

除尘填料、积垢盘和气体净化装置

技术领域

本发明涉及化学工程技术领域，更具体地涉及除尘填料、积垢盘和
5 气体净化装置。

背景技术

大多数化工工艺过程中都会产生过程气体，同时由于各种工业过程
导致这些气体中含有大量粉尘/颗粒物，这些颗粒物悬浮在空气中，
10 对人类的健康、生活和生产造成了严重的影响。随着环保法规对排放
标准要求的提高，需要在排放到环境之前先脱除这些气体中的固体颗
粒和/或对其进行净化处理。例如，燃煤发电厂生产过程中产生的烟气
离开烟囱之前必须脱除其中的飞灰。化工生产过程产生的气体中夹带
固体粉尘会导致装置结垢、堵塞，严重制约装置长周期稳定运行。这
15 些气体中夹带的粉尘具有良好的粘附性和聚集性。粉尘的粘附性是指
不同分子间产生的引力，如粉体粒子与器壁间的粘附；粉尘的凝聚性
是指相同分子间产生的引力，如粉体粒子之间发生粘附而形成聚集体。
粉尘粘附性和聚集性与粉尘的性质和气体运动状态有关。通常，在粉
尘粒径小、形状不规则、表面粗糙、含水率高、润湿性好及荷电量大
20 时，更容易产生粘附现象。对于煤化工工艺过程中形成的粉尘，Fe、
Na、Ca 三种矿物元素以及粉尘颗粒粒径较小、比表面积大等因素，导
致粉尘具有很好的粘附性。粉尘的粘附性和聚集性在干燥状态下主要
是分子力（范德华力）与静电力（库仑力）发挥作用，在润湿状态下
主要依赖于粉尘表面存在水分而形成液体桥或固体桥。

25 目前化工气体的除尘净化已经有了很多成熟技术，例如，机械除尘、
湿法除尘、袋式除尘、电除尘以及静电布袋复合除尘等等。（1）机械
除尘技术是利用降尘室、旋风分离器等机械装置进行除尘的方法。该
方法对于颗粒较大的粉尘具有较好的效果，然而对于造成灰霾污染的
2 μ m 左右的粒子，其净化效率很低，而且对于细微颗粒而言，这一类
30 除尘装置的二次扬尘问题严重，无法在当前对于细微颗粒的除尘效率
要求越来越高的情况下有效发挥作用。（2）湿法除尘技术是利用喷淋
塔、水膜除尘器或文丘里除尘器进行除尘的方法，常见于处理尘埃等

颗粒尺寸较大的气体，所捕集的颗粒可以通过和水形成泥浆而排出。该方法对设备的要求较高，设备体积较大，投资较高，且带来了泥浆废液处理的问题。(3) 袋式除尘技术的除尘效率很高，对粉尘的粒径范围波动的耐受性好，即使细微的粉尘也可成功获得很高的截留率。

5 然而，袋式除尘技术的压降较大，对于风机等气体传输设备的动力载荷要求高。此外，目前常见的布袋难以耐受高温，对于废气中含有红热颗粒和阴燃颗粒的烧结烟气而言，使用布袋除尘常常发生“烧袋”事故。

(4) 电除尘技术也是当前非常常用和高效的除尘方法。该方法首先对气体中的粉尘荷电，而后通过电场力将其从气流中去除并固定在电极板表面上。该方法可用于高温废气处理，且只有很小的压降阻力，但其缺点在于对粉尘的导电率、气体湿度都有一定要求，否则不能获得高的除尘率。此外，该方法的一次性投资较高，运行成本高。

随着社会水平的不断进步与经济的不断发展，对于能源的需求也越来越多。煤气化工艺主要目的是为了能提高煤炭的使用效率，为生产提供更多的能源，例如，将煤炭转化制成甲醇或者合成气体，从而促进能源的使用，或将煤炭合成氨气以及油气混合体，从而推动煤层气的深层次利用。生产工艺决定了煤气化粗合成气中含有大量粉尘，需要经过多级除尘处理，实现气体的净化。然而，煤气化工艺产生的粉尘颗粒细小，有相当数量的粉尘颗粒度在 $0.1\mu\text{m} \sim 1\mu\text{m}$ 之间，对于粒径小于 $2\mu\text{m}$ 的粒子，传统的除尘工艺净化效率很低，甚至无法去除，不得不在粗合成气转化反应器前设置除尘罐，采用固定床吸附过滤的方式拦截细小粉尘。当吸附床层空隙被填充后，除尘罐的压力降陡升，导致装置无法继续运行。停工撤头/整修不但影响装置产能的利用，也会导致物耗、人工费用的增加，影响经济效益。

25

发明内容

本发明的目的之一在于，提供一种除尘填料，从而改善现有装置对气体中细微粉尘的去除效率较低或无法去除的问题。

本发明的目的之一在于，提供一种积垢盘，利用粉尘的粘附性和聚集性，构建适宜粉尘粘附和聚集的流场流态。

30 本发明的另一目的在于，提供一种气体净化装置，从而能够对含尘气体进行分级除尘，除尘效果更好。

为了实现上述目的，根据本发明的第一方面，本发明提供了一种除尘填料，包括：

多排通道，每一个通道相对于竖直方向倾斜地延伸，以形成迎风面和背风面；以及

- 5 波纹板，所述波纹板的波峰贴附在所述斜棱柱通道的背风面上，在操作过程中，粉尘附着于波纹板的下表面的凹部处，聚集以形成粉尘聚集体，当粉尘聚集体的重力大于附着力时，粉尘聚集体掉落至通道的迎风面上，并从通道的迎风面上滑落。

