

经验介绍

谈谈小型工业锅炉给水除氧问题

高 阳 (北京石油化工工程公司)

关键词 锅炉 除氧 热力除氧 解吸除氧

分类号 TK223.51

根据实际调查,小型工业锅炉的给水除氧还存在不少问题。绝大多数的小型工业锅炉均未采取除氧措施,许多锅炉因氧腐蚀严重而报废,其主要原因是对于小型工业锅炉的除氧问题不重视。因为氧腐蚀过程一般比较缓慢,是一种长时间的电化学腐蚀,不会很快造成恶果,使锅炉用户单位认为除不除氧问题不大;另一方面,小型锅炉除氧使锅炉房的基建投资和运行费用增加较多,给运行管理也带来麻烦,导致锅炉用户不愿意增设除氧设备。

从氧腐蚀的机理和形态来说,小型锅炉与大、中型锅炉完全相同。但小型锅炉氧腐蚀的部位与大、中型锅炉有所不同。蒸发量大于6 t/h的锅炉,氧腐蚀主要发生在给水管路和钢制省煤器中。蒸发量为2 t/h及以下的锅炉一般不带省煤器,蒸发量为4 t/h的锅炉均配用耐腐蚀的铸铁省煤器。因此,锅炉给水中的溶解氧少量消耗于给水管路和省煤器的腐蚀,大量进入锅筒内。进入锅筒内的溶解氧少量被蒸汽带走,造成蒸汽管路及凝结水管路的腐蚀,大量的溶解氧则对汽包的水侧及下降管产生腐蚀。汽包和下降管的腐蚀形态呈局部溃疡状,对锅炉受压容器强度的破坏是

相当严重的。这不但威胁锅炉的安全运行,而且会使锅炉过早报废。防止锅炉氧腐蚀的根本途径是对锅炉给水进行除氧。

锅炉给水除氧的方式有多种,如热力除氧、钢屑除氧、化学药剂除氧、氧化还原树脂除氧、真空除氧、解吸除氧等等。每种除氧方式各有其特点,本文只谈热力除氧和解吸除氧在小型工业锅炉给水除氧中的应用。

1 热力除氧

热力除氧就是将水加热至沸点,使溶解在水中的氧因溶解度的减小而逸出,随着水温的增高,水蒸汽的分压力也增大,而空气和氧气的分压力在100℃时降低到零,水中的溶解氧也降低到零,不断将水面上产生的空气和氧气排除,最后使锅炉给水的含氧量达到给水质量标准的要求。

热力除氧是一种最传统的除氧方法,广泛应用于电站锅炉和大、中型工业锅炉给水的除氧,收到了良好的效果。但是用于小型工业锅炉给水的除氧,还存在一些问题。小型锅炉配置的省煤器一般都是非沸腾式铸铁省煤

收稿日期 1993-11-08 收第三稿 1994-03-04

本文联系人 高阳 男 37 工程师 110003 沈阳和平区青年大街306号辽宁石化规划设计院

器,而经过热力除氧后的给水温度为 105°C ,如果按照锅炉设计要求的给水温度运行,将除氧后的高温水送入省煤器,由于烟气与水的换热温差减小,会使排烟温度升高,增加排烟热损失,使锅炉的热效率降低。此外,小型锅炉的锅炉房一般为单层布置,而热力除氧器为了防止给水泵入口汽蚀,除氧器的除氧水箱设置高度一般要求高于锅炉给水泵 $7\sim 8\text{m}$,这会增加土建投资,也给运行管理带来不便。因此,热力除氧方法一般适用于单台锅炉容量为 6t/h 以上且采用楼层布置的工业锅炉。为了解决布置上的困难,一些同行专家研究出了一些措施,可以降低热力除氧器的布置高度。热力除氧器采用低位布置,技术上的关键是解决除氧水泵的汽蚀问题。采用如图1所示的给水热力系统,可以在一定程度上解决这一问题。

