

Consteel 电弧炉-AOD 二步法冶炼 300 系 Cr-Ni 奥氏体不锈钢的工艺优化

高玉来¹ 李 闯²

(1 中冶华天工程技术有限公司, 马鞍山 243005; 2 冶金工业规划研究院, 北京 100711)

摘 要 在钢厂生产的 300 系不锈钢原工艺为 140 t EAF-150 t AOD 二步法, EAF 采用部分低镍高磷生铁炉料冶炼, 其终点 [P] 为 450×10^{-6} 。为降低 EAF 终点 [P], 改进的工艺为 60 t Consteel 电弧炉 + 140 t EAF-150 t AOD 流程。60 t Consteel EAF 用低镍高磷生铁, 其终点 [P] 为 $\leq 250 \times 10^{-6}$, 加上 85 t EAF 终点 [P] 450×10^{-6} 的钢水, 使 AOD 精炼前的 [P] $\leq 360 \times 10^{-6}$ 。新工艺冶炼周期缩短 10 ~ 30 min, 钢水磷含量从 450×10^{-6} 降至 360×10^{-6} 以下, 提高了不锈钢产品质量, 并显著降低了生产成本。

关键词 Consteel 电弧炉 不锈钢 工艺优化

Optimization of Process for 300 Series Cr-Ni Austenitic Stainless Steel Melted by Consteel Arc Furnace-AOD Two Step Method

Gao Yulai¹ and Li Chuang²

(1 Huatian Engineering and Technology Corporation, MMC, Ma'anshan 243005;
2 Metallurgical Industry Planning and Research Institute, Beijing 100711)

Abstract The original process to produce 300 series stainless steel at steel works is 140 t EAF-150 t AOD two step method, and with charging partial low nickel high phosphorus pig iron, the EAF end [P] is 450×10^{-6} . In order to decrease EAF end [P], the improved process-60 t Consteel arc furnace + 140 t EAF-150 t AOD flow sheet is adopted. With charging low nickel high phosphorus pig iron in 60 t Consteel arc furnace, its end [P] is $\leq 250 \times 10^{-6}$, mixing with 85 t end [P] 450×10^{-6} EAF liquid, the [P] before AOD refining is $\leq 360 \times 10^{-6}$. With using new developed process the tap-to-tap time reduce by 10 ~ 30 min, the phosphorus content in liquid decreases to less than 360×10^{-6} from original 450×10^{-6} , the product quality of stainless steel increases and the production cost decreases obviously.

Material Index Consteel Arc Furnace, Stainless Steel, Process Optimization

本工程不锈钢厂原有不锈钢炼钢连铸生产线 1 套, 包括 140 t EAF、150 t AOD、1 机 1 流板坯连铸机, 年产不锈钢板坯 80 万 t, 其工艺流程如图 1 所示。为进一步降低不锈钢冶炼的金属消耗, 降低生产成本, 拟采用低镍高磷 (成分/%: $\leq 4C$ 、 $\leq 4Si$ 、 $\leq 0.10P$ 、 $\leq 4.0Cr$ 、 $\leq 20.0Ni$) 生铁块为部分炉料进行不锈钢冶炼。由于镍铁磷含量过高, 不能满足冶炼要求, 尤其是生产 400 系列不锈钢更是困难。在现有工艺设备条件下, 为了获得低磷钢水, 势必要增加

冶炼时间, 造成电耗增加、电弧炉寿命降低、冶炼技术经济指标恶化。为此, 必须新建 1 座电弧炉, 用于熔化低镍高磷生铁块, 并将磷含量脱至 0.025%。

1 电弧炉型选择

Consteel 电弧炉钢水脱磷条件可控, 易操作, 脱磷率比较高, 终点磷含量低^[1,2]。Consteel 电弧炉变压器比普通电弧炉小 35% ~ 40%, 除尘系统规模小, 风机功率小, 不需要 SVC 装置, 可以利用原有输变电设施, 明显降低了投资费用, 且技术经济指标好, 如西宁特钢 Consteel 电弧炉比同规格普通电弧炉的电能消耗由 473 kWh/t 降到 325 kWh/t, 电极消耗由 4.1 kg/t 降到 1.7 kg/t, 烟尘量由 16 kg/t 降到 11 kg/t, 分别降低了 31%、58% 和 31%, 冶炼周期缩短 63%^[3], 吨钢的生产成本要比普通电弧炉低 9 ~ 11 美元^[4], 取得了很好的经济效益。

为此, 选择新建炉料连续加入式 60 t Consteel 电弧炉 1 座 (表 1)。由于新建电弧炉承担的脱磷任

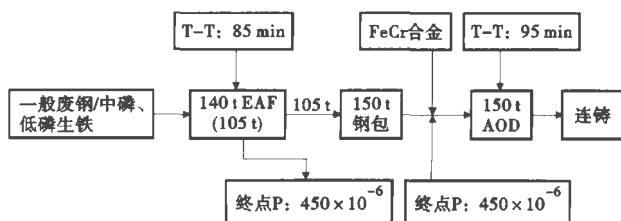


图 1 原不锈钢冶炼工艺流程

Fig. 1 Flow sheet of original melting process for stainless steel

表 1 国内外 Consteel 电弧炉的技术经济指标对比

Table 1 Comparison of technical and economical index of Consteel arc furnaces at home and abroad

