

低温省煤器积灰堵塞综合治理分析

周伟¹ 钟远¹ 张小文¹ 张捷²

(1 江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院 江西 南昌 330052; 2 华能秦煤瑞金发电有限责任公司 江西 赣州 341000)

摘要: 积灰堵塞对低温省煤器的正常运转有着严重的负面影响, 直接制约着燃煤锅炉烟气余热利用技术的发展。通过妥善解决积灰堵塞问题, 能够避免省煤器循环恶化的风险, 可以保障机组安全稳定运行。本文在某电厂低温省煤器的基础上, 详细分析了积灰堵塞产生的原因, 并制定增加脉冲吹灰器、改进机组运行方式、优化烟道流场的措施, 系统地提出了综合治理的方案。结果表明, 烟道模块综合治理7个月后的运行差压监控结果比综合治理前有明显下降, 各烟道间的差压值也更为均匀, 有效地解决了积灰堵塞问题, 为解决类似问题提供了指导依据。

关键词: 低温省煤器; 积灰堵塞; 综合治理

0 引言

锅炉效率是火电厂经济性运行的重要指标。而锅炉排烟热损失约占锅炉总体热损失的70%以上, 对锅炉效率具有重大影响。研究表明, 锅炉排烟温度每上升20℃, 锅炉效率将下降1%, 火电厂机组的年平均标煤耗将随之上升3~4g/(kWh)以上^[1], 同时锅炉排烟温度偏高还将造成粉尘、SO₂、NO_x等污染物排放量的增加^[2]。在响应节能减排工作的进程中, 采用低温省煤器实现烟气余热利用, 降低烟气温度, 实现对烟气协同治理的方法得到了越来越广泛的关注^[3]。然而, 大部分低温省煤器安装的位置是在空预器之后, 运行时温度较低, 同时管排比较密集, 因而在运行过程中普遍存在着换热管排积灰的情况, 积灰严重时将导致管排堵塞, 造成低温省煤器差压显著增大, 从而影响机组的安全稳定运行^[4]。鉴于此, 丁虹等^[5]完善受热面的布置方式及管排结构特性, 定期吹灰, 使烟气流动阻力降低, 实现锅炉良好运行的局面。为进一步拓宽低温省煤器在锅炉余热回收领域的作用, 本文在某电厂低温省煤器的基础上, 简述了低温省煤器的运行原理, 详细分析了积灰堵塞产生的原因, 并制定可靠措施, 全方位地提出综合治理的方案, 对比方案实施前后低温省煤器的运行差压状况, 验证了解决积灰堵塞的有效性, 为后续相关问题明确了参考价值。

1 系统概况

1.1 系统技术方案

低温省煤器设计安装于空预器出口、电除尘之前的烟道上, 从汽机房8号低加进口、7号低加出口分别执

行取水动作, 然后经低温省煤器加热, 最后汇入6号低加出口。低温省煤器共有24组换热模块, 分布于4个烟道内, 同时在低温省煤器入口布置有导流板; 每个烟道分别布置有6台声波吹灰器。为避免管排壁温过低引发严重的低温腐蚀, 系统配备了热水再循环装置, 即从低温省煤器出口选择部分热水与进口冷水相混合, 通过调节使混水温度>70℃, 考虑到该取水动作需确保再循环水量, 因此在再循环管路和回水管路分别设置调节阀。另外在确保低温省煤器系统水侧的正常运行基础上, 设置两台增压水泵, 一台负责运行需要, 一台备用, 使低温省煤器的入口水量得到控制, 进而控制出口烟温。

1.2 系统运行状况

机组低温省煤器投运16个月后各模块的差压如图1所示。由图1可知, 运行时, 低温省煤器最大差压能达到2.13kPa, 远高于投运时的0.6kPa; 同时C烟道换热模块差压明显比A、B、D烟道换热模块高, 各烟道层次分明, 说明C烟道换热模块积灰堵塞最为严重, 且烟气流场存在差异。

2 积灰堵塞原因分析

烟道积灰可以分为干松灰和块状的粘结灰, 干松灰通常是烟气中的颗粒(飞灰粒度<30μm)根据物理沉积演变而来, 一般主要存在背风面上, 迎风面上积聚偏少; 粘结灰形成的主要原因是空预器上游脱硝系统存在NH₃逃逸, 逃逸的NH₃在低温省煤器区域与烟气中SO₃、H₂O反应生成具有粘结性的NH₄HSO₄, 在低温省煤器管道表面形成粘结灰, 粘结灰融合烟气中的颗粒, 使积灰加剧, 最后引起受热面的堵塞。根据低温省煤

