



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209727584 U

(45)授权公告日 2019.12.03

(21)申请号 201821885259.9

(22)申请日 2018.11.15

(73)专利权人 中国林业科学研究院林业研究所

地址 100091 北京市海淀区东小府2号

(72)发明人 高升华 张旭东 王旭 姚增旺

贺磊 张俊岭

(74)专利代理机构 重庆市信立达专利代理事务

所(普通合伙) 50230

代理人 包晓静

(51)Int.Cl.

G01N 1/34(2006.01)

B01D 50/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

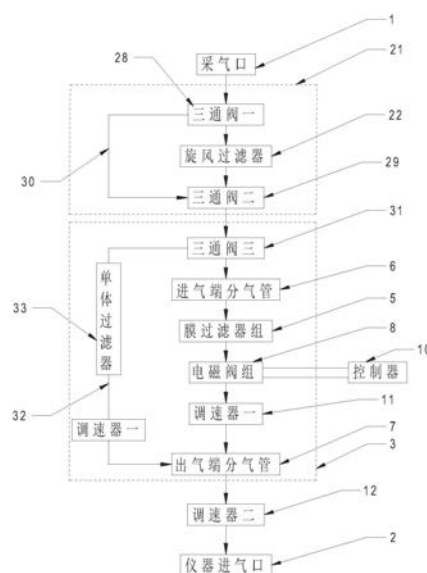
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)实用新型名称

一种两级多通道大气采集管路过滤系统

(57)摘要

本实用新型涉及大气在线分析的前置过滤技术领域,公开了一种两级多通道大气采集管路过滤系统,包括多通道过滤单元,多通道过滤单元包括带有多个过滤腔的过滤器组,每个过滤腔上设置电磁阀;每个电磁阀通过控制器独立控制电磁阀的开闭顺序和电磁阀切换时间间隔,使其中一个电磁阀处于打开状态时,其余的均处于关闭状态。多通道过滤单元前置旋风过滤装置以去除气样中大颗粒污染物及液态水。本实用新型在规避了气体浓度高频信号衰减效应变大的同时,使气体分析仪前置过滤系统的有效过滤时间成倍增加,并规避气样中液态水进入仪器而造成仪器损坏,大大延长分析仪器持续运行的时间,提高了野外观测质量。



1. 一种两级多通道大气采集管路过滤系统,其特征在于:包括设置于采气口(1)与仪器进气口(2)之间的多通道过滤单元(3),所述多通道过滤单元(3)包括由多个彼此分离的过滤腔(4)组成的过滤器组(5);所述过滤器组(5)设置有进气端分气管(6)和出气端分气管(7),所述进气端分气管(6)与出气端分气管(7)均包括主管和与过滤腔(4)相对应的分流支管,所述进气端分气管(6)、出气端分气管(7)分别通过分流支管与过滤器组(5)的每个过滤腔(4)两侧连通;所述进气端分气管(6)的主管与采气口(1)连通,所述出气端分气管(7)的主管与仪器进气口(2)连通;所述过滤器组(5)设置有电磁阀组(8),所述电磁阀组(8)包括用于独立控制每个过滤腔(4)通气或断气的电磁阀(9);所述电磁阀组(8)连接有可对每个电磁阀(9)进行控制的控制器(10)。

2. 根据权利要求1所述的一种两级多通道大气采集管路过滤系统,其特征在于:每个所述过滤腔(4)的进气口或出气口设置有可对气体流速进行调节的调速器一(11)。

3. 根据权利要求1或2所述的一种两级多通道大气采集管路过滤系统,其特征在于:所述进气端分气管(6)或出气端分气管(7)上设置有可对气体流速进行调节的调速器二(12),所述调速器二(12)位于进气端分气管(6)的主管或出气端分气管(7)的主管上。

4. 根据权利要求1所述的一种两级多通道大气采集管路过滤系统,其特征在于:所述过滤器组(5)包括底板(13),所述过滤腔(4)包括设置于底板(13)上的凹槽(14),所述凹槽(14)内安装有滤膜(15),所述底板(13)上设置有可将凹槽(14)密封的顶板(16);所述底板(13)、顶板(16)上分别设置有与凹槽(14)连通的导气管(17),所述导气管(17)分别与对应的分流支管连通。

5. 根据权利要求4所述的一种两级多通道大气采集管路过滤系统,其特征在于:所述底板(13)上的凹槽(14)数量为3~15个,每个所述凹槽(14)内均设置有多块滤膜(15),每个所述滤膜(15)的孔径沿气流方向依次减小;每个所述凹槽(14)内滤膜(15)与凹槽(14)底部之间设置有多孔的支撑板(18),所述支撑板(18)与凹槽(14)底部之间设置有一下密封环(19),所述滤膜(15)与顶板(16)之间设置有一上密封环(20)。

