

首钢长钢炼钢厂 5 号铸机升级改造设计

魏 强

(山西首钢国际工程技术有限公司, 山西 长治 046031)

摘要:针对首钢长钢公司的产业布局要求,对 5 号方坯铸机进行升级改造,使其能够高效浇铸方圆兼用的品种钢。重点分析了如何充分利用原有设施实现低成本的高效改造。同时对结晶器、结晶器振动装置、二冷系统及拉矫机等关键部位进行充分研究和选型,并跟踪铸机改造后的效果。

关键词:连铸机 高效改造 方圆兼用

中图分类号:TF341

文献标识码:B

文章编号:1672-1152(2014)06-0076-03

首钢长钢公司新区炼钢厂实施填平补齐炼钢工程后,已形成三吹三冶炼工艺,新区炼钢能力可达 280.8 万 t。为落实首钢实施中西部经济布局战略及北京地区涉钢系统停产后优势技术、产品和装备转移的战略;并根据首钢长钢公司“三步走”发展战略和建设世界一流精品钢材生产制造基地的要求,新区新建 1 条 100 万 t/年精品棒材生产;正在建 1 条 110 万 t/年优质高线生产线、拟建 1 条 10 万 t/年无缝钢管生产线。

其中精品棒材的 60%约 60 万 t 为品种钢;优质高线的 75.4%约 85 万 t 为品种钢,共计约 145 万。现有 8 号连铸机生产品种钢的年产能为 100 万 t,仍有 45 万 t 的产能缺口。同时新区待建 10 万 t/年无缝钢管厂需约 10.5 万 t 连铸管坯。由于新区轧钢所有用坯均由 3×80 t 转炉车间供给,因此需要对 3×80 t 转炉车间的 5 号连铸机进行升级改造,方能实现工序能力匹配。

1 改造目标

新区炼钢厂 5 号连铸机升级改造工程定位为国内先进技术装备水平,对已应用的成熟先进适用技术尽量加以采用,建立低成本、低能耗、低排放、可循环的生产体系,生产市场短缺、高附加值的产品。遵循“快、精、省”的建设原则^[1];优化工艺流程,工艺配置体现高效、优质、节能、环保的技术特点;采用先进的连铸工艺和技术装备,各项技术经济指标达到同类企业先进水平;公辅介质供应原则:蒸汽、氧氮氩

收稿日期:2014-10-23

作者简介:魏强(1977—),男,现于山西首钢国际工程技术有限公司任高级项目经理,工程师。E-mail:ssietwq@126.com

气、压缩空气、煤气由首钢长钢公司综合平衡与供应;改造及新增设备配置考虑与 7 号、8 号连铸机设备型号的兼顾,以减少备品备件。改造 5 号连铸机系统为可浇注品种钢且浇注断面实现方圆兼用的现代化高效连铸机。同步改造与之配套的水、电、气等公辅设施。

2 升级改造方案

2.1 规模和产品方案

2.1.1 规模

5 号连铸机升级改造完成后,年可生产约 75 万 t 钢坯。其中 65 万 t/年为优质线材用坯,10 万 t/年为无缝钢管用圆坯。

2.1.2 产品方案

5 号连铸机浇注的钢种以优质碳素结构钢、中高碳钢、高碳钢、冷镦钢为主。

铸坯断面为 150 mm×150 mm 的小方坯和直径为 Φ160 mm×(9~12) m 的管坯。

2.2 改造方案

2.2.1 连铸机机型的选择

原 5 号连铸机机型:全弧型、单点矫直。

升级改造后 5 号连铸机机型为全弧型、连续矫直。结晶器振动水平半径线标高由原先的 ∇+8.5 m 抬高为 ∇+8.512 m,抬高了 12 mm,拉矫机出口处辊面标高由原先的 ∇-1.50 m 抬高至 ∇-1.497 3 m,抬高了 2.7 mm。结晶器外弧基准线及铸坯水平出坯辊面标高仍保持不变。

