



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105424840 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201510995364. 2

(22) 申请日 2015. 12. 28

(71) 申请人 周俊杰

地址 201306 上海市浦东新区申港大道 88 号 1103 室

(72) 发明人 周俊杰

(74) 专利代理机构 江苏楼沈律师事务所 32254

代理人 马勇

(51) Int. Cl.

G01N 30/02(2006. 01)

G01N 35/00(2006. 01)

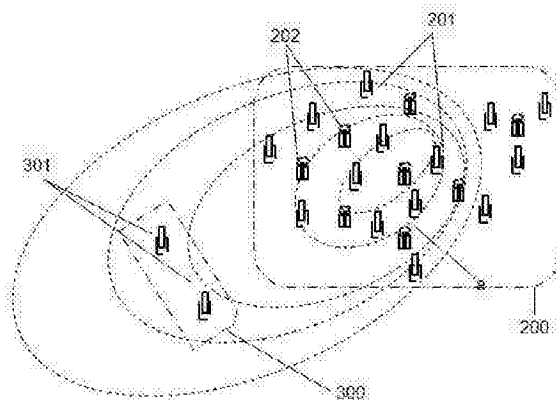
权利要求书2页 说明书14页 附图7页

(54) 发明名称

在线连续环境空气质量自动监测系统及异味气源溯源方法

(57) 摘要

本发明披露了一种在线连续环境空气质量自动监测基站以及又多个面源网格化设置的基站与数据处理中心组成的自动监测网络系统以及利用该系统进行溯源的方法。所述基站由数据传输模块连接的自动采样模块、传感器模块和气象监测模块组成,所说的监测网络系统的数据处理中心安装有数据库、地性数据、气象扩散模型。该系统设置在保护区的基站一旦由于空气质量恶化发生采样事件,数据处理中心按实时数据运行气象扩散模型,计算出监控区可能影响保护区的发生源,启动设置在发生源附近的基站采样,对采集的样品利用快速气相电子鼻进行气体样品的指纹图谱分析和比对指纹图谱技术相似度,根据相似度进行溯源。该方法与方法具有精度高、分析速度快、实时抓取空气样品,为溯源定位提供了样品保障。



1. 一种在线连续环境空气质量自动监测基站,包括以下模块:

自动采样模块(1),被设置为连接数据传输模块(2)并根据数据传输模块(2)指令进行采样动作;

数据传输模块(2),具有多个数据交换接口,被设置为与外部通讯交换数据与指令,连接传感器模块(3)、接受传感器模块(3)信号,连接气象监测模块(4)、接受气象监测模块(4)信息,指令自动采样模块(1);

传感器模块(3),该模块包含有对空气异味成分有响应的传感器组,被设置为与数据传输模块(2)连接,数据传输模块(2)读取传感器模块(3)数据;

气象监测模块(4),被设置为监测该基站所在区域局部气象信息。

2. 一种根据权利要求1的在线连续环境空气质量自动监测基站,其中自动采样模块(1)为:

置于容置腔室(11)内的采样容器(12),容置腔室(11)通过第一控制阀(13)与抽气泵(14)管线连接,容置腔室(11)管线连接有压力传感器(15),采样容器(12)通过第二控制阀(16)管线连接环境空气;压力传感器(15)信号连接至控制器(17),控制器(17)连接第一控制阀(13)、第二控制阀(16)、抽气泵(14);

按如下方式运行:

当压力传感器(15)感知容置腔室(11)的真空度下降时,控制器(17)开启气泵(14)和第一控制阀(13)进行抽真空,保持容置腔室(11)的真空度;当接收到采样指令时,控制器(17)打开第二控制阀(16),环境空气进入采样袋;当采样完毕时,控制器(17)关闭第二控制阀(16),设置采样完毕状态给数据传输模块(2);

或者按如下方式运行:

当接收到采样指令时,控制器(17)开启气泵(14)和第一控制阀(13)进行抽真空容置腔室(11),打开第二控制阀(16)、环境空气进入采样袋;当采样完毕时,控制器(17)关闭第二控制阀(16)、气泵(14)和第一控制阀(13),设置采样完毕状态给数据传输模块(2);

或者,其中自动采样模块(1)为:

预抽真空的采样苏玛罐(12),通过管路经过第一控制阀(13)与气泵(14)连接,经过控制阀(15)与压力传感器连接,经过控制阀(16)与环境空气连接;压力传感器(15)信号连接至控制器(17),控制器(17)连接第一控制阀(13)、第二控制阀(16)、抽气泵(14);

按如下方式运行:

当压力传感器(15)感知苏玛罐(12)真空度下降时,控制器(17)开启气泵(14)和开通第一控制阀(13)进行抽真空,保持采样苏玛罐(12)的真空度;当接收到采样指令时,控制器(17)打开第二控制阀(16),环境空气进入采样苏玛罐(12);当采样完毕时,控制器(17)关闭第二控制阀(16),设置采样完毕状态给数据传输模块(2)。

3. 一种根据权利要求1的在线连续环境空气质量自动监测基站,其中传感器模块(3)选自包括用于监测TVOC浓度的TVOC传感器、用于监测H<sub>2</sub>S浓度的H<sub>2</sub>S传感器、和用于监测NH<sub>3</sub>浓度的NH<sub>3</sub>传感器、用于监测空气异味的电子鼻的一种或多种的组合。

4. 一种根据权利要求1的在线连续环境空气质量自动监测基站,其中的气象监测模块(4)包括监测空气温度、湿度、气压、风速、风向的传感器组成,被设置为监测基站所在区域局部气象数据。

5. 一种在线连续环境空气质量自动监测网络系统,由数据处理中心(5)、面源网格化设置的多个权利要求1至4的任一在线连续环境空气质量自动监测基站(20)组成。

6. 一种根据权利要求5的在线连续环境空气质量自动监测网络系统,其中,

所述面源网格化设置为在监控区分割或包围发生源设置多个监测基站(20)以及在保护区设置至少1个监测基站(20)构成网络,所述监测基站(20)通过监测基站的数据传输模块(2)网络连接所述数据处理中心(5),所述数据处理中心(5)包括服务器,服务器中安装有:

数据库模块,被设置为记录包括各基站发送来的传感器数据、气象数据、自动采样模块数据,记录有地形数据、各基站地理位置数据;

气象扩散模型模块,按一定时间间隔,根据气象数据、传感器数据、各基站地理位置数据、地形数据计算空气异味气体浓度分布;

运算指令模块,包括根据基站数据、空气质量分布数据,指令基站自动采样。

7. 一种基于权利要求5的在线连续环境空气质量自动监测网络系统的空气异味溯源方法,其特征为:

当保护区至少1个网点基站触发自动采样事件,采集保护区气体样品,并把采样事件信息上传给数据处理中心(5)后;

数据处理中心(5)根据气象数据、传感器数据、各基站地理位置数据、地形数据计算空气异味气体浓度分布,据此计算出对保护区可能产生影响的发生源范围(a),对发生源范围(a)内网点基站(20)发出自动采样指令;发出进行快速气相电子鼻分析任务指令;

快速气相电子鼻完成采样样品的指纹分析表征;快速气相电子鼻指纹比对软件将保护区的样品指纹图谱与监控区的各样品指纹图谱进行比对,计算出监控区各样品与保护区样品的相似度;

根据相似度,确定发生源位置。

8. 一种根据权利要求7的在线连续环境空气质量自动监测网络系统的空气异味溯源方法,其中快速气相电子鼻中设有两种极性不同的气相色谱柱;所述指纹图谱为气体样品进入所述快速气相电子鼻后,给出的两种色谱图,所述指纹比对包括对气体指纹进行主成分分析(PCA)、判别因子分析(DFA),给出保护区基站气体样品与监控区基站的气体样品的指纹相似度,进行溯源分析。

9. 一种根据权利要求7或8的任一在线连续环境空气质量自动监测网络系统的空气异味溯源方法,当存在监控区空气异味发生源的指纹图谱时,还同时把保护区基站样品指纹图谱与发生源指纹图谱进行比对,给出指纹相似度。

10. 一种根据权利要求9的在线连续环境空气质量自动监测网络系统的空气异味溯源方法,所述的空气异味发生源指纹,通过直接在空气异味发生源取样分析获得、监控分析数据累积获得。

## 在线连续环境空气质量自动监测系统及异味气源溯源方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种在线连续环境空气质量自动监测系统,更进一步涉及一种结合扩散模型设置自动采样后指纹分析比对的空气异味气源定位溯源系统及利用该系统进行溯源的方法。

### 背景技术

[0002]

为叙述方便,本说明书中使用名称如下:

异味:给人不舒服难受感觉的气味;恶臭:严重的臭味,属于异味;不严格区分该名称的用法。异味/恶臭气体发生源指一些生产单位、填埋场等释放异味/恶臭气体的排放源。保护区指居民区、人口密集区等需要对空气质量进行保护的区域,一般离开相对应的监控区,一旦监控区发生异味、恶臭气体排放,会影响到保护区;监控区指在工业园区、填埋场等可能产生影响保护区空气质量的区域,在本发明中属于要监控的区域。监控区中发生了异味恶臭气体排放,该排放的局部称为排放源,也称为发生区或发生源。发生源侧重于自然发生,排放源侧重于主动排放,从监测的角度,都是影响空气质量的异味或恶臭气体发生源。基站,本发明中设置的监测网点的设备装置,完成监测空气异味、气象信息,电力供应等的整套装置,可以是安装在架子上面的一个箱式装置或一个小屋,能防风防雨。

