

大尺寸四角切圆燃烧锅炉汽温偏差原因分析及措施

张翼¹, 付志华², 李平洋¹, 姜义道³, 王廷钦⁴

(1. 黑龙江省电力科学研究院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 哈尔滨第七三研究所, 黑龙江 哈尔滨 150036;
3. 哈尔滨锅炉有限责任公司, 黑龙江 哈尔滨 150040; 4. 哈尔滨第三发电有限责任公司, 黑龙江 哈尔滨 150024)

摘要: 通过对锅炉热力特性试验和热力计算的全面比较, 并对其进行分析研究, 把通常设计在后屏至末级的连接管由交叉形式改为平行方式, 实际运行表明: 其改动是成功的, 效果显著。

关键词: 锅炉; 切圆燃烧; 汽温偏差; 交叉连接管

中图分类号: TK223.21 文献标识码: B

1 前言

四角切圆燃烧方式由于其能形成稳定的火焰中心, 有利于燃烧、燃尽而被广泛采用。然而在实际运行中也暴露出炉膛出口两侧烟温偏差大, 主汽温偏差大的问题, 甚至出现右侧严重超温, 需投入大量减温水控制, 而左侧汽温却达不到设计值, 这种情况不但严重影响锅炉的经济运行, 甚至局部超温爆管被迫停炉停机, 危害甚大。怎样利用切圆燃烧的优势又能消除它的负面影响, 一直是长期困扰人们的问题, 这在近几年投产的大机组上显得尤为突出, 通过我们在HG-2008/18.6-YM2型锅炉上的改进和实践, 比较圆满的解决了上述问题, 并为同类型机组的设计改造提供参考和借鉴。

2 原因分析

哈尔滨第三发电有限责任公司3号炉是哈尔滨锅炉有限责任公司引进美国CE公司技术优化设计制造的HG-2008 t/h-18.26-YM2型锅炉, 采用配RP-1003型中速磨煤机的直吹式制粉系统的四角切圆燃烧方式, 由于气流在炉内逆时针旋转, 一、二次风合适的配比和强烈扰动有利于煤粉的着火和燃尽。实践证明, 锅炉的燃烧效率确实较高, 甚至略超过设计保证值。但是切圆燃烧所固有的特性将不可

避免地在炉膛出口两侧产生烟气温度和流量偏差, 如图1所示。

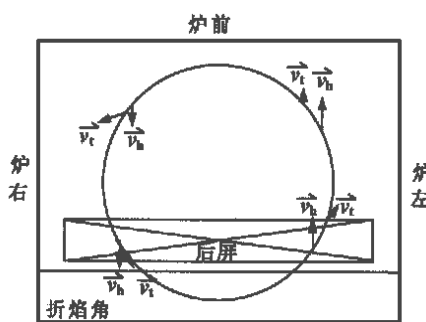


图1 上炉膛水平方向烟气流动

逆时针旋转的气体微团存在切向速度为 \vec{v}_t , 同时引风机对微团的作用 ΔP 由下炉膛的向上改为向后, 从而使气体微团产生一个向炉后的加速度 \vec{a} 和向炉后的速度 \vec{v}_h , 对于右半炉膛 \vec{v}_t 向炉后的分速度与 \vec{v}_h 同向; 而左半炉膛 \vec{v}_t 前后方向的分速度与 \vec{v}_h 反向, 因而左侧向炉后的速度必然小于右侧, 而且残余旋转越强, \vec{v}_t 越大, 左、右侧气流速度差越大, 流量差越大, 两侧烟温偏差也越大; 又由于管间距较小的后屏过热器、再热器的导流作用, 这种气流偏差延续至末级过热器后。残余旋转所带来的烟气侧温度和流量偏差是无法消除的。在锅炉设计时为了减少汽温偏差也采取了一系列措施:

- (1) 过热器减温器由一级改为二级减温水;
- (2) 炉膛上部采用大间距分隔屏过热器;
- (3) 上二次风喷嘴(F、G、H)改成反切风(反切 22°);
- (4) 后屏至末级过热器连接管左右交叉。

3 改前试验

尽管考虑到切圆燃烧所造成的温度偏差而采取

了多项措施,然而,在实际运行中发现主汽温度偏差依然很大。为了更准确把握各段烟温汽温偏差的实际情况,弄清问题的实质为改造提供依据,我们进行了较全面的热力特性试验,实际运行数据见表1。

