



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110496704 B

(45) 授权公告日 2021. 01. 19

(21) 申请号 201910721897.X

(22) 申请日 2019.08.06

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110496704 A

(43) 申请公布日 2019.11.26

(73) 专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72) 发明人 杨富鑫 李正鸿 刘鹤欣 谭厚章

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

代理人 李鹏威

(51) Int.Cl.

B03C 3/014 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102416363 A, 2012.04.18

CN 102527516 A, 2012.07.04

CN 204220293 U, 2015.03.25

CN 108905485 A, 2018.11.30

CN 203972137 U, 2014.12.03

CN 106984437 A, 2017.07.28

EP 1556169 A1, 2005.07.27

WO 2015054862 A1, 2015.04.23

审查员 刘慧丽

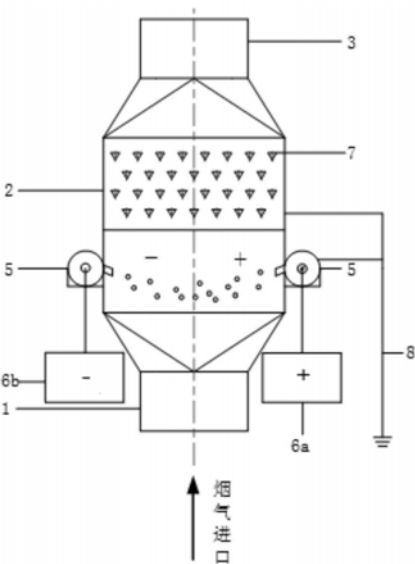
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置

(57) 摘要

本发明公开的一种双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置,属于工业烟粉尘颗粒物排放控制技术领域。烟气中的细颗粒经超声波雾化器产生的雾化液滴,改善了细颗粒的粘附特性;同时雾化液滴带有正、负电荷,极大地提高了颗粒之间的团聚效果,解决了细颗粒直接荷电效果不佳的问题。颗粒经过碰撞、粘附、团聚,流经烟道扰流柱时,在湍流效应作用下进一步加剧了互相之间的碰撞团聚。本发明结构设计合理,将雾化吸附、电团聚、湍流团聚技术结合,利用荷电水雾,通过多重耦合协同作用,增强了烟气中细颗粒的团聚效果,提高了细颗粒物的脱除效率,减少了烟气中细小颗粒物排放。



1. 一种双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置,其特征在于,包括装置壳体(2),装置壳体(2)从下到上依次设有渐扩入口(1)、荷电水雾截留段、湍流团聚段和渐缩出口(3);

荷电水雾截留段两侧分别相对设有雾化荷电装置(5),雾化荷电装置(5)连接有超声波雾化器(4)和高压电源(6),其中一个高压电源(6)为正极高压电源(6a),另一个为负极高压电源(6b);

雾化荷电装置(5)包括管道壳体(5c),管道壳体(5c)与装置壳体(2)连接,管道壳体(5c)上设有若干水雾喷管(5d),水雾喷管(5d)与管道壳体(5c)内腔连通并伸入装置壳体(2)内部,水雾喷管(5d)管口朝向渐扩入口(1),水雾喷管(5d)与水平面的夹角为 $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ;管道壳体(5c)内壁套设有接地金属网(5b),管道壳体(5c)的中心设置有高压电极线(5a),高压电极线(5a)与高压电源(6)连接;管道壳体(5c)的一端为水雾进口端,水雾进口端设有管盖(5e),管盖(5e)上设有若干水雾进口通道(5h),水雾进口通道(5h)与超声波雾化器(4)连接;管道壳体(5c)内部设有具有绝缘、疏水性能的填充材料(5g),填充材料(5g)的截面积沿管道壳体(5c)的水雾进口端到另一端递增;

湍流团聚段设有若干烟道扰流柱(7),烟道扰流柱(7)的两端与装置壳体(2)连接;

烟气经渐扩入口(1)流入装置壳体(2)内,烟气中的细颗粒物与雾化荷电装置(5)产生的荷电雾化液滴经碰撞、粘附、长大后,流经烟道扰流柱(7)时,在湍流效应作用下加剧碰撞团聚,从渐缩出口(3)流出。

