



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109876614 B

(45)授权公告日 2020.06.09

(21)申请号 201810334134.5

B03C 3/01(2006.01)

(22)申请日 2018.04.14

B03C 3/04(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109876614 A

(56)对比文件

CN 207605871 U,2018.07.13,

CN 101672593 A,2010.03.17,

(43)申请公布日 2019.06.14

CN 201676750 U,2010.12.22,

(73)专利权人 青岛科技大学

CN 107435948 A,2017.12.05,

地址 266000 山东省青岛市崂山区松岭路

JP 2004167406 A,2004.06.17,

99号青岛科技大学

审查员 张海潮

(72)发明人 王逸隆 刘喜梅 崔林 邴栋

常景彩

(74)专利代理机构 青岛中天汇智知识产权代理

有限公司 37241

代理人 郝团代

(51)Int.Cl.

B01D 53/32(2006.01)

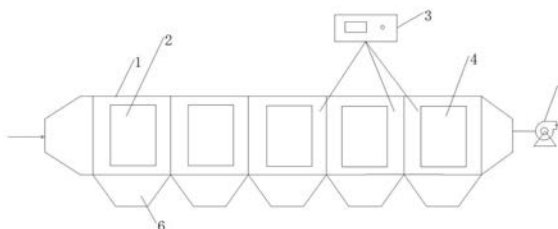
权利要求书1页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

一种烟气余热利用及其智能调整声波强度系统

(57)摘要

本发明提供了一种烟气余热利用系统,包括热管、烟气管道和空气通道,在控制器中设置一个控制函数,控制器根据控制函数自动调整超声波发生器功率的大小;所述控制函数 $S=F(N2)$,其中S是超声波发生器功率大小,N2是pm2.5浓度数据,其中 $F'(N2)>0,F''(N2)>0$,其中 $F'(N2)、F''(N2)$ 是 $F(N1)$ 的一次导数和二次导数。本发明可以实现根据颗粒物浓度智能净化烟气的功能,节约了电能,提高余热利用,净化空气。



1. 一种烟气余热利用系统,所述系统包括设置在烟气管道中的热管,包括竖直部分、水平部分和竖直管,其中竖直部分的底端连通水平部分,所述水平部分从竖直部分的底端向着远离竖直部分的方向延伸,所述水平部分下部连通多个竖直管,其中竖直管是热管的蒸发端,竖直部分是热管的冷凝端,所述竖直管和水平部分设置在烟气管道中;所述系统还包括燃煤烟气污染物的脱除装置,所述脱除装置设置在热管所在烟道的下游,所述脱除装置包括静电除尘段、静电/超声耦合除尘段和等离子/超声耦合催化场除尘段,其中静电除尘段设置在前部,在静电除尘段里面设置收尘极板并产生静电场,静电/超声耦合除尘段设置在静电除尘段的后面,静电/超声耦合除尘段内设置有收尘极板和超声波发生端,并在内部产生静电场,超声波发生端与外部的超声波发生器连接;等离子/超声耦合催化场除尘段设置在静电/超声耦合除尘段后面,等离子/超声耦合催化场除尘段内设置等离子体反应器和超声波发生端,超声波发生端与外部的超声波发生器连接;

静电/超声耦合除尘段入口段设置pm2.5检测仪,用于检测入口位置的pm2.5的浓度N2,pm2.5检测仪与控制器数据连接;

在控制器中设置一个控制函数,控制器根据控制函数自动调整超声波发生器功率的大小;所述控制函数 $S=F(N2)$,其中S是超声波发生器功率大小,N2是pm2.5浓度数据,其中 $F'(N2)>0, F''(N2)>0$,其中 $F'(N2)、F''(N2)$ 是 $F(N1)$ 的一次导数和二次导数。

2. 如权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述水平部分为扁平管结构,竖直管为圆管结构,水平部分为方形结构;所述的竖直管为多排,其中相邻两排为错列布置;竖直管的圆心与相邻排的临近的两个竖直管圆心构成等腰三角形,所述竖直管的圆心位于等腰三角形顶角的点的位置。

3. 如权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述的控制器的能够实现根据颗粒物浓度自动的调整超声波发生器功率,控制方式如下:假设超声波发生器功率S的时候,pm2.5浓度N2,表示满足一定条件的过滤效果,上述的超声波发生器功率S、pm2.5浓度N2为基准数据;所述的基准数据存储在控制器中;

当pm2.5浓度变成n2的时候,超声波发生器功率s变化如下:

$s=S*(n2/N2)^b$,其中b为参数, $1.10<b<1.12$;

$0.85<n1/N2<1.15$ 。

4. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述静电除尘段为两级,分别是第一级和第二级;所述静电/超声耦合除尘段为两级,分别是第三级和第四级,等离子/超声耦合催化场除尘段是一级,是第五级。

一种烟气余热利用及其智能调整声波强度系统

技术领域

[0001] 本发明涉及热管余热回收以及烟气除尘和有机物脱除领域,特别是涉及一种利用热管回收烟气余热系统。

背景技术

[0002] 热管技术是1963年美国洛斯阿拉莫斯(Los Alamos)国家实验室的乔治格罗佛(George Grover)发明的一种称为“热管”的传热元件,它充分利用了热传导原理与相变介质的快速热传递性质,透过热管将发热物体的热量迅速传递到热源外,其导热能力超过任何已知金属的导热能力。相比于燃煤烟气余热回收中最为常用的管壳式换热器,热管换热器具有传热效率高、结构紧凑、压力损失小、有利于控制露点腐蚀等优点,在燃煤烟气余热回收利用中更具潜力。

[0003] 此外,燃煤电厂是各种污染物的主要来源之一,如造成“雾霾”现象的粉尘颗粒和和有机物污染物,它们对人类健康及生态环境具有严重危害。为了脱除燃煤电厂烟气中的颗粒物,目前发展研究了多种除尘方法,其中电除尘技术因为性能优良得到快速发展,但是对于粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒沉降效果较差。随着国家对大气污染物排放标准的进一步提高,需要改良原电除尘尤其是对粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒的脱除效果。

[0004] 静电除尘+湿式静电除尘技术是实现超低排放标准的重要技术路线,但是湿式电除尘运行和投资成本高。实现超低排放的另一技术路线是优化湿法脱硫装置高效协同脱除颗粒物,此技术需要满足前端静电除尘器出口烟尘浓度 $\leq 20\text{mg}/\text{m}^3$ 甚至 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$,就目前电厂中静电除尘器运行情况难以满足。此外,燃煤电厂排放还会产生一定浓度的有机污染物,如脂环烃、直链烃、苯系物及多环芳烃等,虽然排放量少,但是毒性极大,对烟气中有机污染物的脱除是环境安全的重要研究领域。

[0005] 针对上述问题,本发明在前面发明的基础上进行了改进,提供了一种新的智能化烟气余热利用热管及其烟气污染物处理系统及其方法,充分利用热源,降低能耗,改善排烟效果。

发明内容

[0006] 针对上述问题,本发明在前面发明的基础上进行了改进,提供了一种新的热管结构,同时针对上述存在的除尘和有机物脱除问题,提出一种基于静电除尘器的等离子/超声耦合催化多污染物脱除方法及装置,对原有的静电除尘装置进行改良。