[0003] 由于工业排放,污染环境日益严重,损害人们的健康。环境空气污染,异味气体的排放事件、特别是恶臭气体排放事件时常发生,特别在一个区域有多个可能发生异味气体特别是恶臭气体排放源存在时,利用现有技术常常难以定位具体的恶臭发生源/排放源,给预警、治理、执法带来困难。

[0004] 现有技术中,通常这样构建在线连续环境空气质量自动监测系统:网格化设置监测基站(或一个网络中的网点),将监测基站的监测数据上传给服务器或者称为数据处理中心,数据处理中心根据监测数据分布确定监测值高的网点,确定恶臭源的大致区域。

[0005] 监测基站通常配备气象(气压、温度、湿度、风向、风速)以及恶臭监测仪器。根据气象及恶臭数据和网络记录的历史数据,来推算发生/排放源的位置。

[0006] 这样的网点中,恶臭测定通常针对恶臭标志物进行测量,但是

1)发生恶臭时,即人感受到恶臭或者难闻或者不舒服,其特定恶臭标志物浓度不一定高;2)测定恶臭标志物,由于具有相同标志物的发生源多,这种情况下,难以区分恶臭的来源/恶臭发生点;3)排放经过一段时间后,排放发生时仅仅只有传感器的读数记录,没有当时空气样品留存,同样对定位发生源带来不确定性,更难依此进行治理与执法。

[0007] 近年、使用电子鼻或电子鼻与电化学传感器等联合使用,例如,本发明人的“基于特征污染物和电子鼻双模式空气异味监测预警系统”(CN204667597U)中,由传感器模块、气象模块、数据传输模块与数据处理中心组成。其中传感器模块中,选用选择性传感器对典型恶臭气体例如硫化氢(H<sub>2</sub>S,以及巯基化合物,噻吩类化合物)、氯化氢(HCl)、胺类气体(NH<sub>3</sub>以及氨基化合物)和总挥发性有机物(TVOC),以及用电子鼻对具有异味的气体进行监控。其

中,所用的电子鼻例如法国阿默斯(Alpha MOS,法国)的金属氧化物电子鼻,其中可选择性地装有3个或者更多个、例如16个对于各类气体敏感程度不同的传感器,根据其响应值或有响应特性形成的图谱来确定与人所感觉到的恶臭的关系,能较好地解决人的感觉与传感器测量值的关系。

[0008] 依该技术方案,进行监控和预警,在异味气体发生源点较少并且各发生源点物理距离分散,也可以进行溯源。但是,由于分辨率/精度有限,对发生源复杂,在物理距离上密集,该类型的电子鼻就难以区分发生源,给溯源带来困难。

[0009] 另外一种基于气相色谱的电子鼻,机器内有两种极性不同的色谱柱,当空气样品气体进入色谱后,由于极性的不同,空气中的成分分别在两种色谱柱上的保留时间不同,形成特有的二幅谱图(也简称二维谱图、指纹图谱),对二幅图谱进行信息化处理,可以对来源气体进行指纹化表征谱。其代表产品是法国阿默斯的快速气相电子鼻例如HARACLE,它能快速测定表征气体样品,定性的分析时间为每个气体样品最长5分钟,仪器内还预置了数万种化合物的二维指纹图谱以及进行指纹图谱比对的软件,可以对指纹图谱进行各种统计分析,例如主成份分析(PCA)、判别因子分析(DFA),计算出指纹图谱之间的相似度。由于气体成分在色谱柱上分离保留时间都有差异,记录的保留时间与丰度值形成图谱,作为指纹进行表征,使其分辨率大大提高。

[0010] 其应用可见中国专利申请:“一种利用快速气相电子鼻鉴别白酒品牌的方法”(CN 104267134 A),“一种白酒等级的监测方法”(CN 102980948 A),“一种红葡萄酒中“马厩味”不良风味物质的分析评价方法”(CN 104007194 A),“一种利用快速气相色谱型电子鼻指纹分析系统鉴别黄酒酒龄的方法”(CN 102645502 A),以及论文“基于电子鼻技术的地理标志大米产地溯源研究”(农产品加工,2014(12),doi:10.3969/j.issn.1671-9646(X).2014.12.041),“基于气相色谱的电子鼻气体监测系统”(技术与创新管理,2011第32卷第6期,687 - 690)。表明可用该快速气相电子鼻有效地区分和定性这些分析对象。

[0011] 本发明人,经过锐意长期应用研究开发,对在先的异味监测预警系统进行升级改造,发现采取技术手段耦合自动采样系统,以及气象扩散模型计算,结合快速气相电子鼻的技术手段,可以实时采样、快速指纹化比对、可进行精确溯源:当保护区网点测定值达到预设值时触发自动采样事件,根据扩散模型计算空气质量分布,找出监控区中可能发生源区域网点进行自动采样,将自动采样获得的样品进行快速气相电子鼻分析,获得样品指纹,进行指纹比对,确定恶臭来源。克服了现有技术中恶臭发生时、难以及时采取空气样品以及分析不及时以及溯源精度不够高的缺陷,使得溯源过程快速,准确;留置的样品还可以用于进一步的分析鉴定。所设置的自动采样系统还可以应急采样分析。

## 发明内容

[0012] 本发明提供一种在线连续环境空气质量自动监测应急自动采样系统,进一步提供一种根据实时监测数据进行应急自动采样、快速指纹比对的空气异味溯源监测网络系统及其使用该网络系统进行溯源的方法。

[0013] 本发明首先提供一种在线连续环境空气质量自动监测应急自动采样系统

自动采样模块1,被设置为连接数据传输模块2并根据数据传输模块2指令进行采样动作;

数据传输模块2,具有多个数据交换接口,被设置为与外部通讯交换数据与指令,连接传感器模块3、接受传感器模块3信号,指令自动采样模块1;

传感器模块3,该模块包含有对空气异味成分有响应的传感器组,被设置为与数据传输模块2连接,数据传输模块2读取传感器模块3数据。(图1)

第二、本发明提供一种在线连续环境空气质量自动监测基站20,包括以下模块:

自动采样模块1,被设置为连接数据传输模块2并根据数据传输模块2指令进行采样动作;

数据传输模块2,具有多个数据交换接口,被设置为与外部通讯交换数据与指令,连接传感器模块3、接受传感器模块3信号,连接气象监测模块4、接受气象监测模块4信息,指令自动采样模块1;

传感器模块3,该模块包含有对空气异味成分有响应的传感器组,被设置为与数据传输模块2连接,数据传输模块2读取传感器模块3数据;

气象监测模块4,被设置为监测该基站所在区域局部气象信息。(图2)

第三、本发明更进一步提供一种根据实时监测数据进行自动采样、快速指纹比对的在线连续环境空气质量自动监测网络系统,由数据处理中心5、面源网格化设置的上述的在线连续环境空气质量自动监测基站20组成。(图3)

毫无疑问,整个装置中需要电力的部件都需要配置电力,电力供应系统可以根据现有技术进行配置,可以是市电,也可以是电池,特别是结合了太阳能、风能,及电能储存功能的自给电源系统为好,也可以将配备市电与自给系统的结合供电。在本发明人的在先申请(CN204667597U)中有详细的说明。

[0014] 所述的对空气异味成分有响应的传感器模块3,可以选择能敏感空气异味的电子鼻、特定恶臭气体例如硫化氢( $H_2S$ )、氨气( $NH_3$ )等、总挥发性有机物(TVOC)等污染空气的物质的传感器的一种或数种组合而成,可以依据排放气体的实际情况,选择敏感的传感器为好。该模块通常提供了信号调理和数据输出接口,方便与其他设备进行数据交换,被其他设备读取数据。

[0015] 为了达到传感器模块的输出结果可以直接与人的感觉异味程度相一致,对传感器,特别是具有较好的信号调理处理功能的传感器,电子鼻,可以进行人工嗅辨赋值。例如对法国阿默斯氧化物性电子鼻RQBOX可以依据如下方式进行异味恶臭等级赋值,使得输出数据就是经过人工嗅辨驯化的恶臭等级值:

设定自动采样条件,自动采集现场空气样品;

对采集的空气样品,用电子鼻测定记录,让嗅辩员使用现场嗅辩仪嗅辩给出恶臭等级值,把嗅辩给出的恶臭等级值赋值给电子鼻对应的测定值(一组对应值);

将获得的对应值给电子鼻的拟合软件,获得电子鼻响应的回归参数;

将回归参数应用到电子鼻响应模型,测定时电子鼻直接输出恶臭等级数值。

[0016] 当然,为了得到较准确的回归参数,需要采集的样品数量至少6个以上,并且样品的浓度分别能覆盖测定的范围,通常人工随机采样,难以采集到样品浓度分布均匀的样品组。因此,使用自动采样系统,就可以设置传感器特别是电子鼻的测定值达到一定值时进行采样,例如对于恶臭值,设定1,2,4,6,10,20,40,60,80等值,进行系统化采样,用以驯化传感器特别是电子鼻。