- 优选地，每一个通道为斜棱柱形，横截面为矩形，一组相对的侧面
10 相对于竖直方向倾斜地延伸，以形成迎风面和背风面，另一组相对的侧面沿竖直方向延伸，相邻两排的斜棱柱通道沿相反的方向倾斜。

优选地，每一排斜棱柱通道由矩形波板和隔板形成，以在它们之间限定流动通道。

- 优选地，矩形波板和波纹板为冲压制成，矩形波板和波纹板为金属
15 板。

优选地，与同一个矩形波板相邻的两个矩形波板的开口方向相反。

优选地，斜棱柱通道的倾斜角大于所拦截粉尘的休止角，斜棱柱通道的倾斜角为 $15^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 。

- 优选地，迎风面和背风面的宽度为 $2\text{mm} \sim 100\text{mm}$ ；斜棱柱通道的
20 沿竖直方向延伸的侧面的宽度为 $5\text{mm} \sim 200\text{mm}$ 。

优选地，所述波纹板的波幅为 $1\text{mm} \sim 100\text{mm}$ ；波长为 $20\text{mm} \sim 300\text{mm}$ ；所述波纹板的波谷与相邻斜棱柱通道的迎风面的距离为 $2\text{mm} \sim 80\text{mm}$ 。

根据本发明的另一方面，提供一种积垢盘，包括：

- 25 塔盘板；和

设置于塔盘板上的至少一个积垢器，每个积垢器包括集气筒和设置于集气筒的外筒壁上的折流盘；所述折流盘由多层锥形折流板形成，所述锥形折流板由锥形板和波形板构成；

- 30 在操作过程中，粉尘附着于波形板的下表面的凹部处，聚集以形成粉尘聚集体，当粉尘聚集体的重力大于附着力时，粉尘聚集体掉落至下面的锥形板的上表面上或塔盘板上，并从锥形板的上表面滑落到塔盘板上。

优选地，所述集气筒为立式圆筒形结构，集气筒的顶端封闭，下端开口，集气筒的下端穿过塔盘板并与塔盘板相连接，集气筒的外筒壁上开有多个通气孔。

优选地，所述波形板的波形为正弦曲线或余弦曲线，振幅为 1mm ~ 80mm；波长为 30mm ~ 400mm。

优选地，所述集气筒的下端竖直穿过塔盘板并与塔盘板相连接，所述通气孔设置于相邻两层锥形折流板之间的筒壁上。

优选地，所述折流盘的锥角为 30 ~ 175°。

优选地，相邻两层锥形折流板之间的间距为波形板的振幅的 1.2 ~ 5 倍。

优选地，所述塔盘板上设置有多个积垢器，多个积垢器在塔盘板上均匀排列。

根据本发明的另一方面，提供一种积垢盘，包括：

塔盘板；和

设置于塔盘板上的积垢器，所述积垢器包括过滤体、折流分离体和盖板；

所述过滤体为限定积垢器轴线的套筒环形柱状结构；

所述折流分离体为围绕积垢器轴线延伸的环形折板柱状结构，由多层环形折板形成，环形折板的横截面为倒 V 字型，从而形成围绕积垢器的轴线延伸的倒 V 字型环形折板，折流分离体套设于过滤体外部；

所述盖板位于折流分离体和过滤体的上方并遮挡所述折流分离体和过滤体，折流分离体的顶端与盖板相连接，折流分离体的底端与塔盘板相连接；

在操作过程中，粉尘附着于环形折板的倒 V 字型顶点处，聚集以形成粉尘聚集体，当粉尘聚集体的重力大于附着力时，粉尘聚集体掉落至下面的环形折板的上表面或塔盘板上，并从环形折板的上表面滑落到塔盘板上。

优选地，过滤体的下端穿设于塔盘板，所述过滤体包括内筒体、外筒体和设置于内筒体与外筒体之间环形空间内的积垢填料。

优选地，所述内筒体和外筒体之间的厚度为 10mm ~ 500mm，内筒体和外筒体等高，两者套装在一起，由筛网制成。

优选地，所述积垢填料的当量直径为 0.1mm ~ 10mm；所述积垢填

料的形状为球形、多边形或三角形中的一种或几种。

优选地，所述过滤体的空隙率为 5 ~ 75%。

优选地，所述环形折板的锥角为 15° ~ 150°；相邻两块环形折板之间的距离为 3mm ~ 80mm。

5 优选地，所述环形折板的倾斜角大于气体中固体物质的休止角。

优选地，所述盖板为圆锥型、圆台型或草帽型。

优选地，所述盖板与过滤体上端之间设有气体流通通道，以便在过滤体堵塞后气体流动通过，气体流通通道的宽度为 5mm ~ 120mm。

根据本发明的另一方面，提供一种气体净化装置，包括上封头、下封头和筒体，所述气体净化装置内部设置有至少一个所述的积垢盘。

10 优选地，所述积垢盘设置于上封头内和/或筒体中，当仅设置一个积垢盘时，积垢盘设置于上封头内。

优选地，所述气体净化装置还包括一层或多层根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的除尘填料，所述气体净化装置内部设置有多层积垢盘，
15 每一层除尘填料设置在两个相邻的积垢盘之间。

