



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102847396 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 02

(21) 申请号 201210115878. 0

(22) 申请日 2012. 04. 19

(71) 申请人 绍兴文理学院

地址 312000 浙江省绍兴市环城西路 508 号

(72) 发明人 吴福儿

(74) 专利代理机构 杭州裕阳专利事务所(普通合伙) 33221

代理人 冉国政

(51) Int. Cl.

B01D 47/06 (2006. 01)

B01D 53/34 (2006. 01)

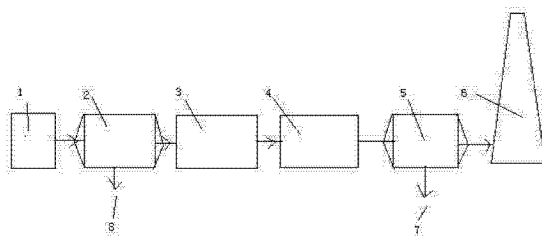
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

## (54) 发明名称

燃煤烟气等离子体净化装置及其净化方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种燃煤烟气等离子体净化装置及其净化方法,所述装置包括通过烟气管道依次连接的电除尘器,喷雾冷却装置,等离子体发生器,和尾电场除尘器,电除尘器与锅炉连接,尾电场除尘器与烟囱连接。使用所述装置进行净化的方法,包括以下步骤:锅炉内产生的燃煤烟气,进入电除尘器内除尘,通过烟气管道进入喷雾冷却装置降到等离子体适合的温度,同时喷入添加剂碳氢化合物或  $\text{NH}_3$ ,进入等离子体发生器内与等离子体发生作用,生成相应的物料,再通过烟气管道进入尾电场除尘器将物料收集,从所述出料口排出,干净燃煤烟气通过烟囱排出。本发明能够脱除燃煤烟气中含有的污染物,结构简单,成本较低。



1. 一种燃煤烟气等离子体净化装置,其特征在于:包括通过烟气管道依次连接的电除尘器(2),喷雾冷却装置(3),等离子体发生器(4),和尾电场除尘器(5),所述电除尘器(2)的燃煤烟气进气口与锅炉(1)的排烟口连接,所述尾电场除尘器(5)的排气口与烟囱(6)连接,所述电除尘器(2)的下部设有灰尘出口(8),所述尾电场除尘器(5)的下部设有出料口(7)。

2. 根据权利要求1所述的燃煤烟气等离子体净化装置,其特征在于:所述等离子体发生器(4)包括一壳体,对称设置于所述壳体内部的上、下两个阳极块(403),水平设置于所述壳体内部的阴极棒(405),所述阴极棒(405)的左端为阴极头(404),该阴极头(404)位于所述上、下阳极块(403)之间间隙(4013)的右侧,在所述阴极棒(405)外部包设有冷却水套(4011),在所述壳体上还设有进气口(4010),该进气口(4010)与所述间隙(4013)通过空气腔(4012)连通。

3. 根据权利要求2所述的燃煤烟气等离子体净化装置,其特征在于:所述冷却水套(4011)上设有冷却水进口(406)和冷却水出口(409),在所述冷却水进口(406)和冷却水出口(409)之间串接有水箱(408)和循环水泵(407);所述阳极块(403)和阴极棒(405)的超高压脉冲电流由可控硅控制器(402)供给,所述可控硅控制器(402)通过变压器(401)连接于外部电源。

4. 一种使用权利要求1至3所述的任一种燃煤烟气等离子体净化装置对燃煤烟气进行净化的方法,其特征包括以下步骤:

所述锅炉(1)内产生的燃煤烟气,从其排烟口通过烟气管道进入电除尘器(2)内,经过电除尘器(2)除尘,灰尘从灰尘出口(8)排出,经过除尘的燃煤烟气通过烟气管道进入喷雾冷却装置(3),使燃煤烟气降到等离子体适合的温度,同时喷入添加剂碳氢化合物或 $\text{NH}_3$ ,再通过烟气管道进入所述等离子体发生器(4)内,等离子体发生器(4)产生的等离子体(4014)与燃煤烟气中的污染物发生作用,生成相应的物料,燃煤烟气及物料通过烟气管道进入尾电场除尘器(5),再由尾电场除尘器(5)将物料收集,从所述出料口(7)排出,从所述尾电场除尘器(5)的排气口出来的干净燃煤烟气通过烟囱(6)排出。

