

基于 PLC 的煤粉工业锅炉除氧系统研究与改造

陈 喆^{1,2,3}, 崔豫泓^{1,2,3}

(1. 煤炭科学技术研究院有限公司 节能工程技术研究分院, 北京 100013; 2. 煤炭资源高效开采与洁净利用国家重点实验室, 北京 100013; 3. 国家能源煤炭高效利用与节能减排技术装备重点实验室, 北京 100013)

摘要:为了解决神东哈拉沟煤矿、寸二煤矿、补连塔煤矿工业煤粉锅炉系统除氧器存在的除氧效果不稳定问题,利用 PLC(Programmable Logic Controller, 可编程逻辑控制器)来控制除氧系统的电气设备,实现全自动控制,提升除氧器性能,为锅炉系统稳定高效运行打下良好基础。结果表明,改造完成后,除氧水箱的水温始终维持在 102 ℃,液位保持在水箱液位的 4/5 处,从而为锅炉系统提供稳定且达标的水质,减少锅炉设备损耗,提高锅炉热效率,实现节能减排。

关键词:煤粉工业锅炉;除氧器;PLC;PID;恒压;恒液位

中图分类号:TM62 文献标志码:A 文章编号:1006-6772(2016)03-0090-03

Transformation of deoxidation system of industrial pulverized coal boiler based on programmable logic controller

CHEN Zhe^{1,2,3}, CUI Yuhong^{1,2,3}

(1. Energy Saving Engineering Technology Branch, Coal Science and Technology Research Institute Co., Ltd., Beijing 100013, China; 2. State Key Laboratory of High Efficient Mining and Clean Utilization of Coal Resources, Beijing 100013, China; 3. National Energy Technology and Equipment Laboratory of Coal Utilization and Emission Control, Beijing 100013, China)

Abstract: In order to improve the stability of deoxidation system of industrial pulverized coal boilers of Shendong Halagou coal mine, Cner coal mine, Bulianta coal mine, a PLC (programmable logic controller) was adopted to automatically controlled deoxidation system. After transformation, the water temperature of deoxidation tank always maintained at 102 ℃, the level always accounted for 80% of total water tank liquid level, which provided stable and eligible water. The installation of PLC reduced the wear of boiler, improved the economic benefits and thermal efficiency.

Key words: industrial pulverized coal boiler; deoxidation; PLC; PID; constant voltage; constant liquid level

0 引 言

从工业煤粉锅炉角度出发,锅炉用水必须保证水质,即对水中氧含量进行控制。如果氧含量超标的水进入锅炉,会对锅炉膜式壁造成腐蚀,腐蚀产生的残渣等物质将会堆积在膜式壁中,增加锅炉受热面内壁厚度,导致锅炉热效率降低,局部水循环不畅通,甚至能引发锅炉膜式壁撕裂或变形^[1]。为了对抗机械设备在高温高压下运行时发生的氧腐蚀,需要利用除氧器来降低水中的氧含量,同时对水进行

预热。20 世纪五六十年代,我国已经能够生产除氧器,现今除氧器市场上旋膜除氧器由于其除氧效果好,设备波动小的优点,占据了大量的市场份额。从化学的角度来说,氧气较为活泼,易与大多数的金属和非金属发生化学反应,在化合的过程中不仅腐蚀锅炉,还堵塞过路的水循环系统,对工业锅炉系统造成伤害^[2]。市面上的除氧器大多分为喷雾式除氧器或旋膜式除氧器。

本文针对神东哈拉沟煤矿、寸二煤矿、补连塔煤矿锅炉房除氧器除氧不稳定的问题进行研究,考虑

收稿日期:2016-01-25;责任编辑:孙淑君 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.2016.03.019

基金项目:煤炭科学技术研究院有限公司技术创新基金资助项目(2014CX03)

作者简介:陈 喆(1986—),男,河南平顶山人,研究实习员,硕士,从事煤粉工业锅炉技术开发工作。E-mail:281266276@qq.com

引用格式:陈 喆,崔豫泓.基于 PLC 的煤粉工业锅炉除氧系统研究与改造[J].洁净煤技术,2016,22(3):90-92.

CHEN Zhe, CUI Yuhong. Transformation of deoxidation system of industrial pulverized coal boiler based on programmable logic controller[J]. Clean Coal Technology, 2016, 22(3): 90-92.

