

EAF + LF(VD) -ESR 双联法生产 30CrMnSiA 电渣钢的工艺优化

张 洲 周从惠

(大冶特殊钢股份有限公司,黄石 435001)

摘 要 大冶特钢以传统工艺 EAF + LF-轧制 250 mm × 250 mm 轧坯生产的 30CrMnSiA 合金钢 1.2 t 电渣锭母材,钢锭上部易产生裂纹。经采用优化工艺 EAF + LF(VD) -Φ320 mm 铸棒生产 ESR 母材,并控制母材中(%) : ≤ 0.003Pb、≤ 0.015Sn、≤ 0.030As、≤ 0.015(Pb + Sn) 及 0.020 ~ 0.035Ti; 供电与水温均用计算机控制。结果使 ESR 充填比由 0.40 提高至 0.53, 电渣电耗下降 200 kWh/t, 母材至电渣锭的金属收得率由 82.41% 提高至 93.75%, 废品量由 109.55 kg/t 降低到 29.42 kg/t, 生产周期缩短 7 ~ 10 天。

关键词 电渣钢锭 表面质量 工艺优化

Process Optimization Steel 30CrMnSiA Production by EAF + LF(VD) -ESR Combined Process

Zhang Zhou and Zhou Conghui

(Daye Special Steel Corp Ltd, Huangshi 435001)

Abstract Traditional process to produce electrode of alloy steel 30CrMnSiA 1.2 t ESR ingot at Daye Special Steel is EAF + LF - rolling 250 mm × 250 mm Billet, by which the crack easily produced at top of ESR ingot. With using optimum process to produced ESR electrode; EAF + LF(VD) steelmaking - Φ320 mm cast round electrode, controlling ≤ 0.003Pb, ≤ 0.015Sn, ≤ 0.030As, ≤ 0.015(Pb + Sn) and 0.020 ~ 0.035Ti in electrode, power supplying and water temperature controlling by computer, the ESR filling ratio increased from 0.40 to 0.53, ESR electrical power consumption decreased by 200 kWh/t, metal yield of ESR ingot/electrode increased from 82.41% to 93.75%, rejected metal decreased from 109.55 kg/t to 29.42 kg/t and production period shortened by 7 ~ 10 days.

Material Index ESR Steel Ingot, Surface Quality, Process Optimization

以传统的 EAF + LF-3 t 锭-850 轧机轧制母材的工艺生产的 1.2 t 30CrMnSiA 电渣钢锭(大头 450 mm × 450 mm/小头 410 mm × 410 mm 圆角,长度为 1 080 ~ 1 200 mm), 钢锭表面距小头(补缩端) 200 ~ 300 mm 处常出现“横裂纹或直裂纹”。该工艺生产周期长,冶炼成本高,为此进行了工艺优化。

1 30CrMnSiA 电渣母材的生产工艺优化

电渣母材优化工艺(表 1)为:

(1) 采用“铁模铸棒”代替传统的“轧坯”作

表 1 30CrMnSiA 电渣钢母材生产传统工艺和优化工艺对比

Table 1 Comparison between traditional process and optimum process to produce ESR electrode of steel 30CrMnSiA

工艺对比	炼钢工艺	母材规格/ mm	Pb、Sn、As/ %	[Ti]/ %
传统工艺	EAF + LF 精炼	250 × 250 轧坯	无明确要求	0
优化工艺	EAF + LF/ VD 真空精炼	Φ320 铸棒	Pb ≤ 0.003, Sn ≤ 0.015, As ≤ 0.030, Pb + Sn ≤ 0.015	0.020 ~ 0.035

30CrMnSiA 电渣钢母材的制备,以缩短冶炼周期 7 ~ 10 天。同时,采用“LF + VD 真空精炼”代替传统的“LF 精炼”,以降低钢中的气体含量。于是将原生产 1.2 t 锭型 30CrMnSiA 电渣锭的传统工艺更改为: EAF + LF + VD 冶炼母材 → 浇 Φ320 mm 铁模铸棒母材 → 电渣重熔 1.2 t 电渣锭 → 纤维筒保温 → 精整取样 → 入库。

(2) 控制母材中(%) : [Pb] ≤ 0.003、[Sn] ≤ 0.015、[As] ≤ 0.030、[Pb] + [Sn] ≤ 0.015。

(3) [Ti] 在钢中除了与 [C]、[N] 结合形成 Ti [C、N] 化合物而细化晶粒达到强韧性目的,还与钢中的 [O]、[S] 有着极强的亲合力,改善硫化物的形态,能显著提高钢的韧性^[1],减少裂纹产生的可能。因此,控制母材中残余 Ti 含量为 0.020% ~ 0.035%。

(4) 控制 30CrMnSiA 电渣钢母材的成分(表 2)。

2 重熔工艺优化

2.1 重熔过程的控制

表 2 30CrMnSiA 钢的标准和电渣母材的化学成分/%
Table 2 Chemical compositions of standard and ESR electrode of steel 30CrMnSiA /%