优选地，所述气体净化装置还包括一层或多层保护剂床层，所述保护剂床层设置于积垢盘下方。

优选地，所述保护剂床层中装填有鸟巢保护剂，所述鸟巢保护剂包括筒体和多个筋板，多个筋板相互交叉形成网格状，交叉点形成锐角。

20 优选地，所述气体净化装置内部设置有多层积垢盘，所述相邻两层积垢盘之间设置有保护剂床层或根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的除尘填料，且除尘填料设置于保护剂床层上方，当设置三层积垢盘时，按照气体流动方向依次为第一层积垢盘、除尘填料、第二层积垢盘、保护剂床层和第三层积垢盘。

25 优选地，当设置多层除尘填料时，多层除尘填料的波纹板的波幅和波长沿气体流动方向逐渐减小。

优选地，当设置多层积垢盘时，设置在上封头中的积垢盘的尺寸大于其它积垢盘的尺寸。

30 本发明的提供的除尘填料、积垢盘和气体净化装置及净化方法具有如下优点：

根据本发明，除尘填料的波纹板能够在斜棱柱通道中形成波浪流场流态，形成涡流流域，为细微粉尘附着、粉尘间的聚集提供时长及靠

近距离，从而将细微粉尘从气体中分离，当附着的聚集灰团的重力大于附着力时由波纹板和斜棱柱通道的迎风面坠落。

根据本发明，除尘填料的矩形波板和波纹板为金属板冲压而成，能够应用于高温、高压等苛刻条件。

- 5 根据本发明，通过设置积垢盘，较大颗粒度的粉尘因气速的陡降失去悬浮力，在重力作用下坠落至塔盘板上；类似柱状的积垢盘将气体的轴向圆形过流域整流为水平过流域，极大地增加了气体过流面积，降低了气体流速，为粉尘提供了充裕的粘附和聚集时间。

- 10 根据本发明，积垢盘中的锥形折流板的环形折板的倾斜角大于粉尘休止角，随着粉尘聚集体的逐步增大，当重力大于粘附力时粉尘自行坠落至塔盘上，具有很好的自清理功能，防止除尘组件过早堵塞、失去除尘功能。

- 15 根据本发明，所述积垢盘通过设置由多层环形折板构成的折流分离体，为气体中的固体物质提供了极大的附着面积和聚集空间，增加了固体物质的粘附几率。且积垢器的环形折板的倾斜角大于粉尘休止角，随着粉尘聚集体的逐步增大，其重力大于粘附力时粉尘自行坠落至塔盘板上，具有很好的自清理功能，防止积垢器过早堵塞失去积垢功能。

- 20 本发明所述积垢盘中设置多个积垢器，其外侧采用环形折板柱结构，气体流经环形折板柱时形成多层波浪型气体流线，气体在转弯处形成涡流，每层环形折板都会形成多个涡流域，多层环形折板构成的环形折板柱、多个积垢器构造出数量庞大的涡流域，为气体中的固体物质粘附和聚集提供了热泳力，固体物质在气体分子的撞击下脱离流线，像气体分子一样作布朗运动，在器壁附近因流速低和分子力（范德华力）作用，粉体粒子与环形折板间极易产生粘附现象；随着粉尘的聚集，25 集，体积增大，当重力大于粘附力时，粉尘聚集体会从环形折板上剥离，坠落到塔盘上；随着粉尘在环形折板上表面的聚集，当重力大于滑移阻力时粉尘聚集体会沿环形折板表面滑落，坠落到塔盘板上，至此完成粉尘的拦截与存储。

- 30 根据本发明，设置积垢盘、除尘填料和鸟巢保护剂床层，将净化装置分成不同的粉尘拦截区域，实现分级处理工艺气中的粉尘。一方面积垢盘、除尘填料和鸟巢保护剂床层可以为粉尘提供更大的附着面积，另一方面细小的粉尘在积垢盘、除尘填料和鸟巢保护剂床层上附着、

聚集，实现粉尘的分级处理，提高了粉尘拦截效率，实现捕集气体中超细粉尘的目标。

根据本发明，净化单元设置在上封头内，将原来闲置的设备空间用于拦截、存储粉尘，极大地延长了设备运行周期。

- 5 根据本发明的除尘填料和积垢盘具有相同或类似的操作原理：超细粉尘在范德华力作用下附着于除尘填料结构或积垢盘结构的下表面的对应凹部处；超细粉尘在库伦力作用下聚集，形成聚集体；当聚集体的重力大于附着力时，掉落至下面的斜表面上；斜表面的倾斜角大于粉尘休止角，聚集体滑落。
- 10 本发明的气体净化装置结构简单、压力降小，能够拦截、存储含尘气体中的细微粉尘，尤其适用于煤气化粗合成气夹带飞灰的分离。

