



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113702359 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 26

(21) 申请号 202110952699.1

G01N 1/24 (2006.01)

(22) 申请日 2021.08.19

(71) 申请人 伊创仪器科技(广州)有限公司

地址 511450 广东省广州市番禺区石碁镇
金山村华创动漫产业园B2号厂房一楼
101号

(72) 发明人 范怀勇 郭鹏然 蔡楠 王加勇

(74) 专利代理机构 广州新诺专利商标事务所有
限公司 44100

代理人 李小林 陈雄岳

(51) Int. Cl.

G01N 21/73 (2006.01)

G01N 21/01 (2006.01)

G01N 1/34 (2006.01)

G01N 1/40 (2006.01)

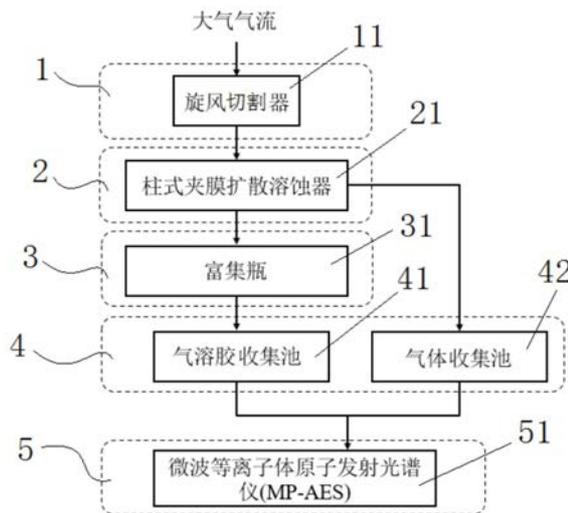
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种气溶胶多金属在线监测系统及其工作方法

(57) 摘要

本发明属于气溶胶成份检测技术领域,提供一种气溶胶多金属在线监测系统及其工作方法,主要设置有相互连通的采样单元、分离单元、富集单元、收集单元和检测单元;所述采样单元包括采样管和旋风切割器,所述分离单元包括柱式夹膜扩散溶蚀器,所述富集单元包括真空泵和富集瓶,富集瓶内设置有气溶胶吸收液;所述收集单元包括气溶胶收集池和气体收集池,所述检测单元包括微波等离子体原子发射光谱仪,所述微波等离子体原子发射光谱仪包括微波等离子体发生系统、进样系统和分光检测系统。本发明可以实现气体和多金属气溶胶的快速分离和捕集,实现多种重金属的同时在线分析,运行成本较低,安全性及准确性更高。



1. 一种气溶胶多金属在线监测系统,其特征在于,包括:

采样单元,所述采样单元包括采样管和旋风切割器,所述采样管将采集到的样品输送至所述旋风切割器;

分离单元,所述分离单元与所述旋风切割器相连通,所述分离单元包括柱式夹膜扩散溶蚀器,所述柱式夹膜扩散溶蚀器包括柱式支撑板、气体选择透过性膜和气体吸收液流通管道;

富集单元,所述富集单元包括真空泵和富集瓶,所述富集瓶的下部与所述柱式夹膜扩散溶蚀器相连通,所述真空泵连通设置在所述富集瓶的瓶盖上以连通所述富集瓶的内部;所述富集瓶内设置有气溶胶吸收液;

收集单元,所述收集单元包括气溶胶收集池和气体收集池,所述气溶胶收集池与所述富集瓶相连通,所述气体收集池与所述气体吸收液流通管道相连通;

检测单元,所述检测单元包括微波等离子体原子发射光谱仪,所述微波等离子体原子发射光谱仪包括微波等离子体发生系统、进样系统和分光检测系统,所述进样系统与所述气溶胶收集池、气体收集池分别连通。

2. 根据权利要求1所述的一种气溶胶多金属在线监测系统,其特征在于,所述旋风切割器的内部采用特氟龙材质制成。

3. 根据权利要求1所述的一种气溶胶多金属在线监测系统,其特征在于,所述气体吸收液流通管道内的气体吸收液设置为双氧水。

4. 根据权利要求1所述的一种气溶胶多金属在线监测系统,其特征在于,所述气溶胶吸收液为酸性溶液。

5. 根据权利要求1所述的一种气溶胶多金属在线监测系统,其特征在于,所述进样系统内设置有自动进样器。

6. 一种气溶胶多金属在线监测工作方法,适用于上述权利要求1-5中任一项所述的一种气溶胶多金属在线监测系统,其特征在于,包括以下步骤:

