

可调频高声强声波吹灰器在 脱硫 GGH 的应用

冷成岗¹ 刘宇清²

(1、华电邹县发电有限公司；2、南京常荣噪声控制环保工程有限公司)

【摘要】 针对华电国际邹县发电厂四期 2×1000MW 机组#7 炉脱硫系统 GGH 频繁堵灰的问题，电厂在 2011 年将#7GGH 换热元件更换为“L”型大通道换热元件，但 GGH 堵塞现象未得到彻底解决。2013 年安装了 3 台可调频高声强声波吹灰器，通过优化声波、蒸汽和高压水冲洗系统的吹灰方式，在 1 年多的时间内有效控制了 GGH 压差，保证脱硫系统的投运，并降低大大脱硫系统增压风机电流，为发电企业带来显著的经济效益和环保效益。

【关键词】 声波吹灰器 GGH 节能

1 前言

石灰石——石膏湿法脱硫系统中 GGH（气气换热器）的作用是提高脱硫装置出口净烟气温度，以减轻下游设备酸腐蚀、增加烟气抬升高度和降低主要污染物落地浓度。国内外多年的运行实践表明，GGH 非常容易出现堵塞现象，已经成为整个烟气脱硫系统的重要故障点之一，大大影响了系统可用率。GGH 堵塞后，脱硫系统阻力增加，增压风机电耗增大，严重时还导致增压风机喘振、FGD 旁路烟气挡板被迫打开，甚至威胁到锅炉的安全运行。为了预防 GGH 结垢堵塞，通常采用压缩空气吹灰器并结合高、低压水枪冲洗的方法。但是大量运行实践表明，上述方法均不能有效预防或清除 GGH 的积灰^[1]，很多电厂不得不在运行了一段时间后采用高压水枪人工冲洗的方法清除污垢，使得脱硫系统投运率大幅度下降。

为维持 GGH 的洁净，保证脱硫系统投运率，电厂在 2011 年将#7GGH 换热元件更换为“L”型大通道换热元件，但 GGH 堵塞现象未得到彻底解决。2013 年安装了 3 台可调频高声强声波吹灰器，通过优化声波和高压水冲洗系统的吹灰方式，在 1 年多的时间内有效控制了 GGH 压差，保证脱硫系统的投运。近一年的运行实践表明应用效果显著，不仅 GGH 烟气压降控制在较低水平，同时也较大幅度地减小了增压风机电流，取得了明显的经济效益和环保效益。

2 GGH 设备及堵塞概况

华电邹县四期 2×1000MW 机组华电国际邹县发电厂四期 2×1000MW 机组#7 炉脱硫系统采用了巴克·杜尔生产的烟气换热器（GGH），型号 CVOP18.00/0.700E，配有戴蒙德 IK—DM3 型双介质半伸缩

式吹灰器 GGH 及原双介质吹灰器参数见表 1 和 2。

表 1 GGH 主要设计参数

型号	CVOP18.00/0.700E
总重量	455吨
转子直径	18.0m
有效换热面积（双面）	28509m ²
转子高度	1.21m
转速	1.30min ⁻¹
原烟气入口流量（Nm ³ /h）	3289400
净烟气出口流量（Nm ³ /h）	3395924

表 2 吹灰器设计参数

清洗介质	高压水	低压水	压缩空气
每个吹扫器的喷嘴数量	6	6	6
运行压力	150bar（g）	6bar（g）	6bar（g）
喷嘴直径	Ø10 mm	Ø10 mm	Ø10 mm
吹扫流量	17 kg/h	47 kg/h	2800Nm ³ /h
清洗时间	76min	68min	76min

两台锅炉的脱硫系统自投产以来，GGH 堵塞问题便一直存在，当 GGH 处于清洁状态时，额定负荷下的原烟气和净烟气压差约为 300~400Pa，接近设计值。但运行一段时间后，烟气压差便迅速上升到 1000~1500Pa，甚至更高。虽然电厂在 2011 年将#7GGH 换热元件更换为“L”型大通道换热元件，但 GGH 堵塞现象未得到彻底解决，每半年不得不停炉进行冲洗，损失巨大。

3 可调频高声强声波吹灰器

3.1 可调频高声强声波吹灰器安装

可调频高声强声波吹灰器采用南京常荣噪声控制环保工程有限公司开发的 ENSG—G 型除垢器。该除垢器采用新型的电动调制气流扬声器^[2]，声功率达到 30000 声瓦，有效作用距离可达 15m。该声波吹灰器实现了调频调幅，声波频率可在 10-10KHz 间任意调节^[3]，其主要性能参数见表 3。