2. 根据权利要求1所述的双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置,其特征在于,管道壳体(5c)的水雾进口端设有能够使凝结水流出的排水孔。

3. 根据权利要求2所述的双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置,其特征在于,管道壳体(5c)倾斜放置,与水平面的夹角为 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ,管道壳体(5c)的水雾进口端低于另一端。

4. 根据权利要求1所述的双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置,其特征在于,高压电极线(5a)形状为星型、麻花型或鱼骨针型,高压电极线(5a)中心圆柱的材质为铜或304不锈钢。

5. 根据权利要求1所述的双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置,其特征在于,接地金属网(5b)采用304不锈钢筛网制成;接地金属网(5b)紧贴管道壳体(5c);装置壳体(2)和管道壳体(5c)连接有接地线(8)。

6. 根据权利要求1所述的双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置,其特征在于,烟道扰流柱(7)为三棱柱、圆柱或截面为Y型、Z型的型材;烟道扰流柱(7)采用交错阵列排布。

7. 根据权利要求1所述的双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置,其特征在于,超声波雾化器(4)采用双管雾化器,超声波雾化器(4)产生的雾化液滴的直径为 $1\sim 5\mu\text{m}$ ,雾化液滴的温度低于烟气的温度。

## 一种双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于工业烟粉尘颗粒物排放控制技术领域,具体涉及一种双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置。

### 背景技术

[0002] 细颗粒物是导致雾霾天气的主要原因,近年来,细颗粒物污染已经成为社会关注的重点问题,特别是动力学当量直径小于 $2.5\mu\text{m}$ 的颗粒( $\text{PM}_{2.5}$ ),能够在空气中长时间悬浮和远距离输送,而且由于其颗粒粒径小,比表面积大,容易直接或间接的吸附空气中的重金属和其他有毒物质,进入人体,给人类带来呼吸性疾病。目前电厂常用的除尘设备有电除尘装置、布袋除尘装置、湿法除尘装置及传统除尘设备等,其中静电除尘装置具有能耗低、效率高、烟气处理量大、技术成熟等优点,因此应用最为广泛。虽然静电除尘器装置除尘效率高达99.9%,但由于其荷电机理,对 $0.1\text{--}1\mu\text{m}$ 的颗粒存在穿透窗口,脱除效率不高。目前通常采用团聚技术促进颗粒物的长大,进而对它们进行有效脱除。目前团聚技术主要有:湍流团聚、声团聚、化学团聚、磁团聚、相变团聚等。其中电团聚及湍流团聚由于技术成熟,装置简单,被广泛应用于工业行业中。

[0003] 公开号为CN109692541A的中国专利“一种烟气高效除尘器”公布了一种烟气高效除尘器,在除尘器内依次设有复挡脱水除尘装置、超细喷雾装置、高效捕雾器和脱水除尘装置;依靠复挡脱水除尘装置将进入的烟气脱水除尘,利用超细喷雾装置喷出雾化水滴,使雾化水滴收集烟气中的粉尘细小颗粒并且与粉尘细小颗粒碰撞后形成含尘雾滴进行脱除。该装置结构复杂,且仅依靠雾滴进行细小颗粒脱除,脱除效率有待商榷。

[0004] 公开号为CN108704421A的中国专利“双极荷电和声波协同作用的颗粒物凝并装置及工艺”公布了一种颗粒物凝并装置,包括声波发生器、号角、圆筒、正荷电进风口、负荷电进风口、扰流挡板、出风口、锥筒、颗粒物出口管和颗粒物收集腔,利用双极荷电和声波协同作用的颗粒物凝并装置进行颗粒物凝并。该装置对颗粒物直接荷电,由于荷电机理,对细小颗粒物凝并能力有限。

### 发明内容

[0005] 为了解决上述现有技术中存在的缺陷,本发明的目的在于提供一种双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置,该装置结构设计合理,利用多种耦合协同作用,能够很好地提高烟气中细颗粒的团聚作用,减少颗粒物的排放。

[0006] 本发明是通过以下技术方案来实现:

[0007] 本发明公开了一种双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置,包括装置壳体,装置壳体从下到上依次设有渐扩入口、荷电水雾截留段、湍流团聚段和渐缩出口;

