

水平浓淡风煤粉燃烧技术在预防水冷壁高温腐蚀中的应用

(哈尔滨工业大学, 黑龙江 哈尔滨 150001) 王莹 秦裕琨 吴少华

摘要: 分析了切向燃烧锅炉水冷壁高温腐蚀的主要原因, 认为合理配风、调整燃烧是防止高温腐蚀的根本措施, 着重介绍了新型实用专利水平浓淡风煤粉燃烧器的基本原理, 指出水平浓淡风煤粉燃烧器可有效防止高温腐蚀的发生。

关键词: 锅炉; 水冷壁; 高温腐蚀;

水平浓淡风煤粉燃烧器

中图分类号: TK233.3

文献标识码: A

1 引言

高温腐蚀是炉内高温烟气与金属壁面相互作用的一个复杂的物理化学过程, 按其机理通常可分为三大类: 硫化物(FeS_2 、 H_2S)型腐蚀、焦硫酸盐型腐蚀和氯化物型腐蚀。多年研究表明, 水冷壁管发生高温腐蚀的区域是有规律的: 通常多在燃烧高温区, 即局部热负荷较高, 管壁温度也较高的区域, 如燃烧器区附近, 其余区域的高温腐蚀明显减弱或根本不发生高温腐蚀; 发生高温腐蚀的管子向火侧正面的腐蚀速度最快, 管壁减薄量最大, 背火侧则不发生高温腐蚀。

2 影响高温腐蚀的主要原因

2.1 火焰冲墙和还原性气氛的存在是造成水冷壁高温腐蚀的主要原因

对切圆燃烧锅炉, 当燃烧切圆直径过大、火焰中心未形成切圆或燃烧切圆偏移时, 炉内空气动力场倾斜, 燃烧器区域出现火焰冲墙和还原性气氛, 从而发生高温腐蚀。

2.1.1 高温火焰直接冲刷水冷壁

当含有较大煤粉浓度的高温火焰直接冲刷水冷壁管时, 将大大加剧高温腐蚀的发生。其一, 高温辐射热可加速硫酸盐的分解, 加快腐蚀速度; 其二, 火

焰中含有未燃尽的煤粉, 在水冷壁附近缺氧燃烧, 产生还原性气氛; 其三, 未燃尽的煤粉颗粒随烟气冲刷水冷壁管时, 磨损将加速水冷壁管上保护膜破坏, 加快金属管壁高温腐蚀的过程。

2.1.2 存在还原性气体

由于着火延迟, 未燃尽的煤粉在水冷壁附近进一步燃烧时, 发生化学不完全燃烧, 形成缺氧区, 使炉膛壁面附近处于含有还原性气体(CO 、 H_2)和腐蚀性气体(H_2S)的烟气成分之中, 没有完全燃烧的游离硫和硫化物与金属管壁发生反应, 引起管壁高温腐蚀。

研究表明, 烟气中 CO 浓度越大, 高温腐蚀就越严重; H_2S 的浓度大于 0.01% 时, 就会对钢材产生强烈的腐蚀作用; 而当含氧量大于 2% 时, 基本上不会发生高温腐蚀^[1]。

2.2 燃煤品质差是水冷壁高温腐蚀的必要条件

燃煤中硫、碱金属及其氧化物含量越大, 腐蚀性介质浓度越大, 出现高温腐蚀的可能性就越大。高硫煤产生的大量 H_2S 、 SO_2 、 SO_3 、原子硫[S] 不仅破坏管壁的 Fe_2O_3 保护膜, 还侵蚀管子表面, 致使金属管壁不断减薄, 最终导致爆管事故。

燃用不易引燃的无烟煤和贫煤时, 因着火点温度相对较高, 燃烧困难, 容易产生不完全燃烧, 并使火焰脱长, 在金属壁面附近形成还原性气氛, 增加对管壁的腐蚀性。

煤粉的颗粒越大, 也就越不易燃尽, 比较容易形成还原性气氛, 产生高温腐蚀。同时, 颗粒越大, 对壁面的磨损也越严重, 破坏了水冷壁管外氧化保护膜, 使烟气中腐蚀介质直接与管壁金属发生反应, 使腐蚀加剧。

