

# 宽频高效声波除灰器在燃气锅炉燃烧器上的应用

朱凤芝

(首钢动力厂,北京100041)

**【摘要】**首钢动力厂35t/h燃气锅炉燃烧器上应用了宽频高效声波除灰器。结果表明:声波除灰器能有效地清除和抑制燃烧器烧嘴的积灰和结焦,从而延长了锅炉的运行周期。同时,除灰器运行可靠,操作维护简单,具有很好的推广应用价值。

**【关键词】**燃气锅炉;燃烧器;宽频高效声波除灰器;除灰效果

**【中图分类号】**TK229.8      **【文献标识码】**B      **【文章编号】**1006-6764(2002)02-0037-03

## Application of High Efficient Sonic Wave Dusters with Wide-Band in Burners of Gas Fired Boilers

ZHU Feng-zhi

(Power Plant, Capital Iron & Steel Co., Beijing 100041, China)

**【Abstract】** High efficient sonic wave dusters with wide-band were used in burners of 35t/h gas fired boilers of the Power Plant of Capital Iron & Steel Co. The result showed that the sonic wave dusters could effectively clear away and restrain dust and agglomerating of the burners of the gas fired boilers. Therefore, operation period of the boilers was prolonged. At the same time, operation of the dusters was reliable and their maintenance was easy. The dusters had good application value.

**【Keywords】** gas fired boiler; burner; high efficient sonic wave duster with wide-band; dedusting effect

### 1 前言

首钢动力厂8台中压锅炉、3台低压锅炉均以烧高炉煤气为主、焦炉煤气为辅。负责供给首钢的生产及生活用气。近年来随着生产规模的扩大,高炉煤气产量增加,但配套的洗气设备未扩大,相当于洗气能力下降,经洗气处理后的高炉煤气品质降低,煤气中含杂质较多,易在燃烧器喷嘴处积灰结焦,造成燃烧器烧嘴堵塞。导致锅炉出力降低,需定期停炉人工清理燃烧器,给运行、检修人员带来麻烦;同时锅炉频繁启动影响寿命。为解决上述问题,2001年1月与中国运载火箭技术研究十二所、北京市天达控制技术开发公司共同研究制订了3#中压锅炉安装除灰器方案,经过3个月的试运行,除灰效果显著,延长了锅炉检修周期,减少了由于停炉带来的经济损失。降低了锅炉运行成本,保证了锅炉长期、经济、有效、安全的运行生产,达到了预期效果。

### 2 燃烧器积灰、结焦原因

该锅炉燃烧器,为首钢设计院自行研制开发的新型燃烧器,为了使可燃气体和空气充分混合、高效燃烧,其结构采用旋风式。在过去煤气较干净的情

况下具有较高的燃烧效率,但近年来随着煤气杂质含量的升高,燃烧器积灰、结焦现象日益严重。

经初步分析认为,可燃气体到达螺旋叶片后由于气体流向、速度的变化,部分气体发生湍流或涡流,从而导致含有较多矿物质和水分的气体在燃烧器喷口的螺旋叶片处沉积,在喷嘴的高温下水分和杂质发生物理化学反应,特别是在碳酸钙黏结剂的参与下面烧结。随着时间的推移而逐渐增厚,最后堵塞喷嘴。

现场对人工清理下来的积灰烧结物进行观察分析,发现其中含有大量的铁矿粉,并夹杂一些碳酸钙和酸性物质。烧结物呈明显的层状布,硬度较大,结构致密,与分析结果基本吻合,但更深的结垢机理和堆积过程还需进一步研究。

### 3 宽频高效声波除灰器简介

#### 3.1 声波除灰技术发展及除灰机理

20世纪70年代后,声波除灰技术在欧美出现并发展起来,为研制新一代除灰设备奠定了基础。80年代引进我国并不断发展,近年国外各种超声波除灰器、声波除灰器相继研制成功的同时,国内有关