设置所述采样单元,以将所述采样管进行对大气气流的采集并输送至所述旋风切割器,以采集目标颗粒物;

设置所述分离单元,通过所述气体选择透过性膜对目标颗粒物中的气体及气溶胶进行分离,并使得分离后的气体进入所述气体吸收液流通管道;

设置所述富集单元,以使得分离后的气溶胶进入所述富集瓶,同时对应所述富集瓶设置所述真空泵和气溶胶吸收液,以形成对气溶胶的负压抽吸和溶液吸收的富集方式;

设置所述收集单元,以将自所述气体吸收液流通管道输出的气体收集至所述气体收集池,将自所述富集瓶内处理后的气溶胶收集至所述气溶胶收集池;

设置所述检测单元,以进行对所述收集单元中的所述气体及气溶胶的成分检测。

7. 根据权利要求6所述的一种气溶胶多金属在线监测工作方法,其特征在于,所述采样管采集大气气流时,所述大气气流的流量设置为15-20L/min。

8. 根据权利要求6所述的一种气溶胶多金属在线监测工作方法,其特征在于,所述气体吸收液流通管道内的气体吸收液的浓度为5-10mM。

9. 根据权利要求6所述的一种气溶胶多金属在线监测工作方法,其特征在于,所述气溶胶吸收液为硝酸或盐酸溶液。

10. 根据权利要求9所述的一种气溶胶多金属在线监测工作方法,其特征在於,所述气溶胶吸收液的浓度为2%-5%。

一种气溶胶多金属在线监测系统及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明属于气溶胶成份检测技术领域,具体涉及一种气溶胶多金属在线监测系统及其工作方法。

背景技术

[0002] 颗粒物是大气环境中组成最为复杂、危害最大的污染物之一。大气气溶胶是固态或液态的颗粒物在大气中的悬浮体系,其化学组成十分复杂,典型的气溶胶主要包括重金属、无机电解质和有机物等组分。大气气溶胶中的重金属具有不可降解性和生物毒性效应,它们的长期存在对生态环境和人类健康构成极大的潜在威胁。研究证实,气溶胶颗粒物能够对人体呼吸系统造成伤害:气溶胶粒径小,比表面积大,易吸附重金属等有毒物质,且粒径越小,被人体吸入后进入的部位越深,在肺泡中的沉积率越高,对人体呼吸系统伤害越大,甚至增加暴露人群的死亡率。因此,对大气气溶胶中痕量金属的定性定量分析已成为环境监测的热点领域。

[0003] 现有对大气气溶胶重金属的监测方法主要采用滤膜采样再进行实验室分析,采集的样品需要通过全消解法、酸溶法等进行前处理,这种方法的缺点是耗时长,容易引入误差,且难以支持快速在线监测。气溶胶中重金属的测定方法包括分光光度法、原子吸收光谱法(AAS)、原子荧光光度法(AFS)、电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)和X射线荧光光谱法(XRF)等。分光光度法检出限高,操作繁琐,应用较少;原子吸收光谱法是一种传统的测量方法,存在测量效率低、测量范围窄的问题;原子荧光光度法灵敏度高、干扰少,但测定的金属种类有限;电感耦合等离子体质谱法和X射线荧光光谱法是先进的痕量分析方法,但都存在设备价格昂贵,运维成本高等问题。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术的上述缺点,本发明的目的是提供一种气溶胶多金属在线监测系统及其工作方法,可实现气体和多金属气溶胶的快速分离和捕集,实现多种重金属的同时在线分析,运行成本较低,安全性更高。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种气溶胶多金属在线监测系统,包括:

[0007] 采样单元,所述采样单元包括采样管和旋风切割器,所述采样管将采集到的样品输送至所述旋风切割器;

[0008] 分离单元,所述分离单元与所述旋风切割器相连通,所述分离单元包括柱式夹膜扩散溶蚀器,所述柱式夹膜扩散溶蚀器包括柱式支撑板、气体选择透过性膜和气体吸收液流通管道;

