



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103852405 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 11

(21) 申请号 201410061881. 8

(22) 申请日 2014. 02. 24

(71) 申请人 深圳市芯通信息科技有限公司  
地址 518000 广东省深圳市南山区高新区中  
区深圳软件园 4 栋 6 楼 607

(72) 发明人 金爽 钟俊峰 廖世迁

(74) 专利代理机构 北京中济纬天专利代理有限  
公司 11429

代理人 张晓霞

(51) Int. Cl.

G01N 15/06(2006. 01)

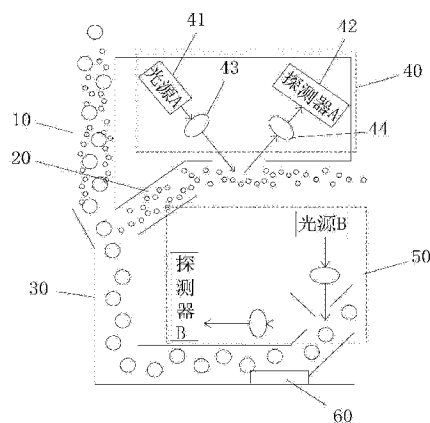
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种分层式颗粒浓度测量装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种分层式颗粒浓度测量装置及方法,所述装置包括进气通道,以及与该进气通道的下部出气口连通的上出气通道和下出气通道,上出气通道位于下出气通道的上方;上出气通道和下出气通道的侧部分别对应的设置有第一颗粒浓度测量装置和第二颗粒浓度测量装置,用于测量流经它们内部的空气中的颗粒浓度;其中,在上出气通道和/或下出气通道内设有用于帮助进气通道加速进气的装置。本发明实现了不同粒径颗粒的分离,能有效获取空气中不同粒径颗粒的浓度,并且响应速度快、成本低廉。



1. 一种分层式颗粒浓度测量装置,其特征在于,包括进气通道,以及与该进气通道的下部出气口连通的上出气通道和下出气通道,所述上出气通道位于所述下出气通道的上方;所述上出气通道和所述下出气通道的侧部分别对应的设置有第一颗粒浓度测量装置和第二颗粒浓度测量装置,用于测量流经它们内部的空气中的颗粒浓度;其中,在所述上出气通道和/或所述下出气通道内设有用于帮助所述进气通道加速进气的装置。

2. 如权利要求1所述的分层式颗粒浓度测量装置,其特征在于,所述第一颗粒浓度测量装置和第二颗粒浓度测量装置的结构相同,具体包括至少一个光源和至少一个探测器,所述光源产生的光束从所述上出气通道或下出气通道的通壁上所开的孔中射入,其遇颗粒后产生的散射光至少部分为所述探测器所接收,所述探测器根据所接收的散射光测量出颗粒浓度。

3. 如权利要求2所述的分层式颗粒浓度测量装置,其特征在于,所述光源的光路和所述孔的轴线之间形成的夹角与所述探测器到所述孔的直线和所述孔的轴线之间形成的夹角相等。

4. 如权利要求2所述的分层式颗粒浓度测量装置,其特征在于,在所述光源到所述孔之间,和/或,在所述孔到所述探测器之间,设置有光学聚焦镜。

5. 如权利要求2所述的分层式颗粒浓度测量装置,其特征在于,所述探测器包括光电转换器件,所述光电转换器件具体为PD光电二级管、PIN光电二极管、APD光电雪崩二极管或PMT光电倍增管。

6. 如权利要求1、2、3、4或5所述的分层式颗粒浓度测量装置,其特征在于,所述光源为LED光源或激光光源。

7. 如权利要求1、2、3、4或5所述的分层式颗粒浓度测量装置,其特征在于,所述上出气通道连接所述进气通道的一端具有向上的倒角结构。

8. 如权利要求1、2、3、4或5所述的分层式颗粒浓度测量方法,其特征在于,所述进气通道的至少下半段基本竖直。

9. 如权利要求2、3、4或5所述的分层式颗粒浓度测量装置,其特征在于,所述用于帮助所述进气通道加速进去的装置为加热器。

10. 一种分层式颗粒浓度测量方法,其特征在于,其步骤包括:

