

DOI:10.13228/j.boyuan.issn1005-4006.20200043

提高大型板坯连铸机通钢能力和备件寿命探讨

何宇明

(重庆钢铁股份有限公司炼钢厂, 重庆 401258)

摘 要: 随着去产能和打击地条钢工作的深入,2018年中国大陆钢产量创造了历史新纪录,重庆钢铁股份有限公司司法重整成功后的第一年就开始实施满产满销战略,取得了良好成效。如何在设备备件寿命提高的基础上提高炼钢厂(一系列)的板坯连铸机通钢能力,是炼钢厂的一项重要工作。从人、机、料、法、环、测6个方面对其进行了剖析,提出了生产、技术、设备3个方面各自需要开展的工作,以此推动连铸工序设计目标的实现,促进炼钢产能的进一步达标。

关键词: 连铸机;通钢能力;备件寿命;恒速浇铸;精细作业;环境改善

文献标志码: A **文章编号:** 1005-4006(2020)04-0078-05

Discussion on improving capacity of large slab caster to pass steel and service life of spare parts

HE Yu-ming

(Steelmaking Plant, Chongqing Iron and Steel Co., Ltd., Chongqing 401258, China)

Abstract: With the deepening of the work of production capacity and the strike of steel bars, the steel output in mainland China in 2018 has created a new record. The first year after the successful reorganization of Limited by Share Ltd, the Chongqing Iron and Steel Company began to implement the full production strategy and achieved good results. How to improve the capacity of slab caster in steelmaking plant (a series of) on the basis of improving the service life of equipment spare parts is an important work of steelmaking plant. The six aspects of human, machine, material, method, environment and measurement were analyzed, and the work that needs to be carried out in three aspects of production, technology and equipment was proposed, so as to promote the realization of the design goal of continuous casting process and steel-making capacity to further meet the standard.

Key words: continuous casting machine; passing steel capacity; spare parts life; constant speed casting; fine operation; environmental improvement

炼钢为钢铁生产中一个承上启下的重要工序,“高效恒拉速/高拉速”已经成为了炼钢厂生产、质量、设备综合状态达到最优的重要标志^[1]。连铸机备件高寿命和高通钢能力是“高效恒拉速/高拉速”技术的重要支撑内容。与之配套的技术有:大炉机匹配技术、高效炼钢技术、生产时刻表技术、高度智能化的生产调度和信息处理技术。连铸机备件寿命和通钢能力相互依存和制约,系统设计能力和使用维护状态直接决定了通钢能力高低,备件选材、组装精度、维护和使用状态决定了连铸设备寿命的高低。在炼钢厂如何实现高的设备备件寿命和通钢能力是一个系统工程问题^[2]。

重庆钢铁股份有限公司在2017年底司法重整成功后提出了实施满产满销战略,2018年取得了良好的经营业绩。在此基础上如何进一步发挥出设计产能是亟待解决的问题,其中,板坯连铸机的设

备备件在线寿命的提高是炼钢厂(一系列)工作的一个重点。本文围绕如何提高一系列的板坯连铸机设备备件寿命和通钢能力展开讨论。

1 连铸机的通钢能力

1.1 生产能力

连铸机的通钢能力是以高负荷的生产作业和高拉速浇铸来实现优质铸坯生产以满足轧钢需求的。炼钢厂1号连铸机以向1 780 mm热连轧机供坯为主,向4 100 mm宽厚板轧机供坯为辅;2号连铸机主要向1 780 mm热连轧机供坯,有极少量向4 100 mm宽厚板轧机供坯;3号连铸机生产的铸坯专供4 100 mm宽厚板轧机。从2018年实际生产运行状况看,3台连铸机均存在设备原因导致的高非计划断浇率,且存在供4 100 mm宽厚板轧机铸坯质量不稳定的问题。

