

DOI: 10.13228/j.boyuan.issn1005-4006.20190074

大弧形半径圆坯连铸机新增板坯装备及工艺特点

胡永才, 李圣海, 刘 旭, 姜盛鑫
(东北特殊钢股份有限公司, 辽宁 大连 116105)

摘 要:介绍东北特殊钢股份有限公司炼钢厂在16.5 m弧形半径圆坯连铸机增加200 mm×(500~850)mm板坯断面的装备情况以及产品质量特点。对于厚度为200 mm的板坯断面而言,铸机半径 R 是厚度 H 的82.425倍,远超出常规板坯半径是厚度的40~50倍设计理念,致使连铸坯具有高密度的质量特点。板坯断面生产的Q195系列品种终端产品,远销国内外市场;DL166、718H系列不锈钢代替模铸开坯材,大幅度降低锻造成本。

关键词:大弧形半径连铸;板坯连铸;工艺特点

文献标识码:A **文章编号:**1005-4006(2020)01-0071-03

New slab equipment and process characteristics of slab continuous casting with large arc radius

HU Yong-cai, LI Sheng-hai, LIU Xu, JIANG Sheng-xin
(Northeast Special Steel Co., Ltd., Dalian 116105, Liaoning, China)

Abstract: The equipment and product quality characteristics of increasing 200 mm×(500-850) mm slab section on 16.5 m ARC radius round billet caster in the steelmaking plant of Northeast Special Steel Co. Ltd. were introduced. For slab sections with a thickness of 200 mm, the radius R of new section is 82.425 times of the thickness H , which is far more than the 40-50 times of the thickness of the conventional slab, resulting in high density quality characteristics of the continuous casting slab. The Q195 series products produced by slab section are exported to the domestic and foreign markets. DL166 and 718H series stainless steels are used to replace the die casting blanks, thus greatly reducing the forging cost.

Key words: large arc radius continuous casting; slab continuous casting; process characteristics

东北特殊钢股份有限公司炼钢厂装备了一台由瑞士康卡斯特设计制造弧形半径为16.5 m的 ϕ 600、 ϕ 700、 ϕ 800 mm圆坯连铸机。顺应市场的发展需求、降低步骤费用,经论证最终决定,采用中冶连铸设计方案在连铸机增加200 mm×(550~850)mm板坯断面,年设计产能为50万吨/年。

1 圆坯铸机基本工艺参数

东北特钢大连炼钢厂4号圆坯连铸机从瑞士卡达斯特引进关键设备及技术,是高自动化度、配套完善设备的连铸机之一。具备下渣检测、连续测温、动态配水、铸流加热、轻压下、在线称重等多项先进控制技术。基本技术参数指标如表1所示。

2 新增断面设计方案

为了降低改造成本,在最大程度利旧的前提下,充分利用原有振动台、扇形段基座、涡流检测等

工装条件;改造中间包水口对中、二冷排蒸汽方式、拉坯矫直机、火切机、出坯辊道;新增结晶器总成、板坯扇形段、引锭杆、离线校弧设备、二冷动态配水、自动化火切等程序,设计板坯连铸专用保护渣以及整体浸入式水口。

表1 连铸机基本技术参数

Table 1 Basic technical parameters of continuous caster

项目	参数
铸机机流数/个	2
设计拉速/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	0.1~0.4
基本弧半径/m	16.5
流间距/m	4
生产断面/mm	ϕ 600、 ϕ 700、 ϕ 800
液面距切点辊距离/m	29.5
冶金长度/m	48.3
扇形段数量/个	5
液面检测方式	电磁涡流
振动形式	双液压振动单元
冷却方式	气雾冷却
拉矫机配置	15架(第8架无传动)

作者简介:胡永才(1979—),男,硕士,高级工程师;

E-mail: yongcai@163.com;

收稿日期: 2019-09-16

2.1 拉速以及扇形段辊列设计

圆坯原有辊列为凹槽设计,弧半径为16.5 m,而新增的板坯扇形段辊列为平辊设计。因此,确定板坯弧型半径为16.485 m。考虑弧形半径较大,新增断面需要利用原有扇形段长度,避免“鼓肚”缺陷。因此,设计确定冶金长度在最后一个扇形段出口位置,总长度为14.9 m。根据凝固理论计算,允许拉速范围0.70~1.10 m/min,单炉浇注时间约50 min。

