



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102798552 B

(45) 授权公告日 2014. 09. 03

(21) 申请号 201110133729. 2

(22) 申请日 2011. 05. 23

(73) 专利权人 佛山市环保技术与装备研发专业中心

地址 528000 广东省佛山市禅城区华宝南路13号四楼

专利权人 中国科学院广州地球化学研究所

(72) 发明人 李军 张干 邹世春

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司 44202

代理人 颜希文 郝传鑫

(51) Int. Cl.

G01N 1/22(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201611314 U, 2010. 10. 20,

CN 2485645 Y, 2002. 04. 10,

CN 2352949 Y, 1999. 12. 08,

CN 202141616 U, 2012. 02. 08, 权利要求

1-8.

US 4133202 A, 1979. 01. 09, 全文.

CN 201508291 U, 2010. 06. 16, 全文.

JP H0240212 A, 1990. 02. 09, 全文.

CN 1695771 A, 2005. 11. 16, 全文.

Cheng-Hsiung Huang etc.. Influence of Impaction Plate Diameter and Particle Density on the Collection Efficiency of Round-Nozzle Inertial Impactors. 《Aerosol Science and Technology》. 2010, 第36卷(第6期), 714-720.

审查员 夏芳芳

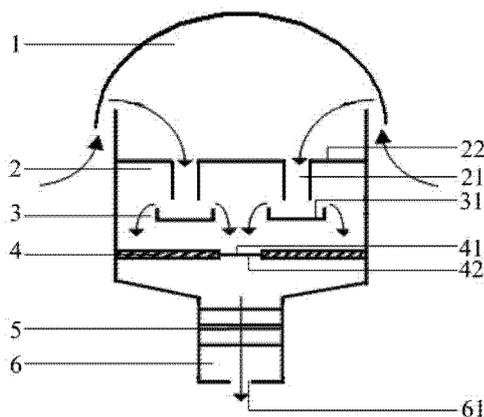
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种PM10单级大气采样切割器

(57) 摘要

本发明公开了一种PM10单级大气采样切割器,所述PM10单级大气采样切割器大致为圆柱形;包括切割口盖层、冲击咀层、冲击板层、滤膜收集层、气态有机污染物收集层及出气层,所述切割口盖层、冲击咀层、冲击板层、滤膜收集层、气态POPs收集层及出气层依次密封串接;所述冲击咀层包括冲击咀及冲击咀板,所述冲击咀等距排列并垂直插入所述冲击咀板形成环状圈,所述冲击咀数量为6~8个,所述冲击咀为管状;所述冲击板层设有冲击板,所述冲击板为环形凹槽。采用本发明,突破了以往空气采样器均为中小流量的特点,300L/min的流量设计标准可以满足POPs采样需求,使得切割器的切割粒径更加精确,目标颗粒物在惯性冲击力切割下达到精确分层的目标。



1. 一种 PM10 单级大气采样切割器,其特征在于,所述 PM10 单级大气采样切割器大致为圆柱形,直径为 290~310 mm ;

所述 PM10 单级大气采样切割器包括切割口盖层、冲击咀层、冲击板层、滤膜收集层、气态有机污染物收集层及出气层,所述切割口盖层、冲击咀层、冲击板层、滤膜收集层、气态有机污染物收集层及出气层依次密封串接 ;

所述冲击咀层包括冲击咀及冲击咀板,所述冲击咀等距排列并垂直插入所述冲击咀板形成环状圈,所述冲击咀数量为 6~8 个,所述冲击咀为管状,内径为 10~12 mm,外径为 18~20 mm,高为 55~58 mm ;

所述冲击板层设有冲击板,所述冲击板为环形凹槽,所述凹槽高为 28~30 mm,外径为 298~302 mm,内径为 198~202 mm ;

所述冲击咀底部与所述冲击板底部的距离为 5~6 mm ;

所述气态有机污染物收集层为管状,高为 120~130 mm,内径为 80~100 mm ;