1.2 作业率

优秀的连铸机在工艺、设备、铸坯质量正常的情况下,以高作业率实现连续生产。不会出现铸坯质量较差和生产连续性中断等设备故障。作业率可达 85% 以上。高作业率需要低的非计划断浇率、高的连浇炉数来保证。根据炼钢厂实际生产需要,确定一个基本的目标:一个浇次连浇炉数(100 炉以上)不出现生产中断、铸坯质量变差、设备状态恶化等问题,非计划断浇率控制在 0.1% 以下。炼钢厂 3 台板坯连铸机离此目标还有一定距离。

1.3 高拉速

以设计断面、钢种和与炼钢能力匹配的拉速进行生产,才能达到建厂的目标。企业希望连铸机在生产正常、铸坯质量满足轧钢需求的情况下实现高拉速生产。如炼钢厂 1 号、2 号大型板坯连铸机设计浇铸周期 38~40 min/炉,3 号连铸机设计浇铸周期短于 50 min/炉。目前均没有达到高拉速生产,按此浇铸周期设定的拉速生产时,还会出现铸坯鼓肚和裂纹等问题。

2 连铸机备件寿命影响因素

结晶器、弯曲段、扇形段为连铸机的设备“三大件”,其备件寿命不仅是连铸机通钢能力的基础,更是决定其检修时间和备件费用投入高低的主要因素。影响连铸机设备精度、功能发挥的因素有:备件品质、组装和更换的正确性、与之相关或者相邻设备的完好性和功能发挥程度、运行和使用环境、在线使用中的点检维护到位情况以及工艺优化^[3-5]。

2.1 备件品质

连铸机是运行连续性要求很高的设备。上机备件必须长时间在线运行且精度长久保持。若使用中出现扇形段的夹辊、轴承、位移和压力传感器等损坏,漏水或者喷嘴堵塞等问题,都无法维持正常生产秩序^[6]。

2.2 组装和更换的正确性

如果“连铸机三大件”结晶器、弯曲段、扇形段组装时,存在铜板平直度、倒锥度较大误差,轴承座完好性不一致,垫片组精度低、同一辊组偏离基准线较多,部分管路润滑供油不良,二次冷却喷嘴喷射方向和位置不正确,喷嘴流量分布不均匀,关键部件结合面和定位基准面生锈严重等现象,连铸机的稳定生产和铸坯质量将出现严重的问题。

2.3 与“连铸机三大件”相关或者相邻设备的完好性和功能发挥程度

结晶器与弯曲段、弯曲段与 1 号扇形段、扇形段

之间对弧和垂直度良好与否,连铸开口度设置不当等问题直接影响铸坯表面和内部的质量^[7-8]。连铸机导向辊受力增大,轴承或者辊颈更容易损坏;驱动辊的压下力过大或者偏离弧线过多,坯壳受力异常,可引起铸坯未凝固两相界面产生附加应变,导致铸坯中间裂纹^[9]。结晶器振动台等精度不够将导致铜板磨损加剧、铸坯坯壳局部受力增大^[10]。

2.4 运行和使用环境

铸坯温度和坯壳强度会随着连铸机的拉速高低发生变化。拉速对铸坯在铜板、夹辊间的运行顺畅有很大的影响,从而影响三大件的寿命。因此,连铸机扇形段上安装的位移传感器和压力传感器对蒸汽和流水的防范要求就显得尤为重要,一旦出现故障需要重新更换。

2.5 点检维护保养

设备在线运行过程中,可能会出现功能和设备精度变化以及润滑不良、冷却水泄漏的问题。未及时发现并安排维护、检修或者没有进行正确维护、检修都将会出现设备不在状态的现象。检修模式、检修人员技能和素质也是影响备件寿命的一个关键因素。

2.6 工艺优化

二次冷却不适应拉速变化。连铸机在低拉速时表面温度偏低,如换水口、出尾坯等因素使得铸坯表面温度过低;拉速较高时弯曲段冷却不良,铸坯温度偏高夹辊轴承容易受损;铸坯坯壳在一次冷却不恰当或者二冷区冷却强度不够、分区不合理回温引起鼓肚,产生边角部纵裂纹和中间裂纹^[11-13]。