连铸机的基本弧形半径不做改造,按原 5 号连铸机半径作为现 5 号连铸机的基本弧形半径为 10 m。

根据产能要求(年产量 75×万 t/年)及浇注断

面的拉速综合考虑,确定本工程连铸机仍然为5流,不做增流考虑。

2.2.2 连铸机主要改造内容

1)钢包回转台:设备主体利旧,传动机构的减速器、事故气动马达、大包称重装置更新。

2)钢包加盖机:设备主体利旧,升降、横移机构的电液推杆、大包盖更新。

3)中包车:中包车主体利旧,在中间包车轨道梁上增设称重装置,在铸机中心线北侧新设一个放渣位(两车共用),北侧烘烤位北移,相应修改中间包车行程控制及托链。

4)中间包和盖:中间包工作液面由700 mm抬高到800 mm,有效提高钢液滞留时间,促进夹杂物的上浮。中间包带有包盖,以降低中间包钢水温降。中间包底部设有事故切断阀,以便事故状态切断水口停止浇铸。中间包带连续测温装置。本工程利旧改造部分中间包以安装塞棒机构,同时新增8个中间包。

5)塞棒机构:塞棒机构安装在中间包包壳上,塞棒机构采用电动缸控制,可以与结晶器液面控制联动,用来关闭或调整中间包浇铸水口的钢液流量。主要结构与8号机一致,以便备件统一。

6)钢包保护套管机械手:钢包长水口是通过机械手进行支撑和操纵。除支撑之外,机械手通过液压缸把水口固定在钢包的下部,并把水口密封在钢包上。

7)中间包预热装置:布置在浇注平台铸机两侧,用于中间包在线预热。转臂式结构,使用电液推杆提升预热臂。每个预热装置5个烧嘴,燃烧介质为焦炉煤气。

8)浸入式水口倒吸风装置:浸入式水口倒吸风装置固定安装在浇铸平台中间包预热位水口下方,对浸入式水口进行预热,并且有效提高中间包包底烘烤温度。倒吸风口数量为5个。

9)结晶器盖板:用于保护结晶器,结晶器盖板由小盖板、大盖板及保护罩本体组成,保护罩本体采用碳钢钢板焊接结构,盖板采用30 mm厚铸铁板。

10)结晶器:结晶器采用窄缝导流水套,焊接外壳体,多锥度钢管,整体式不锈钢内水套。钢管长度为900 mm,水缝宽度为3.5 mm,钢管材质为Cu-Ag,钢管壁厚约14 mm;镀层金属为铬,镀层厚度为0.08 mm;足辊排数为1,每排个数为4;足辊辊径为80 mm,材质为CrMo钢;全锥形水喷嘴。

11)结晶器液位检测装置:利旧修复,更换接

收器。

12)结晶器电磁搅拌装置:本工程采用外置式电磁搅拌,线圈采用除盐水闭路循环冷却方式冷却,工作频率为2~4 Hz。

13)结晶器振动装置:本工程采用非正弦振动,可以在线调整振频、振幅、偏斜率等参数,实现高振频、低振幅振动,并改善结晶器的润滑条件,使铸坯振痕变浅,达到改善铸坯表面质量的目的。振动装置采用数控电动缸驱动,半板弹簧短臂四杆机构导向,振动台与结晶器快速准确定位,同时介质自动接通并密封。振动频率为0~300次/min,振幅为0~10 mm。

14)二次冷却系统:二冷设计旨在获得理想的冷却效果即将使机械应力达到最小化,均匀冷却铸坯,确保铸坯质量^[2]。除足辊冷却外,二冷段由三个喷淋区段组成,一区活动段水冷,二、三区固定段气雾冷却。每段都由不锈钢喷淋管、喷嘴及支撑框架组成。各喷淋管与给水环管采用快速接头连接,安装方便、快捷。

15)固定段导向装置:安装在二冷室内,每流二冷固定段由3组对夹辊、1组托辊及水平辊组成。辊子铰接固定于钢结构上,便于调整外弧面托辊位置,准确对弧,内弧侧辊子采用特殊设计的双锥面辊,靠气囊压力使铸坯与内外弧导辊辊面紧密接触,同时限制了铸坯的横向摆动。同理,在开浇时,对夹辊的设置也保证了引锭杆准确进入结晶器。

16)凝固末端电磁搅拌装置:本工程预留凝固末端电磁搅拌装置的位置。

17)拉矫机:浇注时,克服结晶器及二冷装置的阻力,将铸坯拉出,并对铸坯进行矫直。矫直辊可以进行脱引锭操作。由单机架单点矫直改为整体机架五辊连续矫直,变频电机驱动主动辊,液压缸实施上辊压下。机架上设有水冷罩将铸坯封闭,辊子通水冷却。

