

转炉优钢铸坯热送技术应用

谢兴军^{1,2}, 郭金祥², 翟德强²

(1 北京科技大学 冶金与生态工程学院, 北京 100083; 2 山钢股份莱芜分公司, 山东 莱芜 271104)

摘要:莱钢通过控制原材料水分、实施高拉碳冶炼操作、恒拉速连铸等,提升铸坯合格率达到99.92%;通过调整供钢计划,实施炼钢、轧钢生产时刻联动管理,加强工序协调;采用自动加保温罩系统密闭运坯车,设计使用缓冷坑、缓冷罩等,降低铸坯热量损失。实现了铸坯热送,降低加热能耗0.34 GJ/t,年节约能源成本780万元。

关键词:铸坯;热送;工序协调;热量损失

中图分类号: TG335.4

文献标识码: B

文章编号: 1004-4620(2013)02-0049-02

连铸坯热送是现代钢铁企业的重要综合技术经济指标,直接反映出企业的生产技术水平,体现了企业的现代化程度和科学管理水平。其难点是低缺陷铸坯生产技术、过程保温补热均热技术、炼钢—轧钢一体化管理技术。为了降低企业生产成本,提高产品竞争力,莱钢开始试验优钢铸坯热送,通过对影响提高铸坯热送率各类因素进行分析,并采取了一系列改进措施。

1 存在问题

铸坯热送生产工艺流程为:混铁炉→顶底复吹转炉→LF炉(VD炉)→6机6流连铸→加热轧制。主要设备及工艺参数:600 t混铁炉1座,120 t LD顶底复吹转炉2座,90 t LF精炼炉2台,90 t VD真空精炼炉1台,合金钢连铸机1台。连铸机断面尺寸:180 mm × 220 mm、260 mm × 300 mm,弧形半径12 m,装备有电磁搅拌、动态轻压下、动态二冷配水等先进技术。主要产品:45[#]、40Cr、CM690、42CrMo、CrMn系齿轮钢、GCr15等。

1.1 钢材质量难以控制

1) 钢水气体含量高,在凝固初期H以原子形式存在于钢中,需要缓慢扩散逸出,但在热送状态下H原子没有缓冷逸出的机会,容易在晶界间形成H₂而致钢材出现裂纹和白点等质量问题。2) 热送铸坯加热时间大幅缩短,其表面氧化铁皮减少,铸坯近表面缺陷难以消除。3) 热送铸坯的检验不易进行,导致缺陷铸坯难以及时发现而进入轧制工序^[1]。因此,要实现铸坯热装热送,必须严格控制铸坯的缺陷。

1.2 轧材线与连铸工序之间协调性较差

因轧线按规格生产,而连铸按钢种生产,导致轧线和连铸之间的部分计划不匹配,铸坯不能及时

热送。

1.3 热量损失大

连铸工序与轧钢工序距离较远,汽车运输时间长且无保温措施,造成坯料温降较大;轧线停机时炉后待装的热连铸坯等待时间长,加之没有保温措施,导致铸坯的热量散失大。

2 改进措施

2.1 降低铸坯缺陷率

2.1.1 加大原材料水分控制

对入厂原料水分全面化验,规范碳粉、石灰、合金、耐材的化验、运输、储存、烘烤、使用环节,水分指标要求≤0.50%,以减少原材料带入钢水的气体含量。稳定铁水条件,铁水温度1 230~1 280℃、Si 0.30%~0.50%,装入量偏差±0.5 t,为转炉操作创造良好条件。

2.1.2 实施高拉碳冶炼操作模式

高氧化性、高碱度是转炉脱磷的有利条件,但是原来采取终点低碳控制模式,容易造成氢含量和夹杂物超标。为此,转炉实施高拉碳冶炼操作模式。

吹炼初期,提高成渣速度,前期高效脱磷。开吹枪位提高至1 400 mm,使渣中(FeO)含量迅速增加,有助于石灰熔化、降低炉渣的黏度。高枪位氧气射流对熔池的搅拌作用减小,适当增加底吹强度,提高熔持搅拌能,加快石灰熔化速度,一定程度上也抑制前期渣过程泡沫化。

吹炼中期,稳定反应速度和炉渣成分。炉内逐渐进入碳和磷的激烈氧化阶段,此阶段关键控制脱碳速度,维持渣中TFe含量16%以上,使脱磷反应继续快速进行。因渣中(FeO)已很高,必须对过程矿石加入做相应调整,采用烧结矿代替矿石作为过程冷却剂,烧结矿(FeO)含量低于块矿,反应程度减轻明显。严格控制过程烧结矿加入量,每批不超过150 kg,均匀地小批量加入,不会对过程碳氧反应产生大

收稿日期:2013-01-06

作者简介:谢兴军,男,1984年生,2005年毕业于北京科技大学冶金工程专业。现为莱钢特钢事业部工程师,北京科技大学冶金工程专业在职在读研究生,从事工艺质量管理工作。