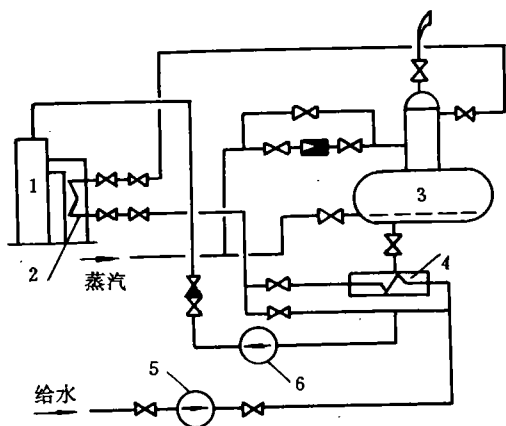


图1 给水热力除氧系统

1. 锅炉 2. 省煤器 3. 除氧器 4. 热交换器
5. 除氧器给水泵 6. 锅炉给水泵

如图所示,在除氧水箱的出水管路上设置水—水热交换器,锅炉给水首先经过热交换器预热,然后再进入省煤器进行加热,加热后的给水送入除氧器。除氧后的脱氧水先经过热交换器进行换热,降温后由给水泵送入锅炉内。采用此系统,进入省煤器的给水温度

可以通过热交换器的旁通阀进行调节。脱氧水经过热交换器降温后再进入给水泵,可以增加水的重度,使除氧器的布置高度降低。北京石化工程公司设计的房山县总后装备研究所的供热锅炉房采用了此给水除氧系统,投入运行后,系统工作稳定,除氧效果好。

为了降低热力除氧器的布置高度,其他措施也在不断推出。安徽芜湖工业泵厂研制出了CYG型专用锅炉给水泵,此泵要求除氧器的安装高度高于泵的吸入口 2.5m 。如上述除氧系统配用此泵,可以除氧器的安装高度降低到 2m 。

2 解吸除氧

解吸除氧是利用无氧或含氧量极微的无害惰性气体(如 N_2 、 CO_2 等)与水激烈混合,促使水中的溶解氧扩散到该气体中去,然后将含氧气体引入充满还原剂(如木炭)的反应器中进行脱氧,脱氧后的气体再循环使用。以前的解吸除氧设备一直不过关,加之在除氧过程中影响除氧效果的因素较多,控制和调整较困难,因此解吸除氧在使用中长期未取得令人满意的效果,致使解吸除氧方法一直未得到推广。

新一代解吸除氧设备CJY型解吸除氧器是由机电部设计研究院研制出的新产品,该设备克服了原有解吸除氧器存在的问题,在实际应用中取得了良好效果。经华北电管局中心试验所、沈阳热电厂、上海电力专科学校、沈阳产品质检所等单位测试和检验,达到了国家规定的除氧标准和设计要求。该设备既可用于蒸汽锅炉,也可用于热水锅炉,配用锅炉的单机容量从 2t/h 到 80t/h 。

CJY型解吸除氧器由除氧反应器(由气—气换热器和电加热反应器组成)、解吸器、喷射器、气水分离器、水封、溶解氧探测盒、软

水箱等组成。其系统如图2所示。CJY型解吸除氧器的工作原理为:除氧水泵7将软水箱6中的软水抽吸至喷射器3,与来自除氧反应器1中的无氧气体强烈混合,在通往解吸器2的混合管内产生亨利定律效应脱氧并进入解吸器2中分离,已脱氧的水由解吸器2下部流出,大部分水供给锅炉,少量的水返回软水箱6,保证软水流向的逆止性,从水中解吸出的含氧气体由解吸器2上端流出,经气水分离器4后进入除氧反应器1中与脱氧剂反应产生无氧气体,循环往复,对给水进行除氧。水封5的作用是收集凝结水和保证运行系统与大气隔绝。气体循环的动力来自喷射器产生的负压。

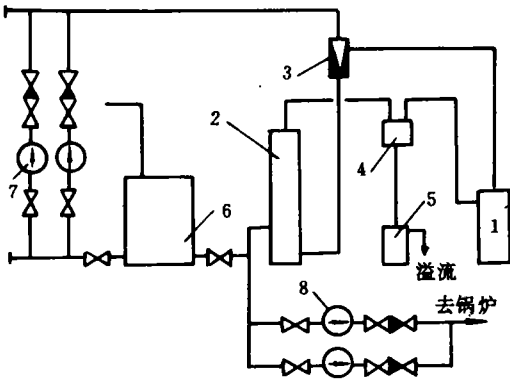


图2 解吸除氧系统

1. 除氧反应器 2. 解吸器 3. 喷射器 4. 气水分离器
5. 水封 6. 软水箱 7. 除氧水泵 8. 补给水泵

此系统与热力除氧系统相比较,省去了除氧水箱,系统简单,管理方便。系统的工作是依靠解吸器在运行时的水位比水箱水位高,由重力压差作用往软水箱回水,由于给水泵引入管两端存在压差和除氧水泵的流量大于给水泵流量的要求,使软水箱中未脱氧的软水在除氧装置运行时,不能进入给水泵引入管中,保证了在除氧装置运行时锅炉给水是脱氧水。当除氧装置不运行时,因给水泵引