2.3 过高的水冷壁管壁温度促进了水冷壁高温腐蚀的发生

研究表明, H₂S 等腐蚀性介质的腐蚀性在 300℃以上逐步增强, 即温度每升高 50℃, 腐蚀程度将增加一倍。对于亚临界大型电站锅炉, 燃烧器区域的水冷壁管内汽水温度约在 350℃左右, 烟气侧水冷壁管温度多在 420℃左右, 正处于金属发生强烈高温腐蚀的温度范围之内。同时, 管子局部壁面温度过高, 易使具有腐蚀性的低熔点化合物粘附在金属表面, 促进了管壁高温腐蚀的发生。

2.4 运行因素的影响

当锅炉负荷发生变化时, 若运行不当(如火嘴投停不当), 就容易引起燃烧不稳定, 产生还原性气氛, 或造成烟气冲墙, 继而发生高温腐蚀。因此, 运行不当也是引起高温腐蚀的一个主要因素。

3 高温腐蚀的防护措施

为防止高温腐蚀, 避免锅炉爆管事故的发生, 针对影响高温腐蚀的主要原因, 可采取的防护措施有:

加强对燃料的控制, 可通过燃烧前和燃烧中除硫的方法, 降低燃料的含硫量; 同时控制适当的煤粉细度, 尽可能均匀各燃烧器之间的煤粉浓度分布;

加强对给水的控制, 适当提高高温腐蚀区域水冷壁管内水流速度, 降低管壁温度, 严格控制给水品质, 避免因水冷壁管内结垢而影响换热, 从而导致水冷壁管壁温度增加;

提高金属抗腐蚀能力, 可采用耐腐蚀高合金钢, 渗铝管及在管外敷设碳化硅涂料等表面防护方式, 降低腐蚀速度;

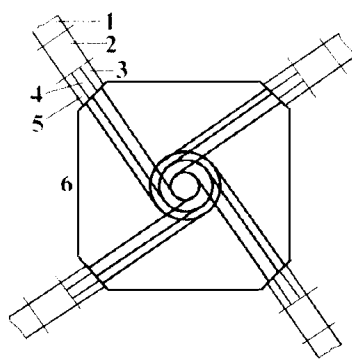
加强燃烧调整、合理配风, 以达到降低水冷壁附近还原性气氛和避免烟气直接冲刷水冷壁两个目的。

对现场实际运行而言, 加强燃料、给水控制会分别受到煤质及制粉系统、水质及水处理装置的限制; 而提高金属抗腐蚀的能力, 采用耐腐蚀高合金钢, 或进行金属材料表面防护毕竟是一种消极方式, 同时造价又较高(如渗铝管与碳钢管相比, 材料费大约增加一倍)。因此, 合理配风、调整燃烧是防止水冷壁高温腐蚀的根本措施。实践表明, 新型实用专利“水平浓淡风煤粉燃烧器”可有效防止高温腐蚀的发生。

4 水平浓淡风煤粉燃烧器^[2]的应用

水平浓淡风煤粉燃烧器是在水平浓缩煤粉燃烧器^[3]的基础上开发出来的, 它不仅具有防高温腐蚀

的性能, 同时还具有稳燃、防结渣、低污染和高燃烧效率的性能。它是利用安装于燃烧器前一次风送粉管道上的高浓缩比的煤粉浓缩器, 将一次风在水平方向上分成浓淡两股气流, 其中浓一次风煤粉气流在向火侧, 切向喷入炉膛, 形成内侧假想切圆, 部分二次风作为侧二次风, 在背火侧切向喷入炉膛, 形成外侧假想切圆; 淡一次风煤粉气流处于两者之间, 三股气流之间的夹角为 0。其燃烧原理如图 1 所示。



1. 一次风管道 2. 煤粉浓缩器 3. 浓煤粉气流 4. 淡煤粉气流 5. 侧二次风 6. 炉膛水冷壁

图 1 水平浓淡风煤粉燃烧器原理图

水平浓淡风煤粉燃烧器浓一次风在向火侧喷入炉膛, 有利于煤粉气流的及时着火和稳定燃烧; 浓煤粉气流着火后, 淡煤粉气流及时混入, 可以保证高的燃烧效率; 侧二次风气流在随炉内旋转气流流动时, 处于炉内中央火焰的外围, 这样在靠近炉膛水冷壁的区域就形成了较强的氧化性气氛和较低的温度环境, 同时侧二次风又起到了风屏的作用, 减少了煤粉颗粒冲刷水冷壁的机会。因此, 水平浓淡风煤粉燃烧器具有良好的防止高温腐蚀的性能。目前, 水平浓淡风煤粉燃烧器已成功地应用于青岛电厂的 30 万机组上。

