打破常规、减损增效，看印度 2200m^{3}高炉热风管道整体推移改造工程

崔毛帅、汪小龙、王长春、姜曦

热风管道是高炉热风炉系统的重要组成部分，随着高风温热风炉技术的推广应用，热风管道的安全、长寿运行问题越来越突出，其稳定性直接影响高炉正常生产。2017 年 7 月，印度 ESSAR 钢铁公司 2200m^{3}高炉热风管道采用整体推移更换方式完成改造，用时 8 天，风温由改造前的 1050℃提高到 1200℃，目前热风管道整体运行稳定，为用户带来了巨大的减损增效收益。

印度 ESSAR 钢铁公司 2200m^{3}高炉 2010 年投产，投产 1 年后热风管道就事故频发，首先是热风主管靠近盲端侧的一根拉杆断裂，之后则是 2 号热风支管补偿器烧出事故，每个三岔口都历经多次灌浆，所有补偿器均陆续出现“漏风”、“过热”或“烧出”事故，管道内衬多处掉砖，钢结构鼓包、碳化严重，五年来全靠打水降温，风温为此降低到 1050℃（如图 1）。

图 1 故障频发的旧热风管道

按照常规方法施工，包括旧管道拆除、新管道组装、砌筑，至少需要 60-90 天才能完成总长度约 70 米的热风管道更换工程。因此，用户提出采用最短时间更换旧热风管道的要求。经过反复研究论证，该项目采用了热风管道整体推移更换的施工方案，即在临时平台上预先建设新管道，休风期间整体更换热风管道。该工程打破常规思路，首次将外径 Ø3840mm、 总长度约 70m（含 3 根热风支管）、已经完成砌筑的热风管道整体移动、精准定位，在国际上属于首例。

热风管道更换工程基本内容是：

1) 休风前施工工作:
   ① 在热风炉的换热器区域上部搭建临时平台，临时平台与旧热风管道平台对接且等标高。
   ② 在旧热风管道的下部铺设移动拖板和轨道。
   ③ 在临时平台的一侧铺设移动拖板和轨道，在移动拖板和轨道上组装预制好的新热风管道，然后砌筑热风管道内衬。
2) 休风期间施工
   ① 旧管道切断。按照设计，分别在热风阀前、混风管阀前、倒流休风管阀前和竖管前位置切断旧管道管道壳体，拆除局部内衬，同时切断旧热风管道下部的支座，使旧热风管道落在预先铺设好的移动拖板和轨道上;

② 旧管道移出。以卷扬机拉拽为主，液压千斤顶推移为辅，将旧管道从旧平台上沿轨道移动到临时平台上，再平行地将旧热风管道移出中心线，为新热风管道平移让开位置；

③ 新热风管道平移对接。以卷扬机拉拽为主，液压千斤顶推移为辅，将新管道整体地从临时平台一侧移动到热风管道中心线上，然后再沿轨道移动到旧平台上，将新管道与热风阀、混风管、倒流休风管和竖管对接、安装。

④ 更换热风阀水冷法兰和垫片。

图 2 完成安装的新建热风管道

新建热风管道的主要特点。

新建热风管道（如图 2）着重提高了热风管道刚性和稳定性，提高了热风管道保温内衬设计和建设标准，主要技术措施包括：

① 采用梁式拉杆取代旧的圆棒式拉杆。

表 1 新热风主管梁式大拉杆与旧热风管道圆棒式大拉杆形式和尺寸对比：

项目	新建热风主管大拉杆	旧热风主管大拉杆
形式	框架梁式大拉杆	圆棒式大拉杆
整体性	整体式	分段式
材质、厚度	Q345B，σ=36,30mm	45#
断面尺寸	250x392mm	直径 120mm

②在热风支管上增加弹簧支座，提高热风支管稳定性。

在现有热风短管（热风阀到热风炉）上增设 1 组（2 个）弹簧支座，在新建热风支管的 2 个补偿器之间设置 1 组（2 个）弹簧支座。

③在热风支管上设置带拉杆的轴向补偿器。

其目的是保证在更换热风阀、阀垫的施工操作中，不会损坏复式（万向）补偿器和三岔口内衬。

④ 新热风管道提高内衬设计标准。

新热风管道内衬工作环采用低蠕变高铝砖 DRL-150，与旧热风管道工作环耐火砖 RDL-75 性能对比如下，显见新热风管道内衬的多项指标优于旧热风管道内衬。

表 2 新旧管道内衬工作环耐火砖性能对比

项目	RDL-75（旧管道）	DRL- 150（新管道）
1. Al_2O_3, %, ≥	75	80

项目	RDL-75（旧管道）	DRL- 150（新管道）
2. Fe_2O_3, %, ≤	1,8	1,2
3. 耐火度 ≥, °C	1790	1790
4. 荷重软化温度≥°C 0,2 MPa,	1550	1650
5. 体密, g/cm^3	≥2,7	≥2,8
6. 显孔率, **(AP)**, %, ≤	22	19
7. 常温压强, (**CCS**), MPa ≥	55	80
8. 高温蠕变, ℃ %, (0.2 MPa, 50 hr)	1400 1.0	1500 0.7
9. 热震 (1100°C – water), ≥	6	8

总结与效益

1) 该工程在全世界是首次针对大中型高炉热风管道进行整体更换施工，最大程度地降低了高炉停产损失，在大中型热风管道维修方面具有重要的示范意义。例如，以常规方式大修热风管道需用时 60-90 天，按每天产铁 6000 吨计算，高炉直接产能损失超过 36-54 万吨，而采用整体更换新工艺只需用时 6-8 天，减损效益显著。
2) 该工程在提高热风管道稳定性、可靠性方面做了比较全面的技术提升，新热风管道投产后风温达到 1200℃，稳定运行至今。

（全文完）