

二冷区辊式电磁搅拌在包钢板坯连铸机的应用

董 珍¹ 刘 平¹ 贾生建² 韩春鹏¹ 姜海龙¹

(包钢 1 技术中心; 2 薄板坯连铸连轧厂, 包头 014010)

摘 要 叙述辊式二冷区电磁搅拌(400 A, 1 ~ 16 Hz)在包钢 Q345B、Q550D、Q345E 钢(200 ~ 300) mm × (1 200 ~ 2 300) mm 板坯连铸机上的应用效果。生产实践表明,当连铸工艺相同时,采用电磁搅拌工艺后,板坯的内部质量得到了显著改善,中心等轴晶率由平均 9.7% 增加到 30.3%,中心碳偏析指数由 1.17 降到 1.01, A 类中心偏析所占的比率由平均 5.1% 降到 0.6%。

关键词 二冷区 辊式电磁搅拌 板坯连铸 铸坯内部质量

Application of Roll-Type Electromagnetic Stirring in Secondary Cooling Zone of Slab Caster at Baotou Iron and Steel Corp

Dong Zhen¹, Liu Pin¹, Jia Shengjian², Han Chunpeng¹ and Jiang Hailong¹

(1 Technical Center, 2 Thin Slab Continuous Casting and Rolling Plant, Baotou Iron and Steel Corp, Baotou 014010)

Abstract Application effect of roll-type electromagnetic stirring (400 A, 1 ~ 16 Hz) in secondary cooling zone of (200 ~ 300) mm × (1 200 ~ 2 300) mm slab caster for steel Q345B, Q550D and Q345E at Baotou Steel is presented. Production practice results show that with same continuous casting process the internal quality of casting slab is improved obviously by using final electromagnetic stirring process, i. e. the average central equiaxial crystal ratio increases to 30.3% from original 9.7%, the central carbon segregation index reduces to 1.01 from 1.17 and the average A-type central segregation ratio decreases to 0.6% from 5.1%.

Material Index Secondary Cooling Zone, Roll-Type EMS, Slab Caster, Internal Quality of Casting Slab

包钢宽厚板铸坯连铸机于 2007 年建成投产,为了满足下游工序对板坯质量的要求,针对宽厚板铸坯存在中心偏析、中心疏松等内部质量缺陷,在宽厚板铸机上增加了二冷区电磁搅拌装置。

1 主要技术参数

宽厚板连铸机为直弧、连续弯曲、连续矫直连铸机(表 1)。主要生产碳素结构钢板、低合金高强度钢板、管线钢、船板、桥梁用结构钢板、容器钢板、耐

表 1 板坯连铸机的主要技术参数

Table 1 Main technical parameters of slab caster

项目	参数
钢包容量/t	210
中间包容量/t	42
中间包平均过热/℃	20
铸坯断面/(mm × mm)	(200 ~ 300) × (1 200 ~ 2 300)
弧形半径/mm	9 500
流数/流	1
拉速/(m · min ⁻¹)	0.8 ~ 2.0
结晶器长度/mm	900
二次冷却方式	气雾冷却
矫直方式	连续矫直
浇铸控制	液面自动控制
铸流保护	浸入式水口
平均浇铸时间/min	50
设计生产能力/(万 t · a ⁻¹)	152

表 2 二冷区电磁搅拌器的主要技术参数

Table 2 Main technical parameters of electromagnetic stirrer in secondary cooling zone

项目	参数
型式	辊式行波磁场, 2 根对置, 共 2 对
绕组方式	克莱姆绕组
额定电流/A	400
额定电压/V	500
频率/Hz	1 ~ 16
冷却水流量/(m ³ · h ⁻¹)	10 ~ 15
冷却方式	纯水冷却
外形尺寸/mm	Φ240 × 2 300
距结晶器弯月面的距离/m	2 ~ 8

磨钢板等。二冷区电磁搅拌器主要参数见表 2。

2 应用效果

生产线的工艺流程为:铁水预处理→210 t 转炉冶炼→LF 精炼→板坯连铸。

2.1 对铸坯中心等轴晶率的影响

铸坯的低倍组织是评价铸坯内部质量的重要指标,连铸坯典型的低倍组织是由 3 个带组成的,即靠近表皮的是细小等轴晶带,其次是像树枝状的晶体组成的柱状晶带,中心是粗大的等轴晶带^[1]。

对 Q345B、Q550D、Q345E 三个钢种分别在电磁

搅拌和非电磁搅拌工艺条件下,板坯的中心等轴晶率进行了对比。根据 GB/T1591-2008 将 Q345B、Q550D、Q345E 三个钢种的主要化学成分列于表 3。