的影响,基本杜绝吹炼过程因加料带来的喷溅。

吹炼后期“冲枪”调渣,避免返干。吹炼10 min左右,碳氧化速度趋于峰值,快速消耗渣中的(FeO),出现返干,影响脱磷的继续进行,甚至发生回磷。解决的方法是调整枪位,提早采用“冲枪”操作调渣,即短时间高低枪位交替作业。高枪位软吹15~20 s,FeO在炉渣表面迅速积聚,之后降低500 mm,低枪位硬吹10 s,加强搅拌减少熔池死区,避免喷溅。如此频繁调整枪位,控制熔池反应,保证后期渣活跃。该阶段底吹仍保持软吹,强度为 $0.035 \text{ m}^3/(\text{min}\cdot\text{t})$,避免了后期返干现象。

实施高拉碳工艺后,45#终点碳稳定控制在0.30%以上,40Cr终点碳达到0.20%以上,部分高碳钢终点碳稳定控制在0.40%~0.70%以上。

2.1.3 采用铝脱氧工艺

为强化优钢脱氧,采用铝脱氧工艺,调整铝锰钛脱氧剂加入量见表1。浇次前4炉考虑中间包吸热问题,转炉出钢温度高,LF精炼时间长,也加入210 kg脱氧剂以强化脱氧。

表1 转炉出钢碳与加铝量的关系

终点碳/%	≥0.10	0.06~0.10	<0.06
脱氧剂/(kg·炉 ⁻¹)	170	190	210

转炉铝脱氧产物主要为簇状 Al_2O_3 夹杂物,随着钢水搅拌逐渐上浮到钢—渣界面后,应及时被炉渣吸附。根据 SiO_2 -CaO- Al_2O_3 三元相图,兼顾炉渣吸附夹杂物热力学和动力学条件,优化碱度和流动性,开发了高铝精炼预熔渣(见表2),在转炉放钢后期加入钢包形成精炼渣,及时吸附上浮的脱氧产物。

表2 精炼预熔渣主要成分 %

Al_2O_3	SiO_2	CaO	MgO	H_2O
≥45	≤15	25~30	≤8	≤0.5

2.1.4 降低过热度

从凝固理论和铸坯组织看,要保证其内部质量,就必须增加铸坯内部等轴晶组织,限制柱状晶发展。控制柱状晶和等轴晶比例的关键是降低过热度。钢液的浇铸温度对等轴晶的形核和长大起着重要作用,根据“自由晶”理论,在接近液相线温度的低过热度区会形成大量等轴晶的晶核,等轴晶的长大可进一步阻止柱状晶的发展。但连铸浇注工艺是钢水由液态向固态转变的过程,要求钢水必须具有液态流动性,要有一定的过热度^[2]。方坯连铸机常见的过热度一般为15~30℃。

通过稳定生产节奏,实施钢包和中间包保温措施,稳定控制过程温降,实现恒定低过热度控制,可有效避免中心偏析、疏松和裂纹等低倍缺陷。实施恒拉速生产工艺,拉速波动范围 $\leq 0.05 \text{ m/min}$;采用

动态二冷配水和弱冷工艺,矫直前温度950℃以上,防止铸坯表面和内部裂纹的产生。

2.1.5 全流程实施“生产时刻表”操作模式

根据各工序的工艺时间需求,以连铸恒拉速、恒节奏为中心,优化和统一兑铁周期、转炉操作周期、精炼处理周期、连铸浇注周期,反向推出前工序的时间节点。各工序按此节点有序操作,也带动了设备保障能力的提升。

通过实施以上技术措施,铸坯合格率由99.50%提升到99.92%。

2.2 加强工序协调

1)加强炼钢环节与轧钢环节的生产信息联系,及时调整供钢计划。根据连铸及轧钢能力等因素综合编排不同钢种和不同规格的生产计划、热装计划以及轧制计划,同时合理界定钢种、规格的生产批量。连铸检修、换浇次计划与轧制检修、换规格计划要有一定的时间差,6#机全部生产180 mm×220 mm断面控制在4个浇次内,避免轧钢超负荷而无法热送。

2)实施炼钢、轧钢生产时刻联动管理^[3]。根据生产时刻中的连铸浇注完毕节点,考虑运输时间后,与轧钢工序加热炉生产时刻联动管理。从连铸坯装车开始计算,第40 min装车完毕,第70 min运输到加热炉,第90 min车辆卸车完毕,第125 min返回待装。实施该技术后,铸坯热送率达到75%以上。

2.3 降低铸坯热损失

1)采用自动加保温罩系统密闭运坯车进行热坯运送,降低运输过程的散热损失。铸坯装车卸车温度损失控制在50℃以内。2)设计使用缓冷坑、缓冷罩,在发生铸坯落地的情况时,及时将铸坯存入缓冷坑或加上缓冷罩,以降低热坯的热量损失。

3 结 语

莱钢转炉优钢铸坯热送技术实施后,钢坯温差700℃,可降低加热能耗0.3 GJ/t。按照每年热送铸坯75万t、35元/GJ计算,每年节约能源成本780万元;同时还减少烧损,提高成材率0.7%,每年可创造效益700万元;控制钢坯气体含量和铸坯缺陷率,保证热装热送质量要求,炼钢和轧钢的生产时刻节点无缝衔接和连续,实现了轧钢高效、低耗生产。

参考文献:

- [1] 刘小峰,李心,栾雅谦,等.连铸坯质量[M].北京:冶金工业出版社,2000.
- [2] 蔡开科,潘毓淳,赵家贵,等.连铸铸钢500问[M].北京:冶金工业出版社,1994.
- [3] 郝利强.连铸坯热送热装工艺方案的选择[J].河北冶金,2008(6):54-56.

