

空预器冷端利用高温场连续吹灰的实际应用及分析

朱时锐 任浩 罗家庚

华能武汉发电有限责任公司

[摘要]文章主要介绍空气预热器换热元件由于硫酸氢铵(NH₄HSO₄)附着,造成风道堵塞的原理解读,结合了华能武汉发电有限责任公司六号机组通过提高空预器冷端温度,利用高温场连续吹灰实际应用,为改善空预器的堵塞程度提供一种切实可行的方法。

[关键词]空预器;空预器堵塞;硫酸氢铵

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.11.1174

一、概述

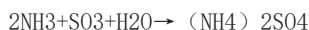
华能武汉发电有限责任公司六号机组为600MW超临界燃煤发电机组,锅炉岛是东方锅炉(集团)股份有限公司与日本巴布科克-日立公司及东方-日立锅炉有限公司合作设计、联合制造的DG1900/25.4-II2型超临界本生直流锅炉。采用一次再热、单炉膛、尾部双烟道、采用挡板调节再热汽温、平衡通风、露天布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构π型锅炉。

空气预热器为三分仓回转式,烟气方向为从上到下,一、二次风为从下至上,转动方向顺序为烟气区、二次风区、一次风区,空预器转子转速为0.99r/min。

随着电厂超低排放改造后,在高标准的环保要求下,氮氧化物排放较旧标准更为严格,锅炉脱硝SCR反应器需要增加更多喷氨量,实际运行中由于烟道内烟气分布极不均匀,长时间低负荷运行期间,喷氨不均造成氨逃逸率上升,导致空预器换热元件粘黏的液态硫酸氢铵与烟气中的灰结合,造成空预器堵塞和低温腐蚀,一方面影响机组安全稳定运行,另一方面也影响锅炉效率。

二、空预器冷端NH₄HSO₄堵塞的原因及其危害分析

煤粉燃烧产生二氧化硫,经SCR反应器和空预器后进入脱硫岛,而有约1%的二氧化硫在SCR反应器中被氧化成三氧化硫,三氧化硫与SCR反应器中未反应逃逸的氨气和水蒸气反应,生成硫酸氢铵和硫酸铵。在还原性气氛中,硫酸铵为粉末状,即氨气浓度高于三氧化硫时,硫酸铵不会粘黏在空预器换热元件表面;当逃逸的氨气浓度小于三氧化硫时,就会生成NH₄HSO₄。化学反应式如下:



在147~207℃温度区间内,NH₄HSO₄是一种高黏性液态物质,此温度区间和空预器冷端温度重合,换热元件无法避免附着液态硫酸氢铵,其与烟气中的灰结合,长时间后结垢,造成空预器堵塞。

NH₄HSO₄堵塞空预器会造成以下几点危害:

- ①NH₄HSO₄呈酸性,会对空预器造成低温腐蚀,缩短使用寿命。
- ②空预器堵塞使空预器换热效率降低,影响一、二次风温。
- ③空预器堵塞会造成排烟温度升高,降低锅炉效率。
- ④空预器堵塞会造成风烟系统阻力增大,影响炉膛负压,增大了送、引风机电耗。

三、600MW超临界锅炉空预器利用高温场连续吹灰降低空预器烟气差压的实际应用

1、应用背景

随着新能源装机总量快速上升,华能武汉发电有限责任公司六号机组长时间低负荷运行,锅炉脱硝SCR反应器系统氨逃逸率高,由于蒸汽吹灰汽源取自高温再热器入口,汽源压力过低,空预器的蒸汽压力和过热度都不满足吹灰条件,蒸汽凝结成水珠附着在空预器换热元件表面,与NH₄HSO₄结合,造成六号炉A、B空预器换热元件局部堵塞严重,送、引风机自动调节情况下,炉膛负压波动幅度达-700~+700Pa,手动控制送、引风机后,负压波动仍有-450~+450Pa,空预器烟气侧差压高达3000Pa以上。

2、原理分析

NH₄HSO₄熔点147℃,汽化温度235℃,升华温度316℃,空预器换热元件温度由热端至冷端逐渐降低,将冷端温度提高至接近汽化温度,有利于大部分NH₄HSO₄汽化,随烟气被带走,利用此原理可以缓解空预器的堵塞情况。

3、技术措施

机组负荷控制在70~75%,提高单侧空预器冷端温度进行连续吹灰。可采用两种方法提高空预器烟气侧出口温度,一种是关闭送风机出口联络门,降低单侧送风机出力,直至其不带负荷,此方法为单风机运行,存在安全隐患。另一种是逐步关闭单侧空预器出口送风侧挡板,仍为两台送风机运行,一次风机运行不受影响,可靠性较高。本厂此次试验采用第二种方法,分别对A、B空预器进行90分钟高温场蒸汽吹灰。

试验过程采用控制变量法,即负荷不变,煤量及热值不变,一次风量、送风量不变,必要时用引风机调整炉膛压力,及时记录数据。试验完后,恢复送风机正常运行方式,待两侧空预器出口烟温均恢复正常后,对比空预器烟气差压、出口烟温、电流以及炉膛负压波动幅值等多项数据,判断高温场吹灰对空预器堵塞有无明显改善。

4、参数对照及分析

试验中投入空预期连续吹灰,先将A侧空预器出口送风侧挡板逐步关闭,提高A侧空预器冷端温度至218℃,时间维持在90分钟,恢复A侧空预器出口送风侧挡板,再将B侧空预器出口送风侧挡板逐步关闭,提高B侧空预器冷端温度至218℃,时间维持在90分钟。下列表格记录数据均为试验前和恢复正常运行方式,且参数稳定后的数据。

