



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111624057 A

(43)申请公布日 2020.09.04

(21)申请号 202010525385.9

(22)申请日 2020.06.10

(71)申请人 中国科学院地球化学研究所  
地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72)发明人 张辉

(74)专利代理机构 北京劲创知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11589  
代理人 张铁兰

(51)Int.Cl.

G01N 1/24(2006.01)

B01D 46/54(2006.01)

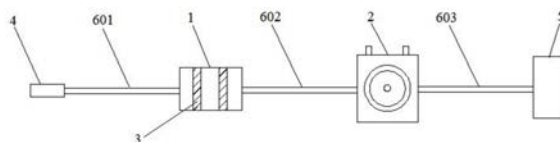
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种气态汞的富集装置

(57)摘要

本发明公开了一种气态汞的富集装置,包括滤膜夹、采样泵和银过滤膜;银过滤膜设于滤膜夹内,滤膜夹的一端与进气口连通,滤膜夹的另一端与采样泵连通。该气态汞的富集装置目的是解决传统方法不能富集气体样品中的颗粒态汞的问题,更好实现气态总汞的完全富集。



1. 一种气态汞的富集装置,其特征在于,包括滤膜夹(1)、采样泵(2)和银过滤膜(3);所述银过滤膜(3)设于所述滤膜夹(1)内,所述滤膜夹(1)的一端与进气口(4)连通,所述滤膜夹(1)的另一端与所述采样泵(2)连通。

2. 根据权利要求1所述的气态汞的富集装置,其特征在于,所述银过滤膜(3)在所述滤膜夹(1)内叠设为两层。

3. 根据权利要求1或2所述的气态汞的富集装置,其特征在于,所述银过滤膜(3)的孔径小于 $2\mu\text{m}$ 。

4. 根据权利要求1所述的气态汞的富集装置,其特征在于,所述滤膜夹(1)包括滤膜压环(11)和滤膜托网(12);所述滤膜压环(11)内侧置有凸台(111),所述滤膜托网(12)设有与所述凸台(111)相适配的固定环(121),所述滤膜托网(12)上设有空气通道(122)。

5. 根据权利要求1所述的气态汞的富集装置,其特征在于,所述采样泵(2)为真空泵。

6. 根据权利要求1所述的气态汞的富集装置,其特征在于,所述滤膜夹(1)的一端通过第一连接管道(601)与所述进气口(4)连通。

7. 根据权利要求1所述的气态汞的富集装置,其特征在于,所述滤膜夹(1)的另一端通过第二连接管道(602)与所述采样泵(2)连通。

8. 根据权利要求1所述的气态汞的富集装置,其特征在于,还包括容积式流量计(5),所述的容积式流量计(5)为气体质量流量计,所述容积式流量计(5)与所述采样泵(2)的出口通过第三连接管道(603)连接。

## 一种气态汞的富集装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于大气监测技术领域,具体涉及一种气态汞的富集装置。

### 背景技术

[0002] 汞是一种常温下为液体的有毒重金属元素,而且能够挥发到环境大气中,并在大气中滞留很长时间(一般半年到两年),从而使得大气中的汞能够随着气流扩散和长距离的迁移和输送。大气中汞的来源主要是人为排放和自然排放过程,人为排放主要包括煤、石油、生物质燃料的燃烧和金属矿产开采与冶炼、水泥生产等工业生产活动,自然排放过程包括火山、地热、土壤和水体等地表的释放。气态汞浓度的变化可以反映工业活动汞排放的强度,区域性的大气汞分布和传输规律,同时也能够进行大气汞的来源解析和评估大气汞的污染程度。另外,人长期暴露于汞浓度超过 $50\text{ng}/\text{m}^3$ 的大气环境中即认为对体会造成损害。然而,气态汞的浓度非常的低,气态汞一般只有纳克每立方米( $\text{ng}/\text{m}^3$ )级别,而气态活性汞和颗粒态汞一般只有皮克每立方米( $\text{pg}/\text{m}^3$ )级别。因此气态汞的测量非常的有挑战,需要准确富集到一定的量才能达到检测器的检出限和要求。

