

水膜式热力除氧器的改造

庄宇平, 谭泓, 符长宏

(哈尔滨·第七三研究所, 黑龙江 哈尔滨 150036)

摘要: 对除氧头主要内件——起膜管的试验进行分析, 论证了起膜管的最佳结构型式。针对水膜式热力除氧器运行中存在的问题, 提出了改造的具体实施方法, 为电厂水膜式热力除氧器的改造提供了新思路。

关键词: 除氧器; 起膜管; 改造

中图分类号: TK264.9 文献标识码: B

1 前言

除氧器是用来排除溶解在给水中的空气和氧气的设备, 同时它又是一个混合式换热器, 兼有加热和储存锅炉给水的的作用。用来加热的蒸汽与给水在除氧器内通过充分的接触直接换热, 将给水加热到工作压力下的饱和温度, 使除氧器内的不凝结气体从给水中逸出, 被逸出的气体夹带少量蒸汽由排气口排出。

目前我国广泛使用的除氧器系列中, 水膜式热力除氧器是其中较先进的一种。它的给水通过起膜管形成伞形水膜, 而多个伞形水膜互相重叠与逆流向上的加热蒸汽接触预热, 由于接触面积大且均匀, 使水与蒸汽能得到充分混合和换热, 部分不凝结气体被逸出。其除氧效果和传热效果等都优于喷雾式热力除氧器。但在水膜式热力除氧器运行中也存在一些问题。通过多次试验分析, 我们对水膜式热力除氧器的起膜管以及除氧头的内件进行多次改造, 得出除氧器改造的具体实施办法。电厂的多台除氧器按此方案进行改造后, 除氧效果良好。

2 水膜式除氧器运行中存在的问题

(1) 水膜式除氧器在额定工况下, 一般能满足使用要求, 但在变工况时(特别在低工况时), 很难达到原定的除氧效果。

(2) 运行中除氧器内压力已达到额定工作压力, 但出水温度却低于此压力下的饱和温度, 水中的

氧等不凝结气体不易析出。

(3) 为解决第2条中存在的问题, 运行中往往增加蒸汽量, 除氧器压力会随之升高, 为了维持除氧器的额定压力, 上部排气口必须加大蒸汽排放量, 这样又浪费了汽源。

3 水膜式除氧器的试验研究与理论分析

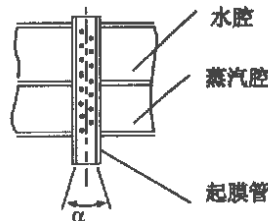


图1

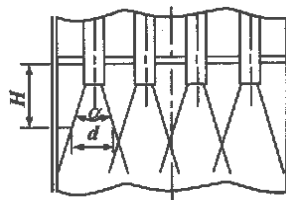


图2

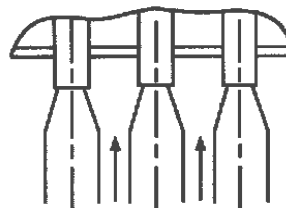


图3

(1) 起膜管是造成旋转水膜的基本元件。进入水腔中的水经切向喷孔形成向下的旋转水膜, 由起膜管下部管口喷出, 形成伞形水膜, 见图1。正常设计时相邻水膜互有重叠以全面接触蒸汽。伞形水膜扩散角 α 对除氧效果有较大影响, 扩散角 α 随着起膜管水腔中喷水孔两侧的压差变化而变化。压差增大, 扩散角 α 也增大, 一定的水膜高度 H 相对应的直径 d 也增大, 见图2。当除氧器负荷降至一定值时导致喷水孔两侧压差减少, 扩散角 α 减少, 水膜形成如图3所示形状, 使加热蒸汽短路, 削弱热量交换, 降低除氧效果。因此起膜管的结构型式直接影响水膜的形成。设计时将起膜管的切向喷孔向下倾斜

某个角度。如果角度太大, 侧喷水在管内形成的螺旋线行程就比较短, 侧喷射后扩散角 α 比较小, 特别在

低负荷压差比较小时,不能形成伞形水膜而影响一次除氧效果。如果角度太小,虽然喷水旋转效果比较好,但在喷水孔两侧压差增大时,水从起膜管的上部冒出。经多次试验分析,喷孔向下倾角为 $8^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 比较适宜。这样既可保证在较低负荷时伞形水膜有较大的扩散角,使相邻水膜相互重叠,又可保证在较高压差时起膜管上部不会冒水。

