(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102879237 A
(43)申请公布日 2013.01.16

(21)申请号 201210326198.3

(22)申请日 2012.09.06

(71)申请人 青岛共好检测技术有限公司
地址 266100 山东省青岛市李沧区兴华路30号甲

(72)发明人 王鹏 林永茂 乔佩颖 张明池 陈金红

(51)Int.Cl.
G01N 1/24(2006.01)
G01F 25/00(2006.01)

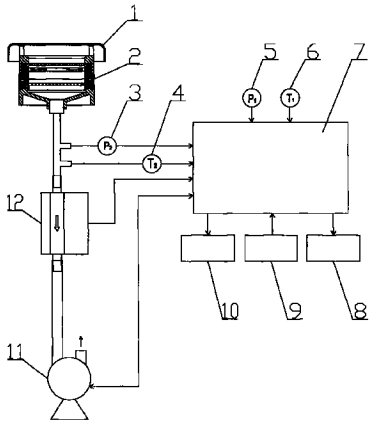
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54)发明名称

一种恒流采样器及其流量校准方法

(57)摘要

本发明公开了一种恒流采样器，由切割器、过滤器、流量传感器、抽气动力组成，还包括环境温度传感器、环境压力传感器、计前温度传感器、计前压力传感器、单片机、显示器和键盘、打印机；本发明还公开了一种恒流采样器流量校准方法，包括如下步骤：(1)将流量校准器密封安装在切割器入口处；(2)使恒流采样器的工况流量、标况流量值与流量校准器显示的流量值相等。本发明所公开的恒流采样器，其采样流量值(恒流值)是流经切割器的工况流量值，这与切割器的设计时的流量是一致的，纠正了以往以流过流量传感器的工况流量值为采样流量值的错误，使所采集的样品更具有代表性和真实性。



CN 102879237 A

1. 一种恒流采样器，由切割器、过滤器、流量传感器、抽气动力组成，其特征在于：还包括环境温度传感器、环境压力传感器、计前温度传感器、计前压力传感器、单片机、显示器和键盘、打印机；

其中采样流量为流过切割器的工况流量值；

环境温度传感器、环境压力传感器与单片机电连接，用于测量环境温度、压力值；

切割器位于过滤器的前端，过滤器的出气口与流量传感器的进气口相接，在流量传感器进气口前与过滤器的出气口之间的气路中安装有与单片机电连接，用于测量流经流量传感器的气体绝对压力和温度的计前压力传感器和计前温度传感器；

抽气动力的进气口与流量传感器的出气口连接，并且所述的流量传感器和抽气动力与单片机电连接；

所述显示器，键盘和打印机分别与单片机电连接。

2. 根据权利要求 1 所述的恒流采样器，其特征在于：所述的过滤器包括固定架、滤膜、滤膜托，滤膜放在滤膜托上，固定架、滤膜与滤膜托固定在一起。

3. 一种恒流采样器流量校准方法，其特征在于，包括如下步骤：

(1) 将流量校准器密封安装在切割器入口处；

(2) 使恒流采样器的工况流量、标况流量值与流量校准器显示的流量值相等。

一种恒流采样器及其流量校准方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种采样设备及其流量校准方法，尤其涉及一种恒流采样器及流量校准方法，属于环保监测领域。

背景技术

[0002] 现有的气溶胶采样设备，主要包括：颗粒物切割器、过滤器（一般为石英滤膜）、吸附剂、抽气动力、流量计和流量调节装置。过滤器内安装一张采样滤膜（如石英滤膜、玻璃纤维滤膜、四氟乙烯膜、乙酸、硝基纤维滤膜等材质）用于采集空气中的颗粒物样品。

[0003] 现有采样器的气路是通过在颗粒物切割器（以下简称切割器）后的气路中串接一个过滤器，在过滤器后串接一个流量传感器，在流量传感器后串接一个抽气动力组成。采集样品时，在抽气动力的吸引下，气体通过切割器、过滤器、流量传感器、抽气动力被排至大气。颗粒物样品通过切割器分级后，被过滤器中的滤膜采集，剩余气体经流量传感器被排至大气。采样体积由流过流量传感器的气体流量计算得出；流量传感器、温度传感器、压力传感器将采集到的各种信息转化为电信号后送至计算机或单片机（以下简称计算机），由计算机计算并显示通过流量传感器的气体流量值，当流量大于设定的采样流量时，单片机控制抽气动力转速降低至采样流量设定值，反之亦然。

[0004] 现有采样器的采样流量控制点（恒流采样流量值），是流经流量传感器的工况流量值，而在切割器的设计时，通过切割器喷嘴体的流量是按工况流量计设的，此处的工况流量值与流量传感器处的工况流量值是不同的。其主要原因是，气体经过切割器和过滤器后，由于滤膜的阻力增加，导致气体的绝对压力减小，从而使通过切割器的工况流量减小，偏离了设计值，导致采集的样品失去真实性。

