

压力式喷水装置

何富东, 金春南, 许 恒, 王景富

(哈尔滨·第七〇三研究所, 黑龙江 哈尔滨 150036)

摘 要: 压力式喷水装置是除氧器中新型进水喷嘴, 本文论述了压力式喷水装置与常规机械喷嘴及旋膜管的区别, 介绍了压力式喷水装置结构特点和冷态实验的测试数据, 分析压力式喷水装置的应用前景。

关 键 词: 喷水装置; 结构冷态试验

中图分类号: TK264.9 文献标识码: B

1 引 言

随着火电机组向高参数、大容量方向发展, 除氧器逐步变成一种体积大、重量重、制造安装难度大的系统设备。为了适应火电发展的需要, 除氧器必须在原来传统设计中进行改革。由于任何除氧器都少不了喷淋装置, 喷水嘴成了除氧器的重要除氧元件。本文研制了压力式喷水装置, 该装置与二次加热元件组合, 可大大缩减除氧头高度。

近年来, 国外推荐无头式除氧器, 它将除氧头和除氧水箱合并成一体, 也称一体化除氧器, 其结构简单, 体积小、重量轻, 国内新建电站已开始应用。一体化除氧器要求进水的加热过程 70%~80% 在蒸汽空间完成, 因此, 压力式喷水装置很适用于一体化除氧器的进水雾化(见图 1)。

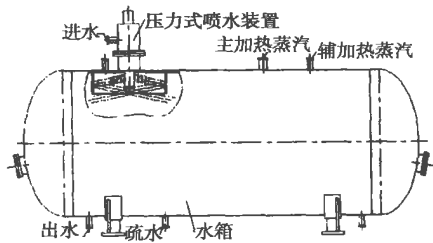


图 1 一体化除氧器

2 喷水装置结构说明

国外从 20 世纪 80 年代起, 对除氧器研制改造中, 已把除氧器的喷淋区作为改造重点, 在推荐一体

化除氧器的同时, 研制单个喷嘴把进水喷向水箱的蒸汽空间, 即用水箱的蒸汽空间作为一体化除氧器的除氧空间, 因此喷淋区是除氧器设计的关键。

通过收集、消化大量的国外资料, 结合国内现有的材料和制造条件, 研制设计新型的大容量喷嘴——压力式喷水装置, 见图 2~图 4。

喷水装置的主要部件包括: 调节弹簧、壳体、滑套、滑阀、挡水环及“O”型密封填料。除氧给水进入喷水装置水腔后, 在水压的作用下, 调节弹簧逐渐被压缩, 露出滑阀周边的斜

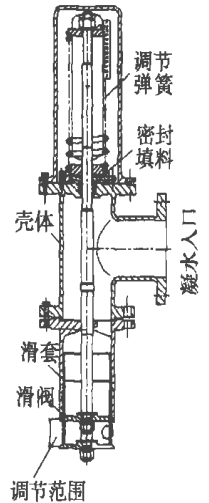


图 2 喷水装置

向小孔, 随着水压升高, 滑阀下降, 露出小孔逐渐增加, 使水量上升至水位调节平衡状态, 形成一个稳定的工作点。随着工作负荷由小到大(给水压力由小到大), 水滴的喷出速度逐渐增加, 水滴被挡板击碎的效果越来越好。在额定负荷下, 水滴的破碎达到最佳状态, 见图 5。因此, 除氧器使用压力式喷水装置时, 其工作负荷的大小对除氧效果影响很小, 除氧器在 20%~100% 负荷下, 能可靠地满足运行要求。

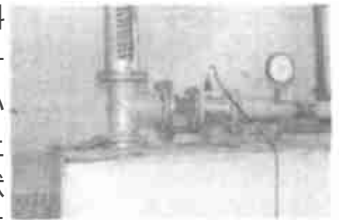


图 3 试验台架

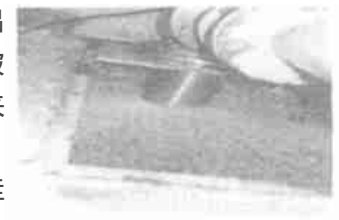


图 4 喷水状态

滑阀是本装置的主要元件,滑阀周边斜向小孔的直径、倾角、数量及所需行程是经过严格计算后决定的,小孔流量按下式计算:

$$G=2.372d_k^2 \sqrt{\Delta p \rho}$$

式中:

G —小孔流量, kg/h ;

d_k —小孔直径, mm ;

Δp —小孔内外压差, MPa ;

ρ —介质密度, kg/m^3

研制过程中对滑阀、小孔直径和小孔排列进行冷态优选试验,见图3和图4;对小孔的喷射角、反射角进行测定,又对单孔流量进行标定,并与理论计算值进行比较,见表1和图5。

表1 小孔计算流量与标定流量对照表

压差 / MPa	0.05		0.10		0.15		0.20		0.25		0.30		0.35		0.40	
小孔直径 / mm	2.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	3
计算流量 / $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$	104.83	150.95	148.24	213.47	181.56	261.45	209.65	301.89	234.39	337.53	256.77	369.74	277.34	399.37	29.649	426.94
标定流量 / $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$	105	155	152	220	185	265	215	305	240	340	263	375	285	405	305	435
差值 / $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$	0.2	4.1	3.8	6.5	3.8	3.6	5.4	3.1	5.6	2.5	6.3	5.3	7.7	5.7	8.5	8.1
误差 / %	+0.19	+2.6	+2.5	+2.95	+1.9	+1.36	+2.5	1.0	+2.33	+0.7	+2.4	+1.4	+2.7	+1.4	+2.79	+1.86

评定:通过计算流量与标定流量的对比,其误差不超过标定值的3%,满足使用要求,喷水装置设计以标定曲线为准。

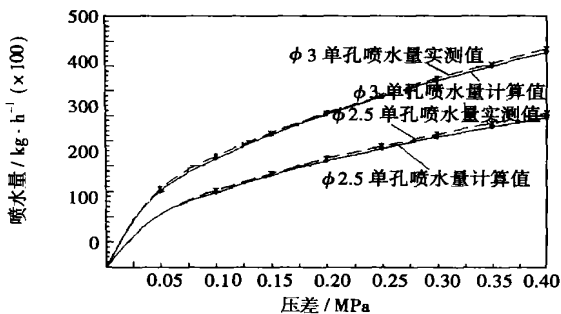


图5 单孔喷水量与压差关系曲线

试验结果表明,流量计算与流量标定基本相符。最大行程处设有数排释放孔,直径在 $\phi 4 \sim 4.5$ 之间,便于在某些小孔堵塞时应急供水或供设备 10% 的超负荷运行。

3 工作原理

火电机组基本上使用热力式除氧器,热力除氧器是汽水混合加热的传热设备,高温蒸汽将进水加热至该压力下的饱和温度,降低水中气体的分压力,使水中氧和其它二原子气体全部溢出水面,排至大气,完成进水的除氧过程,要求汽水的传热快速、均匀、有效。喷水装置研制则是提高进水的雾化质量,改善一次传热的效果。

除氧器的进水经过压力式喷水装置滑阀上的小

孔射出,扩散成细小水滴,这些水滴高速经过除氧器的蒸汽空间,并撞击挡水板,在板上弹回。水滴往返运动不但延长在加热蒸汽中的停留时间,而且使水滴的传质传热效率加强,大大降低二次传热元件的负担,见图1和图2。因除氧头上部空间始终被加热蒸汽占据,蒸汽将穿过往返运动的小水滴,由于进水雾化质量提高,水滴表面积与水滴体积的比值与其它喷嘴比较有明显提升,进水被迅速加热,水温已接近饱和状态,水中的气体分压力逐渐减小,从而溢出水中的氧气和其它不凝气体,逐出的气体夹带少量蒸汽,经排气管排至大气。