所述气态有机污染物收集层内套有玻璃管,所述玻璃管内设有用于收集气态有机污染物的吸附体 ;

所述吸附体设有三层,由上至下分别为聚氨酯泡沫、吸附树脂、聚氨酯泡沫。

2. 如权利要求 1 所述的 PM10 单级大气采样切割器,其特征在于,所述切割口盖层为球面结构。

3. 如权利要求 1 所述的 PM10 单级大气采样切割器,其特征在于,所述滤膜收集层高为 448~452 mm,内设有石英滤膜及用于支撑所述滤膜的滤筛网 ;

所述石英滤膜为矩形,长为 80~100 mm,宽为 150~180 mm。

4. 如权利要求 1 所述的 PM10 单级大气采样切割器,其特征在于,所述冲击咀板上设有第一环形凹槽及第二环形凹槽,所述第一环形凹槽、第二环形凹槽及冲击咀板同轴,所述第一环形凹槽直径为 248~252 mm,宽为 14~16 mm,所述第二环形凹槽直径为 198~202 mm,宽为 19~21 mm ;

所述冲击咀形成的环状圈与所述冲击咀板同轴,直径为 218~222 mm ;

距离所述冲击咀板中心 40~50 mm 处设有三个用于连接所述切割口盖层和冲击板层的连接口,所述连接口成等边三角形分布,直径为 5~7 mm。

5. 如权利要求 1 所述的 PM10 单级大气采样切割器,其特征在于,所述冲击板层还设有支架,所述支架包括三个位于同一水平高度的卡口及用于支撑所述冲击板的水平垫板 ;

所述卡口设于所述冲击板内壁并通过螺母与所述水平垫板固定连接 ;

所述水平垫板为空心圆柱体,外径为 278~282 mm,内径为 198~202 mm。

6. 如权利要求 1 所述的 PM10 单级大气采样切割器,其特征在于,所述出气层底部设有与采样器连接的连接孔。

7. 如权利要求 1~6 任一项所述的 PM10 单级大气采样切割器,其特征在于,所述切割口盖层、冲击咀层、冲击板层、滤膜收集层、气态有机污染物收集层及出气层之间分别通过箱扣密封串接。

## 一种 PM10 单级大气采样切割器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及环境大气采集与监测领域,尤其涉及一种 PM10 单级大气采样切割器。

### 背景技术

[0002] 大气环境对人们的生活及健康有着至关重要的影响,因此对于大气环境中的颗粒物的监控也尤为重要。一直以来,PM10 可吸入颗粒物都是大气环境的监测的重点,PM10 指的是空气动力学当量直径 $\leq 10 \mu\text{m}$ 的颗粒,也称为可吸入颗粒物,通过呼吸系统可以吸入人体,而且在环境中滞留时间较长,以及吸附的重金属和有毒有害物质较多,因而对人体的健康会产生重要影响。可吸入颗粒物被人吸入后,会累积在呼吸系统中,PM10 颗粒物通常沉积在上呼吸道,易引发许多疾病。PM10 作为空气中的重要污染物,能够反映一个地区的气溶胶状况,是空气质量评价的重要指标。