[0008] 荷电水雾截留段两侧分别相对设有雾化荷电装置,雾化荷电装置连接有超声波雾化器和高压电源,其中一个高压电源为正极高压电源,另一个为负极高压电源;

[0009] 雾化荷电装置包括管道壳体,管道壳体与装置壳体连接,管道壳体上设有若干水

雾喷管,水雾喷管与管道壳体内腔连通并伸入装置壳体内部;管道壳体内壁套设有接地金属网,管道壳体的中心设置有高压电极线,高压电极线与高压电源连接;管道壳体的一端为水雾进口端,水雾进口端设有管盖,管盖上设有若干水雾进口通道,水雾进口通道与超声波雾化器连接;

[0010] 湍流团聚段设有若干烟道扰流柱,烟道扰流柱的两端与装置壳体连接;

[0011] 烟气经渐扩入口流入装置壳体内,烟气中的细颗粒物与雾化荷电装置产生的荷电雾化液滴经碰撞、粘附、长大后,流经烟道扰流柱时,在湍流效应作用下加剧碰撞团聚,从渐缩出口流出。

[0012] 优选地,水雾喷管管口朝向渐扩入口,水雾喷管与水平面的夹角为 $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。

[0013] 优选地,管道壳体的水雾进口端设有能够使凝结水流出的排水孔。

[0014] 进一步优选地,管道壳体倾斜放置,与水平面的夹角为 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ,管道壳体的水雾进口端低于另一端。

[0015] 优选地,管道壳体内部设有具有绝缘、疏水性能的填充材料。

[0016] 进一步优选地,填充材料的截面积沿管道壳体的水雾进口端到另一端递增。

[0017] 优选地,高压电极线形状为星型、麻花型或鱼骨针型,高压电极线中心圆柱的材质为铜或304不锈钢。

[0018] 优选地,接地金属网采用304不锈钢筛网制成;接地金属网紧贴管道壳体;装置壳体和管道壳体连接有接地线。

[0019] 优选地,烟道扰流柱为三棱柱、圆柱或截面为Y型、Z型的型材;烟道扰流柱采用交错阵列排布。

[0020] 优选地,超声波雾化器采用双管雾化器,超声波雾化器产生的雾化液滴的直径为 $1\sim 5\mu\text{m}$ ,雾化液滴的温度低于烟气的温度。

[0021] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0022] 本发明公开的一种双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置,烟气经渐扩入口进入装置,减小了烟气进入装置后的速度,提高了停留时间,加强了细小颗粒物的团聚;烟气中的细颗粒经超声波雾化器产生的雾化液滴湿润后,改善了细颗粒的粘附特性;而且雾化液滴带有正、负电荷,极大地提高了颗粒之间的吸附效果,解决了细颗粒直接荷电脱除效果不佳的问题。颗粒经过碰撞、粘附、长大,在流经烟道扰流柱时,在湍流效应作用下进一步加剧了互相之间的碰撞团聚,从而凝聚成更大的颗粒。本发明结构设计合理,将雾化吸附、电团聚、湍流团聚技术结合,通过多重耦合协同作用,利用水雾对细颗粒的截留作用,再加上惯性力、重力、库仑力、镜像力、布朗运动等多种作用力,很好的提高了烟气中细颗粒的团聚效果,减少了烟气中细小颗粒物排放。

[0023] 进一步地,水雾喷管管口朝向渐扩入口烟气进入装置的方向,与来流烟气形成对流,提高了水雾液滴与细小颗粒物的碰撞概率,加强了对细小颗粒物的截留作用。水雾喷管与水平面的夹角为 $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ,避免了大颗粒物下落淤积堵塞水雾喷管。

[0024] 进一步地,管道壳体水雾进口端设有排水孔,能够使积水流出,避免运行过程中积水过多导致放电效果不佳,装置效率下降。

[0025] 更进一步地,管道壳体倾斜 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 放置,能够使积水更顺利的流出。

