

· 经验交流 ·

高炉热风管系无线位移监测系统的应用及分析

郭之明, 张卫东, 沈海波

(首钢京唐钢铁联合有限责任公司 炼铁部, 河北 唐山 063200)

摘要: 首钢京唐钢铁联合有限责任公司 5 500 m³ 高炉热风管系无线位移监测系统, 通过安装在热风管系上的无线位移传感器测量管系的伸缩变形, 由无线中继器和采集器将监测数据上传给上位机, 实现了热风管系伸缩变形的无线自动监测。实际应用效果表明此系统具有较高的灵敏度和准确性, 为分析热风管系的安全运行状况提供了客观依据, 具有很高的应用和推广价值。

关键词: 高炉; 热风管系; 伸缩变形; 无线监测

中图分类号: TF325 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-7059(2012)02-0066-04

Application and analysis of BF hot-blast pipelines wireless displacement monitoring system

GUO Zhi-ming, ZHANG Wei-dong, SHEN Hai-bo

(Ironmaking Operation Dept. of Shougang Jingtang United Iron and Steel Company, Tangshan 063200, China)

Abstract: A wireless displacement monitoring system of Shougang Jingtang 5 500 m³ BF hot-blast pipelines is introduced. Using wireless displacement sensors installed on hot-blast pipelines measures the expansion and deformation of pipelines, and wireless repeaters and collectors transmits data to upper computer, the wireless automatic monitoring of hot-blast pipelines is realized. The practical application effect of hot-blast pipelines wireless displacement monitoring system has a considerable sensitivity and accuracy, provides an objective basis for analyzing safe operation condition of hot-blast pipelines, also has great application and popularization value.

Key words: BF; hot-blast pipelines; expansion and deformation; wireless monitoring

0 引言

首钢京唐钢铁联合有限责任公司(以下简称首钢京唐)5 500 m³ 高炉是国内首座实现 1 300 ℃ 以上风温的高炉, 1 300 ℃ 的高风温的实现大幅降低了焦比, 而且高炉各项技术经济指标均得到稳步提高, 已成为 5 500 m³ 高炉高效、经济和稳定运行的重要保障。但是目前国内高炉对热风系统管系缺乏有效的监测手段, 普遍采用人工巡检, 因此无法及时全面地掌握整个送风管系的运行情况, 国内高炉就发生过热风管严重变形、热风突出, 甚至断裂、坠落的严重事故, 造成了重大经济损失和人员伤亡。

为了避免因热风系统管系安全问题造成的高炉风温波动和非计划停风, 减少安全事故, 采用自动化监测手段对高炉热风系统关键部位的位移变形和温度等运行参数进行实时有效的监测已迫在眉睫。由于高炉热风系统管系布置复杂、区域广大、环境恶劣, 综合布线十分困难, 因此不宜采用传统的有线传感监测系统。首钢京唐 5 500 m³ 高炉采用工业无线传感器网络(WSN)^[1]覆盖整个监测区域, 对管系位移变形进行无线位移变形监测, 取得了良好的监测效果。

1 系统构建

无线位移监测系统是传感技术和无线通信技

收稿日期: 2010-11-29; 修改稿收到日期: 2011-08-19

作者简介: 郭之明(1982-), 男, 山东滕州人, 工程师, 硕士, 主要从事炼铁自动化仪表方面的工作。

术的结合,是由大量集成传感器节点采用自组织方式构成的无线传感器网络,具有传感器节点密度高、网络拓扑变化频繁和节点功率低等特点,在工业监控领域有着广泛的应用前景^[2]。无线监测系统中常见的网络有 GSM, GPRS, Zigbee, Bluetooth 等,其中 Zigbee 网络在网络容量、功率、时延和成本等方面具有相当优势,被业内认为是比较适合在工控场合应用的无线技术^[3]。首钢京唐采用的就是基于 Zigbee 网络的高炉热风管系无线位移监测系统。

高炉热风管系无线位移监测系统由无线位移传感器、无线中继器、无线数据采集器和上位机及监测软件组成,如图 1 所示。

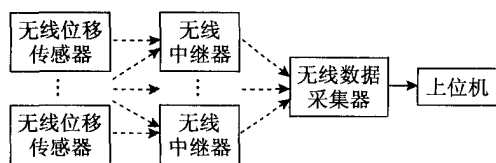


图1 系统结构

Fig. 1 System schematic diagram

监测系统的网络频率选择 ISM 公用频段作为收发频段,采用动态时隙定时触发唤醒突发模式工作,杜绝本系统内部的信息冲突,使每个数据终端的活动周期占空比达到最小,进一步减小了无线传感器数据终端的功率消耗。