设置一进气通道,以及与该进气通道的下部出气口连通的上出气通道和下出气通道,所述上出气通道位于所述下出气通道的上方;

对所述下出气通道和/或上出气通道的内部进行减压处理,使其产生吸力以帮助所述进气通道加速吸入外部空气;

根据重力沉降和惯性原理,对流经所述进气通道的空气中夹杂的不同粒径的颗粒实施分离,其中较大颗粒进入所述下出气通道中,较小颗粒进入所述上出气通道中;

分别对所述上出气通道和下出气通道中的空气的颗粒浓度进行测量,得出不同粒径颗粒在空气中的浓度。

## 一种分层式颗粒浓度测量装置及方法

### [ 技术领域 ]

[0001] 本发明涉及测定空气中颗粒浓度的方法,尤其涉及一种分层式颗粒浓度测量装置及方法。

### [ 背景技术 ]

[0002] 粉尘是指悬浮于空气中的微小固体颗粒,受到重力影响发生沉降,但在一段时间内能够保持悬浮状态。悬浮于空气中的粉尘多种多样,主要包括飘尘(粒径小于10 $\mu\text{m}$ )、降尘(粒径大于10 $\mu\text{m}$ )以及总悬浮微粒,其粒径范围一般在0.1~100 $\mu\text{m}$ 。PM10是指粒径小于10 $\mu\text{m}$ 的悬浮颗粒物,属于飘尘范畴,它能够长期悬浮于空气中,也是人体健康的主要威胁。大量研究资料表明,在颗粒物浓度(通常以环境中PM2.5和PM10的质量浓度表征)过大环境下暴露的时间长短与多种健康指标密切相关。主要表现在:短间接接触到浓度特别高的悬浮颗粒物,将会造成人体的急性中毒,甚至导致死亡;而长时间工作和生活在低浓度悬浮颗粒物的环境下,将大大提升患支气管肺炎、支气管哮喘、肺气肿及肺癌等病症的可能,同时也会对人体的心血管系统、生殖系统和神经系统造成影响。其次,浓度过高的悬浮颗粒物对光的散射和吸收作用明显,因而悬浮颗粒物对大气能见度影响较大;同时悬浮颗粒物通过散射和阻挡太阳光对地球的辐射,阻碍了部分太阳光能,从而使地表温度降低;另外,粉尘微粒对降水的酸碱度以及植物的生长和光合作用皆有不同程度的影响。

[0003] 随着LED、激光、光导纤维、电子和计算机的迅速发展,光散射测粒技术得到了极大的发展,为颗粒测量领域提供了行之有效的方案,但如何针对不同粒径的颗粒实施分开测量浓度,以获取不同粒径的颗粒的分布数据,成为了大家关注的焦点,当然,传统的测量装置还具有响应速度慢、成本高等缺陷。

### [ 发明内容 ]

[0004] 本发明提供了一种分层式颗粒浓度测量装置,以及与之对应的一种分层式颗粒浓度测量方法,其能针对不同粒径的颗粒实施分开测量浓度,以获取不同粒径的颗粒的分布数据,并且响应速度快、成本低。

[0005] 具体技术方案如下:

[0006] 一种分层式颗粒浓度测量装置,包括进气通道,以及与该进气通道的下部出气口连通的上出气通道和下出气通道,所述上出气通道位于所述下出气通道的上方;所述上出气通道和所述下出气通道的侧部分别对应的设置有第一颗粒浓度测量装置和第二颗粒浓度测量装置,用于测量流经它们内部的空气中的颗粒浓度;其中,在所述上出气通道和/或所述下出气通道内设有用于帮助所述进气通道加速进气的装置。

[0007] 与上述装置对应,本发明还提供了一种方法,具体如下:

[0008] 一种分层式颗粒浓度测量方法,其步骤包括:

[0009] 设置一进气通道,以及与该进气通道的下部出气口连通的上出气通道和下出气通道,所述上出气通道位于所述下出气通道的上方;

[0010] 对所述下出气通道和 / 或上出气通道的内部进行减压处理,使其产生吸力以帮助所述进气通道加速吸入外部空气;

[0011] 根据重力沉降和惯性原理,对流经所述进气通道中的空气中夹杂的不同粒径的颗粒实施分离,其中较大颗粒进入所述下出气通道中,较小颗粒进入所述上出气通道中;

[0012] 分别对所述上出气通道和下出气通道中的空气的颗粒浓度进行测量,得出不同粒径颗粒的浓度。

[0013] 本发明根据重力沉降和惯性原理,对不同粒径的颗粒实施分离,以方便测量出不同粒径的颗粒,其各自在空气中的浓度;以装置为例:1、其设计的进气通道和两高度不同的出气通道,形成类似于倒“F”型的结构,空气被吸入到进气通道后,从两出气通道排出,由于空气中夹杂的颗粒的粒径大小不同,粒径较大的颗粒易受自身重力影响,向下沉淀较快,从而易随空气进入到位于下方的下出气通道中,而粒径较小的颗粒受重力影响较小,向下沉淀较慢,易随空气进入到位于上方的上出气通道中,以上结构设计,在一定程度上,对空气中较大颗粒和较小颗粒实施分离;2、其还在其上 / 下出气通道内设有用于帮助其进气通道加速进气的装置,该设计不仅加速了空气进入装置的速度,提升了响应速度,还进一步推动了空气中较大颗粒和较小颗粒的分离,其原因在于,空气流通的加速,使得空气中夹杂的较大颗粒的运动惯性明显增大,从而更易因惯性进入到位于下方的下出气通道中,而较小颗粒的运动惯性较小,更易随空气进入到位于上方的上出气通道中。由以上阐述可知,本发明对不同粒径的颗粒进行了有效的切割分层,有效的实现了获取不同粒径的颗粒的分布数据的目标。

[0014] 另外,本发明与传统激光散射法比较,省去了昂贵的激光发射器,高精度光学设备和大量的光电传感器,使成本得到了大幅的降低。

#### [ 附图说明 ]

[0015] 图 1 是装置发明在一优选实施例中的结构示意图;

[0016] 图 2 是方法发明在一优选实施例中的工作流程图。

#### [ 具体实施方式 ]

[0017] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清晰,下面结合附图和实施方式作进一步地详细描述。

[0018] 实施例 1

[0019] 如图 1,一种分层式颗粒浓度测量装置,包括进气通道 10,以及与该进气通道 10 的下部出气口连通的上出气通道 20 和下出气通道 30,进气通道 10 处于竖直状态或至少其下半段处于竖直状态,上出气通道 20 位于下出气通道 30 的上方;上出气通道 20 的侧部对应的设置有第一颗粒浓度测量装置 40,下出气通道 30 的侧部对应的设置有第二颗粒浓度测量装置 50,它们用于测量各自对应的通道内的流经的空气中的颗粒浓度;其中,本实施例优选在下出气通道 30 内设有用于帮助所述进气通道加速进气的装置 60,当然,也可以设置上出气通道 20 内或者同时设置。

[0020] 本实施例设计的进气通道 10 和两高度不同的上出气通道 20、下出气通道 30,形成类似于倒“F”型的结构,空气流入进气通道 10 后,根据 Stokes 定律,沉降速度与颗粒直径

的平方成正比,其空气中夹杂的较大粒径的颗粒(在本发明中统称为较大颗粒)由于重力较大,沉降速度快,易随空气进入位于下方的下出气通道 30 中,而较小颗粒受自身重力影响小,易处于悬浮状态,从而随空气进入位于上方的上出气通道 20 中,从而在实现了不同粒径颗粒的切割分层;

