

Φ210 ~ 310 mm 圆坯连铸机的技术改造

孙彦辉¹ 沈涛² 姜桂连² 温德松² 李士琦¹

(1 北京科技大学冶金与生态工程学院, 北京 100083; 2 天津钢管有限责任公司, 天津 300301)

摘要 通过优化中间包参数, 采用带顶缘的冲击碗与单坝组合的控流装置; 全板簧谐振式结晶器振动机构; 增加一套外置式结晶器电磁搅拌装置, 改善二冷工艺等措施, 提高了钢水的洁净度、圆铸坯表面质量和铸坯中等轴晶比例, 改善了铸坯组织。技术改造后, 天津钢管公司连铸 Φ210 ~ 310 mm 圆坯的年产量由 60 万 t 提高到 90 万 t, 铸坯的综合合格率为 99.66%。

关键词 圆坯 连铸机 技术改造

Technology Revamping of a Φ210 ~ 310 mm Round Billet Concaster

Sun Yanhui¹, Shen Tao², Jiang Guilian², Wen Desong² and Li Shiqi¹

(1 School of Metallurgical and Ecological Engineering, University of Science and Technology, Beijing 100083;
2 Tianjing Pipe Corp, Tianjing 300301)

Abstract The technology measures such as optimizing parameters of tundish, adopting control flow device combined shock bowl possessed of roof flange with single dam, using a new typical oscillator with full plate spring resonance model, added a set of external electromagnetic stirrer are implemented to increase the cleanliness of liquid steel, improve the surface quality of round cast billet, the equiaxial crystal ratio and the structure of billet. After technology revamping, the annual output of Φ210 ~ 310 mm round billet at Tianjing Pipe increased up to 900 000 t from 600 000 t and the comprehensive qualified rate of casting billet increased up to 99.66%.

Material Index Round Billet, Concaster, Technology Revamping

天津钢管公司通过对电弧炉和圆坯连铸机进行高效化改造, 使电弧炉冶炼周期由原设计的 100 min 缩短到 70 min 之内, 连铸浇铸周期由原设计的 84 min 降至与冶炼周期相匹配。

1 圆坯连铸机技术改造的预期目标与效果

圆坯连铸机高效化改造的目标: (1) 改进铸坯质量, 使 95% 以上的连铸坯内部质量达到 SMS DEMAG 铸坯硫印的一级标准; (2) 连铸机拉速比原设计提高 30% 左右, 与电弧炉生产能力相匹配, 连铸机年生产能力由 63 万 t 提高到 87 万 t。

2 圆坯连铸机的主要技术改造

2.1 中间包冶金技术的开发

采用了物理模拟和计算机模拟的方法来研究 4 流连铸中间包内的流动特征并进行控流元件参数的优化^[1,2]。本研究设计如下实验方案: 原型中间包模拟实验; 空包模拟实验; 改进方案实验 II ~ V (表 1)。其中方案 II 为带顶缘的冲击碗与单坝组合的控流装置; 方案 III 为不带顶缘的冲击碗与单坝组合的控流装置; 方案 IV 为不带顶

缘的冲击碗与单坝组合的控流装置; 方案 V 为带顶缘的冲击碗与单坝组合的控流装置。

从表 1 中可以看出, 方案 III 的平均停留时间的均值远小于不加冲击碗前的值, 甚至小于空包的值, 显然这类控流装置效果不理想。而带顶缘的冲击碗与单坝组合的控流装置 (方案 V) 的各项参数均远优于上述控流装置, 且装置相对简单, 耐火材料消耗少, 便于现场应用。

2.2 板簧式结晶器振动系统的应用

天津钢管公司原有的结晶器振动装置, 为短臂四连杆正弦振动装置, 不能满足高效化连铸的要求。为适应高拉速的生产条件, 天津钢管公司决定采用一套全新的全板簧谐振式结晶器振动机构, 采用国际上先进的结晶器板簧振动装置, 代替原来的偏心四连杆机构^[3]。图 1 为改造前后铸坯振痕比较。

2.3 结晶器电磁搅拌技术

天津钢管公司在圆坯连铸机改造方案中, 增加一套外置式结晶器电磁搅拌装置。外置式结晶器电磁搅拌器的搅拌区域跨于结晶器下部于足辊

表 1 中间包冶金实验分析结果
Table 1 Analysis results of tundish metallurgy test

方案	$T_{\min 1}/\text{min}$	$T_{\min 2}/\text{min}$	$S_{1\min}/\text{min}$	$S_{1\text{peak}}$	$t_{\text{avg}}/\text{min}$	S_{1a}	$V_{\text{pav}}/\text{m}^3$	$R_{\text{p/d}}$	$R_{\text{pav/d}}$
原型	36.8	2.64	24.1	66.66	220.2	54.9	0.061 9	0.201 4	2.25
空包	11.2	0.5	7.61	44.80	184.4	48.5	0.018 5	0.044 0	1.38
改进 II	46.3	20.7	19.4	5.48	139.6	35.3	0.108 1	0.192 7	0.783
改进 III	48.1	26.5	18.1	21.72	153.5	38.4	0.123 6	0.238 9	0.933
改进 IV	52.1	25.8	13.9	70.87	247.3	64.5	0.112 1	0.504 3	3.50
改进 V	45.5	29.5	9.55	33.91	228.1	24.1	0.113 9	0.402 8	2.54