[0026] 进一步地,管道壳体内部设有具有绝缘、疏水性能的填充材料,使管道壳体内壁不

会对荷电水雾产生吸附作用,影响装置的效率。

[0027] 更进一步地,填充材料的截面积沿管道壳体的水雾进口端到另一端递增,使管道壳体内部的压强也沿管道壳体的水雾进口端到另一端递增,提高各水雾喷管雾化量的均匀性。

[0028] 进一步地,高压电极线形状为星型、麻花型或鱼骨针型,尖端放电的效果好、荷电效率高。

[0029] 进一步地,装置壳体和管道壳体均与接地线连接,防止漏电,提高了装置的安全性能。

[0030] 进一步地,烟道扰流柱采用三棱柱、圆柱,或截面为Y型、Z型的型材,在烟道扰流柱后部产生涡旋,保证了颗粒碰撞的次数,提高团聚效率。烟道扰流柱交错阵列排布,进一步提高了湍流效应。

[0031] 进一步地,双管雾化器的效率高、加湿量大且精准可控,产生的雾化液滴直径能够很好地吸附烟气中的细颗粒。控制雾化液滴的温度远低于烟气的温度,比如双管雾化器采用常温水作为水源,使烟气中的细颗粒在热泳力的作用下,能够更好地向荷电水雾移动并粘附与荷电水雾,进而团聚长大。

## 附图说明

[0032] 图1为本发明的整体示意图;

[0033] 图2为本发明的整体结构示意图;

[0034] 图3为本发明雾化荷电装置的正视截面图;

[0035] 图4为本发明雾化荷电装置的俯视截面图;

[0036] 图5为本发明雾化荷电装置的左视图;

[0037] 图6为本发明雾化荷电装置的管盖的结构示意图;

[0038] 图7为本发明的使颗粒雾化荷电团聚的原理图。

[0039] 图中:1为渐扩入口,2为装置壳体,3为渐缩出口,4为超声波雾化器,5为雾化荷电装置,5a为高压电极线,5b为接地金属网,5c为管道壳体,5d为水雾喷管,5e为管盖,5f为高压电极线固定装置,5g为填充材料,5h为水雾进口通道;6为高压电源,6a为正极高压电源,6b为负极高压电源;7为烟道扰流柱,8为接地线,A为荷电水雾对细小颗粒截留区域,B为带有颗粒的荷电水雾相互碰撞区域,C为水雾蒸发后的颗粒团聚区域。

## 具体实施方式

[0040] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述,其内容是对本发明的解释而不是限定:

[0041] 如图1、图2,为本发明的一种双极雾化预荷电的细颗粒物团聚装置,包括装置壳体2,装置壳体2从下到上依次设有渐扩入口1、荷电水雾截留段、湍流团聚段和渐缩出口3,装置壳体2内部连接有真空泵使装置壳体2内部保持负压。超声波雾化器4优选采用双管雾化器,超声波雾化器4产生的雾化液滴的直径为 $1\sim 5\mu\text{m}$ ,雾化液滴的温度远低于烟气的温度,一般地,采用常温水即可。

[0042] 荷电水雾截留段两侧分别相对设有雾化荷电装置5,雾化荷电装置5连接有超声波

雾化器4和高压电源6,其中一个高压电源6为正极高压电源6a,另一个为负极高压电源6b。高压电极线5a可以采用星型、麻花型或鱼骨针型,高压电极线5a中心圆柱的材质为铜或304不锈钢。接地金属网5b采用304不锈钢筛网制成;接地金属网5b紧贴管道壳体5c设置;装置壳体2和管道壳体5c连接有接地线8。

[0043] 如图3、图4,雾化荷电装置5包括管道壳体5c,管道壳体5c与装置壳体2连接,管道壳体5c上设有若干水雾喷管5d,水雾喷管5d与管道壳体5c内腔连通并伸入装置壳体2内部;水雾喷管5d管口朝向渐扩入口1即烟气的来流方向,水雾喷管5d与水平面的夹角 $\alpha$ 为 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。管道壳体5c内部设有具有绝缘、疏水性能的填充材料5g,如聚四氟乙烯、有机玻璃等,填充材料5g的截面积沿管道壳体5c的水雾进口端到另一端递增,即在垂直于水雾喷管5d的方向上沿管道壳体5c倾斜布置,水雾进口端少,另一端多。

