

防治技术

湿电除尘器在微细颗粒物净化的效果分析

赵玉会

(河北汉尧环保科技股份有限公司,河北 石家庄 050000)

摘要:介绍了湿电除尘器的基本原理、组成、结构分类、布置形式和工艺特点,应用效果表明,湿电除尘器可将烟气粉尘颗粒物排放浓度控制在 10 mg/m^3 以内,对烟气中颗粒汞、氧化汞的脱除效率可达到 60 % 以上,应用湿电除尘器需注意清灰冲洗液污水处理、收尘极水膜分布和设备内金属材料防腐等问题。

关键词:湿电除尘器 微细颗粒物 净化

中图分类号:X51

文献标识码:B

文章编号:1006-8759(2018)01-0044-03

ANALYSIS ON EFFECTS OF WET ELECTROSTATIC PRECIPITATOR ON FINE PARTICLE PURIFICATION

ZHAO Yu-hui

(Hebei Hanyao Environmental-Protection Technology Co., Ltd. Shijiazhuang 050000, China)

Abstract:The basic principle, composition, classification, arrangement form and technology characteristics of Wet ElectroStatic Precipitator (WESP) were introduced. The application of WESP shows that WESP keeps the particle emission concentration within 10 mg/m^3 , and the removal efficiency of particulate mercury and HgO higher than 60 % in flue gas. Attention should be paid to the treatment of ash-flushing fluid, the arrangement of water membrane on collecting electrodes and the anticorrosion of metal materials inside the equipment while applying WESP.

Key words: Wet ElectroStatic Precipitator (WESP); fine particles; purification.

随着人们生活水平的提高,人们对微细颗粒物(大气中空气动力学当量直径 ≤ 2.5 微米的颗粒物)引起的环境问题、产生的生活影响的原因有一定程度的了解,如何治理微细颗粒物产生、减少微细颗粒物排放成为人们关注的重点。湿电除尘器对微细颗粒物具有很好的去除效果,可有效控制工业生产中排入大气环境的微细颗粒物,另外,湿电除尘器还具有协同脱除酸雾、金属汞的化合物等多种污染物的功能。

目前我国工业生产产生的大气污染物已成为大气污染的主要来源之一。近日国家环保部发出关于征求《钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标

准》等 20 项国家污染物排放标准修改单的征求意见稿中指出,将烧结机和球团焙烧设备的颗粒物限值调整为 20 mg/m^3 、二氧化硫限值调整为 50 mg/m^3 、氮氧化物限值调整为 100 mg/m^3 。进一步严控各项大气污染物排放标准。

由此可见,仅依靠单独干法电除尘器和湿法脱硫等设备均已很难满足最新国家排放标准的要求。湿电除尘器是一种工业生产活动中大气污染物排放的端头治理设备,在燃煤电厂、钢铁冶金、水泥建材、工业窑炉、化学工业等行业领域具有广阔的应用前景,对减少微细颗粒物排入大气,治理当前雾霾天气有积极作用。

1 湿电除尘器原理及技术概述

1.1 湿电除尘器原理

收稿日期:2017-08-19

作者简介:赵玉会,男,1986 年出生,大学本科,环境工程专业毕业,工程师,河北石家庄,现在主要从事钢铁冶金行业节能环保项目技术研发,工程项目管理等工作。

湿电除尘器与干法电除尘器的除尘机理相同,均根据放电极产生高压尖端放电,产生若干游离离子,使得含尘烟气中粉尘荷电,荷电粉尘在电场力的作用下向收尘极聚集,并依附在收尘极板上,从而净化通过电场的含尘气体。但两种除尘器对收尘极板上捕集的粉尘清除方式有很大的本质区别,干法电除尘器一般通过阴阳极振打锤、振打棒等机械传动方式将极板、极线上收集的灰清除,而湿电除尘器则采用对极板进行间断冲洗,进而清除收尘板上的灰。

1.2 湿电除尘器组成

湿电除尘器主要由进出口喇叭管、气流分布板、阳极收尘系统、阴极放电系统、喷淋冲洗系统、供电装置、PLC 控制系统、集液斗等组成。

1.3 湿电除尘器结构分类

湿电除尘器在结构上可分成管式和板式两大类。板式电除尘器收尘极呈型板状,极板之间布置芒刺线,收尘极冲洗时极板底部前端由于受场内气流风速影响,有一定冲洗盲区。管式电除尘器收尘极多为若干根并列的正六边形或圆管型,呈蜂窝状布置,正六边形阳极管因其阴极芒刺线布置在正六边形管中心,从而使得电场通道内电场线更均匀、气流场更均匀、收尘极冲洗液自上而下均匀冲洗,收尘极无冲洗盲区,适合垂直烟气的处理净化。电除尘器收尘效率公式如下:

对于管式电除尘器:

$$\eta = 1 - \exp(-Aw/Q) = 1 - \exp(-6bLw/3bRv) = 1 - \exp(-2Lw/Rv)$$

对于板式电除尘器:

$$\eta = 1 - \exp(-Aw/Q) = 1 - \exp(-2Lhw/2Rhv) = 1 - \exp(-Lw/Rv)$$

式中:L—管式、管式湿电除尘器极管长度;
W—粉尘有效驱进速度。

R—管式、板式湿电除尘器异极距;

v—气流速度。

根据电除尘器收尘效率公式及转化可知:管式湿电除尘器比板式湿电除尘器除尘效率更高,而且管式湿电除尘器耗水量小,占用的空间少,安装方便。

1.4 湿电除尘器布置形式

湿电除尘器常见的布置形式有两种:水平气流和垂直气流。水平气流可布置多个电场,达到用户对除尘效果要求。垂直气流常以模块形式运输到现场,在现场将模块拼接安装,气流垂直(从上而下或者从下而上)通过湿电除尘器。