## 燃煤烟气等离子体净化装置及其净化方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及可吸入颗粒物的净化装置,尤其是一种燃煤烟气等离子体净化装置,以及使用该装置的净化方法。

### 背景技术

[0002] 我国是煤炭生产和消费大国。目前煤炭占我国一次能源的 75%左右,在未来几十年内,煤炭仍将是我国主要的一次能源,由燃煤电厂排放的颗粒物已引起了各界广泛重视。大气颗粒物,即大气气溶胶体系中分散的各种粒子。根据空气动力学等效直径大小,可将其分为总悬浮颗粒物、可吸入颗粒物和超细颗粒物。总悬浮颗粒物指的是粒径 <100 微米的所有颗粒物。可吸入颗粒物是指粒径 <10 微米的颗粒物,用 PM10 表示,超细颗粒物是指粒径  $\leq 2.5$  微米的一类颗粒物,用 PM2.5 表示。颗粒物越细即粒径越小,分散度越高,在空气中稳定性越好,越难以沉降。PM2.5 在大气中的停留时间为 7-30d,不易扩散,可以远距离传输,成为导致环境恶化的重要因素。同时,由于 PM2.5 的比表面积大,表面活性强,吸附性强,很易于富集空气中的有毒重金属、酸性氧化物及有机污染物等。其对人体健康的危害远比空气动力学直径 2.5 ~ 10 微米之间的粒子大。燃煤排放 PM2.5 不同于来源于自然的尘土等颗粒物,通常富集各种重金属元素(如 As、Se、Pb 和 Cr 等)和 PAHs、VOCs 等有机污染物,煤中所含有的微量元素可在燃烧产物上进一步迁移或富集于这些细粒子上。这些多为致癌物质和基因毒性诱变物质,危害极大。被吸入人体后会直接进入支气管,干扰肺部的气体交换,引发包括哮喘、支气管炎和心血管病等方面的疾病,会损害血红蛋白输送氧的能力,丧失血液。对贫血和血液循环障碍的病人来说,可能产生严重后果。例如可以加重呼吸系统疾病,甚至引起充血性心力衰竭和冠状动脉等心脏疾病。总之这些颗粒还可以通过支气管和肺泡进入血液,其中的有害气体、重金属等溶解在血液中,对人体健康的伤害更大。人体的生理结构决定了对 PM2.5 没有任何过滤、阻拦能力。

[0003] 目前,多数燃煤电厂均采用了较为先进的除尘设备和湿法烟气脱硫设施,这些措施几乎能全部除去烟尘颗粒物中的粗粒子,但对细粒子的脱除能力则很弱。尤其是采用湿法烟气脱硫工艺之后,在某种程度上反而增加了可吸入颗粒物的排放量,燃煤电厂已经成为可吸入颗粒物的主要排放源。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于:提供一种燃煤烟气等离子体净化装置,能够脱除燃煤烟气中含有的污染物,结构简单,成本较低。

[0005] 本发明的另一目的在于:提供一种使用上述燃煤烟气等离子体净化装置对燃煤烟气进行净化的方法,能够脱除燃煤烟气中的污染物。

[0006] 为实现上述目的,本发明可采取下述技术方案:

本发明一种燃煤烟气等离子体净化装置,包括通过烟气管道依次连接的电除尘器,喷雾冷却装置,等离子体发生器,和尾电场除尘器,所述电除尘器的燃煤烟气进气口与锅炉的

排烟口连接,所述尾电场除尘器的排气口与烟囱连接,所述电除尘器的下部设有灰尘出口,所述尾电场除尘器的下部设有出料口。

[0007] 所述等离子体发生器包括一壳体,对称设置于所述壳体内的上、下两个阳极块,水平设置于所述壳体内的阴极棒,所述阴极棒的左端为阴极头,该阴极头位于所述上、下阳极块之间间隙的右侧,在所述阴极棒外部包设有冷却水套,在所述壳体上还设有进气口,该进气口与所述间隙通过空气腔连通。

[0008] 所述冷却水套上设有冷却水进口和冷却水出口,在所述冷却水进口和冷却水出口之间串接有水箱和循环水泵;所述阳极块和阴极棒的超高压脉冲电流由可控硅控制器供给,所述可控硅控制器通过变压器连接于外部电源。

