



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103128001 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 15

(21) 申请号 201210497063. 3

(22) 申请日 2012. 11. 28

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区北京市
100084-82 信箱

(72) 发明人 李水清 靳星 杨萌萌 朱润儒
姚强

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理
有限公司 11246

代理人 张文宝

(51) Int. Cl.

B03C 3/08(2006. 01)

B03C 3/78(2006. 01)

审查员 徐进明

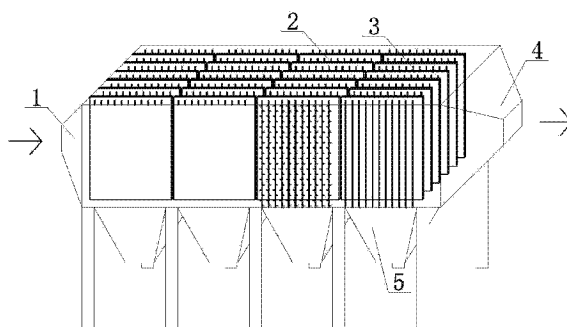
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种干湿结合式静电除尘器及除尘方法

(57) 摘要

本发明涉及一种针对脱除烟气中细颗粒物的干湿结合式静电除尘器及除尘方法,属于工业除尘技术领域。本发明采用现有的电除尘器,并对电场的后两级进行改造。所述除尘器的倒数第二级电场采用角钢长芒刺线、锯齿线或鱼骨型极线,增强倒数第二级电场对颗粒的荷电效果;除尘器的末级电场采用圆极线,增强末级电场的工作电压,形成强迁移电场,并减少电晕风对流场的影响;倒数第二级电场与末级电场的组合,提升了粒径在 $0.1-1\mu\text{m}$ 的颗粒在末级电场的迁移率;在末级电场的极板上方设置若干个末级清灰喷水器,用水冲洗极板的方式取代振打清灰,确保附着在极板上的颗粒都可被清除,减小原来因振打导致的二次扬尘。



1. 一种干湿结合式静电除尘方法,所用的除尘器内部包括多级电场,除尘器的倒数第二级电场采用角钢长芒刺线、锯齿线或鱼骨型极线,增强倒数第二级电场对颗粒的荷电效果;除尘器的末级电场采用圆极线,增强末级电场的工作电压,形成强迁移电场,并减少电晕风对流场的影响;倒数第二级电场与末级电场的组合,提升了粒径在 $0.1-1\mu\text{m}$ 的颗粒在末级电场的迁移速度和迁移率;在末级电场的极板上方设置若干个末级清灰喷水器,用水冲洗极板的方式取代振打清灰,确保附着在极板上的颗粒都可被清除,减小原来因振打导致的二次扬尘;其特征在于,

烟气进入除尘器,经过前几级电场,烟气中绝大部分颗粒已经被捕集;在最后两级电场中,烟气中颗粒以 $\text{PM}_{2.5}$ 居多,经过倒数第二级电场时,颗粒荷电会得到强化,并在末级的强迁移电场中运动至极板被捕获,提高除尘效率;清灰时,末级电场采用水清洗的方式,并通过调控末级清灰喷水器喷口的位置和流速,使喷出的水在极板表面形成水膜,大幅减少二次扬尘。

2. 根据权利要求 1 所述的一种干湿结合式静电除尘方法,其特征在于:所述末级电场为适应湿式清灰的弱放电电场,减小电场击穿的概率和次数,保证除尘器稳定运行。

3. 根据权利要求 1 所述的一种干湿结合式静电除尘方法,其特征在于:所述末级电场的湿式清灰过程中,通过加入洗涤剂或辅以机械振打清灰方式以增强清灰效果。

一种干湿结合式静电除尘器及除尘方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种针对脱除烟气中细颗粒物的干湿结合式静电除尘器及除尘方法，属于工业除尘技术领域。

背景技术

[0002] 煤炭是我国发电、金属冶炼、水泥制造等工业生产的主要能源，在未来几十年内依然会占据主导地位。其燃烧排放的烟气中含有大量的颗粒物，会造成严重的环境污染，特别是空气动力学直径小于 $2.5\mu\text{m}$ 的可入肺颗粒物，它能够从呼吸道进入人体内，而且表面易富集大量重金属，对人体健康危害很大。