无线位移传感器采用高性能电阻式位移传感器测量热风管系中波纹补偿器的轴向位移变形量,同时对电池电压参数进行监测,监测数据通过内部集成的无线 Zigbee 网络的收发模块发送到无线中继器中,同时也能够接收无线中继器转发的命令信息。

无线中继器用于无线传感器信息的空间双向传输。由于无线位移传感器布置离散性较大,距上位机也较远,因此为保证网络的稳定性,每个无线中继器均管理一组位置相近的无线传感器。由于热风炉区域距中控室不足 150 m,且中间无障碍物,因此根据网络调试情况,35 个监测点的无线传感器仅采用了 4 个中继器,即可保证网络的稳定可靠。

无线数据采集器完成对整个无线传感器网络的拓扑结构安排、无线终端和中继器地址的确认分配和信道划分以及无线传感器数据的最终采集,并将数据信息传入上位机,是无线和有线的接口。

无线位移传感器和无线中继器均采用电池供电,无线传感器采集周期可人工设定(默认 60 s),属于间歇工作,而中继器需连续工作,因此中继器选择 200 Ah 的大容量电池供电。无线数据采集器与上位机为有线通信,采用电源供电。

上位机对整个系统的数据信息进行存储、记录、处理、分析、报警输出、显示和查询等,是整个无线位移监测系统的目的终端。通过监测软件可实时显示监测数据、各种曲线、报警信息和系统电池电压状态等。

2 应用及分析

首钢京唐 2[#]高炉(5 500 m³)于 2010 年 6 月 26 日开炉前安装了高炉热风管系无线位移监测系统,无线位移传感器的分布如图 2 中主界面所示,其中,在高炉炉体 29 m 和 47 m 的两个平台处各安装两个,用于测量高炉开炉期间炉体的垂直位移(见图 2 高炉炉身上下的 4 个数据窗);在高炉 4 个上升管波纹补偿器处各安装 1 个,用于测量上升管的轴向相对位移(见图 2 上升管膨胀量数据窗);热风总管每个波纹补偿器圆周上均匀安装 3 个或 2 个,共计 22 个,用于测量热风总管波纹补偿器轴向伸缩相对位移(见图 2 中热风总管上 1~9 号波纹补偿器数据窗);热风支管各 1 个,共 4 个,用于测量热风炉支管垂直绝对位移(见图 2 中 10~13 号波纹补偿器数据窗)。位移传感器用螺栓固定在基板一侧,传感器的测量探头紧靠在基板另一侧,基板焊接在管道表面上,这样可有效防止传感器脱落,同时传感器距管道有一定距离,可避免管道表面高温对传感器工作产生影响。

随着高炉冶炼的强化,至 2010 年 8 月 25 日为止 2[#]高炉风温达 1 312 ℃,风量达 8 700 m³/min,已接近高炉正常生产所用风温、风量的最大值,此时热风管系各部位波纹补偿器的伸缩变形也接近正常生产时最大值。高炉热风管系无线位移监测系统主界面(参见图 2)可显示出热风管系各部位开炉至今位移变化量,其中正值表示压缩量,负值表示拉伸量(单位 mm)。