[0044] 管道壳体5c内壁套设有接地金属网5b,管道壳体5c的中心设置有高压电极线5a,高压电极线5a与高压电源6连接;如图5,管道壳体5c倾斜放置,与水平面的夹角 $\beta$ 为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ,管道壳体5c的一端为水雾进口端,管道壳体5c的水雾进口端低于另一端。如图6,水雾进口端设有管盖5e,管盖5e上设有若干水雾进口通道5h,水雾进口通道5h与超声波雾化器4连接;还设有能够使凝结水流出的排水孔。

[0045] 湍流团聚段设有若干烟道扰流柱7,烟道扰流柱7的两端固定在装置壳体2上,可以采用焊接的形式,也可以采用可拆卸的固定连接件如螺栓螺母进行连接。烟道扰流柱7为三棱柱、圆柱或截面为Y型、Z型的型材;烟道扰流柱7可以顺排齐整阵列排布,也可以交错阵列排布。

[0046] 在本发明的一个实施例中,部分主要部件进行以下选型:

[0047] 1) 管道壳体5c侧面开设6~8个50mm的孔,焊接水雾喷管5d。

[0048] 2) 高压电极线5a中心采用4~6mm的圆柱铜线。

[0049] 3) 接地金属网5b外径为95mm,丝径为2mm。

[0050] 4) 烟道扰流柱7采用边长为50~70mm的三棱柱,每排均匀布置8~10根,错排排列6~8排。

[0051] 5) 超声波雾化器4采用双管雾化器,出雾口径为110mm,产生的雾化液滴直径控制在 $1-5\mu\text{m}$ 范围内,水雾温度为常温或低于烟气温度,功率为900w,加湿量可控制在9kg/h以内,满足装置颗粒物吸附要求。

[0052] 如图7,本发明的装置在工作时:

[0053] 荷电水雾与颗粒物的结合碰撞主要经历了以下三个路径:

[0054] 1、烟气自下而上进入装置,而由于水雾喷管口斜向下和液滴重力的原因,荷电水雾将向斜下方移动,在此过程中,烟气中的细颗粒与荷电水雾将会形成对流,充分碰撞接触,由于液滴表面的粘性力,以及由于荷电而产生的镜像力,将会使颗粒附着在液滴的表面,并携带一定的电,如A段所示;

[0055] 2、水雾荷电装置分为正极水雾荷电装置和负极水雾荷电装置,分别放置于装置壳体的两侧,产生的正负荷电水雾将从两侧进入装置内部,由于库仑力的作用,两侧的荷电水雾将向中部区域移动,移动过程中与细颗粒物碰撞、粘附,将会使颗粒以雾化液滴为核不断长大,如B段所示;

[0056] 3、烟气经装置渐扩入口后,颗粒速度将会降低,在装置内部的停留时间增长,同时

在重力、惯性力、库仑力、镜像力,布朗运动等的作用下,将会促使颗粒与液滴的充分碰撞长大,如C段所示。

[0057] 以上所述,仅为本发明实施方式中的部分,具体操作可根据现场情况而做更改,必须理解,本技术领域人员可设计出多种其他的改进和实施例,但有关所述图与权利要求所述的相关装置位置及其零件的改变应属于本发明的保护范围内。

