

方大萍安钢铁湘东炼铁厂 4 号高炉热风炉置换蓄热球生产实践探讨

邬波 张亚萍

方大萍安钢铁湘东炼铁厂

DOI: 10.12238/jpm.v5i2.6569

[摘要] 2021年3月至4月,方大萍安钢铁湘东炼铁厂4号高炉利用高炉计划检修的机会,对三座热风炉内的蓄热球进行了少量置换,投入使用后取得了较好的效果。基于此,该文章论述了该炼铁厂热风炉运行状况,总结了热风炉置换蓄热球生产实践要点,具体包括置换蓄热球主要思路、更换蓄热球操作内容以及运行效果,旨在为同行提供参考、借鉴。

[关键词] 炼铁厂高炉;顶燃式;蓄热球;置换;

Discussion on the production practice of no. 4 blast furnace in Xiangdong Iron and Steel Plant

Wu Bo, Zhang Yaping

Fang Daping an Iron and Steel Xiangdong Iron works

[Abstract] From March to April 2021, the No.4 blast furnace of Xiangdong Iron and Steel Plant took advantage of the planned overhaul of the blast furnace to replace a small amount of heat storage balls in the three hot blast furnaces, and achieved good results after it was put into use. Based on this, this paper discusses the operation status of the hot blast furnace in the ironmaking plant, and summarizes the key practice points of the production of the hot blast furnace, including the main ideas of the replacement, the operation content of the replacement and the operation effect, aiming to provide reference for peers.

[Key words] blast furnace; top combustion type; heat storage ball; replacement;

1 项目概况

方大萍安钢铁湘东炼铁厂4号高炉于2010年11月投产,配套3座顶燃式球式热风炉,热风炉蓄热球于2016年6月高炉中修期间更换,使用时间已达5年,蓄热球板结严重,高炉冷、热风压差由更换蓄热球初期的10kPa逐年上升至25-30kPa,尤其是3号热风炉,冷、热风压差最高达32kPa,1、2号热风炉压差也达到20kPa。由于蓄热球板结严重,造成烧炉困难,烧炉的煤气量、空气量均明显下降,烟道温度下降较多,热风炉蓄热能力大幅度下降,热风炉送风前、后期风温相差300℃以上。平均风温下降明显,2018年上半年的月度平均风温可达1200℃以上,2019年开始逐月下降,至2020年12月份平均风温降至1000℃以下,2021年2月份平均风温只有966℃,并有进一步下降的趋势,是制约高炉降低消耗重要影响因

素。2021年3月份及4月份利用两次高炉计划检修的机会,对3座热风炉的部分蓄热球进行置换,投入运行后蓄热球板结得到明显改善,送风、烧炉压差明显降低,烟道温度大幅度上升,热风炉送风前、后期风温差距大幅度缩小,平均风温提高100℃以上,蓄热球置换取得了很好的效果。

2 热风炉运行状况

2.1 热风炉主要参数

方大萍安钢铁湘东炼铁厂4号高炉于2010年11月投产,高炉设计炉容450m³,配套3座旋切式顶燃球式热风炉,热风炉设计风温1150℃,废气温度≤420℃。烧炉全部采用高炉煤气,热值3200kJ/Nm³左右,助燃空气预热至160~200℃,具体参数见表1。

表1:球式热风炉主要技术性能表

序号	名称	单位	数量	备注
01	热风炉座数	座	3	
02	热风炉全高	m	24.7	
03	热风炉钢壳内径	m	8290/7310	
04	蓄热室断面积	m ²	30.39	

05	燃烧室断面积	m ²	35.46	顶燃式
06	球床高度	m	7.5	
07	每座热风炉装球量	t	417	Φ60, Φ40
08	每座热风炉加热面积	m ²	17229	
11	每 m ³ 高炉容积加热面积	m ² /m ³	115	高炉 450m ³
12	热风温度	℃	1150℃	空气预热

2. 2 热风炉近几年运行情况

2016年6月高炉中修15天,高炉本体喷涂造衬,3座热风炉更换蓄热球,更换新蓄热球700吨,回收旧蓄热球400吨,共更换1100吨。更换蓄热球后风温水平明显上升,2017年全年平均风温达1194℃,下半年平均风温达1203℃,其中11月份达到1213℃。2018年上半年平均风温达1208℃,全年平均风温为1198℃。

2018年受几次炉况波动影响,1号高炉煤气除尘布袋破损

严重,煤气含尘量大幅度上升,造成几座热风炉蓄热球不同程度地板结,送风阻力逐步增大,高炉冷、热风压差由更换蓄热球初期的10kPa逐年上升至25~30kPa,尤其是3号热风炉,冷、热风压差最高达32kPa,1、2号热风炉压差也达到20kPa。由于蓄热球板结严重,造成烧炉困难,烧炉的煤气量、空气量均明显下降,烟道温度下降较多,下部蓄热球得不到加热,热风炉蓄热能力大幅度下降,热风炉送风前、后期风温下降速度快,平均风温下降明显,热风炉烧炉、送风主要参数见表2;