项目	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	W	Mo	V	Al	Ti	Cu
标准成分	0.28 ~ 0.35	0.80 ~ 1.10	0.90 ~ 1.20	≤ 0.020	≤ 0.015	0.80 ~ 1.10	≤ 0.40	≤ 0.20	≤ 0.15	≤ 0.05	-	≤ 0.03	≤ 0.20
原缩小规格	0.30 ~ 0.33	0.85 ~ 1.05	1.05 ~ 1.18	≤ 0.015	≤ 0.015	0.93 ~ 1.05	≤ 0.30	≤ 0.15	0.09 ~ 0.13	≤ 0.04	0.05 ~ 0.11	≤ 0.03	≤ 0.15
现缩小规格	0.30 ~ 0.33	0.95 ~ 1.05	1.05 ~ 1.15	≤ 0.015	≤ 0.015	0.93 ~ 1.05	≤ 0.30	≤ 0.15	0.09 ~ 0.13	≤ 0.04	0.04 ~ 0.08	0.020 ~ 0.035	≤ 0.15

重熔工艺优化前后的参数对比见表 3。30CrMnSiA 钢电渣重熔时对渣系作了适当的调整,即在传统的精选二元渣基础上,另加钛白粉。同时,电渣炉上使用计算机控制系统,采用“输入功率递减”的工艺参数进行冶炼,使 30CrMnSiA 钢电渣重熔过程保持稳定。钢锭表面光洁,无渣沟。

表 3 1.2 t 30CrMnSiA 钢的传统 ESR 和优化 ESR 工艺的对比

Table 3 Comparison between traditional ESR and optimum ESR process for 1.2 t ingot of steel 30CrMnSiA

工艺	渣系	供电制度	充填比	水温控制
传统工艺	精选二元渣 60 kg	分段控制: 2:00 前,炉口电压 36 ~ 38 V, 电流 10 500 A; 2:00 后,炉口电压 34 ~ 36 V, 电流 9 500 A	0.40	由人工手动调节水闸来控制结晶器冷却水的水温(操作不方便)
优化工艺	精选二元渣 60 kg, 另配钛白粉 0.40 kg	计算机控制,实行“输入功率递减”方式冶炼。初始炉口电压 35 V, 电流 11 000 A, 分别按一定速率下降	0.53	通过电子闸阀由计算机控制(操作简单、易行)

表 4 1.2 t 30CrMnSiA 电渣钢锭传统工艺和优化工艺技术参数及指标的对比

Table 4 Comparison of technology parameters and indexes of traditional and optimum process to produce 1.2 t ESR steel 30CrMnSiA ingot

工艺对比	生产周期 (母材冶炼到电渣重熔)	母材中[H]/ 10 ⁻⁶	金属收得率/ %	电渣锭中[Ti]/ %	电渣冶炼电耗/ (kWh · t ⁻¹)	废品量/ (kg · t ⁻¹)
传统工艺	9 ~ 12 天	2.13	电炉锭 → 电渣锭 82.41	0	1 541	109.55
优化工艺	2 天	1.26	铸棒 → 电渣锭 93.75	0.005 ~ 0.012	1 340	29.42

为 93.75%。

(3) 电渣冶炼的充填比由传统工艺的 0.40 提高到优化工艺的 0.53(面积比)。

(4) 综合比较降低成本 487.65 元/t。

4 结论

采用“EAF + ESR”双联法工艺生产 1.2 t 锭型 30CrMnSiA 电渣钢,可操作性强,实现了短流程、高效益生产,工艺是可行的。与传统工艺相比,金属收

2.2 结晶器水温的控制

使用计算机控制系统的电渣炉冶炼,水温的具体控制如下:在电渣重熔到中后期,水温应控制在 50 ~ 60 ℃(夏天控制在 55 ~ 65 ℃)之间。停电后,逐渐减少结晶器的进水,维持较高水温(≥45 ℃)。

2.3 加强钢锭的缓冷减小组织应力的作用

电渣重熔完毕,30CrMnSiA 钢锭在结晶器内模冷 45 min 后,及时快速地进入纤维筒缓冷。保温时间为 84 h(夏天为 96 h)。

3 优化工艺前后电渣锭质量对比

1.2 t 30CrMnSiA 电渣钢工艺优化前后的技术指标对比见表 4。

工艺优化后的主要效果有:

(1) 优化工艺前综合吨钢废品高达 109.55 kg/t。而采用优化工艺综合吨钢废品只有 29.42 kg/t。与传统工艺比,其吨钢废品下降了 80.13 kg/t,降幅达 73.14%。

(2) 传统工艺电渣钢锭的综合金属回收率为 82.41%;采用优化工艺电渣钢锭的综合金属回收率

得率提高 11.34%,吨钢废品降低 80.13 kg/t。综合成本降低 487.65 元/t。

参考文献

- 1 王宝峰,丁国,赵丽萍,等. Nb-Ti 微合金化钢 QStE380TM 汽车大梁用热轧钢板的研制. 特殊钢, 2006, 27(2): 49

张洲(1971-),男,高级工程师,1992年武汉钢铁学院毕业,从事电渣钢工艺研究。

收稿日期:2006-06-17