[0007] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0008] 一种设置在烟气管道中的热管,包括竖直部分、水平部分和竖直管,其中竖直部分的底端连通水平部分,所述水平部分从竖直部分的底端向着远离竖直部分的方向延伸,所述水平部分下部连通多个竖直管,其中竖直管是热管的蒸发端,竖直部分是热管的冷凝端,所述竖直管和水平部分设置在烟气管道中。

[0009] 作为优选,所述水平部分为扁平管结构,竖直管为圆管结构,水平部分为方形结

构;所述的竖直管为多排,其中相邻两排为错列布置;竖直管的圆心与相邻排的临近的两个竖直管圆心构成等腰三角形,所述竖直管的圆心位于等腰三角形顶角的点的位置。

[0010] 作为优选,所述系统还包括燃煤烟气污染物的脱除装置,所述装置设置在热管所在烟道的下游,所述装置包括静电除尘段、静电/超声耦合除尘段和等离子/超声耦合催化场除尘段,其中静电除尘段设置在前部,在静电除尘段里面设置收尘极板并产生静电场,静电/超声耦合除尘段设置在静电除尘段的后面,静电/超声耦合除尘段内设置有收尘极板和超声波发生端,并在内部产生静电场,超声波发生端与外部的超声波发生器连接;等离子/超声耦合催化场除尘段设置在静电/超声耦合除尘段后面,等离子/超声耦合催化场除尘段内设置等离子体反应器和超声波发生端,超声波发生端与外部的超声波发生器连接;

[0011] 静电除尘段入口设置PM10粉尘检测仪,用于检测入口位置的PM10浓度 N_1 ,PM10粉尘检测仪与控制器数据连接,在控制器中设置一个控制函数,所述控制函数 $E=F(N_1)$,其中 E 是电场的强度, N_1 是PM10浓度数据,其中 $F'(N_1)>0$, $F''(N_1)>0$,其中 $F'(N_1)$ 、 $F''(N_1)$ 是 $F(N_1)$ 的一次导数和二次导数。

[0012] 作为优选,所述的控制器能够实现根据颗粒物浓度自动的调整电厂强度,控制方式如下:

[0013] 假设电场强度 E 的时候,PM10浓度 N_1 ,表示满足一定条件的过滤效果,上述的电场强度 E 、PM10浓度 N_1 为基准数据,所述的基准数据存储在控制器中;

[0014] 当PM10浓度变成 n_1 的时候,电场强度 E 变化如下:

[0015] $e=E*(n_1/N_1)^a$,其中 a 为参数, $1.09<a<1.13$;优选的, $a=1.10$;

[0016] $0.85<n_1/N_1<1.15$ 。

[0017] 作为优选,所述静电除尘段为两级,分别是第一级和第二级;所述静电/超声耦合除尘段为两级,分别是第三级和第四级,等离子/超声耦合催化场除尘段是一级,是第五级。

[0018] 作为优选,竖直管的外径为 d ,同一排的相邻的竖直管圆心之间的距离为 L ,竖直管的圆心与相邻排的临近的两个竖直管圆心构成等腰三角形的顶角为 A ,则满足下面要求:

[0019] $\sin(A)=a-b*\ln(d/L)$,其中 \ln 是对数函数, a,b 是参数,满足如下要求:

[0020] $0.095<a<0.105$, $0.29<b<0.31$; $0.1<d/L<0.7$ 。

[0021] 作为优选,所述水平部分为扁平管结构,竖直管为圆管结构,水平部分为方形结构;所述的竖直管为多排,其中相邻两排为错列布置;竖直管的圆心与相邻排的临近的两个竖直管圆心构成等腰三角形,所述竖直管的圆心位于等腰三角形顶角的点的位置。

[0022] 作为优选,所述静电除尘段为两级,分别是第一级和第二级;所述静电/超声耦合除尘段为两级,分别是第三级和第四级,等离子/超声耦合催化场除尘段是一级,是第五级。

[0023] 作为优选,等离子体反应器采用线-板式结构,包括接地极板、陶瓷板、电晕极和高压交流电源,接地极板接地,陶瓷板覆盖在极板上形成线板,陶瓷板作为阻挡介质,形成介质阻挡放电,同时负载催化剂,作为催化剂载体;所述电晕极设置在两块线板的相对的陶瓷板之间。

[0024] 作为优选,所述收尘极板相互平行;收尘极板之间均匀布置若干电晕极;收尘极板表面设有清灰装置。

[0025] 作为优选,相对的陶瓷板的相对的面之间的间距不超过5cm。

[0026] 作为优选,静电除尘段前部设置余热利用装置,,所述余热利用装置是前面所提到

的热管,所述的竖直部分至少一部分设置在空气通道中。

[0027] 作为优选,所述三、四级静电/超声耦合场,静电场的建立与一、二级相同;装置内设置超声波发生端,超声波发生端与超声波发生器连接,建立超声场。

[0028] 作为优选,所述末级等离子/超声耦合催化场,采用线-板式等离子体反应器结构,采用介质阻挡放电方式产生等离子体。等离子体反应器平行布置若干电极板,中间均匀布置若干电晕线,电极表面贴付陶瓷板作为阻挡介质和催化剂载体。超声场的建立与前两级相同。

[0029] 一种利用前面所述的装置进行燃煤烟气污染物的脱除方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0030] 1) 燃煤烟气进入静电除尘段,烟气中的颗粒物在静电除尘段的静电场中被吸附到收尘极板,经过清灰装置落入下方的灰斗,被输灰装置带走,静电除尘段脱除烟气中的颗粒物,特别是PM10以上的颗粒物;

[0031] 2) 烟气从静电除尘段进入静电/超声耦合除尘段,通过静电/超声耦合场,颗粒在超声场中做激烈的机械振动,粒子的动能增加,粒子碰撞的机会也增加,粒子之间的内聚力通常使两个粒子在碰撞后凝聚在一起,通过不断地碰撞凝并使小颗粒变成大颗粒,易被静电吸附脱除,可有效脱除烟气中PM2.5以下的颗粒物;

[0032] 3) 烟气从静电/超声耦合除尘段进入等离子/超声耦合催化场除尘段,通过介质阻挡放电在等离子体反应器中产生大量的等离子体,包括高能粒子和活性物质;高能粒子和活性物质与烟气中的有机污染物发生复杂的物理化学反应,降解有机物;介质挡板负载催化剂对有机物的脱除起到催化作用;超声波的高频分散作用促进有机物与活性物质及催化剂的反应,增强脱除效果。

[0033] 与现有技术相比较,本发明具有如下的优点:

[0034] 1) 本发明可以实现根据颗粒物浓度智能净化烟气的功能,节约了电能,提高余热利用,净化空气。

[0035] 2) 本发明对原有的静电除尘器进行改造,通过分为三个不同的段,每个段都有针对性的除去不同的污染物,不仅能够很好的实现烟气中大颗粒物的脱除,而且通过超声波对颗粒的凝并团聚作用,可有效脱除细颗粒物,解决原静电除尘器对PM10以及PM2.5脱除效果不理想的弊端。运用等离子体技术对有机污染物的降解作用,结合超声波的高频分散效应,高效降解烟气中的有机污染物。本发明在实现燃煤烟气高效除尘同时实现有机物的脱除。