[0017] 所述的自动采样模块1,主要由采样容器、气泵、电动阀、气压传感器和控制系统组成,其中的采样容器一般有采样气囊和采样气瓶。在采用气囊时,可以采用泵与气囊连接,采样时直接泵入空气样品。为了避免气囊中残存的气体的影响,采用被动采样为好,即设置气囊在一个容器(气囊容置腔)内,气囊与气囊容置腔之间设置成当气囊容置腔抽真空后,气囊与气囊容置腔之间产生负压状态。或者直接采用气体采样瓶,例如苏玛罐,与控制阀和气泵配合抽真空待用。当接到采样指令时,控制系统打开采样阀,使得空气由于采样容器的负压而自动进入采样容器。当然,气囊容置腔可以事先不予抽真空,当接到采样指令时,再启动气泵抽真空。

[0018] 具体地,自动采样模块1构成为:

置于容置腔室11内的采样容器12,容置腔室11通过第一控制阀13与抽气泵14管线连接,容置腔室11 管线连接有压力传感器15,采样容器12通过第二控制阀16管线与环境空气连接;压力传感器15信号连接至控制器17,控制器17连接第一控制阀13、第二控制阀16、抽气泵14。(图4)

常态处于待机时,第一控制阀13与第二控制阀16处于关闭状态。

[0019] 运行时,可以按两种方式进行,第一种为将容置腔室11预抽真空,即:

当压力传感器15感知容置腔室11真空度下降时,控制器17开启气泵14和开通第一控制阀13进行抽真空,保持容置腔室11的真空度;当接收到采样指令时,控制器17打开第二控制阀16,环境空气进入采样袋;当采样完毕时,控制器17关闭第二控制阀16,设置采样完毕状态给数据传输模块2。

[0020] 或者,按第二种方式,即容置腔室11不预抽真空,接到采样指令时抽真空,即:

当接收到采样指令时,控制器(17)开启气泵(14)和第一控制阀(13)进行抽真空容置腔室(11),打开第二控制阀(16)、环境空气进入采样袋;当采样完毕时,控制器(17)关闭第二控制阀(16)、气泵(14)和第一控制阀(13),向数据传输模块2发出采样完毕信号。

[0021] 第二种方式与第一种方式,效果相同,还可以避免长时间真空状态下的微量的泄漏混杂。

[0022] 另外,也可以采用采样苏玛罐2进行采样,采样苏玛罐2,通常是预先抽真空状态的,这样可以节约抽真空时间,这时,自动采样模块1为:

预抽真空的采样苏玛罐12,通过管路经过第一控制阀13与气泵14连接,经过控制阀15与压力传感器连接,经过控制阀16与环境空气连接;压力传感器15信号连接至控制器17,控制器17连接第一控制阀13、第二控制阀16、抽气泵14(图5);

具体运行方式为:当压力传感器15感知采样苏玛罐12真空度下降时,控制器17开启气泵14和第一控制阀13进行抽真空,保持采样苏玛罐12的真空度;当接收到采样指令时,控制器17打开第二控制阀16,环境空气进入采样苏玛罐12;当采样完毕时,控制器17关闭第二控制阀16,设置采样完毕状态给数据传输模块2。

[0023] 为了方便,采样袋与气路的连接采用可拆卸连接。一般能保持不泄漏的连接件即可。

[0024] 自动采样器的样品存储装置可以配置1或者1个以上,配置1个以上为好,可以当采样时间间隔短时,可以连续不间断采样。

[0025] 可以将所述的自动采样模块1并联设置2到4个,通过控制器17并联连接到数据传

输模块2上(图 6);

也可以将所述的自动采样模块1配置2到4个,设置为共用自动采样模块1中的气泵14与控制器17,控制器17信号连接气泵14、及各自动采样器模块中的第一控制阀13、第二控制阀16、压力传感器15,气泵14与各自动采样模块中的控制阀13连接。(图7、8))也就是说,把采样器1中的泵14与控制器17去除共用,剩下的部分10设置多个并联到气泵14与控制器17上,这样利于空间的节约,设备的小型化。

[0026] 通常采集的气体样品其成分容易变化,给准确监测带来困难。因此,其采集气体样品的容器需要采用避免气体样品成分的吸附、变化的容器例如E-switch牌铝箔复合膜气体采样袋(2L)以及ENTECH公司苏玛罐,这样的采样袋或苏玛罐的内壁都进行了特殊处理,使得空气样品能保存较长时间而不变化;另一方面,样品需要即时分析,避免长时间保存,这就需要快速分析装置,因此,快速气相电子鼻是很好的选择。特别当待测气体样品数量较多时,其优势就明显了。

[0027] 所述的数据传输模块2,连接有传感器模块3、自动采样模块1,气象模块4,并通过网络与数据处理中心5连接。

[0028] 所述的数据传输模块2,按照预设的格式和时间间隔,将基站监测数据,包括传感器数据上传给数据处理中心,同时按照以下三种情况,向自动采样模块1发出自动采样指令,并将该事件上传给数据处理中心:

- 1)当传感器数据到达设定值时;或者
- 2)当传感器数据超出仪器质量控制临界值(SQC)时;或者
- 3)当接收到数据处理中心发出的采样指令时。

[0029] 所述预设的格式是指数据传输时采用的格式,有行业标准或国家标准或国际标准的,可以采用其标准,也可以采用任何方便和节约、快速传输的方式,通常是打包传输,所述的时间间隔,可以根据跟踪或分析需要的精度等需求来确定,可以采样几十秒到几分钟间隔比较实用,例如30秒到2分钟。

[0030] 所述的当传感器到达设定值时,其中的设定值,可以设置为1个值,也可分段设置多个设定值,用于监控传感器的数据,进行采样。

[0031] 当传感器数据超出传感器质量控制临界值数据(SQC)时,因为SQC记录了仪器正常运行时的波动范围,当读数超出正常的波动范围时,表示有异常,如果读数表示空气异味浓度超出上限,可能是空气异味发生;如果读数异常低了,可能是仪器设备出了故障。

[0032] 所述分段设置,例如当超出SQC上限时触发第一采样事件,在更高的设定值时触发第二采样事件,以及第三事件。即可预先根据需求和采样袋数量设置几个设定值。既可以预设,也可以根据数据处理中心指令设定。

[0033] 所述当接收到数据处理中心发出的采样指令时,即数据处理中心根据需要可以发出指令进行采样;特别当遇到突发事件应急状况时,可以灵活地指令特定的基站进行采样留置。

[0034] 数据传输模块2与数据处理中心5的连接(图3、图9),可以是有线或无线的网络连接,可以采用GPRS方式、3G、4G方式连接,与数据处理中心交换数据、发送和接受指令。数据传输模块2将监测基站的数据打包发送给数据处理中心。

[0035] 在需要监测的区域(以下称监控区)和可能受影响区(以下称保护区)进行网格化



设置网点基站,通过各基站的数据传输模块2与数据处理中心相连,协同动作,形成监测网络系统。

[0036] 所述的面源网格化设置基站,是指在监控区对可能发生源(排放源)以分割或者包围的方式设置多个监测基站,在保护区设置至少1个监测基站。根据保护区的大小可以设置多个监测基站覆盖保护区。(图10)

所述的保护区,是指需要保护其空气质量的区域,一般为居民区或人口密集区域,一旦该保护区发生了空气质量恶化,例如异味、恶臭让人感觉到不舒服,此时,需要追溯这些异味、恶臭气体的来源——即溯源。

[0037] 现有技术的监测,一旦发生了保护区的空气异味、恶臭事件,根据监控区域的网点虽然记录了与浓度相关的传感器数据,但是,这些传感器数据是一种人嗅觉的总体感觉,不能区分保护区的异味、恶臭的气体成分与监控区的哪个部分(网点)的气体成分相似,难以溯源。

[0038] 所述的数据处理中心5,包括有数据库模块、气相扩散模型模块,运算处理指令模块;其中的数据库模块记录包括各基站监测数据、包括各自动采样系统信息、空气质量传感器模块数据、气象数据、各基站地理位置数据,以及记录有包含监控区和保护区区域的地形数据;地形数据已经有商用的免费的地形数据供食用,本发明中的地形数据有气象扩散模型自带的地形数据导入工具导入公用的地形数据为扩散模型所用;数据处理中心,实时接收记录来自各网点基站数据传输模块2的数据。扩散模型按一定时间间隔,根据气象数据、传感器数据、各基站地理位置数据、地形数据计算空气异味气体浓度分布,并根据设置,发送给显示终端。一定的时间间隔,可以按计算量和需求来确定,平常按数分钟例如2分钟到10分钟的时间间隔计算,即可得到实用精度的连续变换分布图。在自动采集样品事件发生时,可以即时计算。

[0039] 根据以上具有自动采样装置的在线连续环境空气质量自动监测网络系统,结合快速气相电子鼻的分析指纹比对,本发明提供一种基于气相色谱指纹的空气异味发生源溯源方法。

[0040] 该方法是这样实现溯源的:

当保护区网络感知空气质量发生异常时,触发自动采样事件(保护区气体样品),并把采样事件信息上传给数据处理中心5;

