



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108426810 A

(43)申请公布日 2018.08.21

(21)申请号 201810217162.9

(22)申请日 2018.03.16

(71)申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 龙正伟 李姗姗 王怡文 潘武轩

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理  
事务所 12201

代理人 程小艳

(51)Int.Cl.

G01N 15/06(2006.01)

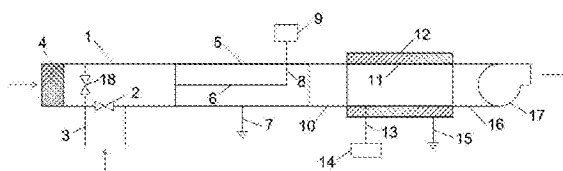
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置

## (57)摘要

本发明公开了一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,包括进料单元、与进料单元连接的测量单元,所述进料单元和测量单元间设置有荷电单元,所述测量单元出口设置有动力单元;所述荷电单元包括与电源相连的线状放电电极以及圆筒接地极;所述测量单元为法拉第筒,包括接地的外筒和与静电计连接的内筒,所述内筒与所述外筒同轴;所述进料单元包括含尘空气进料阀以及与清洁空气阀相连的过滤器。测量单元通过静电感应原理来确定电荷量,静电计最终稳定值即为两个阶段总电荷量,根据电荷量与浓度的关系即可计算出空气含尘浓度。



1. 一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,包括进料单元、与进料单元连接的测量单元,

其特征在于,所述进料单元和测量单元间设置有荷电单元,所述测量单元出口设置有动力单元;

所述荷电单元包括与电源相连的线状放电极以及圆筒接地极;

所述测量单元为法拉第筒,包括接地的外筒和与静电计连接的内筒,所述内筒与所述外筒同轴;

所述进料单元包括含尘空气进料阀以及与清洁空气阀相连的过滤器。

2. 根据权利要求1所述的一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,其特征在于,所述进料单元、荷电单元、测量单元、动力单元彼此之间以PVC圆管连接。

3. 根据权利要求1所述的一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,其特征在于,所述内筒与所述外筒之间填充有聚四氟乙烯材料。

4. 根据权利要求1所述的一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,其特征在于,所述电源与所述线状放电极之间连接有导线。

5. 根据权利要求1所述的一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,其特征在于,所述动力单元为风机,选用GP-80低噪声轴流通风机。

6. 根据权利要求1所述的一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,其特征在于,所述荷电单元的圆筒接地。

7. 根据权利要求1所述的一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,其特征在于,所述测量单元的外筒接地。

8. 根据权利要求1所述的一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,其特征在于,所述电源采用A037523直读光谱仪负高压电源。

9. 根据权利要求1所述的一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,其特征在于,所述静电计采用美国TSI集团的3068B气溶胶静电计。

## 一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种大气环保电学检测仪器,具体涉及一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置。

### 背景技术

[0002] 随着工业化进程的发展,汽车车辆的增加以及居民供暖需求的日益增大,近些年空气污染越发严重,其中最为显著的一个指标就是空气中可吸入颗粒物的增加,它们能够在呼吸过程中直接进入人体的呼吸道并积聚在肺部,人体长期的吸入会引发肺炎、气喘、肺功能下降等各种呼吸道疾病。因此治理空气问题的首要就是测量空气中颗粒物浓度,高精度的测量仪器显得尤为重要。

[0003] 目前,目前国内外研究了多种测量粉尘浓度的方法,如称重法、电容法、 $\beta$ 射线法、压电晶体感应法、光散射法、光吸收法、电荷感应法、超声波法、微波法等。其中称重法是最基本的测量方法,但其不能用于粉尘浓度的连续监测;电容法的测量原理简单,但电容测量值与浓度之间并非一一对应的线性关系,电容的测量值易受相分布及流型变化的影响,导致较大的测量误差; $\beta$ 射线法虽然测量准确,但它需要对粉尘进行采样后对比测量,很难实现粉尘浓度的在线监测;压电晶体感应法适用于地面上粉尘浓度较低场合,且要求操作人员具有一定的经验,从而影响了它的推广使用超声波法、微波法测量粉尘浓度正处于试验研究阶段。目前市场上主要采用光散射法、光吸收法、电荷感应法进行粉尘浓度在线监测。光学法测量容易使光学系统受污染,维护麻烦;电荷感应法是近10多年来在国际上受到重视的一种颗粒质量浓度在线测量方法,具有测量范围宽、适应性强、经久耐用、维护量小等优点。

### 发明内容

[0004] 为克服上述现有技术中的不足,本发明提供了一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置。