[0003] 传统的气态汞测量是先将样气抽取以后经过可以去除 $\text{PM}_{2.5}$ 的滤膜,然后再经过镀金石英砂颗粒或者纯金颗粒填充的富集管,从而将样气中的汞富集到金颗粒上面,然后再加热解析富集管,通过载气(高纯氩)将热解析的单质汞带入原子荧光或者原子吸收检测器分析汞含量。这样结果会造成没有富集到样气中的颗粒态汞(通常为吸附在 $\text{PM}_{2.5}$ 气溶胶上的汞),使得最终测量到的汞浓度没有包含颗粒态汞。

[0004] 我国目前对气态汞测量技术研究和研发还比较少,特别是对于低汞含量( $2\text{ng}/\text{m}^3$ 以下)的大气样品的测量还没有特别成熟的技术。另外国际上目前的大气汞预富集技术还是传统的方式,近十几年来没有改变。传统的金富集管被大气颗粒物污染后难以清洗,因此需要富集前去掉大于 $\text{PM}_{2.5}$ 以上的颗粒物,而且造价高,一旦钝化后更换成本高昂。

[0005] 有鉴于此,本领域技术人员亟待提供一种气态汞的富集装置用于解决传统方法不能富集气体样品中的颗粒态汞的问题。

### 发明内容

[0006] (一)要解决的技术问题

[0007] 本发明要解决的技术问题是传统方法不能富集气体样品中的颗粒态汞,更好实现气态总汞的富集。

[0008] (二)技术方案

[0009] 本发明提供了一种气态汞的富集装置,包括滤膜夹、采样泵和银过滤膜;所述银过滤膜设于所述滤膜夹内,所述滤膜夹的一端与进气口连通,所述滤膜夹的另一端与所述采样泵连通。

[0010] 进一步地,所述银过滤膜在所述滤膜夹内叠设为两层。

[0011] 进一步地,所述银过滤膜的孔径小于 $2\mu\text{m}$ 。

[0012] 进一步地,所述滤膜夹包括滤膜压环和滤膜托网;所述滤膜压环内侧置有凸台,所述滤膜托网设有与所述凸台相适配的固定环,所述滤膜托网上设有空气通道。

[0013] 进一步地,所述采样泵为真空泵。

[0014] 进一步地,所述滤膜夹的一端通过第一连接管道与所述进气口连通。

[0015] 进一步地,所述滤膜夹的另一端通过第二连接管道与所述采样泵连通。

[0016] 进一步地,所述气态汞的富集装置还包括容积式流量计,所述的容积式流量计为气体质量流量计,所述容积式流量计与所述采样泵的出口通过第三连接管道连接。

[0017] (三)有益效果

[0018] 本发明的上述技术方案具有如下优点:

[0019] 本发明提供的包括滤膜夹、采样泵和银过滤膜;银过滤膜设于滤膜夹内,滤膜夹的一端与进气口连通,滤膜夹的另一端与采样泵连通,进气口不需要再加PM2.5的滤膜,使得气体样品中的颗粒态汞可以富集到银过滤膜或上,满足对气体样品中单质汞、活性汞和颗粒态汞的富集,从而真正实现对样品中总汞的完全富集。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明实施例提供的一种气态汞的富集装置的结构示意图;

[0021] 图2为本发明实施例提供的气态汞的富集装置中滤膜夹的结构剖视图;

[0022] 图3为本发明实施例提供的气态汞的富集装置中滤膜夹的滤膜托网的结构示意图。

[0023] 图中:

[0024] 1、滤膜夹;11、滤膜压环;111、凸台;12、滤膜托网;121、固定环;

[0025] 122、空气通道;2、采样泵;3、银过滤膜;4、进气口;5、容积式流量计;

