



天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格  
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

## NP系列声波除灰装置在锅炉上的应用

秦皇岛发电有限责任公司设备部(066003) 陈树斌

**【摘要】** 本文介绍了声波除灰技术的工作原理和特性,以及NP系列声波除灰装置在秦皇岛发电有限责任公司锅炉上的应用。通过实践证实了该声波除灰装置具有除灰效果优异、运行安全可靠、节能降耗显著、维护操作简便等特性,是一种极具推广价值的除灰装置。

**【关键词】** 声波除灰;技术应用;

### 1 概述

我公司一期两台锅炉为北京巴威公司生产的B&WB-670/13.7-M型超高压,中间再热,自然循环,燃煤锅炉,配200MW汽轮发电机组。二期两台锅炉为上海锅炉厂生产的SG-1025/18.3-M834型亚临界压力,一次再热,控制循环,燃煤锅炉,配300MW汽轮发电机组。4台锅炉分别配备IR-3型炉膛蒸汽吹灰器和IK-525(二期为IK-545)型长伸缩式蒸汽吹灰器,总计在装蒸汽吹灰器数量为356台。主要用来清除炉膛水冷壁、过热器、再热器及省煤器管壁上的积灰和结焦。从使用及维护情况上看,主要存在吹灰蒸汽带水、吹损受热面、影响过热蒸汽和再热蒸汽汽温调节、能源及备品备件消耗大、机械故障(阀门内漏、减速机漏油、填料漏汽、机械卡涩)频发等问题。多年来,虽然投入了大量人力物力,对吹灰设备进行了治理,但仍不能从根本上解决问题,尤其是吹损受热面问题和影响再热汽温调节问题,严重地威胁着机组安全稳定运行。

为此,公司在2001年委派有关领导和技术人员到声波除灰装置生产厂家及使用单位进行调研考察,调研结果一致认为声波除灰装置在锅炉某些区域内完全可以替代传统的蒸汽吹灰器。

### 2 声波除灰原理和技术特性

#### 2.1 声波除灰原理

声波除灰的原理是近壁面的气流边界层在声振动作用下断续存在形成声波,且伴有烟气逆向流动,烟气流体的声震荡周期性地改变边界层的压力纵向梯度,这种不稳定流动使灰粒难以在管壁表面沉积,进而被逆向流动的烟气携带出锅炉,从而达到除灰目的。

#### 2.2 NP系列声波除灰技术特点

(1) 在声波有效范围内除灰彻底。声波吹灰装置的作用范围取决于所作用的声波频率和强度。由于声波具有反射、衍射、绕射的特性,无论受热面管排如何布置,只要在声波有效作用范围内,声波可以清除管排间及管排背后的积灰,除灰彻底,不留死角,这一点是传统蒸汽吹灰所无法实现的。

(2) 短间隔断续运行,连续保持受热面清洁。一般声波除灰装置一次工作时间为15-30秒,停运20-120分钟,如此循环往复,可连续保持受热面清洁。有效提高锅炉的换热效率,降低排烟温度。

(3) 无受热面机械损伤。声波依托高温烟气为介质来传播,使烟气中的灰粒在声波能量的作用下发

生质点位移，从而使灰粒难于附着在管壁上，达到除灰的目的，不同于蒸汽吹灰的直接冲刷，也就不存在在对受热面管壁的机械损伤。

(4) 声波除灰装置体积小、结构紧凑，安装方便，操作简单。

(5) 设备构造简单，无复杂的伸缩、旋转机构，故障率低，维修工作量及维修费用低。

(6) 无潮湿介质进入炉内，不会加剧低温受热面腐蚀及空气预热器堵灰。

(7) 发声介质为压缩空气，节约水资源，运行成本低。

(8) 不受锅炉启停限制，启炉即可投入运行，停炉后仍可继续运行。

(9) 适用范围广。可适用于工业锅炉、电站锅炉、静电除尘器、空气预热器除灰；还适用于煤粉仓、水泥仓、储灰仓等粉制品的防棚结。

### 3 NP系列声波除灰装置在秦电锅炉上的应用

#### 3.1 NP系列声波除灰装置结构与技术参数

NP系列声波除灰装置是洛阳达波公司生产的系列产品。结构如图1所示，主要由声波发生器、声波发生器罩、隔音装置、电磁阀、空气过滤器、气源管路等组成。可采用壁挂式安装或内置式安装。