[0036] 3) 本发明对余热利用中的热管的蒸发端的结构进行了改进,将热管的蒸发端延伸到更远的方向,在不改变热管的冷凝端体积的情况下,使得热管的蒸发端的吸热面积增加,这样可以扩大热管的吸热范围,可以吸收热源最远端的热量。相对于现有技术中的热管蒸发端和冷凝端保持一致大小。同时减少换热器的体积和占地面积,使得结构紧凑。

[0037] 4) 进行了大量的数值模拟和实验的研究,对热管在余热利用中的分布结构进行了最优的结构,而且通过研究得出热管分布的最优关系式,进一步提高热管的分布,达到最佳的热吸收,降低成本。

附图说明

[0038] 图1是本发明烟气余热利用结构示意图。

[0039] 图2是本发明烟气处理装置结构示意图。

[0040] 图3是烟气处理装置中的等离子反应器结构示意图。

[0041] 图4为本发明热管结构示意图。

[0042] 图5为图4从底部观察的示意图。

[0043] 图6为本发明设置连通管的热管局部结构示意图。

[0044] 图7为本发明设置在烟道中热管结构示意图。

[0045] 图8是图5的局部放大标注示意图。

[0046] 图中:1-壳体,2-收尘极板,3-超声波发生器,4-接地极板,5-引风机,6-灰斗,7-陶瓷板,8-电晕极,9-高压电源,10-热管,11-风机,12-温度传感器,13-流量传感器,14-中央控制器,101-竖直部分,102-水平部分,103-竖直管,104-管道,105-空气通道,106-烟气管道,107-连通管

具体实施方式

[0047] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0048] 本文中,如果没有特殊说明,涉及公式的,“/”表示除法,“×”、“*”表示乘法。

[0049] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0050] 如图1所示,一种烟气余热利用系统,包括热管10、烟气管道106和空气通道105,所述热管10的蒸发端设置在烟气管道106中,冷凝端设置在空气通道105中,所述空气通道105入口管设置风机11,通过风机的频率变化用于控制进入空气通道105中的空气流量。所述烟气管道设置温度传感器12和流量传感器13,用于测量烟气的温度和流量,所述系统包括中央控制器14,所述中央控制器14与风机11、温度传感器12和流量传感器13数据连接,中央控制器14根据检测的烟气温度T和流量V的数据来自动调整风机的频率。

[0051] 本发明提供了一种新式结构的余热利用系统,可以根据烟气温度和流量综合控制风机的频率,改变了过去单独依靠温度或速度进行空气流量的缺陷,使得控制更加准确,实现系统的智能化,提高余热利用。

[0052] 作为优选,中央控制器根据 $V*(T-t)$ 的大小来自动调整风机的频率,其中t是空气通道入口的空气温度,或者环境温度,或者空气通道入口的空气温度和空气通道出口温度的加权平均值。进一步优选,选择空气通道入口的空气温度和空气通道出口温度的加权平均值。通过如此,可以保证空气的风机功率的准确度。

[0053] 作为优选,如果检测的 $V*(T-t)$ 增加,中央控制器自动增加风机的频率,如果检测的 $V*(T-t)$ 降低,中央控制器自动减少风机的频率。通过如此智能控制,能够使得输入的空气与烟气的放热量相当,避免输出的空气温度过高或者过低。

[0054] 作为优选,如果选择环境温度,则t为20摄氏度。

[0055] 热管的结构优选如图4、7所示,所述热管包括竖直部分101、水平部分102和竖直管103,其中竖直部分101的底端连通水平部分102,所述水平部分102从竖直部分101的底端向着远离竖直部分101的方向延伸,所述水平部分102下部连通多个竖直管103,其中竖直管103是热管的蒸发端,竖直部分101是热管的冷凝端。所述的竖直部分至少一部分设置在空

气通道中,所述竖直管和水平部分设置在烟气管道106中

[0056] 本发明热管在运行中,通过竖直管103从烟气中吸收热量,然后竖直管103中的流体进行蒸发,通过水平部分进入到竖直部分,然后在竖直部分将热量释放给空气,流体进行冷凝,依靠重力的作用再进入竖直管103。

[0057] 本发明对热管的通过设置热管的蒸发端的结构进行了改进,将热管的蒸发端延伸到更远的方向,在不改变热管的冷凝端体积的情况下,使得热管的蒸发端的吸热面积增加,这样可以扩大热管的吸热范围,可以吸收热源最远端的热量。相对于现有技术中的热管蒸发端和冷凝端保持一致大小,能够提高45%以上的换热效率。同时减少冷凝端的体积和占地面积,使得结构紧凑。

[0058] 此外,本发明通过设置多个竖直管103作为热管的蒸发端,使得每个竖直管103作为一个个独立的吸热管加入热量的吸收,也增加了整体热管蒸发端的吸热面积。

[0059] 作为优选,所述水平部分102为扁平管结构,竖直管103为圆管结构。通过设置水平部分为扁平管结构,可以增加竖直管103的分布,进一步提高热量的吸收。

[0060] 进一步优选,水平部分102为方形结构。

[0061] 作为优选,如图5所示,所述的竖直管103为多排,其中相邻两排为错列布置。通过错列布置,可以进一步提高热管的吸热量。

[0062] 作为优选,竖直管103位于相邻排的相邻竖直管103的圆心连接线段的中线的延长线上。即竖直管103的圆心与相邻排的临近的两个竖直管103圆心构成等腰三角形,所述竖直管的圆心位于等腰三角形顶角的点的位置。

[0063] 作为优选,如图6所示,至少两个相邻的竖直管103之间设置连通管107。在研究中发现,在竖直段吸热的过程中,会出现不同位置的吸热管的吸收热量不同,导致竖直管103之间的压力或者温度不同,这样会导致部分竖直管103受热过高,造成寿命缩短,一旦一个竖直管103出现问题,可能导致整个热管出现无法使用的问题。本发明通过大量的研究,在相邻的竖直管设置连通管107,可以在竖直管受热不同而导致压力不同的情况下,可以使得压力大的竖直管103内的流体快速的流向压力小的竖直管103,从而保持整体压力均衡,避免局部过热或者过冷。

[0064] 作为优选,从竖直管103下部向竖直管103上部,相邻的竖直管103之间设置多个连通管107。通过设置多个连通管,能够使得流体在吸热蒸发过程中不断的均衡压力,保证整个竖直管内的压力均衡。

[0065] 作为优选,从竖直管103下部向竖直管103上部,相邻连通管107之间的距离不断减小。此目的是为了设置更多的连通管,因为随着流体的向上流动,流体不断的受热,随着流体不断的受热,不同集热管内的受热越来越不均匀,因此通过上述设置,能够保证在流体流动过程中尽快的达到压力均衡。

[0066] 作为优选,从竖直管103下部向竖直管103上部,相邻连通管之间的距离不断减小的幅度越来越大。通过实验发现,上述设置,能够保证在流体流动过程中更优更快的达到压力均衡。这也是通过大量的研究压力分布变化规律而得来的最佳的连通方式。

[0067] 作为优选,从竖直管103下部向竖直管103上部,连通管107的直径不断增加。此目的是为了设置保证更大的连通面积,因为随着流体的向上流动,流体不断的受热,随着流体不断的受热,不同集热管内的受热越来越不均匀,因此通过上述设置,能够保证在流体流动

过程中尽快的达到压力均衡。

[0068] 作为优选,从竖直管103下部向竖直管103上部,连通管107的直径不断增加的幅度越来越大。通过实验发现,上述设置,能够保证在流体流动过程中更优更快的达到压力均衡。这也是通过大量的研究压力分布变化规律而得来的最佳的连通方式。

