

生物质发电锅炉除尘设备比选及实际除尘效果分析

于文涛（黑龙江省农垦科学院测试化验中心黑龙江佳木斯154002）

赵仁鑫（清华大学深圳研究生院广东深圳518000）

张坤（黑龙江省农垦科学院测试化验中心黑龙江佳木斯154002）

摘要：本研究介绍了三种生物质锅炉脱硫吸收塔后除尘工艺，通过对管束式除尘除雾一体化设备、高效屋脊式除雾器及湿式电除尘器技术比较，阐明了高效屋脊式除雾器运行稳定、除尘效果好、应用广泛。根据竣工验收实测数据可知，高效屋脊式除雾器除尘后可实现生物质锅炉颗粒物的超低排放。

1前言

国内某电厂目前采

用旋风除尘器+布袋除尘器的颗粒物控制

工艺，现机组排放浓度约 $25\text{mg}/\text{Nm}^3$

，满足机组建设时对颗粒物排放的要求。根据《关于加快推进燃煤机组（锅炉）超低排放的指导意见》中的规定：“

燃煤机组进

行超低排放改造后，主

要大气污染物颗粒物排放浓度在基准氧含量6%

条件下，不高于 $5\text{mg}/\text{m}^3$

”。本次针对国内某电厂 $1 \times 130\text{t}/\text{h}$ 高温高压燃烧秸秆锅炉进行全烟气量的除尘深度净化处理，在脱硫吸收塔后加设除尘设备，使其符合超低排放标准要求。

2管束式除尘除雾一体化设备、高效屋脊式除雾器及湿式电除尘器技术原理

2.1管束式除尘除雾一体化设备

脱硫吸收塔内管束式气旋除尘除雾器，布置于吸收塔顶部最后一层喷淋层的上部，经过脱硫后净烟气其含有大量的雾滴，雾滴由浆液液滴、凝结液滴和尘颗粒组成，当这部分净烟气进入多级气旋除雾器时，多级气旋除雾器筒内加设的气旋板使脱硫净烟气在气旋筒内旋转起来，在气旋器上方形成气液两相的剧烈旋转及扰动，从而使得净烟气中的细小液滴、细微粉尘颗粒、气溶胶等微小颗粒物互相碰撞团聚凝结成大液滴，再在气旋板外旋结构作用下，使脱硫净烟气向外离心运动，聚合形成的大液滴与气旋筒壁碰撞，并被气旋筒壁液膜捕获吸收，实现高效除雾除尘。经过对已投运项目和环保

设备厂家的了解，烟气在通

过管束式除尘除雾一体化设备后，颗粒物浓度可降到 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下。管束式除尘除雾一体化设备示意图，见图1。