[0003] 随着环保标准不断严格，现在应用的除尘设备中只有电除尘器和布袋除尘器能够达到排放要求。其中电除尘技术具有分离作用力集中、气流阻力小、耗电少、处理规模大、耐高温和耐强腐的特点，在我国的工业生产中应用十分广泛。但其对粒径在 $0.1\text{--}1.0\mu\text{m}$ 范围内的颗粒存在穿透窗口，分级除尘效率低于 80%。其主要原因在于此粒径范围内的颗粒难以荷电，而且在振打清灰过程中颗粒容易随流，造成二次扬尘。

[0004] 针对 $\text{PM}_{2.5}$ 脱除效率不高的问题，现有的电除尘器改进方式主要有优化传统电除尘器的几何参数、运行参数，采用预凝并原理通过双极荷电使颗粒团聚，以及通过采用移动式极板、湿式电除尘器等改进清灰过程。Ohio 大学采用覆膜湿式电除尘器，用纤维材料取代不锈钢板，并在极板表面形成水膜，可以大幅减少钢材的使用，并减少二次扬尘。(Membrane-based wet electrostatic precipitation, Fuel Processing Technology, 2004, 85:781-798.) 专利一种电除尘装置(201010607898.0)在电除尘器最后一级采用细密的金属丝网替代部分极线，实现荷电增强、惯性拦截、布朗扩散捕捉、静电力强化、迁移距离缩短等多种作用。该技术可以增强除尘器其对细颗粒的捕获效率，但无法解决传统电除尘器清灰时二次扬尘的问题。综上，绝大部分改进对原有的电除尘器改动很大，难以推广。因此利用原有设备，提高电除尘捕集微小粒子的技术日益引起重视。

发明内容

[0005] 本专利针对传统电除尘设备捕获 $\text{PM}_{2.5}$ 效率不高、二次扬尘影响严重的问题，提供了一种干湿结合式静电除尘器及除尘方法。

[0006] 本发明所述的干湿结合式静电除尘器采用的技术方案为，采用现有的电除尘器，其内部包括多级电场，并对电场的后两级进行改造。所述除尘器的倒数第二级电场采用角钢长芒刺线、锯齿线或鱼骨型极线，增强倒数第二级电场对颗粒的荷电效果；除尘器的末级电场采用圆极线，增强末级电场的工作电压，形成强迁移电场，并减少电晕风对流场的影响；倒数第二级电场与末级电场的组合，提升了粒径在 $0.1\text{--}1\mu\text{m}$ 的颗粒在末级电场的迁移速度和迁移率；在末级电场的极板上设置若干个末级清灰喷水器，用水冲洗极板的方式取代振打清灰，确保附着在极板上的颗粒都可被清除，减小原来因振打导致的二次扬尘。

[0007] 所述末级电场的极板采用耐腐蚀导电材料或镀覆耐腐蚀层，以避免湿式清灰带来

的腐蚀问题。

[0008] 本发明所述的干湿结合式静电除尘方法,具体为:烟气进入除尘器,经过前几级电场,烟气中绝大部分颗粒已经被捕集;在最后两级电场中,烟气中颗粒以 $PM_{2.5}$ 居多,经过倒数第二级电场时,颗粒荷电会得到强化,并在末级的强迁移电场中运动至极板被捕获,提高除尘效率;清灰时,末级电场采用水清洗的方式,并通过调控末级清灰喷水器喷口的位置和流速,使喷出的水在极板表面形成水膜,大幅减少二次扬尘。

[0009] 所述末级电场为适应湿式清灰的弱放电电场,减小电场击穿的概率和次数,保证除尘器稳定运行。

[0010] 所述末级电场的湿式清灰过程中,通过加入洗涤剂或辅以机械振打清灰方式以增强清灰效果。

[0011] 本专利与现有技术相比的优势如下:

[0012] (1)提高除尘效率,尤其是 $PM_{2.5}$ 的分级捕获效率。在最后两级电场根据其入口烟尘的特点,改变极线、极板的配置,实现前电场增强荷电、后电场增强迁移的组合,并在末电场通过湿式清灰引入热泳力、液桥力促进颗粒的迁移和粘附。已沉积在极板上的颗粒通过水冲可以最大限度的减少二次扬尘,从而在综合作用下大大提高除尘器对 $PM_{2.5}$ 的脱除效率;

[0013] (2)末级电场的极线极板配置调控为适应湿式清灰的弱放电电场,减小电场击穿的概率和次数,保证除尘器稳定运行。而且通过控制水喷嘴的布置及清灰周期,保证极板上不会覆盖较厚的灰层,减少灰层反电晕的影响,维持极线极板间的均匀强电场。

[0014] (3)应用前景好,成本低。对原有的传统电除尘器改动小,极线、极板的改造容易实现,且在最后一级使用湿式除尘,灰量少,耗水量少,清灰周期长。

附图说明

[0015] 图 1 是改进后干湿结合式静电除尘器的整体结构示意图。

[0016] 图 2 (a)和图 2 (b)分别是干湿结合式静电除尘器倒数第二级电场和末级电场的结构示意图。

[0017] 图 3 是干湿结合式静电除尘器末级电场的局部结构示意图。

[0018] 图 4 是图 3 的正视图。

[0019] 图中标号:

[0020] 1- 除尘器烟气入口、2- 倒数第二级电场、3- 末级电场、4- 除尘器出口、5- 灰斗、6- 倒数第二级电场极线、7- 末级清灰喷水器、8- 末级电场极线、9- 极板。

具体实施方式

[0021] 本发明提供了一种干湿结合式静电除尘器及除尘方法,下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。

[0022] 传统静电除尘器中一般采用四电场的布置方式,经过前两级电场,大部分 $10\mu m$ 以上的大颗粒都已经被极板捕获,烟气中残存的灰量为总灰量的 10% 以下,其中以粒径在 $2.5\mu m$ 以下的细颗粒居多。

[0023] 本发明所述的干湿结合式静电除尘器的整体结构如图 1 所示。该除尘器采用现有的电除尘器,包括除尘器烟气入口 1、除尘器出口 4、灰斗 5 及多个极板 9,保留传统电除尘器前

部电场的设计,从而实现对烟气中大粒径颗粒的脱除,并对电场的后两级进行改造。除尘器的倒数第二级电场 2 采用角钢长芒刺线、锯齿线或鱼骨型极线,增强倒数第二级电场对颗粒的荷电效果,如图 2(a) 所示;除尘器的末级电场 3 采用圆极线等放电效果较差、电场均匀的极线,增强末级电场的工作电压,形成强迁移电场,并减少电晕风对流场的影响;倒数第二级电场 2 与末级电场 3 的组合,提升了粒径在 $0.1\text{--}1\text{ }\mu\text{m}$ 的颗粒在末级电场的迁移速度和迁移率;在末级电场 3 的极板上方设置若干个末级清灰喷水器 7,用水冲洗极板的方式取代振打清灰,确保附着在极板上的颗粒都可被清除,减小原来因振打导致的二次扬尘,如图 2(b)、图 3 和图 4 所示;而且极板在冲洗后表面会附着一层温度较低的液膜,有利于通过热泳力、液桥力等使颗粒附着在极板上。末级电场 3 的极板采用耐腐蚀导电材料或镀覆耐腐蚀层,以避免湿式清灰带来的腐蚀问题,保证电除尘器正常工作。

[0024] 运行过程中,由于 $\text{PM}_{2.5}$ 在总灰量中的比重很小,因此末级清灰的周期很长,耗水量少。另外,末级圆极线形成的强电场更为均匀,可以减少末级湿式除尘器电场击穿的几率,保障其长期正常运行。实现干湿结合式静电除尘器的高效经济运行。最终被捕获的灰被收集在灰斗 5,净化气体由除尘器出口 4 流出。