[0005] 本发明为解决背景技术中提出的技术问题,采用的技术方案是:一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,包括进料单元、与进料单元连接的测量单元,所述进料单元和测量单元间设置有荷电单元,所述测量单元出口设置有动力单元;

[0006] 所述荷电单元包括与电源相连的线状放电极以及圆筒接地极;

[0007] 所述测量单元为法拉第筒,包括接地的外筒和与静电计连接的内筒,所述内筒与所述外筒

[0008] 筒同轴;

[0009] 所述进料单元包括含尘空气进料阀以及与清洁空气阀相连的过滤器。

[0010] 所述进料单元、荷电单元、测量单元、动力单元彼此之间以PVC圆管连接。

[0011] 所述内筒与所述外筒之间填充有聚四氟乙烯材料。

[0012] 所述电源与所述线状放电极之间连接有导线。

[0013] 所述动力单元为风机,选用GP-80低噪声轴流通风机。

[0014] 所述荷电单元的圆筒接地。

[0015] 所述测量单元的外筒接地。

[0016] 所述电源采用A037523直读光谱仪负高压电源。

[0017] 所述静电计采用美国TSI集团的3068B气溶胶静电计。

[0018] 有益效果:

[0019] 本发明提出的一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,利用静电感应现象通过静电计测出粒子带电量,进一步根据电荷量与颗粒物浓度之间的关系,计算出空气中粒子浓度,该发明装置结构简单,操作方便,适合于工程实际中推广使用。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明的俯视图;

[0021] 附图标记:1、3、10、16—PVC圆管,2—含尘空气进料阀,4—过滤器,5—圆筒接地极,6—线状放电极,7、8、13、15—导线,9—电源,11—内筒,12—外筒,14—静电计,17—风机,18—清洁空气阀。

## 具体实施方式

[0022] 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,以下实施方式用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0023] 如图1所示,一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,包括进料单元、与进料单元连接的测量单元,所述测量单元为法拉第筒,包括接地的外筒12和与静电计14经导线13连接的内筒11,所述静电计14采用美国TSI集团的3068B气溶胶静电计,所述内筒11与所述外筒12同轴,所述内筒11与所述外筒12之间填充有聚四氟乙烯材料,所述外筒12经导线15接地;所述进料单元包括含尘空气进料阀2以及与清洁空气阀18相连的过滤器4,所述过滤器4为高效过滤器,选用克瑞斯H14无隔板高效空气过滤器,所述进料单元和测量单元间设置有荷电单元,所述荷电单元包括与电源9相连的线状放电极6以及圆筒接地极5;所述圆筒接地极5经导线7接地,所述电源9与所述线状放电极6之间连接有导线8,所述电源9采用A037523直读光谱仪负高压电源;所述测量单元出口设置有动力单元,所述动力单元为风机17,选用GP-80低噪声轴流通风机;为了绝缘目的,所述进料单元、荷电单元、测量单元、动力单元彼此之间以PVC圆管连接。

[0024] 本发明测量原理如下:

[0025] 首先,荷电阶段,打开含尘空气进料阀2,关闭清洁空气阀18,含尘空气进入接有电源9的线状放电极6和圆筒接地极5之间所形成的不均匀电场中,气体中的电子运动加速到足以使线状放电极6附近的气体达到电离的程度,由此所产生的离子在向圆筒接地极5运动的过程中与气体中的悬浮粒子碰撞并附着在其上面,离子的附着导致粒子荷电。由于部分荷电粒子被圆筒接地极5捕获,无法到达测量单元,造成较大的误差。因此,在清除阶段关闭电源9,记录荷电时间,关闭含尘空气进料阀2,打开清洁空气阀18,通入高速清洁空气流,使得圆筒接地极5内壁上沉积的带电颗粒进入测量单元,当静电计14数值保持不变,记录其电荷量,故电荷量与浓度的关系按照下式计算:

$$[0026] \quad \left| \frac{q}{t} \right| = au^b C \quad (1)$$

[0027] 其中 $q$ 为所测得的两个阶段的总电荷量, $t$ 为荷电阶段的时间, $a$ 、 $b$ 为常数,与装置所在的位置以及被测物质有关, $C$ 为颗粒浓度, $u$ 为平均气流速度。

[0028] 为了确定常数 $b$ 的值,首先调节风机使气流分别以两种不同的速度 $u_1$ 、 $u_2$ 进入装置,在相同的荷电时间 $t$ 内测出总带电量分别为 $q_1$ 、 $q_2$ ,则可计算出 $b$ 为:

$$[0029] \quad b = \log_{\frac{u_1}{u_2}} \left| \frac{q_1}{q_2} \right| \quad (2)$$

