

燃烧气脉冲——新一代除灰技术

A New Technique to Remove Ash Deposit on Rotary Air Preheater Using Pulse Resulted from Gas Burning

中国科学院力学研究所 孙文超 詹焕青 陈丽芳 (北京 100080)

【摘要】 介绍了一种性能先进的新一代除灰技术。利用燃烧气脉冲装置清除锅炉尾部受热面积灰,特别是回转式空气预热器的积灰,效果优异,经济性好,运行可靠,操作维护简单,具有很好的推广应用价值。

【关键词】 燃烧 锅炉 除灰 气体脉冲

燃煤和燃油锅炉尾部受热面积灰,使烟气阻力增加,排烟温度升高,严重影响锅炉的正常运行。特别是配用回转式空气预热器的锅炉,由于其设计得十分紧凑,堵灰问题更加严重。国内外常用的蒸汽吹灰技术在很多情况下不适于这种空气预热器,或者说,除灰效果很不理想。主要原因是蒸汽吹灰会导致烟气湿度增加,在空气预热器的冷端,更容易造成积灰和堵塞,有时还会使腐蚀加剧。对含钙量或含硫量较高的灰,更是如此。

本文所介绍的燃烧气脉冲除灰新技术,已获准国家专利权。300 KYA 气脉冲除灰装置已通过电力工业部部级鉴定。该装置在 300MW 煤粉炉和 125 MW 燃油炉的回转式空气预热器上投运近 3 年,证明其具有优异的除灰、除油污效果,并且经济效益也远远高于蒸汽吹灰。目下已在国内几个电厂推广应用。

1 燃烧气脉冲原理及使用特点

用燃烧的方法产生气体脉冲,并用于锅炉受热面除灰,是新一代除灰技术。它的原理是利用可燃气体,如煤气、天然气、液化石油气、乙炔气等常用气体燃料,在特殊设计的燃烧室中燃烧,并以输出管上的喷口处发射出冲击波,通过冲击波的作用使受热表面上的积灰脱落。其原理如图 1 所示。可燃气体与空气在经过各自的流量测控系统后进行均匀混合,然后送入燃烧室中燃烧。与常规的燃烧过程和燃烧方式有所不同,这种燃烧是不定常的,燃烧速度较快,燃烧产生的气体压力被限制在一定的范围之内,如小于 0.6 MPa 左右,在输出管的喷口处发射的冲击波能与积灰状况相适应。

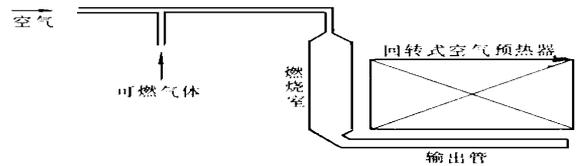


图 1 燃烧气脉冲除灰示意图

燃烧气脉冲除灰系统包括运行控制、保护、点火、流量测控、主管路、燃烧室以及脉冲输出管等几个主要部分。除输出管安装在炉内回转式空气预热器的正下方(喷口向上,面对空气预热器的波形板)以外,其余系统均可根据锅炉的现场情况,灵活地布置在平台上。为保证调试的方便,点火系统还设置手动和自动两档。控制器有点火次数和点火时间间隔设置,可使运行自动进行和停止。气脉冲除灰装置的运行参数按设计要求给定,但可根据锅炉受热面积灰的严重程度和腐蚀状况等因素,在调试时适当变更。

2 在燃烧锅炉上的应用效果

1993 年,上海石洞口发电厂在 3 号锅炉(300 MW 机组)的回转式空气预热器上安装了燃烧气脉冲除灰装置,用以取代原配的蒸汽吹灰系统。在工业试验期间,将蒸汽吹灰和气脉冲除灰的效果进行了比较(见图 2)。试验条件是,负荷范围为 290 MW ~ 300 MW,空气预热器 A 采用气脉冲除灰,空气预热器 B 仍使用蒸汽吹灰,运行测试周期 25 d。该炉的空气预热器在中修后投运时,曾实测过烟气阻力,A 侧的实测值为 2 000 Pa。图中 t_{ky} 和 t_k 分别表示空气预热器的排烟温度和冷风温度, ΔH_{ky} 表示空气预热器烟气侧的进出口阻力差,即空气预热器的烟气阻力。可以看出,在监测对比的 25 d 内,与 B 侧蒸汽吹灰所维持的平均烟温和烟阻相比,A 侧投用气脉冲除灰能使排烟温度下降 10 左右,烟气阻力下降约