5 结论

任何型号、参数的电站锅炉水冷壁都有可能发生高温腐蚀, 火焰冲墙和还原性气氛的存在是造成水冷壁高温腐蚀的主要原因。加强燃烧调整、合理配风, 是解决切向燃烧锅炉水冷壁高温腐蚀最根本的方法。新型实用专利水平浓淡风煤粉燃烧器可有效地防止水冷壁高温腐蚀的发生。

参考文献

- [1] 何佩璋, 赵仲璇, 秦裕琨. 煤粉燃烧器的设计与运行, 北京: 机械工业出版社, 1987.
- [2] 孙绍增等. 浓淡风煤粉燃烧器. 中国实用新型专利, ZL96245179.7.
- [3] 秦裕琨. 一种浓淡煤粉燃烧器. 中国实用新型专利, ZL922241031.

(何静芳 编辑)

Fields at a Swirl Burner Outlet with the Help of a One-dimensional Hot-film Probe [刊, 汉] / Sun Rui, et al (College of Energy Science & Engineering Under the Harbin Institute of Technology), Ma Chunyuan (Shandong University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(2). — 165 ~ 168

Under different values of yaw angle α , pitch angle θ and air speed measured were the magnitudes of yaw coefficient ϵ and pitch coefficient h of a one-dimensional hot-film probe. Their variation relationship was also studied. Furthermore, by taking advantage of the directional sensitivity of the one-dimensional hot-film probe to spatial-air flow, measurements were taken of the cold-state rotating flow field at the outlet of a pulverized-coal swirl burner model of radial dense-dilute air flow. As a result, a zone with turbulent-air flows of a relatively high pulsation level has been identified, which is favorable to pulverized-coal combustion. **Key words:** swirl burner, swirling jet, turbulent stress, hot-film anemometer

某厂 125 MW 机组热经济分析及故障诊断专家系统 = An Expert System of Economic Analysis and Failure Diagnosis for a 125 MW Unit [刊, 汉] Liu Liang, Li Luping, Xie Youcheng, Cheng Mingyi (Changsha Electric Power Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(2). — 169 ~ 170

Described in this paper is an expert system of economic analysis and failure diagnosis for a 125 MW unit, which integrates on-line supervision, fault diagnosis, economic analyses, operation guidance and the provision of an intelligent data-bank. It has the capability to track various operating parameters on a real-time basis and in conjunction with a system data-bank calculate the economic indexes corresponding to a current operation condition. Furthermore, it also performs operating-condition and failure analyses in addition to providing guidance to operating personnel for carrying out a correct operation. **Key words:** economic analysis, failure diagnosis, expert system

基于 Windows 32 位平台下热力设备监控系统的开发 = Development of a Monitoring System for a Thermodynamic Plant under Windows 32 Bit Platform [刊, 汉] / Huang Bo (Harbin University of Science & Technology), Han Muxin, Li Yuehua (Harbin No. 703 Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(2). — 171 ~ 172

The authors expound a communications mechanism under Windows 32 bit platform and a method for the preparation of serial communications software with the use of VB. Specific examples and the newest database processing object ADO of VB are also presented. **Key words:** industrial control, VB, serial communications, ADO

水平浓淡风煤粉燃烧技术在预防水冷壁高温腐蚀中的应用 = The Application of a Horizontal Dense-dilute Air Pulverized-coal Combustion Technology for Preventing Waterwall High-temperature Corrosion [刊, 汉] / Wang Ying, Qin Yukun, Wu Shaohua (Harbin Institute of Technology) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(2). — 173 ~ 174

On the basis of an analysis of the main causes leading to a boiler waterwall high-temperature corrosion in a tangentially-fired furnace it is concluded that a rational air distribution and proper adjustment of combustion regimes represent the basic measures to prevent the above-cited corrosion. The present paper focuses on the fundamentals of a novel utility-patent concerning a horizontal dense-dilute air pulverized-coal burner, which is capable of effectively preventing high-temperature corrosion of boiler waterwalls. **Key words:** boiler, waterwall, high-temperature corrosion, horizontal dense-dilute air pulverized-coal combustion

蒸汽动力主锅炉燃烧控制系统 = Main Boiler Combustion Control System of a Steam Power Propulsion Plant [刊, 汉] / Li Laichun, Xu Songnan, Lang Shubin (Harbin No. 703 Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(2). — 175 ~ 177

The operation of a marine main boiler is characterized by a very high frequency of load changes, and often by a sizable margin at that. As a result, to maintain a stable main steam pressure is of primary importance in avoiding