[0005] 以采集 PM2.5 样品为例：

[0006] 当流过流量传感器流量为 $Q_2 = 100L/min$，体积 $V_2 = Q_2 t = 100t$，采样器在环境绝对温度为 $T_1 = 273.15K$，环境绝对压力 $P_1 = 101.325KPa$，工况状态下采样时，此时流过切割器的流量为 Q_1，体积 $V_1 = Q_1 t$。根据理想气体状态方程：

[0007] $$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = \frac{PV}{T} = \ldots\ldots = R$$

[0008] 得：$$\frac{P_1Q_1t}{T_1} = \frac{P_2Q_2t}{T_2}$$

[0009] $$\frac{P_1Q_1}{T_1} = \frac{P_2Q_2}{T_2}$$

[0010] $$Q_1 = \frac{P_2Q_2}{T_2} \cdot \frac{T_1}{P_1}$$

[0011] 因为环境温度与计前温度值相等（严格说应该是相差很小），当用 0.3μm 的聚氟乙烯滤膜采集样品时，其滤膜阻力可达 22KPa，$P_2 = 101.325-22 = 79.325KPa$。此时，流过

切割器的流量 $Q_1 = \frac{79.325 \times 100}{101.325} \cdot \frac{T_1}{T_2} = 78.29\,\mathrm{L/min}$。

[0012] 实验得出：当通过切割器的流量由100L/min减小为78.29L/min时，切割器切割效率由 $D_{a50} = 2.5\,\mu m$ 变为 $D_{a50} = 2.83\,\mu m$。超过了国家相关标准对PM2.5切割器切割效率的要求值：$D_{a50} = (2.5 \pm 0.2)\,\mu m$。

发明内容

[0013] 本发明所要解决的技术问题就是提供一种恒流采样器用于采集气溶胶颗粒物样品，其中采样流量值是流过切割器的工况流量，还能采集碘样品、半挥发性有机物、氟化物、金属尘、微生物等样品。

[0014] 本发明采用如下技术方案：

[0015] 一种恒流采样器，由切割器、过滤器、流量传感器、抽气动力组成，还包括环境温度传感器、环境压力传感器、计前温度传感器、计前压力传感器、单片机、显示器和键盘、打印机；其中采样流量值是流过切割器的工况流量值；环境温度传感器、环境压力传感器与单片机电连接，用于测量环境温度、压力值；切割器位于过滤器的前端，过滤器的出气口与流量传感器的进气口相接，在流量传感器进气口前与过滤器的出气口之间的气路中安装有与单片机电连接，用于测量流经流量传感器的气体绝对压力和温度的计前压力传感器和计前温度传感器；抽气动力的进气口与流量传感器的出气口连接，并且所述的流量传感器和抽气动力与单片机电连接；所述显示器，键盘和打印机分别与单片机电连接。

[0016] 进一步的，所述的过滤器包括固定架、滤膜、滤膜托，滤膜放在滤膜托上，固定架、滤膜与滤膜托固定在一起。

[0017] 进一步的，一种恒流采样器流量校准方法，其特征在于，包括如下步骤：

[0018] (1) 将流量校准器密封安装在切割器入口处；

[0019] (2) 使恒流采样器的工况流量、标况流量值与流量校准器显示的流量值相等。

[0020] 本发明的有益效果是：

[0021] 本发明所公开的恒流采样器，其采样流量值（恒流值）是流经切割器的工况流量值，这与切割器的设计时的流量是一致的，纠正了以往以流过流量传感器的工况流量值为采样流量值的错误，使所采集的样品更具有代表性和真实性。

附图说明

[0022] 图1是本发明所公开的恒流采样器的整体结构示意图；

[0023] 图2是本发明所公开的滤膜夹的结构示意图。

具体实施方式

[0024] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图和实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0025] 实施例1，请参见图1-2，本实施例公开了一种恒流采样器，由切割器1、滤膜夹2、流量传感器12、抽气动力11组成，还包括环境温度传感器6、环境压力传感器5、计前温度传

感器 4、计前压力传感器 3、单片机 7、显示器 10 和键盘 9、打印机 8；

[0026] 其中环境温度传感器、环境压力传感器与单片机电连接，用于测量环境温度、压力值；

[0027] 切割器位于过滤器的前端，过滤器的出气口与流量传感器的进气口相接，在流量传感器进气口前与过滤器的出气口之间的气路中安装有与单片机电连接，用于测量流经流量传感器的气体绝对压力和温度的计前压力传感器和计前温度传感器；