[0003] 大气颗粒物的分级采集技术中最主要采用的是冲击切割技术,即利用惯性冲击原理对颗粒物进行分级采样,同时采集 PM10 以及气态 POPs,就需要采用多功能采样器。由于我国对气溶胶颗粒的研究起步比较晚,国内环保部门使用的气溶胶颗粒的采样设备大都靠国外的引进,国内设计和生产气溶胶采集设备的能力较弱,尚无较强的竞争能力。在国际上较常用的 MOUDIMMI、Andersen 八级冲击采样器、Sioutas Cascade Impactor (SKC),其流量仅为 9L/min-90L/min,而且体积较小,远远不能满足颗粒态 POPs 分析所要求的样品量。此外,这些采样器也都不能同时采集气态 POPs。而在大气 POPs 研究中较为常用的大流量采样器,如 Tisch Environmental、Thermo Scientific 和 Digital 等,虽然能够同时采集颗粒态和气态污染物,但是其采集的颗粒物也基本为总悬浮颗粒物(TSP),实现不了颗粒物的分级采集。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于,提供一种 PM10 单级大气采样切割器。可同时地有效采集空气中的 PM10 气溶胶和环境空气中农药、多氯联苯和多环芳香烃等物质,实现颗粒物的分级采集。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种 PM10 单级大气采样切割器,所述 PM10 单级大气采样切割器大致为圆柱形,直径为 290~310 mm;所述 PM10 单级大气采样切割器包括切割口盖层、冲击咀层、冲击板层、滤膜收集层、气态有机污染物收集层及出气层,所述切割口盖层、冲击咀层、冲击板层、滤膜收集层、气态有机污染物收集层及出气层依次密封串接;所述冲击咀层包括冲击咀及冲击咀板,所述冲击咀等距排列并垂直插入所述冲击咀板形成环状圈,所述冲击咀数量为 6~8 个,所述冲击咀为管状,内径为 10~12 mm,外径为 18~20 mm,高为 55~58 mm;所述冲击板层设有冲击板,所述冲击板为环形凹槽,所述凹槽高为 28~30 mm,外径为 298~302 mm,内径为 198~202 mm;所述冲击咀底部与所述冲击板底部的距离为 5~6 mm。

[0006] 作为上述方案的改进,所述切割口盖层为球面结构。

[0007] 作为上述方案的改进,所述滤膜收集层高为 448~452 mm,内设有石英滤膜及用于支撑所述滤膜的滤筛网;所述石英滤膜为矩形,长为 80~100 mm,宽为 150~180 mm。

[0008] 作为上述方案的改进,所述气态有机污染物收集层为管状,高为 120~130 mm,内径为 80~100 mm;所述气态有机污染物收集层内套有玻璃管,所述玻璃管内设有用于收集气态有机污染物的吸附体;所述吸附体设有三层,由上至下分别为聚氨酯泡沫(PUF)、吸附树脂(XAD2)、聚氨酯泡沫(PUF)。

[0009] 作为上述方案的改进,所述冲击咀板上设有第一环形凹槽及第二环形凹槽,所述第一环形凹槽、第二环形凹槽及冲击咀板同轴,所述第一环形凹槽直径为 248~252 mm,宽为 14~16 mm,所述第二环形凹槽直径为 198~202 mm,宽为 19~21 mm;所述冲击咀形成的环状圈与所述冲击咀板同轴,直径为 218~222 mm;距离所述冲击咀板中心 40~50 mm 处设有三个用于连接所述切割口盖层和冲击板层的接口,所述接口成等边三角形分布,直径为 5~7 mm。

[0010] 作为上述方案的改进,所述冲击板层还设有支架,所述支架包括三个位于同一水平高度的卡口及用于支撑所述冲击板的水平垫板;所述卡口设于所述冲击板内壁并通过螺母与所述水平垫板固定连接;所述水平垫板为空心圆柱体,外径为 278~282 mm,内径为 198~202 mm。

