

转炉冶炼超低碳、超低氮钢的工艺技术

吴 杰 刘振清

(武汉钢铁(集团)公司技术中心, 武汉 430080)

摘 要 分析了武钢 90 t 顶底复吹转炉冶炼 $<0.005\% \text{C}$ 、 $\leq 0.005\% \text{N}$ 超低碳、氮钢的两种冶炼工艺技术, 即常规工艺: KR 脱 S \rightarrow LD \rightarrow RH-KTB \rightarrow CC 和双联工艺: KR 脱 S \rightarrow LD 脱 Si、P \rightarrow LD 复吹脱碳 \rightarrow RH-KTB \rightarrow CC。实践表明, 常规工艺冶炼时中间包钢水平均 C 含量为 25.5×10^{-6} 、平均 N 含量为 18.5×10^{-6} ; 双联工艺冶炼时, 中间包钢水平均 C 含量为 16×10^{-6} 、平均 N 含量为 19×10^{-6} , 双联工艺吹炼终点 [P] (60×10^{-6}) 比常规工艺 (110×10^{-6}) 低。

关键词 超低碳 超低氮 转炉 RH-KTB 精炼 冶炼

Metallurgy Technology for Ultra-Low Carbon and Ultra-Low Nitrogen Steel

Wu Jie and Liu Zhenqing

(Technical Center, Wuhan Iron and Steel Group Corp, Wuhan 430080)

Abstract Two kinds of metallurgical process for melting a $<0.005\% \text{C}$ - $\leq 0.005\% \text{N}$ ultra-low carbon and ultra-low nitrogen steel by a 90 t top and bottom combined blown converter a Wuhan Iron and Steel: single slag process KR desulphuration - LD - RH-KTB - CC and two-step steelmaking process KR desulphuration - LD desiliconisation and dephosphorization - LD combined blown decarburization - RH-KTB - CC have been analyzed. The practice results showed that during steelmaking with single slag process the average C content in liquid steel in tundish was 25.5×10^{-6} and the average N content was 18.5×10^{-6} and with two-step process the average C content in liquid steel in tundish was 16×10^{-6} , the average N content was 19×10^{-6} , and the end [P] with two-step process (60×10^{-6}) was lower that with single slag process (110×10^{-6}).

Material Index Ultra-Carbon, Ultra-Nitrogen, Converter, RH-KTB Refining, Steelmaking

当代转炉典型的超低碳、超低氮钢的生产工艺流程主要分为常规工艺和双联工艺两种^[1]。

通过调研武钢二炼钢生产超低碳、超低氮钢

的现状,对整个冶炼工艺[C]、[N]行为进行分析研究。冶炼磁屏蔽钢的化学成分见表 1。

所用设备和工艺路线: KR 机械搅拌式铁水顶

表 1 WCP1 磁屏蔽钢化学成分/%

Table 1 Chemical composition of WCP1 magnetic screen steel /%

C	Si	Mn	P	S	Als	N	Ni	Cr
<0.005	≤ 0.02	0.16 ~ 0.30	<0.015	≤ 0.010	≤ 0.005	≤ 0.005	0.02 ~ 0.04	0.02 ~ 0.03

处理, 90 t 顶底复合吹炼氧化转炉(LD), 80 t 钢水 RH-KTB、WPB 真空精炼, 弧形连铸机连铸。工艺路线为: (1) KR 脱 C \rightarrow LD \rightarrow RH-KTB \rightarrow CC (常规工艺); (2) KR 脱 S \rightarrow LD 脱 Si、P \rightarrow LD 复吹脱碳 \rightarrow RH-KTB \rightarrow CC (双联工艺)。

1 “常规工艺”冶炼超低碳、超低氮钢

图 1 可见, “常规工艺”冶炼终点钢水平均碳含量为 0.045%, 到真空为 0.040 8%, 真空精炼终

点为 0.001 6%, 中间包钢水为 0.002 6%, 最终铸坯为 0.003 5%。冶炼终点钢水平均氮含量为 0.001 8%, 到真空平均为 0.001 3%, 精炼结束为 0.001 8%, 中间包浇铸时为 0.001 9%, 铸坯为 0.001 5%。

RH 通常能在 15 min 内将钢水的碳脱至 20×10^{-6} 以下。由图 1 可见, 超低碳低氮钢二次精炼后的增碳较严重, 主要发生在钢水出真空到中间包及从中间包浇铸成坯的过程中, 平均增碳率分