[0069] 通过数值模拟和实验发现,竖直管103之间的距离,包括同一排的距离和相邻排之间的距离不能过小,过小会导致热管分布过多,导致每根热管的吸热量不足,过大会导致热管分布太少,导致热管过热,因此本申请通过大量的数值模拟和实验,总结出来热管竖直管103分布的最优化的分布,使得热管既不能吸热量不足,又不能吸热量过大。

[0070] 如图8所示,竖直管103的外径为 d ,同一排的相邻的竖直管103圆心之间的距离为 L ,竖直管103的圆心与相邻排的临近的两个竖直管103圆心构成等腰三角形的顶角为 A ,则满足下面要求:

[0071] $\text{Sin}(A) = a - b \cdot \text{Ln}(d/L)$,其中 Ln 是对数函数, a, b 是参数,满足如下要求:

[0072] $0.095 < a < 0.105, 0.29 < b < 0.31$;

[0073] 进一步优选,所述 $a = 0.1016, b = 0.3043$ 。

[0074] 作为优选,随着 d/L 的逐渐变小, a 越来越大, b 越来越大。

[0075] 作为优选, $15^\circ < A < 80^\circ$ 。

[0076] 进一步优选, $20^\circ < A < 40^\circ$ 。

[0077] $0.1 < d/L < 0.7$,进一步优选, $0.2 < d/L < 0.5$ 。

[0078] 上述经验公式是通过大量数值模拟和实验得到,通过上述关系式得到的结构,能够实现最优化的热管结构,而且经过试验验证,误差基本上在3%以内。

[0079] 热管的吸热能力900—1100W,进一步优选为1000W;

[0080] 烟气的温度90—110摄氏度,进一步优选为100℃。

[0081] 图4所示的热管水平部分优选为正方形,边长为400—600毫米,进一步优选为500毫米。

[0082] 竖直管103外径 d 为9—12毫米,进一步优选为11mm。

[0083] 作为优选,如图5所示,所述系统中包括了两个热管,所述两个热管的水平部分102分别朝向相对的方向延伸。通过设置两个对称的热管,可以在不同方向上吸热,满足换热的需求。

[0084] 作为优选,本发明包括燃煤烟气污染物的脱除装置,包括静电除尘段、静电/超声耦合除尘段和等离子/超声耦合催化场除尘段,其中静电除尘段设置在前部,里面设置收尘极板2并在静电除尘段产生静电场,下方设置灰斗6,静电/超声耦合除尘段设置在静电除尘段的后面,在内部产生静电场,静电/超声耦合除尘段内设置有收尘极板和超声波发生端,超声波发生端与外部的超声波发生器3连接;等离子/超声耦合催化场除尘段设置在静电/超声耦合除尘段后面,等离子/超声耦合催化场除尘段内设置等离子体反应器和超声波发生端,超声波发生端与外部的超声波发生器连接。

[0085] 所述燃煤烟气污染物的脱除装置可以单独进行设置,进行单独保护,也可以和前面的余热利用装置一起设置。

[0086] 本发明对原有的静电除尘器进行改造,通过分为三个不同的段,每个段都有针对性的除去不同的污染物,不仅能够很好的实现烟气中大颗粒物的脱除,而且通过超声波对

颗粒的凝并团聚作用,可有效脱除细颗粒物,解决原静电除尘器对PM10以及PM2.5脱除效果不理想的弊端。运用等离子体技术对有机污染物的降解作用,结合超声波的高频分散效应,高效降解烟气中的有机污染物。本发明在实现燃煤烟气高效除尘同时实现有机物的脱除。

[0087] 本发明通过这三个阶段先后顺序的合理的搭配,避免了颗粒对除尘效果的影响,使得除尘效果达到最佳。相反,通过大量的实验发现,如果将三个阶段的顺序不按照本申请进行排列,则污染物排出的效果明显的不好。

[0088] 作为优选,静电除尘段、静电/超声耦合除尘段采用宽极距、高电压的常规多场设计方式,同极距300mm-400mm,运行电压不超过80kV;作为优选,所述静电除尘段为两级,分别是第一级和第二级。通过设置两级除尘,可以更加高效的将大颗粒,例如PM10以上的去除。

[0089] 作为优选,静电除尘段第一级和第二级的电场强度不同。进一步优选,所述第二级的电场强度小于第一级的电场强度。主要是因为通过第一级的除尘,烟气中含有的大颗粒下降,因此通过减少电场强度,可以使得在采用较少能源的情况下达到基本相同的效果。

[0090] 作为优选,每级设置多个收尘极板2,所述收尘极板2相互平行;收尘极板之间均匀布置若干电晕极;收尘极板表面设有清灰装置,清除极板表面的灰尘,落于壳体下方的灰斗,被输灰装置带走。

[0091] 作为优选,所述电晕极与高压电源相连,与收尘极板2之间建立电场。

[0092] 所述高压电源的高压是不超过80kV(单位)。

[0093] 作为优选,静电除尘段入口设置PM10粉尘检测仪,用于检测入口位置的PM10浓度N1,PM10粉尘检测仪与控制器数据连接,所述控制器14根据检测的PM10浓度自动控制电场的强度。

[0094] 可以在控制器14中设置一个控制函数,控制器根据控制函数自动调整电场的大小。所述控制函数 $E = F(N1)$,其中E是电场的强度,N1是PM10浓度数据,其中 $F'(N1) > 0$, $F''(N1) > 0$,其中 $F'(N1)$ 、 $F''(N1)$ 是 $F(N1)$ 的一次导数和二次导数。上述的公式表明,随着PM10浓度的增加,电场强度越来越大,而且增长的幅度也越来越大。上述公式的关系是通过大量实验得到的,因为随着浓度增加,需要的电场强度越来越大,但是电场强度并不是与PM10浓度的增加呈正比例增加,而是增加的幅度越来越大,只有这样,才能更好的满足烟气处理的需要。

[0095] 所述的控制器14能够实现根据颗粒物浓度自动的调整电场强度。控制方式如下:假设电场强度E的时候,PM10浓度N1,表示满足一定条件的过滤效果。上述的电场强度E、PM10浓度N1为基准数据。所述的基准数据存储存储在控制器14中。

[0096] 当PM10浓度变成n1的时候,电场强度e变化如下:

[0097] $e = E * (n1/N1)^a$,其中a为参数, $1.09 < a < 1.13$;优选的, $a = 1.10$;

[0098] $0.85 < n1/N1 < 1.15$ 。

[0099] 通过上述的公式,可以实现根据颗粒物浓度智能净化烟气的功能,节约了电能。

[0100] 作为优选,可以在控制器14中输入多组基准数据。当出现两组或者多组基准数据情况下,可以提供用户选择的基准数据的界面,优选的,系统可以自动选择 $(1 - n1/N1)^2$ 的值最小的一个。

[0101] 控制器通过控制向电晕极的供电功率的大小来控制电场的强度。

[0102] 通过上述的智能控制,自动根据颗粒物浓度来控制电场的大小,从而实现系统的智能化操作,而且还可以达到节约能源的要求,进一步提高烟气的污染物脱除效果。

[0103] 作为优选,所述系统还具有修正功能。作为优选,在静电除尘段出口设置PM10粉尘检测仪,用于检测静电除尘段出口的过滤后的PM10的浓度。如果检测的过滤后的PM10浓度超过规定浓度的一定程度时,例如优选超过5%时,此时控制器14自动控制增加电场强度,当检测的过滤后的PM10浓度在规定的浓度的一定范围内时,例如优选超过规定浓度的数据小于5%时,则控制器14自动将新的电场强度E、静电除尘段入口检测的PM10的浓度作为基准数据存储在控制器14。