[0011] 作为上述方案的改进,所述出气层底部设有与采样器连接的连接孔。

[0012] 作为上述方案的改进,所述切割口盖层、冲击咀层、冲击板层、滤膜收集层、气态有机污染物收集层及出气层之间分别通过箱扣密封串接。

[0013] 实施本发明的有益效果在于:突破了以往空气采样器均为中小流量的特点,300L/min 中的流量设计标准可以满足有机污染物采样需求。本发明获取的颗粒物和溶胶细粒子的界限为 PM<sub>10</sub>,气体沿所述切口盖层回旋进入所述大气采样切割器,并通过所述冲击咀层的冲击咀,形成稳定均匀的气流。气流自所述冲击咀流出,冲向所述冲击板层的冲击板上,由于不同粒径段的颗粒物质量不同,粒径不同,各种颗粒物的冲击速度与冲击距离各异,粒径小的颗粒物冲击速度高,而粒径大的颗粒物冲击速度低,因此颗粒物撞击在冲击板底部时,粒径小于或等于 10 μm 的颗粒物经反弹后离开冲击板,而粒径大于 10 μm 的颗粒物则滞留在冲击板内。此时粒径小于或等于 10 μm 的颗粒物继续保持与气流的流向一致穿过所述冲击板层。随后气流进入所述滤膜收集层,粒径小于或等于 10 μm 的颗粒物会截留在所述滤膜上,实现颗粒物的分级采集。气流离开所述滤膜收集层后进入气态有机污染物收集层,气流中的气态有机污染物经所述气态有机污染物收集层的吸附物吸附后实现了气态污染物的有效分离。最后,气流沿所述出气层流出,完成分离过程,使得切割粒径更加精确,空气中的目标颗粒物在惯性冲击力切割下达到精确的分层。

#### 附图说明

[0014] 图 1 是本发明一种 PM<sub>10</sub> 单级大气采样切割器的结构示意图;

[0015] 图 2 是本发明一种 PM<sub>10</sub> 单级大气采样切割器中冲击咀层 2 的俯视图;

[0016] 图 3 是本发明一种 PM<sub>10</sub> 单级大气采样切割器中冲击咀层 2 的冲击咀 21 的结构示意图;

[0017] 图 4 是经本发明一种 PM<sub>10</sub> 单级大气采样切割器采样切割后其捕集的平均效率测试数据的图表。

## 具体实施方式

[0018] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述。

[0019] 如图 1 所示,所述 PM10 单级大气采样切割器大致为圆柱形,直径为 290~310 mm。所述 PM10 单级大气采样切割器包括切割口盖层 1、冲击咀层 2、冲击板层 3、滤膜收集层 4、气态有机污染物收集层 5 及出气层 6,所述切割口盖层 1、冲击咀层 2、冲击板层 3、滤膜收集层 4、气态有机污染物收集层 5 及出气层 6 依次密封串接。气体沿所述切割口盖层 1 进入后,依次进入所述冲击咀层 2、冲击板层 3、滤膜收集层 4 及气态有机污染物收集层 5,经分级采样切割后由出气层 6 排出。由于本发明所述颗粒物和溶胶细粒子的界限为 PM10,因此气流中大于或等于 10  $\mu\text{m}$  的颗粒物和溶胶细粒子会留在冲击板层 3,小于 10  $\mu\text{m}$  的颗粒物和溶胶细粒子则留在滤膜收集层 4,而气态有机污染物最后会被气态有机污染物收集层 5 所吸附收集。

[0020] 所述冲击板层 3 设有冲击板 31,所述冲击板 31 为环形凹槽,所述凹槽高 28~30 mm,外径为 298~302 mm,内径为 198~202 mm。优选地,所述外径为 300 mm,所述内径为 200 mm。

[0021] 如图 2 和图 3 所示,所述冲击咀层 2 包括冲击咀 21 及冲击咀板 22,所述冲击咀 21 等距排列并垂直插入所述冲击咀板 22 形成环状圈,所述冲击咀 21 数量为 6~8 个,所述冲击咀 21 为管状,内径为 10~12 mm,外径为 18~20 mm,高为 55~58 mm。