[0025] 正常工作过程中,其对 $\text{PM}_{2.5}$ 的主要捕获脱除机制为:

[0026] (1) 在倒数第二级电场中,通过改变极线、极板的配置,增强放电效果,提升空间中自由离子的浓度,使 $\text{PM}_{2.5}$ 更易被荷电,从而有利于在电场中捕获;

[0027] (2) 在末级电场中,将极线极板的配置变为利于形成均匀稳定的强迁移电场,弱化放电效果,减小电晕风造成的湍流所带来的扬尘,使颗粒易被捕获且不易逃逸;

[0028] (3) 清灰过程中,末级电场的极板以水洗的方式可以避免振打极板,使沉积在极板上的灰斗可以被收集,从而大幅降低二次扬尘。并可以根据灰颗粒性质不同,在清洗液中添加洗涤剂,保证颗粒都可以被清除;

[0029] (4) 末级电场选择的均匀低放电强迁移电场,可以减少湿烟气中的发生击穿现象的几率,保证除尘器稳定运行;

[0030] (5) 末级电场使用湿式清灰可以使绝大部分灰尘被清除,减少反电晕的发生,从而保证极线、极板间强电场的稳定;

[0031] (6) 末级电场中极板使用碳纤维等耐腐蚀的导电材料替代不锈钢,或在极板表面镀耐腐蚀层,提升极板的抗腐蚀性,保证正常运行;

[0032] (7) 末级电场中,经水冲洗过的极板会在表面形成一层温度较低的水膜,烟气中的颗粒会在热泳力的作用下驱进板壁,并被流体的液桥力附着在极板表面,增强捕获效果;

[0033] 其中,上述机制(1)和(2)根据末级电场入口烟尘的特点,增强了除尘器在多场耦合作用下捕获 $\text{PM}_{2.5}$ 的能力,机制(3)通过湿式清灰确保已被捕获的颗粒不会发生二次扬尘现象,机制(4)、(5)和(6)使极线极板形式与湿式清灰方式相互配合,保证设备稳定高效运行,机制(7)引入热泳力促进颗粒向极板驱进运动,并在极板表面通过流体的液桥力粘附在板壁,增强捕获效果。