部门和企业也在积极研究并取得了一定成果。90年代声波除灰技术在我国逐渐得到广泛的应用并取得一定效果，技术的积累为丰富和发展声波除灰理论，研制更新型实用的声波除灰器创造了条件。声波除灰利用了声学、分子力学、振动学和疲劳学等多门学科的原理，即把一定强度和频率的声波导入炉内积灰空间区域，声波在传播过程中通过声能量的作用使这些区域中的空气分子与灰、渣粒子产生振动，使灰粒子相互碰撞处于流化状态，同时，又使附着在受热面上的积灰克服分子间引力而脱离受热面，悬浮起来，随烟气流被带走，或脱离换热表面沉积于烟道，从而达到除灰的目的。

从声波本质的角度来看或许有助于更好的理解声波除灰的机理。声波是一种机械波，它在空气中传播是通过使声源处空气的压缩和膨胀而带动邻近的空气压缩和膨胀，这样在空气中出现疏密相间的弹性波，一层一层渐传向远方。从微观上看是空气分子在平衡位置附近的来回振动，这种振动影响到气体中杂质分子和微粒，使得它们也接受到能量也振动起来而呈悬浮状态，这时如空气产生流动，则它们也会随着空气的流动而流走。在本应用中就是将声波导入到燃烧器的积灰空间，目的也就是激励该空间内的灰份微粒，使之响应起来从而不在喷口处沉积进而结焦。

目前国内对声波除灰主要向两个方向发展，一方面是有关科研机构对其理论的研究和发展，另一方面就是相关的企业实体对该技术的转化，即工程应用，这主要表现在结合理论研制生产更先进的声波发生器，开发对除灰更有效的声源，同时加强工程应用技术和经验的积累和总结。

### 3.2 宽频高效声波除灰器的主要技术参数及特点

宽频高效声波除灰器是国内最新开发成功的新一代声波除灰器，与目前国内市场上常用的同类声波器相比，其技术领先性主要体现在实现了宽频声波调制，同时结合先进的连续频率扫描控制技术，真正实现了技术上的飞跃。宽频高效声波除灰器主要技术参数如下：

气源类型：压缩空气

气源压强：0.3~0.55 MPa(表压)

电机功率：0.37 kW

声波主频：100~400 Hz

声波带宽：60 Hz

声压级：140~152 dB(炉内)

有效除灰距离：8 m

耗气量：1.5 m<sup>3</sup>/min

重量：65 kg

使用期限：3~5年

宽频高效声波除灰器的调声压级（代表高声能量，该参数主要影响声波有效作用范围），低频段工区（有关研究表明，灰份分子的主要响应频段为声波的可听低频段；同时，该频段的声波特性使其能更好地适应复杂的除灰空间）、独有的宽带频率（工作频率丰富连续，能极大限度地引起灰份粒子的响应，是除灰有效性和高效性的实现保证）等特征表明了该除灰器的先进性，同时，该声波除灰器还具有低能耗、体小质轻、安装灵活方便、自动运行、系统简单、维护量小等特点和优势。

### 4 宽频高效声波除灰器在燃气锅炉燃烧器上的应用

面对燃气锅炉燃烧在运行中存在的问题，动力厂的有关人员一直在积极的研究和寻找各种解决办法，在过去的两、三年内也尝试使用了不少的方法和手段，但效果不显著。长期以来一直采用停炉人工清理的方式。这种处理办法不仅劳动强度大，而且，由于锅炉属受压容器。频繁启动将会影响其使用寿命。

声波除灰技术近几年在国内锅炉上逐渐得到推广和应用，对清除炉内如对流段、过热器、省煤器等部位换热管上的积灰具有显著效果，但据调查，应用在燃烧器上清除喷嘴上的积灰尚无先例。本着努力解决问题和积极大胆探索试验的态度，在保证安全生产的原则下，我们决定尝试使用声波除灰技术解决这个棘手的问题。