[0030] 接着为了确定常数 $a$ 的值,将颗粒浓度 $C'$ (已知)的气流以 $u_1$ 的速度通入装置中荷电 $t$ (s),所测得的两个阶段总带电量为 $q'$ ,则可计算出 $a$ 为:

$$[0031] \quad a = \frac{\lg |q'|}{C' \cdot t \cdot u_1 \cdot \log_{\frac{u_1}{u_2}} \left| \frac{q_1}{q_2} \right|} \quad (3)$$

[0032] 下面列举一个具体例子,对本发明进行说明,但具体尺寸和位置等不是唯一要求,根据具体条件适当改变和重新组合,所有相类似的替换和改动对本领域技术人员来说是显而易见的,他们都被视为包括在本发明精神、范围和内容中。

[0033] 具体实施例:

[0034] 所述荷电单元中线状放电极6长25cm,截面直径为0.2cm,圆筒接地极5长30cm,截面直径为10cm。其中线状放电极6与电源9相连接,圆筒接地极5接地,9电源9采用A037523直读光谱仪负高压电源。所述测量单元中内筒11长度为30cm,截面直径为10cm,外筒12长度为30cm,截面半径为15cm,静电计14采用美国TSI集团的3068B气溶胶静电计。

[0035] 荷电阶段:开启电源9,线状放电极6和圆筒接地极5之间形成了不均匀的电场,在风机17的作用下,含尘空气以1m/s的平均速度进入荷电单元,气体中的电子运动加速到足以使线状放电极6附近的气体达到电离的程度,由此所产生的离子在向圆筒接地极5运动的过程中与气体中的悬浮粒子碰撞并附着在其上面,离子的附着导致粒子荷电,荷电后的颗粒物进入到测量单元,在静电感应作用下,内筒11内壁产生与粒子等电荷量的异性电荷,则内筒11外壁产生与粒子等电荷量的同种电荷,该过程持续30s后关闭电源9。

[0036] 清除阶段:调节风机17加大气流速度,观察静电计数值,直到该数值不变时记录此时电荷量为 $q_1$ 。同样地,调节风机17使空气以2m/s的速度进入荷电单元充电30s,静电计最终数值记为 $q_2$ 。则根据公式(2)可求得常数 $b$ 为 $\log_{0.5} \left| \frac{q_1}{q_2} \right|$ 。

[0037] 将颗粒浓度为 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 的含尘气流以1m/s的平均速度通入该装置中荷电30s,并且

经过清除阶段后静电计最终数值记录为 $q'$ ,则根据公式(3)可计算出常数 $a$ 为 $\frac{\lg |q'|}{0.000}$ 。

[0038] 本发明公开和提出的一种空气中颗粒物平均浓度的测量装置,本领域技术人员可通过借鉴本文内容,适当改变条件等环节实现,尽管本发明的方法和制备技术已通过较佳实施例子进行了描述,相关技术人员明显能在不脱离本发明内容、精神和范围内对本文所述的方法和技术路线进行改动或重新组合,来实现最终的制备技术。特别需要指出的是,所有相类似的替换和改动对本领域技术人员来说是显而易见的,他们都被视为包括在本发明

精神、范围和内容中。

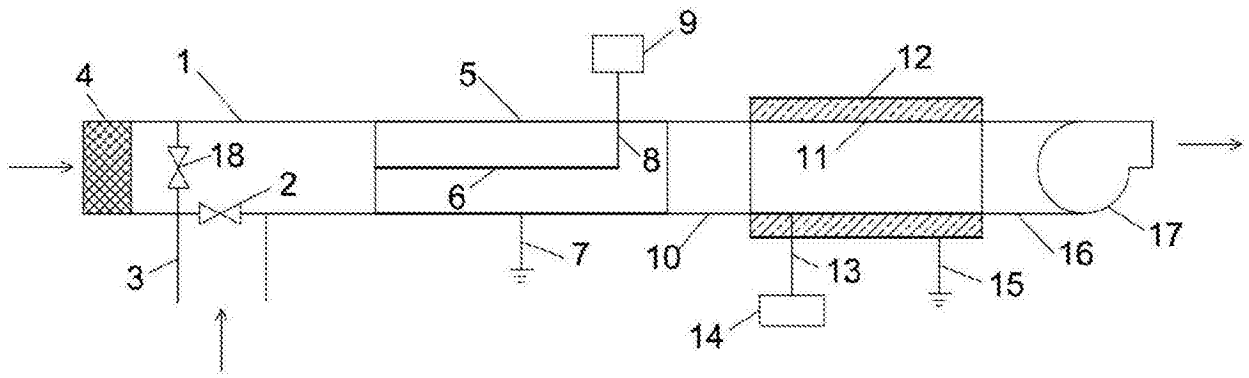


图1