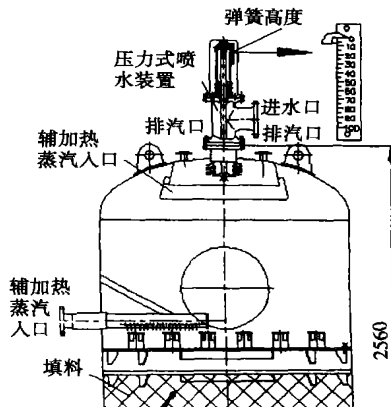


图6 喷水装置除氧头

由于其结构的特点,常规热力除氧器的不足之

处往往在额定负荷时能满足除氧要求, 而在低负荷时很难确保除氧效果, 主要就是低负荷时喷水的雾化质量降低造成。压力式喷水装置由外置的自调弹簧调节, 负荷的高低对雾化的质量影响很小, 可以在 20%~100% 负荷下任意调节, 而不影响除氧水质。

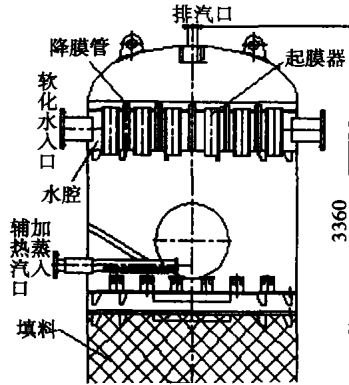


图 7 旋膜式除氧头

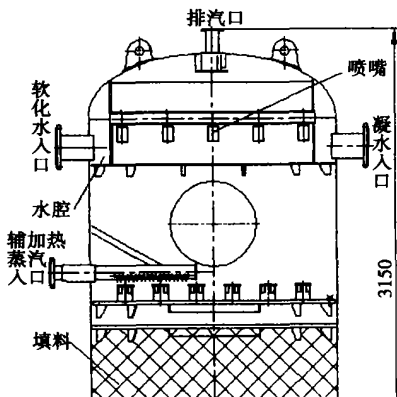


图 8 喷淋式除氧头

4 结 论

压力式喷水装置不同于旋膜式除氧器中的起膜管和喷淋除氧器中的喷嘴, 后两者在每台除氧器需几个到几十个(见图 7 和图 8), 由于加工制造的误差, 每个喷嘴的出水量不尽相同, 且由于布置上的局限性, 在除氧头的横截面上, 水雾覆盖均匀性较差, 且水滴从上向下喷落, 停留时间相对较少, 削弱了传质传热过程, 加重了下部的二次传热部件的工作负担; 特别在低负荷状态下运行, 起膜管和喷嘴雾化效果差, 将严重影响除氧器的除氧效果。而喷水装置喷出的水雾基本上是均匀的, 在整个蒸汽空间充满

度高, 与蒸汽热交换效果始终良好。

压力式喷水装置由一个喷头代替数十个小喷头, 取消了水膜式和喷淋式的水腔, 可大大降低除氧头壳体的高度, 以 75 t/h 常规除氧头为例, 图 7 和图 8 为典型常规除氧头结构, 与喷水装置除氧头组合图 6 的结构比较, 后者壳体高度可降低 20%, 金属耗量降低 10%~15%。

几年来, 压力式喷水装置已在多个电厂使用, 如 175 t/h 喷水装置用于巴基斯坦费萨拉巴德、柯特里两处联合循环电站, 1993 年投入运行; 大庆石化总厂一分厂辅助锅炉, 540 t/h 除氧器的喷水装置, 使用 100 t/h 喷嘴 6 台, 1994 年投入运行; 长庆靖边水电厂燃气发电厂余热锅炉一体化除氧器, 配 50 t/h 喷水装置两台; 浙江台洲椒江热电有限公司余热锅炉一体化除氧器, 配 75 t/h 喷水装置一台等等。使用证明, 性能良好。因此, 压力式喷水装置在除氧器的设计中是值得推广的新型装置。

参考文献:

- [1] 华东电力设计院. 电站压力式除氧器安全技术规定[M]. 上海: 上海科普出版社, 1991.
- [2] 金王贵. 内置式除氧器的研制和应用[J]. 上海汽轮机, 1999(1): 22-27.
- [3] 明申金. 热力除氧器传热传质分析[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2000.
- [4] 戴维·阿泽贝尔. 工业过程传热应用[M]. 王子康, 译. 北京: 中国石化出版社, 1992.

