出,在 RH 真空度 ≤ 270 Pa, 环吹氩流量 1 200 ~ 1 500 L/min, 高真空时间 ≥ 10 min, 钢中氢含量可达到 $\leq 2 \times 10^{-6}$; 当高真空时间为 16 min 时, 钢中氢、氧、氮含量平均分别为 2.0×10^{-6} 、 13.2×10^{-6} 和 41×10^{-6} 。

关键词 BOF-LF-RH-CC 流程 210 t RH 真空处理 脱气

A Study on 210 t RH Vacuum Degas Process at a Sheet Works

Chen Aimei

(Technical Center, Baotou Steel (Group) Corp, Baotou 014010)

Abstract RH vacuum degas process test on 45 heats Q345E, Q345GJC and BQ550D etc. steel grades has been carried out by 210 t top and bottom combined blown converter-LF-RH-wide heavy slab CC flow sheet, and the effect of RH vacuum treatment on liquid dehydrogenation, deoxidization and denitriding is studied. It is obtained that with RH vacuum ≤ 270 Pa, circle blowing argon rate 1 200 ~ 1 500 L/min, high vacuum treatment for ≥ 10 min the hydrogen content in steel is $\leq 2 \times 10^{-6}$, and with high vacuum treatment for 16 min the hydrogen, oxygen and nitrogen content in steel are respectively 2×10^{-6} , 13.2×10^{-6} and 41.0×10^{-6} .

Material Index BOF-LF-RH-Slab CC, 210 t RH Vacuum Process, Degas

1 RH 试验条件与方案

RH 主要技术参数见表 1。生产的钢种包括: Q345E、Q345GJC、BQ550D 等, 试验炉数 45 炉。工艺流程为: 210 t 顶底复吹转炉冶炼-LF 精炼-RH 真空处理-宽厚板连铸。

表 1 RH 主要技术参数

Table 1 Main technical parameters of RH unit

项目	参数
钢包容量 /t	210
处理能力 / (万 t · a ⁻¹)	180
平均处理时间 /min	34.5
真空泵抽气能力 / (kg · h ⁻¹)	900 (20 °C 干空气, 67 Pa 时)
抽真空时间 /min	≤ 4 (由大气压降到 67 Pa, 不带预抽)
钢水循环速度 / (t · min ⁻¹)	max 178
循环氩气流量 / (m ³ · h ⁻¹)	max 180

试验是在真空度 ≤ 270 Pa 条件下进行, 环吹氩流量波动范围 1 200 ~ 1 500 L/min。

2 RH 脱氢的效果和影响因素

在真空条件下通过降低氢的分压, 可达到脱氢目的^[1], 氢的分压取决于真空槽内的真空气氛。

RH 处理前钢中氢含量为 $(3.3 \sim 6.1) \times 10^{-6}$, 平均值为 4.6×10^{-6} 。当高真空时间为 16 min 时,

钢中氢含量为 $(1.4 \sim 2.3) \times 10^{-6}$, 平均 2.0×10^{-6} ; RH 脱氢率 46.2% ~ 62.5%, 平均 56.5%。

2.1 高真空时间

由图 1(a) 可见, 钢中氢含量随高真空时间的增加而减少^[2], 由回归方程式可以得到, 当高真空时间 ≥ 10 min, 钢中氢含量 $\leq 2 \times 10^{-6}$ 。

2.2 钢中初始氢含量

由图 1(b) 可见, 钢中氢含量随初始氢含量的增加而增大, 因此, 要得到较低的钢中氢含量, 应尽可能降低 RH 处理前钢中氢含量。

2.3 真空度

由图 1(c) 可见, 钢中氢含量随真空度的增加而增加, 处理高级别钢种时, 应保证真空度 ≤ 270 Pa。

2.4 环吹氩流量

高真空时间均为 8 min, 当环吹氩流量分别为 2 000、2 500 L/min 时, RH 脱氢率分别为 17.6% 和 34.4%。由此可见, RH 脱氢率随着环吹氩流量的增大而提高^[3]。

3 RH 脱氧效果

RH 处理前钢中氧含量为 $(12 \sim 25) \times 10^{-6}$, 平均 16.3×10^{-6} ; 当 RH 高真空时间为 16 min 时, 钢中氧含量 $(7 \sim 19) \times 10^{-6}$, 平均 13.2×10^{-6} ; RH 脱