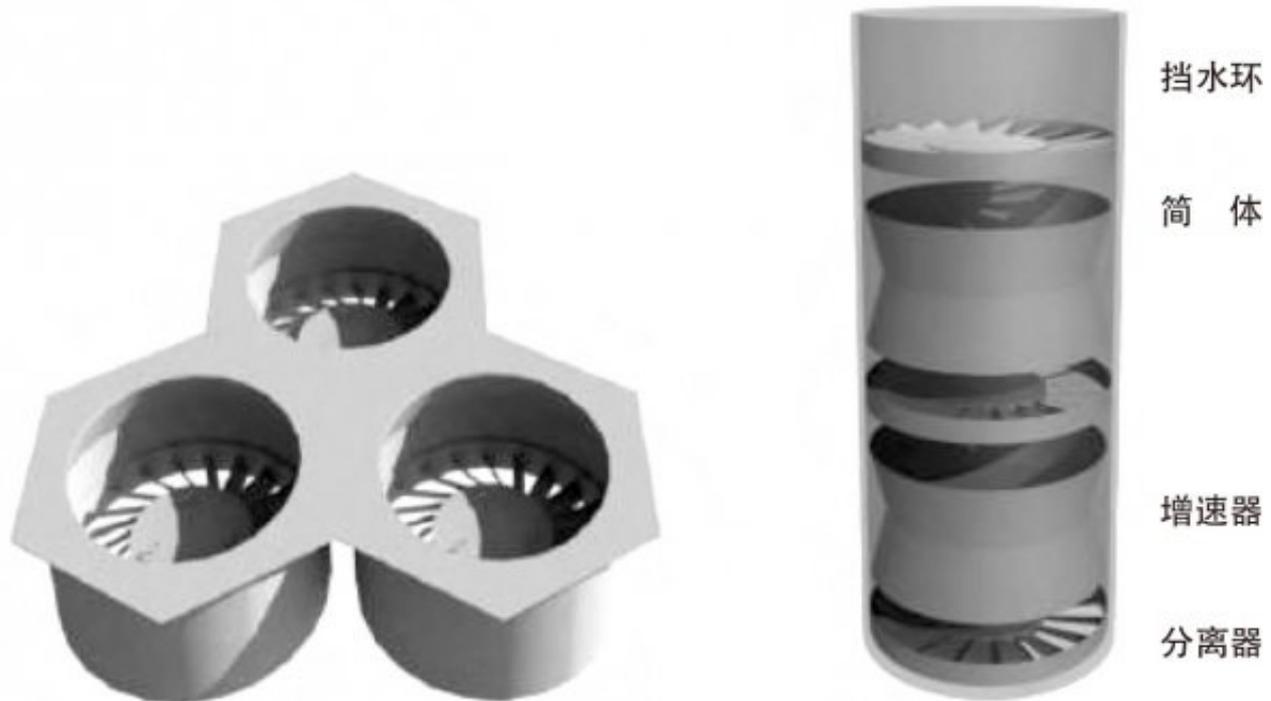


图1 管束式除尘除雾一体化设备示意图

2.2 高效屋脊式除雾器

高效屋脊式除雾器是在原来应用非常广泛、非常成熟的屋脊式除雾器的基础上，通过优化波纹板片的波形、通道尺寸、弯钩数量达到对超细微粒的高效去除。在吸收塔入口颗粒物浓度小于 $20\text{mg}/\text{Nm}^3$ 时，高效屋脊式除雾器均能保证脱硫塔出口雾滴颗粒物浓度小于 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

原理：当含有小液滴的气体以一定速度流经除雾器时，由于气体的惯性撞击作用，小液滴与波形板相碰撞而被聚集成大液滴。当液滴增大到其自身产生的重力超过气体的上升力与液体表面张力的合力时，液滴就从波形板表面上被分离下来。

除雾器波形板的多折向结构增加了小液滴被捕集的机会，未被除去的小液滴在下一个转弯处经过相同的作用而被捕集，这样反复作用，从而具有很高的除雾效率。雾滴汇集形成水流，因重力的作用，下落至浆液池内，实现了气液分离，使得流经除雾器的烟气达到除雾要求后排出。

除雾器的除雾效率随气流速度的增加而增加，这是由于流速高，作用于雾滴上的惯性力大，有利于气液的分离。但是，流速的增加将造成系统阻力增加，也使能耗增加。而且流速的增加有一定的限度，流速过高会造成二次带水，降低除雾效率。通常将通过除雾器断面的最高且又不致二次带水时的烟气流速定义为临界流速，该速度与除雾器结构、系统带水负荷、气流方向、除雾器布置方式等因素有关。设计流速一般选定在 $3.5\text{--}5.5\text{m}/\text{s}$ 。

改良后的折板除雾器具有较高的除雾效果。目前德国Munters、美国Agilis等品牌的高效屋脊式除雾器可以将烟气中的液滴含量降低到 $20\text{--}25\text{mg}/\text{Nm}^3$