[0104] 上述的修正功能可以定期进行,也可以在运行中自动进行。

[0105] 作为优选,存储的新的基准数据的优先级要高于以前的基准数据。

[0106] 作为优选,存储上新的基准数据后,以前的基准数据自动删除。

[0107] 通过智能的存储基准数据,能够进一步的根据具体情况来调整数据,实现尾气的智能除尘,节约能源。

[0108] 作为优选,所述第一级入口和第二级入口分别设置PM10粉尘检测仪,所述控制器根据第一级入口和第二级入口的PM10粉尘检测仪检测的数据分别独立控制第一级和第二级内的电场强度。

[0109] 所述静电/超声耦合除尘段为两级,分别是第三级和第四级,等离子/超声耦合催化场除尘段是一级,是第五级。

[0110] 所述三、四级静电/超声耦合除尘段,静电场的建立与一、二级相同;装置内设置超声波发生端,超声波发生端与超声波发生器3连接,建立超声场。

[0111] 作为优选,静电/超声耦合除尘段入口段设置pm2.5检测仪,用于检测入口位置的pm2.5的浓度N2,pm2.5检测仪与控制器14数据连接,所述控制器根据检测的pm2.5浓度N2的数据来自动调整超声波发生器3的功率。

[0112] 可以在控制器14中设置一个控制函数,控制器根据控制函数自动调整超声波发生器3的功率的大小。所述控制函数 $S=F(N2)$,其中S是超声波发生器的功率,N2是pm2.5浓度数据,其中 $F'(N2)>0, F''(N2)>0$,其中 $F'(N2)、F''(N2)$ 是 $F(N1)$ 的一次导数和二次导数。上述的公式表明,随着pm2.5浓度的增加,超声波发生器的功率越来越大,而且增长的幅度也越来越大。上述公式的关系是通过大量实验得到的,因为随着浓度增加,需要的超声波发生器的功率越来越大,但是超声波发生器的功率并不是与pm2.5浓度的增加呈正比例增加,而是增加的幅度越来越大,只有这样,才能更好的满足烟气处理的需要。

[0113] 所述的控制器14能够实现根据颗粒物浓度自动的调整超声波发生器的功率。控制方式如下:假设超声波发生器的功率S的时候,pm2.5浓度N2,表示满足一定条件的过滤效果。上述的超声波发生器的功率S、pm2.5浓度N2为基准数据。所述的基准数据存储在控制器14中。

[0114] 当pm2.5浓度变成n2的时候,超声波发生器的功率s变化如下:

[0115] $s=S*(n2/N2)^b$,其中b为参数, $1.10<b<1.12$;优选的, $b=1.11$;

[0116] $0.85<n1/N2<1.15$ 。

[0117] 通过上述的公式,可以实现根据颗粒物浓度智能净化烟气的功能,节约了电能。

[0118] 作为优选,可以在控制器14中输入多组基准数据。当出现两组或者多组基准数据

情况下,可以提供用户选择的基准数据的界面,优选的,系统可以自动选择 $(1-n2/N2)^2$ 的值最小的一个。

[0119] 通过上述的智能控制,自动根据颗粒物浓度和空气流量来控制超声波发生器3功率的大小,从而实现系统的智能化操作,而且还可以达到节约能源的要求,进一步提高烟气的污染物脱除效果。

[0120] 作为优选,所述系统还具有修正功能。作为优选,在静电/超声耦合除尘段设置PM2.5粉尘检测仪,用于检测静电/超声耦合除尘段出口的过滤后的PM2.5的浓度。如果检测的过滤后的PM2.5浓度超过规定浓度的一定程度时,例如优选超过5%时,此时控制器14自动控制增加电场强度,当检测的过滤后的PM2.5浓度在规定浓度的一定范围内时,例如优选超过规定浓度的数据小于5%时,则控制器14自动将新的电场强度E、静电/超声耦合除尘段入口检测的PM2.5的浓度作为基准数据存储存储在控制器14。

[0121] 上述的修正功能可以定期进行,也可以在运行中自动进行。

[0122] 作为优选,存储的新的基准数据的优先级要高于以前的基准数据。

[0123] 作为优选,存储上新的基准数据后,以前的基准数据自动删除。

[0124] 通过智能的存储基准数据,能够进一步的根据具体情况来调整数据,实现尾气的智能除尘,节约能源

[0125] 作为优选,所述第三级入口和第四级入口分别设置pm2.5检测仪,所述控制器根据第三级入口和第四级入口的PM2.5检测仪检测的数据分别独立控制第三级和第四级内的超声波发生器功率的大小。

[0126] 作为优选,如图3所示,等离子体反应器采用线-板式结构,包括接地极板4、陶瓷板7、电晕极8和高压交流电源9,接地极板4接地,陶瓷板7覆盖在极板4上形成线板,陶瓷板7作为阻挡介质,形成介质阻挡放电,同时负载催化剂,作为催化剂载体;所述电晕极8设置在两块线板的相对的陶瓷板7之间。

[0127] 超声场的建立与与第三级、第四级相同。

[0128] 作为优选,相对的陶瓷板7的相对的面之间的间距不超过5cm。

[0129] 作为优选,所述末级等离子/超声耦合催化场,采用线-板式等离子体反应器结构,采用介质阻挡放电方式产生等离子体。等离子体反应器平行布置若干电极板,中间均匀布置若干电晕线,电极表面贴付陶瓷板作为阻挡介质和催化剂载体。

[0130] 一种利用前面所述的装置进行燃煤烟气污染物的脱除方法,包括以下步骤:

[0131] 1) 燃煤烟气进入静电除尘段,烟气中的颗粒物在静电除尘段的静电场中被吸附到收尘极板,经过清灰装置落入下方的灰斗,被输灰装置带走,静电除尘段脱除烟气中的颗粒物,特别是PM10以上的颗粒物;

[0132] 2) 烟气从静电除尘段进入静电/超声耦合除尘段,通过静电/超声耦合场,颗粒在超声场中做激烈的机械振动,粒子的动能增加,粒子碰撞的机会也增加,粒子之间的内聚力通常使两个粒子在碰撞后凝聚在一起,通过不断地碰撞凝并使小颗粒变成大颗粒,易被静电吸附脱除,可有效脱除烟气中PM2.5以下的颗粒物;

[0133] 3) 烟气从静电/超声耦合除尘段进入等离子/超声耦合催化场除尘段,通过介质阻挡放电在等离子体反应器中产生大量的等离子体,包括高能粒子和活性物质;高能粒子和活性物质与烟气中的有机污染物发生复杂的物理化学反应,降解有机物;介质挡板负载催