[0009] 富集单元,所述富集单元包括真空泵和富集瓶,所述富集瓶的下部与所述柱式夹膜扩散溶蚀器相连通,所述真空泵连通设置在所述富集瓶的瓶盖上以连通所述富集瓶的内部;所述富集瓶内设置有气溶胶吸收液;

[0010] 收集单元,所述收集单元包括气溶胶收集池和气体收集池,所述气溶胶收集池与所述富集瓶相连通,所述气体收集池与所述气体吸收液流通管道相连通;

[0011] 检测单元,所述检测单元包括微波等离子体原子发射光谱仪,所述微波等离子体原子发射光谱仪包括微波等离子体发生系统、进样系统和分光检测系统,所述进样系统与所述气溶胶收集池、气体收集池分别连通。

[0012] 作为优选,所述旋风切割器的内部采用特氟龙材质制成。

[0013] 作为优选,所述气体吸收液流通管道内的气体吸收液设置为双氧水。

[0014] 作为优选,所述气溶胶吸收液为酸性溶液。

[0015] 作为优选,所述进样系统内设置有自动进样器。

[0016] 一种气溶胶多金属在线监测工作方法,适用于以上所述的一种气溶胶多金属在线监测系统,包括以下步骤:

[0017] 设置所述采样单元,以将所述采样管进行对大气气流的采集并输送至所述旋风切割器,以采集目标颗粒物;

[0018] 设置所述分离单元,通过所述气体选择透过性膜对目标颗粒物中的气体及气溶胶进行分离,并使得分离后的气体进入所述气体吸收液流通管道;

[0019] 设置所述富集单元,以使得分离后的气溶胶进入所述富集瓶,同时对应所述富集瓶设置所述真空泵和气溶胶吸收液,以形成对气溶胶的负压抽吸和溶液吸收的富集方式;

[0020] 设置所述收集单元,以将自所述气体吸收液流通管道输出的气体收集至所述气体收集池,将自所述富集瓶内处理后的气溶胶收集至所述气溶胶收集池;

[0021] 设置所述检测单元,以进行对所述收集单元中的所述气体及气溶胶的成分检测。

[0022] 进一步地,所述采样管采集大气气流时,所述大气气流的流量设置为15-20L/min。

[0023] 进一步地,所述气体吸收液流通管道内的气体吸收液的浓度为5-10mM。

[0024] 进一步地,所述气溶胶吸收液为硝酸或盐酸溶液。

[0025] 进一步地,所述气溶胶吸收液的浓度为2%-5%。

[0026] 与现有技术相比,本发明的有益效果包括有:

[0027] 1.本方案中设置的采集单元和分离单元,可以实现对大气气流中气体和气溶胶的快速分离,从而便于后续的同时在线监测,有助于揭示气体和气溶胶的相互关系和复合污染的形成机制。

[0028] 2.本方案为采用微波等离子体原子发射光谱仪(MP-AES)作为多金属气溶胶的在线监测仪器,可以实现多种金属元素的同时在线分析。并且结合上整个监测系统的设置而言,克服了传统技术上对大气重金属检测时存在的检测方法耗时长、流程繁琐、设备昂贵及运维成本高等问题,

[0029] 3.本方案可以实现在运行中以空气和氮气作为主要运行气体,运行成本更低且安全性更高,整个系统稳定性好,抗干扰能力强,检测更为快速准确。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0031] 图1为本发明的运作流程示意图。

[0032] 其中：

[0033] 1-采集单元,11-旋风切割器,2-分离单元,21-柱式夹膜扩散溶蚀器,3-富集单元,31-富集瓶,4-收集单元,41-气溶胶收集池,42-气体收集池,5-检测单元,51-微波等离子体原子发射光谱仪。

具体实施方式

[0034] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点,下面结合附图和具体实施方式对本发明进行详细描述。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请的实施方式及实施方式中的特征可以相互组合。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,所描述的实施方式仅仅是本发明一部分实施方式,而不是全部的实施方式。基于本发明中的实施方式,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本发明保护的范围。