书 讯

《燃烧实验诊断学》

本书系统地介绍了燃烧实验诊断技术, 并以光谱法为重点, 着重讲述了它们的工作原理、测量方法、实验装置和应用举例。本书共 9 章, 内容涉及激光诱导荧光法、相干反斯托克斯拉曼光谱法、X 射线实时荧屏高速动态分析法和超声波法等, 还介绍了相位多普勒粒子分析仪、激波管技术以及燃速与燃烧声导纳测量等。本书可作为工程热物理、热能动力、航空宇航推进理论与工程等专业的本科生与研究生教材或参考书, 亦可供相关专业的科研和技术人员参考。

该书 2005 年 5 月由国防工业出版社出版。

ology for the effective and highly promising reduction of NO_x emissions has been successfully implemented during the modification of boilers at Bao Steel Works power plant with an emission concentration of NO_x of 155 mg/m^3 being attained. The latter is the best result not achievable in China for power units of 300 MW or higher. At a reburning rate of about 10% and the excess air factor of the reburning zone selected at 0.9 excellent results can be obtained. With the completion of the project "natural gas in the west to be transported to the eastern regions" the use of natural gas for reburning can drastically reduce the NO_x emissions-related pollution caused by coal-burning power plants, initiating a good approach for the rational application of natural gas as a high-quality and clean energy source. **Key words:** boiler, gas reburning, reduction of NO_x , industrial application

高性能船舶动力定位系统技术分析 = **Technical Analysis of a Dynamic Positioning System for High Performance Ships** [刊, 汉] / LI Nan, LIU Xiao-bing (Dalian University of Science & Technology, Dalian, China, Post Code: 116023), SUN Chang-jiang (Military Representative Office Resident at Dalian Shipyard, Dalian, China, Post Code: 116001) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2005, 20(5). — 539 ~ 541

An analysis and investigation is conducted of the issues concerning the insufficient precision of control and a rather slow response speed of the control process, which exist in the design scheme for the dynamic-positioning control system of a foreign vessel. As a result, an improved version for the above system has been put forward. Meanwhile, on the basis of the basic configuration of the equipment for the positioning control system the fundamental operating principles of the said system are analyzed with a basic mathematical model and transfer functions for the positioning control system being obtained. Furthermore, based on the working characteristics of the control system the authors have come up with a method for solving the above-mentioned problems. The method consists in the adoption in the control system of a neural network-based control algorithm to replace the algorithm of multivariable control system of the original version. A numerical simulation-based comparison of the control performance of the original version with that of the improved one indicates that in respect of control performance the improved version is much better than the original version. **Key words:** marine power plant, dynamic positioning system, design, improvement

裂解气压缩机透平真空度下降的原因及其改造措施 = **An Analysis of the Causes Leading to the Lowering of Vacuum Level in a Cracking-gas Compressor Turbine and Relevant Measures Taken for its Modification** [刊, 汉] / LI Ruo-ping, HE Cheng-guang, ZHOU Dian-ying (China Petroleum Fushun Petrochemical Branch Company, Fushun, China, Post Code: 113008) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2005, 20(5). — 542 ~ 544

A comprehensive analysis was conducted of the causes leading to the reduction of vacuum level in a compressor-condensing turbine. It is believed that the cause of the low vacuum lies in an irrational structure. Through detailed thermodynamic calculations it was decided to modify the structure of the condenser and to use copper-nickel alloy tubes BFe10-1-1 featuring high heat transfer efficiency and good corrosion resistance. After the modification the vacuum level of the unit has been increased to 0.024 MPa, resulting in a steam saving of 10 t/h and significant economic benefits. **Key words:** surface type condenser, turbine vacuum level, measures taken for modification

压力式喷水装置 = **Pressure-type Water Spraying Device** [刊, 汉] / HE Fu-dong, JIN Chun-nan, XU Heng, et al (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2005, 20(5). — 545 ~ 547

Pressure-type water spraying device is a new type of water-feeding spray nozzle. The difference between the pressure-type water spraying device on the one side and conventional mechanical spray nozzles and rotating membrane tubes on the other is expounded along with a description of the construction features of the pressure-type water spraying device. Measurement and test data of cold-state experiments are presented and the application prospects of the pressure-type water-spraying device analyzed. **Key words:** water spraying device, structure cold-state tests