

袋式除尘器滤袋失效原因分析及预防措施

徐尧^{1,2,3}, 张鑫^{1,2,3}, 梁兴^{1,2,3}, 王乃继^{1,2,3}

- (1. 煤炭科学研究总院 节能工程技术研究分院, 北京 100013;
2. 煤炭资源开采与环境保护国家重点实验室(煤炭科学研究总院), 北京 100013;
3. 国家能源煤炭高效利用与节能减排技术装备重点实验室(煤炭科学研究总院), 北京 100013)

摘要: 根据锅炉尾部袋式除尘器滤袋应用的实际案例, 针对神东集团寸草塔二矿 1 台锅炉尾部袋式除尘器滤袋使用一采暖季后失效, 滤料硬化, 强度下降的问题, 对损坏的滤袋进行了常规性能测试、红外光谱分析、差热分析和电镜扫描, 分析了滤袋失效的原因。结果表明: 造成寸草塔二矿除尘器滤袋失效的主要原因是氧化。从系统工艺、设备维护的角度考虑, 提出了增加锅炉负荷至额定负荷, 降低烟气氧含量, 采取预涂粉方法避免烟气直接接触滤袋, 控制排烟温度等防护措施, 对预防出现相似问题, 延长滤袋使用寿命有一定的参考意义。

关键词: 袋式除尘器; PPS 滤袋; 失效分析; 氧化; 清灰; 红外光谱; 扫描电镜

中图分类号: TD849; X773

文献标识码: B

文章编号: 1006-6772(2012)06-0112-04

Cause of filter bag failure and preventive measures

XU Yao^{1,2,3}, ZHANG Xin^{1,2,3}, LIANG Xing^{1,2,3}, WANG Nai-ji^{1,2,3}

- (1. Energy Saving Engineering and Technology Branch, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China;
2. State Key Laboratory of Coal Mining and Environmental Protection (China Coal Research Institute), Beijing 100013, China;
3. National Energy Technology & Equipment Laboratory of Coal Utilization and Emission Control (China Coal Research Institute), Beijing 100013, China)

Abstract: To resolve ageing and losing efficacy problems of PPS filter bag on boiler tail after one heating season in Cuncaota No. 2 Coal Mine, Shendong Group made routine performance test, infrared spectrum analysis, DTA and electron microscope scanning for damaged filter bag. The results show that oxidation is the main reason. Considering the technological process and equipments maintenances, provides a series of measures to lengthen the service life of filter bag, which are increasing the boiler load to rated load, decreasing oxygen content of smoke gas, bpowdering the internal surface of filter bag before operation, controlling the exhaust gas temperature and the like.

Key words: bag filter; PPS filter bag; failure analysis; oxidation; dust collecting; FT-IR; SEM

环保部和国家质监总局联合发布了新修订的 GB/T 13223—2011《火电厂大气污染物排放标准》, 2012-01-01 起实施, 其中烟尘的排放质量浓度由原来的 50 mg/m³ 变为 30 mg/m³。随着国家环保力

度的加大, 工业锅炉的排放是亟待解决的问题。袋式除尘器因其除尘效率高, 受锅炉燃烧工况和粉尘特性影响小, 运行稳定的特点, 广泛应用于各式燃煤锅炉尾部烟气除尘。袋式除尘器除尘效果的优劣与

收稿日期: 2012-08-24 责任编辑: 孙淑君

基金项目: 高效煤粉工业锅炉关键装备的合作开发国际合作项目(2012DFA60860); 煤炭高效低排放燃烧技术联合开发国际合作项目(2011DFA60390)

作者简介: 徐尧(1986—), 男, 山东济南人, 助理研究员, 2007年毕业于中国科学技术大学机械设计制造及其自动化专业, 主要从事非标设备研发工作。

引用格式: 徐尧, 张鑫, 梁兴, 等. 袋式除尘器滤袋失效原因分析及预防措施[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(6): 112-115.