化剂对有机物的脱除起到催化作用;超声波的高频分散作用促进有机物与活性物质及催化剂的反应,增强脱除效果。

[0134] 本发明的工作原理:本发明对原有的电除尘器进行改造,其中一、二级为常规电场,三、四级为静电/超声耦合场,末级为等离子/超声耦合催化场。燃煤烟气进入静电除尘器,在一、二级的常规静电场中,颗粒物荷电后被收尘极板吸附,放电后粘附在收尘极板上,经过清灰装置清除后,落入下方的灰斗,在静电场中烟气中的颗粒物(特别是PM10以上的颗粒物)被高效脱除。经过三、四级静电/超声耦合场,颗粒在超声场中做激烈的机械振动,粒子的动能增加,粒子碰撞的机会也增加,粒子之间的内聚力通常使两个粒子在碰撞后凝聚在一起,通过不断地碰撞凝并使小颗粒变成大颗粒,易被静电吸附脱除,可有效脱除烟气中PM2.5以下的颗粒物。末级的等离子体含有大量的高能粒子和活性物质,可氧化降解烟气中的有机污染物,协同负载催化剂的催化作用、超声波高频分散,高效脱除有机污染物。

[0135] 作为优选,燃煤烟气污染物的脱除装置设置在余热利用装置的前部。

[0136] 虽然本发明已以较佳实施例披露如上,但本发明并非限于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