入管连接着软水箱,可直接由软水箱向锅炉供软化水。所以在任何情况下都能保证锅炉的及时补水。

CJY型解吸除氧器具有自己独特的性能。该设备组合紧凑,不需要设专门的除氧间,节省土建投资和占地面积,对小型工业锅炉尤为适用;该设备除氧效率高,可达99%以上,对待除氧水的水温适应范围广,8~70℃范围内均能正常工作;该设备的自动化程度高,操作方便,对负荷的适应性强,操作人员可随时启停锅炉给水泵而不影响除氧效果,这对于其他的除氧方式来说均无法作到;设备的运行费用低,一个采暖期(按120天计)消耗脱氧剂的成本低于1200元,与相同情况采用加药除氧方式相比,可节省资金约5000元;该设备的一次性投资低,与相同规模采用热力除氧相比较,可减少投资1/3左右。

在安装和使用CJY型解吸除氧器时应注意如下问题:

1 为了保证系统的密封性,管道与设备的连接处如为法兰或螺纹连接,应用密封胶垫或麻丝缠绕。

2 设备安装完毕后,应用 $P = 0.2 \text{ MPa}$ 的压缩空气进行气密性试验,对除氧水泵至喷射器的连接管道应做 $P = 0.6 \sim 0.9 \text{ MPa}$ 的水压试验,检查无泄漏方可使用。

3 在装置启动前应先开启软水箱至解吸器联接管路上的回水阀(此阀常开,仅在维修时关闭),然后接通除氧反应器电源,启动除氧水泵及电加热反应器开始运行,当溶氧表指针指示低于 0.1 mg/L 时,即可向锅炉供水。

4 电控装置设有全自动控制、全手动控制、一组自动控制 and 一组手动控制三种功能,一般装置运行时设置在全自动位置,在调节负荷时,利用手动控制进行电功率负荷调节。

5 当需要停机时,应先切断除氧反应器电源,然后再停除氧水泵。

6 经过一段时间运行后,如发现温度指示总达不到 300℃时,应检查电热元件是否损坏,如已损坏,需更换电热元件。如温度指示总在 100℃以下说明电加热器已经进水,需停机放水,水可由气—气换热器和电加热器底部螺母拧开处放出。

7 装置在运行中如发现溶氧表读数上升,不能再达到标准,但温度指示正常,说明脱氧剂已用完,应及时添加新脱氧剂。加料和卸灰应在停机时进行,一般每公 斤脱氧剂可处理 300 吨水。

解吸除氧属于相对年轻的一种除氧方法,但由于其产品不断推新,且具有其独特的优点,越来越受到锅炉用户的欢迎,解吸除氧正在成为小型工业锅炉除氧方法的一种发展趋势。北京总后工程总队的三台热水锅炉均配用了 CJY 型解吸除氧器,投入运行后用户反映良好。

国家标准局于 1985 年颁布《低压锅炉水

质标准》GB1576—85,明确规定对蒸发量大于 2 t/h 的锅炉必须除氧。严格执行除氧标准,对小型工业锅炉的给水进行除氧,是保证锅炉及热力系统的安全运行,延长设备的使用寿命,节约金属和能源的一个必不可少的条件。至于采用哪一种除氧方式,用户应根据具体情况,统筹考虑。进一步探索和研究小型工业锅炉除氧的新途径,研究出更加经济实用的除氧设备,完善原有的除氧方法,是热力工作者的一项艰巨而重要的工作。