[0021] 其中,为了减小较大颗粒随空气混入上出气通道 20 中的概率,在此提供一优选设计,在上出气通道 20 和进气通道 10 的接壤处,即上出气通道 20 的进气口处可设置如图 1 所示的一斜向上的倒角,当然图 1 中所示的倒角仅是一代表例,还可以采用圆形倒角以及在此精神上设计的其他形状的倒角,在此不一一赘述;

[0022] 本实施例还在其下出气通道 30 内设有用于帮助其进气通道 10 加速进气的装置 60,该装置 60 优选采用加热器并设置在下出气通道的出口附近,也可以采用其他装置如抽风装置等,所优选使用的加热器可采用陶瓷电阻或其他发热器件,发热器工作时,对下出气通道 30 中的空气进行加热,由于下出气通道 30 和进气通道 10 连通,使得进气通道 10 和下出气通道 30 均产生了一定的负压,其产生的负压促使进气通道 10 加速吸入外部空气以及提升了空气在通道中的流通速率,进而带来了两个好处,一是空气在通道中的加速流通有效提高了颗粒浓度测量装置(第一颗粒浓度测量装置 40、第二颗粒浓度测量装置 50)测量颗粒浓度的响应时间,提升了测量效率,二是空气在通道中的加速流通带动了颗粒的流通速度,由于较大颗粒运动惯性较大,较小颗粒运动惯性较小,较大颗粒会随惯性继续跌落并进入位于下方的下出气通道 30,较小颗粒运动惯性小,且上出气通道的压强和密度较小,因此更易进入位于上方的上出气通道 20 中,从而进一步推动了空气中较大颗粒和较小颗粒的分离;

[0023] 以 PM10 的颗粒和 PM2.5 的颗粒为例,PM10 的颗粒受重力沉降和运动惯性的影响,其会以远大于 PM2.5 的颗粒 16 倍的速度进入位于下方的下出气通道 30 中;可知,本实施例对不同粒径的颗粒进行了有效的切割分层,有效的实现了获取不同粒径的颗粒的分布数据的目标。

[0024] 顾名思义,颗粒浓度测量装置(40, 50)是用来测量空气中颗粒浓度的,在本实施中,为了获取不同粒径的颗粒浓度,首先对较大颗粒和较小颗粒进行了分层切割处理,然后采用第一颗粒浓度测量装置 40 测量上出气通道 20 中的空气的颗粒的浓度,以得出空气中的较小颗粒的浓度,采用第二颗粒浓度测量装置 50 测量下出气通道 30 中的空气的颗粒的浓度,以得出空气中的较大颗粒的浓度;第一颗粒浓度测量装置 40 和第二颗粒浓度测量装置 50 的结构和工作原理均相同,以第一颗粒浓度测量装置 40 为例:具体包括至少一个光源 41 和至少一个探测器 42,所述光源 41 可以 LED 光源、激光光源或其他光源,所述光源 41 产生的光束穿过上出气通道 20 的侧壁上所开的孔并射入到所述通道的空气中,最终与该空气中的颗粒相遇,所述光束中的光子被流过的颗粒“撞击”后产生散射光,即在颗粒上产生散射光,这些散射光作为光束的延续,部分为探测器 42 所接收,探测器 42 根据所接收的散射光测量出颗粒浓度,测量方法如下:

[0025] 一束光强为  $I_0$  的平行光被一粒径为  $D$  的球形颗粒散射,其散射光强的空间分布可由米(Mie)散射理论给出。根据米理论,散射光强的分布可用夫琅荷费衍射理论来近似描述,故  $\theta$  方向上的散射光强可用下式表示:

$$[0026] \quad I(\theta, D) = \frac{D^2}{4f^2} I_0 \left[ \frac{J_1(\pi D \sin \theta / \lambda)}{\sin \theta} \right]^2$$