3 如何提高连铸机通钢能力和备件寿命

3.1 人

连铸机是冶金设备中的“精密”设备,其设备精度、功能与生产稳定性及质量相关度很高^[14]。从事连铸机及备件检修这一专业工作的人除了需要具备相应的基础知识和专业知识外,还需要对连铸生产工艺有一定程度的认识、了解和掌握。一个优秀的连铸设备检修人员必须要有从事这一工作的长期经历,这样才能使其检修的连铸机更好地满足现实生产需要^[15]。连铸机维修队伍和人员的相对稳定,特别是核心岗位的人员素质是关键。连铸机的维护保养特别需要“工匠精神”。经常性地更换从事这些工作的队伍和人员,不利于对连续铸钢系统的认知和技能提升的积累,对连铸设备稳定运行是

极其不利的^[16]。

3.2 机

3.2.1 结晶器

结晶器上机一次通钢量目标一旦确定,就必须从结晶器总成的设计开始予以重视。框架的稳定性、防腐性、密封圈的材质、铜板及镀层材质、足辊的材质和加工精度、夹紧用蝶形弹簧的材质和加工精度、冷却用水水质、轴承质量、喷嘴水平、组装结晶器的台架精度、起吊结晶器的行车都要重点关注,同时结晶器的检测和组装工具配置应纳入质量管理和监控范围^[17]。上机后结晶器对弧专用工具(带水平检测)、倒锥度检测仪、锁紧结晶器与振动台的液压套筒搬手都应符合要求,上机结晶器4个角的紧固力矩应均匀分布,内外弧倒锥度精准平分,浇铸完毕的结晶器用专用工具清理角缝积渣,以确保角缝小而不易夹钢^[18]。

3.2.2 弯曲段

弯曲段寿命与轴承使用状况直接相关,也与喷嘴堵塞情况密切相关。弯曲段开口度、外弧线对弧精度和垂直度的控制尤为重要,弯曲段喷嘴流量优化选择必须满足低拉速和高拉速的共同需要,确保任何时候弯曲段轴承能够良好冷却。组装弯曲段时是平放的,而使用时是直立的,不同状态(检测和实际应用)之间开口度会存在差异,特别是头中尾铸坯支撑辊之间开口度的差异,必须足够重视。对弧精度同样需要注意平放、直立状态的差异,使弯曲段受力正常且定位轴不因渣子及碰撞而损伤。炼钢厂铸坯表面划痕严重和三角区裂纹高发,与弯曲段冷却状态和开口度不良密切相关,这一点必须引起足够重视。

3.2.3 扇形段

铸坯通过扇形段内易产生中间裂纹和中心偏析。影响它们的3个重要参数为外弧弧线精度、铸坯夹辊开口度、二次冷却效果。外弧线精度和铸坯夹辊开口度良好的基础是轴承状态完好。辊子和轴承座冷却和轴承润滑供油良好是提高轴承寿命的重要保证。扇形段轴承及轴承座质量直接影响各自的寿命。浇铸最大宽度1 650 mm铸坯的连铸机采用两分节辊时,部轴承受力更大,因此需要选用能够承载负荷更大的轴承,特别注意中部轴承的润滑和冷却,尤其要确保其在长期高温环境下的有效运行。结构不合理时要做适应性改造,达不到这些要求的备件如轴承座必须淘汰。经过近十年的使用,扇形段框架变形在所难免,每一年要对基础

框架的基准点进行检测,不合格的框架修复合格后再使用有利于总体寿命提高。安装有电磁搅拌辊的扇形段寿命往往低于普通扇形段。电磁搅拌辊辊面高度不宜低于普通辊,否则既影响铸坯质量又不利于辊子寿命的稳定提高,电磁搅拌辊的支撑辊的轴承选择和冷却应特别关注。扇形段上机前辊子与基准线的误差为0.10 mm。驱动辊压力应合理设置,如果分区不合理而不满足压力控制要求时,必须进行改造。扇形段上下机架间拉杆的弹性和间隙大小导致系统产生的累计误差应消除。上下机架铸流方向中心线的对中是基本要求,外弧驱动辊向辊缝内不得高于相邻辊0.10 mm,内弧驱动辊不得退出内弧线外0.20 mm。万向连轴器优劣和驱动辊在弧线附近的位置还将影响该驱动辊出力大小和电流高低。要彻底消除标定所带来的开口度误差,必须消除上下框架间拉杆的间隙。可将侧框架导向扇形段改造为导柱式扇形段,在框架之间加定距块并先实现离线标定。缩短在线标定时间,还可以减小标定时导柱间间隙和支撑辊间间隙的误差^[19-25]。

