



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112198101 A

(43) 申请公布日 2021.01.08

(21) 申请号 202011236730.3

(22) 申请日 2020.11.09

(71) 申请人 中国计量科学研究院

地址 100013 北京市朝阳区北三环东路18号

申请人 郑州计量先进技术研究院

(72) 发明人 林鸿 马若梦 王池 张亮 林俊
吴丽 吕洪震 常毅

(74) 专利代理机构 北京华仁联合知识产权代理有限公司 11588

代理人 陈建

(51) Int. Cl.

G01N 15/06 (2006.01)

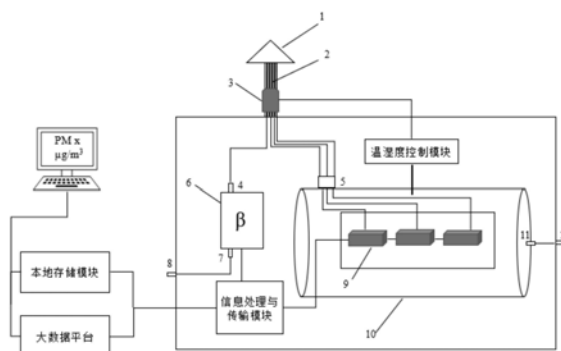
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种高精度PM_{2.5}/PM₁₀浓度连续在线检测装置

(57) 摘要

本发明涉及一种高精度PM_{2.5}/PM₁₀浓度连续在线检测装置,所述检测装置包括β射线和光散射颗粒物传感器,能实现高精度的连续在线测量的问题。该检测装置具有测量精度高、实时监测PM_{2.5}/PM₁₀等优点,且具备自校准功能。



1. 一种高精度PM2.5/PM10浓度连续在线检测装置,其包括:外壳,所述外壳内具有容置空间;在所述外壳的容置空间内设置有β射线颗粒物监测仪和传感器测量模块;采样管,待测气体通过采样管进入到所述容置空间内,其特征在于:采样管包括第一管道、第二管道、第三管道和第四管道;所述第一管道与β射线颗粒物监测仪连接,所述第二管道、第三管道和第四管道分别连接到传感器测量模块;信息处理与传输模块实时采集β射线颗粒物监测仪和传感器测量模块的测量值,在预定校准周期内利用β射线颗粒物监测仪的测量值对传感器测量模块的测量值进行校准。

2. 如权利要求1所述的高精度PM2.5/PM10浓度连续在线检测装置,其特征在于:在外壳上进一步设置有第一出口和第二出口。

3. 如权利要求2所述的高精度PM2.5/PM10浓度连续在线检测装置,其特征在于:所述β射线颗粒物监测仪的出气口与所述外壳上的第一出口连接。

4. 如权利要求2所述的高精度PM2.5/PM10浓度连续在线检测装置,其特征在于:所述传感器测量模块的出气口与所述外壳上的第二出口连接。

5. 如权利要求1所述的高精度PM2.5/PM10浓度连续在线检测装置,其特征在于:所述装置进一步包括温湿度控制模块。

一种高精度PM2.5/PM10浓度连续在线检测装置

技术领域

[0001] 本发明涉及环保领域,特别是涉及一种高精度PM2.5/PM10浓度连续在线检测装置。

背景技术

[0002] 当空气质量恶化时,阴霾天气现象会出现增多,危害现象加重。不少地区把阴霾天气现象并入雾一起作为灾害性天气预警预报,统称为“雾霾天气”。雾霾主要由PM2.5、PM10、PM0.1以及重金属镍、砷、铬、铅等颗粒组成。在空气动力学和环境气象学中,颗粒物是按直径大小来分类的,粒径小于100微米的称为TSP(Total Suspended Particle),即总悬浮颗粒物;粒径小于10微米的称为PM10,即可吸入颗粒物;粒径小于2.5微米的称为PM2.5,即可入肺颗粒物,它的直径仅相当于人的头发丝粗细的1/20。虽然PM2.5只是地球大气成分中含量很少的组分,但它与较粗的大气颗粒物相比,粒径小,富含大量的有毒、有害物质且在大气中的停留时间长、输送距离远,因而对人体健康和大气环境质量影响更大。

