

节能减排

新型蓄热式烧嘴在轧钢加热炉上的应用及改进

王安龙,王长生

(山东石横特钢集团有限公司 轧钢厂,山东 肥城 271612)

摘要:新型蓄热式烧嘴增大了蓄热体换热面积,采用了多孔射流板技术并在烧嘴入口增设了导流板,石横特钢加热炉应用这种烧嘴,主要技术经济指标大幅度提升,加热能力提高27%~33%,燃料消耗降低13%~14%。通过对烧嘴结构的进一步优化改进,实现了射流板的炉外更换和蓄热体的在线更换,可延长烧嘴的使用寿命至10 a。

关键词:加热炉;蓄热式烧嘴;多孔射流板

中图分类号:TC307

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2012)01-0052-03

1 前言

国内连续式加热炉蓄热式燃烧系统经历了内置通道式和烧嘴式两个发展阶段。20世纪90年代,把蓄热室和炉体有机结合为一体,并有可靠换向系统的蓄热式燃烧技术(即内置通道式燃烧系统)开辟了国内蓄热式燃烧技术应用在冶金行业连续式加热炉上的先河。但由于蓄热室镶嵌在炉墙内等自身结构原因,存在煤气、空气互窜,施工及检修难度大,耐火材料质量要求高,炉型结构复杂等先天性缺陷,目前已逐渐被蓄热室和烧嘴一体的燃烧系统(即烧嘴式蓄热燃烧系统)所取代。烧嘴式蓄热燃烧系统(以下简称蓄热烧嘴)由烧嘴砖(或称射流板)和烧嘴本体组成。烧嘴砖有单孔式、双孔式、多孔式,孔的形状有环缝形、扁缝形、圆形等。目前国内绝大部分蓄热式加热炉均采用半内置式蓄热烧嘴,烧嘴本体外露部分固定安装在炉墙钢结构上,耐材内衬半内置于炉墙耐火层内,烧嘴砖紧贴烧嘴本体,与炉墙内壁平齐。

2 石横特钢加热炉概况

山东石横特钢集团有限公司目前有3座蓄热式加热炉。分别是2004年9月建成投产的高线加热炉,2005年2月建成投产的一棒加热炉,有效尺寸均为20.120 m × 12.874 m;2010年12月建成投产的二棒加热炉,有效尺寸21.600 m × 12.800 m。燃料采用高炉、转炉混合煤气。主要加热钢种有普碳钢、低合金钢、优质碳素钢、合金结构钢等,钢坯规格165 mm × 165 mm × 12 000 mm。炉型为双蓄热汽化冷却步进梁式,蓄热体采用蜂窝体,空、煤气预热温度>1 000 ℃。其他工艺条件及技术参数见表1。

收稿日期:2011-10-17

作者简介:王安龙,男,1971年生,1996年毕业于东北大学热能工程专业。现为山东石横特钢集团有限公司轧钢厂加热炉主管,工程师,从事冶金热工设备的设计及技术管理工作。

表1 加热炉工艺条件及技术参数

加热炉	钢坯出炉温度/℃	燃料热值/(kJ·m ⁻³)	加热能力/(t·h ⁻¹)	单位热耗/(GJ·t ⁻¹)	钢坯烧损/%
一棒	1 030~1 080	4 186.8	120(冷坯)	≤1.2	<0.8
高线	920~960	4 186.8	110(冷坯)	≤1.1	<0.8
二棒	920~960	3 349.4	130(冷坯)	≤1.1	<0.6

一棒加热炉投产后经过2 a多的生产实践,加热能力的不足严重制约了轧线产量的提升。同时伴随出现炉况恶化、热效率降低、蓄热能力不足、加热质量下降等问题。高线加热炉与一棒加热炉情况相似,只是由于高线车间机时产量较低,加热能力不足的矛盾不突出。

一棒、高线加热炉蓄热烧嘴最初采用的均为半内置组合式烧嘴结构,其空、煤气喷口为上下组合,并以一定角度相交。烧嘴砖镶嵌在炉墙内且与炉膛内壁平齐,煤气喷口和空气喷口均为成一定角度的大扁口设计。蓄热体布置形式为烧嘴内部前端1排挡砖,后端6排方孔蜂窝体。

蓄热烧嘴内蓄热体体积小且有效利用率低,空、煤气预热温度降低,排烟温度升高,经常出现超温报警现象。蓄热能力的不足造成加热能力不足,不可避免地存在钢坯在炉时间短和强化加热现象,从而造成钢坯加热质量下降,钢坯断面温差大,水管黑印严重等加热缺陷。

扁缝式的蓄热烧嘴从结构上决定了使用过程中势必存在一定程度的偏流,通过蓄热体的气流分布不均匀,使高温高速炉气对蓄热体的局部冲刷严重,使蓄热体寿命降低(蓄热体寿命仅7~8个月)。

3 新型蓄热式烧嘴的应用

3.1 新型蓄热式烧嘴的结构型式

通过分析蓄热烧嘴的结构和计算蓄热体换热面积,发现烧嘴砖的设计和蓄热体配置存在缺陷。为解决上述缺陷采取如下措施:

1)增大蓄热体换热面积。将原有前端挡砖改

成 $\phi 4\text{ mm} \times 1.2\text{ mm}$ 的浇注料成型蜂窝体,原有方孔蜂窝体改成 $\phi 3\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ 的挤压成型六角蜂窝体。通过重新配置蓄热体以增加烧嘴的换热面积,提高蓄热能力。

2)优化设计烧嘴砖结构。将原有烧嘴的扁缝式喷口砖改为多孔射流板。多孔射流板技术的应用,一方面提高了蓄热体的有效利用率,提高了蓄热总量;另一方面降低了蓄热体内气流速度,气流分布更为均匀,减少了高温高速炉气对蓄热体的局部冲刷,从而大大提高了蓄热体寿命。

3)烧嘴入口增设导流板。原烧嘴入口未设导流装置,气流分布不均匀,使用过程中存在偏流现象。为使烧嘴连接箱入口的气流分布更为均匀,在原有的连接箱检修门盖上增设导流板。此导流板固

定在烧嘴前端的箱板上,采用不锈钢板材压制而成。

3.2 应用效果及分析

由于一棒车间产能和加热能力之间的矛盾日益突出,石横特钢于2007年11月率先对一棒加热炉蓄热式烧嘴进行了改造,采用新型蓄热式烧嘴结构形式,蓄热体体积增大到 20 m^3 ;烧嘴砖改为多孔射流板,同时增设气体分流装置。改造后,提升了加热炉的加热能力,改善了炉况。一棒加热炉改造成功后,又于2008年10月对高线加热炉进行了蓄热式烧嘴改造,同样取得了很好的改造效果。

新型蓄热式烧嘴在石横特钢2座加热炉上的成功应用,使这2座加热炉的主要技术经济指标显著提升(见表2)。

表2 一棒及高线加热炉改造前后技术经济指标对比

加热炉	项目	加热能力/ ($\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$)	产品单耗/ ($\text{GJ} \cdot \text{t}^{-1}$)	换向周 期/s	排烟温 度/ $^{\circ}\text{C}$	炉压/ Pa	钢坯断面和长度 方向温差/ $^{\circ}\text{C}$	热效 率/%	钢坯烧 损/%
一棒	改造前	120	1.20	60	≥ 160	> 80	≤ 40	60	0.7~0.8
	改造后	160	1.03	≥ 80	130~150	< 30	≤ 30	75	0.6~0.7
高线	改造前	110	1.10	60	≥ 160	> 80	≤ 40	60	0.6~0.7
	改造后	140	0.95	≥ 90	130~150	< 30	≤ 30	74	0.5~0.6

1)增大了加热能力。一棒加热炉提高33%,高线加热炉提高27%,满足了轧线产量进一步提高的要求。

2)提高了钢坯加热质量。钢坯断面和长度方向温差减小,基本消除了水管黑印,稳定了轧机负荷,提高了产品质量。

3)改善了炉况,减小了炉膛热损失,提高了热效率。改造后炉压由80 Pa以上降至30 Pa以下,炉况良好,炉子周围环境大为改善。炉子绝热效果加强,蓄热损失和散热损失大大减小。由于排烟温度的降低,减小了排烟热损失,热效率大幅度提高,燃料消耗降低约14%。

4)提高了蓄热体寿命。由于多孔射流板技术的应用,降低了蓄热体内气流速度,气流分布更为均匀,减少了高温高速炉气对蓄热体的局部冲刷,改造后使用寿命提高至15个月左右。

3.3 存在的问题

一棒加热炉2007年蓄热式烧嘴改造后,随着多孔射流板技术的应用,技术经济指标大幅度改善,节能增产效益显著,但改造后燃烧系统运行3 a来出现的问题,在一定程度上影响着炉子的稳定和长寿化目标的实现。

1)半内置式烧嘴结构使炉墙与射流板之间,射流板与蓄热烧嘴之间的密封很难达到理想效果,且随着射流板更换次数的增多,密封效果变得越来越差,造成煤气、空气短路,在射流板内部燃烧形成高

温火焰,致使射流板变形塌落;射流板变形塌落后又会造成火焰直接冲刷烧灼蓄热烧嘴内衬,造成蓄热烧嘴内衬剥落损坏严重。

2)射流板在炉内更换施工难度大、工期长且使用寿命短,成为制约加热炉寿命周期的瓶颈。

3)蓄热烧嘴结构不合理,蓄热体不能在线更换。

4 优化改进

蓄热式烧嘴优化改进思路:1)射流板由炉内更换改为炉外更换;2)蓄热体由停炉冷态更换改为在线热态更换;3)把蓄热式烧嘴浇注在炉墙内,使之成为一个整体,提高炉墙和烧嘴的整体密封性。