[0027] 式中,  $J_1$  是一阶贝塞尔函数;  $f$  是光学聚焦镜 42 的焦距;  $\lambda$  是入射光波长。

[0028] 例如, 当  $\lambda$  是入射光波长为 840nm, 粒子直径  $D$  为 2.5 $\mu$ m 时, 接收被测颗粒前向 (45 $\pm$ 15) $^\circ$  范围内的散射光, 此时的散射光能量和粒径之间有良好的单值对应关系, 受折射率影响最小。

[0029] 应当理解, 上述颗粒浓度测量装置 (40, 50) 的结构仅是一优选实施例, 并不用于限制本发明采用其他的方案, 为了提高颗粒的浓度测量精度, 还提供了进一步的演进实施例, 依然以第一颗粒浓度测量装置 40 为例:

[0030] 1、光源 41 的光路和所述孔的轴线之间形成的夹角与探测器 42 到所述孔的直线和所述孔的轴线之间形成的夹角相等, 即光源 41 对孔发出光束, 该光束的光路和孔的轴线之间形成第一夹角, 探测器 42 到孔的直线和孔的轴线之间形成第二夹角, 所述的第一夹角和第二夹角相等或近似, 该设置有利于探测器 42 收集散射光; 另外, 在光源 41 和探测器 42 之间设置有一挡板, 防止光源的光束照射到探测器 42 上, 影响探测器 42 的测量精度; 第一夹角和第二夹角的范围为 (45 $\pm$ 15) $^\circ$ , 优选为 45 $^\circ$ ;

[0031] 2、在光源 41 到所述孔之间设置一光学聚焦镜 43, 该光学聚焦镜 43 的焦点在所述孔处或所述孔的附近, 光源 41 产生的光束经过该光学聚焦镜 43 后能更好聚焦在上出气通道 20 的侧壁上所开的孔内, 提高了光源 41 的使用效率; 同时在孔到探测器 42 之间设置另一光学聚焦镜 44, 该光学聚焦镜 44 能有效的收集从所述孔中发出的散射光, 并将收集到的散射光聚到聚焦点上, 最终为位于该聚焦点处的探测器 42 所接收, 探测器 42 根据这些接收到的散射光的光信号判定颗粒的浓度, 由于加入这一光学聚焦镜 44, 探测器 42 接收到的光信号加强了, 有利于设备检测精度的提高。

[0032] 另外, 探测器 42 包括光电转换器件, 光电转换器件具体为 PD 光电二级管、PIN 光电二极管、APD 光电雪崩二极管或 PMT 光电倍增管, 当然也可以采用其他类型的光电转换器件。

[0033] 实施例 2

[0034] 如图 2, 一种分层式颗粒浓度测量方法, 其步骤包括:

[0035] S1、设置一进气通道, 以及与该进气通道的下部出气口连通的上出气通道和下出气通道, 所述上出气通道位于所述下出气通道的上方; 该进气通道处于基本竖直状态或者该进气通道的至少下半段基本竖直状态, 该目的是: 空气流入该进气通道后, 空气中的较大颗粒会处于快速的跌落状态, 并随空气进入下出气通道中;

[0036] S2、对下出气通道的内部进行减压处理, 使其产生吸力以帮助所述进气通道加速吸入外部空气; 当然也可以对上出气通道的内部进行减压处理, 或对上、下出气通道同时进行减压处理;

[0037] S3、根据重力沉降和惯性原理, 对流经所述进气通道中的所述外部空气中夹杂的不同粒径的颗粒实施分离, 其中较大颗粒进入所述下出气通道中, 较小颗粒进入所述上出气通道中; 分离原理, 详见实施例 1, 在此不重述;

[0038] S4、分别对所述上出气通道和下出气通道中的空气的颗粒浓度进行测量。

[0039] 通过上述步骤, 可以得到不同粒径的颗粒的在空气中的分布数据。

[0040] 以上所述的本发明实施方式,并不构成对本发明保护范围的限定。任何在本发明的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的权利要求保护范围之内。

