

首钢第三炼钢厂高效铸机生产实践

张心林

(首钢总公司)

摘 要 简述了首钢第三炼钢厂 2 号、3 号方坯铸机高效化改造的重要性,概述了结晶器、结晶器振动装置、拉矫机的特点和功能,分析了铸机弧型段、水系统、二冷室抽蒸气管道改造后的效果,并介绍其生产应用和考核情况。

关键词 连铸机 高速连铸 改造 应用^①

PRACTICE OF HIGH EFFICIENT CONTINUOUS CASTING IN NO. 3 STEEL PLANT AT SHOUGANG GROUP CORP.

ZHANG Xinlin

(Shougang Group Corp.)

ABSTRACT This paper describes the revamping project of No. 2 and No. 3 continuous casting machines for high efficiency at Shougang. The characteristics and performance of the mold, the mold oscillation installation, withdrawal and straightening machine, and the revamping of CC water cycling system, secondary cooling system, straightening section and steam exhaust line is introduced, test and performance of these modified machines are represented.

KEY WORDS continuous casting machine, high efficient continuous casting, innovation, application

1 前言

首钢第三炼钢厂拥有 3 座 80 t 转炉,4 台八流小方坯连铸机,年产能力 250 万 t,采用全连铸工艺。铸机改造前,平均年单流产量为 7.5 万 t,与国外相比差距很大。1997 年连铸机进行高效化改造后,铸机拉速由平均 2.6 m/min 提高到 3.3 m/min,单流年产量>10 万 t,为实现炉机匹配组织连铸生产创造了条件,大幅度降低转炉出钢温度优化炼钢工艺,1998 年铸机单流产量 10.59 万 t/a,1999 年达到 11.16 万 t/a。

2 铸机高效化改造目标及主要技术项目

2.1 高效化改造目标

铸机拉速提高到 3.0 m/min 以上,铸机作业率 $\geq 85\%$,断流率 $< 5\%$,溢漏率 $< 0.5\%$,无矫直造成内裂、疏松缩孔等评级小于 2 级。铸机单流产量达到 10 万 t/a 以上。

2.2 改造技术项目

(1) 采用 1 m 长抛物线连续变锥度结晶器,取代 850 mm 单锥度结晶器。

(2) 采用半板簧导向结晶器振动装置。

(3) 拉矫机型式为连续矫直、双上辊驱动;采用电机直联套装式传动,取消了链条传动,强化上下辊冷却,拉矫机其余采用水冷衬板隔热防护;拉矫机按连续矫直曲线布置,使拉矫机具有实现连续矫直的功能。

(4) 在原铸机基准弧半径 11.6 m 不变的基础上,将原顶弯段按连续矫直曲线布置,实现了 $R11600\text{ mm} \rightarrow 17095\text{ mm} \rightarrow +\infty$ 连续弯曲矫直过渡,减少矫直应变值,防止应变裂纹,提高铸坯内部质量。

(5) 铸机供水系统:二冷配水室增加了供水加压器和自清洗过滤器。

万方数据

^① 联系人:张心林,高级工程师,北京(100041)首钢总公司第三炼钢厂

(6) 二冷室抽蒸气管道改造由内弧改在外弧侧,使气流在二冷室内形成对流,改善了操作平台蒸气多的状况。

(7) 实现结晶器液面自动控制,采用国产 137Cs 源。

(8) 采用半自动火焰切割技术。

(9) 开发了结晶器喂铝线技术、引锭杯自动开浇技术、二冷水自动开支技术等。

3 铸机高效化改造后生产情况

3.1 铸机高效化改造的效果

(1) 结晶器半板簧振动仿弧精度高,振动偏摆量小,振动偏差<0.15 mm,使结晶器出口处铸坯无抖动。另外,铸机改造采用固定单档振幅,优化了结晶器振动参数(表 1),为高拉速条件下初生坯壳的润滑与脱膜创造了良好的条件,从而减少了结晶器悬挂漏钢机率。

表 1 铸机改造前后结晶器振动
参数负滑脱率

Table 1 Mold oscillation parameter(bius gradient)
before and after revamping %

项目	参数						
拉速/m·min ⁻¹	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	
改造前	±5.0 mm	25.0	15.0	7.1	0	-6.3	-12.0
	±5.5 mm	37.0	27.0	18.0	10.0	3.1	-2.9
	±6.0 mm	50.0	38.0	28.0	20.0	12.5	5.9
	±6.5 mm	62.0	50.0	39.0	30.0	21.7	14.7
改造后	±5.5 mm	54.0	42.0	32.0	23.0	15.5	8.7