18)引锭杆:因长时间使用,杆身严重损伤,弧度不同程度有变形现象,为保证改造后引锭杆能达到使用要求,需要更新;根据铸坯规格要求,新增Φ160 mm断面引锭头,其余设备利旧。

19)引锭杆存放装置:拉矫机由单点矫直改为连续矫直后,为保证出坯辊面不变,铸机水平半径线需抬高12 mm,引锭杆存放装置相应抬高安装,设备主体利旧,托辊更新。

20)火焰切割机:对现有火焰切割机设备进行更

新,新制作切割机的夹臂可适应方坯及圆坯。

21)压紧辊装置:压紧辊装置变形严重,设备全部更新。

22)切前辊道、切后辊道、运输辊道、出坯辊道:更换辊子,辊子中间开圆槽;辊道间盖板及导坯架出坯辊道导槽、盖板更新;其余设备利旧。

23)翻钢机:翻钢机钢液缸、机械限位、轴、梁、滑架更新,其余利旧。

24)铸坯移送机:铸坯移送机走行齿条梁利旧,车体全部更新。

25)液压翻转冷床:取消斜滑轨,液压翻转冷床整体抬高 620 mm,与翻钢机滑轨标高一致;铸坯移送机与冷床之间设过渡板,冷床前部齿条加长一段平齿与其衔接;加大 4 台升降油缸缸径以提高冷床负载能力,提高油缸使用寿命,改善冷床运行状况。辊道间盖板及导坯架出坯辊道导槽、盖板更新。

26)推钢机:设备主体利旧,整体抬高 620 mm 重新安装;更新推钢小车、液压缸。

27)液压润滑系统:对连铸机的液压和润滑系统进行调整、增补以满足升级改造后的各系统的要求。

2.3 改造后 5 号连铸机主要技术经济指标(见表 1)

3 跟踪效果

2013 年 1 月初,5 号连铸机热负荷试车后 5 天,实现连续浇铸 8 炉普碳钢。通过一周的设备与工艺的磨合,实现普碳钢连续浇铸 20 炉的正常生产要求。期间,实验性浇铸 60 号高碳合金钢 5 炉,圆满完成公司改造任务。从生产和设备运行的情况看,此次技术改造是十分成功的,基本实现了公司提出的“短平快”的目标,主要表现在以下几方面:

1)连铸机冷、热负荷试车一次成功,试生产期间,连铸机作业率达到了 80%,钢坯主要指标如表面质量、表面气孔率、中心疏松度等均达到设计水平,满足了试生产期间质量要求,目前已完全满足下道工序优质线材和棒材对连铸坯的质量要求。

2)随着控制措施的到位,施工过程中存在的质量问题越来越少,发现的质量问题全部一次整改合格,一次验收合格率达到 95% 以上。

3)本此改造工程,通过大量认真的分析对比,将多项国内先进工艺嫁接到现有装备上,有效降低改造成本,盘活废旧资产,为公司节约资金 1 千余万元。

4)试生产 3 个月后,公司组织有关部门对连铸

表 1 连铸车间主要技术参数表

机型	全弧形连续矫直连铸机
流数	5
流间距 /mm	1 300
基本弧半径(公称)/m	10
矫直方式	连续矫直
浇注方式	浸入式水口保护浇注
浇注断面	150 mm × 150 mm, ϕ 160 mm
定尺长度 /m	9~12
冶金长度(最大值)/m	约 30
钢包钢水重量 /t	平均 65
平均单炉浇注时间 /min	34
连浇炉数	8~10
浇注准备时间 /min	40
铸机作业天数	310
钢包回转台	利旧
中间罐车	带升降、横移与称重装置的中间罐车
中间罐	T 形,工作液位为 800 mm, ~21 t, 带连续测温
中间罐形状	T 形
结晶器液面控制系统	利旧修复,伺服电动型塞棒控制系统
结晶器液面检测系统	铯 137
结晶器类型	方坯 900 mm 铜管,圆坯 900 mm 铜管
结晶器润滑	保护渣
电磁搅拌	结晶器电磁搅拌,预留凝固末端电磁搅拌
振动装置	半板弹簧短臂四杆机构(非正弦)
二次冷却	足辊段、1 段采用水雾化冷却,2,3 冷却段采用气水雾化冷却
拉矫机	整体机架五辊连续矫直
拉矫速度范围 /(m·min ⁻¹)	0.31~4.35
引锭杆类型	刚性
切割方式	丙烷切割
铸坯移送设备	铸坯移送机
出坯区冷床	滑轨冷床及液压步进冷床
浇注速度(工作拉速)/(m·min ⁻¹)	150 mm × 150 mm 断面: 1.85~2.6 ϕ 160 mm 断面: 1.75~2.6
连铸机的年产能 / 万 t	75
连铸工序金属收得率 /%	≥97.00
铸机年作业率 /%	4.9