表 3 ENSG-G 型声波除垢器性能参数

序号	项目	技术指标
1	除垢声功率	30000W
2	除垢声波频率	10~10000Hz
3	除垢声压级	>160dB
4	驱动气体介质	空气
5	驱动气体压力	0.2~0.3MPa
6	介质流量（气耗量）	≤25m ³ /min
7	有效吹扫半径	15m

在综合考虑#7GGH 内部结构及其设计烟气流量，在#7GGH 上共安装 3 台高声强声波吹灰器。其中，1 台吹灰器布置于原烟气侧，另外 2 台吹灰器则集中布置于净烟气侧。见图 1 设备布置俯视图。

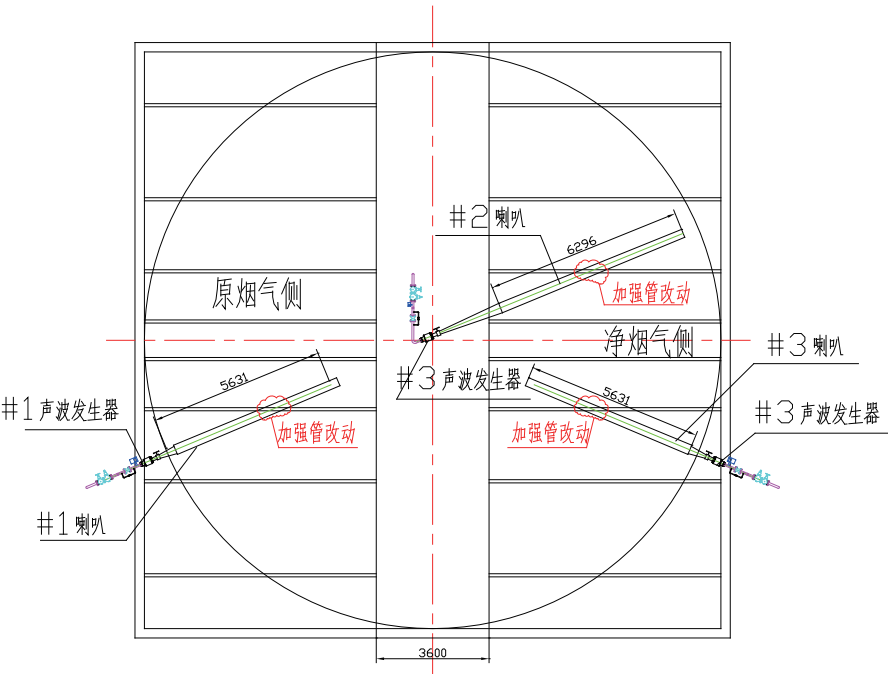


图 1 设备布置俯视图



图 2 现场安装图

3.2 可调频高声强声波吹灰器调试

2013 年 1 月 8 日，设备安装结束进行调试，调试主要工作分为设备工作调试和性能测试，其中性能测试主要包括 GGH 的固有特性和高声强发生器在 GGH 内的声场效果。测试主要设备及参数见表 4：

表 4 主要测试设备

名称	型号	技术指标	数量
测试电脑	ThinkPad X61		1 台
多通道数据采集仪	INV3018A	采样 102.4kHz;24 位 AD	1 套
数据采集分析系统	DaspV10 工程版		
ICP 加速度传感器	INV9822	频响 0.5~8kHz	2 只
声传感器	MPA201	频响 20~10kHz	2 只
活塞发生器	B&K4228	标准 25Hz，94dB 声源	1 只

测点布置

试验测点包括净烟气侧及原烟气侧喇叭出口声压级和换热元件的振动级；声传感器布置在喇叭出口及其相对应换热元件的下部用于测量喇叭出口声压级和通过密集换热元件后的声压级；振动传感器布置在换热片上，测量高强声场下其振动情况。