收稿日期: 1997-04-07

350 Pa, 即由约为 2 150 Pa 的初始值下降到 1 800 Pa, 低于中修后实测的 2 000 Pa 的水平。这表明在中修时所残留的一部分硬质灰垢也被震碎并清除, 这一分析和停炉后的实际观察结果也十分相符: A 侧空气预热器的冷端在可视荡围内比较清洁, 而 B 侧空气预热器的冷端则污垢比较严重, 两者反差甚大。

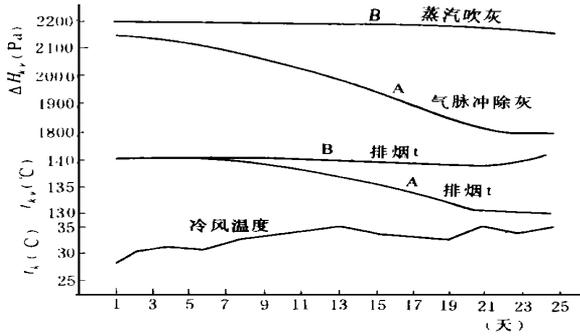


图 2 3 号炉气脉冲技术工业试验结果

在气脉冲除灰设备投入运行期间, 又进行了连续运行 100 d 的监测。此次监测反映了锅炉大修后即在初始状态为清洁的空气预热器上, 投用气脉冲除灰的实际效果(见图 3)。试验条件是, 1995 年大修期间, 更换了空气预热器的全部受热面元件, 投运后在 300 MW 负荷下实测的烟气阻力 A 侧为 1 450 Pa, B 侧为 1 550 Pa。由图 3 可见, 监测到 100 d 时, 烟气阻力平均维持在 1 500 Pa 左右。需要说明的是: 空气预热器在这 3 个多月的运行期间, 经受了多次恶劣条件的考验。其中汽轮机高压加热器泄漏出系时间累计达 40 多天, 致使排烟温度低于露点温度 (< 110), 加剧空气预热器低温段受热面的结露堵灰。又在以后包复, 低温再热器爆漏, 大量炉水进入空气预热器内, 空气预热器烟气阻力骤增至 1 900 Pa, 迫使引风机在最大极限出力下运行。在这 3 个月内, 锅炉先后 3 次启停炉操作, 每次启动由于油枪雾化及燃烧问题, 总会引起空气预热器烟气阻力上升 50 Pa~ 100 Pa, 尽管出现上述种种不利因素, 由于每天坚持 1 次气脉冲除灰, 空气预热器的烟气阻力在 3 个月内没有增加, 而且排烟温度一直处于全厂 4 台 300 MW 锅炉的最好状态。以后的运行进一步证明了, 该炉与使用蒸汽吹灰的其它 3 台锅炉相比, 排烟温度要低 10 ~ 15 。在洁净的空气预热器上使用气脉冲除灰, 可较长时间维持空气预热器原有的清洁水平。