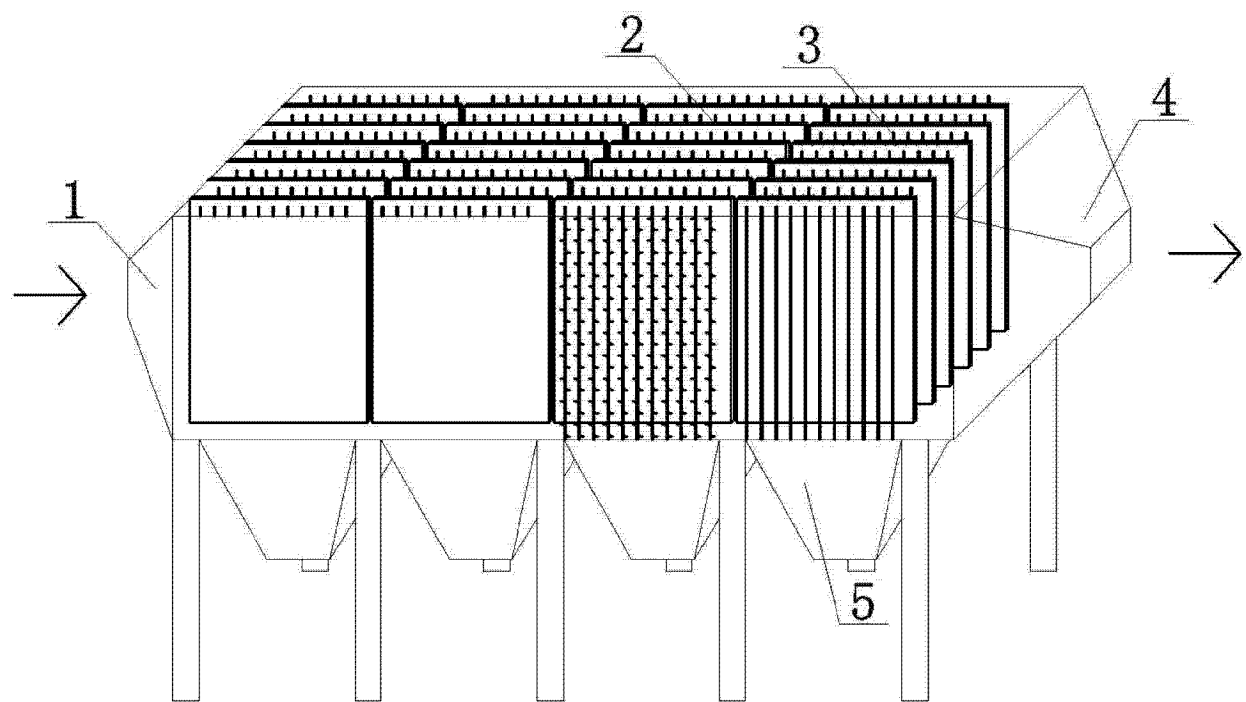


图 1

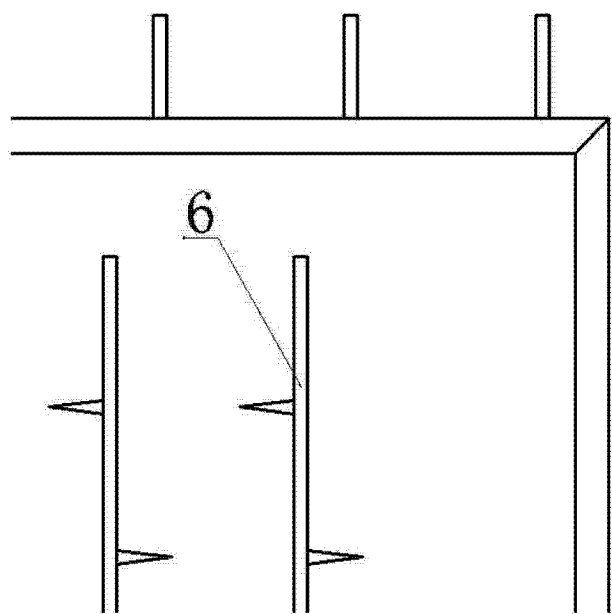


图 2(a)

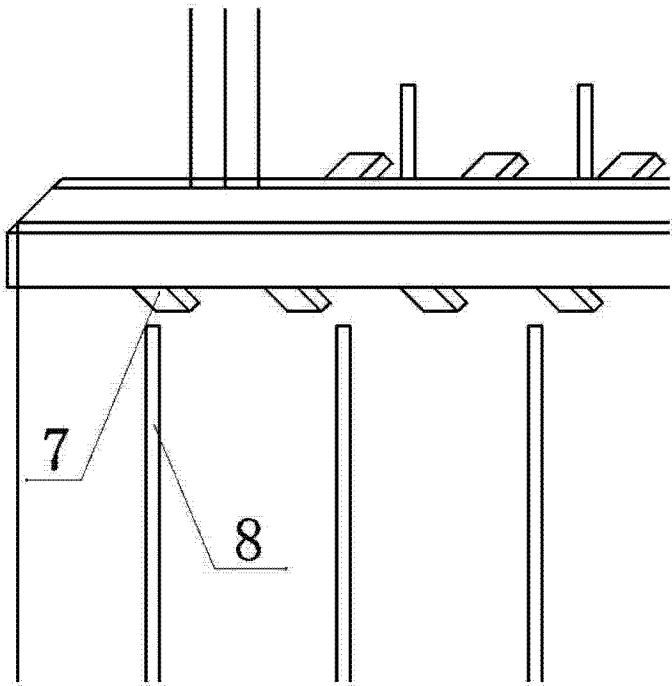


图 2(b)