企业名称	公称容量/ t	变压器额定 容量/MVA	炉料结构	冶炼电耗/ (kWh·t ⁻¹)	电极消耗/ (kg·t ⁻¹)	氧气消耗/ (m ³ ·t ⁻¹)	冶炼周期/ min
本工程	60	45	100% 低镍高磷生铁	340	1.5	55~60	65
西宁特钢	60	36	70% 废钢,30% 铁水	325	1.7	35~37	≤60
贵阳特钢	60	36	70% 废钢,30% 生铁	340	1.7	30	
美国纽柯	60	39	100% 废钢	300	1.3	25.5	
通钢	65	36	70% 废钢,30% 铁水	330	1.6		55
嘉兴钢厂	75	45	75% 废钢,25% 生铁	340±10	1.4±0.2	35±10	51±5
韶钢	90	60	70% 废钢,30% 铁水	240	1.4	35	51
			80% 废钢,20% 生铁	330	1.65		

务比较重,石灰等造渣剂加入量大,为了缩短冶炼时间,加快镍铁块的熔化速度,变压器额定容量选择 45 MVA,而非普通的 36 MVA。同时加大了供氧量,既可以加快熔池升温 and 脱磷速度,又可以降低电耗。从与国内外同类型 Consteel 电弧炉的技术经济指标对比(表 1)来看,在 100% 高磷镍铁块的炉料结构下,新建的 Consteel 电弧炉的冶炼电耗、电极消耗只有 340 kWh/t、1.5 kg/t,冶炼周期为 65 min,都达到了国内先进水平。

2 冶炼工艺

新建 60 t Consteel 电弧炉后,整个不锈钢生产工艺调整为:采用低镍高磷生铁在 60 t 电弧炉熔化、脱磷处理后,兑入 140 t 电弧炉生产的不锈钢母液钢包中(新增 60 t 电弧炉出钢 60 t,现有 140 t 电弧炉出钢 85 t),然后再送 AOD 处理的二步法生产工艺,其工艺流程见图 2。

从工艺优化前后冶炼效果对比(见表 3)来看,新工艺冶炼周期缩短了 10~30 min,每天多冶炼 4 炉钢,即 600 t 钢水,可年产 100 万 t 不锈钢水。由于使用高磷镍铁替代低碳镍铁,吨钢节省 205 美元的原料费,明显降低了生产成本。工艺流程的优化,提高了合金和钢水收得率,渣量从 420 kg/t 降到 320 kg/t,降低了运行成本。钢水终点磷含量从

表 3 工艺优化前后冶炼指标对比

Table 3 Comparison of melting parameters between before and after process optimization

工艺	300 系 原料费/ (美元· t ⁻¹)	渣量/ (kg· t ⁻¹)	精炼前 磷含量/ 10 ⁻⁶	冶炼 周期/ min	日产 炉数	日产 量/ t	年产 量/ 万 t
原工艺	2 694	420	450	75~ 95	16	2 400	80
新工艺	2 489	320	≤360	65	20	3 000	100

450 × 10⁻⁶降到 360 × 10⁻⁶以下。

该工艺的主要优点有:(1)用低价的低镍高磷生铁;(2)减轻了 140 t EAF 的脱磷任务,缩短冶炼时间,在减少该电弧炉吹氧量的同时,提高了铬的收得率;(3)在铁水充分脱磷的基础上,提高不锈钢的纯净度。

3 结论

通过新建 Consteel 电弧炉熔化高磷镍铁和脱磷,优化了不锈钢冶炼工艺,降低了生产成本,提高了不锈钢产品质量,扩大了企业生产规模,获得了很好的经济效益。不足的是,由于镍铁块的密度比较大,水平加料装置的预热段比较短,镍铁块的预热效果不够理想;由于造渣剂加入量大,渣量还是很大,氧耗也相对较高,这方面有待进一步探讨解决。

参考文献

- 林涛,张兴春,王磊英,等.60 t Consteel 电弧炉-60 t LF(VD) 冶炼 60Si2CrVAT 弹簧钢的工艺实践.特殊钢,2004,25(6):53
- 汤俊平. Consteel 连续炼钢电弧炉技术的应用.特殊钢,2001,22(1):29
- 马登德,山增旺. 西宁特钢 60 t Consteel 交流电弧炉.特殊钢,2000,21(3):37
- 卫乾祥. 一种新的电炉连续炼钢法—Consteel 工艺.上海金属,1997,19(6):3

高玉来(1971-),男,高级工程师,1994 年北京科技大学毕业,炼钢工艺设计。

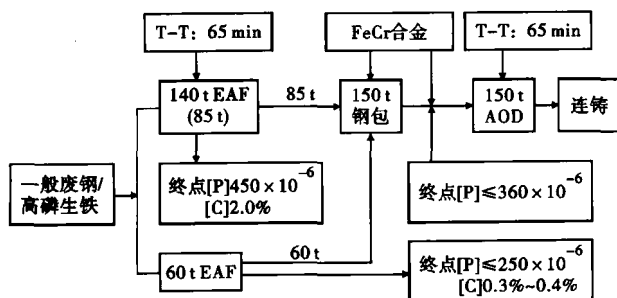


图 2 不锈钢新工艺冶炼流程

Fig. 2 Flow sheet of new developed melting process for stainless steel