附图说明

- 图 1 是根据本发明的第一实施方式的气体净化装置的结构示意图。
- 15 图 2 是图 1 所示的气体净化装置的除尘填料的结构示意图。
- 图 3 是图 2 所示的除尘填料的局部放大图。
- 图 4 是除尘填料的斜棱柱通道的局部结构示意图，其中未示出波纹板。
- 图 5 是根据本发明的第一实施方式的积垢盘的结构示意图。
- 20 图 6 是图 5 所示的积垢盘的外观结构示意图。
- 图 7 是图 5 所示的积垢盘的流场流态示意图。
- 图 8 是根据本发明的第二实施方式的积垢盘的结构示意图。
- 图 9 是图 8 所示的积垢盘的外观结构示意图。
- 图 10 是图 8 所示的积垢盘的流场流态示意图。
- 25 图 11 是根据本发明的第二实施方式的气体净化装置的结构示意图。
- 图 12 是根据本发明的第三实施方式的气体净化装置结构示意图。
- 图 13 是鸟巢填料的结构示意图。

具体实施方式

- 30 下面通过结合附图和具体实施例来进一步说明本发明的具体情况，但不限于下述的实施例。

在本发明的描述中，需要说明的是，术语“上”、“下”、“内”、“外”、

“顶”、“底”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“设有”、“置于”、“相连”、“连接”、“安装”等应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。

10 对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

图 1 是根据本发明的第一实施方式的气体净化装置的结构示意图。如图 1 所示，本发明提供一种气体净化装置，所述气体净化装置包括上封头 4、壳体 5 和下封头 7。所述上封头上设置有气体入口 1，所述气体入口下方还可以设置有入口扩散器 2，下封头上设置有气体出口 9，气体出口 9 上方设置有出口收集器 8。气体净化装置内部设置有积垢盘 3，所述积垢盘 3 设置于上封头 4 内和/或壳体 5 中。优选地，最上面的积垢盘 3 设置于上封头 4 内，设置在上封头 4 中的积垢盘 3 的尺寸大于设置于壳体内的其它积垢盘 3 的尺寸。积垢盘 3 下方设置有除尘填

20 料 6。优选地，除尘填料设置于两层积垢盘 3 之间。

图 2 是图 1 所示的气体净化装置的除尘填料的结构示意图。图 3 是图 2 所示的除尘填料的局部放大图。图 4 是除尘填料的斜棱柱通道的局部结构示意图，其中未示出波纹板。如图 2 至图 4 所示，根据本发明具体实施方式的除尘填料 6 包括多排通道 61，每一个通道 61 相对于竖直方向倾斜地延伸，以形成迎风面 611 和背风面 612。在所示实施例中，每一个通道 61 为斜棱柱形，其截面为矩形，一组相对的侧面相对于竖直方向倾斜形成迎风面 611 和背风面 612，另一组相对的侧面沿竖直方向延伸。应当理解的是，通道 61 可以采用其它形状，只要通道 61 相对于竖直方向倾斜地延伸以形成迎风面和背风面即可。根据优选

25 实施例，相邻两排的斜棱柱通道 61 的倾斜方向相反（如图 4 所示）。波纹板 62 的波峰贴附在斜棱柱通道 61 的背风面 612 上。波纹板 62 的波峰可以以任何合适的方式贴附在斜棱柱通道 61 的背风面 612 上，包

30

包括但不限于焊接等。

当气流由上至下流动时，仅在波纹板 62 与迎风面 611 之间的区域流过，不会流入波纹板 62 与背风面 612 之间的区域。夹带细微粉尘的气体进入除尘填料 6，气体流经除尘填料 6 时在波纹板 62 的作用下，
5 产生涡流，为超细粉尘附着、粉尘间的聚集提供时长及靠近距离。超细粉尘在范德华力作用下附着于波纹板 62 上，超细粉尘在库伦力作用下在波纹板 62 的下表面的凹部处聚集，形成聚集体（灰团），当聚集体（灰团）的重力大于附着力时坠落至除尘填料 6 的斜棱柱通道 61 的迎风面 611 上。迎风面 611 呈一定倾斜角，该倾斜角大于粉尘滑落休止角，灰团滑落坠落。
10

结合图 2 所示，在本发明的一个或多个实施方式中，每一排斜棱柱通道 61 由矩形波板 63 和隔板 64 形成，以在它们之间限定流动通道。在本发明的一个或多个示例性实施方式中，矩形波板 63 和波纹板 62 均为金属板通过冲压制成，从而能够适应高温高压的工作环境。在本发明的一个或多个示例性实施方式中，与同一个矩形波板 63 相邻的两个矩形波板 63 的开口方向相反。应当理解的是，本发明并不限于此，本领域技术人员可以根据实际需要选择斜棱柱通道的材料和制造方法，
15 例如，在常温常压工况下采用塑料等非金属材料，或铝等延展性好的其它金属材料，成型的方式可采用模压等。矩形波板 63 和波纹板 62 可以采用任何合适的方式连接，包括但不限于焊接等。
20