注: $T_{\min 1}$ -近流响应时间; $T_{\min 2}$ -远流响应时间; $S_{1\min}$ -各水口响应时间标准差; $S_{1\text{peak}}$ -浓度峰值时间标准差; t_{avg} -各水口的平均停留时间; S_{1a} -各水口平均停留时间的标准差; V_{pav} -相对各水口的中间包内平均活塞区体积; $R_{\text{p/d}}$ -平均活塞区体积与平均滞留区体积之比; $R_{\text{pav/d}}$ -平均活塞区体积与平均滞留区体积之比。

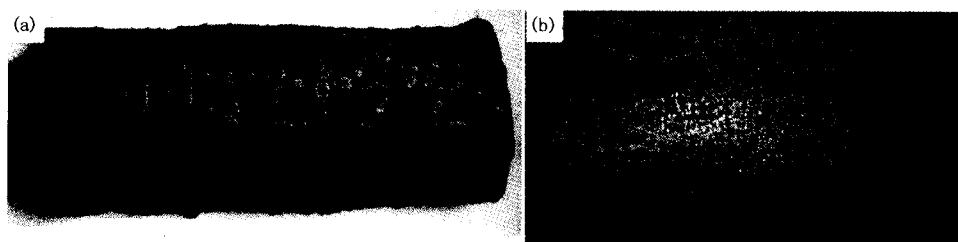


图 1 振动器改造前后铸坯振痕比较:(a) 原有振动系统振痕;(b) 现有振动系统振痕

Fig. 1 Comparison of oscillation mark of cast billet before and after oscillator revamping: (a) oscillation mark with original oscillator; (b) oscillator mark with recent oscillator

之间。该方案优点为:(1) 安装位置离弯月面足够远,不会因强烈的搅拌引起弯月面大的波动;(2) 电磁搅拌器可在较大的功率下工作,充分发挥搅拌器的潜力,既能使钢液达到最佳的流速,获得最佳冶金效果,又能避免白亮带产生。

为优化搅拌工艺,进行了大量的电磁搅拌试验。最终确定搅拌工艺如表 2 所示。

采用电磁搅拌后,连铸坯的等轴晶率由 30% 提高到 50%,显著提高了连铸坯的质量。

2.4 二次冷却制度

冷却区由原来的 3 区分成现有的 4 区,配水表由原来的 2 个增至 17 个,可根据钢种和断面不同选择合理的水表号;而且配水表是开放的,可根据将来的需要新建配水表。

表 2 圆铸坯电磁搅拌工艺参数

Table 2 Process parameters of electromagnetic stirring for round cast billet

铸坯规格/mm	频率/Hz	钢的 C 含量/%	搅拌方式	搅拌电流/A
Φ210	4	0.16 ~ 0.52	8/2/8	340
		< 0.15 或 > 0.53	6/2/6	365
Φ270	2.5	0.16 ~ 0.52	7/2/7	340
		< 0.15 或 > 0.53	7/2/7	350
Φ310	2.5	0.16 ~ 0.52	8/2/8	330
		< 0.15 或 > 0.53	7/2/7	360

2.5 拉矫机

增设第 5 架拉矫机,使每架拉矫机的工作压力有所降低,可减轻铸坯压痕深度和椭圆度,并有利于减轻铸坯内裂现象的发生。

3 实施高效化改造后的生产效果

钢水浇铸速度由改造前平均 118 t/min,提高到 214 t/min,年产量增加了近 30 万 t,具备了年产 90 万 t 的生产能力;铸坯的综合合格率,由 99.13% 提高到 99.66%,裂纹废品率降至 0.10%;溢漏率由 0.16% 降低到 0.13%。

参考文献

- 1 谢 健,郑淑国,吴永来,等.五流 T 型中间包控流装置优化的水模型实验.材料与冶金学报,2002,1(4):285
- 2 郑淑国,朱苗勇,姜桂连,等.四流矩形中间包冲击碗应用水模实验研究.钢铁,2004,39(5):23
- 3 姜桂连,李宝君,宋嘉鹏.圆坯连铸机的高效化改造与生产实践.特殊钢,2003,24(5):53

孙彦辉(1971-),男,讲师,2002 年北京科技大学毕业,从事电弧炉炼钢新技术及连铸坯质量研究。

沈 涛(1963-),男,工程师,1984 年北京钢铁学院毕业,从事冶金技术研究。