6. 根据权利要求1所述的一种两级多通道大气采集管路过滤系统,其特征在于:所述多通道过滤单元(3)的进气端与采气口(1)之间设置有旋风过滤单元(21),所述旋风过滤单元(21)包括旋风过滤器(22),所述旋风过滤器(22)包括筒体(23),所述筒体(23)上部设有顶盖,所述筒体(23)侧壁上在靠近顶盖位置沿切线方向安装有与采气口(1)连通的进气管(24);所述筒体(23)底部开口,开口处连接有与筒体(23)内腔连通的锥形筒(25),所述锥形筒(25)的大口径边缘与筒体(23)底部开口边缘密封连接,所述锥形筒(25)小口径一端连接有与锥形筒(25)内腔连通的收集室(26);所述筒体(23)顶部设置有排气筒(27),所述排气筒(27)的底部穿过筒体(23)的顶盖且位于筒体(23)内腔;所述排气筒(27)位于顶盖上方的一端与进气端分气管(6)的主管连通。

7. 根据权利要求6所述的一种两级多通道大气采集管路过滤系统,其特征在于:所述旋风过滤器(22)的进气管(24)与排气筒(27)之间分别通过三通阀一(28)、三通阀二(29)连接有管路一(30)。

8. 根据权利要求7所述的一种两级多通道大气采集管路过滤系统,其特征在于:所述进气端分气管(6)的主管上通过三通阀三(31)连接有管路二(32),所述管路二(32)远离三通阀三(31)的一端与出气端分气管(7)的主管连通,所述管路二(32)上设置有单体过滤器

(33)。

9. 根据权利要求8所述的一种两级多通道大气采集管路过滤系统,其特征在于:所述管路二(32)上设置有可对气体流速进行调节的调速器一(11)。

一种两级多通道大气采集管路过滤系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及大气在线分析的前置过滤技术领域,具体涉及一种两级多通道大气采集管路过滤系统。

背景技术

[0002] 在生态学、环境科学、地学等相关领域的科学研究或观测中,常常需要用到快速响应的仪器对大气中微量及痕量气体成分(如大气中 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 浓度及相关同位素比率等)进行连续在线分析与监测。目前这类对大气中微量及痕量气体成分测定的仪器多采用激光技术。为提高对痕量气体测定的灵敏度,需要将气样通过管路输送进特定测量腔室,以增加光程和减少干扰。这类基于激光测定技术的在线分析仪在进行痕量气体成分测定时,对进入腔室的固体颗粒物及液态水非常敏感,且液态水的存在会对仪器的一些部件造成损伤。

[0003] 目前常采用前置过滤系统在气体进入腔室前对其进行过滤,以使腔室保持足够清洁,从而达到测定的精度和准确性。

[0004] 现有的前置过滤系统主要是采用筒状过滤器或多级板式换膜过滤系统。筒过滤器是将筒状滤芯放置于滤筒中,气体从滤芯中心进入,经过滤芯内表面后到达滤芯外表面与滤筒之间的空间后收集排出。筒状过滤器可增大气体与滤芯的接触面积,从而延长对固体颗粒物的有效过滤时间。而在管路中安装多级板式换膜过滤系统,相对于单级过滤而言,增加膜过滤级数会一定程度提高过滤的效率。

[0005] 但膜过滤级数增加将增大管路气阻,随着运行时间增长,气阻越来越大,使腔室内的气压难以保持稳定状态,导致清理、检修频率增加;筒状过滤器过滤腔体积往往较大,会产生气体的混合过程,从而会导致采集气体浓度高频信号衰减的情况产生。

实用新型内容

[0006] 基于以上问题,本实用新型提供一种两级多通道大气采集管路过滤系统,本实用新型规避了在对大气中颗粒物过滤的过程中,过滤腔的体积较大容易产生气体的混合而导致采集气体浓度高频信号衰减效应变大问题;同时使多通道过滤单元的有效过滤时间成倍增加,有效降低了更换滤膜频率,延长分析仪器持续运行的时间。

[0007] 为解决以上技术问题,本实用新型提供了以下技术方案:

[0008] 一种两级多通道大气采集管路过滤系统,包括设置于采气口与仪器进气口之间的多通道过滤单元,多通道过滤单元包括由多个彼此分离的过滤腔组成的过滤器组;过滤器组设置有进气端分气管和出气端分气管,进气端分气管与出气端分气管均包括主管和与过滤腔相对应的分流支管,进气端分气管、出气端分气管分别通过分流支管与过滤器组的每个过滤腔两侧连通;进气端分气管的主管与采气口连通,出气端分气管的主管与仪器进气口连通;过滤器组设置有电磁阀组,电磁阀组包括用于独立控制每个过滤腔通气或断气的电磁阀;电磁阀组连接有可对每个电磁阀进行控制的控制器,控制器用于独立控制每个电磁阀循环开闭,且在一个控制周期内,其中一个过滤腔处于通气状态时,其余的过滤腔均处