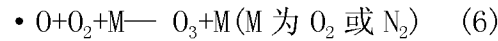
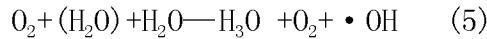
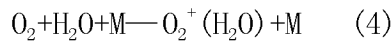
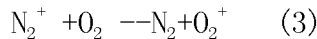
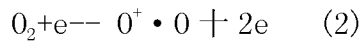
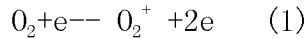
[0009] 一种使用所述燃煤烟气等离子体净化装置对燃煤烟气进行净化的方法,包括以下步骤:

所述锅炉内产生的燃煤烟气,从其排烟口通过烟气管道进入电除尘器内,经过电除尘器除尘,灰尘从灰尘出口排出,经过除尘的燃煤烟气通过烟气管道进入喷雾冷却装置,使燃煤烟气降到等离子体适合的温度,同时喷入添加剂碳氢化合物或  $\text{NH}_3$ ,再通过烟气管道进入所述等离子体发生器内,等离子体发生器产生的等离子体与燃煤烟气中的污染物发生作用,生成相应的物料,燃煤烟气及物料通过烟气管道进入尾电场除尘器,再由尾电场除尘器将物料收集,从所述出料口排出,从所述尾电场除尘器的排气口出来的干净燃煤烟气通过烟囱排出。

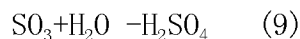
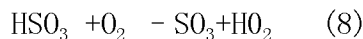
[0010] 与现有技术相比本发明的有益效果是:由于采用上述技术方案,电除尘器、喷雾冷却装置、等离子体发生器、尾电场除尘器通过烟气管道依次连接,所述电除尘器的燃煤烟气进气口与锅炉的排烟口连接,所述尾电场除尘器的排气口与烟囱连接,所述电除尘器的下部设有灰尘出口,所述尾电场除尘器的下部设有出料口,这种结构,锅炉内产生的燃煤烟气,先经过电除尘器除尘,灰尘从灰尘出口排出,经过除尘的燃煤烟气通过烟气管道进入喷雾冷却装置,使燃煤烟气降到等离子体适合的温度,再通过烟气管道进入所述等离子体发生器内,等离子体发生器产生的等离子体与燃煤烟气中的污染物发生作用,生成相应的物料,这就脱除了燃煤烟气中含有的污染物,其后,燃煤烟气及物料通过烟气管道进入尾电场除尘器,再由尾电场除尘器将物料收集,从所述出料口排出,从所述尾电场除尘器的排气口出来的干净燃煤烟气通过烟囱排出。这就脱除了燃煤烟气中含有的污染物,不仅结构简单,而且成本较低。

[0011] 本发明使用上述燃煤烟气等离子体净化装置对燃煤烟气进行净化的方法,能够脱除燃煤烟气中的污染物。等离子体处理污染物的过程主要利用两种效应:一是粒子间碰撞及粒子与物相表面碰撞所产生的热使污染物分子的化学键断裂;二是离解过程中自由基与污染物分子碰撞使污染物分子的化学键断裂。其中对等离子体反应起主要作用的是非弹性碰撞,这是由于内能的变化可以引起粒子内部的许多种变化,产生如激发、电离、复合、电荷交换、电子附着等,从而引发各种化学反应。化学反应主要取决于电子的平均能量、电子密度、气体温度、污染气体分子浓度及共存的气体成分。利用高压脉冲电晕,使电子产生“雪崩”效应,从而产生大量的电子(5 ~ 20 eV)。电子与周围气体分子碰撞而产生氧化性极强的 $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{O}$ 、 $\text{HO}_2$ 、 $\text{O}_3$ 等自由原子和自由基等活性物质,这些物质首先把气态的 $\text{SO}_2$ 和 $\text{NO}_x$ 转化为高价氧化物,在有氨水注入的情况下与 $\text{SO}_2$ 和 $\text{NO}_x$ 反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;脉冲

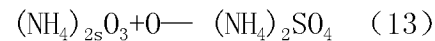
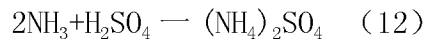
电晕放电使  $O_2$ 、 $N_2$  及  $H_2O$  等分子激活、裂解或电离,从而产生活性集团、离子和自由基等:



活性粒子与被激活的  $SO_2$  和  $NO$  分子发生氧化反应,当烟气中有水存在时,形成相应的酸:



在注入氨水的情况下,生成相应的铵盐(即物料),再由电除尘器收集作为肥料:



## 附图说明

[0012] 图 1 是本发明的结构示意图;

图 2 是图 1 中等离子体发生器的结构示意图。

## 具体实施方式

[0013] 如图 1 至 2 所示,本发明一种燃煤烟气等离子体净化装置,包括通过烟气管道依次连接的电除尘器 2,喷雾冷却装置 3,等离子体发生器 4,和尾电场除尘器 5,所述电除尘器 2 的燃煤烟气进气口与锅炉 1 的排烟口连接,所述尾电场除尘器 5 的排气口与烟囱 6 连接,所述电除尘器 2 的下部设有灰尘出口 8,所述尾电场除尘器 5 的下部设有出料口 7。所述等离子体发生器 4 包括一壳体,对称设置于所述壳体内的上、下两个阳极块 403,所述阳极块 403 和阴极棒 405 的超高压脉冲电流由可控硅控制器 402 供给,所述可控硅控制器 402 通过变压器 401 连接于外部电源;水平设置于所述壳体内的阴极棒 405,所述阴极棒 405 的左端为阴极头 404,该阴极头 404 位于所述上、下阳极块 403 之间间隙 4013 的右侧,在所述阴极棒 405 外部包设有冷却水套 4011,所述冷却水套 4011 上设有冷却水进口 406 和冷却水出口 409,在所述冷却水进口 406 和冷却水出口 409 之间串接有水箱 408 和循环水泵 407;在所述壳体上还设有进气口 4010,该进气口 4010 与所述间隙 4013 通过空气腔 4012 连通。

[0014] 一种使用上述燃煤烟气等离子体净化装置对燃煤烟气进行净化的方法,其包括以下步骤:

所述锅炉 1 内产生的燃煤烟气,从其排烟口通过烟气管道进入电除尘器 2 内,经过电除尘器 2 除尘,灰尘从灰尘出口 8 排出,经过除尘的燃煤烟气通过烟气管道进入喷雾冷却装置

3,使燃煤烟气降到等离子体适合的温度,同时喷入  $\text{NH}_3$ ,再通过烟气管道进入所述等离子体发生器 4 内;外部电源经变压器 401 升压后,经可控硅控制器 402,变为上、下阳极块 403 与阴极头 404 之间的超高压脉冲电流,空气从进气口 4010 经空气腔 4012 流入所述间隙 4013,在阳极块 403 与阴极头 404 超高压脉冲电流的作用下产生等离子体 4014,等离子体 4014 与燃煤烟气中的污染物发生作用,生成相应的物料(肥料),燃煤烟气及物料通过烟气管道进入尾电场除尘器 5,再由尾电场除尘器 5 将物料收集,从所述出料口 7 排出,从所述尾电场除尘器 5 的排气口出来的干净燃煤烟气通过烟囱 6 排出。