[0003] 目前,针对PM2.5、PM10和TSP的测定方法主要有三种:重量法、微量震荡天平法和 β 射线吸收法。其中,重量法是颗粒物浓度测量最基本的方法,在保证仪器良好且操作正确的条件下,称重法能得到相对可靠的结果。常用来检测其它测量方法及仪器的精确度,但需人工称重,程序繁琐费时,自动化程度低,成本较高且难以实现在线监测;微量震荡天平法是近年才发展起来的颗粒物质量浓度测量方法,能够用于实时连续监测空气中颗粒物的浓度,其测量精度和实时性是传统方法所无法比拟的,但该仪器受温度、湿度干扰较大,对滤膜要求很高,且体积大,价格昂贵; β 射线吸收法是在称重法基础上发展起来的一种方法,准确度高,但响应速度慢,通常只用它的小时平均值。

[0004] 为了实现对空气质量的实时监控,亟需能够对空气中PM2.5/PM10浓度进行连续在线监测的仪器,获得准确连续的颗粒物浓度数据。

发明内容

[0005] 本发明旨在提供一种高精度的PM2.5/PM10浓度连续在线测量的检测装置,以实时获取准确而全面的PM2.5/PM10浓度数据。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供以下技术方案:

[0007] 本发明提供了一种高精度PM2.5/PM10浓度连续在线检测装置,其包括:外壳,所述外壳内具有容置空间;在所述外壳的容置空间内设置有 β 射线颗粒物监测仪和传感器测量模块;采样管,待测气体通过采样管进入到所述容置空间内,所述采样管包括第一管道、第二管道、第三管道和第四管道;所述第一管道与 β 射线颗粒物监测仪连接,所述第二管道、第三管道和第四管道分别连接到传感器测量模块;信息处理与传输模块实时采集 β 射线颗粒物监测仪和传感器测量模块的测量值,在预定校准周期内利用 β 射线颗粒物监测仪的测量值对传感器测量模块的测量值进行校准。

[0008] 其中,在外壳上进一步设置有第一出口和第二出口。

[0009] 其中,所述 β 射线颗粒物监测仪的出气口与所述外壳上的第一出口连接。

[0010] 其中,所述传感器测量模块的出气口与所述外壳上的第二出口连接。

[0011] 其中,所述装置进一步包括温湿度控制模块。

[0012] 本发明提出的高精度的PM_{2.5}/PM₁₀浓度连续在线测量的检测装置包括 β 射线颗粒物监测仪和光散射颗粒物传感器,共用一个采样头和切割器,以实现同步采样。采样头默认为PM₁₀采样头,当测PM_{2.5}浓度时,需要安装PM_{2.5}切割器。温湿度控制模块可对采样管进行动态加热,即当湿度大于35%RH时,开启加热功能,加热至60℃;当湿度低于35%RH时,不开启加热功能。由于 β 射线颗粒物监测仪和光散射颗粒物传感器采样流量不同,待测气体分两路进入两个测量模块。由至少三个颗粒物传感器组成传感器测量模块,测量结果取平均值以消除系统误差。使用 β 射线颗粒物监测仪的测量结果对传感器进行校准,校准周期可设为1小时或1天,视具体情况而更改。

[0013] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明提供了一种高精度的空气中PM_{2.5}/PM₁₀浓度连续在线检测装置,利用 β 射线颗粒物监测仪的数据对光散射颗粒物传感器进行校准,从而实现准确的连续的颗粒物浓度的监测。该检测装置的两个测量模块可分开使用,同时测量结果既可本地存储又可上传至大数据平台,用于构建智慧环保体系。

附图说明

[0014] 图1为本发明的高精度PM_{2.5}/PM₁₀浓度连续在线检测装置的结构示意图。

具体实施方案

[0015] 为了便于理解本发明,下面结合附图对本发明的实施例进行说明,本领域技术人员应当理解,下述的说明只是为了便于对发明进行解释,而不作为对其范围的具体限定。