(2) 蒸汽腔中起膜管喷汽孔的直径、孔数与喷出汽量所决定的喷汽速度也是设计起膜管的关键。由热态试验证明:喷汽速度高于最佳值时将破坏水膜,失去水膜除氧的基本要点,而速度过小又不利于除氧水的一次传质、传热。

(3) 常规水膜除氧二次加热结构采用角钢或木制的淋水栅用作均布水滴元件,以增加水滴与蒸汽的接触面积,延长水滴与蒸汽的接触时间,下层又采用 $40/100-0.1 \times 0.4$ 扁丝网作填料。根据对现场的运行与维修进行的调查分析,发现淋水栅的安装过程中难以保持绝对水平,以至于水滴在除氧头横截面上流动不均匀,易偏流而影响除氧效果。扁丝网虽然有接触面积大的优点,但其安装质量要求较高,而且目前国产的扁丝网材料使用寿命较短。由于除氧器在运行中有振动,主加热蒸汽上升又有一定的流速,因此扁丝网在运行时经常发生断裂破碎,甚至丝网跑偏使加热蒸汽短路,影响正常传热。破碎的丝网沉入水箱后又有可能进入水泵造成严重后果。

4 水膜式除氧器的改造措施

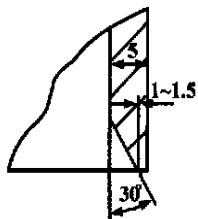


图 4

(1) 为保证喷孔有足够的长度以利于水旋转成膜,起膜管直径用 $\Phi 108 \times 5$ 的厚壁管。经试验证明,起膜管开孔位置与起膜管总长在一定比例关系时才能有效防止喷水时反水上冒。为防止除氧器低负荷运行时水膜扩散角 α 减小,在起膜管下端制成 30° 锥角为水膜导向,见图 4。我们对 $\Phi 5$ 的单孔进行了试验,测定了流量与压差的关系曲线,见图 5。试验显示,当喷水压力 $P \leq 0.12 \text{ MPa}$ 时,选择 $h/H \geq 40\%$,喷水孔直径取 $\Phi 5$ 为宜(孔径和孔数与除氧器的出力有关)。

(2) 起膜管上的喷孔蒸汽量对给水的一次加热有很大作用,要求蒸汽快速地与给水混合。若蒸汽流量过大,流速过高则会破坏水膜。因此要求汽腔喷孔

布置均匀且蒸汽流速不宜过高。经试验分析,汽腔中的蒸汽量为总加热量蒸汽量的 $12\% \sim 18\%$ 为宜。

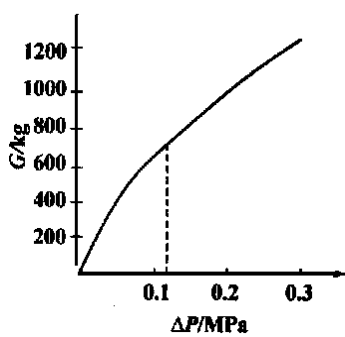


图 5

(3) 角钢淋水栅改用匀配孔板,孔径 $\Phi 8 \sim \Phi 12 \text{ mm}$ 。孔板上按需要布置若干高出孔板 240 mm 左右的汽帽用于隔离汽水通道。

(4) 扁丝网由“O”型内翻填料代替,填料的直径与壁厚由填料层充许阻力而定。我们

认为在水膜除氧器中选择直径 $\Phi 25 \sim \Phi 40 \text{ mm}$,壁厚 0.8 mm 的“O”型填料为佳。填料层高度选择 $450 \sim 600 \text{ mm}$ 。改造前后除氧头结构比较见图 6。