(下转第53页)

Comprehensive Government of Dust Pollution Source in First Mixing Machine for Sintering Process

XU Hongyuan, ZHU Mingqi, LI Jing, LANG Dahui, ZHANG Xueyan

(The Section Steel Ironmaking Plant of Laiwu Iron and Steel Group Corporation, laiwu271104, China)

Abstract: Through using dedusting technology by drawing wind with micro-negative pressure and dedusting technology with water wall, optimizing adding water type of mixing machine, closed feeding end of mixing machine and so on, the problem of flying dust was solved in field, the problem of second flying dust was restricted, the pelletizing quality of second mixing was risen and solid fuel consumption was decreased in Laiwu Steel's 265 m² sintering machine. The dust thickness of No.1 265 m² sintering machine was decreased from 185.4 mg/m³ (before government) to 7.9 mg/m³ (after government) and the emission of reach the standard was achieved.

Key words: sintering; first mixing machine; dust; pollution; comprehensive government

(上接第 48 页) 硫率和脱硫剂利用效率高, 吨矿脱硫 污染物, 而且副产品可利用, 达到以废治废的环保
成本为 5.4 元, 不产生其他废气、废液或废渣等二次 目的。

Application of Organic Catalysis Flue Gas Desulfurization Technology in Taishan Steel's Sintering Machine

SHAO Shudong, WU Maolin, ZHAO Shumin

(Shandong Taishan Iron and Steel Group Co., Ltd., Laiwu 271100, China)

Abstract: Taishan Steel's 265 m² sintering machine used organic catalytic flue gas desulfurization technology. The process includes flue gas, absorption, ammonia store and the supply, dust separation, the catalyst recycling, fertilizer crystal and the dry packaging system, etc. The technology advanced, total investment less, run costs low, desulfurization cost for 5.4 Yuan/t, reaching the aim of protection environment treated waste with waste.

Key words: sintering flue gas; desulfurization technology; organic catalysis; sulfur dioxide; catalyst

(上接第 50 页)

Application of Hot Charging Technology for Special Steel on Bloom by BOF

XIE Xingjun^{1,2}, GUO Jinxiang², ZHAI Deqiang²

(1 School of Metallurgical and Ecological Engineering, University of Science and Technology, Beijing 100083;

2 Laiwu Iron and Steel Group Corporation, Laiwu 271104, China)

Abstract: Eligible rate of bloom in Laiwu Steel was increased to about 99.92% by strict control of moisture in the raw materials, application of catch carbon operation at the end point of BOF, constant speed during continuous casting etc. Stronger managements between steelmaking and roll and co-ordination among different units were realized by adjustment of the supply plan of steel. Defects in billets were reduced by billets carrier with insulation caps, application of burial pits, slow cooling caps and so on. Billets can be hot charged which can decrease heating energy of about 0.34 GJ/t and with a saved cost about 7.8 million RMB per year.

Key words: continuous casting bloom; hot charging; process coordination; heat loss

信息园地

济钢 X90 管线钢获得中石油试制合同

“X90 钢管小批量试制技术交底和商务谈判会”2013 年 3 月上旬在北京召开。山钢集团济钢圆满完成第三代管线钢单炉试制任务, 成功入围中石油小批量试制项目, 标志着济钢高等级管线钢开发实现了历史性突破, 产品结构调整跃上了新层次。

自 2012 年 10 月份以来, 国内有 16 家钢厂参与了中石油第三代管线钢 X90/X100 单炉试制。经过单炉钢板试制以及卷管生产检验等全面检测评价, 中石油管道建设项目部确定下一步小批量应用以 X90 为主。X90 管线钢是国家“第三代大输量天然气管道工程关键技术”重大科技产品, 也是济钢已有产品中级别最高、生产难度最大的钢种。该钢种对炼钢和轧钢环节的生产工艺要求十分苛刻, 综合性能要求高, 韧性和强度指标需要良好的工

艺匹配和严格的生产控制来保障。

作为参与研发试制的济钢用户应用技术中心、宽厚板厂等单位积极走访中石油管道项目部、中国石油管材研究院、宝鸡钢管研究院、中国石油物资公司等单位, 就有关技术细节达成共识。在借鉴国内科研院所先进技术基础上, 济钢建立严密的研发平台, 充分发挥设备能力, 从各个生产环节控制入手, 反复研究关键技术指标, 做好前期准备工作。通过实施多项工艺优化方案和保障措施, X90 管线钢试制各项指标最终完全满足客户要求, 产品综合性能处于同行业领先水平。这次成功入围中石油小批量试制项目, 预示着济钢开辟了一条进军高端市场、绑定战略客户、增加产线效益之路。

(摘自 2013-02-26《世界金属导报》)