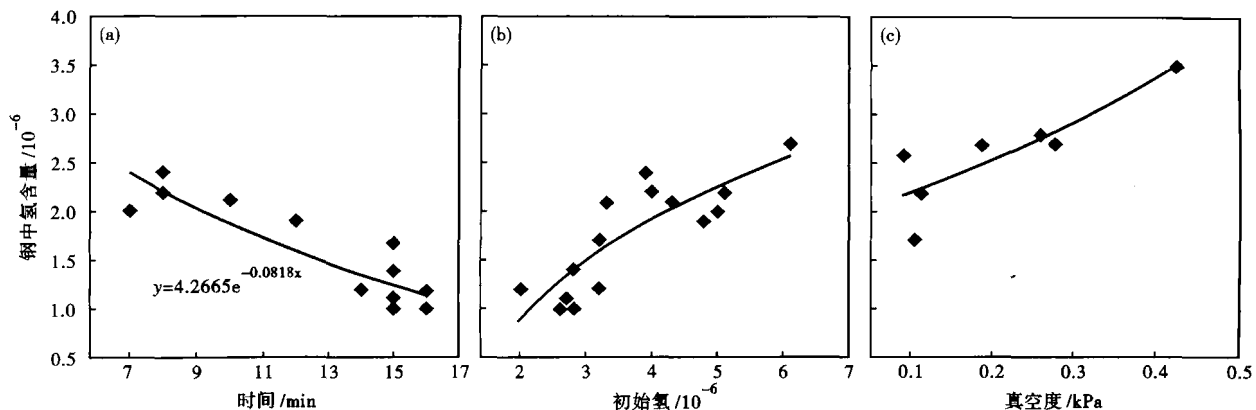


图1 RH高真空处理时间(a),钢中初始氢含量(b)和RH真空度(c)对钢中氢含量的影响

Fig.1 Effect of RH high vacuum treatment time (a), initial hydrogen in steel (b) and RH vacuum (c) on hydrogen content in steel

氧率13.3%~32.0%,平均19.0%。

由表2可见,经过RH处理,钢中非金属夹杂物有所减少,但钙处理后,夹杂物又有回升。因此,在实际操作中,应保证RH钙处理后软吹时间。

表2 RH处理过程钢中非金属夹杂物检验结果/级

Table 2 Examination results of nonmetal inclusions in steel during RH process /rating

工位	A类	B类	C类	D类
RH前	0.5	1.5	>3	0.5
RH后	0.5	1	0.5	0.5
RH喂丝后	0.5	1	3	0.5

4 RH脱氮效果和初始氮含量的影响

真空脱氮与氢的行为相同,氮在钢中的溶解度是氢的15倍^[4],RH脱氮过程相当缓慢,脱氮反应仅在距钢水自由表面 2.5×10^{-3} m深度才能进行^[5]。RH处理前钢中氮含量 $(33 \sim 67) \times 10^{-6}$,大多数 $\leq 60 \times 10^{-6}$,占78.6%。

当高真空时间为16 min时,钢中氮含量 $(32 \sim 49) \times 10^{-6}$;平均 41×10^{-6} ;RH脱氮率13.0%~34.3%,平均24.5%。

RH处理后钢中氮含量随初始氮含量的增加而增大,因此,要得到较低的钢中氮含量,应尽可能降低RH处理前钢中氮含量。

5 RH处理过程温降变化

由图2可见,RH处理时间越长钢水温降越大。但温降程度取决于真空槽和钢包预热温度及钢包是否加盖,随着时间的继续延长,钢水与耐火材料的温度已趋于平衡,单位时间内的温降会趋于一个常数。

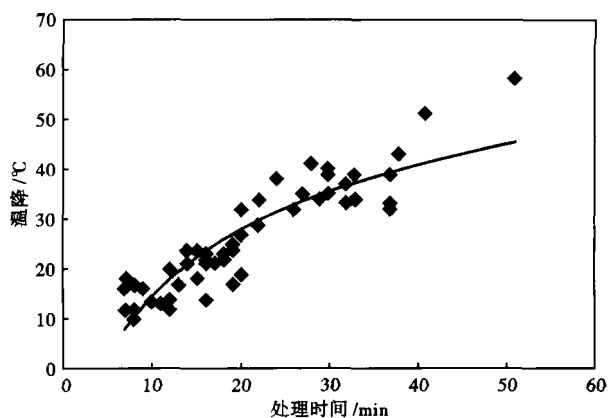


图2 RH处理时间对钢水温降的影响

Fig.2 Effect of RH treatment time on temperature drop of liquid

6 结论

RH真空度 ≤ 270 Pa,环吹氩流量1 200~1 500 L/min,高真空时间 ≥ 10 min时,钢中氢含量 $\leq 2 \times 10^{-6}$ 。高真空时间为16 min时,钢中氢、氧、氮含量平均分别为 2.0×10^{-6} 、 13.2×10^{-6} 和 41×10^{-6} ,RH脱氢率、脱氧率和脱氮率平均分别为56.5%、19.0%和24.5%。

参考文献

- 程官江. 100 t VD精炼脱气工艺实践[J]. 炼钢, 2005(1): 18-20.
- 区铁. 提高RH真空处理的精炼效率[J]. 钢铁, 1996, 31(5): 19.
- 张洪平, 谢裕生. RH真空脱气过程的模拟研究[J]. 计算机与应用化学, 1991, 8(2): 145.
- 陶镛. RH真空脱气装置脱气效果研究[J]. 江苏冶金, 2008, 36(4): 53.
- 刘浏. RH真空精炼工艺与设备技术的发展[J]. 钢铁, 2006, 41(8): 6-7.

陈爱梅(1967-),女,正高级工程师,1989年鞍山科技大学毕业,炼钢工艺和质量研究。