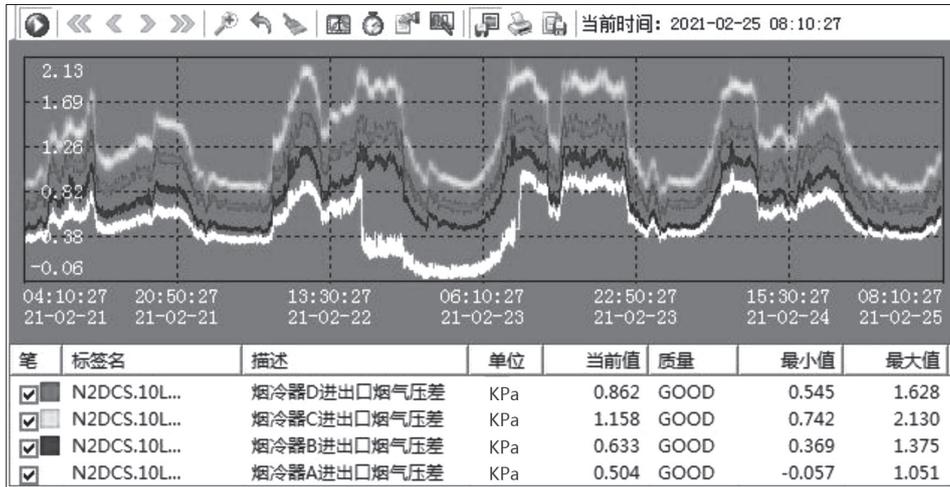


图1 低温省煤器各模块运行差压

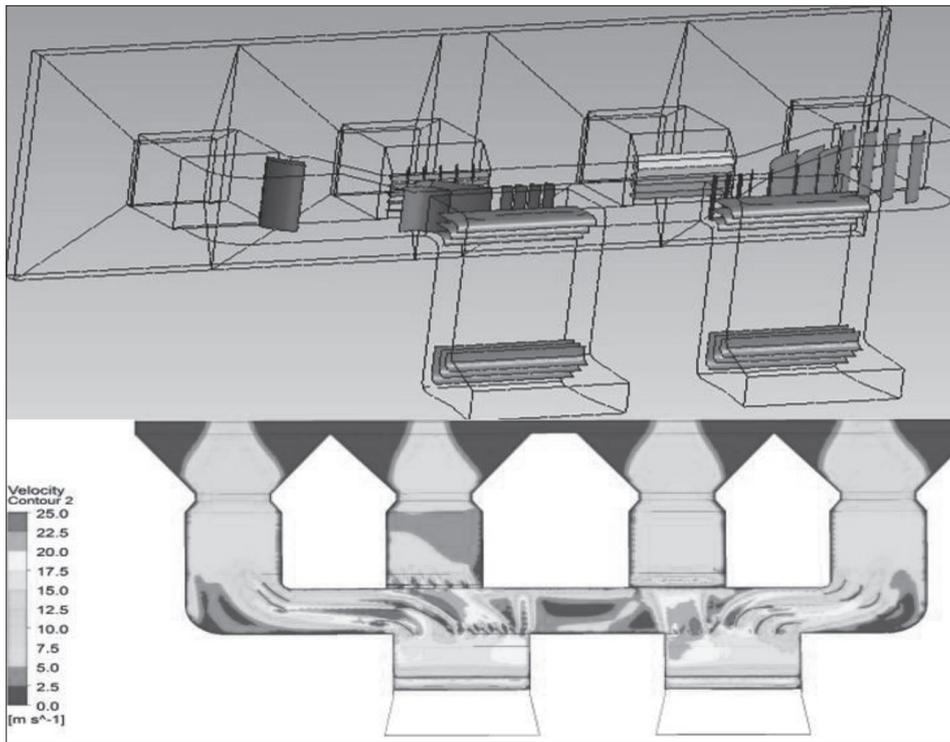


图2 低温省煤器优化后导流板布置模型及水平中截面的速度云图

器系统技术方案及运行16个月后的状况，低温省煤器积灰堵塞主要归纳为以下几个原因：

(1) 系统技术方案中吹灰方式采用声波吹灰器，检查结果显示声波吹灰器效果不理想，尤其是针对粘结灰，检查中显示距声波吹灰器较近部位的积灰仍然很严重。

(2) 运行中低温省煤器管道表面温度低于酸露点，形成了硫酸，遇到脱硝系统逃逸的NH₃，产生了具有粘结性的NH₄HSO₄，与烟气的飞灰形成了粘结灰。

(3) 低温省煤器各烟道流场不均匀，导致通过B、C烟道换热模块烟气量大，积灰堵塞更严重。

低温省煤器受热面积灰严重将会阻碍传热效果，排

烟温度上升会导致锅炉热效率下降，同时烟气阻力也随之增加，循环恶化，引风机的电耗量变得突出，所以解决积灰堵塞问题迫在眉睫。

3 综合治理方案

针对低温省煤器存在积灰堵塞这一核心问题，首先对换热模块积灰进行了机械清理，并且采用压缩空气吹扫各换热模块，保证积灰彻底清除。然后采取了以下综合治理方案：

(1) 增加吹灰系统。为发挥吹灰系统的重要性，在声波吹灰器的基础上，对每个烟道加装了6台脉冲吹灰器，4个烟道，共计24台。为保证脉冲吹灰的效果，根据现场实际，脉冲吹灰器在各烟道的布置分前后两组各3台布置。

(2) 改进运行方式。针对运行中低温省煤器管道表面温度低于酸露点温度的问题，在两台机组低温省煤器增压泵出口处加装临机联络管，增加临机联络管后，开机时打开临机联络管手动闸阀，运行机组热水进入各换热模块，提高低温省煤器管道壁温，消除了NH₄HSO₄的生成。机组运行中，严格控制增压泵出口水温高于70℃，低温省煤器出口烟温高于90℃，减少了NH₄HSO₄的生成。