多种因素有关,但主要取决于滤袋。滤袋作为袋式除尘器的关键部件,在整个袋式除尘器中至关重要,对袋式除尘器的使用效果起决定作用,直接影响锅炉系统的烟尘排放^[1-6]。内蒙古鄂尔多斯市神东集团寸草塔二矿的1台20 t蒸汽锅炉,经一个采暖季运行,检修时发现布袋除尘器滤袋硬化,滤袋整体已经失效,寿命远低于正常使用寿命。为提高整个设备运行稳定性,降低运行成本,需要对滤袋进行检测,分析失效原因,预防出现相似问题,延长滤袋使用寿命。

1 滤袋失效原因

寸草塔二矿锅炉设计排烟温度150℃,空气过剩系数1.3,额定负荷下氧含量应为5%~6%。实际运行中,该台锅炉长期低负荷运行,一个采暖季后进行检修,发现布袋除尘器滤袋硬化,呈深棕色,强度下降,硬化部位用手可以轻易撕裂,滤袋整体已经失效,需全部更换。根据运行工况初步分析应是氧化造成的。为找出滤袋具体失效原因,预防出现相似问题,从现场取2条滤袋制样,委托相关单位对滤料进行常规性能测试、红外光谱分析、差热分析和电镜扫描。

2 测试项目与结果

2.1 外观检测

共取滤料样品2块,1号滤料长约513 mm,2号滤料长约538 mm,宽均为377 mm,呈深棕色。1号

滤料整块硬化,纤维柔韧性消失,可用手轻易撕裂,其边缘存在7个横向裂缝。2号滤料局部硬化,硬化部位可用手轻易撕裂,未硬化(尚拥有柔韧性)部位无法用手撕开;硬化部位纤维颜色比未硬化部位深。两块滤料挂灰较少,粉尘呈碱性,pH=9。滤料外观如图1所示,滤料硬化部位撕裂前后示意如图2所示。

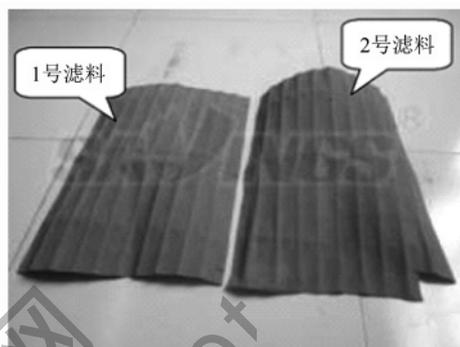


图1 滤料样品外观

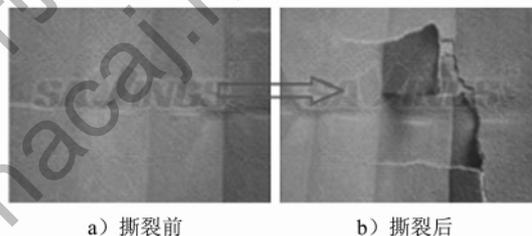


图2 滤料硬化部位撕裂前后

表1 滤料常规性能测试结果

项目	克重/(g·m ⁻²)		透风量/(L·(dm ² ·min) ⁻¹ (@200Pa)		断裂强力/(N·5cm ⁻¹)		断裂伸长率/%	
	载灰时	清灰后	载灰时	清灰后	横向	纵向	横向	纵向
测试值1	594	507	32.57	109.1	140.5	373.0	2.10	2.25
测试值2	805	577	15.73	119.9	157.0	330.0	2.60	2.25
测试值3	573	483	36.65	137.8	—	—	—	—
测试值4	483	497	44.42	138.1	—	—	—	—

