

湿式电除尘频繁放电的原因分析及对策

摘要：湿式电除尘器作为燃煤电厂烟气深度净化装置，已广泛应用于燃煤机组，研究其相关内容，分析湿式电除尘器的工作原理和基本分类，在探讨运行过程中湿式电除尘频繁放电原因分析的同时，结合相关实践经验，提出了改善蜂窝湿式电除尘收集极制造、安装等方法和运行管理。

1 概述

随着人类社会的不断进步，人们对生态环境质量要求越来越高。尤其针对固定污染源，国家相关部门陆续出台各项措施，如2014年9月国家3部委发布的“煤电节能减排升级与改造行动计划（2014~2020年）”提出了PM_{2.5}、SO₂、NO_x排放浓度分别不高于10mg/m³、35mg/m³、50mg/m³的超低排放要求。燃煤电厂是颗粒物的主要排放源之一，产生的颗粒物特别是PM_{2.5}（细颗粒物）、PM₁₀（可吸入颗粒物）对环境及人类健康危害巨大。

当前，燃煤电厂超低排放领域呈现出多种技术或技术组合，其中一种技术路线为：锅炉省煤器出口+SCR装置+干式静电除尘器+烟气换热器+FGD+湿式电除尘器。湿式电除尘器（简称WESP）可以有效去除烟气中的PM_{2.5}、SO₃雾滴、重金属汞及脱硫产生的石膏雾滴等污染物。某燃煤电厂采用该技术路线，湿式电除尘为蜂窝管式，与石灰石-湿石膏脱硫塔整体布置，湿电除尘效率85%。湿电收集极为蜂窝状导电玻璃钢，放电极均为刚性针型电极，烟气中被收集的尘和水或冲洗水通过除雾器直接排入脱硫浆液池。该项目于2015年投入运行，2年后停炉检查时发现进气室部分收集极表面有明显放电痕迹，且存在破损现象。本文主要针对收集极破损原因进行了系统分析，并提出了一些解决方案。

2 湿式电除尘器的工作原理和基本分类

（1）湿式电除尘器的工作原理。烟气中的水雾在电极形成的电晕场内荷电后分裂进一步雾化，电场力、荷电水雾的碰撞拦截、吸附凝并，共同对粉尘粒子起捕集作用，最终粉尘粒子在电场力的驱动下到达收集极而被捕集，捕集的液滴在收集极表面形成的连续水膜将捕获的粉尘带出电场。湿式电除尘器内由于有水雾液滴的存在，使得电极表面势垒发生了改变，与干式电除尘器相比，湿式电除尘器的电极更易于电子的激发。另外，水中的杂质离子在电场作用下，也易于越过表面势垒而成为发射离子。这些因素综合作用改变了电极放电效果，使之能在低电压下发生电晕放电。同时，由于水的比电阻较小，液滴与粉尘结合以后使得粉尘的比电阻下降，从而提高了湿式电除尘器的除尘效率。此外，湿式静电除尘器采用水流冲洗，不会产生二次扬尘。

（2）湿式电除尘器的基本分类。湿式电除尘器有管式和板式两种基本分类，管状湿式电除尘器是由多根并列的耐腐蚀金属管或导电玻璃钢管组成的收集极，并且放电极是均匀地分布在不同的极板之间，管状湿式电除尘器的局限性就在于其仅仅可以用来处理上下垂直流动的烟气，板式湿式电除尘器的集尘极呈平板状，极板间均匀布置着放电极，板式湿式除尘器的适用范围较广，水平或者垂直流动的烟气都可以用板式湿式电除尘器处理。这2种湿式电除尘器的不同点主要在于：对于给定的除尘效率，电极长度相同的前提下，管式湿式电除尘器所允许的烟气流速是板式湿式电除尘器的2倍；对于给定的除尘效率，管式湿式电除尘器的局部干燥区比板式湿式电除尘器要小。

3 湿式电除尘器的应用

（1）主要性能参数与设备：湿式电除尘本体（1台）。规格：25.7m×14.4m×9.5m；处理风量：2450400m³/h；进口浓度：70mg/Nm³；压损：250Pa；冲洗水量：25t/h。高压供电装置（2000mA/72kV）6套。冲洗水泵2台（1用1备）。流量：160m³/h，扬程：85m，功率：75kW。冲洗水箱，3.0m×4.8m。1只。热风风机，1套。流量：6800m³/h，全压：4000Pa，功率：15kW。

（2）运行效果。湿式电除尘器于2015年3月开始安装，8月完成并投入运行。用户反馈：该型湿式电除尘器运行稳定，PM_{2.5}等超细颗粒物、酸雾脱除效果显著。经第三方环保监测评估：烟气排放各项指标均符合超洁净排放标准，即出口烟尘浓度5mg/Nm³。2018年3月中旬出现二次电压偏高（**达70kV），二次电流偏小（150mA以下），且闪络放电频繁，运行不稳定。