3.3 备件品质

设备备件的高寿命必须以高质量元件为基础,达到设计寿命是基本要求。以设备吨钢综合费用评判单个备件的投入是否划算,以此选用连铸机在线使用的所有备品备件的品牌和品质,不得以低价中标为借口牺牲设备的整体寿命。通过了解相同或者类似使用条件的连铸生产厂家备件选用品牌情况,以实际达到的使用效果为选择依据并进行年度评价。建立备件供应优秀品牌和劣质产品黑名单数据库是一个很好的管理方法。

3.4 检修模式和技术

为了实现连铸生产线高的通钢能力和设备使用寿命,必须树立在役设备再制造和修旧如新的理念。进行这项工作,主要是把握关键环节和对易损坏零件进行保养和更换,当然,成本控制仍然是必须保证的内容。做好这一工作后,结晶器、弯曲段、扇形段在功能方面做到上机后修旧如新。

通过精细点检找出各工位设备容易出现事故或者寿命低的环节,通过技术改造和革新提高其可靠性,摸索出设备使用寿命周期进行提前更换。在满足生产运行要求的条件下,设备方面的点检和维修由该专业人员自己决定,厂里只需做好总检修时间和检修计划安排、协调管理,设备管理部门则应充分利用换中间包时间和浇次间隙进行必要的故

障处理或者提前做好检修准备工作。通过改进工具和方法,缩短停机检修需要的时间,提高检修后稳定性、可靠性。重视上机备件,特别是“三大件”的日常管理,需要掌握核心技能的人领衔进行离线检修质量监管,规范作业程序、推行“5S 管理”及备件寿命与离线检修质量挂钩的绩效管理模式^[26]。

需要特别强调的是,设备管理中需要建立易损件报废制度。因为修旧如新的易损件因材料已经疲劳,其修复后的寿命与制造厂刚出厂时寿命相差很大,修复一次,其疲劳寿命降低一大截。如果不建立易损件报废制度,会影响连铸生产稳定性,进而影响炼钢厂连铸环节的总体效益,包括铸坯质量。

3.5 使用环境

优异设备在恶劣的环境里面长期运行都容易出现故障。通过做好二冷区蒸汽的密封和排出,减少其对电气元件的影响和损伤,及时清除连铸机内的积渣等改善环境措施,并优化生产组织,做好冶炼基础工作,提高恒速率,优化低拉速时的二冷配水等工艺条件,可减少低拉速时低温铸坯对连铸机的伤害。更要系统提升连铸技术、设备、操作、原辅料水平,以降低溢漏钢对连铸机的伤害。

3.6 测量技术

连铸机是“精密”设备且需要在高温高湿条件下长期稳定可靠运行,检测技术运用的地方较多。影响连铸机设备通钢能力和备件寿命的检测项目有结晶器振动位移检测、摩擦力大小检测、液位高度检测、铜板温度和倒锥度检测、扇形段开口度(辊缝)和基准外弧线、结晶器一次冷却水和二次冷却水流量及温度检测、油缸夹紧压力检测、驱动辊电流检测等。提高设备精度需要做到以下两条。一是选择合格的检测元件,重视现场使用环境对元件功能精度的影响,做好防水、防潮、防高温的保护;二是对检测元件和信号传输线及转换器要做到定期检定或者更新,关注检测大数据确保检测有效性和可靠性,为提高连铸机备件寿命和通钢能力起到支撑作用。