于断气状态;控制器的控制参数包括电磁阀开闭顺序、电磁阀切换时间间隔。

[0009] 进一步地,每个过滤腔的进气口或出气口设置有可对气体流速进行调节的调速器一。

[0010] 进一步地,进气端分气管或出气端分气管上设置有可对气体流速进行调节的调速器二,调速器二位于进气端分气管的主管或出气端分气管的主管上。

[0011] 进一步地,过滤器组包括底板,过滤腔包括设置于底板上的凹槽,凹槽内安装有滤膜,底板上设置有可将凹槽密封的顶板;底板、顶板上分别设置有与凹槽连通的导气管,导气管分别与对应的分流支管连通。

[0012] 进一步地,底板上的凹槽数量为3~15个,每个凹槽内均设置有多滤膜,每个滤膜的孔径沿气流方向依次减小;每个凹槽内滤膜与凹槽底部之间设置有多孔的支撑板,支撑板与凹槽底部之间设置有下密封环,滤膜与顶板之间设置有上密封环。

[0013] 进一步地,多通道过滤单元的进气端与采气口之间设置有旋风过滤单元,旋风过滤单元包括旋风过滤器,旋风过滤器包括筒体,筒体上部设有顶盖,筒体侧壁上在靠近顶盖位置沿切线方向安装有与采气口连通的进气管;筒体底部开口,开口处连接有与筒体内腔连通的锥形筒,锥形筒的大口径边缘与筒体底部开口边缘密封连接,锥形筒小口径一端连接有与锥形筒内腔连通的收集室;筒体顶部设置有排气筒,排气筒的底部穿过筒体的顶盖且位于筒体内腔;排气筒位于顶盖上方的一端与进气端分气管的主管连通。

[0014] 进一步地,旋风过滤器的进气管与排气筒之间分别通过三通阀一、三通阀二连接有管路一。

[0015] 进一步地,进气端分气管的主管上通过三通阀三连接有管路二,管路二远离三通阀三的一端与出气端分气管的主管连通,管路二上设置有单体过滤器。

[0016] 进一步地,管路二上设置有可对气体流速进行调节的调速器一。

[0017] 与现有技术相比,本实用新型的有益效果是:本实用新型采用多个独立的过滤腔组成的多通道过滤单元进行气体中颗粒物进行过滤,过滤时采用控制器依次切换过滤腔的电磁阀开合实现单个过滤腔依次进行过滤,规避了过滤腔的体积较大容易产生气体的混合而导致采集气体浓度高频信号衰减效应变大问题,同时使多通道过滤单元的过滤腔依次独立过滤,使过滤时间成倍增加,有效降低了更换滤膜频率,延长分析仪器持续运行的时间。同时旋风过滤单元的设置也有效规避了空气中的液态水进入仪器而导致仪器损伤的问题。

附图说明

[0018] 图1为实施例1和2的两级多通道大气采集管路过滤系统的结构示意图;

[0019] 图2为实施例1进气端分气管、出气端分气管、过滤器组的连接示意图;

[0020] 图3为实施例1过滤器组的结构示意图;

[0021] 图4为实施例1旋风过滤器的结构示意图;

[0022] 图5为实施例1旋风过滤器的俯视图;

[0023] 图6为实施例2中LGR快速甲烷分析仪30天内记录检测到的甲烷浓度随时间变化的图;

[0024] 图7为实施例2中LGR快速甲烷分析仪30天内记录的光腔衰荡时间随时间变化的

图；

[0025] 图8为实施例2中LGR快速甲烷分析仪30天内记录的光腔气压随时间变化的图；

[0026] 图9为实施例2中LGR快速甲烷分析仪30天内记录的光腔温度随时间变化的图；

[0027] 其中：1、采气口；2、仪器进气口；3、多通道过滤单元；4、过滤腔；5、过滤器组；6、进气端分气管；7、出气端分气管；8、电磁阀组；9、电磁阀；10、控制器；11、调速器一；12、调速器二；13、底板；14、凹槽；15、滤膜；16、顶板；17、导气管；18、支撑板；19、下密封环；20、上密封环；21、旋风过滤单元；22、旋风过滤器；23、筒体；24、进气管；25、锥形筒；26、收集室；27、排气筒；28、三通阀一；29、三通阀二；30、管路一；31、三通阀三；32、管路二；33、单体过滤器。

具体实施方式

[0028] 为使本实用新型的目的、技术方案和优点更加清楚明白，下面结合实施例和附图，对本实用新型作进一步的详细说明，本实用新型的示意性实施方式及其说明仅用于解释本实用新型，并不作为对本实用新型的限定。