2.2 结晶器与振动台设计

板坯结晶器的设计以保留大圆坯连铸机结晶器基座、结晶器水接口不变为基础,将板坯结晶器通过螺栓固定在原来大圆坯连铸机结晶器振动台架上,保证结晶器的快速简便更换。新增200 mm×(550~850) mm断面板坯结晶器总成,具备离线调节宽度、锥度功能。板坯结晶器与原振动接口一致,宽面足辊固定在结晶器框架上;窄面铜板、窄面足辊和喷淋框架通过螺栓以插件方式固定在支撑板上。

2.3 中间包改造设计

中间包设计时,由于新增断面铸流弧半径发生变化,导致中间包车前后行程距离不满足板坯需求,设计时利用原有中间包,将水口中心位置向铸流方向移动80 mm,重新设计整体浸入式水口以满足生产需求。

2.4 新增板坯扇形段

板坯扇形段设计时,充分利用原有圆坯扇形基座,与圆坯段序一一对应。在圆坯扇形一段、二段位置安装整体板坯1和2扇形段,对应的扇形3~5段上安装扇形板坯段,板坯扇形段采取辊列收缩排布以满足凝固过程中的体积收缩要求。图1为板坯扇形段辊列示意图。

2.5 新增二冷方案

二次冷却采用全水加气雾冷却方式,二冷水可调节范围大,满足不同品种的浇注需求。二次冷却采取动态配水、分区控制模式。板坯连铸机二冷区共划分为5个区,即:足辊冷却区分宽面区(二冷1区W)足辊窄面区(二冷1区N),此部分为全水冷却;二冷2区(1和2段上部)、二冷3区(1和2段下部)、扇形段二冷4区(扇形3段)、二冷5区(扇形段4和扇形段5)。表2板坯扇形段冷却区域划分分布。

考虑内外弧以及各区冷却需求不同,参考文献[2],设计时采取多种喷嘴组合的形式,在合理的喷嘴选型前提下,能够保证浇注过程中,铸坯冷却均匀,温度回升小,温度场分布均匀。图2为铸坯表面温度、中心温度以及固相率控制模型。

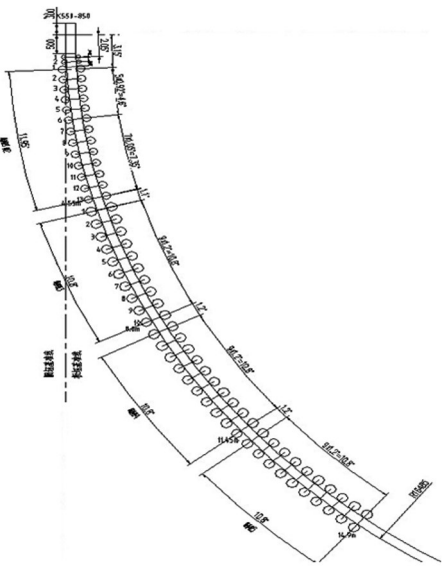


图1 板坯扇形段辊列图

Fig.1 Roll diagram of slab sector

表2 板坯扇形冷却区分布

Table 2 Cooling zone layout of slab sector

二冷分区	位置	冷却形式
1区N	结晶器窄面足辊	喷水
1区W	结晶器宽面足辊	喷水
2区	扇形段1和2上部	气雾冷却
3区	扇形段1和2下部	气雾冷却
4区	扇形段3	气雾冷却
5区	扇形段4~5	气雾冷却

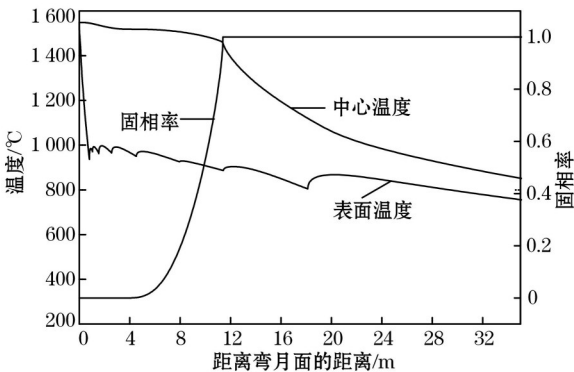


图2 表面温度、中心温度与固相率控制模型

Fig.2 Model of surface temperature, central temperature and solid rate

2.6 拉矫机改造设计

由于板坯与圆坯厚度尺寸偏差较大,现有减速电机安装位置较低,由于板坯生产上辊行程增加,导致万向联轴器弯曲补偿角度不够,改造时对拉矫电机安装高度进行调整,对不满足生产需求的液压缸机架不进行更换,实现兼容生产;板坯生产利用