4.1 烧嘴本体结构改进

蓄热烧嘴耐材箱体加长,使烧嘴耐材内衬与炉墙内壁平齐,射流板镶嵌在烧嘴内部。改进前后蓄热烧嘴结构如图1所示。

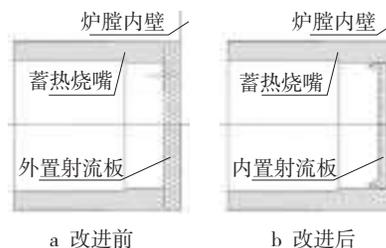


图1 改进前后蓄热烧嘴结构

4.2 射流板优化设计

为保证内置射流板与烧嘴之间的密封及射流板前端与烧嘴内腔间的“啮合”,同时兼顾寿命和安

装方便等因素,对射流板结构进行了创新设计:射流板由外置式改进为内置式,射流板前端结构改进为阶梯式,既加强了烧嘴与射流板之间的密封,又能防止射流板的变形倒塌。

材质升级,选用刚玉莫来石浇注料,长期使用温度1 350 ℃,最高使用温度1 600 ℃。成品必须经过高温烧结,以避免运输和安装时的损坏,同时缩短烘烤时间,提高其使用寿命。

4.3 烧嘴壳体改型

蓄热烧嘴前端集气箱由喇叭口样式改为方形直通式,消除了制约蓄热体整体更换的结构和空间因素,使蓄热体实现在线更换成为可能。

对烧嘴入口气体分流装置(导流板)进行优化设计,由1/2分流再细分为1/4分流,使气流分布均匀性进一步提高。

5 结 语

优化改进措施于2010年12月在新建的二棒加热炉上投入使用。经过1 a的运行实践,实现了如下目标:1)射流板实现炉外更换,射流板使用寿命不影响炉子寿命周期,大大减少了停炉检修时间。2)蓄热体实现在线更换,大大减少蓄热体更换所需的停炉时间。3)能够延长蓄热烧嘴和炉墙的整体寿命至10 a以上。

Application and Improvement of New Type Regenerative Burner in Rolling Heating Furnaces

WANG An-long, WANG Chang-sheng

(The Rolling Mill of Shandong Shiheng Special Steel Group Co., Ltd., Feicheng 271612, China)

Abstract: New type regenerative burner increased the heat exchange area of the regenerator, adopted multiorifice fluid plate technology and added guide plate in the burner entrance. Shiheng Special Steel applied this burner in the heating furnaces. Then main technical and economic indexes improved significantly: the heating ability increased by 27% or 33% and the fuel consumption reduced by 13% or 14%. Through optimizing and improving the structure of the burner, the multiorifice fluid plate realized out-of-furnace replacing and the regenerator online replacement, can prolonging the service life of the burner to 10 years.

Key words: heating furnace; regenerative burner; multiorifice fluid plate

(上接第51页)化环保瓶颈,努力建设节能环保型企业;把科技创新作为加快企业发展的根本途径,着力拓宽企业科技进步视野,启动对产业技术的“引进、消化、吸收、创新”发展战略,切实依靠科技进步突破技术瓶颈,加快公司由“资源型”向“创新型”转变的步伐。通过科技创新,焦炭产量提高5万t,发电量提高7 300万kW·h,节约标准煤2.555万t,减排二氧化碳63 875万t,减排二氧化硫86 t,增加收入17 309万元。

“作为一个年轻的焦电企业,日照焦电以构建

能源综合利用企业为目标,加快科技创新步伐,加快科技成果转移,企业核心竞争力得到了有效提升;企业发展规模不断膨胀,企业发展前景更为广阔,企业实现了可持续发展。”2007年6月28日,国务院八部委清理高耗能高污染专项检查组一行实地检查指导时,对山东日照焦电有限公司做出如此评价。日照焦电今后将继续加强产学研合作,紧紧依靠科技进步,建设好资源节约型和环境友好型企业,抢占企业科技创新的制高点,推动企业发展实现新的跨越。

Practice and Exploration of Promoting Energy Saving and Emission Reduction by Scientific and Technological Innovations

CHA Guo-qiang

(Shandong Rizhao Coke and Electric Power Co., Ltd., Rizhao 276807, China)

Abstract: Rizhao Coke and Electric Power selected clean-type heat-recovery coke oven and adopted the cogeneration process of coke and power. Since it put into use, the enterprise had made scientific and technological innovations as a means, to solve energy-saving and emission reduction technology, equipment bottlenecks, breaking through traditional coking in regard to environmental constraints, improving the comprehensive utilization rate of coking coal resources, enhancing comprehensive utilization level of waste heat resources. They vigorously developed new technologies about energy-saving and emission reduction and cycle economy by university-industry cooperation. Through the innovations, the coke output increased by 50 thousand ton and the electric energy production increased by 73 million kW·h, saving equivalent coal by 25.55 thousand ton, reducing carbon dioxide emission by 638.75 million ton and sulfur dioxide by 86 t and increasing income by 173.09 million Yuan.

Key words: heat recovery coke oven; waste heat utilization; science and technology innovation; cycle economy