[0035] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施方式的目的,不是旨在于限制本发明。

[0036] 实施例1

[0037] 如图1所示,本实施例中提供一种气溶胶多金属在线监测系统,主要包括相互间顺次连通设置的采样单元1、分离单元2、富集单元3、收集单元4和检测单元5。

[0038] 具体地,所述采样单元1包括采样管和旋风切割器11,所述采样管用于采集大气气流,并将采集到的大气气流样品输送至所述旋风切割器11,以采集目的粒径的颗粒物进入系统,如PM_{2.5}、PM_{1.0}及以下粒径的颗粒物;其中,所述旋风切割器11的内部采用特氟龙材质制成,以有效避免旋风切割器11的内壁对气体和颗粒物的吸附,确保检测的准确性。

[0039] 所述分离单元2与所述旋风切割器11相连通,以对气体及目的颗粒物进行分离处理。所述分离单元2包括柱式夹膜扩散溶蚀器21,所述柱式夹膜扩散溶蚀器21包括柱式支撑板、气体选择透过性膜和气体吸收液流通管道;本实施例中,具体为采用圆柱式夹膜扩散溶蚀器,所述柱式支撑板的直径为5-8cm。

[0040] 作为一种优选的方案,所述气体吸收液流通管道内的气体吸收液设置为双氧水。

[0041] 所述富集单元3包括真空泵和富集瓶31,在所述富集瓶31的下部1/4至1/5处与所述柱式夹膜扩散溶蚀器21相连通,所述真空泵连通设置在所述富集瓶31的瓶盖上以连通所述富集瓶31的内部;所述真空泵采用微型真空泵,所述富集瓶31内设置有20-40ml气溶胶吸收液;其中,所述气溶胶吸收液为酸性溶液,如硝酸或盐酸溶液。

[0042] 所述收集单元4包括气溶胶收集池41和气体收集池42,所述气溶胶收集池41与所述富集瓶31相连通,所述气体收集池42与所述气体吸收液流通管道的气体输出端相连通。

[0043] 特别地,本实施例中,所述检测单元5优选采用为微波等离子体原子发射光谱仪51(MP-AES),所述微波等离子体原子发射光谱仪51包括微波等离子体发生系统、进样系统和分光检测系统,所述进样系统内设置有自动进样器,所述进样系统与所述气溶胶收集池41、气体收集池42分别连通。

[0044] 为了便于对本方案的进一步理解,本实施例中还提供有一种气溶胶多金属在线监

测工作方法,适用于以上所述的一种气溶胶多金属在线监测系统,主要包括以下步骤:

[0045] 设置所述采样单元1,以将所述采样管进行对大气气流的采集并输送至所述旋风切割器11,以采集目标颗粒物;所述采样管采集大气气流时,所述大气气流的流量设置为15-20L/min。

[0046] 设置所述分离单元2,通过所述气体选择透过性膜对目标颗粒物中的气体及气溶胶进行分离,并使得分离后的气体进入所述气体吸收液流通管道;其中,所述气体吸收液流通管道内的气体吸收液的浓度为5-10mM。

[0047] 设置所述富集单元3,以使得分离后的气溶胶进入所述富集瓶31,同时对应所述富集瓶31设置所述真空泵和气溶胶吸收液,以形成对气溶胶的负压抽吸和溶液吸收的富集方式;本实施例中将所述气溶胶吸收液的浓度为2%-5%。

[0048] 设置所述收集单元4,以将自所述气体吸收液流通管道输出的气体收集至所述气体收集池42,将自所述富集瓶31内处理后的气溶胶收集至所述气溶胶收集池41;

[0049] 设置所述检测单元5,以进行对所述收集单元4中的所述气体及气溶胶的成分检测。

[0050] 本实施例中气溶胶多金属在线监测系统的工作周期为30-40分钟,其中采样时间为15-20分钟,检测时间为15-20分钟。

[0051] 作为其中一个应用实例,大气气流以15L/min的流量进入所述采样单元1的旋风切割器11,采集PM_{2.5}的颗粒物进入所述分离单元2中的所述柱式夹膜扩散溶蚀器21,通过所述气体选择透过性膜将气体和颗粒物进行分离;其中分离出的气体进入5mM的双氧水的所述气体吸收液流通管道,多金属气溶胶则通过圆柱式夹膜扩散溶蚀器进入所述富集单元3。在所述富集单元3中采用负压抽吸和溶液吸收的方式,多金属气溶胶进入浓度为2%的气溶胶吸收液,如硝酸溶液进行富集。富集在气溶胶吸收液中的多金属气溶胶在气溶胶收集池41收集,再经自动进样器进入微波等离子体原子发射光谱仪51(MP-AES)进行气溶胶成分检测。气体吸收液在气体收集池42收集,通过自动进样器进入微波等离子体原子发射光谱仪51(MP-AES)进行气体成分检测。整个系统的工作周期为30分钟,采样时间为15分钟,检测时间为15分钟。