进一步地，在本发明的一个或多个示例性实施方式中，斜棱柱通道 61 的倾斜角大于所拦截粉尘的休止角，斜棱柱通道 61 的倾斜角可以为 $15^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ，优选可以为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。斜棱柱通道 61 的倾斜角定义为斜棱柱通道 61 相对于水平面的夹角（锐角）。应当理解的是，本发明并不限于此，斜棱柱通道 61 的倾斜角度可以根据所拦截粉尘的休止角大小来设置。
25

进一步地，在本发明的一个或多个示例性实施方式中，迎风面 611 和背风面 612 的宽度为 $2\text{mm} \sim 100\text{mm}$ ，优选为 $5\text{mm} \sim 30\text{mm}$ ；斜棱柱通道 61 的沿竖直方向延伸的侧面的宽度为 $5\text{mm} \sim 200\text{mm}$ ，优选为 $20\text{mm} \sim 80\text{mm}$ 。进一步地，在本发明的一个或多个示例性实施方式中，波纹板 62 的波幅为 $1\text{mm} \sim 100\text{mm}$ ，优选为 $3\text{mm} \sim 60\text{mm}$ ；波长为 $20\text{mm} \sim 300\text{mm}$ ，优选为 $30\text{mm} \sim 220\text{mm}$ ；波纹板 62 的波谷与相邻斜棱
30

柱通道的迎风面 611 的距离为 2mm~80mm, 优选为 5mm~30mm。

进一步地, 当设置多层除尘填料 6 时, 沿气体物料流动方向, 多层除尘填料 6 的波纹板 62 的波幅和波长逐渐减小, 以适配粉尘颗粒度逐步减小的需要。

5 图 5 是根据本发明的第一实施方式的积垢盘的结构示意图。图 6 是图 5 所示的积垢盘的外观结构示意图。图 7 是图 5 所示的积垢盘的流场流态示意图。如图 5-图 7 所示, 本发明提供一种积垢盘, 所述积垢盘 3 包括塔盘板 31 和设置于塔盘板上的积垢器 300, 所述积垢器 300 包括集气筒 310 和设置于集气筒的外筒壁上的折流盘 311。

10 上述积垢盘中, 所述折流盘 311 由多层锥形折流板形成, 所述锥形折流板由锥形板 3111 和波形板 3112 构成; 其中, 波形板 3112 的波形为正弦曲线或余弦曲线, 振幅为 1mm~80mm, 优选为 3mm~40mm; 波长为 30mm~400mm, 优选为 80mm~150mm。波形板 3112 的波峰贴附在锥形板 3111 的下表面上。波形板 3112 与锥形板 3111 可以采用
15 任何合适的方式连接, 包括但不限于焊接等。

上述积垢盘中, 所述集气筒 310 为立式圆筒形结构。集气筒 310 的顶端封闭, 下端开口, 集气筒 310 的下端穿过塔盘板 31 并与塔盘板 31 相连接, 优选集气筒 310 竖直穿过塔盘板 31, 集气筒 310 的外筒壁上开有多个通气孔 3101, 通气孔 3101 作为气体进料口, 所述通气孔
20 3101 的开口位置具体可以设置于相邻两层锥形折流板之间的筒壁上, 所述集气筒 310 作为气体流通通道使用。

上述积垢盘中, 所述折流盘 311 的锥角为 $30^{\circ} \sim 175^{\circ}$, 优选为 $90^{\circ} \sim 110^{\circ}$; 相邻两层锥形折流板之间的间距为波形板的振幅的 1.2~5 倍, 优选为波形板的振幅的 1.5~3 倍, 进一步优选为波形板的振幅的 1.8~
25 2.5 倍。在本发明中, 折流盘 311 的锥角定义为在如图 7 所示的横截面图中每个折流盘 311 的截面轮廓延长所得到的等腰三角形的顶角, 折流盘 311 的倾斜角定义为该等腰三角形的底角。

上述积垢盘中, 所述塔盘板 31 上设置有多个积垢器 300, 具体积垢器的数量本领域技术人员可以根据实际需要确定。当设置 2 个以上
30 积垢器时, 多个积垢器在塔盘板上均匀排列, 例如但不限于: 正方形排列、正三角形排列、圆形排列等。

通过积垢盘对流经的气体形成阻挡、限流, 实现阻挡均流; 气体流

经锥形折流板时形成多层波浪型气体流线，气体在转弯处形成涡流，粉尘在气体分子的撞击下脱离流线，像气体分子一样作布朗运动，器壁附近因流速低和分子力（范德华力）作用下，粉体粒子与环形折板间极易产生粘附现象，从而形成粉尘聚集体；随着粉尘的聚集，体积增大，当粉尘聚集体的重力大于粘附力时，粉尘聚集体会从锥形折板上剥离，坠落到下一层锥形折流板上，或如果是最下面一层锥形折流板的话直接掉落塔盘板 31 上。锥形折流板由锥形板和波形板复合而成，其上上表面为平滑的斜板，其倾斜角大于粉尘的休止角。随着粉尘在环形折板上表面的聚集，当粉尘聚集体的重力大于滑移阻力时粉尘聚集体沿锥形板表面滑落，坠落到塔盘上，至此完成粉尘的拦截与存储。气体涡流处的低流速适宜静电力(库仑力)发挥作用，粉尘产生凝聚、结团形成聚集体，当粉尘聚集体足够大时，气体热泳力不足以悬浮、夹带粉尘颗粒，形成粉尘颗粒的沉积。