[0029] 实施例1：

[0030] 参见图1-3，一种两级多通道大气采集管路过滤系统，包括设置于采气口1与仪器进气口2之间的多通道过滤单元3，多通道过滤单元3包括由8个彼此分离的过滤腔4组成的过滤器组5；过滤器组5设置有进气端分气管6和出气端分气管7，进气端分气管6与出气端分气管7均包括主管和与过滤腔4相对应的分流支管，进气端分气管6、出气端分气管7分别通过分流支管与过滤器组5的每个过滤腔4两侧连通；进气端分气管6的主管与采气口1 连通，出气端分气管7的主管与仪器进气口2连通；过滤器组5设置有电磁阀组8，电磁阀组8包括用于独立控制每个过滤腔4通气或断气的电磁阀9；电磁阀组8连接有可对每个电磁阀9进行控制的控制器10，控制器10用于独立控制每个电磁阀9循环开闭，且在一个控制周期内，其中一个过滤腔4处于通气状态时，其余的过滤腔4均处于断气状态；控制器10的控制参数包括电磁阀9开闭顺序、电磁阀9切换时间间隔。

[0031] 在本实施例中，大气经采气口1进入过滤腔4后，其中的颗粒物被过滤，过滤后的气体进入分析仪中进行分析，通过控制器10控制电磁阀9开闭，包括电磁阀9开闭顺序、电磁阀9切换时间间隔及循环次数，使其中一个过滤腔4的处于通气状态时，其余的过滤腔4 均处于断气状态；当采集的大气进入多通道过滤单元3，每次只有一个过滤腔4处于通气状态，对大气进行过滤，有效地减小了过滤腔4的体积，规避了过滤腔4的体积较大时容易产生气体的混合而导致采集气体浓度高频信号衰减效应变大的问题；同时多个独立的过滤腔4循环使用，其中任何一个通道有问题，不影响其他通道，数据缺失时间大大减少；使多通道过滤单元3的有效过滤时间成倍增加，有效降低了更换滤膜15频率，延长分析仪器持续运行的时间。

[0032] 每个过滤腔4的进气口或出气口设置有可对气体流速进行调节的调速器一11，由于不同过滤腔4的管路长度、元器件气阻等细小的差异，可能导致切换管路时仪器中气压的变化。通过在每个过滤腔4增加调速器一11，用于调节各过滤腔4的气流速度，使各过滤腔4 中的气阻一致，以消除各过滤腔4的气阻差异。实施例中将调速器一11设置于出气端分气管7的分流支管上，实现调节各过滤腔4的气流速度，使各过滤腔4中的气阻一致，以消除各过滤腔4的气阻差异；在不偏离本实用新型的实质内容基础上，调速器一11设置于进气端分气

管6的分流支管上也能够实现调节气流速度从而消除各过滤腔4的气阻差异的目的。

[0033] 进气端分气管6或出气端分气管7上设置有可对气体流速进行调节的调速器二12, 调速器二12位于进气端分气管6的主管或出气端分气管7的主管上, 以控制调节进入分析仪中的气压, 满足使进入分析仪的大气满足检测所需的稳定的气流速度。实施例中将调速器二12设置于进气端分气管6的主管或出气端分气管7的主管上, 以实现调节进入分析仪中的气压从而稳定进入分析仪中气流速度, 在不偏离本实用新型的实质内容基础上, 调速器二12也可设置于过滤系统的主管路上任意位置, 使得进入过滤系统或者进入仪器的气流均先经调速器二12进行流速调节, 也能够实现调节进入分析仪中的气压从而稳定进入分析仪中气流速度的目的。

[0034] 参见图1和图3,过滤器组5包括底板13,过滤腔4包括设置于底板13上的凹槽14,凹槽14内安装有滤膜15,底板13上设置有可将凹槽14密封的顶板16;底板13、顶板16 上分别设置有与凹槽14连通的导气管17,导气管17分别与对应的分流支管连通。底板13 上的凹槽14数量为8个,每个凹槽14内均设置有多孔的滤膜15,每个滤膜15的孔径沿气流方向依次减小;每个凹槽14内滤膜15与凹槽14底部之间设置有多孔的支撑板18,支撑板 18与凹槽14底部之间设置下密封环19,滤膜15与顶板16之间设置上密封环20。采用孔径沿气流方向依次减小的滤膜15,规避了采用单一孔径滤膜15进行过滤时造成堵塞的问题,同时提高了对微小颗粒的过滤效率;支撑板18的设置可以减小滤膜15在气体高速流动时产生的变形,防止滤膜15被冲破,从而进一步保证了膜过滤器的过滤效果。