[0052] 实施例2

[0053] 与实施例1中的相同之处,此处不作赘述。

[0054] 本实施例中,作为其中另一个应用实例,大气气流以20L/min的流量进入所述采样单元1的旋风切割器11,采集PM_{1.0}的颗粒物进入所述分离单元2中的所述柱式夹膜扩散溶蚀器21,通过所述气体选择透过性膜将气体和颗粒物进行分离;其中分离出的气体进入8mM的双氧水的所述气体吸收液流通管道,多金属气溶胶则通过圆柱式夹膜扩散溶蚀器进入所述富集单元3。在所述富集单元3中采用负压抽吸和溶液吸收的方式,多金属气溶胶进入浓度为5%的气溶胶吸收液,如盐酸溶液进行富集。富集在气溶胶吸收液中的多金属气溶胶在气溶胶收集池收集41,再经自动进样器进入微波等离子体原子发射光谱仪51(MP-AES)进行气溶胶成分检测。气体吸收液在气体收集池42收集,通过自动进样器进入微波等离子体原子发射光谱仪51(MP-AES)进行气体成分检测。整个系统的工作周期为40分钟,采样时间为20分钟,检测时间为20分钟。

[0055] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,故

凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围内。

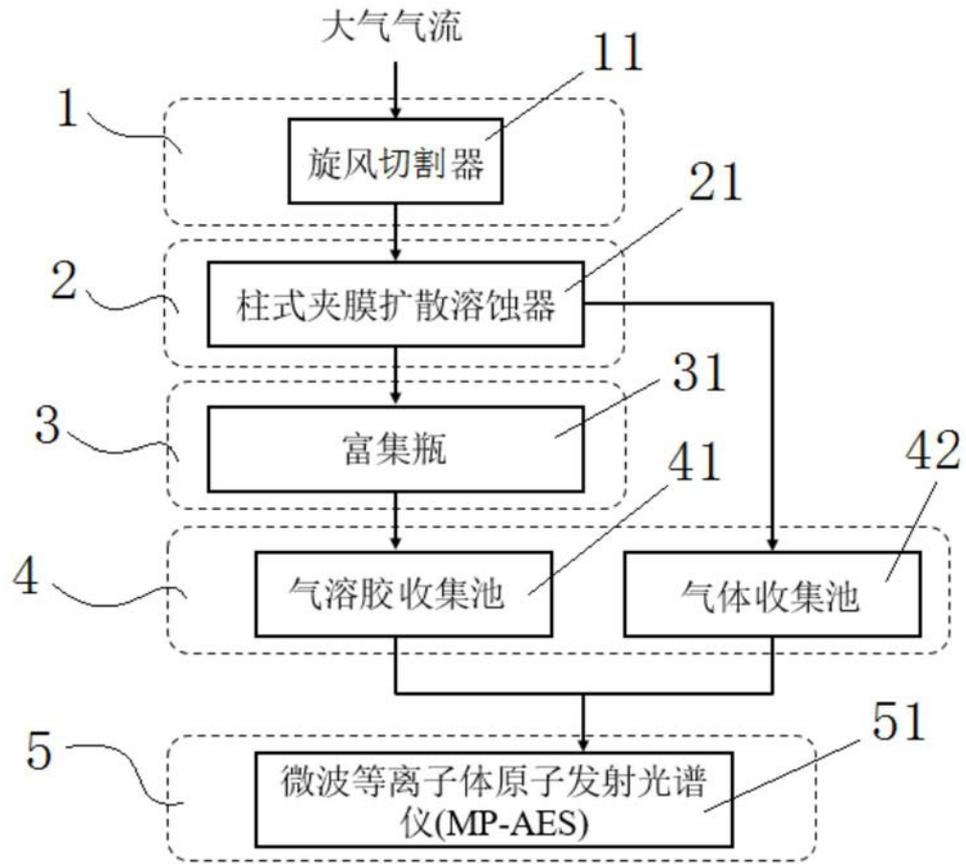


图1