



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116773484 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 19

(21) 申请号 202310681943.4

(22) 申请日 2023.06.09

(71) 申请人 北京华晖探测科技股份有限公司
地址 101399 北京市顺义区赵全营镇兆丰
产业基地园盈路7号

(72) 发明人 汪文洁 李丁 崔立叶

(51) Int. Cl.

- G01N 21/39 (2006.01)
- G01S 17/06 (2006.01)
- G01S 17/08 (2006.01)
- G01S 17/86 (2020.01)
- G01S 19/42 (2010.01)
- G01C 21/16 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

阵列式激光气体检测系统及检测方法

(57) 摘要

本发明提供一种阵列式激光气体检测系统及检测方法,属于油气泄漏检测技术领域,系统包括:激光气体检测器阵列,包括若干个激光气体检测器,用于向目标区域发射阵列激光,并接收反射信号,根据反射信号确定各反射点的气体浓度;空间定位模块,用于测量激光气体检测器的位置信息、发射激光的角度信息以及激光气体检测器与反射点之间的距离信息;控制平台,与激光气体检测器阵列以及空间定位模块连接,用于根据位置信息、发射激光的角度信息以及距离信息,确定反射点的空间位置,并根据各反射点的空间位置和气体浓度,生成气体浓度的空间分布图。本发明实现了泄漏气体扩散的三维分布刻画。



1. 一种阵列式激光气体检测系统,其特征在于,包括:

激光气体检测器阵列,包括若干个激光气体检测器,用于向目标区域发射阵列激光,并接收反射信号,根据所述反射信号确定各反射点的气体浓度;

空间定位模块,与所述激光气体检测器阵列连接,用于测量所述激光气体检测器的位置信息、发射激光的角度信息以及所述激光气体检测器与所述反射点之间的距离信息;

控制平台,与所述激光气体检测器阵列以及所述空间定位模块连接,用于根据所述位置信息、所述发射激光的角度信息以及所述距离信息,确定所述反射点的空间位置,并根据各所述反射点的空间位置和所述气体浓度,生成气体浓度的空间分布图。

2. 根据权利要求1所述的阵列式激光气体检测系统,其特征在于,所述控制平台,还用于根据所述反射点的空间位置和所述反射点的气体浓度,确定气体泄漏点的空间位置。

3. 根据权利要求1所述的阵列式激光气体检测系统,其特征在于,所述激光气体检测器阵列包括多个按预设方式排列的激光气体检测器和/或单个可旋转的激光气体检测器。

4. 根据权利要求3所述的阵列式激光气体检测系统,其特征在于,还包括与所述激光气体检测器阵列和所述空间定位模块均连接的旋转控制模块;

所述旋转控制模块,用于根据所述激光气体检测器发射激光的角度信息,控制所述激光气体检测器旋转,以使所述激光气体检测器发射的激光覆盖所述目标区域。

5. 根据权利要求1所述的阵列式激光气体检测系统,其特征在于,还包括显示模块;

所述显示模块,与所述控制平台连接,用于显示所述空间分布图。

6. 根据权利要求1所述的阵列式激光气体检测系统,其特征在于,所述空间定位模块包括GPS、陀螺仪和测距仪。

7. 根据权利要求1所述的阵列式激光气体检测系统,其特征在于,还包括搭载平台;

所述搭载平台,包括车辆、无人机或有人机,用于搭载所述激光气体检测器阵列。

8. 一种阵列式激光气体检测方法,其特征在于,包括:

接收激光气体检测器阵列发送的各反射点的气体浓度;所述气体浓度为所述激光气体反射器阵列向目标区域发射阵列激光,并接收反射信号后,根据所述反射信号确定的气体浓度;

接收空间定位模块发送的激光气体检测器的位置信息、发射激光的角度信息以及所述激光气体检测器与所述反射点之间的距离信息;所述激光气体检测器为所述激光气体检测器阵列中的检测器;

根据所述位置信息、所述发射激光的角度信息以及所述距离信息,确定所述反射点的空间位置;

根据所述反射点的空间位置和所述反射点的气体浓度,生成气体浓度的空间分布图。

9. 根据权利要求8所述的阵列式激光气体检测方法,其特征在于,还包括:

根据所述反射点的空间位置和所述反射点的气体浓度,确定气体泄漏点的空间位置。

10. 根据权利要求8所述的阵列式激光气体检测方法,其特征在于,所述根据所述位置信息、所述发射激光的角度信息以及所述距离信息,确定所述反射点的空间位置,具体包括:

根据所述位置信息、所述发射激光的角度信息以及所述距离信息,采用三角函数法,确定所述反射点的空间位置。

阵列式激光气体检测系统及检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及油气泄漏检测技术领域,尤其涉及一种阵列式激光气体检测系统及检测方法。