机改造项目进行了验收,在验收过程中,得到了验收组专家的高度赞扬,并作为全公司标杆工程。运行一年多以来,为公司的开拓市场和扭亏为盈打下了坚实的基础。

参考文献

- [1] 蔡开科.连续铸钢[M].北京:冶金工业出版社,1994.
- [2] 林志.首钢连铸机二冷配水系统的研究[D].沈阳:东北大学,2000.

(编辑:白龙)

(下转第 85 页)

2.6 缩短出铁间隔和加强四班的统一性

为避免因操作和生产组织的影响而给高炉煤气流带来的波动,主要从炉前和值班工长两方面着手。对于炉前,主要措施是无间隙出铁,缩短出铁间隔,保证铁口处于常开状态,延长出铁时间,减轻铁水罐运输压力。一方面增加了高炉抵抗外界突发性事故的能力,另一方面减缓了炉况因炉前出铁带来的波动。对于值班工长日常操作给高炉带来的波动,主要是加强四班的统一性,避免班与班之间燃料比和全负荷大幅度的波动,每4 h校正一次所有控制参数和操作参数,并及时调整,力求控制稳定,达到炉况和气流的稳定。

2.7 控制压差

压差是高炉炉内煤气流上升阻力的一个量化指标,也是炉内煤气流稳定与否的一个重要体现。在高炉边缘煤气流稳定性差的情况下,在高炉操作上应重点控制压差,首先将炉顶压力从170 kPa提高至180 kPa,然后控制炉内压差小于170 kPa,否则应减

风控制。

当炉内压差高于控制标准时,值班工长应及时寻找出压差升高的原因,采取针对性的措施,尽量使压差回归正常水平,恢复高炉风量。

3 结论

1)在高炉炉料结构变化较大及高炉调整较大时,尽量延长调剂周期,增加高炉的自我调整时间,避免因调整幅度过大而影响调剂效果和炉况。

2)在高炉强化冶炼过程中,保持合理的风速和鼓风动能及炉况长期稳定顺行是护炉的基本条件。

3)入炉粉末多极易导致高炉难行和气流失常,所以减少入炉粉末是炉况顺行的前提和基础,应加强对入炉料的筛分控制。

4)控制好炉内压差是稳定炉内煤气流的重要操作手段。

参考文献

- [1] 刘彦敏,李斌,袁兆锋,等.石钢8号高炉无料钟炉顶布料模式的探索[J].炼铁,2011(5):48-50.

(编辑:胡玉香)

Operating Practices of No. 8th BF Stable Edge Gas Flow

Zhu Jianbo, Yang Junchang , Wang Juan

(Ironworks of Shougang Changzhi Iron & Steel Co., Ltd., Changzhi Shanxi 046031)

Abstract: The right edge of the gas flow control is critical to optimize blast furnace indicators of longevity and role plays. Analysis of the reasons for fluctuations in gas flow edge, targeted measures to control the gas flow edge, including adjusting charging system, air supply system and a stable operating level, to strengthen the charge screening control, achieve the purpose of reasonable gas flow distribution.

Key words: fluctuation, tuyere area, raw fuel, edge gas flow

(上接第78页)

Upgrading Design for No.5 Conticaster

Wei Qiang

(Shanxi Shougang International Engineering Technology Co.,Ltd., Changzhi Shanxi 046031)

Abstract: In according with industry layout requirements of Shougang Changzhi Steel Company, No. 5 conticaster is upgraded, which can cast a variety of steel, that is, common use of square and circular. This paper focuses on the analysis of how to take advantage of the old original facilities and achieves high-efficiency transformation of low cost. At the same time it fully studies and selects mold, mold oscillation device and secondary cooling system and straightening machine, and other key parts. Soon afterwards, caster revamping effect is tracked.

Key words: conticaster, high-efficiency transformation,common use of square and circular