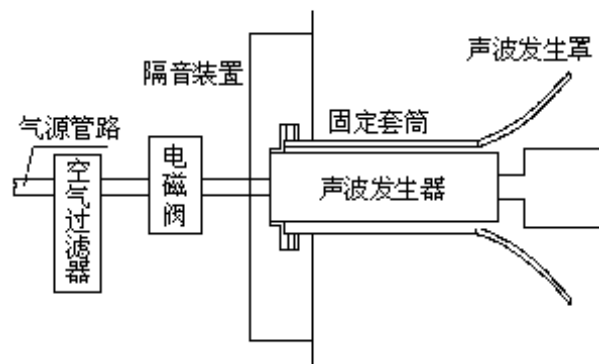


图1 NP系列声波除灰装置结构示意图

NP系列声波除灰装置技术参数见表1所示。

表1 NP系列声波除灰装置技术参数

发声频率 (Hz)	32.5~250
辐射功率 (W)	≥2000
炉内声压级 (dB)	135~145
炉外声压级 (dB)	≤80
波形	球形波
有效吹扫半径 (m)	8~10
动力介质	压缩空气
耗气量 (m <sup>3</sup> /min)	0.8~1.4
供气压力 (MPa)	0.4~0.8
耐温极限 (°C)	1100-1200

材质	钴钼镍合金
	热涂钴基合金

### 3.2 NP系列声波除灰装置在秦电锅炉上的应用

#### (1) 设备安装

2001年10月，我公司首先在1号炉试装了10套NP-III型声波吹灰装置，4个月后又又在2号炉试装了10套NP-III型声波吹灰装置和4套NP-IV型声波吹灰装置。之后在近1年的试用期间，公司有关领导和专业技术人员利用机组检修机会进入炉内检查产品质量和除灰效果，一致认为该产品的制造质量优良、耐高温性能良好、除灰效果优异、对受热面无任何损伤，可以在锅炉上推广应用。至2003年末，NP系列声波吹灰装置在我公司4台锅炉上得到了进一步的推广应用，总计在装数量达到了118套，其中，1号炉安装了28套，2、3、4号炉各安装了30套，同时有132只蒸汽吹灰器退出运行。

现以4号炉为例，简要说明NP系列声波吹灰装置的安装情况。图2所示为4号炉声波除灰装置安装位置示意。根据炉内温度分布情况，其中尾部竖井内安装的是NP-III型声波吹灰装置，炉膛上方和水平烟道部位为耐高温的NP-IV型声波吹灰装置。

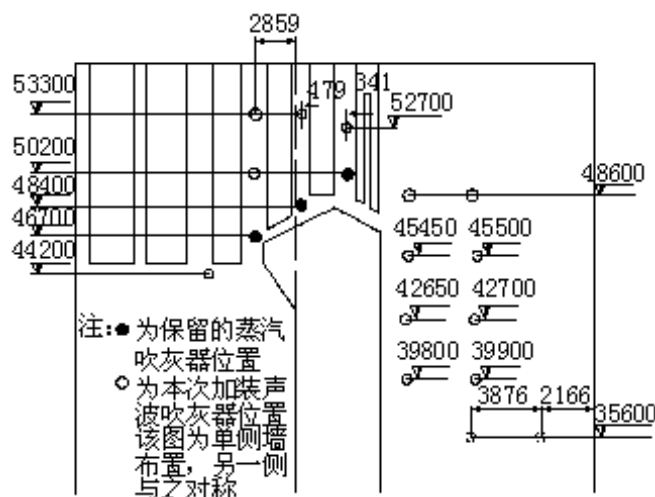


图2 #4炉声波吹灰器安装位置示意图

由于蒸汽吹灰器将尾部竖井内低温过热器和省煤器严重吹损，所以决定将尾部竖井内的蒸汽吹灰器全部停用，改用声波吹灰器。为减小蒸汽吹灰器吹灰时对主、再热汽温的影响，将原布置在高温过热器和高温再热器附近的蒸汽吹灰器部分退出运行，改用声波吹灰器，只保留水平烟道处IK9、10、15、16、21、22等6只蒸汽吹灰器继续运行，以起到搅动积灰的作用，防止水平烟道积灰的形成。由于#4炉设计时吹灰器预留孔数量较少且位置靠近锅炉边缘，所以只能在拆除原蒸汽吹灰器的基础上进行安装。