下面分别对高炉热风管系无线监测系统应用后检测到的高炉炉体垂直位移、高炉上升管轴向相对位移、热风炉总管波纹补偿器轴向相对位移、热风炉支管垂直绝对位移进行分析。

(1)高炉炉体垂直位移。图 3 所示为炉体垂直位移曲线,图中上面两条曲线为 47 m 平台高炉

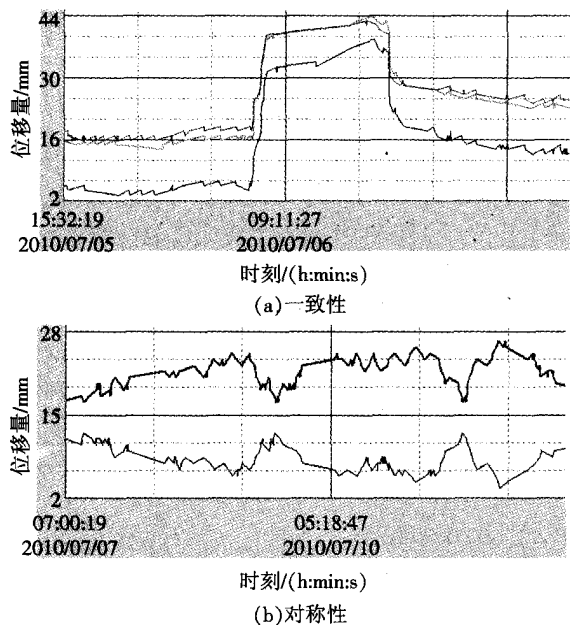


图5 热风总管伸缩曲线

Fig. 5 Blast main expansion curves

管绝对膨胀范围在5~9 mm之间,2号支管在7~11 mm之间,3号支管在4~8 mm之间,4号支管在4~9 mm之间。图6所示分别为2号和3号热风炉支管垂直绝对位移曲线,脉冲状曲线的波峰和波谷分别表示热风炉在燃烧和送风期的膨胀变化,曲线数值变小代表膨胀,数值变大代表收缩,其中波峰的上升沿代表热风炉正在进行送风-燃烧的过程,炉体收缩,在燃烧期随着蓄热室热量不断增加,热风炉炉体膨胀,直至燃烧结束;波峰下降沿代表热风炉正在进行燃烧-送风的过程,送风后随着冷风不断带走蓄热室的热量,热风炉炉体不断收缩,直至送风结束。

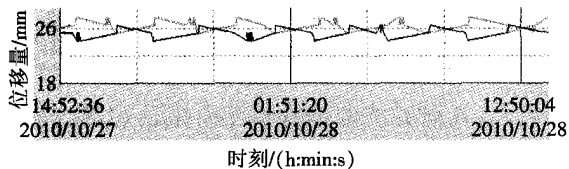


图6 热风炉支管垂直绝对位移曲线

Fig. 6 Hot blast stove expansion curves

3 总结

热风管系无线位移监测系统安装运行以来,操作人员可直观地判断热风管系的运行情况,获得了良好的监测效果。同时该系统对管系内外部工况变化反应十分灵敏,在高炉加减风和外界天气变化(如降水、降温)时都能及时监测出管系的伸缩变形情况。如2010年7月6日高炉计划检修,6:35高炉开始停风,7:35停风,期间曲线骤升(见图5(a)),真实地反映出热风总管在停风过程中波纹补偿器的动态拉伸过程,高炉17:00检修结束,开始送风并逐步恢复风量,曲线又陡降,反映出在送风过程中总管波纹补偿器压缩情况。

首钢京唐高炉热风管系无线位移监测系统实现了对送风设备变形的无线监测,获得了高炉生产中热风管系的运行参数,为设备部门分析送风设备的运行情况、制定合理的检修方案提供客观依据,避免了人工巡检存在盲区、过于依靠主观判断的不足,是一种新型的高炉设备安全监测手段,具有较高的应用和推广价值。另外随着无线传感器网络的不断完善,以及高炉生产对监测参数的多样性需求,相信无线监测技术在高炉生产监控中将会有更好的应用前景。

参考文献:

- [1] 夏少波,许娥. 无线传感器网络 WSN 探究[J]. 通信技术,2010,43(8):18-20.
XIA Shao-bo, XU E. Discussion on wireless sensor network[J]. Communications Technology, 2010, 43(8): 18-20.
- [2] 任丰原,黄海宁,林闯. 无线传感器网络[J]. 软件学报,2003,14(7):107-111.
REN Feng-yuan, HUANG Hai-ning, LIN Chuang. Wireless sensor networks[J]. Journal of Software, 2003, 14(7): 107-111.
- [3] 李娜. 基于 ZigBee 的无线传感器网络在工业监测中的应用[D]. 北京:长安大学,2009.

[编辑:沈黎颖]

(上接第57页)

- [4] 单旭升,劳兆利. 热连轧过程控制系统关键技术的思考与实践[J]. 冶金自动化,2009,33(5):1-5.
SHAN Xu-Yi, LAO Zhao-li. A study and practice on key technology of process control system for hot strip mill[J]. Metallurgical Industry Automation, 2009, 33(5): 1-5.
- [5] 焦景民,王成君,罗付华,等. 热连轧无芯移动式热卷

箱技术及控制[J]. 冶金自动化,2006,30(5):63-65.
JIAO Jing-min, WANG Cheng-jun, LUO Fu-hua, et al. Technology and control of mandrelless transform coilbox in 1450 mm Hot Strip Mill of Pangang[J]. Metallurgical Industry Automation, 2006, 30(5): 63-65.

[编辑:沈黎颖]