参 考 文 献

- 1 工业锅炉房实用设计手册. 机械工业出版社, 1991 年 8 月第一版
- 2 供热、锅炉房及其环保设计技术措施. 中国建筑工业出版社, 1989 年 8 月第一版
- 3 工业锅炉原理. 西安交通大学出版社, 1986 年 11 月第一版
- 4 戴基. 国内锅炉给水除氧技术进展. 水处理设备技术, 1993, (3). 机械工业水处理设备科技情报网. 无锡锅炉水处理设备研究所出版

清洁煤精制工程

据《Modern Power Systems》1994 年 3 月号报道,在美国能源部清洁煤技术计划赞助下、开发并验证了清洁煤技术的一家美国公司已与中国签订了一项将导致建造一个清洁煤精制厂的合作合同。

SGI 国际公司同意针对可以从中国低级煤生产两种清洁、高质量燃料的生产能力为 5000 吨/天的精制工厂进行技术可行性和经济评估。此合同是与山东省煤炭管理局和山东煤炭综合利用工业公司签订的。

SGI 公司的煤精制技术叫做 Liquids from Coal(煤制液体)目前正在验证中。美国能源部提供了此项研究的一半费用,为 7260 万美元。

根据协议取自山东省的煤已在美国进行了抽样试验。试验表明,中国北召(音译)和瓦利(音译)煤矿的煤大概是此项技术理想的候选料。

(学生 供稿)

flow as well as horizontal tube diameter on the operating performance of the pneumatically controlled L valve slag removal mechanism. **Key Words**: *pressurized fluidized bed boiler, slag removal mechanism pneumatic control*

- △ **An Experimental Study of Embedded Tube Heat Transfer and Heat Resistance Control in a High-temperature Fluidized Bed**……Yan Weiping. (*North China Institute of Electric Power*) **Journal of Engineering for Thermal Energy & Power**, 1995, 10(1): 25~30

Presented and analysed in this paper is the surface temperature of a horizontally embedded tube in a high-temperature fluidized bed and the experimental result regarding the effect of power bed material on the embedded tube outer side heat transfer coefficient. It has been shown that the heat transfer factor is closely related to the surface temperature, but the degree of correlation depends on the particle diameter and sieve range adopted. The adding of powder bed material will lead to an increase in heat transfer coefficient, but the degree of increase is also related to the controlled heat resistance.

Key words: *high-temperature fluidized bed, embedded-tube heat transfer coefficient, surface temperature, particle diameter*

- △ **The Effect of Tertiary Air on In-furnace Thermal Load Distribution**……Guo Hongsheng, Xu Tongmo (*Xi'an Jiaotong University*) **Journal of Engineering for Thermal Energy & Power**, 1995, 10(1): 31~35

An experimental study has been conducted of the thermal load distribution in a tangentially fired boiler furnace with burners installed at the four corners of the boiler. The variation of the thermal load distribution is compared for cases with or without the use of tertiary air. With the help of a self-made radiation type heat-flux meter the test has been performed on a small-size hot-state simulation test rig with lean coal of Tongchuan serving as the test fuel. The test results have shown that the injection of tertiary air can lead to a quickening of the damping tempo of the infurnace thermal load along the furnace height. **Key words**: *radiation heat transfer, combustion*

- △ **The Study and Application of Self-forming Type Coal for Industrial Boilers**……Hui Shi'en (*Xi'an Jiaotong University*) **Journal of Engineering for Thermal Energy & Power**, 1995, 10(1): 36~40

With a view to solving the problem of an increasing amount of fine coal dust, fly ash and unburned coal siftings loss and serious atmospheric pollution the author has proposed the fabrication of a type of self-forming coal and its combustion mode. As a result of a great deal of experimental investigations the main factors affecting the self-forming coal without binding agents have been ascertained. The said coal has found wide applications in industrial production and undergone further experimental verification in its practical use. **Key words**: *industrial boiler, self-forming coal, study*

- △ **Some Comments on the Feedwater Deaeration of Small-sized Industrial Boilers**……Gao Yang (*Beijing Petro-Chemical Engineering Co*) **Journal of Engineering for Thermal Energy & Power**, 1995, 10(1): 41~44 **Key words**: *boiler, deaeration, thermal deaeration*

- △ **An Analytical Solution of Irreversible Aerodynamic Parameters of Variable Specific Heat**……Yu Qing, et al. (*Harbin Institute of Technology*) **Journal of Engineering for Thermal Energy & Power**, 1995, 10(1): 45~48