#### (2) 设备使用

从第一批NP系列声波除灰装置开始投入使用至今已经接近三年时间，期间广泛征集了运行人员和检修维护人员的反馈意见，总结如下：

①除灰效果良好。尤其是在尾部受热面中使用，能有效清除尾部受热面管子表面及管间积灰，大大减少了检修前清理积灰的工作量，改善了检修工作环境。

②对受热面管子没有任何损伤，有效降低了锅炉四管泄漏的机率，同时也减轻了检修中受热面管子更换、修补的工作量。

③日常维护量极小，只需每季度清理一次空气过滤器，其他方面基本没有任何维护量。

④声波吹灰器使用压缩空气，大大节省了蒸汽工质，其经济性非常显著。声波吹灰器每两小时进行吹灰一次，而蒸汽吹灰每天吹灰一次，因此，声波吹灰器吹灰的连续性较好，能够使受热面保持一定的干净程度。其次，蒸汽吹灰器使用蒸汽，而声波吹灰器使用压缩空气，两者工质进入炉膛后的吸热量相差很大，蒸汽吹灰时往往造成主、再热汽温的大幅度波动，而声波吹灰器在吹灰过程中，主、再热汽温波动不明显，有利于运行人员压红线运行。因此，改用声波吹灰器后，与改造前相比主、再热汽温参数有所提高。

⑤锅炉熄火后，连续投入声波吹灰器运行，直至烟风系统停运后再停止声波吹灰器运行，可有效降低锅炉水平烟道及尾部竖井内的积灰程度。

⑥耐热、耐磨性能良好，发声器、电磁阀及程序控制系统工作可靠。

⑦烟气流速较低时，容易造成较大颗粒飞灰沉积在水平烟道处，还须配合蒸汽吹灰器共同使用。生产厂家曾提议在水平烟道处内置式安装两至三套大功率声波除灰装置，但我公司未采纳。

### (3) 节能分析

#### ①运行费用比较

技术参数：

IK型蒸汽吹灰器

行程	6 /7m (I期/II期)
介质	蒸汽
单位耗汽量	73Kg/min
蒸汽温度	350℃
蒸汽压力	1.5 /1.9MPa (I期/II期)
工作时间	4 /6min/次 (I期/II期)
电机功率	1.1KW
原在装数量	42 /38只/炉 (I期/II期)
现在装数量	8 /6只/炉 (I期/II期)

NP型声波除灰装置

介质	压缩空气
单位耗气量	1m <sup>3</sup> /min
介质压力	0.6 MPa
电磁阀功率	0.012 KW
工作时间	0.5min/次
空压机功率	110KW
空压机产气量	20m <sup>3</sup> /h
在装数量	118套

估算依据

按生成1吨蒸汽成本为140元

蒸汽吹灰器每天吹灰1次

声波吹灰器每天工作12次

供电煤耗按0.3258Kg/KWh

每吨煤按300元

按每年运行290天计算

费用计算

I期锅炉68只蒸汽吹灰器每年耗用蒸汽折合费用

$73 \times 4 \times 68 \times 290 / 1000 \times 140 / 10000 = 80.6154$ 万元

II期锅炉64只蒸汽吹灰器每年耗用蒸汽折合费用

$73 \times 6 \times 64 \times 290 / 1000 \times 140 / 10000 = 113.8099$ 万元

118只声波吹灰器每年耗用空压机功率折合费用

$1 \times 0.5 \times 12 \times 118 \times 290 \times 110 / 20 \times 0.3258 / 1000 \times 300 / 10000 = 11.0374$ 万元

则每年可节约运行费用

$80.6154 + 113.8099 - 11.0374 = 183.3879$ 万元

②检修维护费用比较

每年检修维护132只蒸汽吹灰器大约需要支出备件、材料费用为22万元。

而NP系列声波除灰装置属于基本免维护产品，只需定期清理空气过滤器。最早的设备投运至今从未发生任何备件材料费用支出。

③设备安全效益

由于声波除灰装置避免了受热面管子的吹损，所以有效降低了因吹灰造成的受热面爆管事故的发生，因此而在设备安全上所取得的经济效益是不可估量的。

#### 4 结束语

以上对NP系列声波除灰装置在我公司锅炉上的应用进行了初步探讨，无论从安全角度还是节能等方面考虑，声波除灰装置都显示了无可比拟的优越性，选择了声波除灰就是选择了安全，而安全则是电力生产永恒的主题。

文章作者： 陈树斌

发表时间： 2005-04-06 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)