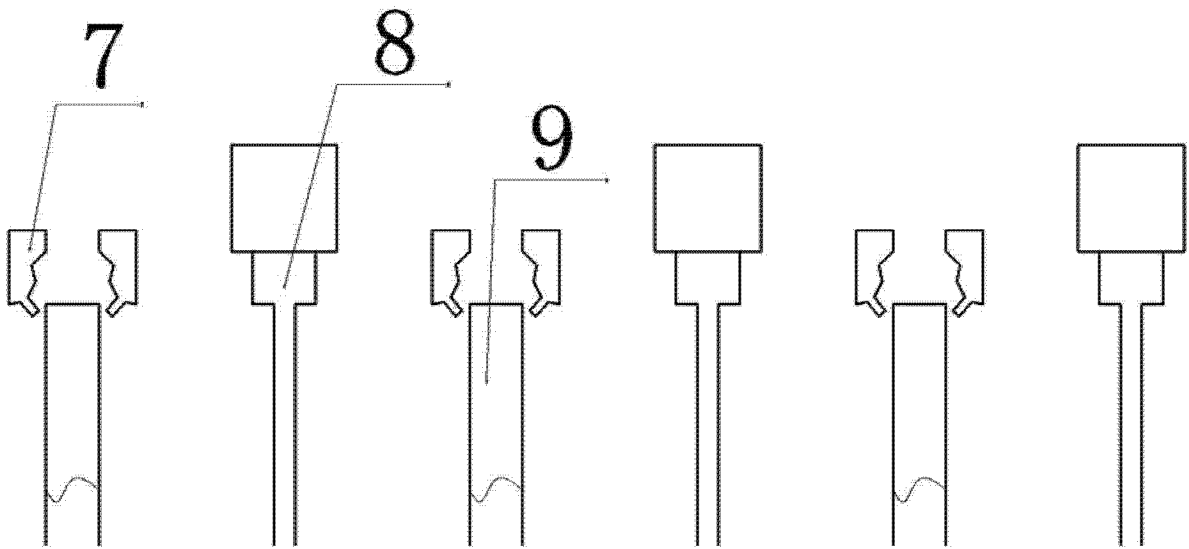


图 3

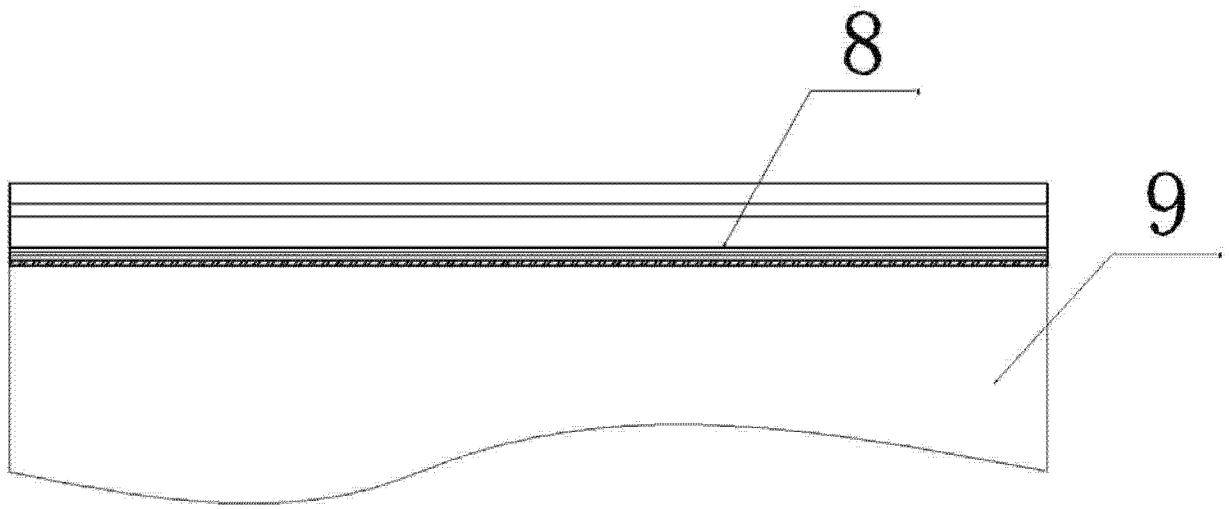


图 4