表2:2021年2月份热风炉烧炉、送风参数

序号	项目	1号热风炉	2号热风炉	3号热风炉
01	初始风温(℃)	1098	1100	1072
02	末期风温(℃)	778	787	767
03	初始压差(kPa)	20	19	32
04	末期压差(kPa)	13	13	16
05	末烟道温度(℃)	188	183	185

从表2可以看出,由于蓄热球阻力大,燃气很难加热到下部的蓄热球,热风炉烟道温度均不到190℃,与正常时的320~350℃相差较远,由于热风炉蓄热能力下降,热风炉送风前、

后期风温相差达300℃以上。以下表3为湘东炼铁厂4号高炉近年来风温情况。

表3:湘东炼铁厂4号高炉近年来风温情况

时间	风温	时间	风温	时间	风温	时间	风温	时间	风温
2017年01月	1162	2018年01月	1210	2019年01月	1161	2020年01月	1099	2021年1月	976
2017年02月	1178	2018年02月	1212	2019年02月	1166	2020年02月	1096	2021年2月	966
2017年03月	1184	2018年03月	1210	2019年03月	1167	2020年03月	1086		
2017年04月	1187	2018年04月	1212	2019年04月	1148	2020年04月	1094		
2017年05月	1196	2018年05月	1200	2019年05月	1141	2020年05月	1084		
2017年06月	1199	2018年06月	1202	2019年06月	1120	2020年06月	1077		
2017年07月	1207	2018年07月	1195	2019年07月	1114	2020年07月	1070		
2017年08月	1208	2018年08月	1202	2019年08月	1113	2020年08月	1051		
2017年09月	1209	2018年09月	1188	2019年09月	1100	2020年09月	1013		
2017年10月	1211	2018年10月	1203	2019年10月	1105	2020年10月	1003		
2017年11月	1213	2018年11月	1172	2019年11月	1095	2020年11月	1004		
2017年12月	1171	2018年12月	1172	2019年12月	1091	2020年12月	992		

从表3可以看出,进入2019年后风温开始逐月下行,2020年下半年开始加速下降,至2020年12月份平均风温降至1000℃以下,2021年2月份平均风温只有966℃,风温下降导致理论燃烧温度下降,4号高炉理论燃烧温度比1、3号高炉低140~160℃,对煤粉的燃烧有较大影响,重力除尘灰含碳量始终高于1、3号高炉。风温下降制约了高炉进一步降低燃料比、提高产量,如果进一步下降将导致燃料比上升、产量下降。

3 置换蓄热球

3.1 主要思路

由于导致风温下降的主要原因是蓄热球板结,蓄热球之间的空隙堵塞不透气,燃气不能加热到下部蓄热球,蓄热量大幅度下降,要解决的问题是改善蓄热球的透气性。最好的方法是

整体更换新蓄热球,但是整体更换蓄热球时间较长,一般是在高炉停产大修、中修期间进行,更换时间在10天以上,短时间内公司没有大、中修计划。如果采取在线更换(热风炉一烧一送),则风温将进一步大幅下降,估计平均风温下降200~300℃,高炉指标将大幅度变差,并且送风后期热风炉拱顶温度可能会降到600℃以下,低于煤气的点火温度,将无法持续生产。

根据外厂经验,从卸球孔放出部分蓄热球,再从上部人孔加入部分蓄热球,由于下部放出蓄热球后腾出一部分空间,热风炉内的蓄热球悬空,经过反复送风、烧炉,蓄热球反复膨胀、收缩,悬空的蓄热球可能坍塌,届时板结的蓄热球之间的空隙会大幅度增加,类似于高炉悬料时透气性明显下降,塌料后迅

速恢复正常, 如果蓄热球透气性改善, 则烟道温度就能明显提高, 蓄热能力将明显提高, 最终达到提高风温的效果。

3.2 更换蓄热球操作

2021年3月17日高炉计划检修10小时20分, 炉前大沟小修套浇, 利用检修机会, 对3号热风炉进行置换蓄热球。休风后打开3号热风炉一个卸球孔放蓄热球, 由于热风炉下部温度较低, 下部蓄热球板结很少, 蓄热球很顺利放出来, 休风后4小时后放出14吨蓄热球, 随后封堵卸球孔。下部卸球的同时上部人孔也打开, 对热风炉上部的蓄热球进行观察, 发现蓄热球上表面整体下沉约1.5~2.0米, 有较大的空间可以加蓄热球, 随机组织人员、设备添加蓄热球, 至高炉复风时共添加15.4吨蓄热球。高炉复风后在烧炉过程中蓄热球出现坍塌现象, 空气量、煤气量均有明显上升, 冷、热风压差有所降低, 烟道温度可达到200℃以上, 3月份检修后的风温比检修前高出近50℃, 达到1014℃, 3月份全月平均风温为985℃, 比2月份上

升15℃。

由于3号热风炉置换少量蓄热球后取得了明显效果, 炼铁厂在4月份的计划检修中也安排对1、2号热风炉部分蓄热球进行置换。4月26、27日4号炉计划检修35小时30分, 炉前大沟套浇, 煤气管道喷涂, 冲渣沟内衬浇注。同时对三座热风炉的蓄热球进行了置换。3座热风炉开下部卸球人孔放旧球总计58.88吨, 开上部装球人孔加装新蓄热球, 1号炉装29袋, 2号炉装28袋, 3号炉装18袋, 共装75袋蓄热球约65吨。