2.3 光谱分析

滤料迎尘面、基布、净气面的主要特征吸收峰与PPS滤料基本吻合,滤料的红外图谱^[10]测试结果如图3所示,滤料表面红外图谱测试结果如图4所示。

2.4 差热分析

滤料的熔点和最高分解温度分别为256.1, 572.5℃。待测滤料DTA曲线如图5所示。

2.2 常规性能测试

对样品克重、透风量、断裂强力、断裂伸长率^[7-9]进行测量,待测滤料的常规性能测试结果见表1。

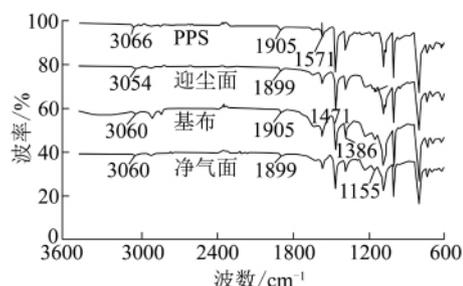


图3 待测滤料红外图谱

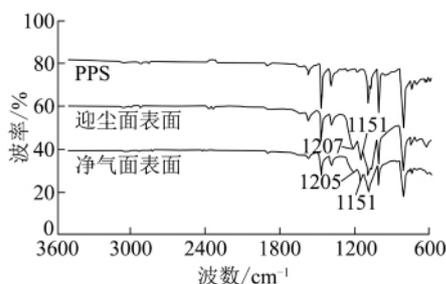


图4 待测滤料表面红外谱图

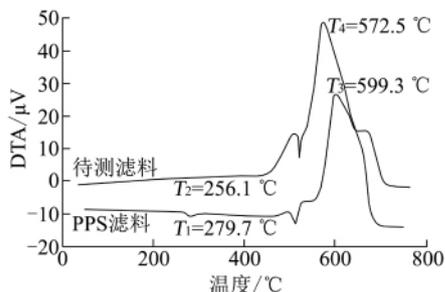


图5 待测滤料 DTA 曲线图

2.5 电镜扫描

滤料的电镜图片显示,迎尘面和净气面部分纤维黏结成片,纤维之间存在很多粉尘,部分纤维受损,发生断裂。滤料电镜图如图6、图7所示。

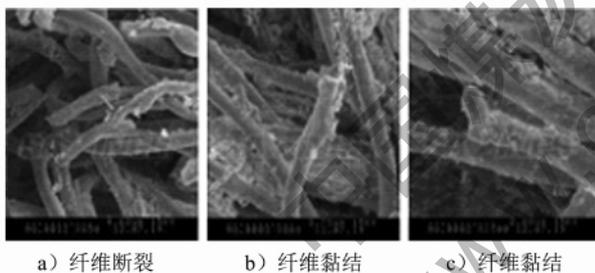


图6 迎尘面电镜图

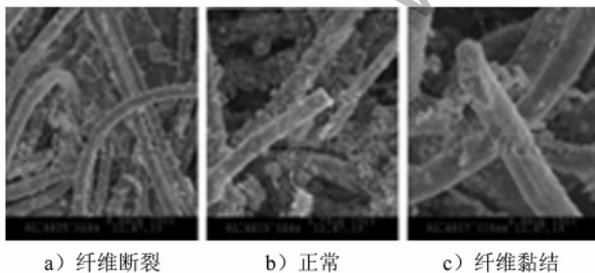


图7 静气面电镜图

3 测试结果分析

(1) 从外观分析,两块滤料呈深棕色,都存在部分或全部硬化,纤维柔韧性消失,可用手轻易撕裂,粉尘呈碱性, $\text{pH} = 9$ 。上述外观情况可推测,该滤料所属滤袋可能超温或氧含量过高运行,导致纤维硬

化、强力消失。

(2) 由表1数据可知,由于滤料硬化,失去柔韧性,其横纵向断裂伸长率也相应大幅降低,滤料横向强力基本消失,纵向强力也临近使用寿命极限值300 N,清灰后,克重和透气量有所恢复,证明表面覆膜完好,可以初步推断滤料纤维受到化学腐蚀。