[0026] 601、第一连接管道;602、第二连接管道;603、第三连接管道。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0028] 本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”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。

[0029] 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“安装”、“相连”、“连接”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;可以是机械连接,也可以是电连接;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。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。

[0030] 目前国内外对大气汞的预富集主要是采用将一定量的纯黄金颗粒或者石英砂镀

金颗粒填充于石英管中,然后将石英管一端(进气口)链接到PM2.5过滤头,另一端(出气口)链接到抽气泵,通过抽气泵把气体样品抽取通过金颗粒,从而将气体样品中的汞富集到金颗粒上面。最后在通过加热丝通电后产生高温,把金颗粒富集的汞热解析为单质汞,进而通过载气载入汞检测器中分析含量。

[0031] 其存在如下问题:

[0032] (1) 金颗粒的粒径需要在一个合适的范围,粒径太大的金颗粒填入石英管后颗粒间的缝隙会比较大,气体样品比较容易穿透,从而导致富集效率降低。粒径太小的金颗粒填入石英管后颗粒间缝隙太小,会导致气流难以通过,从而增加抽气泵的负荷;

[0033] (2) 金颗粒填充的方法只能富集气体样品,液体样品很难通过,而且非常容易造成金颗粒的钝化,从而降低汞的吸收效率;

[0034] (3) 金颗粒填充的方法在进气体样品前必须加PM2.5的过滤膜,将气体中的大颗粒物去掉,不然颗粒物会进入金颗粒的间隙中堆积,从而造成金颗粒钝化并堵塞气路;

[0035] (4) 金颗粒填充的方法在吸收效率降低后很难清洗活化,需要多次酸洗和有机试剂的清洗,然后再反复测试其吸收效率是否达标;

[0036] (5) 金颗粒填充的方法只能富集气体样品中的单质汞和活性汞,颗粒态汞被PM2.5过滤掉,因此分析的不是真正意义上的总汞;

[0037] (6) 金颗粒的制作和填充工艺要求比较高,目前国内还没有此类工艺,同时需要进行空气动力学测试,需要填充的量也比较大,才能满足高汞富集效率的要求。这样的成本非常昂贵,通常一支用金颗粒填充的进口汞富集管价格在一万元以上。

[0038] 根据本发明实施例提供了一种气态汞的富集装置,如图1所示,包括滤膜夹1、采样泵2和银过滤膜3;银过滤膜3设于滤膜夹1内,滤膜夹1的一端与进气口4连通,滤膜夹1的另一端与采样泵2连通。

[0039] 在该实施方式中,采样泵2将气体或者液体样品按一定的流速通过银过滤膜3,从而将样品中的汞完全富集到银过滤膜3上,采用银过滤膜3的富集方式,进气口不需要再加PM2.5的滤膜,使得气体样品中的颗粒态汞可以富集到银膜或上,满足对样品中单质汞、活性汞和颗粒态汞的富集,从而真正实现对样品中总汞的完全富集,解决传统方法不能富集气体样品中的颗粒态汞,真正实现了对气态总汞的测试。

[0040] 在一些可选的实施例中,银过滤膜3在滤膜夹1内叠设为两层。银过滤膜3的更换比较简单,不像金颗粒填充那么复杂繁琐,规格和用量比较容易确定,不需要做复杂的空气动力学测试,而且双层膜富集可以有效和满足汞的富集效率。

[0041] 在一些可选的实施例中,银过滤膜3的孔径小于 $2.5\mu\text{m}$ 。具体地,银过滤膜3的孔径可以小于 $2\mu\text{m}$ ,这样可以不在进气口4不需要再加PM2.5的滤膜,有利于富集样品中的颗粒态汞。

[0042] 在一些可选的实施例中,如图2-3所示,滤膜夹1包括滤膜压环11和滤膜托网12;滤膜压环11内侧置有凸台111,滤膜托网12设有与凸台111相适配的固定环121,滤膜托网12上设有空气通道122。