[0022] 所述冲击咀 21 底部与所述冲击板 31 底部的距离为 5~6 mm。

[0023] 优选地,所述冲击咀 21 底部边缘磨边打圆,使气流的阻力减少,更好冲击所述冲击板 31。

[0024] 需要说明的是,本发明采集所述颗粒物和溶胶细粒子的界限为 PM10,因此,所述冲击咀 21 底部与所述冲击板 31 底部的距离为 5~6 mm 之间时,符合气体的切割粒径符合设计要求。同时,所述冲击板 31 高 28~30 mm,外径为 298~302 mm,内径为 198~202 mm,这实现了所述颗粒物和溶胶细粒子的有效分离,防止了反弹带来的影响。气流自所述冲击咀 21 流出,冲向所述冲击板 31 上,由于不同粒径段的颗粒物质量不同,粒径不同,各种颗粒物的冲击速度与冲击距离各异,粒径小于或等于 10  $\mu\text{m}$  的颗粒物冲击速度高,而粒径大于 10  $\mu\text{m}$  的颗粒物冲击速度低,因此颗粒物撞击在冲击板 31 底部时,粒径小于或等于 10  $\mu\text{m}$  的颗粒物经反弹后离开冲击板 31,而粒径大于 10  $\mu\text{m}$  的颗粒物则滞留在冲击板 31 内。

[0025] 更佳地,所述滤膜收集层 4 高为 448~452 mm,内设有石英滤膜 41 及用于支撑所述滤膜 41 的滤筛网 42。所述滤筛网 42 用于支撑设置于其上的滤膜 41,所述滤膜 41 能有效收集经所述冲击板 31 反弹后粒径小于或等于 10  $\mu\text{m}$  的颗粒物,实现颗粒物的分级采样。所述石英滤膜 41 可以为圆形、方形,孔径为 1  $\mu\text{m}$  左右。优选地,所述滤膜收集层 4 高为 450 mm,所述石英滤膜 41 为矩形,长为 80~100 mm,宽为 150~180 mm。

[0026] 更佳地,所述气态有机污染物收集层 5 为管状,高为 120~130 mm,内径为 80~100 mm。所述气态有机污染物收集层 5 内套有玻璃管,所述玻璃管内设有用于收集气态有机污染物的吸附体。所述吸附体设有三层,由上至下分别为聚氨酯泡沫(PUF)、吸附树脂(XAD2)、聚氨酯泡沫(PUF)。

[0027] 所述玻璃管与管状的所述气态有机污染物收集层 5 密闭连接,保证所述气态有机

污染物收集层 5 的封闭性。另外,所述玻璃管清洁方便,稳定性强,不产生有害气体,不影响所述气态有机污染物收集层 5 的吸附效果。

[0028] 需要说明的是,上层的所述聚氨酯泡沫(PUF)能有效地吸附气态有机污染物,而下层的所述聚氨酯泡沫(PUF)能对气态有机污染物做进一步的检查及再次吸附。

[0029] 更佳地,所述出气层 6 底部设有与采样器连接的连接孔 61。所述连接孔 61 便于连接采样器的传感装置或让气体进入其它采样渠道。

[0030] 例如,气体沿所述切口盖层 1 进入所述大气采样切割器,并通过所述冲击咀 21,形成稳定均匀的气流。气流自所述冲击咀 21 流出,冲向所述冲击板 31 上,此时,粒径小于或等于  $10\ \mu\text{m}$  的颗粒物经反弹后离开冲击板 31,而粒径大于  $10\ \mu\text{m}$  的颗粒物则滞留在冲击板 31 内。粒径小于或等于  $10\ \mu\text{m}$  的颗粒物继续保持与气流的流向一致穿过所述冲击板层 3。随后气流进入所述滤膜收集层 4,颗粒物截留在所述滤膜 41 上,实现颗粒物的分级采集。气流离开所述滤膜收集层 4 后进入气态有机污染物收集层 5,气流中的气态有机污染物经所述气态有机污染物收集层 5 的吸附物吸附后实现了气态污染物的有效分离。最后,气流沿所述出气层 6 上的连接孔 61 流出,完成分离过程,使得切割粒径更加精确,空气中的目标颗粒物在惯性冲击力切割下达到精确的分层。

[0031] 需要说明的是,所述切割口盖层 1 为球面结构。所述球面结构使气体回旋进入切割口盖层,让采集的气流更更稳定、均匀。另外,所述球面结构能有效阻止雨水及空气中的树叶、昆虫等比较大的漂浮物进入切割器,也有利于切割器搬运的安全性和美观性。