背景技术

[0002] 激光检测方法通过光束与被检样品的相互作用,可实现对样品的快速、准确的无损检测,其检测方式主要分为光散射、吸收光谱、拉曼光谱和荧光光谱等。激光气体检测已经得到广泛应用,并且在环境保护、气体质量监测、工业安全等领域发挥着重要作用,然而,在实际操作过程中,由于气体扩散往往是向空间三个方向扩散,而现有的激光检测方法采用单点扫描,从而难以刻画气体空间分布状态。

发明内容

[0003] 本发明提供一种阵列式激光气体检测系统及检测方法,用以解决现有技术中激光检测方法难以刻画气体空间分布状态的缺陷,实现泄漏气体三维空间分布刻画。

[0004] 本发明提供一种阵列式激光气体检测系统,包括:

激光气体检测器阵列,包括若干个激光气体检测器,用于向目标区域发射阵列激光,并接收反射信号,根据所述反射信号确定各反射点的气体浓度;

空间定位模块,与所述激光气体检测器阵列连接,用于测量所述激光气体检测器的位置信息、发射激光的角度信息以及所述激光气体检测器与所述反射点之间的距离信息;

控制平台,与所述激光气体检测器阵列以及所述空间定位模块连接,用于根据所述位置信息、所述发射激光的角度信息以及所述距离信息,确定所述反射点的空间位置,并根据各所述反射点的空间位置和所述气体浓度,生成气体浓度的空间分布图。

[0005] 根据本发明提供的一种阵列式激光气体检测系统,所述控制平台,还用于根据所述反射点的空间位置和所述反射点的气体浓度,确定气体泄漏点的空间位置。

[0006] 根据本发明提供的一种阵列式激光气体检测系统,所述激光气体检测器阵列包括多个按预设方式排列的激光气体检测器和/或单个可旋转的激光气体检测器。

[0007] 根据本发明提供的一种阵列式激光气体检测系统,还包括与所述激光气体检测器阵列和所述空间定位模块均连接的旋转控制模块;

所述旋转控制模块,用于根据所述激光气体检测器发射激光的角度信息,控制所述激光气体检测器旋转,以使所述激光气体检测器发射的激光覆盖所述目标区域。

[0008] 根据本发明提供的一种阵列式激光气体检测系统,还包括显示模块;

所述显示模块,与所述控制平台连接,用于显示所述空间分布图。

[0009] 根据本发明提供的一种阵列式激光气体检测系统,所述空间定位模块包括GPS、陀螺仪和测距仪。

[0010] 根据本发明提供的一种阵列式激光气体检测系统,还包括搭载平台;

所述搭载平台,包括车辆、无人机或有人机,用于搭载所述激光气体检测器阵列。

[0011] 本发明还提供一种阵列式激光气体检测方法,包括:

接收激光气体检测器阵列发送的各反射点的气体浓度;所述气体浓度为所述激光气体反射器阵列向目标区域发射阵列激光,并接收反射信号后,根据所述反射信号确定的气体浓度;

接收空间定位模块发送的激光气体检测器的位置信息、发射激光的角度信息以及所述激光气体检测器与所述反射点之间的距离信息;所述激光气体检测器为所述激光气体检测器阵列中的检测器;

根据所述位置信息、所述发射激光的角度信息以及所述距离信息,确定所述反射点的空间位置;

根据所述反射点的空间位置和所述反射点的气体浓度,生成气体浓度的空间分布图。

[0012] 根据本发明提供的一种阵列式激光气体检测方法,还包括:

根据所述反射点的空间位置和所述反射点的气体浓度,确定气体泄漏点的空间位置。

[0013] 根据本发明提供的一种阵列式激光气体检测方法,所述根据所述位置信息、所述发射激光的角度信息以及所述距离信息,确定所述反射点的空间位置,具体包括:

根据所述位置信息、所述发射激光的角度信息以及所述距离信息,采用三角函数法,确定所述反射点的空间位置。

[0014] 本发明提供的阵列式激光气体检测系统及检测方法,通过设置激光气体检测器阵列向目标区域发射阵列激光,实现阵列扫描,扩大了激光气体的检测范围,根据接收到的反射信号,获得各反射点的气体浓度,为气体空间分布刻画提供数据基础;通过设置空间定位模块,测量激光气体检测器的位置信息、发射激光的角度信息以及激光气体检测器与反射点之间的距离信息;通过设置与激光气体检测器阵列以及空间定位模块连接的控制平台,根据位置信息、发射激光的角度信息以及距离信息,确定反射点的空间位置,进而根据反射点的空间位置以及气体浓度,生成气体浓度的空间分布图,实现泄漏气体扩散的三维分布刻画。

附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本发明或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,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。