测试过程及结果分析

宽频信号测试：控制系统给声波吹灰器 20~1000Hz 的窄带信号，调节功放电流，测试其声场和振动。功放电流调到 4A 时，声场测试结果见图 3：

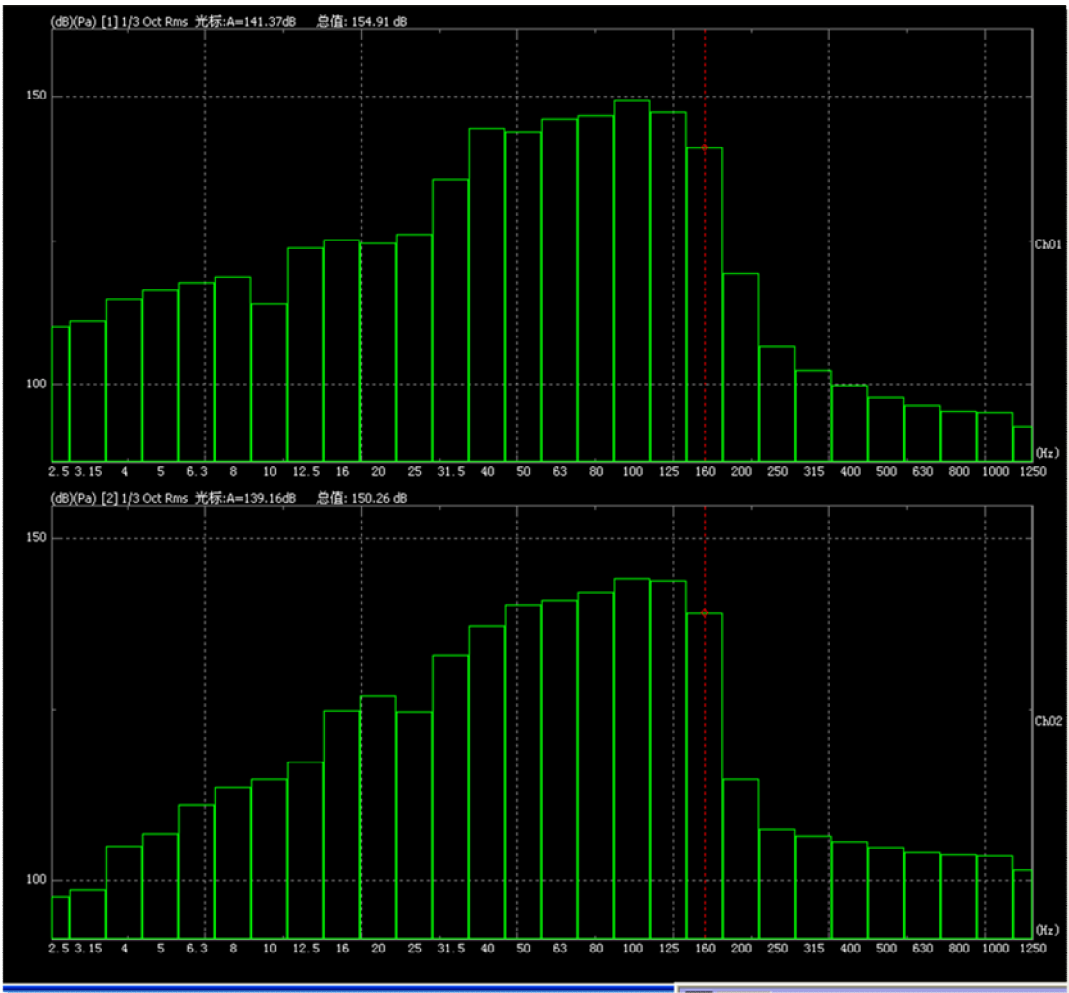


图 3 宽频信号声场测试结果

从图 3 声压级频谱图可以看出，上部测点（ch01）声压级达 155dB，下部测点（ch02）声压级 151dB 左右。声压级频率贡献量主要集中在 30~160Hz 之间。喇叭出口达到有效除灰声压级 155dB 以上。振动传感器测点结果见图 4：