除氧系统和锅炉系统匹配,利用 PLC 对除氧器进行改造,实现良好且稳定的除氧,同时提高锅炉的热效率,实现节能减排。

1 喷雾式除氧器除氧原理和存在问题

1.1 喷雾式除氧器除氧原理

喷雾式除氧器利用的是加热除氧法,使用补水泵通过补水母管向除氧器中加水,补水母管与除氧器除氧头的雾化喷嘴相连,位于除氧头的上部,在保持一定压力的情况下,水以雾化的形式进入除氧头。在除氧头内部,雾化喷嘴的下方,有与锅炉分气缸相连的蒸汽管道,通过调节减压阀来保证蒸汽以一定压力进入除氧头,水和蒸汽在除氧头内部充分混合,达到氧析出的温度,能够保证除氧水箱中的氧含量达到工业生产的水质要求^[3]。

简单来说就是将来自给水泵的水和来自锅炉分气缸的蒸汽在除氧头内充分混合,使其达到工作压力下的饱和温度,控制除氧水箱的温度在 102 ℃ 左右,达到除氧的目的,同时为锅炉提供了更为稳定有利的燃烧环境,提高锅炉的热效率^[4]。

1.2 喷雾式除氧器问题分析

经调查发现,神东锅炉除氧系统补水进汽均为间断进行,由于蒸汽和水充分混合换热需要一定时间,在给水泵启动的初始阶段,大量的水进入除氧头,蒸汽供应量不匹配,导致除氧效果不理想,同时供气阀门间断性的打开关闭,导致除氧头压力波动大,随着除氧器的运行,大量的水或是蒸汽通过排空管道直接外排,不仅影响工作环境,而且除氧系统高能耗低效率运行,对环境造成室温效应性的污染^[5]。这次改造的最终目的是通过拟用数据采集监控的自动化控制方案来实现不间断恒压补水进汽,保证汽水充分混合的同时不浪费水和蒸汽,提供达标水质,提高除氧器的效率^[6]。

2 除氧器恒压控制改造原理和方法

2.1 原理

此次改造主要利用了 PID (Proportion integral derivative) 控制技术,通过传感器实时稳定检测到的数据对水泵和阀门进行控制,这样不仅能保证除氧的连续性和稳定性,而且在排汽环节起到了节能减排的作用^[7]。

1) 通过水系统的恒压控制实现系统的不间断补水,为除氧的连续稳定提供了可能^[8]。

2) 恒压供水保证了供水的连续性,汽水混合过程中蒸汽供应要保证连续,这样才能使汽水彻底高效混合。通过控制除氧头的压力维持在恒定的 0.02 MPa (除氧器工作最佳压力)^[9],来实现蒸汽供应的连续。

3) 控制除氧水箱水位恒定保持在一个合适的位置^[10]。

2.2 改造方法

1) 水系统的恒压控制的改造方法是基于 PLC 的 PID 控制,给补水泵加装变频器,同时在补水泵与补水阀相连的水平管路上加装压力传感器,经过反复试验,除氧系统供水压力控制在 0.2 MPa 较为合适。PLC 系统采集压力传感器测得的补水母管压力,利用 PID 控制补水泵变频器,调节补水泵转速,过程为补水阀门开大时,补水母管压力减小,控制变频器加大补水泵的频率;反之则降低补水泵的频率,从而实现补水母管上补水压力恒定为 0.2 MPa^[11]。

2) 为了实现除氧头的恒压控制,需要在除氧头上加装压力传感器,采集压力传感器测得的数据,利用 PID 控制来调节电动蒸汽阀门的开度,保证除氧头压力的恒定。根据大量的运行和试验,工业煤粉锅炉除氧器除氧头压力为 0.02 MPa 时^[12],汽水混合最为充分,除氧器效率最高。

3) 通常对于除氧器的液位不进行恒定控制,而是进行上下限的设定,当水位高时停止补水系统,当水位低时启动补水系统。然而现实工业生产中锅炉负荷的变化或是各种辅助设备用水量的变化,会引起除氧器液位的不平衡。而且当工业系统中不止一个除氧系统时,某个系统超过水位设定值的上下限,就会启动或关闭补水和进汽阀门,对正在运行的除氧器造成冲击,给安全生产带来隐患^[13]。此时恒液位控制就成为必不可少的环节,改造完成后 PLC 采集除氧水箱液位传感器的数据,通过 PID 控制补水阀门的开度,过程为除氧水箱水位低于设定值时则开大补水阀,此时补水母管压力下降,恒压控制使变频器加大补水泵频率,总进水量增大,液位升高;反之关小补水阀,补水母管压力升高,补水泵频率下降,总进水量减少,液位降低^[14]。经过大量运行经验,除氧水箱恒定液位设置为水箱高度的 4/5 较为合适^[15]。