表 4 是两种工艺条件下板坯中心等轴晶率的对比结果,由表 4 可见,采用电磁搅拌工艺后板坯的中心等轴晶率明显增加,由平均 9.7% 增加到 30.3%。

2.2 对铸坯中心偏析的影响

铸坯内部的偏析分为显微偏析和宏观偏析。显微偏析表现为树枝干和树枝晶间的成分差异,通过显微镜来鉴别。而宏观偏析表现为铸坯局部成分的不均匀性,它可以用钻取试样化学分析得知,元素的偏析程度(L)可用 C/C₀ (式中:C 为测定点元素的含量;C₀ 为钢中元素的平均含量或包中钢样成分)来量度^[21]。对 Q550D 钢分别在有无电磁搅拌工艺条件下板坯的中心碳偏析指数进行了对比,结果见图 1(a)。由图 1(a)可见,采用电磁搅拌工艺可有效地降低板坯中心碳元素的成分偏析,中心碳偏析指数从 1.17 降到 1.01。

2.3 对板坯内部质量的影响

由图 1(b)和图 2(a,b)的板坯酸蚀低倍检验结果可见,采用电磁搅拌工艺后,板坯的低倍组织结构更加致密,避免了柱状晶“搭桥”结构,减轻了中心疏松和偏析,基本消除了 A 类中心偏析,A 类中心偏析所占的比率由平均 5.1% 降低到 0.6%,板坯的内部质量得到了显著改善。

3 结论

(1)采用电磁搅拌工艺后板坯的中心等轴晶率明显增加,由平均 9.7% 增加到 30.3%。

(2)采用电磁搅拌工艺可有效降低板坯中心碳元素的成分偏析,中心碳偏析指数从 1.17 降低到 1.01。

(3)采用电磁搅拌工艺后板坯的内部质量得到了显著改善,A 类中心偏析所占的比率由平均 5.1% 降到 0.6%。

参考文献

1 蔡开科,潘毓淳,赵家贵.连续铸钢 500 问.北京:冶金工业出版社

表 3 连铸钢种化学成分/%
Table 3 Chemical composition of casting steel grades /%

钢种	C	Si	Mn	P	S	V	Nb	Als
Q345B	≤ 0.20	≤ 0.50	≤ 1.70	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.15	≤ 0.07	-
Q345E	≤ 0.18	≤ 0.50	≤ 1.70	≤ 0.025	≤ 0.020	≤ 0.15	≤ 0.07	≥ 0.015
Q550D	≤ 0.18	≤ 0.60	≤ 2.00	≤ 0.030	≤ 0.025	≤ 0.12	≤ 0.11	≥ 0.015

表 4 有无电磁搅拌的板坯中心等轴晶率/%
Table 4 Central equiaxial crystal ratio in slab with S-EMS and without S-EMS /%

钢种	电磁搅拌	
	有	无
Q345B	30	8
Q550D	28	10
Q345E	33	11

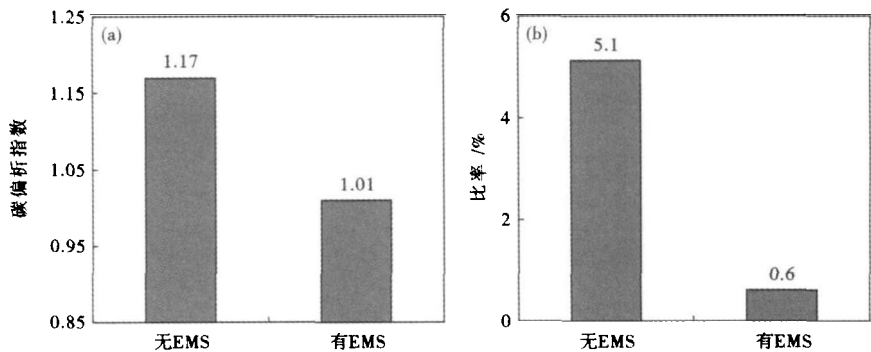


图 1 无电磁搅拌和有电磁搅拌的板坯碳偏析指数(a)和 A 类中心偏析所占比率(b)
Fig. 1 Carbon segregation index (a) and ratio of A-type central segregation (b) of slab casting without S-EMS and with S-EMS

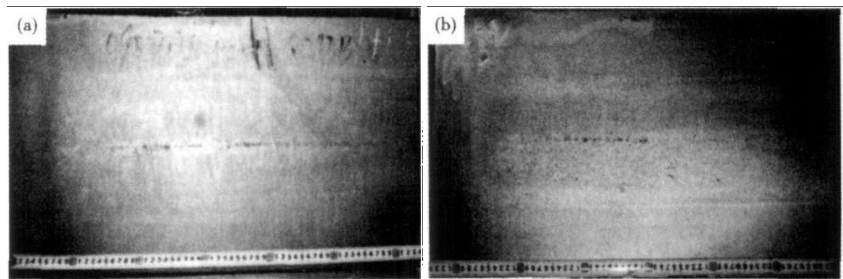


图 2 无电磁搅拌(a)和有电磁搅拌(b)板坯低倍组织形貌
Fig. 2 Morphology of macrostructure of slab casting without S-EMS (a) and with S-EMS (b)

社,1994
2 陈家祥.钢铁冶金学.北京:冶金工业出版社,2007

董 珍(1969-),女,硕士,高级工程师,1991 年内蒙古科技大学毕业,炼钢工艺研究和新产品开发。

收稿日期:2011-05-25