[0016] 图1为本发明的高精度PM_{2.5}/PM₁₀浓度连续在线检测装置的结构示意图。如图1所示,本发明的检测装置包括:外壳,在所述外壳内具有容置空间,检测装置的大部分组件设置在所述容置空间内;采样头1,其位于空气中,对空气进行采样;采样管2,所述采样管2与所述采样头1连接;切割器3,所述采样管2连接到切割器3,所述切割器3将所述采样管2分成两部分,所述采样管2通过所述切割器3连接,优选所述切割器3采用旋风式或者撞击式的原理,较大的粒子由于质量较大而被撞击在筛孔的一层,而质量较小的粒子则通过筛孔到下一级,从而将目标颗粒物从空气中分离出来,例如PM_{2.5}切割器采集到的是粒径小于2.5微米的颗粒物。PM₁₀切割器采集到的是粒径小于10微米的颗粒物;当需要采集PM_{2.5}时,只需将所述切割器3设置为PM_{2.5}切割器即可。作为进一步优选实施方式,所述切割器3的进气口可直接插进采样头1的出气口,其内外径大小是匹配好的,中间有O型胶圈保证密封性。根据目标颗粒物选择切割器3采用PM₁₀切割器和/或PM_{2.5}切割器;所述采样头1、采样管2和切割器3均设置在外壳1的外侧;在外壳上进一步设置有第一出口8和第二出口12。在所述外壳的容置空间内设置有 β 射线颗粒物监测仪6和传感器测量模块10。

[0017] 所述采样管2包括四个管道,分别为第一管道、第二管道、第三管道和第四管道;所述第一管道与 β 射线颗粒物监测仪6的第一进气口4连接,所述第二管道、第三管道和第四管道分别连接到传感器测量模块10的第二进气口5。

[0018] 采样头1采集的待测气体进入到采样管2,待测气体通过第二至第四管道进行传

输,由第二进气口5进入传感器测量模块10,分三路分别连接到至少三个光散射颗粒物传感器9,所述光散射颗粒物传感器9连接到信息处理与传输模块;传感器测量模块10的第三出口11与外壳上的第二出口12连接。

[0019] β 射线颗粒物监测仪6的第四出口7与外壳上的第一出口8连接,所述 β 射线颗粒物监测仪6连接到信息处理与传输模块;温湿度控制模块与采样管2和传感器测量模块10连接,温湿度控制模块可控制采样管2的加热功能,并对传感器测量模块10进行控温,使其处于最佳工作温度;信息处理与传输模块包含有4G模块和/或5G模块,能实时采集 β 射线颗粒物监测仪6和传感器测量模块10的测量值,并根据设定校准周期利用 β 射线颗粒物监测仪6的测量值对传感器测量模块10的测量值进行校准,同时把测量结果进行存储,可同时进行本地存储和远程传输至大数据平台。

[0020] 为了防止传感器本身损坏及系统误差带来的影响,该检测装置包括至少三个相同的光散射颗粒物传感器9,以实现数据之间的相互比对。

[0021] 如图1所示的实施例中,对光散射颗粒物传感器9行校准的具体流程如下:当检测装置开始工作时,温湿度控制模块首先检测待测气体的湿度,如果湿度超过35%RH,则开启加热功能,对采样管进行加热至60℃。 β 射线颗粒物监测仪6和传感器测量模块10依靠各自的采样泵进行采样,所述 β 射线颗粒物监测仪6在仪器内部内置采样泵;传感器测量模块10依靠内部的小风扇转动,产生负压,将外界空气吸入采样管。由于 β 射线颗粒物监测仪和传感器的采样原理和采样流量不同,因此,各配有一个采样管,防止采样时的交叉干扰,待测气体分别进入两个测量模块。传感器测量模块10的测量值为至少三个光散射颗粒物传感器9的平均值。 β 射线颗粒物监测仪测量精度较高,但其只能实现每小时一个测量值。而光散射颗粒物传感器9可完成对颗粒物质量浓度的实时分析。此外,其工作曲线的线性度较好,斜率较为稳定;但光散射颗粒物传感器在持续工作过程中易发生零点和跨度漂移。此时,将 β 射线颗粒物监测仪与光散射颗粒物传感器相结合,比较 β 射线颗粒物监测仪的小时测量值与光散射颗粒物传感器当前测量值,利用其差值,通过相关算法对光散射颗粒物传感器的零点和跨度漂移进行修正,以保证本发明提出的高精度的空气中PM_{2.5}/PM₁₀浓度连续在线检测装置的数据质量。

[0022] 本发明的检测装置可在一定时间内自动进行一次自校准,也可在需要任何时间进行手动校准。

[0023] 该检测装置的测量范围为0~1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,其中光散射颗粒物传感器的工作寿命约为2年,可通过更换检测装置中的光散射颗粒物传感器,来延长该装置的使用寿命。使用本专利公开的自校准方法,使得该装置在长时间连续工作状态下,测量精度为0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