[0035] 这里需要指出,过滤原理是在推动力或者其他外力作用下悬浮液(或含固体颗粒的气体)中的液体(或气体)透过具有微细孔道的过滤介质,固体颗粒及其他物质被过滤介质截留,从而使固体及其他物质与液体(或气体)分离的操作。因此,在不偏离本实用新型实质内容的基础上,其他具有微细孔道过滤介质的过滤装置,例如多个板式膜过滤器或多个圆筒式过滤器,都可以作为具有微细孔道过滤介质的过滤装置应用于本实用新型。

[0036] 参见图1、图4和图5,多通道过滤单元3的进气端与采气口1之间设置有旋风过滤单元21,旋风过滤单元21包括旋风过滤器22,旋风过滤器22包括筒体23,筒体23上部设有顶盖,筒体23侧壁上在靠近顶盖位置沿切线方向安装有与采气口1连通的进气管24;筒体23底部开口,开口处连接有与筒体23内腔连通的锥形筒25,锥形筒25的大口径边缘与筒体23底部开口边缘密封连接,锥形筒25小口径一端连接有与锥形筒25内腔连通的收集室26;筒体23顶部设置有排气筒27,排气筒27的底部穿过筒体23的顶盖且位于筒体23 内腔;排气筒27位于顶盖上方的一端与进气端分气管6的主管连通。携带有颗粒物质及液态水的大气以一定的速度由进气管24沿筒体23内壁切线方向进入筒体23中,并在筒体23 内形成旋流;大颗粒物质及液态水在离心力作用下逐渐向筒体23内壁靠近,并在重力、外部气流逐渐进入筒体23内产生的向下的推力作用下呈螺旋状向筒体23底部及锥形筒25移动,最后大颗粒物质及液态水进入收集室26;被净化后的气流经锥形筒25侧壁反弹向上方移动,并由排气筒27排出,实现气—液、固的分离;规避了大颗粒物质对膜过滤系统造成堵塞时增大管路中的气阻的问题,从而进一步延长了仪器有效运行的时间,减少维护频率,且有效规避了液态水进入后续分析流程中造成数据干扰、仪器损伤的问题。

[0037] 旋风过滤器22的进气管24与排气筒27之间分别通过三通阀一28、三通阀二29连接有管路一30。管路一30的设置可以在需要对旋风过滤器22进行清洁时,通过控制三通阀一

28与三通阀二29使进气管24通过管路一30与排气筒27连通,筒体23内腔无气流通过,可对旋风过滤器22筒体23、锥形筒25及收集室26进行清洁。

[0038] 进气端分气管6的主管上通过三通阀三31连接有管路二32,管路二32远离三通阀三 31的一端与出气端分气管7的主管连通,管路二32上设置有单体过滤器。33当需要对多通道过滤单元3清理时,调节三通阀三31使气流由管路二32进入单体过滤器内,保证分析仪器的持续正常工作;此时,过滤器组5停止运行,方便人员进行换膜与检修。

[0039] 管路二32上设置有可对气体流速进行调节的调速器一11,可以对单体过滤器中的气流速度进行调节,使各过滤腔4中的气阻一致,以消除各过滤腔4的气阻差异,保证与过滤器组5的过滤通道流速一致,确保在切换至单体过滤器进行过滤时,分析仪检测数据不会产生较大波动。

[0040] 实施例2:

[0041] 在湖南岳阳芦苇滩地进行甲烷通量观测实验,采气泵为Edwards真空泵(XDS-35i, Edward, MA, USA),分析仪和真空泵采用220V市电供电,利用在LGR快速甲烷分析仪(FMADLT 100, Los Gator Research Ltd.)的进气口安装本系统。

[0042] 在本实施例中,两级多通道大气采集管路过滤系统的过滤腔4数量为8个,控制器10控制每个电磁阀9处于独立打开时间为1h,然后依次切换至下一个电磁阀9,并进行循环开闭。

[0043] 通过观察,原有的采用多级滤膜的单通道板式过滤器中,产生的管路污染及其严重,需要在一周左右更换过滤装置,期间产生的停机损失,以及泵开启过程中导致的光腔污染问题较严重,管路清理及仪器内部镜面清洁工作耗时耗力,且产生大量的数据丢失。