[0016] 图1是本发明提供的阵列式激光气体检测系统的结构示意图;

图2是本发明提供的阵列式激光气体检测系统中反射点空间位置确定的示意图;

图3是本发明提供的阵列式激光气体检测方法的流程示意图;

图4是本发明提供的阵列式激光气体检测方法的原理图。

实施方式

[0017] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明中的附图，对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0018] 下面结合图1-图4描述本发明的阵列式激光气体检测系统及检测方法。

[0019] 图1示例了本发明提供的阵列式激光气体检测系统的结构示意图；

如图1所示，本发明提供的阵列式激光气体检测系统，包括：

激光气体检测器阵列101，包括若干个激光气体检测器，用于向目标区域发射阵列激光，并接收反射信号，根据反射信号确定各反射点的气体浓度；

空间定位模块102，与激光气体检测器阵列101连接用于测量激光气体检测器的位置信息、发射激光的角度信息以及激光气体检测器与反射点之间的距离信息；

控制平台103，与激光气体检测器阵列101以及空间定位模块102连接，用于根据位置信息、发射激光的角度信息以及距离信息，确定反射点的空间位置，并根据各反射点的空间位置和气体浓度，生成气体浓度的空间分布图。

[0020] 需要说明的是，反射点指的是激光气体检测器阵列101中的激光气体检测器向目标区域发射激光时，激光实际发射到的空间位置，由于发射的是阵列激光，每一发射激光对应一个反射点，因此，发射点为多个。

[0021] 本发明通过设置激光气体检测器阵列，发射阵列激光，可以获得目标区域全范围内的气体浓度，根据空间定位模块102测量的位置信息、角度信息以及距离信息，确定反射点的空间位置，将反射点的空间位置和气体浓度结合，生成气体浓度的空间分布图，实现泄漏气体扩散的三维分布刻画，解决了现有技术中难以刻画气体空间分布状态的缺陷。

[0022] 作为一种可选的实施方式，激光气体检测器阵列101包括多个按预设方式排列的激光气体检测器和/或单个可旋转的激光气体检测器。

[0023] 具体的，激光气体检测器的个数可根据实际需求进行设定，本方案并不对此做限制。当激光气体检测器为多个时，多个激光气体检测器的排列方式可以为圆形、方形或其他任意排列方式。

[0024] 当激光气体检测器的个数为单个时，为发射阵列激光，需要设置单个激光气体检测器为可旋转模式。

[0025] 还需说明的是，当采用激光气体检测器阵列101向目标区域发射阵列激光束时，这些激光束可以同时发射，或按照一定时差各激光气体检测器独立发射，从而扫描目标区域。反射回来的激光信号被激光气体检测器的接收部分检测并计算出气体浓度的数值。计算气体浓度数值时，可根据接收后某气体（例如甲烷、一氧化碳或二氧化碳等）的特征谱段的衰减情况，计算气体浓度。

[0026] 本发明采用多种激光气体检测器阵列101的设置方式，提高了激光气体检测器阵列101的设置灵活性。

[0027] 作为一种可选的实施方式，空间定位模块102包括GPS、陀螺仪和测距仪。

[0028] 其中，GPS用于测量激光气体检测器的空间位置；陀螺仪用于测量激光气体检测器发射激光的角度；测距仪用于测量激光气体检测器与反射点之间的距离。

[0029] 当空间定位模块102测得上述空间位置、角度信息以及距离信息之后,将上述信息发送给控制平台103。因此,本发明提供的激光气体检测系统还可包括数据传输系统,用于传输数据信息。控制平台103根据接收到的上述信息,采用三维空间的三角函数法,计算反射点的空间位置。

[0030] 为使本领域技术人员更清楚的理解本发明反射点空间位置的计算方法,提供以下例子进行说明:

图2实例了本发明提供的阵列式激光气体检测系统中反射点空间位置确定的示意图。

[0031] 请参阅图2, GPS测量获得激光气体检测器阵列101的空间位置GPS (X_0, Y_0, Z_0) 。

[0032] 陀螺仪测量获得激光气体检测器阵列101的倾角 α 和方位 β 。

[0033] 测距仪垂直测量激光气体检测器阵列平面,测量该状态下,阵列距离到地面直线距离 l 。

[0034] 计算测距仪射线的投影,距离X 轴的夹角为 β ,距离Y轴的夹角为 $90-\beta$ 。

[0035] 测距仪的射线距离垂向的角度为 ϕ , $\phi = \gamma$ 。

[0036] 激光气体检测器阵列101距离地面的垂直高度为 $H=D * \cos \phi$ 。

[0037] $D_x=D*\sin \phi * \sin \beta, D_y= D*\sin \phi * \cos \beta$,则地面坐标位置的GPS平面坐标为: $X_1=X_0+D_x, Y_1=Y_0+D_y$ 。