[0043] 在该实施方式中,滤膜夹1的结构简单、操作简便、实用性强,克服了传统滤膜夹取滤膜不便及样品损失的弊端,节省更换滤膜时间,提高测量精度。同时,滤膜压环11与滤膜托网12特殊结构的设计,避免了气体通过滤膜时易出现的滤膜变形、振动及破损现象。

[0044] 具体地,滤膜托网12中均匀分布的空气通道122,空气通道122端面形状为方形或者圆形,其数量一般为2-2000个,所有的端面都是平整的,且保持在同一高度,形成了一个平整的滤膜支撑面,其作用是托住滤膜12;空气通道122的作用是流入、流出空气。

[0045] 在一些可选的实施例中,采样泵2为真空泵。真空泵的结构简单、紧凑,并且抽吸力大。

[0046] 在一些可选的实施例中,滤膜夹1的一端通过第一连接管道601与进气口4连通。第一连接管道601连通了滤膜夹1与进气口4,确保空气样品流入滤膜夹1吸附其中的汞。

[0047] 在一些可选的实施例中,滤膜夹1的另一端通过第二连接管道602与采样泵2连通。第二连接管道602连通了滤膜夹1与采样泵2,确保为装置提供抽吸力,让空气样品流入滤膜夹1。

[0048] 在一些可选的实施例中,气态汞的富集装置还包括容积式流量计5,的容积式流量计5为气体质量流量计,容积式流量计5与采样泵2的出口通过第三连接管道603连接。其中,容积式流量计5用于记录气体的总流量。

[0049] 随着国际汞公约《水俣公约》的生效和实施,全球对汞的分析测试需求越来越旺盛,传统对气体样品中汞的富集方法自上个世纪八十年代发明以来基本没有改进过。随着近年来中国国内汞分析仪器应用的推广以及测试需求的增多,未来应该采用更为全面和有效的汞富集方法和技术,本发明正好可以满足这方面技术的需求,从而获得更真实有效的汞测量数据,也最大限度的降低应用于汞分析仪的汞富集管生产成本。

[0050] 相比于传统的气态汞富集装置,本发明实施例提供一种气态汞的富集装置具有以下优点:

[0051] (1) 采用孔径小于2微米的银过滤膜,并且进气口不需要再加PM2.5的滤膜,使得气体样品中的颗粒态汞可以富集到银膜或上,满足对气体样品中单质汞、活性汞和颗粒态汞的富集,从而真正实现对样品中总汞的完全富集;

[0052] (2) 银过滤膜的更换比较简单,不像金颗粒填充那么复杂繁琐,规格和用量比较容易确定,不需要做复杂的空气动力学测试,而且双层膜富集可以有效和满足汞的富集效率;

[0053] (3) 银过滤膜在发生钝化和吸收效率变低以后,清洗和活化方法比金颗粒填充的富集管简单,可以直接将银过滤膜拆下来做清洗和净化,操作更为简便;

[0054] (4) 银的价格比金要低得多,银膜的制作工艺和成本比较低,一般市场上比较容易买到,从而很大地降低了汞富集管的成本;

[0055] (5) 采用银过滤膜的汞富集方法除了可以富集气体样品中的汞以外,还可以富集液体样品中的汞,从而拓展了本发明实施例的使用范围。

[0056] 以上所述仅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,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变型,这些改进和变型也应视为本发明的保护范围。