[0032] 如图 2 所示,所述冲击咀板 22 上设有第一环形凹槽 221 及第二环形凹槽 222,所述第一环形凹槽 221、第二环形凹槽 222 及冲击咀板 22 同轴,所述第一环形凹槽 221 直径为  $248\sim 252\ \text{mm}$ ,宽为  $14\sim 16\ \text{mm}$ ,所述第二环形凹槽 222 直径为  $198\sim 202\ \text{mm}$ ,宽为  $19\sim 21\ \text{mm}$ ;所述冲击咀 21 形成的环状圈与所述冲击咀板 22 同轴,直径为  $218\sim 222\ \text{mm}$ 。距离所述冲击咀板 22 中心  $40\sim 50\ \text{mm}$  处设有三个用于连接所述切割口盖层 1 和冲击板层 3 的接口,所述接口成等边三角形分布,直径为  $5\sim 7\ \text{mm}$ 。

[0033] 优选地,所述第一环形凹槽 221 直径为  $250\ \text{mm}$ ,宽为  $15\ \text{mm}$ ,所述第二环形凹槽 222 直径为  $200\ \text{mm}$ ,宽为  $20\ \text{mm}$ ;所述冲击咀 21 形成的环状圈直径为  $220\ \text{mm}$ 。进一步,所述接口可通过螺母连接所述切割口盖层 1、冲击咀层 2 及冲击板层 3。

[0034] 需要说明的是,粒径小于或等于  $10\ \mu\text{m}$  的颗粒物沿所述冲击板层 3 的冲击板 31 上反弹出去后,部分颗粒物由于速度高,会反弹至所述冲击咀层 2 底部,颗粒物撞击至所述冲击咀板 22 的第一环形凹槽 221 及第二环形凹槽 222 的底部,再一次被反弹,最终落入所述滤膜收集层 4。因此所述第一环形凹槽 221 及第二环形凹槽 222 能有效防止所述颗粒物粘附在所述冲击咀板 22 底部,更好地采集颗粒物。

[0035] 进一步,所述冲击板层 3 还设有支架,所述支架包括三个位于同一水平高度的卡口及用于支撑所述冲击板 3 的水平垫板;所述卡口设于所述冲击板 31 内壁并通过螺母与所述水平垫板固定连接;所述水平垫板为空心圆柱体,外径为  $278\sim 282\ \text{mm}$ ,内径为  $198\sim 202\ \text{mm}$ 。所述水平垫板的外径小于所述冲击板 31 的外径且所述水平垫板的内径大于所述冲击板 31 的内径,这有效地保障所述冲击板 31 能在水平垫板的支撑下保持水平,同时不影响颗粒物的分离效果。优选地,所述卡口呈等边三角形分布,所述水平垫板外径为  $280\ \text{mm}$ ,内径为  $200\ \text{mm}$ 。

[0036] 进一步,所述切割口盖层 1、冲击咀层 2、冲击板层 3、滤膜收集层 4、气态有机污染物收集层 6 及出气层 6 之间分别通过箱扣密封串接。用户拆装时直接扣上或打开箱扣即可,不需要使用任何辅助工具,方便快捷。

[0037] 下面通过实施例来更详细地描述本发明。

[0038] 实施例 1

[0039] 本实施例选取通过单分散气溶胶发生器发生特定粒径粒子单分散气溶胶作为样品,采样流量为 300L/min,经本发明采样切割后其捕集平均效率测试数据如表 1 所示。

[0040] 表 1

[0041]

粒径 ( $\mu\text{m}$ )	17	15	13	10	9	7	5
效率 n (%)	92.5	83.7	77.2	52.3	41.8	21.3	6.8