图 8 是根据本发明的第二实施方式的积垢盘的结构示意图。图 9 是图 8 所示的积垢盘的外观结构示意图。图 10 是图 8 所示的积垢盘的流场流态示意图。如图 8-图 10 所示，本发明提供一种积垢盘，所述积垢盘 3 包括塔盘板 31 和设置于塔盘上的多个积垢器 30，多个积垢器 30 在塔盘板 31 上均匀排列，具体可以采用正方形排列、正三角形排列等方式进行排列。

所述积垢器 30 包括盖板 303、折流分离体 304 和穿设于塔盘的过滤体 305；所述盖板 303 位于折流分离体 304 和过滤体 305 的上方并遮挡所述折流分离体 304 和过滤体 305，保证气体物料经折流分离体 304 进入积垢器，折流分离体 304 的顶端与盖板 303 连接，折流分离体 304 的底端固定于塔盘 301 上；折流分离体 304 同轴套设于过滤体 305 外部，且折流分离体 304 与过滤体 305 之间留有一定距离，这个环隙空间可以用于储存捕集下来的固体物质；即按照与气体物料接触顺序，气体先经过折流分离体 304，然后再经过过滤体 305。

所述折流分离体 304 为环形折板柱状结构，由多个倒 V 字型环形折板叠罗而成，环形折板可以采用例如但不限于多根柱或者环形框架（未示出）固定。所述倒 V 字型环形折板的锥角为 $15^{\circ} \sim 150^{\circ}$ ，优选 $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ；相邻两块环形折板之间的间距为 $3\text{mm} \sim 80\text{mm}$ ，优选 $8\text{mm} \sim 28\text{mm}$ 。所述环形折板的倾斜角大于气体中固体物质的休止角，

如此设置可以加速固体物质颗粒聚集体沿折板表面滑落。在本发明中，环形折板的锥角定义为在如图 10 所示的横截面图中每个环形折板的截面轮廓延长所得到的等腰三角形的顶角，环形折板的倾斜角定义为该等腰三角形的底角。

- 5 所述过滤体 305 为套筒环形柱状结构，过滤体 305 的下端穿设于塔盘板 31，所述过滤体 305 包括内筒体 307、外筒体 308 和设置于内筒体与外筒体之间环形空间内的积垢填料 306，所述过滤体 305 为环形柱状；内筒体 307 和外筒体 308 之间的宽度为 10mm~500mm，优选 100mm~300mm；进一步优选内筒体 307 和外筒体 308 等高，两者套
10 装在一起，由筛网制成；所述内筒体 307 与塔盘 301 之间是贯通的，作为气体通道使用；所述环形柱状过滤体具有适宜的空隙率。

- 所述盖板 303 与过滤体 305 上端之间留有一定的间隙，这个间隙可以作为过滤体 305 堵塞后的气体流通通道使用。间隙的高度为 5mm~200mm，优选为 20mm~120mm。当拦截的固体物质足够多、甚至淹没
15 积垢器时，积垢盘失去拦截粉尘功能，但盖板 303 与过滤体 305 上端之间的空间仍然可以作为气体物料通道使用，不会产生压力降，保持装置长周期稳定运行。进一步地，在本发明的一个或多个示例性实施方式中，盖板 303 可以为圆锥型、圆台型或草帽型。应当理解的是，图中所示盖板 303 为草帽型，但是本发明并不限于此。

- 20 进一步地，在本发明的一个或多个示例性实施方式中，设置在上封头 4 中的积垢盘 3 的尺寸大于其它积垢盘 3 的尺寸。

进一步地，在本发明的一个或多个示例性实施方式中，当保护剂床层为多层时，多层保护剂床层 6 的规格按照气体物料流动方向，保护剂床层的空隙率逐渐减小。

- 25 通过积垢盘对流经的气体形成阻挡、限流，实现阻挡均流；气体流经倒 V 字型环形折板时，在转弯处形成涡流，粉尘在气体分子的撞击下脱离流线，像气体分子一样作布朗运动，器壁附近因流速低和分子力（范德华力）作用下，粉体粒子与环形折板间极易产生粘附现象，从而形成粉尘聚集体；随着粉尘的聚集，体积增大，当粉尘聚集体的
30 重力大于粘附力时，粉尘聚集体会从环形折板上剥离，坠落到下一层环形折板上，或如果是最下面一层环形折板的话直接掉落塔盘板 31 上。环形折板的上表面为平滑的斜板，其倾斜角大于粉尘休止角。随着粉

尘在环形折板上表面的聚集，当粉尘聚集体的重力大于滑移阻力时粉尘聚集体会沿环形折板表面滑落，坠落到塔盘上，至此完成粉尘的拦截与存储。气体涡流处的低流速适宜静电力(库仑力)发挥作用，粉尘产生凝聚、结团形成聚集体，当粉尘聚集体足够大时，气体热泳力不足以悬浮、夹带粉尘颗粒，形成粉尘颗粒的沉积。