铸机改造前,结晶器振动装置采用短臂四连杆振动,振幅采用0~24 mm多档可调方式,振频采用150 min⁻¹固定振频。虽然工艺规定振幅应在±6 mm,但是,实际铸机每次维修过程中,由于偏心轮调节难度太大,实际上的振幅值在±5~±6.5 mm(表 1)。可以看出,铸机改造之前,铸机在常用工作拉速2.4~2.8 m/min范围时,铸机是在负滑脱率为7.0%~62.5%范围内。当振幅小、拉速高时,由于负滑脱率太低,结晶器脱模作用降低,导致结晶器粘结漏钢;而当振幅过大、拉速低时,结晶器负滑脱率又太高,又会出现振动偏摆量大和初生坯壳撕裂漏钢。在这种条件下结晶器发生悬挂漏钢几率通常占总漏钢几率的60%~70%。

针对上述问题,铸机高效化改造采用±5.5 mm单档偏心轮,170 min⁻¹固定振频,在常用拉速2.8~3.2 m/min范围内,负滑脱率在

15.5%~32.0%合理区间。3号铸机改造后曾一个月未发生悬挂漏钢。铸机漏钢率改造前1996年为0.71%,改造后1998年为0.32%,1999年为0.15%。

(2) 采用连续锥度的抛物线结晶器取代原有单锥度结晶器,并将结晶器长度由850 mm改为1000 mm。适应了结晶器内坯壳的凝固收缩规律,强化了结晶器传热效果。坯壳形成均匀,结晶器出口处坯壳厚度增加。满足了拉速从2.4 m/min提高到4 m/min以上的要求,铸坯无菱形脱方并且漏钢几率小。

(3) 二冷水雾风机吸风口由铸机内弧下方改造为由铸机外弧侧上方,改造后水雾基本上能够全部排除。而改造前,水雾排除效果不好,铸机冬季浇钢过程中,常常会因水蒸气太大影响浇钢工视线造成漏钢断流,也会因为水蒸气大导致铸机电气设备故障,如振动机烧、MOP盘电气线路短路等。

(4) 二冷水采用反冲洗过滤器取代原有的Y形过滤器。这种过滤器具备根据进出水压差变化进行自动反冲洗排污功能,因此保证了水质的要求,投产后一直运行良好,不需要每周维修换过滤器。二冷喷嘴堵塞现象较少,表面质量、内部质量均达到公司质量内控标准和部颁标准。一般疏松和方形偏析均为0.5~1.0级,内部裂纹均为零级,达到优质铸坯水平。而改造前的过滤器每周铸机例修都要换过滤网,不但耗费大量材料(约1万元/月),而且例修后浇2~3天钢后就有一部分二冷喷头被杂物堵死,造成铸坯弯曲、扭转等缺陷。

(5) 将原有链传动拉矫机电机单点矫直方式改造为直联套装式传动拉矫机电机连续矫直方式,没有链条松弛拉坯不稳问题,使铸坯运行更加平稳可靠,故障率低。通过强化拉矫机设备冷却,拉矫前后设水冷隔热罩,大大降低了该区域环境温度,使拉矫机设备使用寿命成倍提高。

铸机改造之前拉矫机故障、铸坯运行不稳造成的断流机率约为0.16%,铸机改造后仅为0.04%~0.08%。

3.2 铸机高效化改造经济指标

(1) 铸机高效化改造后,为实现低温快注,降低了炼钢—连铸系统温度。转炉平均出钢温度由改造前的1720℃,改造后降至1687℃(1998年),1683℃(1999年)。中间包温度也由改造前的1550~1565℃降低到1535~1545℃。

(2) 铸机改造后,为实现低温快注,将中间包定

径水口直径由 14.5 mm 改为 16.2 mm。正常拉速由 2.6 m/min 提高到 3.2 m/min,单炉浇注周期由 36 min 缩短为 30 min,这不但使连铸周期与转炉冶炼周期匹配起来,而且,使铸机连浇炉数大幅度地提高。改造前铸机平均连浇炉数仅为 8.7 炉,改造后,1998 年达到 13.5 炉,1999 年达到 15.2 炉。

(3)“炉机匹配”的生产组织方式加快了钢包周转频率,避免了改造前钢水处理站经常滞留 1~2 包钢水的情况,减少了钢包周转数量,使“红包”出钢得到了保证。改造之前,红包率约为 70 %;改造之后,红包率达到 95 % 以上,正常周转钢包数量比改造前减少 2 个。