(3) 优化烟道流场。针对各烟道流场不均匀的状况，采用CFD计算方法对各烟道流场进行了模拟计算分析，优化了烟道导流板的布置。流场优化后低温省煤器联络烟道的水平中截面速度云图见图2，由图2可知，4个烟道的低温省煤器联络烟道的水平中截面烟气流速比较均匀，烟气分布比较均匀。因此，导流板方案能有效地优化流场，促使低温省煤器在入口处气流达到均匀分布的目的，减小入口截面上的最大速度分布面积，使流场达到较好状态，保证了入口气流分布均匀性系数<0.2。

4 综合治理效果

对换热模块积灰进行机械清理，并采取上述综合治

理方案，运行7个月后的差压监控结果如图3所示，最高差压为C烟道模块1.128kPa，对比图1可知差压比综合治理前有明显下降，比直接投运16个月后最大差压减小了约0.9kPa，减小明显；此外，各烟道间差压比综合治理前更均匀，大小也相近，各烟道差压随时间同增同减，在任一时刻差压大小不固定。C模块综合治理完成运行7个月后开展停机检查情况如图4所示，由图4可以看出，积灰较少，没有堵塞情况，并且均为干松灰。因此可以得到：低温省煤器通过上述三方面的综合治理，运行7个月后，各烟道模块差压未出现增大现象，比直接投运16个月后下降明显，同时各烟道流场均匀，烟气流动良好，说明上述综合治理方案可以有效防治和解决低温省煤器积灰堵塞的问题。

5 结语

本文通过对低温省煤器进行讲解，以及对直接投运16个月后各换热模块积灰堵塞状况进行表征，结合现场实际对积灰堵塞的原因进行了分析，并采取了以下三方面综合治理积灰堵塞的方案：(1)增加了脉冲吹灰器，加强了对积灰的吹扫，尤其是粘结灰的吹扫；(2)改进了运行方式，减少了开机和运行过程中粘结灰的生成；(3)优化了各烟道流场，使各烟道流场均匀，减少了积灰。综合治理运行7个月后，低温省煤器差压未增加，积灰检查未发现堵塞现象，有效地解决了低温省煤器积灰堵塞的问题，实现了经济效益和稳定运行的双重发展，也为解决类似低温省煤器积灰堵塞问题提供了指导依据。