³以下。高效屋脊式除雾器见图2。



图2 高效屋脊式除雾器示意图

2.3湿式电除尘器

湿式电除尘器主要由壳体、电场区、流场分布装置、清洗系统、排污系统、热风系统、电气及控制系统等组成。电场区主要包括收尘极、放电极，流场分布装置主要包括均流装置和导流装置；清洗系统主要包括供水系统、喷水系统及管路，排污系统可将收集到的含尘污水排至脱硫地坑内，热风系统采用蒸汽换热形式为绝缘箱及固定器提供热风吹扫，电气及控制系统主要包括电除尘器高压供电装置和低压控制装置。其工作原理是依靠高压电放电原理使气体电离，烟气中粉尘颗粒和雾滴颗粒带电电荷在电场力的作用下，收集在收尘极表面，利用水喷至收尘极表面形成的水膜将粉尘冲洗去除。烟气通过除尘后，颗粒物浓度可达 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下。

3三种除尘器对比分析

以上三种除尘方案在电厂除尘改造中均有应用，湿式电除尘器通常安装在净烟道上，同时还需配套循环水箱、循环水泵、补水箱、补水泵等辅助设备，占地面积较大，设备阻力通常在 350Pa 以上，设备费用约300万（不含基建费用），运行维护费用高，施工周期长（约3个月），不适用于场地受限的除尘改造项目。

管束式除尘装置对吸收塔无需大规模的改造，安装与塔体上部即可，布置简洁、重量轻，安装调试周期短（约1个月），运行费用是湿式电除尘器的20%，投资成本是湿式电除尘器的20%-30%（约60-90万元）。但是管束式除雾器的烟气阻力比较大，冲洗耗水量较大，成本较高；管束式除雾器冲洗水支管数量大，会出现安装强度不够的问题，对安装精度有相当的要求，如果安装强度不够，直接导致冲洗水压力不足，影响运行的稳定性。

高效屋脊式除雾器成熟可靠，实际应用较多，对烟气阻力较小，安装方便，耗水量较小。通过对比分析，高效屋脊式除雾器从各方面都具有优势，本次电厂除尘改造采用高效屋脊式除雾器。

4高效屋脊式除雾器实际除尘效果分析

根据该电厂除尘改造前后的环评验收报告，实际颗粒物排放数据见表1。

表1

高效屋脊式除雾器实际除尘效果比较

项目	烟气量 (Nm^3/h)	产生浓度 (mg/m^3)	排放浓度 (mg/m^3)	相关标准
改造前验收	120000	1190	50	满足《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)
改造后验收	120000	50	4.8	满足《关于加快推进燃煤机组(锅炉)超低排放的指导意见》

由表1验收结果可知，通过加设高效屋脊式除雾器后，生物质锅炉颗粒物排放浓度为 $4.8\text{mg}/\text{m}^3$

，满足《关于加快推进燃煤机组（锅炉）超低排放的指导意见》中颗粒物小于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 的标准要求，实际除尘效果好。

5结论

国内多台大型燃煤电站已成功应用高效屋脊式除雾器，运行良好，虽然之前该装置暂无在生物质发电锅炉上应用，但通过本次改造验收后实测数据可知，高效屋脊式除雾器从运行原理上更适宜应用在湿法工艺中的钠碱法，应用在生物质发电锅炉湿法脱硫工艺中是完全可行的，能够保证除尘后超低排放。

参考文献：

- [1]刘海龙，蔡向东.管束式除尘装置与湿式静电除尘装置在电厂的应用分析[J].华北电力技术.2017.09.011.
- [2]耿春梅，陈建华，王歆华，等.生物质锅炉与燃煤锅炉颗粒物排放特征比较[J].环境科学研究，2013，26（6）：666-671.
- [3]张华东，周宇翔，龙辉.湿式电除尘器在燃煤电厂的应用条件分析[J].中国电力，2015，48（8）：13-16.
- [4]詹立勇，陈招妹，赵金达，等.WESP在燃煤电厂粉尘“近零排放”工程中的应用[J].电力科技与环保，2016（05）：16-18.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/157316.html>