铸机高效化改造后带来的上述几方面的效果,仅节约耐火材料方面的资金达 500 万元以上。

4 铸机高效化改造后的经验体会

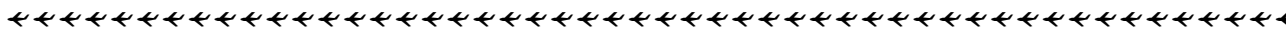
(1) 铸机高效化改造过程中,对相关车间包括生产主任、生产调度人员在基层生产管理岗位人员,进行了高效化铸机理论培训和外出学习考察;对连铸各生产岗位操作人员进行了理论培训、岗位练兵、技术比赛等多种形式的与职工收入挂钩的培训教育。提高了基层管理人员和生产操作人员的整体素质,改变了以前高温慢注、生产节奏缓慢的习惯,为高效铸机顺利达产打下了基础。

(2) 确立以高效铸机生产为中心的生产组织原则,及时总结铸机高效化改造后的生产技术工作,找

出影响铸机实现高效化的主要原因并及时制定相应的措施,是铸机高效化顺行的关键。

铸机高效化改造投产后生产的前两个月的连铸各项技术经济指标并未达到理想的指标要求,分析了连铸溢漏、断流与连铸钢水成分、温度等方面的原因,确定了连铸钢水温度的稳定合理是主要矛盾,制定了全厂范围内进行系统降温的技术攻关工作。明确了以高效铸机生产为中心的生产组织原则,严格规范各岗位技术操作标准,使高效化铸机走向稳定顺行。

(3) 针对高效铸机的生产工艺特点,在铸机改造后及时编制了针对性强、标准严明的“高效铸机生产操作法”,着重加强了以下几方面工作。① 严细周密的生产准备工作,铸机设备运行检查做到“操检合一”。由于高效铸机开浇时注流大,对摆槽冲击力大,钢水飞溅厉害,摆槽用耐火泥做成微向扣的 U 形衬,并进行干燥,防止钢水飞溅引起结晶器上口粘钢、挂钢。② 中间包开浇操作要做到稳、早。铸机起车拉速由原来的 1.5~1.8 m/min 提高到 2.0~2.3 m/min。③ 连浇生产连铸主控—钢包处理站—厂调 3 个岗位加强联系,合理控制连浇钢水的流向。控制钢水在钢包处理站时间在 13 min 左右,连浇钢水上转台到开浇时间在 8 min 以内。钢包浇注岗位做好防止低温钢水冻流工作。



大型热轧板卷酸洗线

2001 年 5 月比利时 Van Heyghen Staal(简称 VHS)公司新建的专用处理热轧板卷的“欧洲酸洗(Europickling)”厂投入运行。

该厂是 1999 年 10 月开始施工的,能够酸洗厚度达 12 mm 的厚板。

Europickling 厂建设耗资 8 亿比利时法郎(相当于 1700 万美元)。为使 Europickling 厂顺利运行,该公司还投资建设了 200 m 长的码头。

VHS 公司投资建设厚板卷采用专用酸洗线的原因是,普通连续酸洗线酸洗板卷的厚度最大仅为 6 mm。新建酸洗线专用于酸洗厚板卷,这些厚板卷由于不能焊接,必须一卷一卷地酸洗。新酸洗线还用于酸洗那些难于焊接的特殊钢,这些特钢板卷也是一卷一卷地分开酸洗。

新建酸洗厂主要用于酸洗低碳和中碳钢板卷,板卷的最大卷重为 36 t,宽度为 600~2050 mm,厚度为 1 mm 至 12

mm。这是欧洲唯一一家可以处理规格范围如此大的酸洗厂家。

Europickling 厂具有 200 m 长的码头和 1200 m² 的酸洗设备,并配备有 40 t 的运送板卷的吊车。板卷在处理和存储期间的记录及参数均通过条形码系统控制。

Europickling 厂采用的是推拉式酸洗线,它包括 4 个盐酸酸洗槽,板卷的最大传输速度为 125 m/s。酸洗线包括切边设备。静电涂油操作可以对涂油量进行选择,选择范围为每面 0.3~2.0 g/m²。为了防锈,还可在酸洗后进行钝化干燥。

新建厂的处理能力按每周 7 个工作日计算为 50 万 t/a。该公司估计从 2002 年开始通过采用每周 5 天工作日及 3 班制,全年将达到 40 万 t 的处理量。新建厂主要是为那些需要对厚板卷进行常规或非正规处理但没有自己设备的轧钢厂、其他钢材服务中心、商家和最终用户客户提供服务。

兰 若 摘自《MBM》2001, No. 8