数据处理中心5,根据气象数据、传感器数据、各基站地理位置数据、地形数据计算空气异味气体浓度分布,据此计算出对保护区可能产生影响的发生源范围a,对发生源范围a内网点基站发出自动采样指令;发出进行快速气相电子鼻分析任务指令;(图10)

快速气相电子鼻完成采样样品的指纹分析表征;

快速气相电子鼻指纹比对软件将保护区的样品指纹图谱与监控区的各样品指纹图谱进行比对,计算出监控区各样品与保护区样品的相似度;

根据相似度,确定发生源位置。

[0041] 所述的计算的扩散分布,其中包含了可能发生源网点对保护区异味、恶臭的贡献度推测数据,对保护区具有一定贡献度的即为可能产生影响的发生源范围a。

[0042] 指纹图谱的相似度比对是在快速气相电子鼻自带的比对软件中完成的,软件能将监测的指纹图谱进行比对,给出相似度数据。

[0043] 假设发生源范围内的基站有3个,进行了自动采样得到指纹图谱A,B,C,保护区的样品的指纹图谱为D,那么可以将A,B,C分别与D比对,排出相似度的大小来。相似度越大,那么越确定是影响保护区的发生源,完成溯源。

[0044] 其中所谓指纹比对,详细的原理和操作可见其设备的说明指南,指纹图谱比对方法可以是主成分分析法PCA或判别因子分析(DFA),都可以给出定义的相似度。

[0045] 本发明的在线连续环境空气质量自动监测基站构成本发明监测网络的一个网点,在一个网络中可以根据实际情况进行布点,理想的布点成方格,这样由于布点的规律,给数据运算等带来便利,为了有效监控和溯源可能的排放源,当要监控一个可能向大气排放有异味或恶臭气体的发生源时,由于地理位置、建筑物等障碍,难以按方格在其发生点布点,也不经济,通常是在其周围(包围)、相邻可能发生源的交界(分割)或按一定的间隔进行布点设置。

[0046] 各基站自动采样触发条件可以根据需要设定。一般运行时,设置在监控区的基站的自动采样触发一般设置为接收到数据处理中心5的指令时,设置在保护区的基站的自动采样触发一般设置为传感器读数超过一定阈值。

[0047] 本发明中所使用的快速气相电子鼻,可以直接设置在网点,与自动采样系统设置在一起的在线方式,与采样容器通过气阀连接,当得到采样完成进行分析时,启动仪器,当仪器进入分析状态时,开启气阀导入采样进入快速气相电子鼻进行分析,得到样品指纹图谱,上传数据处理中心;也可以采取离线测试方式,当接收到数据处理中心进行指纹分析指令后,将采样样品收集,进行快速气相电子鼻指纹分析获得各样品的指纹谱图表征,上传数据处理中心。考虑到快速气相电子鼻的价格和运行成本,可采用在线的和离线相结合的方式;离线方式也可采用车载移动方式,更能缩短分析时间。

[0048] 所述的气相快速电子鼻,市场上已经有供应,法国阿默斯出产的,已经有几种型号供应,快速小型,例如HARACLE。其原理是,气相快速电子鼻内有两种极性不同的色谱柱,当空气样品气体进入色谱后,由于极性的不同,在两种色谱柱上的保留时间不同,经过监测记录保留时间与丰度值,并信息标准化处理后形成特有的二幅谱图,该二幅图谱简称为指纹图谱。不同来源的气体,成分不同的气体,其指纹图谱不同,据此,可以进行指纹比对。所谓指纹图谱,可以用直角坐标系表示,也可以用极坐标表示,当极坐标方式表示时,表现为星云图。一个典型的对于两个排放源进行测试,如图11中工厂A(实线)与工厂B(虚线)的指纹图谱比对发现有明显的区别,在两根色谱柱上的保留时间和丰度不同。

[0049] 测试多个发生源(排放源),进行统计分析,本发明的一个典型案例,对于发生源3家工厂测试,主成分分析后,可以看出,该方法能明显地区分3家(AG、AB、AM)排放源的特性。(图12)

其中的气象扩散模型,已经有基于各种假设和理论的模型,基本原理是,主要根据地形数据、大气的气压、温度、湿度、风速、风向,计算出某种物质在大气中的时空分布。更精细的模型带有化合物数据库,记录有化合物在气象条件下衰减,沉降等信息。这样的扩散模型,可多见文献报道,也有商业提供,例如,法国Plum' AIR Dispersion modelling软件,该软件基于拉格朗日模型,根据上传的气象(风速、风向、湿度、气压、温度、雨量、太阳辐射),气源位置与强度以及地理参数,模拟不同化学气体以及恶臭的扩散情况,给出分布,并表示为分布图,按一定时间间隔计算分布并叠加形成扩散动态分布图。根据该计算,可预测气体发生

来源范围和影响范围以及各污染源点对于周边区域的贡献度。

[0050] 在本发明中,当保护区自动采样事件发生时,根据气象数据、传感器数据、各基站地理位置数据、地形数据计算空气异味气体浓度分布,根据预设值、计算出可能受影响区域范围以及可能发生源区域范围(图10)。

[0051] 数据处理中心根据该范围数据给在范围内的网点发出自动采样指令。

[0052] 对于大区域内的小污染区域,该小区域可以进行网格布点或包围式布点,可以用同样系统和方法,比对出等效数据(空气质量异味发生时间、异味值、异味指纹),使用该等效数据代表该小区域污染面源,可以作为更大大区域网络的一个点(等效网点),这样可以增加网络的可扩展性,布点的针对性,达到重点监测兼顾成本节约的效果。

[0053] 更进一步,当采集到各可能的排放源的样品时,就可以直接把保护区的样品指纹与其比对,给出相似度,直接溯源到可能的排放源。

[0054] 或者,在上述溯源比对的基础上,同时进行保护区样品指纹图谱与发生源的指纹图谱比对。

[0055] 如果直接与发生源的指纹图谱比对,得到其中有相似度极高的发生源,可以直接得出溯源结果,如果得不出相似度高的比对结果,可能原来的发生源的指纹图谱发生了变化,例如改变了生产工艺、配方,产品等使得排放气体成份发生了变化,此时,还是应该以监测基站指纹图谱比对结果优先。

[0056] 监控区的可能排放源(也称发生源)的样品指纹图谱,可以有几种方式获得:

第一种是直接在其排放口采集空气样品,快速气相电子鼻分析其指纹图谱,存储在数据处理中心备查;

第二种是,当不能直接获得排放源的样品时,可以在发生保护区自动采样时,溯源到的基站,根据当时的气象数据,特别是风向和风速,可以特定到发生源,累积历史数据,可以得到监控区内的排放源样品指纹;

第三种是,直接在排放源设置的基站设定自动采集样品阈值,当该基站附近的异味浓度高时采集样品,分析指纹图谱,根据气象数据累积,可以得到该基站附近的排放源的样品指纹图谱。

[0057] 通过以上方法,进行积累数据,可以建成监控区排放源的指纹图谱库。当然、该指纹图谱库也会随时间而变化,利用本发明的自动采样系统可以跟踪更新监控区排放源的指纹图谱库,为直接溯源到排放源备查。

[0058] 综上所述,本发明,在现有的在线连续环境空气质量自动监测网络系统的基础上,在基站设置了自动采样系统,在数据处理中心耦合了气象扩散模型,能实时模拟监控区与保护区的空气异味浓度分布,一旦发生严重空气质量问题即严重异味恶臭产生对保护区的影响时,及时自动采集样品,数据处理中心根据扩散模型的估算,指令监控区内可能的发生源的基站自动采样,借助快速气相(色谱)电子鼻的快速指纹化分析、比对,可以精确地确定发生源即溯源。技术效果是明显的。网络同时记录了数据、留置了空气样品,可用于后续分析需要。

## 附图说明

[0059] 图1 在线连续环境空气质量自动监测用自动采样系统示意图,由自动采样模块1、

数据传输模块2和传感器模块3组成。

[0060] 图2 在线连续环境空气质量自动监测基站构成示意图,在图1的系统上增加了气象模块4。

[0061] 图3 在线连续环境空气质量自动监测基站连接了远程的数据处理中心5,可以交换数据、接受指令示意图。

[0062] 图4 在线连续环境空气质量自动监测用自动采样系统示意图,其中的自动采样模块1的构成,留样容器为采样袋。

[0063] 图5在线连续环境空气质量自动监测用自动采样系统示意图,其中的自动采样模块的构成,留样容器为苏玛罐。

[0064] 图6在线连续环境空气质量自动监测用自动采样系统示意图,具有多个留样单元10的自动采样模块的构成。

[0065] 图 7在线连续环境空气质量自动监测用自动采样系统示意图,具有多个留样单元10的的自动采样模块的构成,留样容器为采样袋。

[0066] 图8在线连续环境空气质量自动监测用自动采样系统示意图,具有多个留样单元的的自动采样模块的构成,留样容器为苏玛罐。

[0067] 图9 多个在线连续环境空气质量自动监测基站20与数据处理中心5的连接组成监测网络示意图。

[0068] 图10在线连续环境空气质量自动监测网络布置以及采样事件触发示意图,其中的等高线表示由扩散模型计算的实时浓度分布。等高线越内圈的表示浓度越高。监控区域200,保护区300。当保护区触发了采样事件,在监控区中,在一定浓度以上的范围a为可能发生源区域。201为设置在监控区的基站20,202为发生源,301为设置在保护区的基站20。