通过不断实践,目前湿电除尘器常和烟气湿法脱硫系统(WFGD)进行整体布置,把立式管式湿电除尘器布置在脱硫塔上,不再占用厂区其他用地,可节省部分厂区平面布置用地。同时也可根据厂区用地、脱硫塔负载情况,将湿电除尘器相对独立布置在湿法脱硫塔附近,通过管道与湿法脱硫系统相连接。两种布置方式均已在工业领域中广泛应用。

1.5 湿电除尘器收尘极特点

湿电除尘器收尘极材料可为不锈钢、钛合金、导电玻璃钢等材质,综合造价、性价比等各方面因素考虑,导电玻璃钢为湿电除尘器主流材质。

导电玻璃钢具有如下特点:(1)耐腐蚀性强。能耐各种稀酸、碱、盐介质的腐蚀;(2)重量轻、强度高。外形尺寸确定,不会发生因长时间使用而导致极管变形的现象,从而延长设备使用寿命;(3)结构紧凑。蜂窝型结构使每个阳极管的内外表面都成为收尘极表面,收尘极之间不存在收尘盲区、死区。(4)阻燃性好,即使电场内拉弧也不会引燃。收尘极板一般由若干正六边形呈蜂窝状的收尘管组合成管式湿电除尘器,可布置在脱硫塔顶之上,与脱硫塔组成整体系统,也可布置在脱硫塔附近,通过管道与脱硫塔连接,含尘烟气通过管道引入湿电除尘器,经过净化后再经排气筒排放。

1.6 湿电除尘器收尘特点

湿电除尘电晕极被水润湿后,更容易产生大量离子,而且水雾被芒刺线尖端的高压放电击碎而细化,从而使电场通道内含有大量带电细小雾滴,进一步增大了细颗粒物与游离离子碰撞的概率,使荷电粉尘在电场力作用下迅速向收尘极板运动,并且荷电微细粉尘在移动过程中会与相邻荷电粉尘产生“电凝并”现象,荷电粉尘不断增大,从而使得湿电除尘器对微细颗粒粉尘达到很高的净化去除效率。湿电除尘器特点如下:

电场力直接作用在荷电粉尘微细颗粒上,电除尘器阻力低,收尘效率高。

细微粉尘颗粒物上含有雾滴,从而降低自身比电阻,湿电除尘器对高比电阻荷电粉尘、黏性大粉尘有很好的除尘、净化能力。

水膜除尘技术,可全面规避石膏在极板上的结垢现象,是防止结垢的最佳技术措施。

水膜在稀释和冲洗石膏雾滴的同时,也很好的稀释和冲洗了粉尘和各类酸性物质,避免了与

收尘极的直接接触,对收尘极起到最佳的保护作用。水膜保护的收尘极,往往具有更长的使用寿命。

湿电除尘适用范围广阔,不但可应用在钢铁企业烧结机头烟气湿法脱硫(WFGD)后的烟气治理,还可用于燃煤电厂、工业窑炉、水泥建材、化工工业等其他工业生产领域的含微细颗粒物烟气治理。

1.7 湿电除尘器协同脱除其他污染物的优势

湿电除尘器在湿法脱硫之后不但能有效解决湿法脱硫带来的“石膏雨”、“烟气拖尾”等环境问题,实现粉尘颗粒物的超低浓度排放,同时还可能协同去除酸雾、汞等金属化合物。

首先,湿电除尘器取消了传统的电除尘机械振打清灰方式,避免了振打产生的二次扬尘,从而提高除尘效率和系统运行的稳定性,可将烟气粉尘颗粒物排放浓度控制在 10 mg/m^3 以内,从而大大降低PM_{2.5}等微细粉尘颗粒的排放;其次,湿电除尘协同对酸雾、汞等重金属化合物进行有效去除。在湿电除尘器内通过顶部喷淋冲洗液产生小雾滴,荷电后的酸雾在“电凝并”作用下酸雾雾滴不断增大,被捕集于收尘极板并与冲洗水膜形成稀酸,酸雾从而被收集,随冲洗液进入湿电除尘器底部集液斗。同时,基于湿电除尘器内部过饱和环境和静电脱除效应,对烟气中颗粒汞、氧化汞的脱除效率高达60%以上^[1]。

1.8 湿电除尘器的不足:

湿电除尘器具有诸多优点的同时,也有一定的局限性。

由于采用顶部喷淋方式对极板进行清灰,必然产生大量冲洗液污水。废水一般采用以下方式处理:①作为石膏浆液池的补充用水。②作为吸收塔除雾器的冲洗用水。③收集废水进行沉淀/絮凝,将高浓度废浆液外排随石膏一起脱水。

水膜要均布在收尘极上,若不均匀,将导致除尘器电场条件变化,除尘效率降低。

湿电除尘器在高湿环境中运行,设备内的金属材料极易被腐蚀,湿电除尘器防腐技术关系到设备稳定、长期运行,目前可采用内衬3 mm厚玻璃鳞片对湿电除尘器进行防腐。

2 结语

湿电除尘器可有效减少工业生产过程中产生的微细粉尘的排放,尤其是对PM_{2.5}等微细粉尘具有良好的脱除效果,将湿电除尘器与湿法脱硫系统整体布置,不但能有效去除细微颗粒,协同去除酸雾、汞化合物等污染物,而且有效解决湿法脱硫带来的“石膏雨”、“烟气拖尾”等环境问题,因此,湿电除尘器对当前我国治理大气环境污染、治理雾霾污染发挥着重要作用。

参考文献

- [1]刘昊.湿电除尘器在细颗粒物控制中的应用[J].工业安全与环保,2016,42(4),21.