[0044] 而在LGR快速甲烷分析仪的进气口前置本系统进行试运行,仪器不间断运行时间大幅延长。如图6所示,本系统在湖南岳阳滩地连续运行33天时间内(期间出现3次市电供电中断,断电时间分别为7月30日15:35瞬时、7月31日4:30~15:37、8月14日5:55~13:07,通电后分析仪和系统自行启动),本系统及LGR快速甲烷分析仪的运行状态保持较好。滩地淹水期间,甲烷浓度保持在2~8ppm,且日变化规律显著,且受淹水调控明显,LGR快速甲烷分析仪的光腔清洁度非常稳定。如图7所示,除首次断电重启期间光腔衰荡时间有5.6 μ s 下降至5.1 μ s外(由于仪器管路内存积的少量污染物在泵开启瞬间被脱离内壁而污染了高反射镜面),仪器此后30余天一直保持5.0 μ s上下,下降十分缓慢。如图8和图9所示,光腔压力受光腔温度影响,基本保持在130~135Torr之间。本系统的增加,大大延长了仪器正常运行时间,大幅减少了LGR快速甲烷分析仪的维护的人力、物力成本,提高了大气的观测效率。如上即为本实用新型的实施例。上述实施例以及实施例中的具体参数仅是为了清楚表述实用新型验证过程,并非用以限制本实用新型的专利保护范围,本实用新型的专利保护范围仍然以其权利要求书为准,凡是运用本实用新型的说明书及附图内容所作的等同结构变化,同理均应包含在本实用新型的保护范围内。