[0042] 由表 1 的测试数据,可得到如图 4 所示的图表。

[0043] 参照国家环保总局 PM10 采样技术要求及检测方法,采样器的粒子捕集性能有多项式回归方程式表示为  $n=A+Bd_p+Cd_p^2+Dd_p^3$ ,由表 1 的数据可求得其捕集效率线性回归方程为:  $n=-19.104+1.0189d_p+0.9963d_p^2-0.0396d_p^3$ 。

[0044] 由该回归方程可求出 n 为 50 时,  $d_{50} = 9.89 \mu\text{m}$ ,与本发明实际要求的  $10 \mu\text{m}$  绝对误差为  $0.11 \mu\text{m}$ ,满足误差在  $\pm 0.2 \mu\text{m}$  之内。

[0045] 实施例 2

[0046] 本实施例以广州市区作为实验区域,运用本发明采集挥发性有机物。经本发明测试后,气态有机污染物收集层采集到的挥发性有机物含量实验数据如表 2 所示。

[0047]

表 2

挥发性有机物	含量 ( $\text{ngm}^3$ )	
	上层聚氨酯泡沫 (PUF)	下层聚氨酯泡沫 (PUF)
萘 (ACE)	3.08363724448475	0.108562
二氢萘 (ACY)	1.41367051632755	0
芴 (FLU)	16.6559461369435	0
菲 (Phe)	106.334394136275	6.156385
蒽 (Ant)	7.21780367622563	0
荧蒽 (Flua)	9.00894045767647	0
芘 (Pyr)	3.95653396492344	0.050319
苯[a]蒽 (cyclopenta[cd]pyrene)	0.0163419391314637	0
屈 (BaA)	0.0787014573420377	0

[0048] 根据表 2 的检查数据可知,上层的所述聚氨酯泡沫 (PUF) 已经能有效地吸附气态有机污染物,而下层的所述聚氨酯泡沫 (PUF) 能对气态有机污染物做进一步的检查及再次吸附,其中二氢萘、芴、蒽、荧蒽、苯 [a] 蒽、屈等有机物在上层的所述聚氨酯泡沫 (PUF) 已完全吸收,而萘、菲、芘通过上层的所述聚氨酯泡沫 (PUF) 后只剩微量,再一次经过下层的所述聚氨酯泡沫 (PUF) 后能全部吸收。

[0049] 由上可知,实施本发明,突破了以往空气采样器均为中小流量的特点,切割粒径更加精确,空气中的目标颗粒物在惯性冲击力切割下实现精确分层的目标。同时,气态有机污染物能在所述气态有机污染物收集层的吸附作用下有效吸收。