连铸机外弧线全线精度的保证需要在一定的周期内,通过激光定位等检测,并对上线设备进行调整,满足设计要求。建立结晶器、弯曲段、扇形段离线时的周期性检测制度,不满足精度时一定要修复好后再使用^[27-28]。结晶器振动台的水平度周期检测非常必要。对振动台精度的保证是结晶器寿命的关联因素,一定要准备质量高检测精度合格的振动台备件,在检测结果不合格时及时进行更换。

3.7 工艺优化

强化二冷区的冷却研究和技术管理,特别是弯曲段至矫直段前的冷却,确保基本不因拉速高发生回温鼓肚。优化低拉速时的一次、二次冷却强度;对铸坯质量要求高的连铸机二冷水及压缩空气分区进行更细化的改造;实现无水封顶,确保适度拉速和二次冷却水量,避免坯温过低致强度高时对夹辊造成伤害。重视控制一次、二次冷却水量的流量计和调节阀的精度,不满足流量调节精度1%的仪表及时更换,实现水量的真实并稳定控制;采用严格的铸机以避免铸坯表面和内部裂纹缺陷的出现,其流量调节精度不得低于0.5%。

4 结语

连铸机的通钢能力除了重视设备设计外,需完善设备功能,提高精度以保证体系正常运行,并认真实践,特别注重备件的选材,组装、更换时的精细作业,改善使用环境,检修队伍、人员的专业经验积累和技能提高。

参考文献:

- [1] 殷瑞钰.新世纪以来中国炼钢—连铸的进步及命题[J].中国冶金,2014,24(8):1.
- [2] 普锐特冶金技术将为上海宝钢改造板坯连铸机[J].钢铁,2017,52(4):6.
- [3] 张培轩.板坯连铸机设备精度控制[J].鄂钢科技,2011(2):28.
- [4] 鲁军.板坯连铸机扇形段设备关键精度指标管理浅析[J].工程技术:文摘版,2017(4):225.
- [5] 刘占锋,吕永学,岳志坤,等.板坯连铸机设备精度及保证措施[J].重型机械,2016(4):79.
- [6] 冯李民.扇形段分节辊轴承失效分析与解决措施[C]//2014年全国炼钢-连铸生产技术会论文集.唐山:中国金属学会,2014:470.
- [7] 何宇明,胡兵,梁庆,等.连铸宽厚板坯裂纹控制关键技术的开发[J].连铸,2015,40(5):45.
- [8] 贾国栋.中厚板铸机设备精度对表面裂纹的影响[J].世界金属导报,2015-07-21(B06).
- [9] 蔡开科,秦哲,孙彦辉.连铸坯凝固过程坯壳变形与铸坯裂纹控制[C]//中国金属学会连铸设备技术交流会议论文集.湘潭:中国金属学会,2008:1.
- [10] 陈红伟.宽板坯结晶器铜板的磨损原因分析与改进[J].河南冶金,2017,25(1):13.
- [11] 何宇明.连铸板坯角部附近纵裂纹的产生原因及预防措施探讨[C]//2018年(第二十届)全国炼钢学术会议论文集.成都:中国金属学会炼钢分会,2018.
- [12] 张菊根,袁静.新钢4号连铸机板坯边部纵裂纹形成原因及改进措施[J].江西冶金,2010,30(1):17.
- [13] 封明阳,王博,孙雪维,等.连铸坯内部裂纹产生原因及解决

措施[J]. 冶金工程, 2019, 6(1): 1.

[14] 杨拉道,高琦,雷华,等. 连铸技术装备的科技创新必须从精细化开始[J]. 连铸,2016,41(6):1.

[15] 许晞. 试论板坯连铸机设备检修队伍的专业化、稳定化、规范化管理[J]. 浦钢科技,2003(2):21.

[16] 何宇明. 精益连铸与工匠精神[C]//第五届全国连铸工艺技术学术年会论文集. 三钢:《连铸》编辑部,2018.

[17] 何宇明. 板坯连铸结晶器修复及使用监管技术探讨[J]. 连铸, 2019,44(1):66.

[18] 倪明. 板坯结晶器角部缝隙形成原因和改进措施浅析[J]. 中国化工贸易,2017,9(18),193.