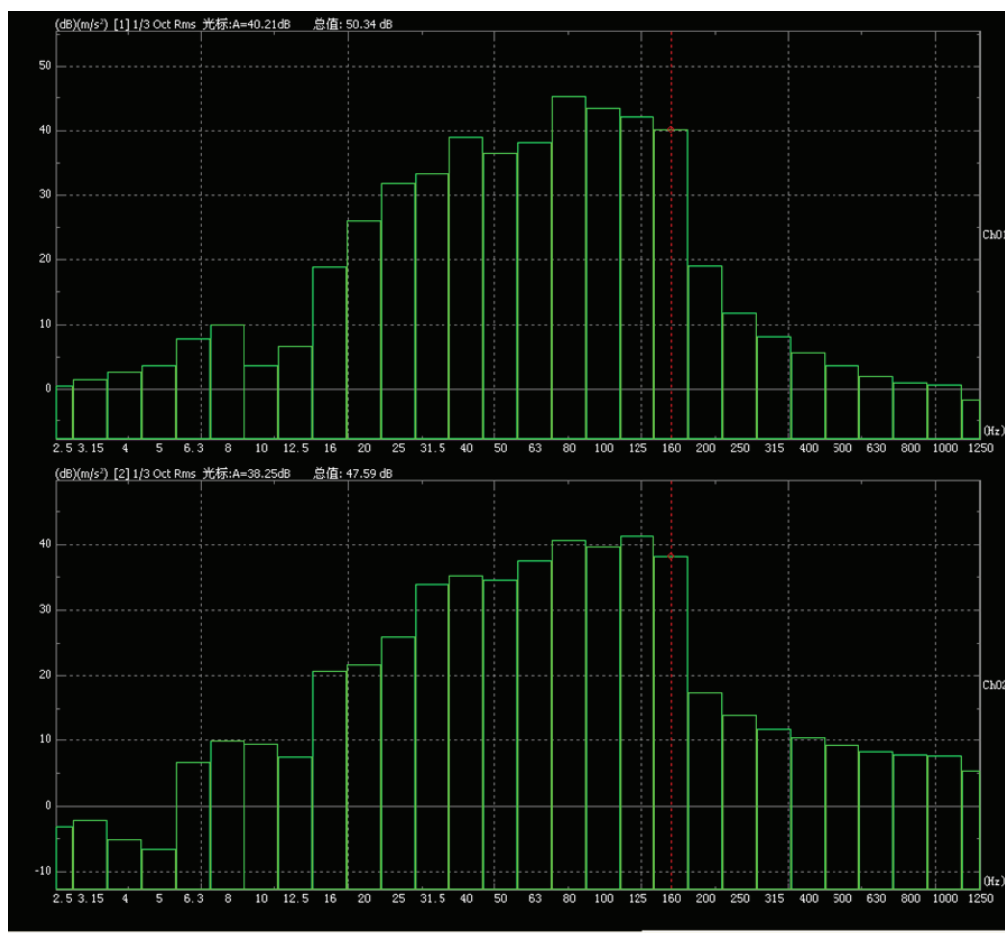


图4 宽频信号振动测试结果

从图4振动级频谱图可以看出,上部测点振动级只有50dB,下部测点振动级只有47dB左右。没有引起换热元件共振,振动量级不会对换热元件造成不良影响。

根据宽频信号测试结果,选取30、40等单频信号进行测试,单频信号的测试结果均表明吹灰器在40~130Hz频率内单频声压级均达到160~162dB左右,振动量级均小于60dB。对比宽带信号测试结果,使用单频比窄带信号,喇叭出口获得的声压级更大,有利于除灰解堵。

4 吹灰优化

安装可调频声波吹灰器后, #7 机组启动前对GGH进行了高压水冲洗。2013年1月10日,机组刚启动时,GGH受热面较为清洁,两侧实测烟气压差约300~400Pa,声波吹灰器投入使用,每台吹灰器运行时间为120S,间隔时间为180S,3台吹灰器依次循环运行;投运一周后,虽然烟气压差稳定但缓慢上升,根据GGH运行情况使用高压水进行了冲洗,压差回复到400Pa,效果明显。通过1周时间的调试,确定了声波与在线高压水联合吹灰的优化吹灰方式。其中声波吹灰器工作3min,在线高压水冲洗以四天1次的投运频率辅助吹扫。

至 2013 年 12 月 30 日, #7GGH 压差控制效果极为突出。负荷 900MW 工况下, 全年平均单侧压差未超过 300Pa, A/B 增压风机电流均在 180A 左右; 与 2012 年#7 脱硫全年运行数据相比, 增压风机电流平均下降约 50A。图 5 和 6 为声波吹灰器加装前后#7GGH 压差曲线图。