[0069] 图11 快速气相电子鼻分析两个发生源气体用分析指纹图谱比对相似度(A工厂:实线;B工厂:虚线)示意图。

[0070] 图12 对快速电子鼻分析三个发生源的指纹图谱进行主成份(PLA)后得到的二维识别图谱示意图,从图上可以清楚区分三个工厂(AG、AB、AM)的特征。

## 具体实施方式

[0071] 以下通过具体的系统配置和溯源步骤来更具体详细说明本发明内容,不构成对本发明的限制,本领域的技术人员根据本发明进行的置换修改,以及本发明系统的拓展的应用方法乃属于本发明的范围。

[0072] 自动采样模块的配置:

置于预抽真空容置腔室11内的采样容器12,预抽真空容腔室11通过第一控制阀13与抽气泵14管线连接,预抽真空容腔室11 管线连接有压力传感器15,采样容器12通过第二控制阀16管线与环境空气连接;压力传感器15信号连接至控制器17,控制器17连接第一控制阀13、第二控制阀16、抽气泵14;当压力传感器15感知真空度下降时,控制器17开启气泵14和开通第一控制阀13进行抽真空,保持预抽真空空气室的真空度;当接收到采样指令时,控制器17打开第二控制阀16,环境空气进入采样袋;当采样完毕时,控制器17关闭第二控制阀16,设置采样完毕状态给数据传输模块2(图2)。

[0073] 常态处于待机时,第一控制阀13与第二控制阀16处于关闭状态。控制器17根据压

力传感器15信号感知真空度下降时,发出启动抽气泵14,开通第一控制阀13,提高预抽真空容置腔室11的真空度,当压力传感器5信号感知真空度达到预定值时,发出关闭第一控制阀13、停止抽气泵14的信号;当控制器17接收到来自数据传输模块2的自动采样信号时,发出开通第二控制阀16,环境空气进入采样容器12,之后发出关闭第二控制阀16信号,向数据传输模块2发出采样完毕信号。

[0074] 采用采样苏玛罐2时,预抽真空的采样苏玛罐12,通过管路经过第一控制阀13与气泵14连接,经过控制阀15与压力传感器连接,经过控制阀16与环境空气连接;压力传感器15信号连接至控制器17,控制器17连接第一控制阀13、第二控制阀16、抽气泵14;当压力传感器15感知真空度下降时,控制器17开启气泵14和开通第一控制阀13进行抽真空,保持采样苏玛罐12的真空度;当接收到采样指令时,控制器17打开第二控制阀16,环境空气进入采样苏玛罐12;当采样完毕时,控制器17关闭第二控制阀16,设置采样完毕状态给数据传输模块2(图4)。

[0075] 当压力传感器15感知真空度下降时,控制器17开启气泵14和开通第一控制阀13进行抽真空,保持预抽真空气室的真空度;当接收到采样指令时,控制器17打开第二控制阀16,环境空气进入采样袋;当采样完毕时,控制器17关闭第二控制阀16,设置采样完毕状态给数据传输模块2。

[0076] 为了方便,采样袋与气路的连接采用可拆卸连接。一般能保持不泄漏的连接件即可。

[0077] 根据需要,采样单元可以设置1个或者1个以上,一般设置1-4个为好,实用的为1-3个即重复设置并联的采样单元于自动采样模块1中(图5、图7)。

[0078] 具体元器件配置为

采样袋12:箔复合膜气体采样袋,E-switch牌,2L;

真空容置腔室为自制,依据采样袋规格能够放置采样袋的可开合抽真空的腔室,设置有供采样袋与管线连接的接口以及与泵和压力传感器连接的管线。

[0079] 控制阀13,控制阀16:SMC型真空电磁阀VT307,24VDC,亚德客

压力传感器15:微型电子式真空压力开关,台湾KITA,KP102-R6

控制器17:西门子PLC,S7-200

在线连续环境空气质量自动监测系统:

由多个监测基站20和数据处理中心5组成;

系统的监测基站构成:

每个监测基站20内设置有传感器模块3,气象监测模块4,自动采样模块1以及数据传输模块2;

传感器模块3主要由电子鼻系统构成,电子鼻系统采用法国ALPHA M.O.S 公司的RQ BOX,主要有气敏传感器阵列、信号预处理和模拟预处理和模式识别三部分组成。该电子鼻通过对一种或多种气味物质的监测来模拟人类的嗅觉系统。通过嗅辩员及嗅辩仪进行拟合驯化,可以直接输出空气异味等级读数。

[0080] 气象监测模块4采用德国LUFFT WS600一体式气象站(<http://www.instrument.com.cn/netshow/SH101632/C123396.htm>),可测定空气温湿度、气压、风速风向和降水指标。通过电容式传感器测定大气相对湿度;利用一个精准的NTC模块测定大

气温度;利用超声波原理进行测定风速风向;利用24GHz的多普勒雷达测定每一滴雨/雪滴的滴落速度,从而计算出降水强度、降水类型和降水量等降水指标。所有指标集成在一个传感器中,免维护。

Luft WS700UMB 智能气象传感器		订购号
WS700-UMB		8380.U01
技术 参数	规格	Ø 约150mm, 高317mm
	重量	约1.5kg
温度	原理	NTC
	量程	-50 — 60 °C
	精度	± 0.2 °C (-20 °C — +50 °C), ± 0.5 °C (< -30 °C)
相对 湿度	原理	电容
	量程	0 — 100% RH
	精度	± 2% RH
降雨 量	分辨率	0.01mm
	量程	雨滴大小0.3 — 5mm
	精度	> 90%
降雨类型		雨、雪
总辐 射	响应时间	(95%) < 1s
	波长	300nm 到1100nm
	量程	1400 W/m <sup>2</sup>
气压	精度	5%
	原理	MEMS 电容
	量程	300 — 1200hPa
风速	精度	± 0.5 hPa (0 — +40 °C)
	原理	超声波
	量程	0 — 75m/s
风向	精度	± 0.3m/s 或 3% (0 — 35 m/s), ± 5% (> 35m/s) RMS
	原理	超声波
	量程	0 — 359.9°
基本 配置	精度	< 3° RMSE > 1.0m/s
	加热功率	20VA @ 24VDC
	防护等级	IP66
	数据接口	2 线RS485,半双工
	工作电压	4—32VDC
	工作湿度	0 — 100%
工作温度	-50 — 60 °C	

[0081] 传感器模块3与气象监测模块4将监测数据经RS485传输至数据传输模块2,数据传输模块2打包上传至数据处理中心5。

[0082] 数据传输模块2采用16 位的高精度模块,每组数据都是以30 秒为一个单位进行现场存储,并且每1分钟上传到服务器一个数据。数据传输采用3G通信技术将采集的数据上传至数据中心的服务器,并从数据处理中心5接受指令,对基站设备进行操作,进行现场数据分析。3G技术是指支持高速数据传输的蜂窝移动通讯技术。3G 服务能够同时传送声音及数据信息,速率一般在几百kbps 以上。

[0083] 数据传输模块2根据三种模式控制自动采样模块1进行采样。1. 预先设置阈值,如

果传感器模块3所得数值超出阈值;2.将传感器模块3所得数据经由SQC统计质量分析,如果数据不在正常范围内,则发送采样信号;3.接收到数据中心5所发出的采样信号后,向自动采样模块1发送采样信号。

[0084] 网格化监测系统布置完成后,所有数据经由3G传输至数据处理中心5,数据处理中心5将所有数据存储、分析及发布,并根据分析结果给出响应意见。

[0085] 数据处理中心5将所得到的监测数据,使用扩散模型软件,模拟污染气体以及恶臭扩散情况。在污染发生时,通过扩散模型软件反溯污染可能来源以及各点的贡献度,并通过数据中心5发送采样信号至距离推算出的污染源最近的自动采样模块1进行采样。

[0086] 扩散模型软件使用法国Plum' AIR Dispersion modelling软件,该软件基于拉格朗日模型,根据上传的气象(风速、风向、湿度、气压、温度、雨量、太阳辐射),气源位置与强度以及地理参数,模拟不同化学气体以及恶臭的扩散情况,给出分布,并表示为分布图,按一定时间间隔计算分布并叠加形成扩散动态分布图。

[0087] 自动采样模块1所取样品,利用快速气相电子鼻进行分析,以各样品的整体色谱图为各自的恶臭指纹,根据主成分分析(PCA)与判别因子分析(DFA)比对各污染源样品与周边区域的恶臭指纹的相似度,以进行溯源分析,如图11。

[0088] 快速气相电子鼻使用法国ALPHA M.O.S公司的HERACLE,可以进行有毒有害气体快速应急监测、水中挥发性、半挥发性有机物监测、土壤中挥发性、半挥发性有机物监测、污染物排放、污染源的判定监测、作业场所安全监测和分析、恶臭监测和分析。

[0089] 1)功能强大使用简便的电子鼻,具有独特的多功能特性

2)两根并行不同极性金属毛细管色谱柱 双柱双 FID 监测器

3)内置冷阱 - 可预浓缩 / 脱附

可获得:

1)气味剖析图与感官相关的特性描述 - 电子鼻功能

2)根据气相色谱原理进行化合物的分离、鉴定与定量 - 快速色谱分析仪功能。

[0090] 不损失分辨率的快速分析

1.快速程序升温:达 600°C /min ;

2.分析周期短:5 min

高灵敏度

半导体制冷吸附阱:可实现预浓缩脱附分析,增加高挥发性样品的灵敏度 (pg)

良好的重现性

1.保留时间 RSD<0.3%;

2.峰面积 RSD<3%

界面友好&功能强大的软件

(一)简便独特的功能

1.多元统计软件包:简便的数据分析

2.多种谱图解析工具:产品整体风味对比

(二)个性化数据处理工具

1.定性模型:产品品质、产地、供应商、批次间的对比

2.质控模型:产品一致性分析

3. 定量模型: 风味 / 恶臭强度、化合物浓度的预测

(三) 良好的重现性

1. 保留时间 RSD < 0.3%

2. 峰面积 RSD < 3%

Arochembase: Kovats 保留指数资料库

1. 包含感官特性的化合物识别;

2. 通过应用领域或化合物特性进行分组;

3. 超过 230 000 条目, 44 000 种化合物;

4. 包含 NIST 数据库;

规格特性

(一) 进样模式 & 取样方法

1. 液体 & 顶空进样模式 (SPME/SPDE/ITEX);

2. 手动 & 自动进样;

3. 可选购内置泵, 由采样袋或大气中直接取样, 内置吸附阱, 温度调节范围 (0-260°C

)

(二) 色谱柱 & 炉温

1. 2根金属毛细管柱 (10m - 0.18mm);

2. 载气: 氢气或氦气

3. 操作温度: 35°C - 300°C

4. 高速升温速率: 可达600°C/min, 10°C/s

(三) 监测器 双火焰离子化

1. 监测器 (FID), 软件控制自动FID点火;

2. 操作温度: 可达 300°C

3. FID灵敏度: 10<sup>-9</sup> to 10<sup>-12</sup> A/mV;

4. FID 线性范围 > 10<sup>8</sup>

5. 监测频率: 100Hz

(四) 特性

1. 15 min 内启动;

2. 保留时间 RSD < 0.3%, 峰面积 RSD < 3%;

3. 监测限 nC12 < 100 pg;

4. 分析周期: 5 min;

(五) 维护

1. 软件全面监控 (FID 点火, 压力、流量设定, 升温程序设定)

2. 日常维护 (进样垫更换)

(六) 基本特征

1. 尺寸规格: 230 x 320 x 440mm (LxHxP)

2. 重量: 16 kg

3. 电压: 100 / 115 / 230 VAC

4. 电脑连接: USB



5. 操作条件:温度 0°C - 30°C,湿度 0-90%

6. 存储条件:-20°C - 60°C

(七)软件

1. 完善的数据处理软件:色谱图,指纹图(雷达图,质控图,主成分分析图,判别因子分析图,软独立建模分析图);

2. 多语言界面:汉语,英语,法语,西班牙语,德语,日语,韩语。

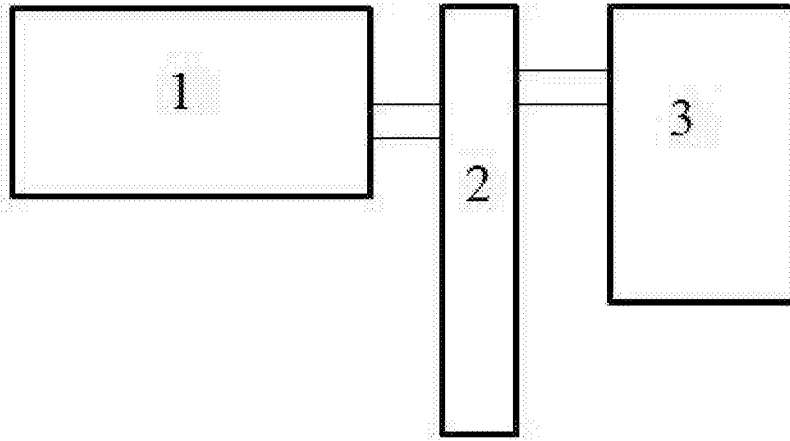


图 1

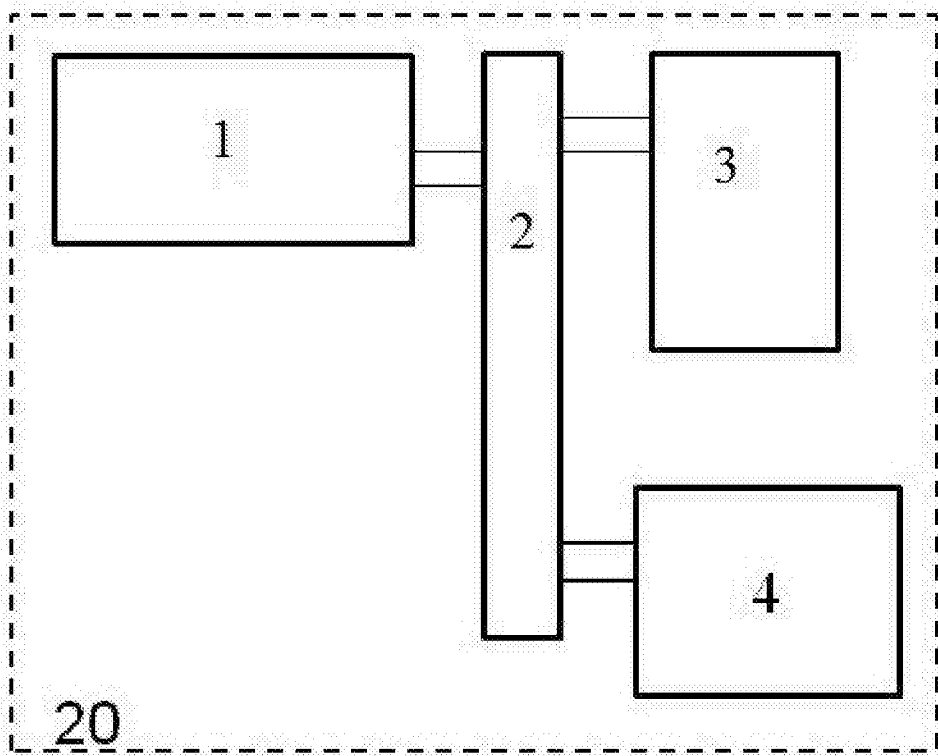
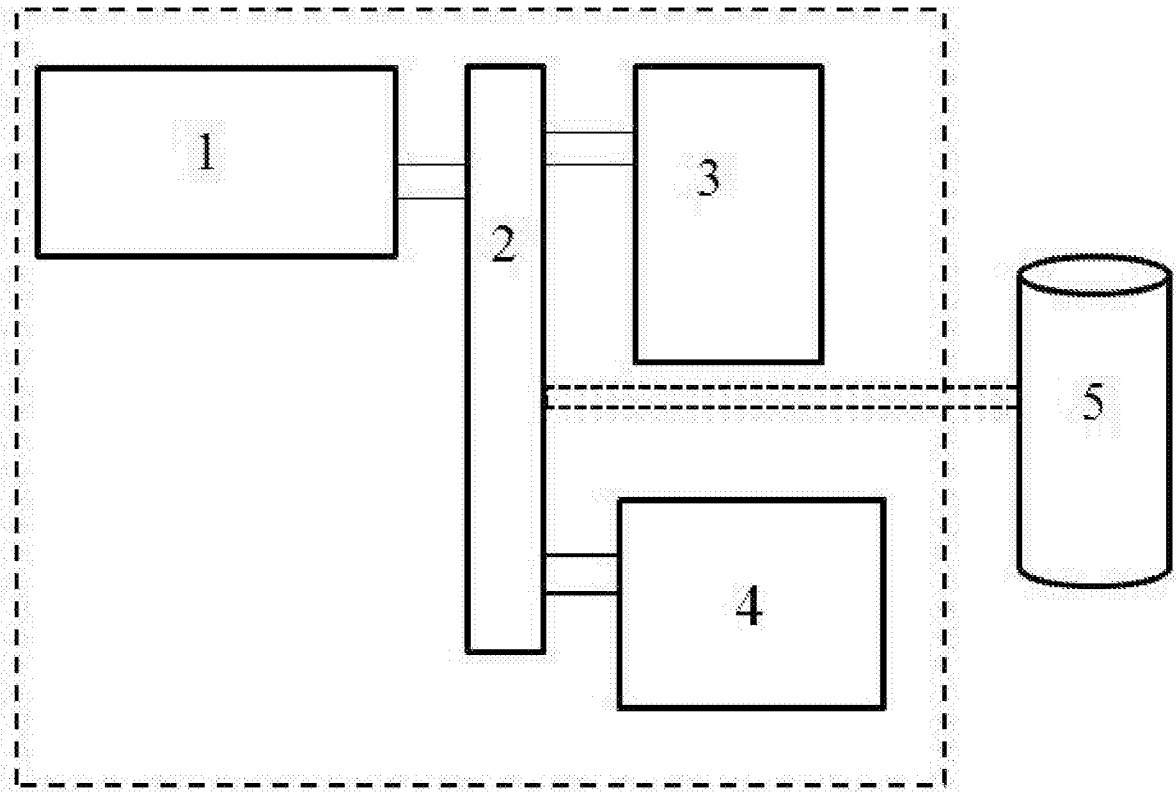
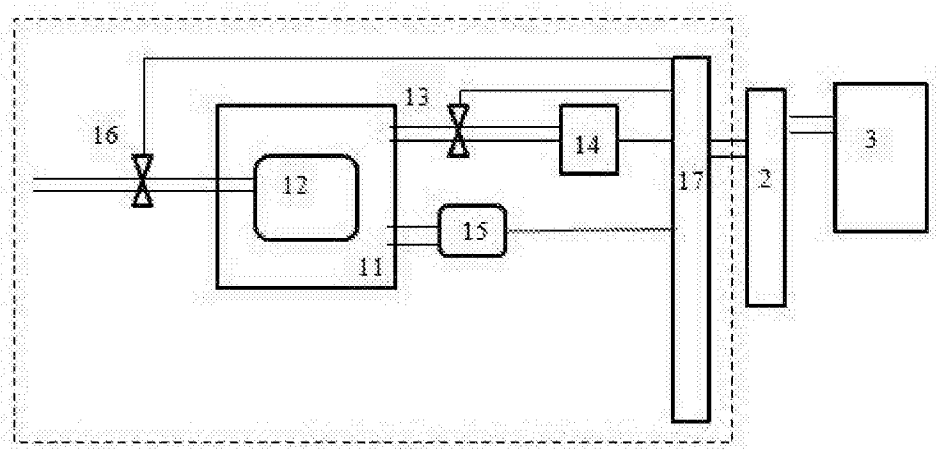