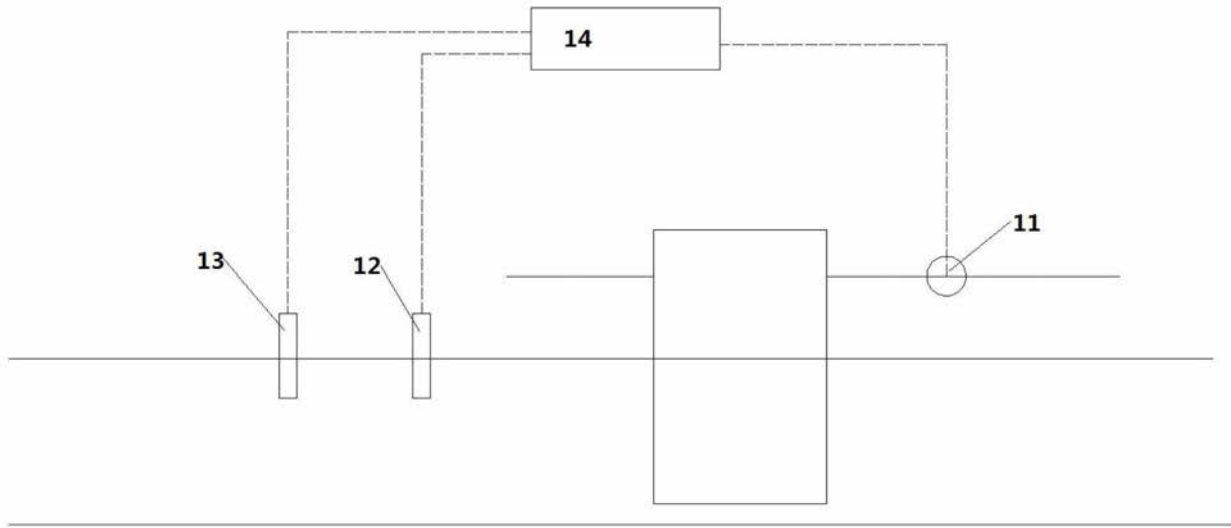


图1

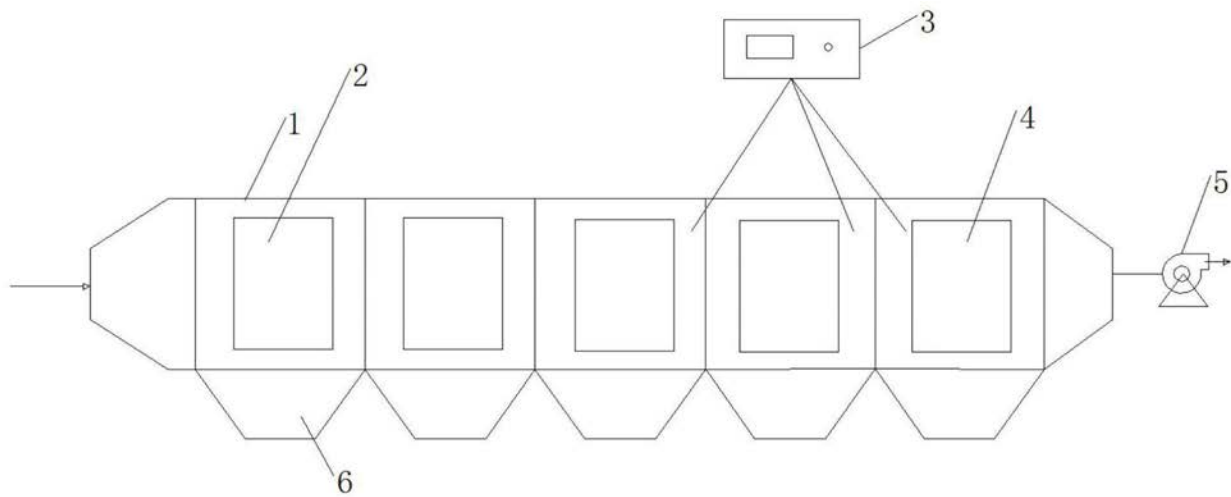


图2

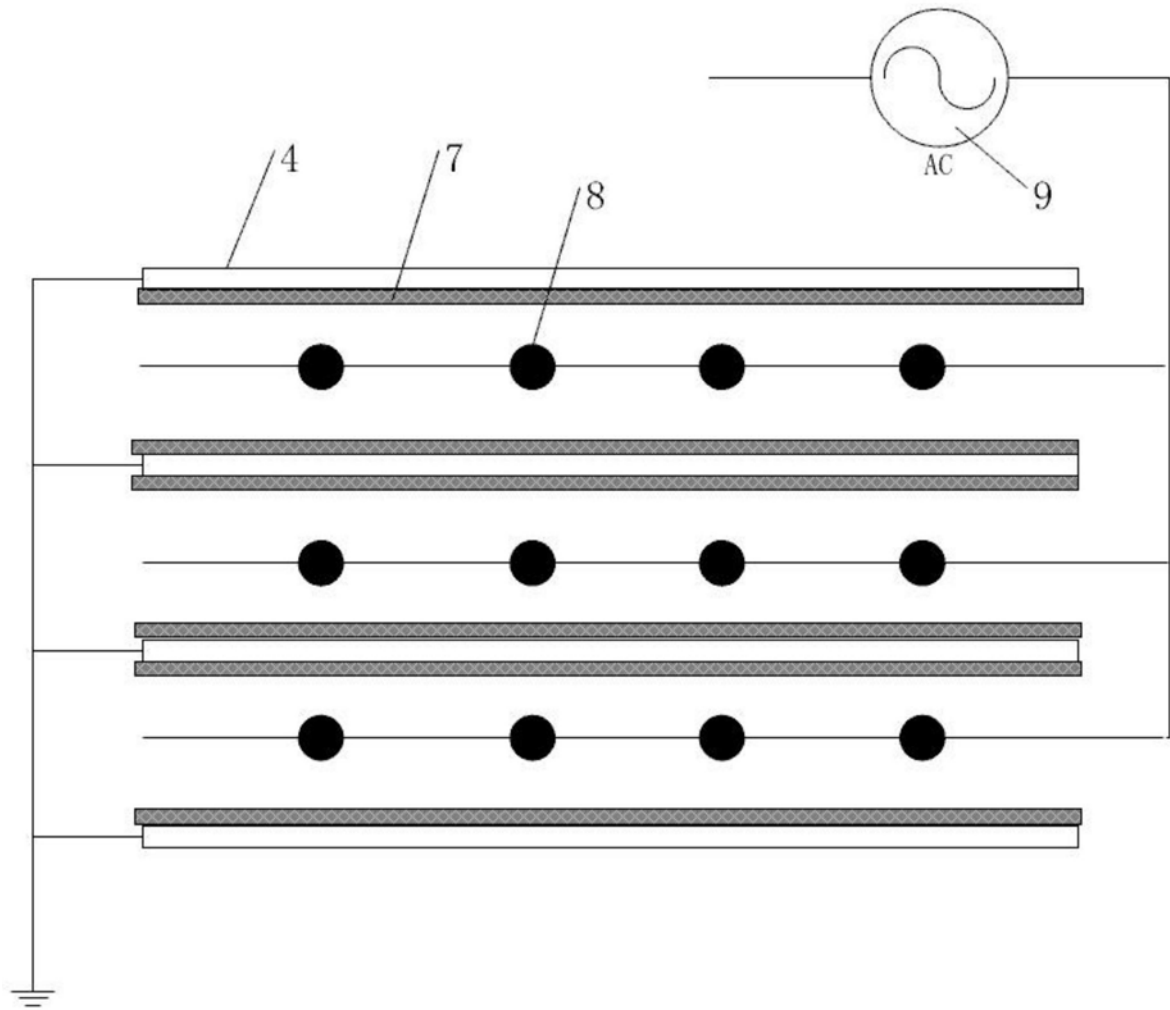


图3

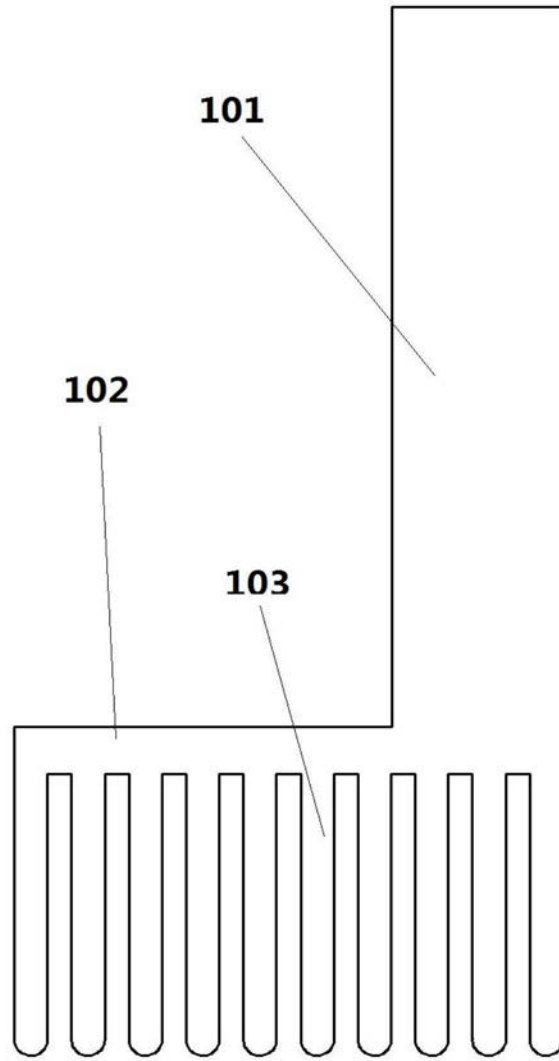


图4