4 运行效果

4月26日置换蓄热球后三座热风炉在烧炉过程中均出现蓄热球坍塌现象, 烧炉阻力、送风阻力均明显下降, 烟道温度上升明显, 热风炉蓄热能力明显提高, 热风炉送风前、后期风温下降速度变缓, 平均风温上升明显, 热风炉烧炉、送风主要参数见表4。

表4: 2021年5月份热风炉烧炉、送风参数

序号	项目	1号热风炉	2号热风炉	3号热风炉
01	初始风温(℃)	1155	1125	1115
02	末期风温(℃)	1113	1050	1088
03	初始压差(kPa)	9	11	20
04	末期压差(kPa)	8	9	17
05	末烟道温度(℃)	380	330	280

从表4可以看出热风炉送风前、后期风温差距缩小至80℃以下, 其中1号热风炉约40℃, 远远低于置换蓄热球之前的300℃。送风过程冷、热风压差下降明显, 其中1、2号热风炉初始压差下降至10kPa左右, 接近全新蓄热球的水平, 3号热风炉也下降12kPa。烧炉烟道温度大幅度上升, 1号热风炉达到380℃, 2号热风炉也能达到330℃, 达到全新蓄热球的水平, 3号热风炉也上升约100℃。

5月份4号高炉平均风温为1037℃, 比4月份上升了52℃, 进入6月份风温有进一步上升的趋势, 目前风温在1100℃以上, 比置换蓄热球以前上升140℃以上, 效果非常明显。送风前、后期温差大幅度缩小有利于高炉参数稳定、炉况稳定, 风温大幅度上升为高炉进一步降低燃料比、提高产量创造条件。

结语

综上所述, 球式热风炉的蓄热球在使用了3~5年后受自身理化特性、煤气质量、烧炉操作等各种因素影响, 会出现不同程度地板结、堵塞以及变形下沉等现象, 导致送风、烧炉阻力上升, 影响热风炉的蓄热能力, 造成高炉平均风温下降及送风前、后期温差变大, 影响高炉经济技术指标, 一般利用高炉大、中修机会进行更换, 更换周期较长, 大量更换蓄热球费用也较大。此次置换蓄热球利用蓄热室下部放出蓄热球后腾出一部分空间, 使热风炉内的蓄热球悬空, 经过反复送风、烧炉, 蓄热球反复膨胀、收缩, 悬空的蓄热球坍塌, 蓄热球之间的空隙大幅度增加, 类似于高炉炉况塌料后透气性大幅度好转, 烧炉、送风阻力大幅度下降, 从而改善热风炉蓄热能力, 使高炉平均风温上升, 改善高炉经济技术指标, 延长了蓄热球的使用周期, 并且施工周期短, 高炉休风不超过20小时可完成, 消耗新蓄热球共80吨, 远远低于正常更换量的1000吨以上。

参考文献

- [1]贾凌锋.提升蓄热炉加热温度效率的因素分析[J].工业炉,2023,45(06):28-31;
- [2]郭雷.浅析蓄热炉和联体炉特点及结构优化[J].长沙民政职业技术学院学报,2017,24(02):38-39;
- [3]李金鹏,蒋朝辉,陈致蓬等.球式热风炉分布参数系统模型预测控制[C]//中国自动化学会,杭州市人民政府,浙江省科学技术协会.2019中国自动化大会(CAC2019)论文集,2019:6.DOI:10.26914/c.cnkihy.2019.043624;
- [4]吕定建,朱勇.日照钢铁球式热风炉应用高辐射覆层技术的节能实践[C]//中国金属学会.第十一届中国钢铁年会论文集——S01.炼铁与原料.冶金工业出版社,2017:6;
- [5]孙守斌,刘常鹏,白雪等.高炉热风炉在线能效分析系统的建立及应用[C]//中国金属学会.第十四届中国钢铁年会论文集—14.冶金自动化与智能化,2023:5.DOI:10.26914/c.cnkihy.2023.056583;
- [6]韩华,宁培峰,张海利.高炉热风炉双预热器技术改造实践[C]//中国铸造协会(China Foundry Association),《铸造工程》杂志社.第十九届中国铸造协会年会论文集,2023:3.DOI:10.26914/c.cnkihy.2023.020137;
- [7]张维巍,战奇,李世明等.鞍钢11号高炉热风炉的附加燃烧炉预热系统改造探讨[C]//中国金属学会.第十三届中国钢铁年会论文集(摘要)——大会特邀报告&分会场特邀报告.冶金工业出版社(Metallurgical Industry Press),2022:1.DOI:10.26914/c.cnkihy.2022.018065;
- [8]汪朋,王博,王长春等.1260 m³高炉热风炉一键式全流程智能控制技术应用[J].江西冶金,2023,43(06):510-515.DOI:10.19864/j.cnki.jxye.2023.06.009;