图 11 是根据本发明的第二实施方式的气体净化装置的结构示意图。如图 11 所示，本发明提供第二实施方式的气体净化装置，所述装置包括上封头 4、壳体 5 和下封头 7；所述上封头上设置有气体入口 1，所述气体入口下方还可以设置有入口扩散器 2，下封头上设置有气体出口 9，气体出口 9 上方设置有出口收集器 8；所述装置内部设置有多层如上所述的积垢盘 3、除尘填料 6、以及保护剂床层 10，所述相邻两层积垢盘 3 之间设置有除尘填料 6 或保护剂床层 10，且除尘填料 6 设置于保护剂床层 10 上方，具体的当设置三层积垢盘、除尘填料、保护剂床层时，按照物料流动方向依次为第一层积垢盘，除尘填料、第二层积垢盘，保护剂床层和第三层积垢盘。所述积垢盘 3 设置于上封头 4 内和/或壳体 5 中，优选设置于上封头 4 内，设置在上封头 4 中的积垢盘 3 的尺寸大于设置于壳体 5 中的其它积垢盘 3 的尺寸，保护剂床层 10 中装填鸟巢结构保护剂，如图 13 所示，鸟巢填料其由筒体及多个筋板构成，筋板相互交叉形成网格状，交叉点形成锐角。

图 12 是根据本发明的第三实施方式的气体净化装置结构示意图。图 13 是鸟巢填料的结构示意图。如图 12 所示，本发明提供第三实施方式的气体净化装置，所述装置包括上封头 4、壳体 5 和下封头 7；所述上封头上设置有气体入口 1，所述气体入口下方还可以设置有入口扩散器 2，下封头上设置有气体出口 9，气体出口 9 上方设置有出口收集器 8；装置内部设置有积垢盘 3，所述积垢盘 3 设置于上封头 4 内和/或壳体 5 中，优选设置于上封头 4 内，设置在上封头 4 中的积垢盘 3 的尺寸大于设置于壳体 5 中的其它积垢盘 3 的尺寸，积垢盘 3 下方设置有保护剂床层 10，进一步优选保护剂床层 10 设置于两层积垢盘 3 之间。所示保护剂床层 10 中装填鸟巢结构保护剂，如图 13 所示，鸟巢填料其由筒体及多个筋板构成，筋板相互交叉形成网格状，交叉点形成锐角。

经过积垢盘和除尘填料处理后的含尘气体进入保护剂床层，保护剂

- 床层具有“过滤”功能，可以进一步拦截、存储气体中的固体物质，当采用鸟巢结构保护剂床层时，粉尘具有架桥特性，在鸟巢保护剂筋板交叉形成的锐角处形成架桥效应，实现粉尘的沉积；随着运行周期的推进，粉尘在范德华力作用下附着、架桥，在库伦力作用下聚集；细小粉尘聚团长大，当灰团脱落时被气体推送，鸟巢保护剂床层下方设置积垢盘，为灰团提供低流速工况，并在积垢盘上方形成滞流层，利于粉尘灰团的拦截与存储，实现细微颗粒粉尘的分离设置不同规格的鸟巢保护剂床层，深度分离超细粉尘。净化后的气体自下封头上设置的出口收集器及气体出口流出，至此完成气体的除尘净化过程。
- 10 以上结合附图详细描述了本发明的优选实施方式，但是，本发明并不限于此。在本发明的技术构思范围内，可以对本发明的技术方案进行多种简单变型，包括各个具体技术特征以任何合适的方式进行组合。为了避免不必要的重复，本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。但这些简单变型和组合同样应当视为本发明所公开的内容，均属于本
- 15 发明的保护范围。

权 利 要 求

1. 一种除尘填料(6), 包括:
多排通道(61), 每一个通道(61)相对于竖直方向倾斜地延伸,
5 以形成迎风面(611)和背风面(612); 以及
波纹板(62), 所述波纹板(62)的波峰贴附在所述斜棱柱通道(61)
的背风面(612)上, 在操作过程中, 粉尘附着于波纹板(62)的下表
面的凹部处, 聚集以形成粉尘聚集体, 当粉尘聚集体的重力大于附着
力时, 粉尘聚集体掉落至通道(61)的迎风面(611)上, 并从通道(61)
10 的迎风面(611)上滑落。
2. 根据权利要求1所述的除尘填料(6), 其中, 每一个通道(61)
为斜棱柱形, 横截面为矩形, 一组相对的侧面相对于竖直方向倾斜地
延伸, 以形成迎风面(611)和背风面(612), 另一组相对的侧面沿竖
直方向延伸, 相邻两排的斜棱柱通道(61)沿相反的方向倾斜。
- 15 3. 根据权利要求2所述的除尘填料(6), 其中, 每一排斜棱柱通
道(61)由矩形波板(63)和隔板(64)形成, 以在它们之间限定流动
通道。
4. 根据权利要求3所述的除尘填料(6), 其中, 与同一个所述矩
形波板(63)相邻的两个所述矩形波板(63)的开口方向相反。
- 20 5. 根据权利要求1所述的除尘填料(6), 其中, 所述斜棱柱通道
(61)的倾斜角大于所拦截粉尘的休止角。
6. 一种气体净化装置, 包括:
本体, 其包括壳体(5)、上封头(4)和下封头(7);
多个积垢盘(3), 其设置在所述上封头(4)和所述壳体(5)中;
25 以及
一层或多层根据权利要求1至5中任一项所述的除尘填料(6), 每
一层除尘填料(6)设置在两个相邻的积垢盘(3)之间。
7. 一种积垢盘(3), 包括:
塔盘板(31); 和
30 设置于塔盘板(31)上的至少一个积垢器(300), 每个积垢器(300)
包括集气筒(310)和设置于集气筒(310)的外筒壁上的折流盘(311);
所述折流盘(311)由多层锥形折流板形成, 所述锥形折流板由锥形板