上述改造能够使汽水彻底高效混合,减少除氧过程中的用汽量,为锅炉提供连续稳定恒温在 102 ℃ 左右的水质,增加设备的使用寿命,同时为煤

粉在炉膛内燃烧提供了更为良好的环境,从而提升锅炉热效率。

3 结 语

改造完成后,神东各锅炉实现了除氧系统的全自动恒压补水进汽和恒液位,保证了系统运行的连续稳定,汽水混合得彻底高效。与改造前相比,同样负荷下运行,用水用汽量明显减少,水箱温度维持在102℃左右,系统效率升高。水质检验表明,除氧水箱中的溶解氧含量 ≤ 0.1 mg/L,达到锅炉用水要求,同时102℃左右的供水水温为锅炉系统提供了良好的燃烧环境,炉膛内煤粉燃烧更加充分,提高了锅炉的燃烧效率和热效率。

参考文献(References):

- [1] 郑体宽. 火力发电厂[M]. 北京:中国电力出版社,2008:13-26.
- [2] 林万超. 火电厂系统节能理论[M]. 西安:西安交通大学出版社,1994:3-17.
- [3] 吕绍忠. 中压除氧器的应用[C]//中国电机工程学会热电联产学术交流会议论文集. 北京:中国电机工程学会,1998:195-200.
- [4] 崔修强. 电站除氧器余汽回收技术方案及效益[J]. 电站辅机, 2007,28(1):4-7.
Cui Xiuqiang. Technical formula and benefit analysis on waste stream recovery from deaerators in the power station[J]. Power Station Auxiliary Equipment,2007,28(1):4-7.
- [5] 俞利锋,蔡 军. 除氧器排汽余热回收装置的应用[J]. 能源研究与利用,2008(3):46-47.
Yu Lifeng, Cai Jun. application of deaerator exhausted stream heat recovery device[J]. Energy Research & Utilization,2008(3):46-47.
- [6] 王 坚. 除氧器布置优化及暂态计算方法[J]. 电力建设, 2006,27(9):41-44.
Wang Jian. optimization of deaerator arrangement and transient calculation metod[J]. Electric Power Construction,2006,27(9):41-44.
- [7] 杨景祺,戈黎红,凌荣生. 超临界参数机组控制系统的特点及其控制策略[J]. 动力工程,2005,25(2):221-225.
Yang Jingqi, Ge Lihong, Ling Rongsheng. Features and strategies for control systems of supercritical pressure sets[J]. Chinese Journal of Power Engineering,2005,25(2):221-225.
- [8] 韩忠旭,潘 钢,邱忠昌,等. 直流炉机组给水控制系统的设计与应用[J]. 中国电机工程学报,2010,30(2):7-16.
Han Zhongxu, Pan Gang, Qiu Zhongchang, et al. Design and application of feed water control system for once-through boiler power generation unit[J]. Proceedings of the Chinese Society for Electrical Engineering,2010,30(2):7-16.
- [9] 程启明,郑 勇. 多变量PID型神经网络控制系统及在除氧器水位解耦控制中的仿真研究[J]. 上海电力学院学报,2007,23(1):33-37.
Cheng Qiming, Zheng Yong. The control system of multi-variable PID neural network and its application in deaerator water level control[J]. Journal of Shanghai University of Electric Power,2007,23(1):33-37.
- [10] 刘金现. 先进PID控制及其MATLAB仿真[M]. 北京:电子工业出版社,2003:3-25.
- [11] 王加璇. 热工基础及热力设备[M]. 北京:水利电力出版社,1988:13-25.
- [12] 张英建. 智能控制在浓相输送系统上的应用[D]. 兰州:兰州理工大学,2007:6-8.
- [13] 刘曙光,魏俊民,竺志超. 模糊控制技术[M]. 北京:中国纺织出版社,2001:59-102.
- [14] 史忠植. 知识发现[M]. 北京:清华大学出版社,2011.
- [15] 陈兆勋. 基于智能技术与作业成本法的产品配置研究[D]. 上海:上海交通大学,2009:26-38.