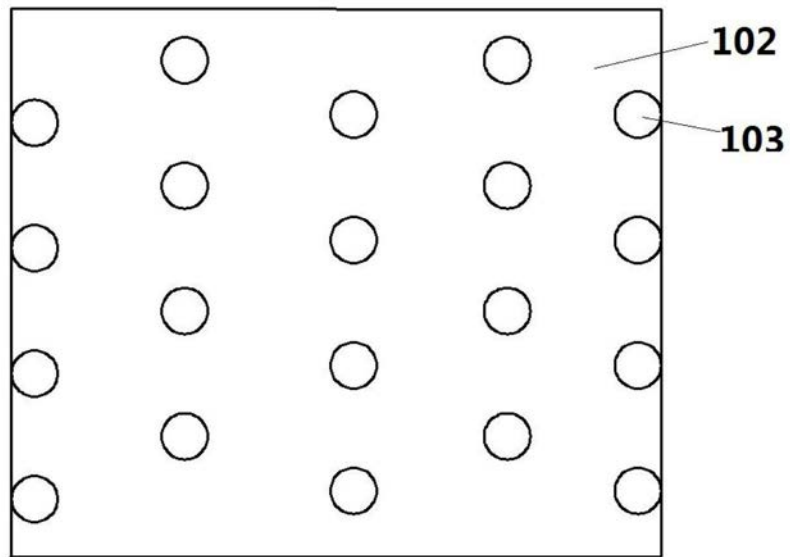


图5

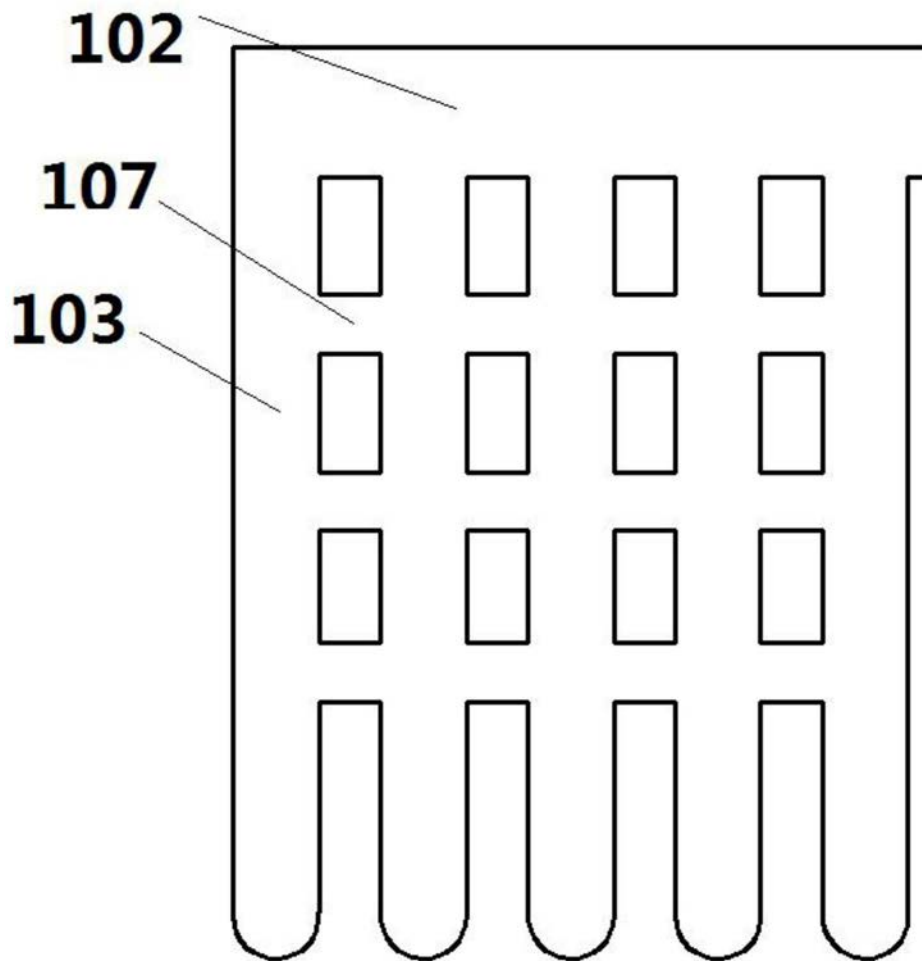


图6

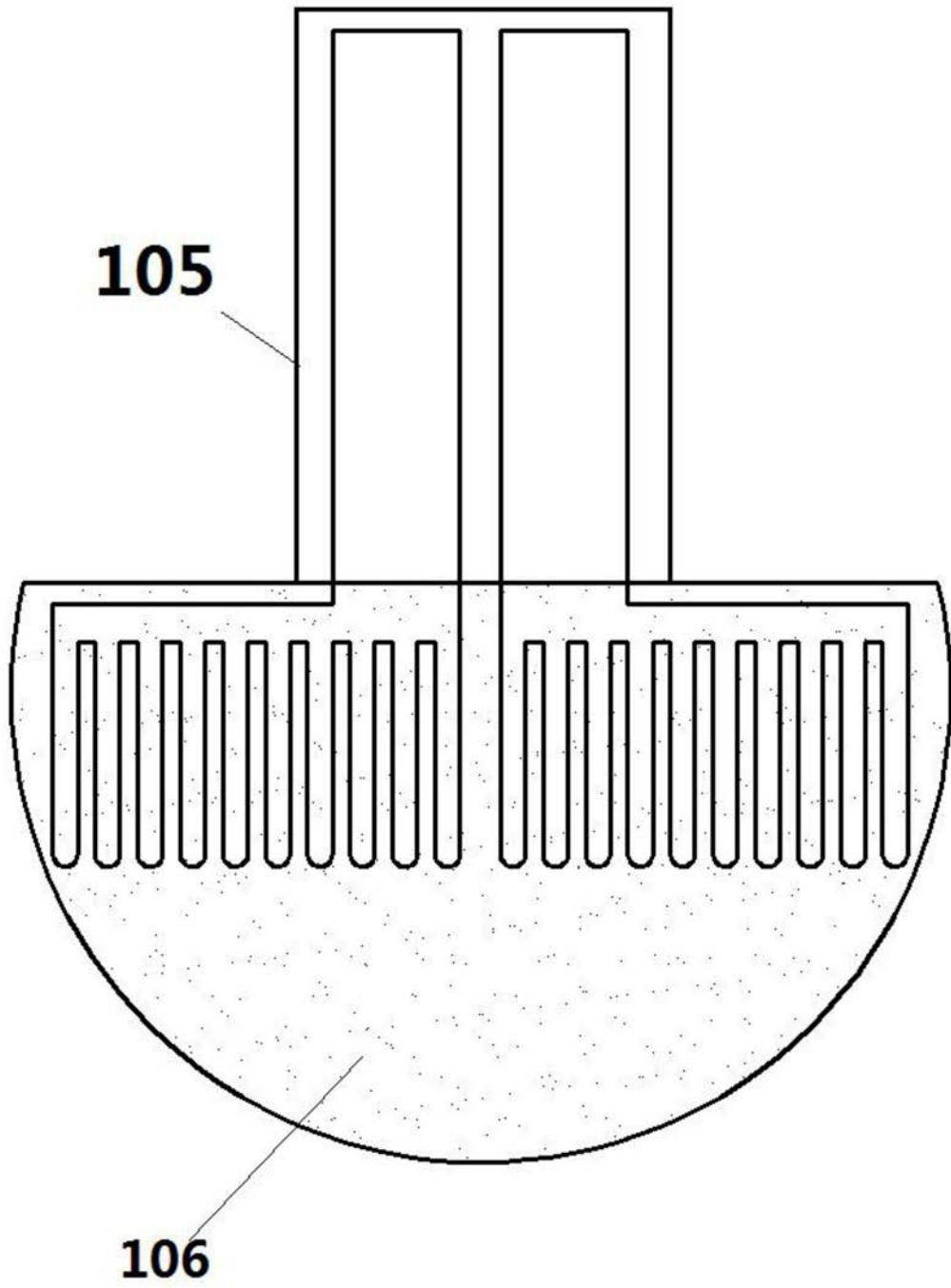


图7

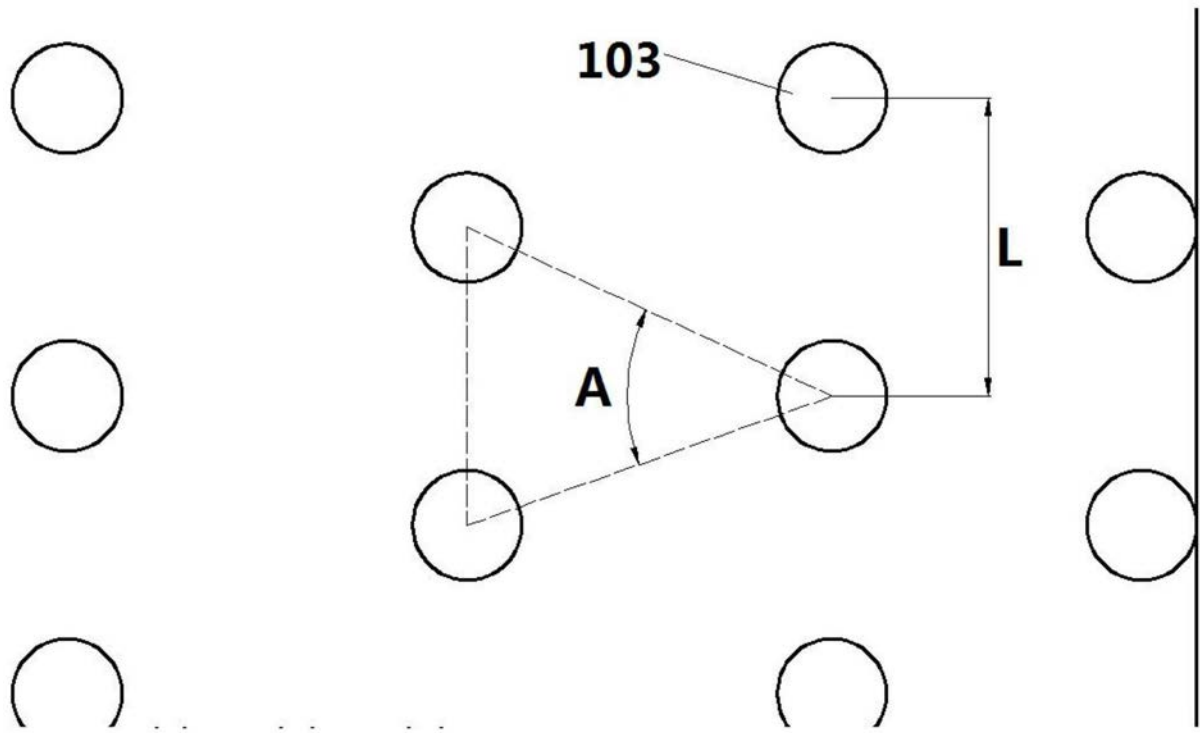


图8