A空预器高温场吹灰前后数据:

	负荷 (MW)	A空预器烟气侧差压 (KPa)	A空预器出口烟温 (°C)	A空预器电机电流 (A)	炉膛负压波动范围 (Pa)	A/B送风机电流 (A)	A/B引风机电流 (A)
试验前	460	1.79~2.52	162	15.6~15.9	-351~+328	73/72	366/370
试验后	460	1.34~1.75	155	15.4~15.7	-330~+170	73/74	368/367

烟气差压下降0.45~0.77KPa, 出口烟温下降7°C, 炉膛负压波动范围上下限均缩小, 引风机电流变化不大。

B空预器高温度场吹灰前后数据:

烟气差压下降0.14~0.56KPa, 出口烟温下降6°C, 炉膛

	负荷 (MW)	B空预器烟气侧差压 (KPa)	B空预器出口烟温 (°C)	B空预器电机电流 (A)	炉膛负压波动范围 (Pa)	A/B送风机电流 (A)	A/B引风机电流 (A)
试验前	460	1.63~2.18	155	15.6~16.6	-327~+123	72/73	369/368
试验后	460	1.49~1.62	149	15.4~15.8	-145~+73	72/73	358/361

负压波动范围上下限均缩小, 引风机电流降低11A和7A。

A、B空预器试验后, 恢复到正常方式后稳定数据:

负荷 (MW)	空预器差压 (KPa)	空预器电流 (A)	炉膛压力 (Pa)	A/B送风机电流 (A)	A/B引风机电流 (A)
460	A侧: 1.51~1.67	15.4~15.7	-145~+73	72/73	358/361
	B侧: 1.49~1.62	15.4~15.8			

试验数据分析:

本次试验明显降低空预器烟气侧差压, 使风烟系统通道变得通畅, 炉膛负压波动范围变小, 且B空预器试验后, 炉膛负压更为平稳, 引风机电流变化更大, 判断B空预器堵塞较A更为严重。

试验结论: 本厂通过提高空预器冷端烟温可以汽化粘黏在换热元件上的NH4HSO4, 附着的灰尘自然脱落, 空预器冷端高温度场持续吹灰能有效改善空预器因硫酸氢铵造成的堵塞。本次试验在同等负荷下, A侧空预器高、低值差压由730pa降至160pa。B侧空预器高、低值差压由680Pa降至130Pa。炉膛压力波动幅度从679Pa下降到218Pa, 空预器差压阻力和炉膛压力波动有明显的改善, 六号锅炉安全稳定运行得到保障, 机组出力被限制的现状得到很大程度上的缓解。

试验结果不确定性因素:

①单侧空预器试验次数较少, 试验结果有偶然性的可能。

②鉴于空预器的安全运行, 单侧继续提升空预器出口烟温受限, 空预器高温度场吹灰试验数据结果是否能更有说服力, 有待进一步摸索。

高温度场蒸汽吹灰注意事项:

①吹灰时应保持吹灰压力较高, 吹灰母管压力不低于2.4MPa, 故不能低负荷运行, 而且, 若低负荷运行时做此试验, 风烟系统对燃烧的扰动, 将给锅炉安全稳定运行带来巨大风险。

②单侧空预器出口送风机侧挡板关闭时, 应减小该送风机出力, 增大另一侧对侧送风机出力, 在试验过程中, 应注意送风机电流、温度、振动等参数运行情况。

③空预器进行高温度场试验必然导致空预器密封间隙发生变化, 发生动、静摩擦, 空预器电流上涨, 试验时, A、B

空预器出口烟温达到200°C时, 就地检查有明显的金属摩擦声, 试验中应控制烟温上涨速度, 加强空预器就地检查, 全程关注空预器电流上涨变化趋势。

④空预器出口送风机侧挡板时应缓慢, 操作过快会导致炉膛负压大幅波动, 也会造成空预器出口烟温快速上涨, 空预器本体会金属摩擦声, 可能使空预器变形卡跳, 威胁锅炉安全运行。

⑤对于电袋式除尘器且有低低温省煤器的锅炉, 在单侧空预器试验时, 会造成空预器出口A、B侧烟温相差较大, 低低温省煤器应及时调整各个烟冷器出口烟温, 防止温度过高或过低, 导致电袋式除尘器电场温度保护动作跳闸。

⑥试验时, 因空预器电流逐步增大, 就地摩擦声加剧, 为保证空预器安全运行, 本次试验空预器出口烟温最高温度控制在218°C, 空预器出口烟温没有达到NH4HSO4汽化温度235°C, 但通过连续蒸汽吹灰, 空预器堵塞得到明显的改善。

结语

空预器堵塞的主要原因是机组长期低负荷运行, 烟道内烟气分布不均匀, 锅炉脱硝SCR反应器系统喷氨量不均, 氨逃逸率高, NH4HSO4附着在空预器换热元件表面, 与灰尘结合后结块。通过提高空预器冷端温度, 利用高温度场连续吹灰, 可明显减轻空预器的堵塞程度。

参考文献

[1]周华菊, 《电厂锅炉》(第二版), 中国电力出版社, 2009年8月第二版。

[2]周华菊, 《火电厂燃煤机组脱硝脱硝技术》, 中国电力出版社, 2010年9月第一版。

[3]华能武汉发电有限责任公司技术标准 (HWHBZ-J10-04-2010), 《600MW机组锅炉运行规程》。