

J55 管坯钢 92 t 钢包炉(LF)精炼工艺实践

王海兵

(攀钢集团成都钢铁有限责任公司,成都 610069)

摘 要 攀钢集团成都钢铁公司采用 92 t 偏心底(EBT)电弧炉-92 t 钢包炉生产成分(%):0.32~0.38C, 1.25~1.55Mn J55 管坯钢。电弧炉出钢时 $[C] \geq 0.10\%$, $[P] \leq 0.015\%$; EBT 出钢约 1/4 时,加入硅铝钡脱氧剂 200 kg/炉,通过控制 LF 精炼时渣中 FeO 浓度小于 0.5%,可使钢中 S 含量低于 0.015%。在 LF 处理时,通过喂 Al 线吹氩 8~15 min 后再喂 0.4~0.6 kg/t CaSi 线处理,以促进夹杂物上浮,防止中间包水口堵塞。

关键词 管坯钢 LF 精炼

Practice for Refining Process of 92 t Ladle Furnace for Tube Bloom Steel J55

Wang Haibing

(Chengdu Iron and Steel Co Ltd, Pangang Group, Chengdu 610069)

Abstract The tube bloom steel J55 - 0.32~0.38C, 1.25~1.55Mn is produced by 92 t EBT arc furnace - 92 t ladle furnace (LF) at Chengdu Iron and Steel, Pangang Group. With controlling $[C] \geq 0.10\%$, $[P] \leq 0.015\%$ at arc furnace tapping, adding silicon- aluminium- barium deoxidant 200 kg/heat at EBT tapping a quarter of metal to decrease the oxygen content in molten steel, and with controlling FeO content in slag during LF refining, the sulfur content in steel shall be lower than 0.015%. During LF refining with feeding Al wire, argon stirring for 15 min than feeding 0.4~0.6 Kg/t CaSi wire to promote inclusion floating off, the nozzle clogging could be prevented.

Material Index Tube Bloom Steel, Ladle Furnace, Refining

攀钢集团成都钢铁有限责任公司采用 92 t 电弧炉-92 t LF 精炼工艺成功地冶炼了 J55 石油套管坯钢。

1 设备和冶炼工艺

电弧炉额定出钢量 92 t, 留钢量 10~15 t, 电极直径 558 mm, 变压器额定功率 54/56 MVA。

LF 采用的是直流电弧加热方式, 变压器额定功率 12 500 kVA, 电极直径 300 mm, 升温速度 1.5 °C/min(二次电压 290 V), 钢包炉采用双底吹透气砖氩气搅拌。

超高功率电弧炉原材料中配加约 1/3 生铁, 并在冶炼过程中加入碳粒, 造良好的泡沫渣, 去除钢中的气体和夹杂。电弧炉出钢的 $[C] \geq 0.10\%$, $[P] \leq 0.015\%$, 偏心底(EBT)出钢。出钢量约 1/4 时, 加入脱氧剂硅铝钡 200 kg/炉, 根据钢水的含碳量加入增碳剂增碳, 然后加入锰铁、硅铁等合金, 并加入配制好的合成渣。

在 LF 工位喂入铝线强化脱氧, 加入电石粒、碳化硅或硅铁粉等补充脱氧, 造高碱度的炉渣, 炉

渣变白后, 继续分批加入电石、碳化硅, 保持白渣, 直至渣中的 FeO 的浓度小于 0.5% 时, 炉渣呈白色。可视硫量, 采用吹氩强搅拌, 提高脱硫率。白渣保持时间 15 min 以上, 化学成分合格后, 喂入 CaSi 线 0.4~0.6 kg/t 对钢液进行 Ca 处理。表 1 为 1 炉 J55 钢精炼后的化学成分。其连铸圆坯的低倍检验结果: 一般和中心疏松均为 1.0 级, 残余缩孔 0.5 级, 偏析和中心裂纹 0 级。

表 1 J55 钢的化学成分/%

Table 1 Chemical compositions of steel J55 /%

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
精炼后	0.34	0.27	1.34	0.015	0.011	0.02	0.04	0.10
标准	0.32~0.38	0.17~0.37	1.25~1.55	≤ 0.028	≤ 0.028	≤ 0.25	≤ 0.25	≤ 0.20