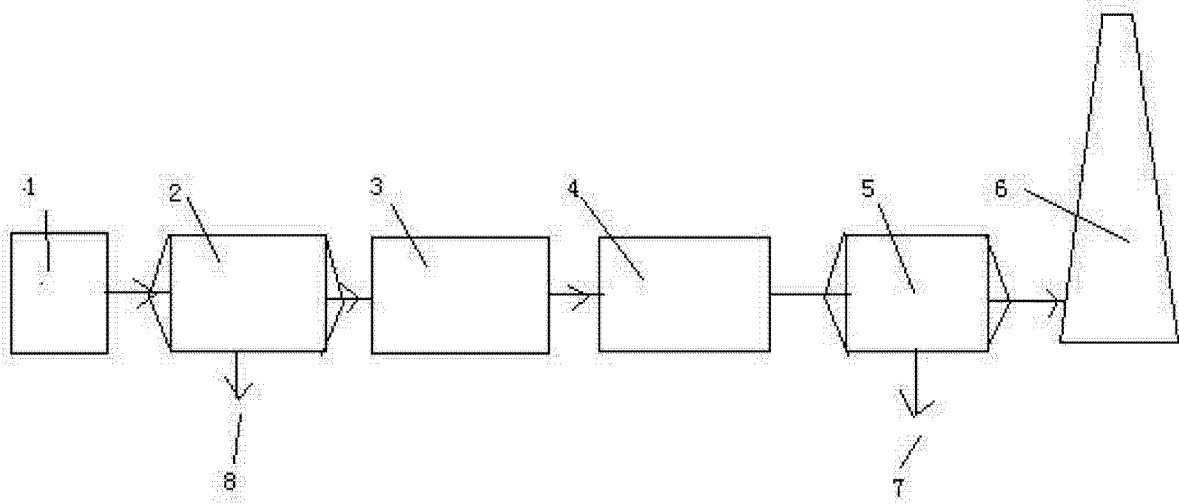


图 1

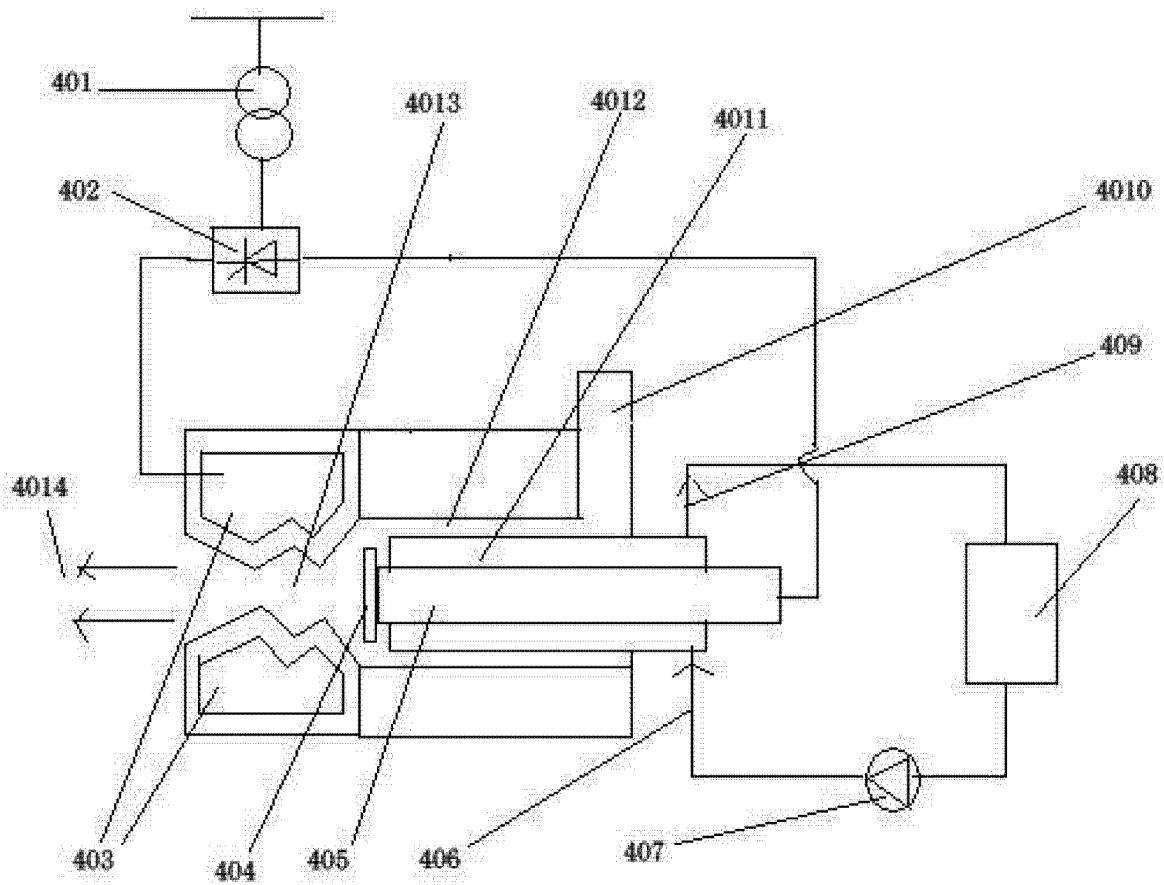


图 2