表1 改造前过热蒸汽温度及偏差

工 况	1	2	3	4	5	6	7
机组负荷/MW	596	600	597	575	423	424	593
过热汽温左/℃	506	522	520.3	521.3	524	520.3	507
过热汽温右/℃	532	540	539.7	539	540	539.7	537
两侧汽温偏差/℃	26	18	19.4	17.7	16	19.4	30

从试验数据看出过热汽温右侧比左侧平均高21℃。

炉膛出口截面烟气温度在锅炉设计中具有非常重要的意义,因为它是锅炉辐射吸热和对流吸热的明显分界面,是炉膛内辐射传热计算的终止温度,是后续对流传热计算的起始温度。为了准确掌握炉膛两出口烟温偏差,用5m长铂铑—铂抽气热电偶测量了左右侧的三个工况的炉膛出口烟温(测量位置在后屏过热器出口截面),同时在分隔屏出口联箱管壁上加装了试验温度测点,试验结果如表2。

表2 炉膛出口烟气温度

机组工况	1	2	7
磨煤机组合	ABCDF	BCDEF	ABCDE
左侧炉膛出口烟温/℃	934.96	978.04	798.08
右侧炉膛出口烟温/℃	968.5	1010.02	899.48
炉膛出口烟温偏差/℃	33.54	31.98	101.4

从试验结果看炉膛出口烟温右侧比左侧平均高50℃左右,分隔过热器管壁温度为左侧高于右侧。

低温过热器左右侧蒸汽混合并经喷水减温后分成两股进入分隔屏过热器左右两侧,因此认为分隔屏两侧入口温度是相同的,分隔屏出口温差为其本身左右侧吸热量不同造成的。分隔屏为辐射过热器,主要吸收辐射热,影响辐射吸热的主要因素为烟气温度、粘污程度、烟气的辐射率和吸收率。下面就以上三方面进行比较。

(1) 分隔屏部位烟气温度右侧高于左侧;

(2) 右侧气流速度大于左侧,右侧气流卷吸能力大于左侧,灰粒浓度右侧大于左侧,造成右侧烟气辐射率及本身吸收率均大于左侧;

(3) 右侧粘污较左侧严重。

正是以上差异的综合作用,使分隔屏吸热量左侧大于右侧与烟温分布相反,残余旋转增强时,右侧烟气量、烟温均高于左侧,烟温对辐射吸热的影响增强,右侧吸热量随负荷增加而增加,分隔屏出口温差有所减少。

后屏为半辐射半对流型换热器,后屏辐射吸热量左侧高于右侧,但对流吸热量右侧高于左侧,综合结果仍为左侧高于右侧,两侧汽温偏差在分隔屏基础上,又有所增加。

后屏出口蒸汽左右交叉后进入末级过热器,末级为对流过热器,右侧吸热量高于左侧(主要与烟速及烟温有关),左右交叉反而使汽温偏差叠加增大。

综上所述,两侧蒸汽温度偏差是前屏、后屏、末级过热器叠加而成的结果。

4 交叉管改造

经试验分析证明,从燃烧调整角度已不可能减少汽温偏差,为此经充分论证和计算,决定把后屏至末级过热器连接管由交叉形式改为平行方式,消除由叠加造成的过大的汽温偏差,改后试验数据见表3。

表3 改造后过热蒸汽温度及偏差

	改后工况1	改后工况2	改后工况3
机组负荷/MW			
过热汽温 A/℃	543	536	543
过热汽温 B/℃	538	528	527
汽温偏差/℃	5	8	6
平均汽温/℃	540.5	530	535

改后过热蒸汽温度左右两侧平均偏差仅为6.3℃,与改前相比偏差降低了14.7℃。并对存在烟温偏差、汽温偏差大的四角切圆燃烧锅炉的情况,可根据各段受热面出口两侧汽温偏差叠加的实际情况,把后屏至末级的连接管由交叉改为平行对消除偏差具有很大作用。

参考文献:

- [1] 刘林华. 电站锅炉汽温问题的现状及应采取的对策[J]. 热能动力工程, 1996, 11(5): 297—300.

(挥 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