圆坯连铸机的3、4、5、7、9、15架拉矫机参与工作,其中15架为送引锭架次,采取增加辊套措施,生产圆坯时拆除。程序方面,板坯生产所需压下力及使用架次进行重新编程控制,并能够实现模式自动切换。

2.7 火焰切割改造

将原有圆坯仿弧切割程序改进优化,增加板坯操作界面,火切机参数设定界面,实现不同断面、不同的切割曲线、单枪和双枪都能自由切割。

2.8 辊道以及引锭杆

出坯辊道在原有辊道设计增加活动可调间距侧导向,这样满足圆坯、板坯两种断面兼容的生产模式。新增板坯引锭杆,采取链式下装形式、离线调宽引锭头设计。使用光栅检测引锭位置,实现自

动脱锭、存放功能。

2.9 自动化控制

新增相关连铸机自动化程序人机界面:主要包括板坯连铸机的的模式转换、连锁控制、拉矫机的辊缝调节,HMI画面增加断面选择,增加二冷喷淋设备电控及仪表设施及控制曲线。

3 冶金效果

3.1 铸坯具备高密度特性

通过实际测量100组Q345-1、Q345+Cr+V钢种冷坯长度和重量,其成分如表3所示,计算得出冷坯密度达到7.924 t/m³,高于常规冷坯密度7.85 t/m³。分析认为是由于铸机弧形半径大产生的钢水静压力大和采取相对较弱的冷却制度导致。。

表3 Q345-1、Q345+Cr+V成分(质量分数)
Table 3 Composition of Q345-1、Q345+Cr+V %

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	V
Q345-1	0.28~0.35	0.15~0.35	1.20~1.40	0~0.030	0~0.030	-	-
Q345+Cr+V	0.19~0.25	0.35~0.50	1.40~1.50	0~0.030	0.06~0.20	0.06~0.20	0.03~0.10

3.2 良好的低倍组织

一次性热式车成功后,经过拉速以及二冷水优化调整后,连铸坯低倍质量达到良好的质量水平。图3为200 mm×850 mm断面,浇注生产Q345+Cr+V钢种横向低倍组织,中松1.0级。工艺参数:拉速0.80 m/min,比水量0.40 L/kg。

图4为200 mm×650 mm断面,浇注生产DL166钢种横向低倍组织,中松2.0级。工艺参数:拉速0.75 m/min,比水量:0.30 L/kg。

3.3 板坯铸机缺点

在200 mm×850 mm断面Q345钢种,比水量设定在0.40 L/kg时,当拉速超过1.05 m/min,铸坯在出扇形段末端出现中心“鼓肚”情况,根据文献[3]以及结合铸机自身特点分析认为,主要是由于连铸机弧形半径大,拉速较快冶金长度增加,出扇形段铸坯中心未完全凝固导致。

4 结语

我公司在圆坯连铸机上增加板坯断面是一次成功的改造项目,连铸坯具备高质量、高密度的特点,所生产的连铸坯满足下游用户轧制需求,为企业带来客观的经济效益。但由于连铸机未配置辊间搅拌,限制了产品进一步质量提升的控制手段。本次改造项目开创了中国大弧形半径连铸新增板坯断面的先河,对其他类似的改造具有指导意义。

参考文献:

[1] 卿家胜,刘青,王欣,等.板坯连铸二冷喷嘴对冷却效果影响的研究[J].炼钢,2010,26(1):48.
[2] 宁振宇,吴迪平,秦勤,等.板坯连铸三维鼓肚变形仿真研究[J].冶金设备,2007(2):5.



图3 200 mm×850 mm低倍组织
Fig.3 200 mm×850 mm macrostructure

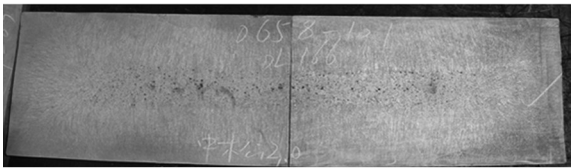


图4 200 mm×650 mm低倍组织
Fig.4 200 mm×650 mm macrostructure