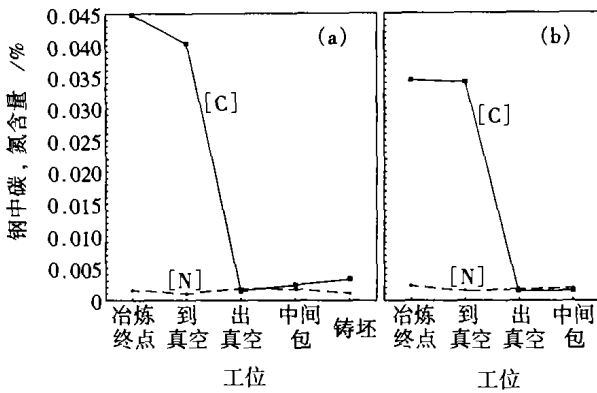


图1 常规工艺(a)双联工艺(b)不同工位钢中碳、氮含量

Fig.1 Carbon and nitrogen content in steel with single slag process (a) and two-step process (b) at different phase

别为37%和39%。这说明,必须严格控制钢包耐火材料、大包覆盖剂、大包滑板、引流砂、大包长水口、中包涂料、中包挡板、中包覆盖剂、中包塞棒、浸入式水口、结晶器保护渣等材料的碳含量。

超低碳低氮钢的增氮主要发生在真空精炼工序,其次是钢水出真空到中间包的过程稍有吸氮。弱脱氧出钢,钢水到真空不吸氮,转炉冶炼脱氮能力较强,冶炼终点钢水平均氮含量仅为0.0018%,由于真空度原因真空精炼难于继续脱氮,反而增氮,钢水从中间包浇铸成铸坯,钢中氮含量却大幅下降。

图2可见,控制冶炼终点钢水的氧含量,就能控制钢中的氮含量,而钢水的氧含量又是与碳含量直接对应。所以,控制终点钢水的碳含量可以间接控制氮含量。

2 “双联工艺”工艺冶炼超低碳、超低氮钢

“双联工艺”冶炼超低碳、超低氮钢,冶炼终点碳含量平均为0.034%,真空精炼终点平均为0.0015%,到中间包平均为0.0016%,出真空到中间包增碳为 1×10^{-6} ,增碳率为6.7%。真空精炼终点氮含量平均为0.0019%,到中间包平均为0.0019%,这过程几乎不增氮。

图1(b)可见:“双联工艺”的真空精炼后和中间包的钢水碳含量较低,并且本次试验对钢水增碳的控制较为理想。“常规工艺”和“双联工艺”在转炉脱氮能力上没有差别,关键是防止后工序增氮。由于“双联工艺”在脱磷的热力学、动力学条件上优于传统工艺,所以“双联工艺”的吹炼终点[P]比正常工艺要低得多。统计得出,“常规工

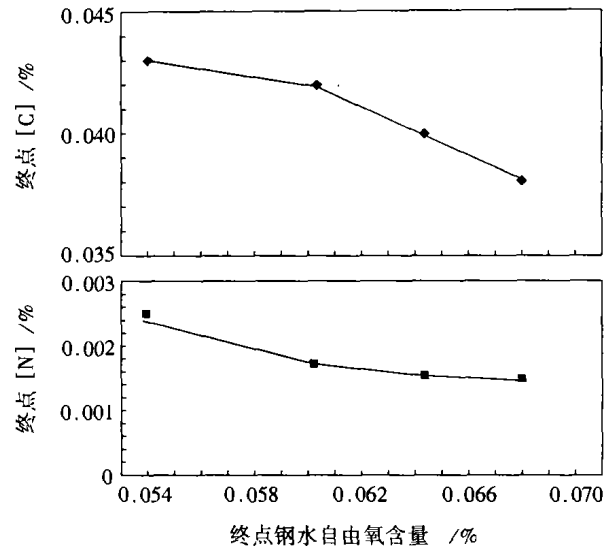


图2 转炉冶炼超低碳、超低氮钢终点碳、氮含量与自由氧含量的关系

Fig.2 Relation between end [C], end [N] and free oxygen content in liquid steel steelmaking ultra-carbon and ultra-nitrogen steel by converter

艺”吹炼终点[P]平均为 110×10^{-6} ,二次精炼后平均为 100×10^{-6} ;“双联工艺”吹炼终点[P]平均为 60×10^{-6} ,二次精炼后亦为 60×10^{-6} 。

3 结论

(1) 超低碳、超低氮钢二次精炼后的增碳较严重,主要发生在钢水出真空到中间包及从中间包浇铸成坯的过程中。必须严格控制钢包耐火材料、滑板、塞棒、水口、覆盖剂等碳含量。

(2) 控制终点钢水的碳含量可间接控制钢水的氮含量。

(3) “双联工艺”与“常规工艺”相比较,主要体现在脱磷能力有所提高,在其它有害元素的去除方面相差不大。

(4) 超低碳、超低氮钢的冶炼,其脱碳关键环节在RH-KTB工序。脱氮关键环节在转炉冶炼工序,真空精炼过程要防止钢水增氮。

致谢 感谢武钢第二炼钢厂领导和技术人员提供有关技术数据和北京科技大学傅杰教授的指导。

参考文献

1 刘 浏,曾家庆.纯净钢及其生产工艺的发展.钢铁,2000,35(3):68

吴 杰(1969-),男,高级工程师,从事炼钢工艺研究。