[0028] 抽气动力的进气口与流量传感器的出气口连接，并且所述的流量传感器和抽气动力与单片机电连接；

[0029] 所述显示器，键盘和打印机分别与单片机电连接。

[0030] 进一步的，所述的过滤器包括固定架 13、滤膜 14、滤膜托 15，滤膜放在滤膜托上，固定架、滤膜与滤膜托固定在一起。

[0031] 本实施例工作时在显示器上显示的采样流量控制点（恒流值），为流经切割器的工况流量值，其值由下列公式计算得出：

[0032] $$Q_1 = \frac{P_2 Q_2}{T_2} \cdot \frac{T_1}{P_1}$$

[0033] 式中 Q_1——采样器的工况采样流量 L/min 或 m^3/min

[0034] Q_2——流过流量传感器的工况流量 L/min 或 m^3/min

[0035] P_1——环境气体绝对压力 KPa

[0036] P_2——计前气体绝对压力 KPa

[0037] T_1——环境气体热力学温度 K

[0038] T_2——计前气体热力学温度 K

[0039] 本实施例还在显示器上增加了标况流量显示，以方便标定人员对本采样器进行流量校准，减少人为误差，该标况流量由下列公式计算得到：

[0040] $$Q_N = \frac{P_2 Q_2}{T_2} \cdot \frac{T_N}{P_N}$$

[0041] 式中 Q_N——标准采样流量 L/min 或 m^3/min

[0042] P_N——标准状态下气体绝对压力，其值为 101.325KPa

[0043] T_N——标准状态下气体热力学温度，其值为 273.15K

[0044] Q_2——流经流量传感器的工况流量 L/min 或 m^3/min

[0045] P_2——计前气体绝对压力 KPa

[0046] T_2——计前气体热力学温度 K

[0047] 采样器的流量校准和检定，用经过国家计量部门检定有效期内的流量校准器进行。校准时将流量校准器密封安装在切割器入口处，使采样器显示的工况流量、（标况流量）值与流量校准器显示的流量值相等。

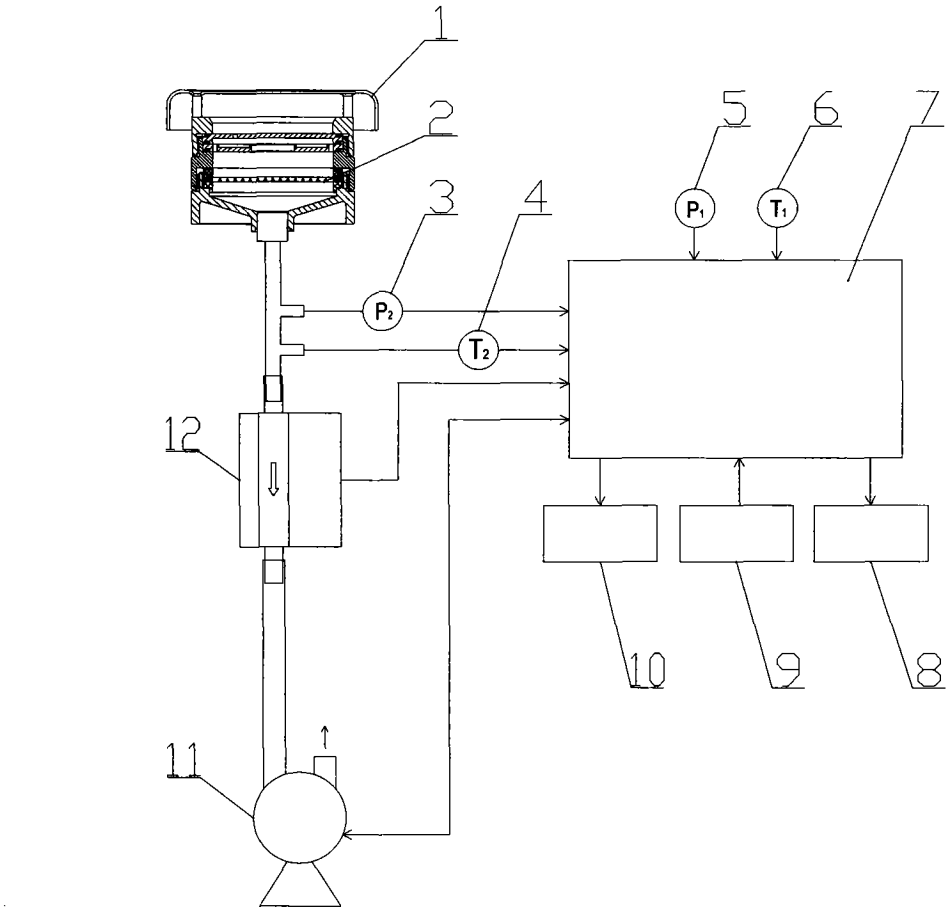


图 1

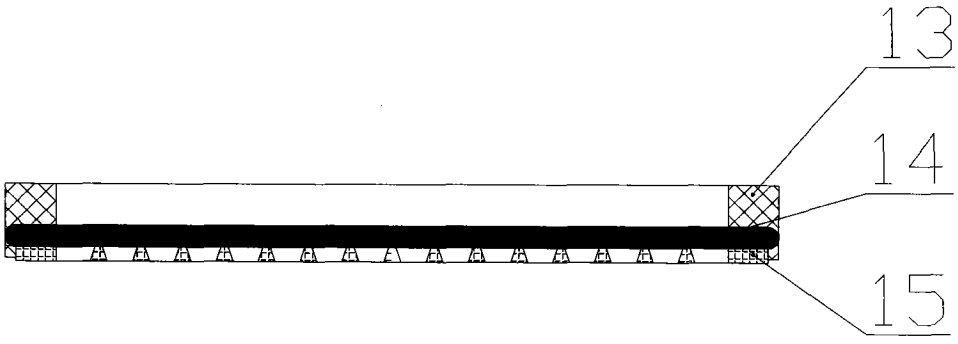


图 2