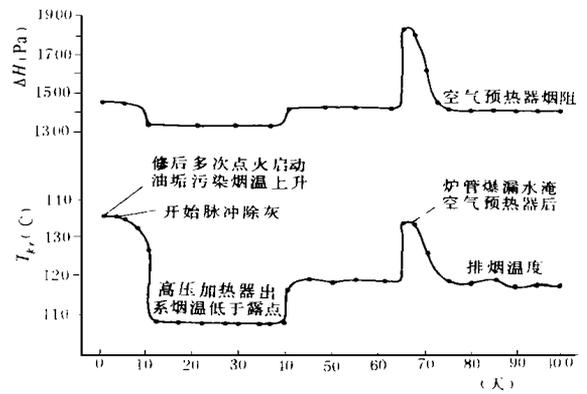


图 3 3 号炉空气预热器气脉冲除灰运行记录

3 在燃油锅炉上的应用效果

1994 年底, 闸北发电厂 16 号炉(400 t/h 燃油炉)的回转式空气预热器上安装了气脉冲除灰装置。该厂燃油含硫量 2% 左右, 最高时可达 3.5%。空气预热器在运行中堵灰和腐蚀均较严重, 有时不得不降负荷运行, 严重时曾发生空气预热器堵塞而被迫停炉。一般情况下, 运行 3 个月左右就必须停炉用热碱水加清水对空气预热器逐格进行清洗。1995 年投用气脉冲除灰装置后, 在所监测的 1 周时间内, 每天用气脉冲清灰 1 次, 空气预热器的烟气阻力由 1 周前的 2 400 Pa~ 2 500 Pa, 降至 1 周后的 2 000 Pa。在运行期内, 平均排烟温度比 1994 年同期下降了 6 左右。1994 年 1~ 9 月, 16 号炉共停炉清灰 4 次, 同类型的 15 号燃油炉 1995 年 4~ 10 月, 停炉清灰 3 次, 而 16 号炉在 1995 年 3 月~ 1996 年 1 月的气脉冲投用期内, 没有因清灰而停过 1 次炉。由此看出, 气脉冲对燃油炉同样有优异的除灰效果。

目前, 除了正常的检修停炉清扫空气预热器以外, 该厂已不需再临时安排清灰工作了。气脉冲除灰新技术的应用使该厂基本摆脱了因空气预热器堵灰造成调峰困难的被动局面。1996 年上半年, 该厂在 15 号炉上也安装了气脉冲除灰装置, 并已正式投入运行。

4 经济效益分析

在 300 MW 燃煤机组空气预热器上的试验和运行表明, 投用气脉冲除灰技术, 可使锅炉的热效率在蒸汽吹灰的基础上提高 0.6% 以上, 折合标准煤 3 500 t/a。另外在运行成本上, 气脉冲除灰仅为蒸汽吹灰的 50%, 运行不到 1 年, 即可从节约的运行费中偿还全部投资。经济效果还应包括随烟阻下降而

来的引风机电耗的减少,或机组出力的增加,这一项尚未计入。

在125 MW 燃油机阻空气预热器上的减验和运行表明,按每年减少2次停炉清灰和实际运行天数计算,每炉每年可节约大量用于清洗的费用,另外还增发电量7.68 GW·h。同时可大大降低工人的劳动强度。

5 结论

5.1 气脉冲除灰技术先进、运行可靠、操作维护简便,与蒸汽吹灰相比,具有效果好和经济耐用的优势。

5.2 该技术特别适合于结构紧密,易于堵灰的大中

型电站锅炉回转式空气预热器,在已结有积灰和一定灰垢的空气预热器上使用,可降低排烟温度10以上(与蒸汽吹灰相比),在新的或洁净的空气预热器上使用,可长时期维持住空气预热器原有的清洁水平。

5.3 该技术除适用于燃煤锅炉外,也适用于燃油锅炉的空气预热器。试验表明,在燃油锅炉的回转式空气预热器上同样获得极好的除灰效果。此项技术还可应用于省煤器和锅炉的其它积灰面上。

5.4 采用本技术对锅炉的燃烧系统没有任何不良影响,同时可获得显著的经济效益,具有很好的推广应用价值。目前已在上海其它一些电厂推广应用。

(责任编辑 孙家振)