2 钢液中的初始氧含量控制

J55 钢级初炼钢液中的终点碳应控制在 0.10% 以上, 以降低钢液中的初始氧含量。图 1(a) 是实测的出钢碳与钢中氧含量的关系。

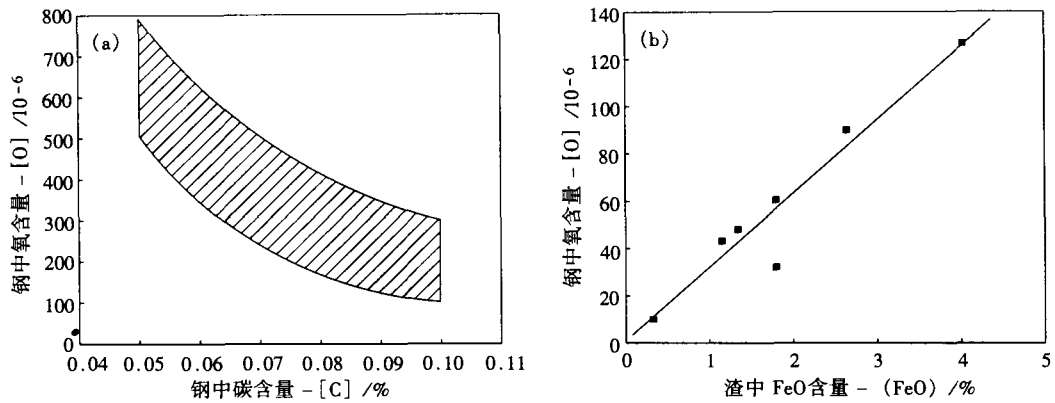


图 1 出钢碳含量-[C](a)和精炼时渣中 FeO 量-(FeO)(b)对钢中氧含量-[O]的影响

Fig.1 Effect of carbon content - [C] in steel at tapping (a) and FeO content in slag (FeO) (b) during refining on oxygen content in steel - [O]

3 白渣操作

92 t LF 精炼处理后的钢渣中的 FeO 含量与钢中的氧含量对应关系见图 1(b)。渣中的 FeO 的浓度小于 0.5%，钢液脱氧良好。此时炉渣脱硫能力也较强。图 2 是硫分配系数(L_s)与渣中氧化铁浓度的关系。经 LF 处理后的钢水，钢渣中的 FeO 的浓度小于 0.5%，钢中的氧含量($20 \sim 35$) $\times 10^{-6}$, [N] ($50 \sim 80$) $\times 10^{-6}$, 钢中的 S 含量可达 0.015% 以下, 脱硫率达到 60% ~ 80%。

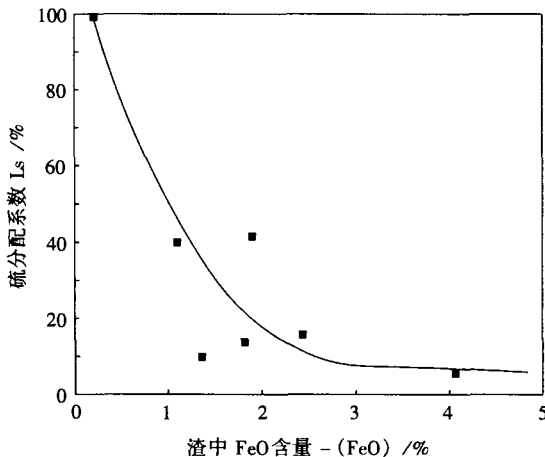


图 2 L_s 与渣中氧化铁浓度的关系

Fig.2 Relation between sulfur distribution coefficient and FeO content in slag

4 喂丝和氩气搅拌

92 t LF 处理时, 喂入的 Al 线大约经过 8 ~ 15 min 吹氩搅拌后, 钢液中的全 Al 含量基本保持不变, 说明大部分的脱氧产物 Al_2O_3 已去除, 再经过

白渣良好的脱氧、脱硫, 钢液含有少量的 Al_2O_3 , 此时可喂入 CaSi 线对钢液进行 Ca 处理, 使夹杂物变性。钙在 Al_2O_3 颗粒中扩散, 在 Al_2O_3 表面 CaO 含量升高, 当 CaO 为 48% ~ 56% 时, 可形成低熔点的钙铝酸盐, 甚至形成 $12(CaO) \cdot 7(Al_2O_3)$, 在炼钢温度下成液态, 容易从钢液中排出, 防止中间包水口堵塞。

从连铸中间包水口的断流炉次分析, 钢液中的硫含量均在 0.015% 以上。因此要使钢液中的 S 含量低于 0.015%, Al 含量一般控制在 0.020% 左右较为合适, 当 S 含量高时, 喂入 CaSi 线量偏上限。但为了把形成低熔点的钙铝酸盐尽可能从钢液中排出, 需在喂钙线后, 对钢液进行 3 ~ 5 min 的软吹氩处理。

由于 J55 钢级锰含量偏高, 中碳、连铸圆坯时易产生裂纹。因此, 连铸中间包钢水的过热度按 10 ~ 20 $^{\circ}C$ 控制。

5 结论

(1) 严格控制初炼炉钢水的终点碳含量 $\geq 0.10\%$, 并防止钢水过氧化, 以确保 LF 精炼效果。

(2) LF 精炼处理时, 造高碱度的白渣, 并使渣中的氧化铁含量控制在 0.50% 以下, 可使钢液的脱氧良好, S 含量在 0.015% 以下。

(3) 喂 Al 线强化脱氧吹氩 8 ~ 15 min 后, 喂入 CaSi 线 0.4 ~ 0.6 kg/t, 可形成低熔点的夹杂物, 吹氩后进一步纯洁钢液, 防止中间包水口堵塞。

王海兵(1965-), 男, 工程师。1987 年毕业于重庆大学冶金专业, 从事炼钢技术工作。

收稿日期: 2005-04-15