(3111) 和波形板 (3112) 构成;

在操作过程中, 粉尘附着于波形板 (3112) 的下表面的凹部处, 聚集以形成粉尘聚集体, 当粉尘聚集体的重力大于附着力时, 粉尘聚集体掉落至下面的锥形板 (3111) 的上表面上并从锥形板 (3111) 的上表面滑落到塔盘板 (31) 上, 或直接掉落塔盘板 (31) 上。

8. 根据权利要求 7 所述的积垢盘 (3), 其中, 所述集气筒 (310) 为立式圆筒形结构, 集气筒 (310) 的顶端封闭, 下端开口, 集气筒 (310) 的下端穿过塔盘板 (31) 并与塔盘板 (31) 相连接, 集气筒 (310) 的外筒壁上开有多个通气孔 (3101)。

9. 根据权利要求 8 所述的积垢盘 (3), 其中, 所述集气筒 (310) 的下端竖直穿过塔盘板 (31) 并与塔盘板 (31) 相连接, 所述通气孔 (3101) 设置于相邻两层锥形折流板之间的筒壁上。

10. 根据权利要求 7 所述的积垢盘 (3), 其中, 所述塔盘板 (31) 上设置有多个积垢器 (300), 多个积垢器 (300) 在塔盘板 (31) 上均匀排列。

11. 一种气体净化装置, 包括上封头 (4)、下封头 (7) 和壳体 (5), 所述气体净化装置内部设置有至少一个根据权利要求 7 至 10 中任一项所述的积垢盘 (3)。

12. 根据权利要求 11 所述的气体净化装置, 还包括一层或多层根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的除尘填料 (6), 所述气体净化装置内部设置有多层积垢盘 (3), 每一层除尘填料 (6) 设置在两个相邻的积垢盘 (3) 之间。

13. 根据权利要求 11 所述的气体净化装置, 还包括一层或多层保护剂床层 (10), 所述保护剂床层 (10) 设置于积垢盘 (3) 下方。

14. 根据权利要求 13 所述的气体净化装置, 其中, 所述保护剂床层 (10) 中装填有鸟巢保护剂, 所述鸟巢保护剂包括筒体和多个筋板, 多个筋板相互交叉形成网格状, 交叉点形成锐角。

15. 根据权利要求 14 所述的气体净化装置, 其中, 当设置多层除尘填料 (6) 时, 多层除尘填料 (6) 的波纹板 (62) 的波幅和波长沿气体流动方向逐渐减小。

16. 一种积垢盘 (3), 包括:
塔盘板 (31); 和

设置于塔盘板(31)上的积垢器(300),所述积垢器(300)包括过滤体(305)、折流分离体(304)和盖板(303);

所述过滤体(305)为限定积垢器轴线的套筒环形柱状结构;

所述折流分离体(304)为围绕积垢器轴线延伸的环形折板柱状结构,由多层环形折板形成,环形折板的横截面为倒V字型,从而形成围绕积垢器轴线延伸的倒V字型环形折板,折流分离体(304)套设于过滤体(305)外部;

所述盖板(303)位于折流分离体(304)和过滤体(305)的上方并遮挡所述折流分离体(304)和过滤体(305),折流分离体(304)的顶端与盖板(303)相连接;

在操作过程中,粉尘附着于环形折板的倒V字型顶点处,聚集以形成粉尘聚集体,当粉尘聚集体的重力大于附着力时,粉尘聚集体掉落至下面的环形折板的上表面并从环形折板的上表面滑落到塔盘板(31)上,或直接掉落塔盘板(31)上。

17. 根据权利要求16所述的积垢盘(3),其中,过滤体(305)的下端穿设于塔盘板(31),所述过滤体(305)包括内筒体(307)、外筒体(308)和设置于内筒体(307)与外筒体(308)之间环形空间内的积垢填料(306)。

18. 一种气体净化装置,包括上封头(4)、下封头(7)和壳体(5),所述气体净化装置内部设置有至少一个根据权利要求16至17中任一项所述的积垢盘(3)。

19. 根据权利要求18所述的气体净化装置,还包括一层或多层根据权利要求1至7中任一项所述的除尘填料(6),每一层除尘填料(6)设置在两个相邻的积垢盘(3)之间。

20. 根据权利要求18所述的气体净化装置,其中,所述气体净化装置内部设置有多层积垢盘(3),所述相邻两层积垢盘(3)之间设置有保护剂床层(10)或根据权利要求1至7中任一项所述的除尘填料(6),且除尘填料(6)设置于保护剂床层(10)上方,当设置三层积垢盘(3)时,按照气体流动方向依次为第一层积垢盘(3)、除尘填料(6)、第二层积垢盘(3)、保护剂床层(10)和第三层积垢盘(3)。