[0024] 本发明公开的一种高精度的空气中PM_{2.5}/PM₁₀浓度连续在线检测装置包括至少3个光散射颗粒物传感器,能够实现至少3个传感器之间的数据比对,以降低传感器本身损坏、传感器系统误差或其他不可抗因素带来的影响,且能在保证不影响测量数据的情况下及时更换传感器。

[0025] 本发明公开的采样方法使用同一采样头和切割器,但又分成单独的采样气路,既实现了同步采样,又不影响各自的采样量。

[0026] 本发明提出的检测装置,使用高精度 β 射线颗粒物监测仪的小时测量值对光散射颗粒物传感器进行校准,一方面可保证检测装置的数据质量,另一方面可实现检测装置对

空气中PM2.5/PM10浓度实时监测。该检测装置测量范围宽,在长时间续工作状态下,测量精度可达 $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

[0027] 可以理解的是,虽然本发明已以较佳实施例披露如上,然而上述实施例并非用以限定本发明。对于任何熟悉本领域的技术人员而言,在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的技术内容对本发明技术方案作出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

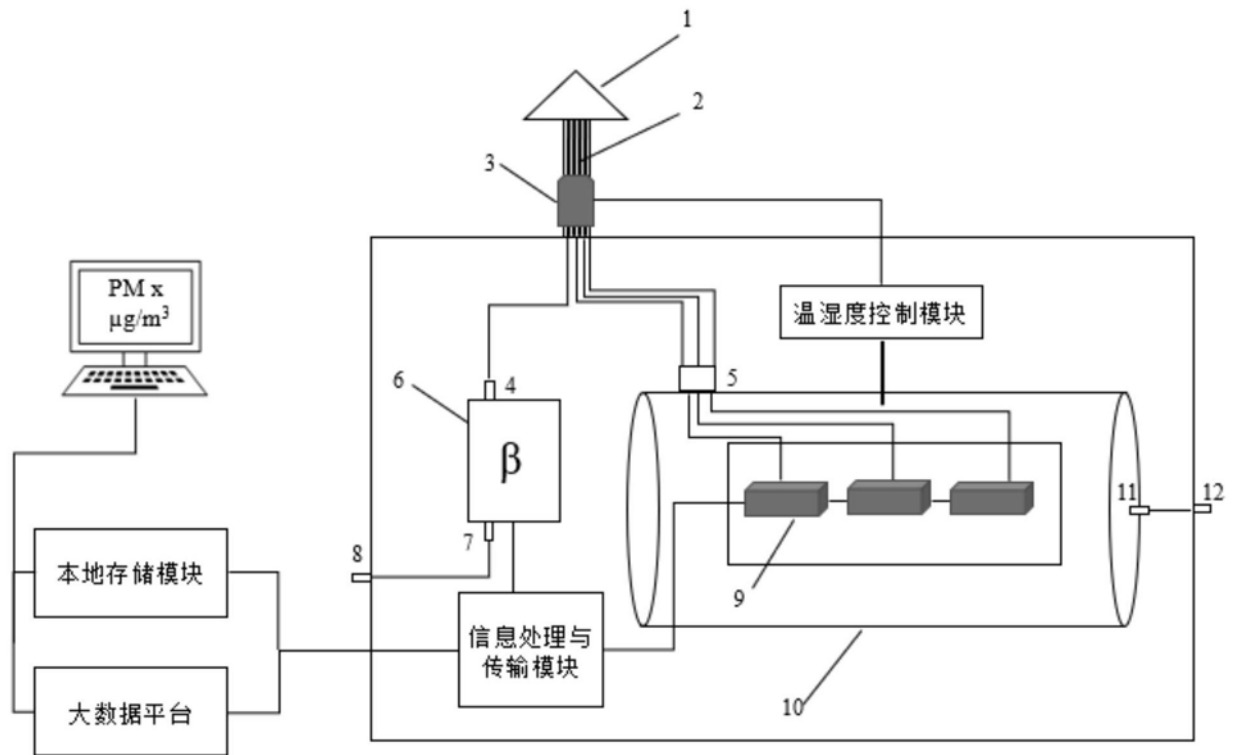


图1