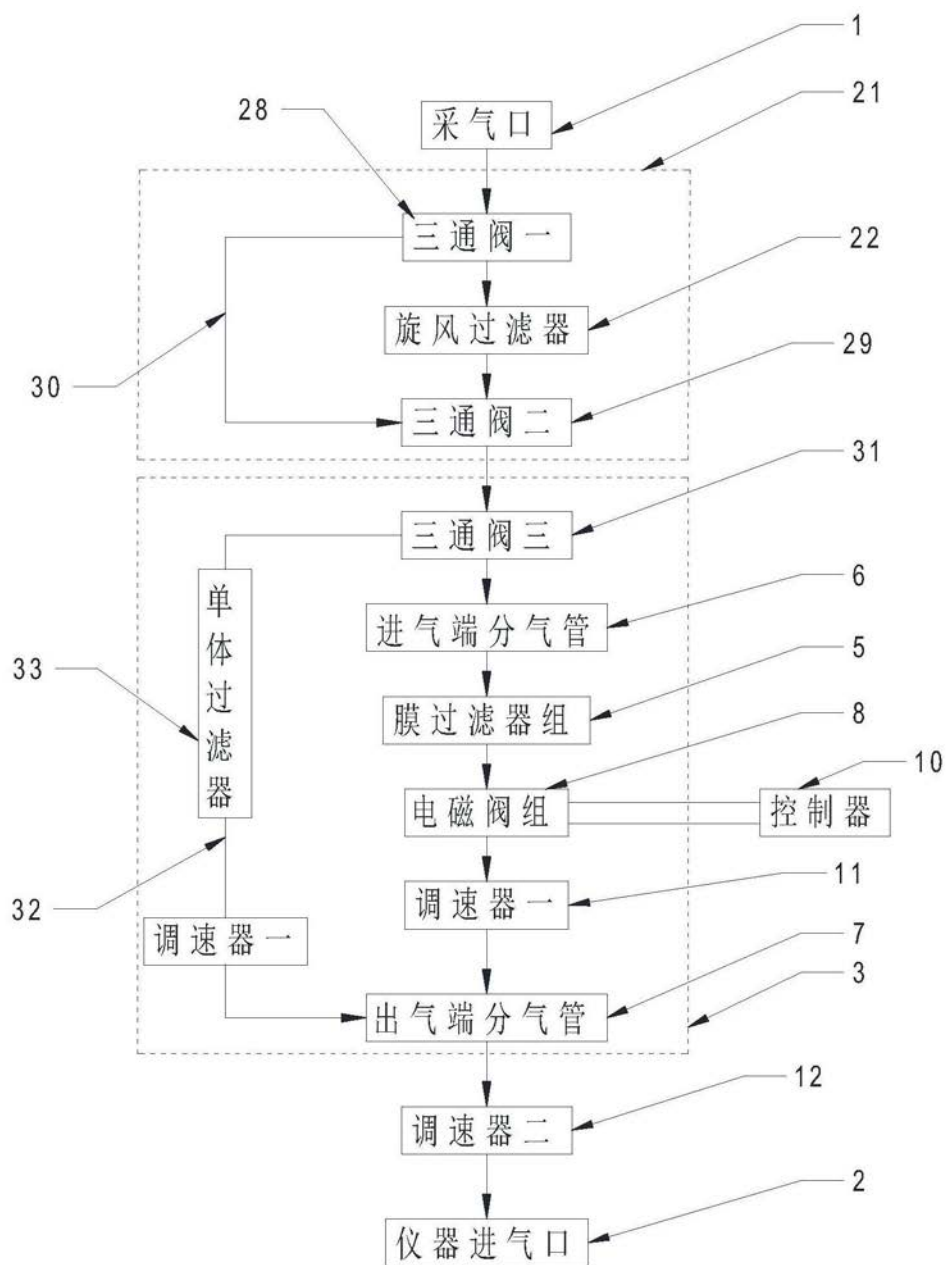


图1

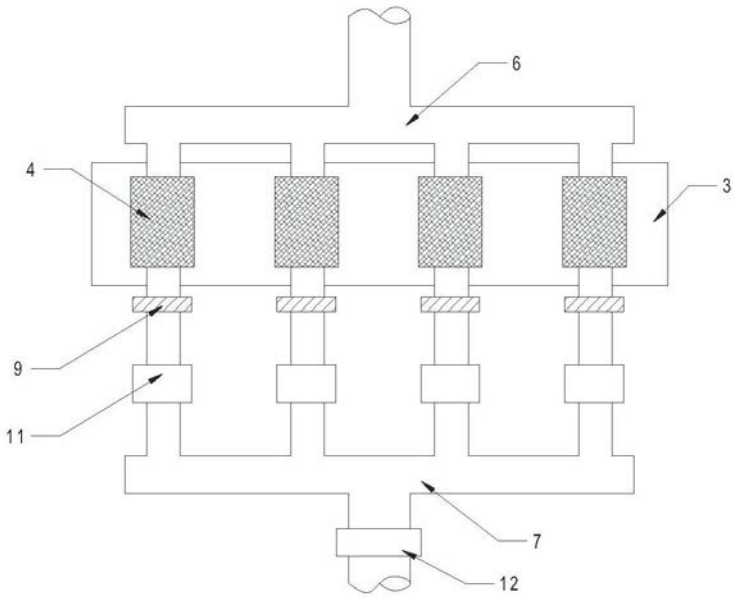


图2

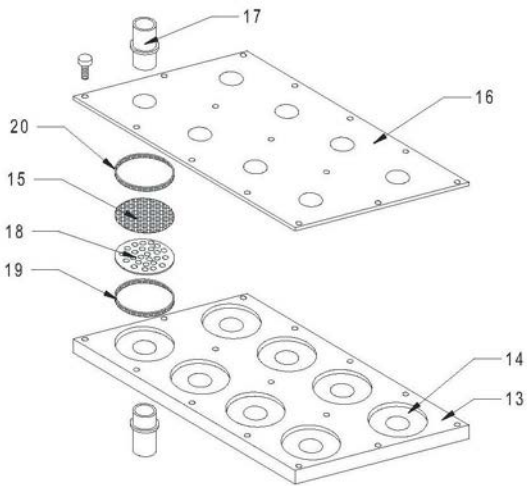


图3

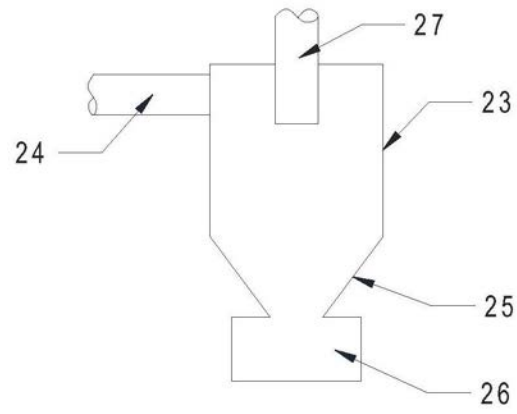


图4

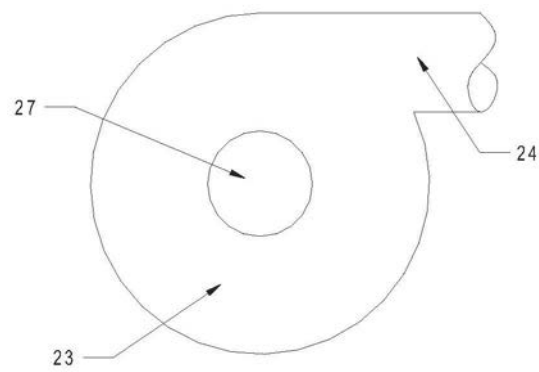