· 国外科技信息 ·

化石能源对能量供应的重要性 到1992年,人类大约消耗了一次能源中的 42×10^{10} t煤当量,其中从1860年以来消耗了 38.50×10^{10} t煤当量,从本世纪40年代开始能源消耗量比以前增加得更快。1992年9月马德里世界能源会议期间,世界能源委员会介绍到2020年世界能源消耗变化的了种情景。根据此情况,即使采取所有节能措施和应用新的能源,世界能源年耗量仍将从目前的 1.2×10^{10} t煤当量增长到 16.0×10^{10} t~ 24.0×10^{10} t煤当量。

因世界人口的增长而引起能源需求的增加,这一趋势使确保的能源供应受到了影响。此外,世界范围内,除少数几个国家中,多数国家采取的环保措施都不及德国好,大多数政府仍好以前一样随意使用能源,所以大气、水和土地遭受有害物质的负荷成倍增长。

据世界能源委员会估计,到2020年,世界能源需求量中的35%~50%仍由因体燃料提供,其原因在于世界范围内拥有开采价值极大的矿床,并且地区分布较为合理。

在久发达国家和发展中国家内,利用化石燃料提供能源,并由此满足他们生活水平中最基本的要求,这无疑是有必要的。用煤发电或生产热能,其大气中CO₂含量是否稳定得住,关键取决于在全球范围内是否使用有效的设备。

国际互连网的发展现在,跨国电

网的互联已日益普遍,因为各国都在设法警告得以下的联网效益。(1)实现发电容量配置多样化,以满足电力负荷日益增长的需要;(2)充分利用其它地区的多余发电容量,以减少增加新的容量;(3)使发电能源多样化;(4)利用各地区负荷曲线不同,以获得联网效益;(5)对国内和边界之间的污染加以管理。

在拉丁美洲和亚洲等经济高速增长的一些地区,跨国互联网,在更多的新电厂投运之前,提供了暂时性增加装机容量途径。

在欧洲和北美,国际联网是一种替代新增发电容量的方法。在美国、欧洲和某些亚洲国家,以协调调度机构来管理输电系统,已有相当长的一段时间,并建立了相应的协会机构和繁简程度不同的运行法规。

目前,多国协议正在逐步取代国与国之间的双边协议,至少是在考虑中。在此基础上,电力市场正在开放到商品贸易的程度。这两种趋势均对电网如何管理和运行产生明显的影响。

在欧洲内部,前苏联所发生的政治和经济上的变革,增加了扩大电力交换的动力。过去阻碍中欧、东欧和西欧之间联网的许多障碍也已消失。目前正在开发联网框架,考虑到了这些国家间在政治、技术和经济上的很多差别,以实现这些地区电网的平稳互联。但要解决电力系统在技术上的协调和电网运行方面的要求,以保证供

电的安全性。

现在在欧洲大陆有以下5大互联电力系统:(1)发输电联合会(UCPTE)——西欧电网;(2)联合电力系统(UPS)——东欧和俄国电网;(3)东欧互联电力系统(IPS)——中、东欧电网;(4)中部系统(Centrel)——最近形成的联接捷克、斯洛伐克、波兰和匈牙利各电力公司的电网;(5)北欧电力合组织(Nordel)——斯堪的纳维亚国家互联网。

另外,还要建一条跨越英法海峡的电缆输电线把英国和欧洲大陆的电力系统联接起来。

在中欧,即东欧和西欧电网的交界地区,于1983年至1993年间,曾建设了3个背靠背的高压直流换流站:(1)600 MW Durnrohr换流站,建于1983年,该站把奥地利电网与前捷克斯洛伐克电网联在一起;(2)600 MW Etzenricht换流站,它把德国电肉和捷克电肉连在一起;(3)600 MW Wien Sukost换流站,把奥地利和匈牙利电网联在一起。

正在考虑中的最新的多国联网是波罗的海环网。在这个环网中主要的电力供应者有芬兰国家电力局(NVO)、瑞典国家电力局、德国普鲁士电力公司和丹麦的SK电力公司。计划参加环网的国家还有:爱沙尼亚、挪威、白俄罗斯、拉脱维亚、立陶宛和俄国。

在非洲和南美洲也在建立跨国电网。