[19] 刘继明,曾珊,阎建武,等. 冷态辊缝测量偏差分析及扇形段结构的优化[J]. 连铸,2016,41(5):42.

[20] 黄杏岗. 板坯扇形段使用寿命分析及改进措施[C]//2013 连铸装备技术的科技进步与精细化学术研讨会论文集. 西安: 中国金属学会,2013:258.

[21] 樊星辰. 提高扇形段功能精度的探究与应用[J]. 连铸,2020, 45(2):58.

[22] 杨国建,赵雷. 板坯连铸扇形段长寿化分析及实践[J]. 鞍钢技术,2017,40(2):50.

[23] 杨波,王少振,侯丽娜. 莱钢测厚仪冷却单元的改进及应用实践[J]. 宽厚板,2013,19(3):46.

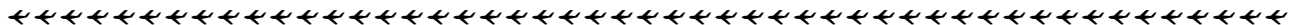
[24] 郭勇. 宝钢三铰链点扇形段辊缝间隙控制技术应用[J]. 中国冶金,2020,30(2):89.

[25] 黄杏岗. 板坯连铸扇形段维修试验台的应用[C]//中国计量协会冶金分会 2014 年会暨能源计量与绿色冶金论坛论文集. 宜昌:中国计量协会冶金分会,2014:41.

[26] 杜立杰,徐冠中,王均升. 强化 5S 管理,提高连铸机设备管理水平[J]. 商品与质量:学术观察,2012(12):227.

[27] 丁力强,安领军,单京涛. 解析法连铸机大修精度恢复[C]// 2018 年连铸技术交流会会议论文集. 宁波:《连铸》编辑部, 2018:87.

[28] 吴悠,安领军,单京涛. 解析法连铸机精度恢复[J]. 连铸, 2018,43(5):70.



《粉末冶金工业》杂志征稿启事

《粉末冶金工业》创刊于 1991 年,系中国钢铁工业协会主管,由中国钢研科技集团有限公司、中国钢协粉末冶金分会、中国机协粉末冶金分会主办的冶金、金属学类科技性期刊。办刊宗旨是:宣传国家有关发展粉末冶金工业的方针政策;交流粉末冶金企、事业单位的科研与生产技术成果和管理经验;推广粉末冶金新技术、新材料、新工艺、新设备和新应用;促进科技成果产业化、商品化;传播国内外科技信息和发展动态;为粉末冶金及相关行业服务,为国民经济建设服务。

刊物主要栏目设有:“专家论坛”、“研究与开发”、“评述与进展”、“革新与交流”、“科技前沿”、“企业风采”、“方针政策”、“行业动态”、“国外信息”等。读者对象为:从事粉末冶金的科研、设计、生产、应用和教学的科学技术工程人员、管理人员、在校师生和广大工人;关心和支持粉末冶金行业发展的社会各界人士。

具体报道范围包括:粉末冶金基础理论;粉末制备、成形和烧结技术;粉末冶金材料、技术及其应用的发展和展望;粉末冶金装备、模具设计及其应用;粉末冶金制品的制备、性能

检测及应用研究,包括:金属粉末制品,金属氧化物、碳化物、氮化物等陶瓷粉末制品,难熔金属及硬质合金制品,摩擦及减磨制品,磁性材料和电工材料制品,多孔材料制品等;粉末冶金企业生产、经营状况相关报道;其他与粉末冶金领域相关的新材料、新技术、新装备、新产品等方面的研究成果。

依据文献计量学原理和方法,通过多项学术指标综合评定,经研究人员对相关文献的检索、计算和分析,以及学科专家评审推荐,《粉末冶金工业》现为“中文核心期刊”、“中国科技核心期刊”,并被美国“化学文摘”(CA)和英国“金属粉末报告”(MPR)定期收录摘发。

联系地址:北京市海淀区学院南路 76 号

邮 编:100081

电 话:(010)62181017

传 真:(010)62182887

E-mail:PMI@chinamet.cn

网 址:www.chinamet.cn

联 系 人:荆 慧 李培佳

欢迎订阅! 欢迎投稿! 欢迎刊登广告!