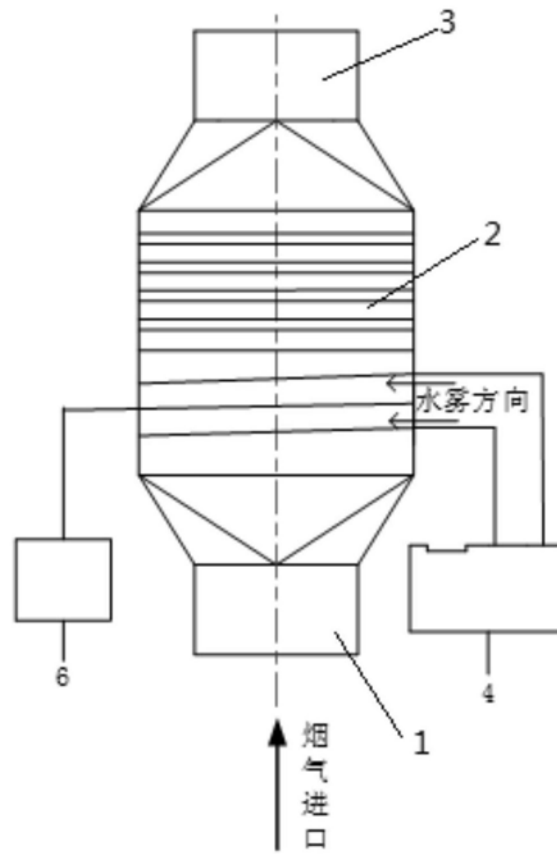


图1

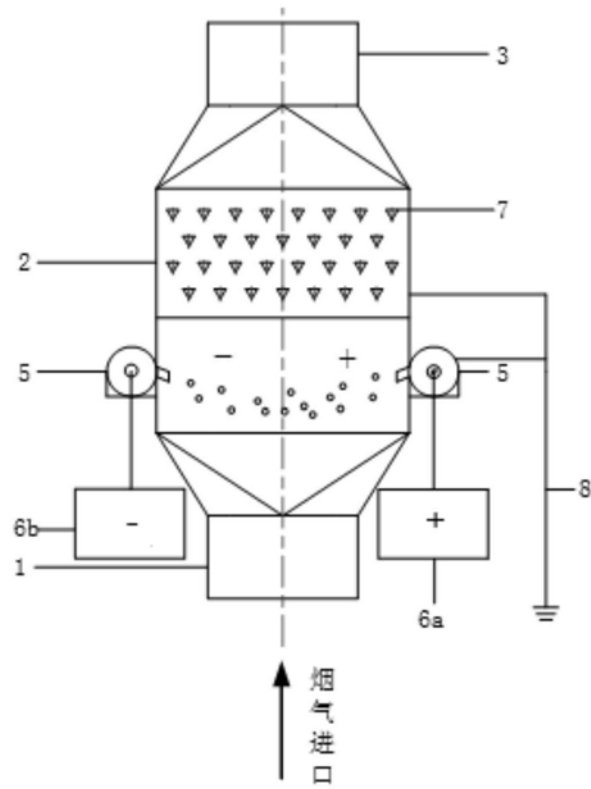


图2

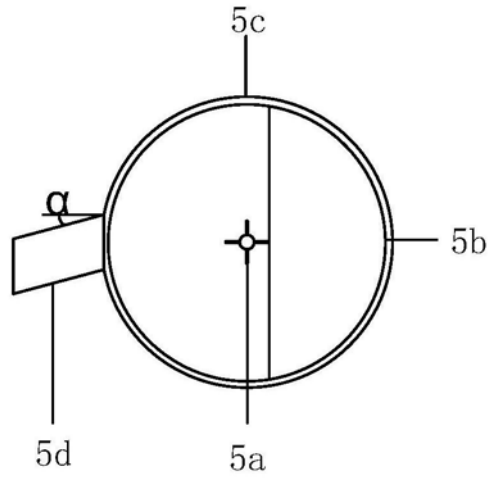


图3

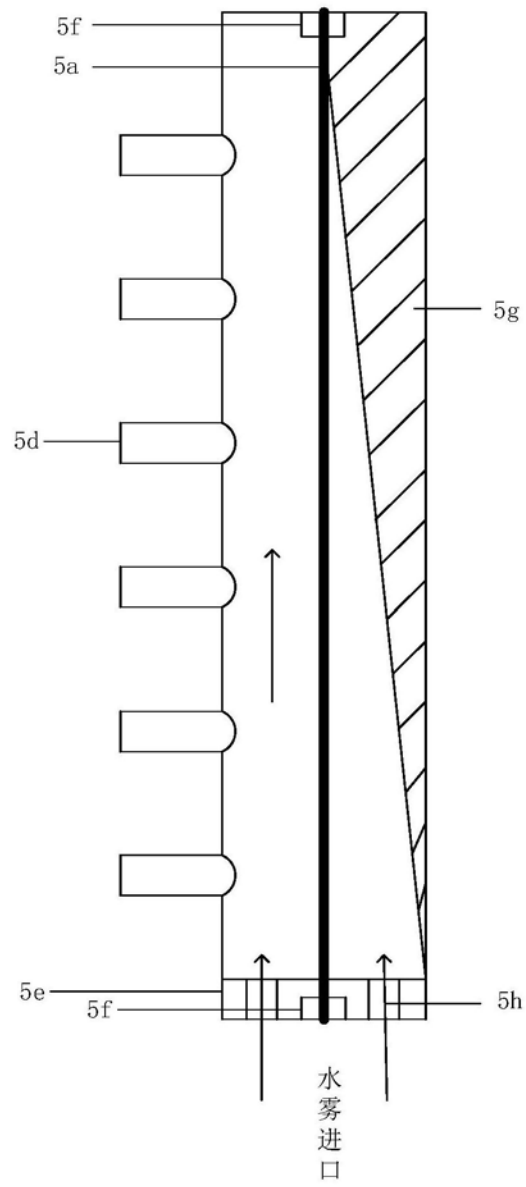