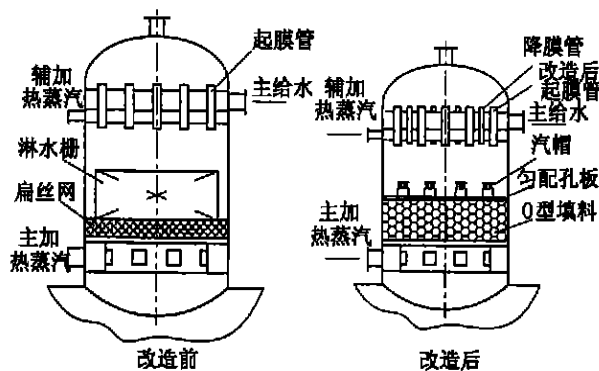


图 6 改造前后除氧头结构比较

5 结束语

1997 年 5 月至今先后对大庆新华电厂、佳木斯发电厂、常州燃机电厂等单位的 50 t/h , 225 t/h , 420 t/h 和 680 t/h 等不同规格的水膜式除氧器进行改造设计,均取得满意效果。改造后的除氧器经过一段时间的投入运行后,运行稳定,出水含氧量均为 $\leq 5 \mu\text{g/L}$,特别在低负荷运行时,除氧效果有较大改善。机组检修时查验,填料无任何变形和损坏,大大减少了维修工作,提高了系统运行的可靠性。

参考文献:

[1] 陈之航. 气、液两相流和传热[M]. 北京: 机械工业出版社, 1983.
 [2] 金玉贵. 电站压力式除氧器安全技术规定[M]. 上海: 上海科学普及出版社, 1991.

(辉 编辑)

大尺寸四角切圆燃烧锅炉汽温偏差原因分析及措施= **An Analysis of the Cause Leading to Steam Temperature Deviation in a Large-sized Tangentially Fired Boiler and Measures Taken for Its Alleviation** [刊, 汉] / ZHANG Yi, LI Ping-yang (Heilongjiang Provincial Academy of Electric Power Engineering, Harbin, China, Post Code: 150030), FU Zhi-hua (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 336 ~ 337

A comprehensive comparison was conducted of the results of the thermodynamic testing of a boiler with those of the boiler thermodynamic calculation followed by a pertinent analytic study. On this basis the pipe connecting a rear panel to the last row of a tube bank was changed from a cross-connected form to a parallel-connected one. Ensuing operation of the modified boiler indicates that such a modification has been highly successful. **Key words:** tangentially fired boiler, steam temperature deviation, cross-connected pipe

蓄冷空调的设计及经济分析= **The Design and Economic Analysis of a Chill Storage-based Air Conditioning System** [刊, 汉] / ZHANG Li-wei, WANG Jin-fong (Zhengzhou Light Industry Institute, Zhengzhou, China, Post Code: 450002), YANG Chong-ying (Henan Provincial Industrial School, Zhengzhou, China, Post Code: 450002) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 338 ~ 339, 315

A chill storage-based central air conditioning system features a huge capacity for peak load shaving and fulfillment. Moreover, as compared with other conventional types of central air conditioning system it enjoys the advantage of a lower demand for main machine capacity and fairly low power consumption for its operation, contributing to bright prospects for its widespread applications. **Key words:** chill storage, central air conditioning, design

燃油燃气锅炉高温烟箱绝热密封材料的改造= **Improvement of a Thermal-insulation Seal Material Employed for the High-temperature Smoke-box of an Oil and Gas-fired Boiler** [刊, 汉] / HAN Xiang-zhong (Xi'an University of Architectural Science & Technology, Xi'an, China, Post Code: 710055) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 340 ~ 342

Aluminum fiber-plates of high-alumina silicate have been used for the high-temperature smoke-box of a boiler as a kind of high-temperature resistant and erosion-proof material to serve as boiler furnace composite lining. In addition to a detailed discussion of the above use, the authors have also provided a calculation method for the above-mentioned furnace lining. The paper may benefit those engaged in the design of oil and gas-fired boilers in general. **Key words:** oil and gas-fired boiler, fiber plate of high-alumina silicate, furnace lining, composite material

水膜式热力除氧器的改造= **Technical Modification of a Water-membrane Type Thermal Deaerator** [刊, 汉] / ZHUANG Yu-ping, TAN Hong, FU Chang-hong (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 343 ~ 344

An analysis was conducted of the testing of a water-membrane generating pipe, the major internal element of a deaerator head. The optimum type of the pipe structural design has also been devised and demonstrated. Concerning some specific problems encountered during the operation of the water-membrane type thermal deaerator the authors have proposed a modification scheme, thus providing a new approach for the retrofit of the above type of deaerator commonly used in power plants. **Key words:** deaerator, water-membrane generating pipe, modification