(3) 新滤袋 PPS 纤维的主要振动吸收峰为 3066 cm^{-1} 处苯环上的 C—H 伸缩振动, 1386 , 1471 , 1571 cm^{-1} 处苯环骨架上 C = C 伸缩振动, 1180 cm^{-1} 处 C—S 振动吸收峰(较弱)以及 742.5 , 703.9 cm^{-1} 主链上 Ar—S—Ar 吸收振动。滤料样品迎尘面纤维、基布、净气面纤维的光谱图与 PPS 纤维谱对比基本吻合,且表面出现 $1205 \sim 1207$, 1151 cm^{-1} 属于碳氟键(C—F)的吸收峰,说明两块样品表面经 PTFE 乳液处理。但两样品较新袋 PPS 纤维光谱图也有较明显的不同,主要表现在 3066 cm^{-1} 苯环上的 C—H 伸缩振动峰变宽, 1905 cm^{-1} 苯环上 C—H 面外弯曲振动峰变弱, 1386 , 1471 , 1571 cm^{-1} 处苯环骨架上 C = C 伸缩振动变弱,表明苯环结构出现交联反应,滤料样品迎尘面、基布、净气面也出现 $1153 \sim 1155 \text{ cm}^{-1}$ 属于砷基($\text{O} = \text{S} = \text{O}$)的吸收峰,说明 PPS 发生明显氧化^[11]。

(4) 滤料样品的熔点和最高分解温度分别为 256.1 , $572.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 明显低于 PPS 滤料(熔点 $279.7 \text{ }^\circ\text{C}$, 最高分解温度 $599.3 \text{ }^\circ\text{C}$),证明滤料样品受到化学腐蚀,热稳定性降低。

(5) 电镜图显示,迎尘面和净气面部分纤维黏结成片,原因是 PPS 滤料在高温条件下与氧气作用,发生了交联反应,致使其分子结构由链状连成网状,从而使分子排列比原来紧密^[12-13],同时也使滤料的韧性降低、脆性增大,产生老化现象。

各项测试结果表明,滤料样品失效的原因是高温氧化造成的化学腐蚀。PPS 滤料中的硫醚结构氧化生成砷基化合物,在氧化的过程中发生了交联反应,聚合物分子结构由链状连成网状,分子排列比原来紧密,使滤料韧性降低,横向、纵向强力大幅下降,造成滤料老化失效。

4 预防措施

寸草塔二矿滤袋失效的原因是锅炉长期低负荷运行,烟气中氧含量较高,高温烟气与滤袋直接接触,造成滤料氧化老化,使用寿命降低。实际使用中,可以通过以下方法预防滤袋氧化。

(1) 增加锅炉负荷或降低通风量,降低进入除尘器烟气中的氧含量。

(2) 建立保护层,可采取预涂粉的方法建立初次粉尘层,隔离高氧烟气与滤袋直接接触,保护滤袋。

(3) 减少喷吹所用的压缩空气的含氧量或用量,用压缩氮气,提高脉冲喷吹压力,减少喷吹时间。

(4) 选用抗氧化性强的滤料,如 P84, PTFE。

(5) 降低排烟温度,控制在 140 ℃ 以内,可考虑拆除省煤器至除尘器烟道保温。

5 结 论

(1) PPS 滤料运行温度为 160 ~ 200 ℃。耐热性、耐酸碱性能、耐水解性能优异,同时也是很好的阻燃滤料,具有极高的热稳定性,适合作为燃煤锅炉尾部烟气净化滤袋材料。但是 PPS 抗氧化性能较差,容易发生氧化腐蚀。

(2) 滤袋材质的选择应注意系统运行的工况,130 ℃ 以下低酸碱腐蚀工况下,可选用涤纶材质,降低设备成本;耐酸碱、烟气氧含量 12% 的工况下应选用 PPS 材质;氧含量高的工况下应选用 P84;严苛工况下可选用 PTFE 材质,也可选用 PTFE 与 P84 混纺滤料或 PTFE 与 PPS 混纺滤料。

(3) 锅炉系统运行中应尽量避免工作参数在滤料允许范围以外,滤袋在实际应用中除了单一因素导致滤袋损坏外,往往还有其他综合因素。综合考虑各种因素,精心操作,可有效预防故障发生,延长滤袋使用寿命。

(上接第 90 页)

[2] 路涛,贾双燕,李晓芸. 关于烟气脱硝的 SNCR 工艺及其技术经济分析[J]. 现代电力 2004, 21(1): 17-22.