2001年1月我们与中国运载火箭技术研究十二所北京市天达控制技术开发公司经过多次交流和论证，确定了除灰器安装方案，决定在3#中压炉的一个燃烧器上（该炉共有4个燃烧器）试安装除灰器。2001年6月下旬，宽频高效声波除灰器在3#锅炉4个燃烧器中位于西北角的燃烧器上安装成功并投入运行。

### 5 宽频高效声波除灰器效果与分析

为了保证测试的客观性和准确性，在声波除灰器投运前对锅炉的燃烧器进行全面彻底的人工清理，在清理前也对各个燃烧器的结垢状况作了观察和记录。在连续投运3个月后，停炉对燃烧器的结垢状况进行检测，同时也在这期间的运行过程中跟踪记录了锅炉相关运行参数。

## 5.1 测试内容

本测试目的是观测宽频高效声波除灰器对燃烧器喷嘴结垢的清除效果，同时检测除灰器的除灰特性、可靠性等性能指标。检测内容包括：

(1) 宽频高效声波除灰器的除灰效果。

(2) 宽频高效声波除灰器对锅炉运行的影响，比较安装前后的锅炉效率的变化及节能效果。

(3) 宽频高效声波除灰器运行的可靠性。

## 5.2 测试结果

### 5.2.1 直接观察

停炉后进入炉膛，对各燃烧器的结垢状况直接肉眼观察，结果发现除2#燃烧器，其余的三只燃烧器结垢状况(轻微)，除灰效果明显，令人满意。

### 5.2.2 燃烧器结垢厚度测量见表1所示。

表1 燃烧器灰垢厚度比较表

燃烧器	安装声波除灰器前喷嘴灰垢厚度/mm	除灰器运行3个月后喷嘴结垢厚度/mm
1#西北角(安装除灰器)	5	1
2#东北角(未安装除灰器)	5	5
3#西南角(未安装除灰器)	5	2
4#东南角(未安装除灰器)	5	2

宽频高效声波除灰器对燃烧器的结垢、结焦生

成起到了较好的抑制作用。声波对1#、3#、4#燃烧器作用的是直达声波，声能量较大，而2#燃烧器不可能接受到直达声波，主要是混响声波作用，声能量较弱。

### 5.2.3 宽频高效声波除灰器可靠性分析

宽频高效声波除灰器运行的3个月中，完全自动运行，并且一直保持正常，可以初步肯定该除灰器的可靠性还是比较高的。当然，从工业应用的角度来看3个月还是比较短的，可靠性还需进一步验证。

## 6 结论

6.1 宽频高效声波除灰器应用于燃气锅炉燃烧器，对抑制烧嘴积灰、结焦是可行的，作用效果明显，可以减少停炉时间，延长检修周期。减少了因停炉检修带来的经济损失。

6.2 由于声波作用范围的限制，要想达到更好的作用效果，每台锅炉至少需要安装两台以上的除灰器。

6.3 宽频高效声波除灰器系统简单，操作方便，工作可靠，维护量小。

收稿日期：2001-10-31

### 作者简介

朱凤芝(1961-)，女，大学本科，工程师，现从事热能技术管理工作。

量，有利于提高工作效率，同时也为除盐水处理的自动化运行提供可靠的数据采集。

### 3.3 应用实例及运行效果

此优化配置已应用于安钢热电站100 t/h 除盐水站的常规配置改造，改造前有4台PNa计(4开1)、4台pH计(4开1)、4台电导仪(4开1)，该站在线仪表投产不久就出现错误显示，后被闲置瘫痪，全部改为人工化验。进行优化改造后，数据显示正确，同类表之间数据几乎一致，运行可靠；较以前的仪表维护工作量减少3/4，平均每年节约维护费用3万元；人工化验量减少80%，每年节约化验费用1万元。运行结果表明，连续可靠、准确、互校、经济、大大减少维护量，完全达到了优化配置的预期目的。

收稿日期：2001-12-08

### 第一作者简介

朱瑞敏，女，给排水高工，现在安钢动力厂从事给排水专业工作。