图5

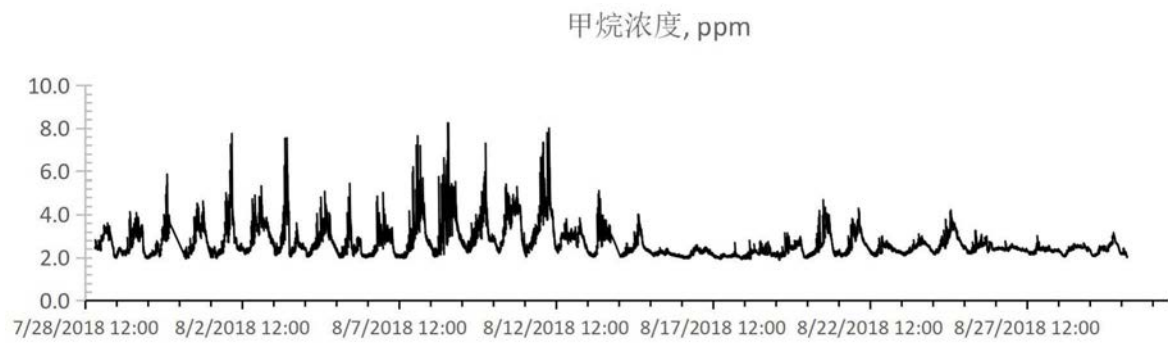


图6

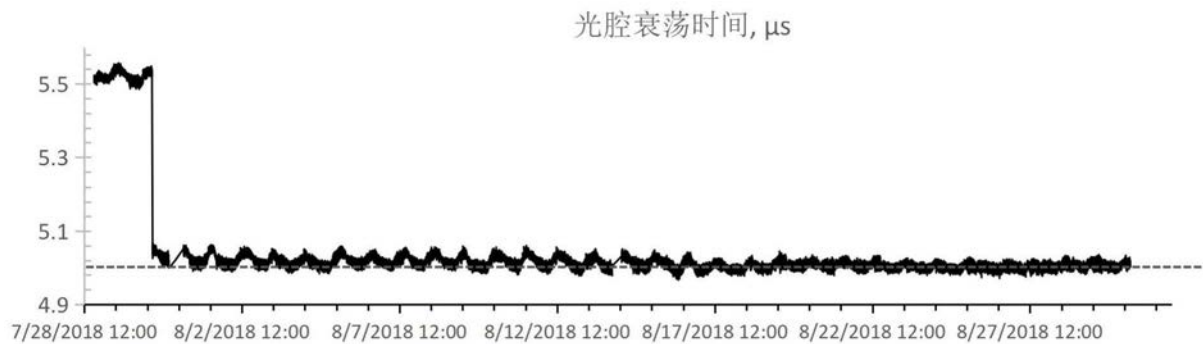


图7

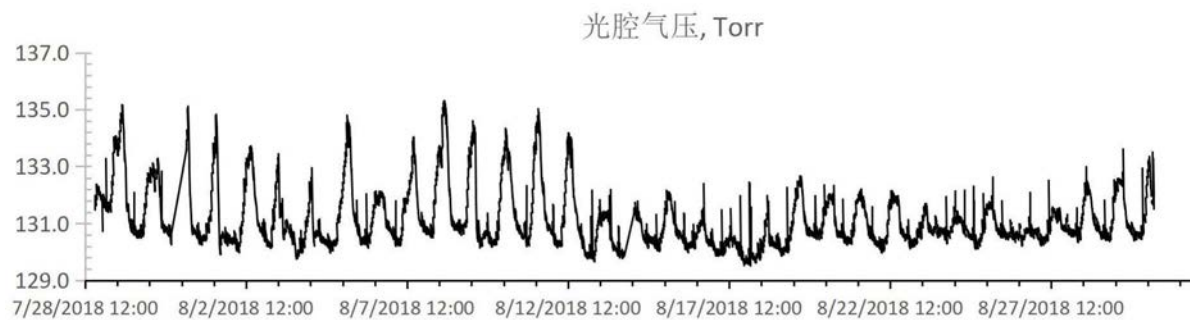


图8

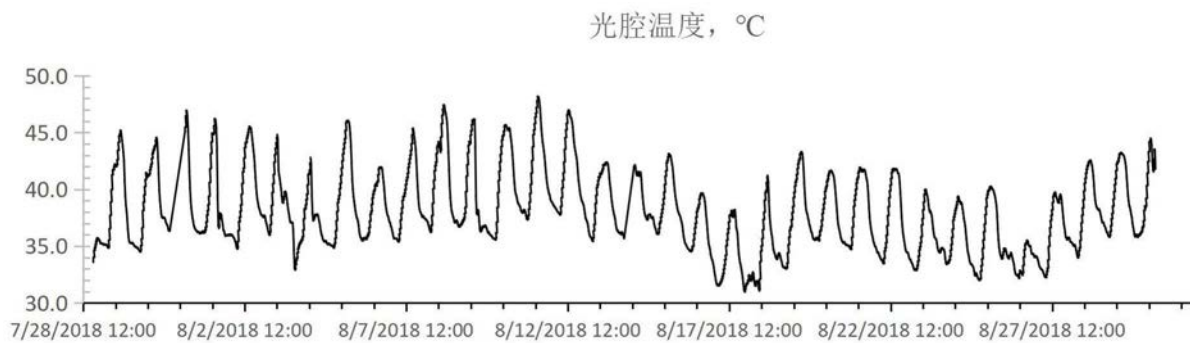


图9