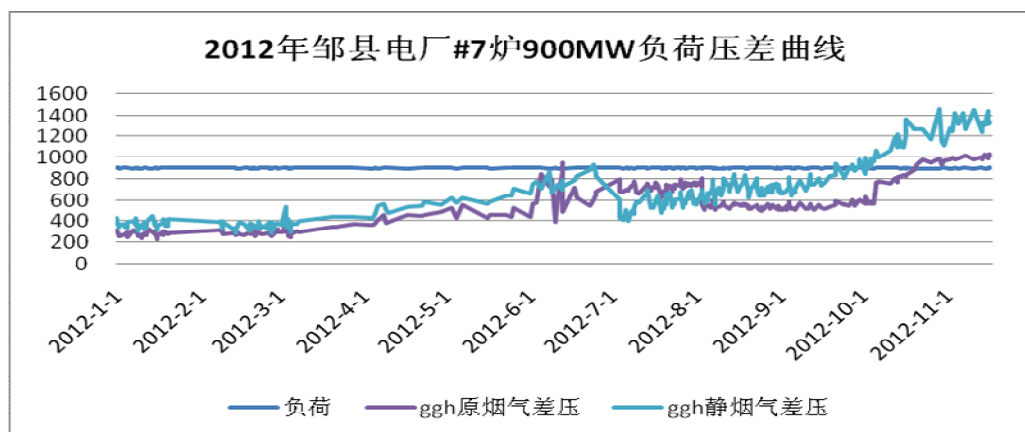


图 5 2012 年邹县电厂#7 炉 900MW 负荷压差曲线图

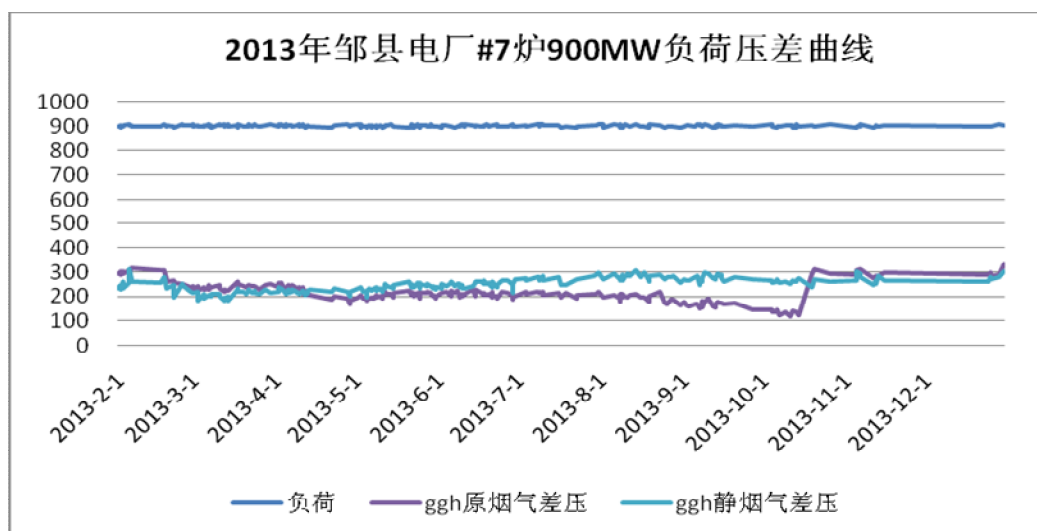


图 6 2013 年邹县电厂#7 炉 900MW 负荷压差曲线图

5 结论

通过控制 GGH 烟气压降, 大幅度降低了烟道阻力和增压风机电耗, 同负荷下, #7 号机组脱硫系统增压风机的平均电流从 2012 年 250A 降低到 2013 年的 200A 以下, 电流平均下降幅度达 50A 左右, 全年节约厂用电约 242.9 万 kWh, 避免因 GGH 堵塞导致机组停运而带来的发电利润损失近 1000 万元。

脱硫系统 GGH 的频繁堵塞是各电厂普遍存在的问题, 在 1000MW 机组脱硫 GGH 的实践表明, 通过应用新型高声强可调频声波吹灰器, 采取声波吹灰器、联合在线高压水冲洗相结合的方式, 不仅可以有效控制 GGH 的烟气压降水平, 保证脱硫系统安全、稳定可靠运行, 提高脱硫系统投运率, 减少

烟气中 SO₂ 的排放,还可以节约 GGH 清洗费用,减少脱硫电价和厂用电损失,创造可观的经济及环保效益。

参考文献:

- [1] 田静, 闰贵富 声波除灰技术的应用研究. 声学学报, Vol. 22 No. S 1997. 9.
- [2] 马大猷 调制气流声源的原理 物理学报 Vol. 23 No. 1 1974.
- [3] 刘宇清, 稽正毓, 张荣初 ENSG-30000-125 可调频高声强声波吹灰器除垢机理分析; 电力科技与环保, Vol. 28, No1 2012

作者简介:

冷成岗, 男, 华电国际邹县发电厂高级工程师, 主要从事火力发电厂锅炉技术管理