参考文献：

[1] 中国电力企业联合会，美国环保协会．中国燃煤电厂大气污染物控制现状2009[M]．北京：中国电力出版社，2009：1-88．
 [2] 胡清，孙少鹏，蒋文，等．基于氟塑料换热器的新型烟气余热深度回收技术研究[J]．热能动力工

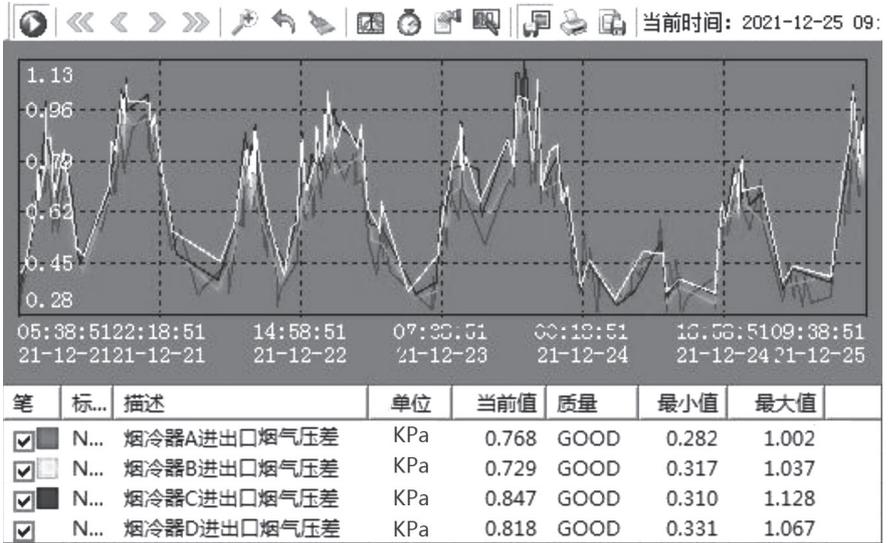


图3 综合治理完成运行7个月后低温省煤器各模块运行差压

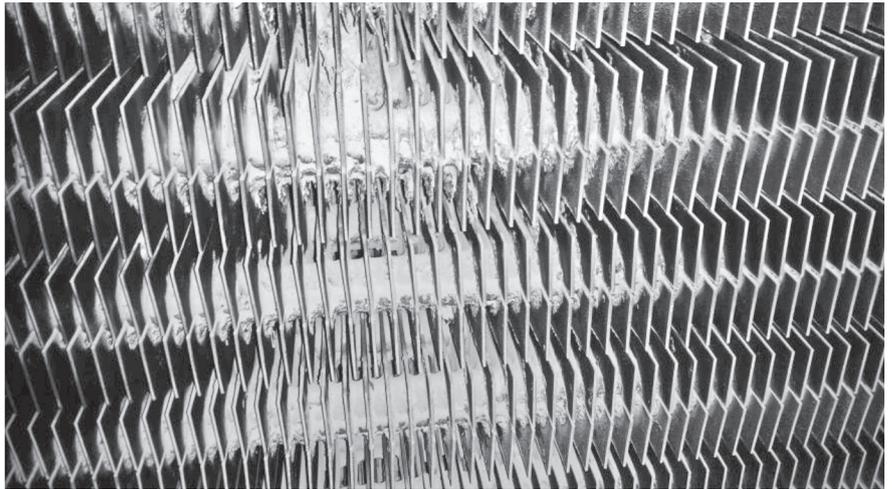


图4 低温省煤器C模块综合治理完成运行7个月后检查照片

程，2016，31(08)：106-109．
 [3] 宋景慧，阚伟民，许诚，等．电站锅炉烟气余热利用与空气预热器综合优化[J]．动力工程学报，2014，34(02)：140-146．
 [4] 胡清，蒋文，杨鹏，等．卓资电厂低温省煤器泄漏及积灰情况分析[J]．能源与节能，2016(09)：143-144+162．
 [5] 丁虹，何雁飞，陈增宏．省煤器积灰原因分析及改进措施[J]．工业锅炉，2012(01)：30-34．

作者简介：周伟(1993.10-)，男，汉族，江西吉安人，硕士研究生，助理工程师，研究方向：(机械工程)特种设备检验检测。