[3] 吴小军,刘仁生,房连增. 常村矿煤泥水煤浆的燃烧实验研究[J]. 洁净煤技术 2008, 14(5): 51-55.

[4] 田薇,仝燕燕,解惠敏. 水煤浆发展现状及节能减排分析[J]. 洁净煤技术 2010, 16(4): 102-103.

[5] 贾传凯. 水煤浆锅炉应用与节能减排分析[J]. 洁净煤技术 2011, 17(3): 1-2, 47.

[6] 贾传凯,谢惠珠. 水煤浆燃烧技术的现状与发展[J]. 洁净煤技术 2011, 17(4): 67-69.

[7] 周国明,唐建成,胡振广,等. 燃煤锅炉 SNCR 脱硝技术应用研究[J]. 电站系统工程 2010, 26(1): 18-21.

[8] 何根然. 燃煤烟气脱硫脱硝技术标准实用手册[M]. 香港: 中国科技文化出版社 2005.

参考文献:

[1] 江得厚,郝党强,王勤. 燃煤电厂袋式除尘器发展趋势及其运行寿命的影响因素[J]. 中国电力 2008(5): 86-91.

[2] 赵毅,邵媛. 袋式除尘器的发展及其在燃煤电厂中的应用[J]. 洁净煤技术 2008, 14(4): 58-60.

[3] 王乃计,徐振刚. 美国高温气体除尘技术发展现状[J]. 洁净煤技术 1996, 2(4): 43-47.

[4] 余洁. 中国燃煤工业锅炉现状[J]. 洁净煤技术 2012, 18(3): 89-91.

[5] 纪任山,王乃继,肖翠微,等. 高效煤粉工业锅炉技术现状及应用[J]. 洁净煤技术 2009, 15(5): 52-56.

[6] 王军,李永安,刘大胜. 燃煤锅炉污染物控制实践[J]. 洁净煤技术 2007, 13(4): 72-74.

[7] GB/T 3923.1-1997 织物拉伸性能条样法[S].

[8] GB/T 4669-2008 纺织品 机织物 单位长度质量和单位面积质量的测定[S].

[9] GB/T 5453-1997 纺织品织物透气性的测定[S].

[10] 王正熙. 聚合物红外光谱分析和鉴定[M]. 成都: 四川大学出版社 1989.

[11] 赵丽琴,张涛,李松. 硫醚氧化的通用方法[J]. 化学世界 2000(9): 500-501.

[12] 潘祖仁. 高分子化学[M]. 北京: 化学工业出版社 2011.

[13] 谭世语,古昌红,周志明,等. 聚苯硫醚交联反应机理的量子化学计算研究[J]. 重庆大学学报(自然科学版) 1999, 22(1): 106-111.

[9] 朱利军,厉文清. 选择性非催化还原脱硝技术的应用[J]. 广东电力 2010, 23(8): 69-71.

[10] 胡浩毅. 以尿素为还原剂的 SNCR 脱硝技术在电厂的应用[J]. 电力技术 2009(3): 22-24.

[11] 吕钰,王智化,杨卫娟,等. 大型燃煤锅炉 SNCR 过程数值研究[J]. 浙江大学学报(工学版) 2010, 44(4): 750-755.

[12] 翁卫国,周俊虎,杨卫娟,等. 220t/h 水煤浆锅炉 NO_x 排放特性的研究[J]. 浙江大学学报(工学版) 2006, 40(8): 1439-1442.

[13] 董若凌,周俊虎,岑可法,等. 水煤浆再燃降低 NO_x 排放的实验研究[J]. 中国电机工程学报, 2008, 28(23): 20-24.

[14] 王军,李永安,刘大胜,等. 燃煤锅炉污染物控制实践[J]. 洁净煤技术 2007, 13(4): 72-73.