4 问题分析与预防措施

4.1 停机检查

2018年5月该公司660MW机组停炉。冲洗水系统：湿式电除尘器上气室和下气室冲洗装置的冲洗水管支架无松动、腐蚀、脱落；支架与支撑梁接触部位防腐垫无磨损；下气室玻璃钢格栅与支撑梁之间防磨橡胶垫片无老化和磨损；进行喷淋试验时，下气室喷嘴喷淋形状完好，喷嘴无磨损，冲洗水管背压正常；热风系统：加热器运行正常，风机、管路、阀门无“跑冒滴漏”现象，绝缘箱干燥、无腐蚀和泄漏。绝缘系统：底部绝缘子干净、清洁。阴阳极系统：放电极在收集极管内同心度均保持完好，放电极与固定、限位框架连接牢固，无松动、脱落现象；收集极管箱内壁及上下断面平整，无变形、裂纹、老化、磨损、腐蚀等现象。

检测存在的问题：冲洗水箱排污阀打开时，水质浑浊、有杂物；进行喷淋试验时，上气室喷嘴大面积堵塞（约30%喷嘴）、冲洗效果较差，尤其喷嘴堵塞部位收集极管内表面无法冲洗；侧壁绝缘子有少量集灰现象；收集极管箱与梁接地点连接导电碳纤维老化、断裂、脱落现在严重。

4.2 原因分析

经分析排查，造成湿式电除尘器二次电压高、二次电流低且运行不稳定的原因主要有以下几点：

（1）湿式电除尘器分为6个冲洗区域，单个区域冲洗管网最长距离超过10m，冲洗启动时，离湿式电除尘器壳体进水口较近的喷嘴背压较高，雾化效果好。由于管路泄压严重，离湿式电除尘器壳体进水口较远的喷嘴背压低，雾化效果较差，导致整个断面由于喷嘴背压的不同，每个喷嘴雾化效果差异较大。

（2）该公司湿式电除尘器冲洗水取至脱硫积水坑泵清洗水末端，由于脱硫积水坑泵清洗水阀内漏，当启动脱硫积水坑泵且湿式电除尘器冲洗水箱补水阀启动时，脱硫浆液沿管道进入湿式电除尘器冲洗水箱。启动喷淋系统时，“污染”的冲洗水导致湿式电除尘器冲洗喷嘴堵塞。冲洗喷嘴大面积堵塞，冲洗效果差，导致湿式电除尘器收集极管表面干湿界面差异过大，收集电荷的湿界面变小，二次电流降低。

（3）湿式电除尘器冲洗水装置设计过程中，冲洗装置喷嘴布置间距及与收集极端口间距设计不合理，喷嘴喷出的液滴在烟气扰动、自身重力作用下，到达收集极端口冲洗力度不够，覆盖面积不均匀。

（4）由于收集极管箱与梁接地点连接导电碳纤维老化、断裂、脱落现在严重，机组运行时，带电颗粒物到达收集管表面，无法尽快释放电荷，电势不断积累导致二次电压过高。

4.3 解决措施

（1）湿式电除尘器外冲洗母管设计时，在喷嘴冲洗水母管前加装0.2mm过滤精度二级过滤器，保护喷嘴。过滤器设前、后、旁路、排污阀各1个，排污口接回冲洗水回水管，差压高时关闭入口阀，开启出口阀、旁路阀、排污阀即可利用旁路从过滤器出口入水实现反冲洗。

（2）改造湿式电除尘器冲洗进水管至附近空压机冷却水箱，确保冲洗水系统进水质量稳定。

（3）湿式电除尘器内冲洗装置设计时，降低冲洗装置与除雾器端口间距；优化喷淋区域划分；湿式电除尘器内管网设计时，单区域母管变径，确保喷嘴背压、流量一致；增加冲洗水覆盖率。

（4）项目建成后，冲洗管路必须使用满足水质要求的清洁水冲洗，管网冲洗并确认清洁，再安装喷嘴。

（5）阳极管箱四周增加引出接地环密度，单管箱每个断面接地环采用铅线串接后与壳体可靠接地。单个管箱上下断面均应采用铅线将接地环串联并分别与壳体相连。

（6）加强巡检过程管理，减少检修时杂物进入系统机会。

5 结束语

综上所述，蜂窝管式湿式电除尘器成套技术可实现以较小的代价，达到新的环保要求，改善环保指标，在一定程度上解决了燃煤电厂环保设备更新改造的难题，提高了我国环保设备装备技术水平，满足燃煤电厂因环保要求不断提高，需要新技术应用的现状，对改善大气环境质量，改善人民居住环境，促进社会经济环境健康和谐发展，具有较大的社会经济意义。因此在今后的过程中，应加强对关键部位与重点要素的检查，并结合实际应用深入分析总结。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/156069.html>