图 2



20

图 3



1

图 4

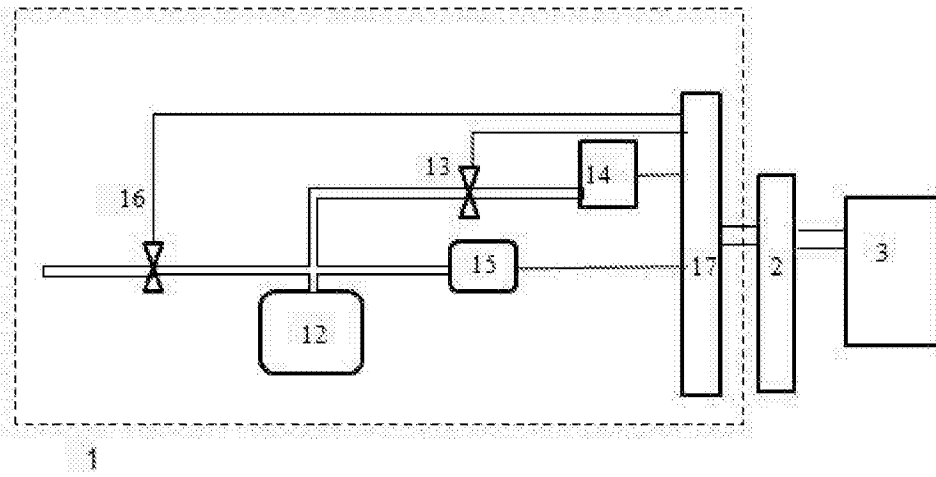


图 5

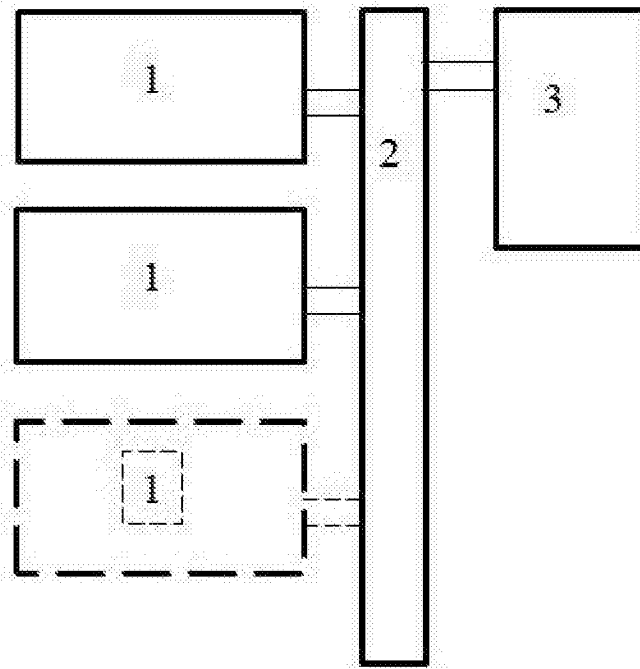


图 6

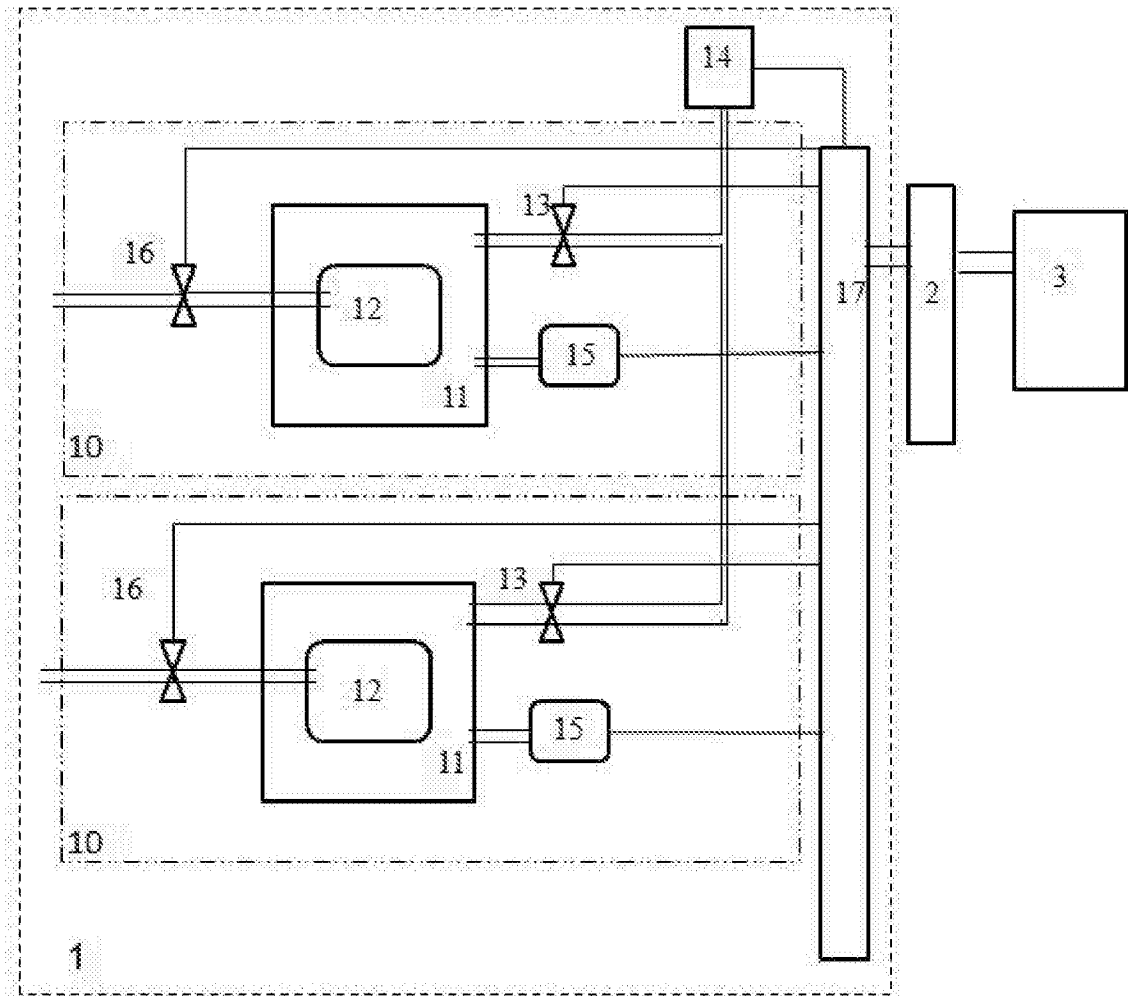


图 7

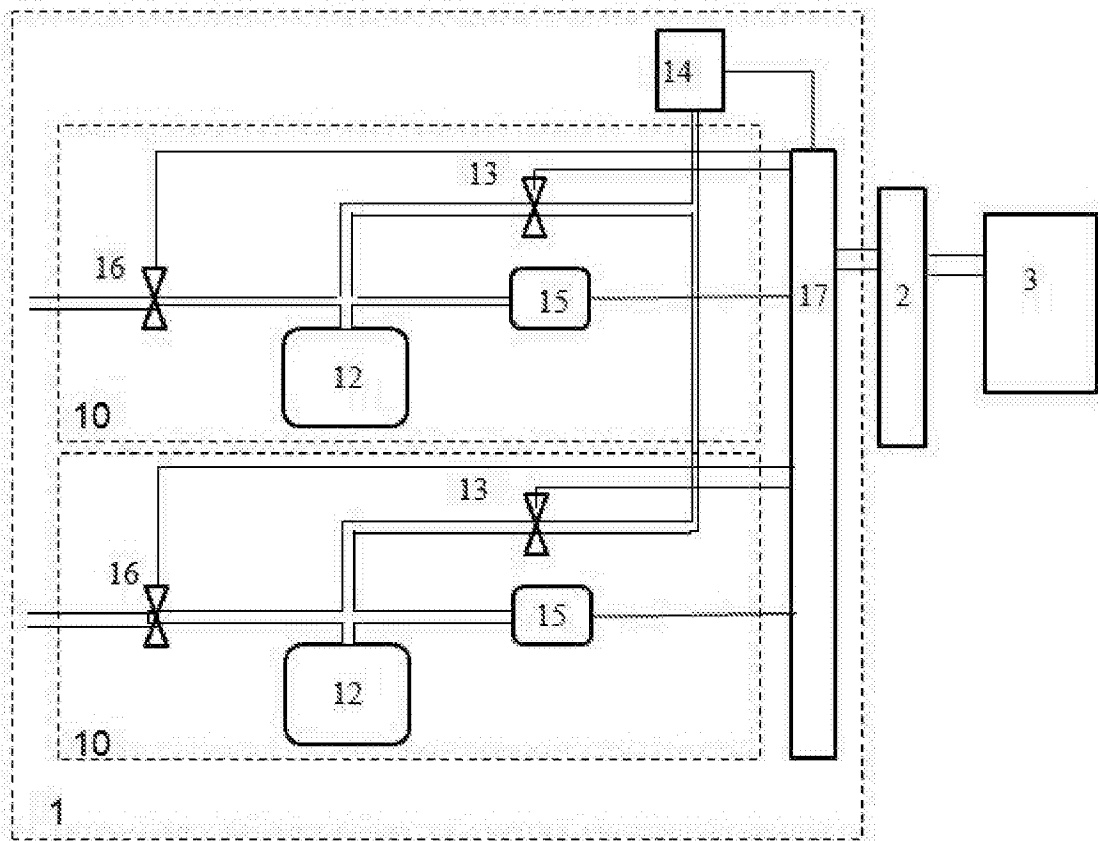