图4

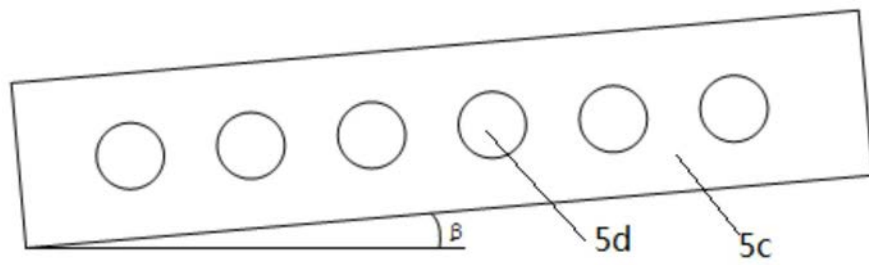


图5

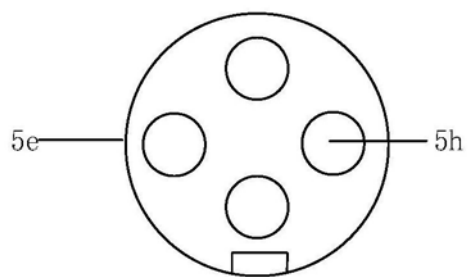


图6

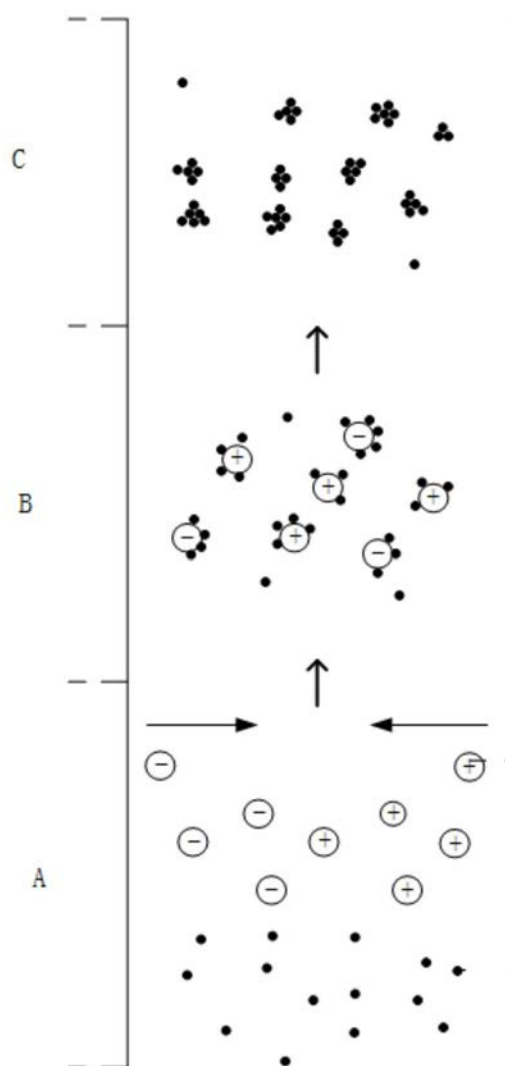


图7