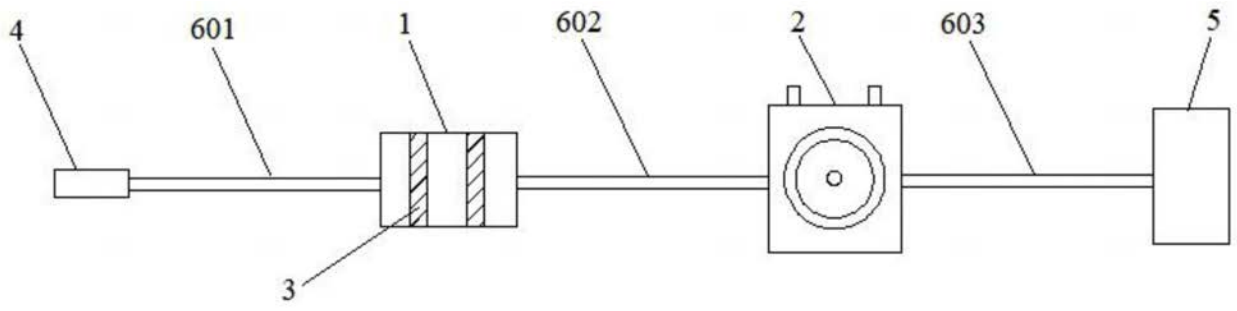


图1

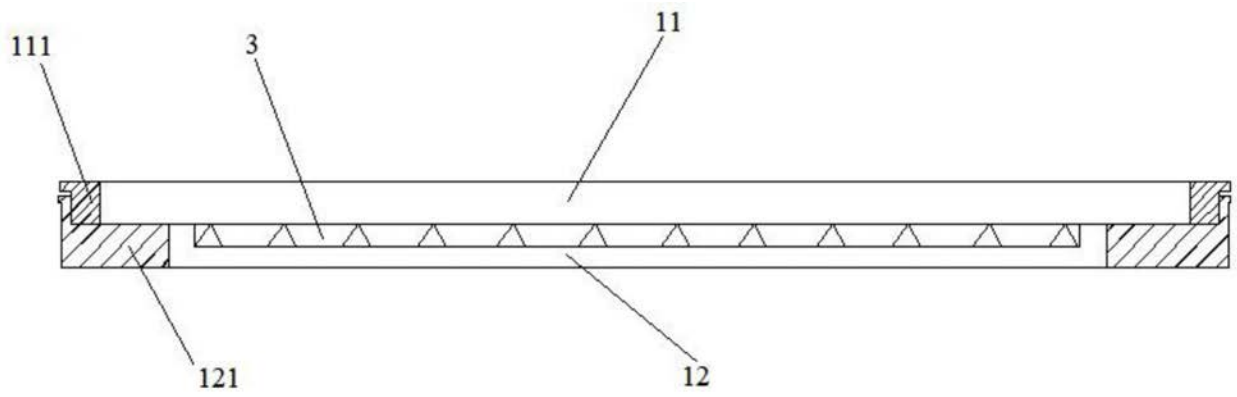


图2

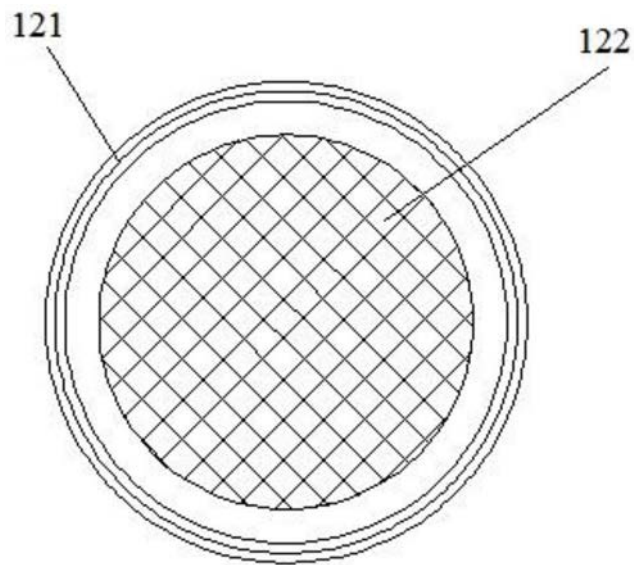


图3