[0050] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

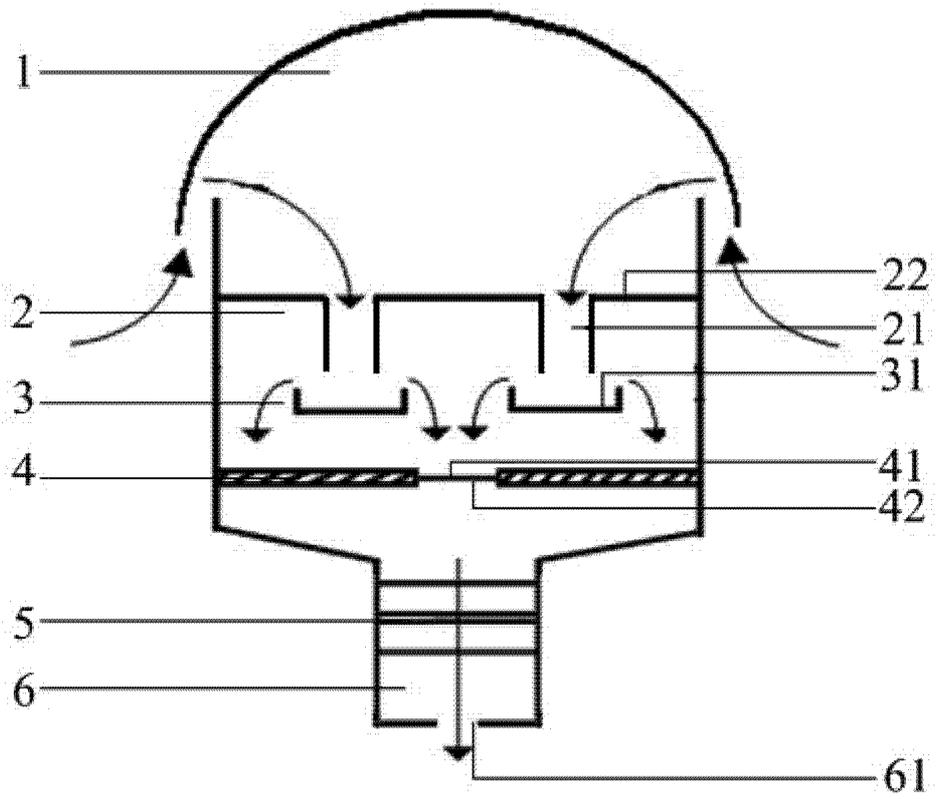


图 1

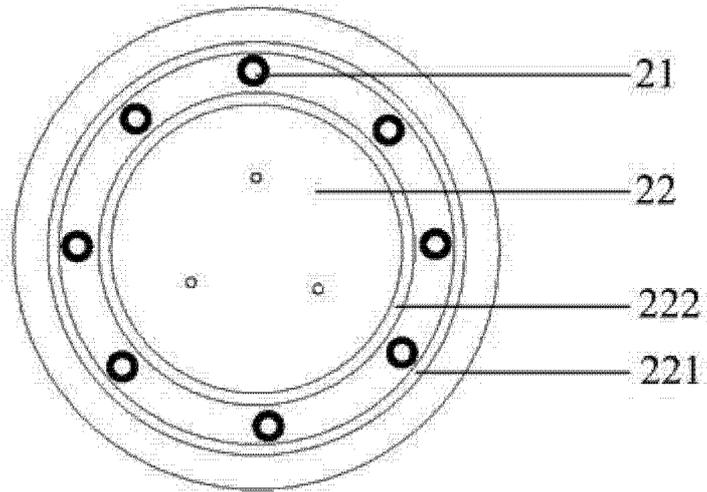


图 2

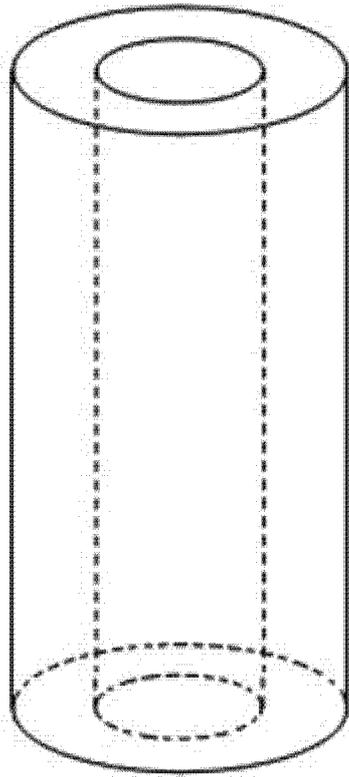


图 3

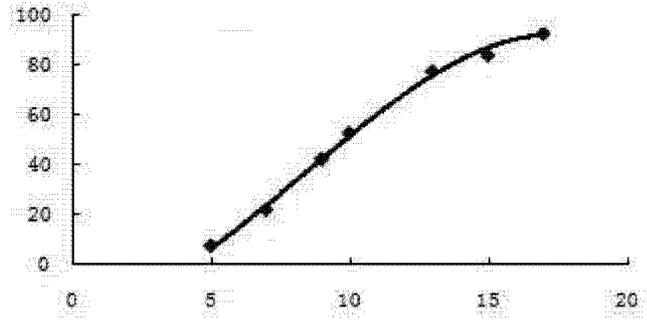


图 4