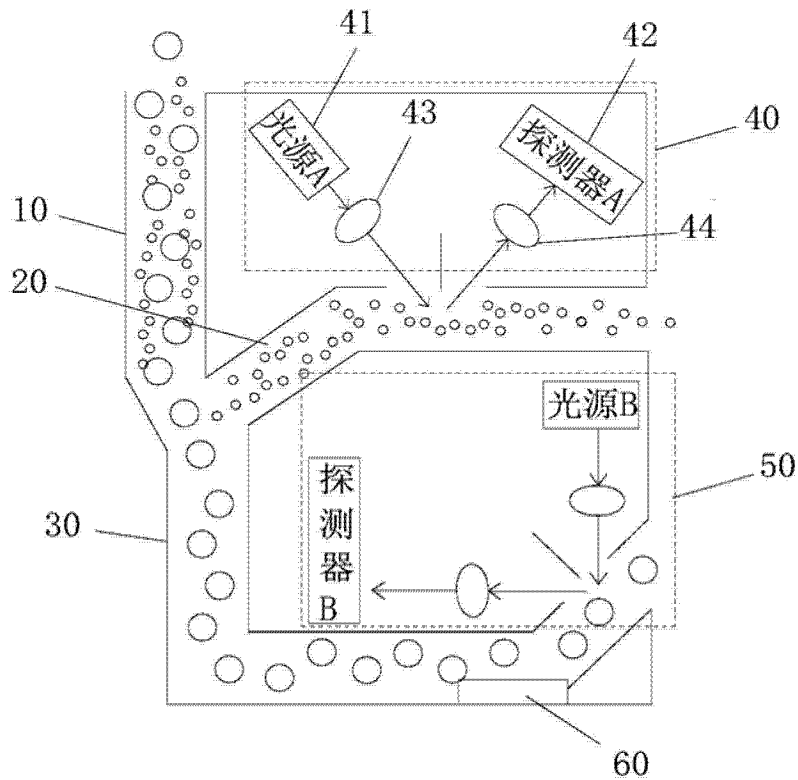


图 1

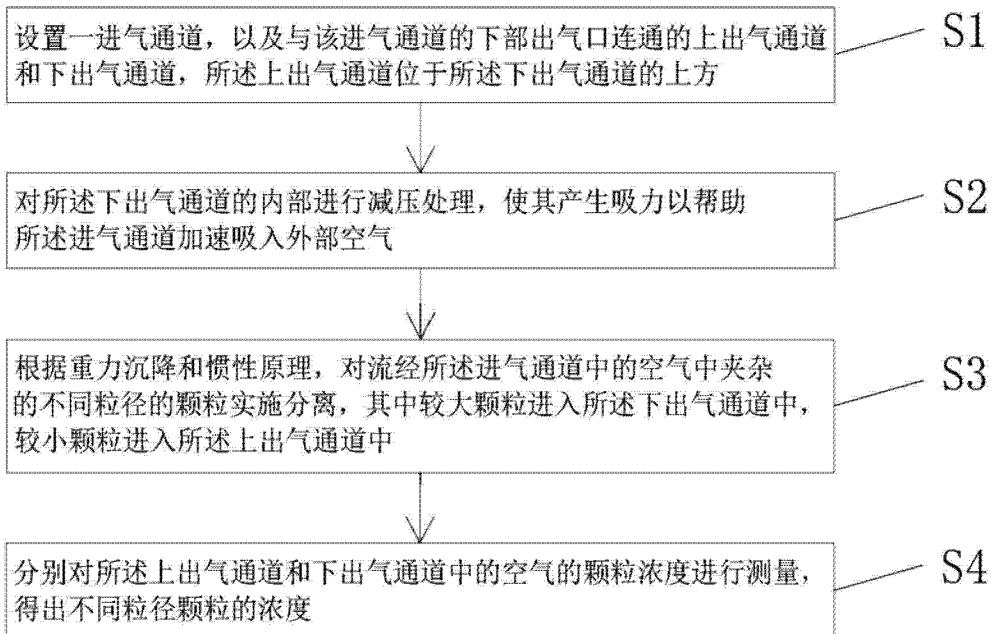


图 2