图 8

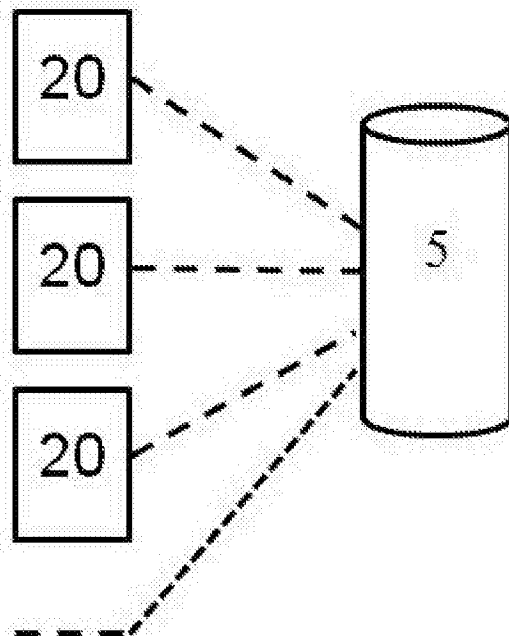


图 9

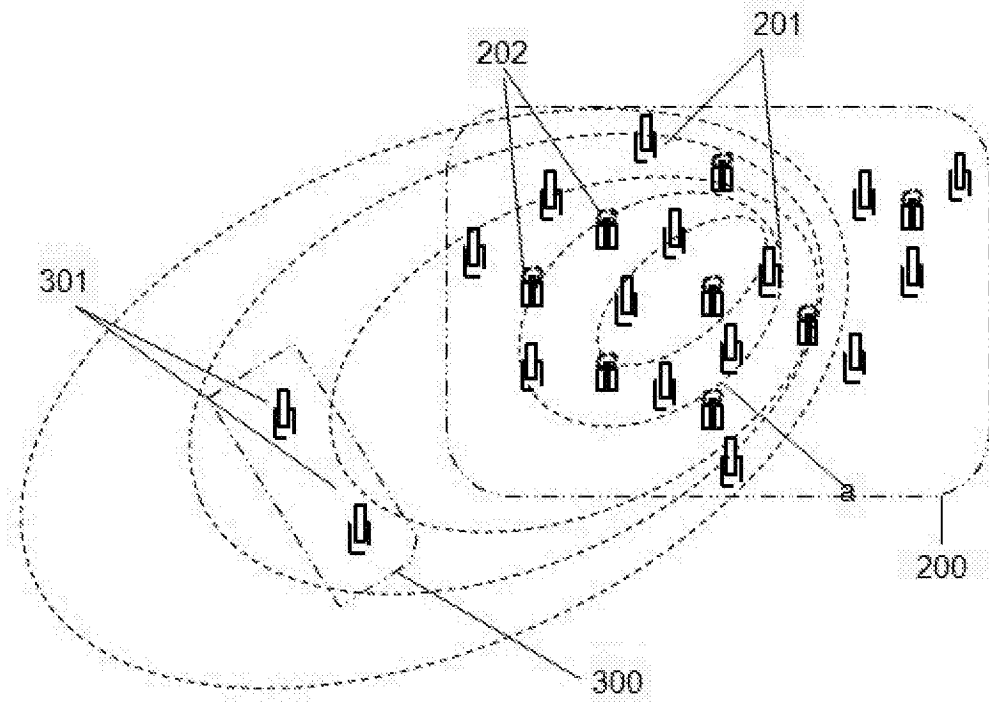


图 10

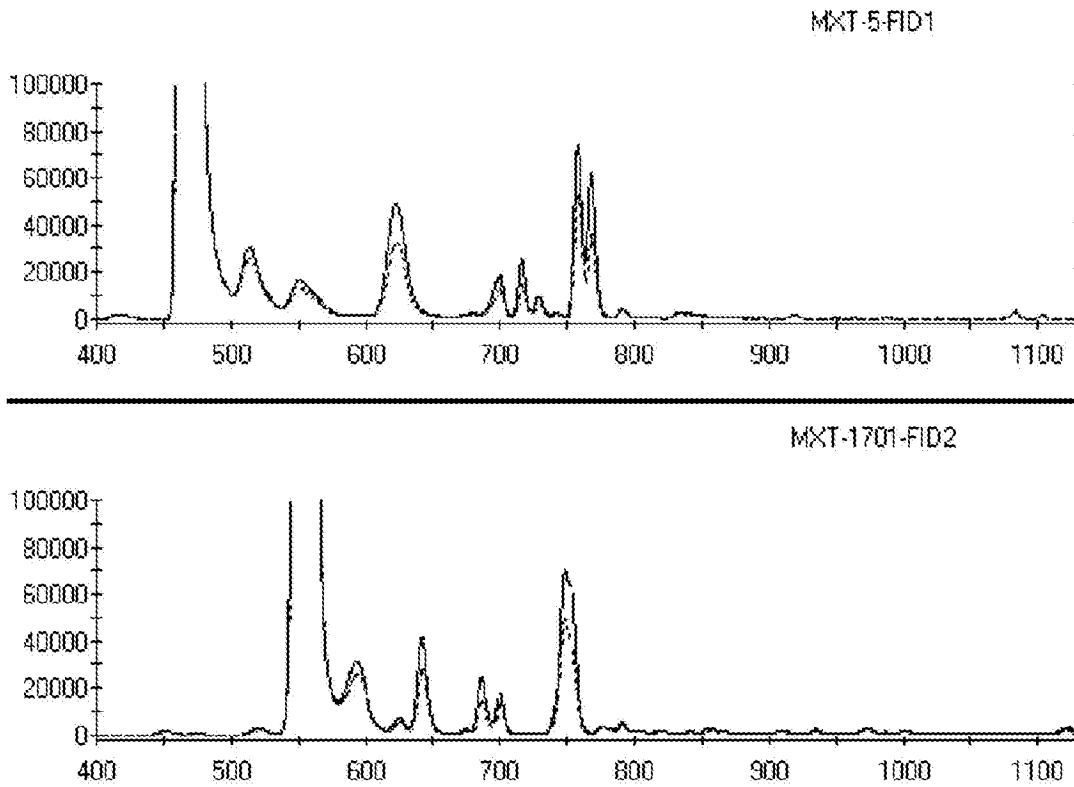


图 11

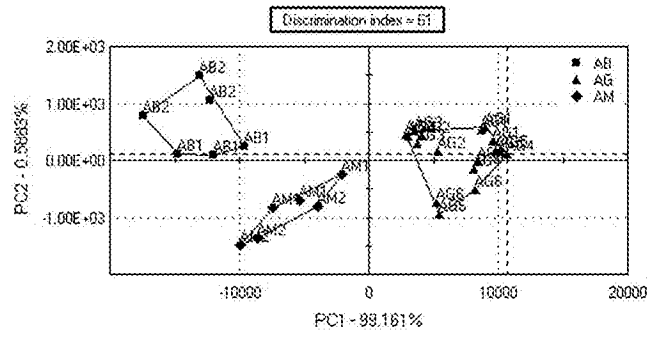


图 12