[0038] 激光气体检测器 L_{ij} 的轴线与激光气体检测器阵列101平面的X、Y、Z三个方向的夹角分析为 $a、b、c, a=90-b$,该角度为产品加工时的安装角度。

[0039] 则 L_{ij} 测量的目标区域内激光实际发射到的位置坐标为:

$$D_{ij}=H/\cos(\phi - a);$$

$$D_{ij,x}= D_{ij}*\sin(\phi - a)*\sin(\beta - a)、D_{ij,y}= D_{ij}*\sin(\phi - a)*\cos(\beta - a)$$

L_{ij} 激光气体检测器测量的目标区域的坐标为:

$$X_1=X_0+ D_{ij,x}, Y_1=Y_0+ D_{ij,y}$$

通过上述计算过程可以得到每次测量时,各激光气体检测器 L_{ij} 的测量目标的位置(激光实际发射到的位置/反射点位置)。同时还可以据此实时调整扫描的角度和位置,以保障能够覆盖检测目标。

[0040] 作为一种可选的实施方式,本发明提供的阵列式激光气体检测系统还包括与激光气体检测器阵列101和空间定位模块102均连接的旋转控制模块;旋转控制模块,用于根据激光气体检测器发射激光的角度信息,控制激光气体检测器旋转,以使激光气体检测器发射的激光覆盖目标区域。

[0041] 当激光气体检测器阵列101为单个可旋转的激光气体检测器时,为向目标区域发射阵列激光,旋转控制模块根据激光气体检测器发射激光的角度信息,控制激光气体检测器旋转,以使激光气体检测器发射的激光覆盖目标区域。

[0042] 可选的,旋转控制模块,还可用于根据目标区域的位置,实现智能自主调整。

[0043] 本发明通过设置旋转控制模块,控制激光气体检测器旋转,使得激光气体检测器发射的激光覆盖目标区域,提高激光检测的全面性,进而提高检测结果的准确性。

[0044] 在一个具体的实施方式中,控制平台103,还用于根据反射点的空间位置和所述反射点的气体浓度,确定气体泄漏点的空间位置。

[0045] 本发明根据反射点的空间位置和反射点的气体浓度,生成气体浓度的空间分布图,根据气体浓度的分布图,对气体浓度变化进行观察和比较,能够快速确定泄露点的位置和严重程度,以进行相应处理,进而有效避免气体泄漏带来的危害。

[0046] 在一个具体的实施方式中,本发明提供的阵列式激光气体检测系统还包括显示模块;显示模块,与控制平台103连接,用于显示空间分布图。

[0047] 本发明通过显示模块将气体浓度的空间分布图进行显示,便于检测者直观的查看到泄漏点位置和泄漏情况。

[0048] 在一个具体的实施方式中,本发明提供的阵列式激光气体检测系统还包括搭载平台;搭载平台,包括车辆、无人机或有人机,用于搭载激光气体检测器阵列101。

[0049] 在应用车载、机载或者手持方式进行激光检测时,因搭载平台振动造成镜头抖动,进而造成激光难以照射到实际检测目标,造成较大的检测误差。本发明通过设置阵列式激光气体检测系统,向目标区域发射阵列激光,进而获得目标区域内激光实际发射到的各位置处的气体浓度,结合激光实际发射到的各位置坐标,生成气体浓度分布图,进而确定泄露点位置,提高了泄露点位置检测的准确性,解决了因镜头抖动导致的检测方法误差大的问题。

[0050] 本发明还提供一种阵列式激光气体检测方法,请参阅图3,包括:

201、接收激光气体检测器阵列发送的各反射点的气体浓度;气体浓度为激光气体反射器阵列向目标区域发射阵列激光,并接收反射信号后,根据反射信号确定的气体浓度。

[0051] 202、接收空间定位模块发送的激光气体检测器的位置信息、发射激光的角度信息以及激光气体检测器与反射点之间的距离信息;激光气体检测器为激光气体检测器阵列中的检测器。

[0052] 203、根据位置信息、发射激光的角度信息以及距离信息,确定反射点的空间位置。

[0053] 204、根据反射点的空间位置和反射点的气体浓度,生成气体浓度的空间分布图。

[0054] 具体的,激光气体反射器阵列向目标区域发射阵列激光时,沿着管线巡检,若采用无人机作为搭载平台来搭载激光气体反射器阵列,则无人机在管线上部飞行,若采用车辆或手持方式作为搭载平台,则车辆位于管线一侧,从上方或侧面照射管线及管线周围区域。

[0055] 还需说明的是,在根据反射信号确定的气体浓度时,基于以下原理进行确定:

基于原子和分子在特定的频段范围内吸收或辐射的现象,这些现象跟物质内部的电子能级、振动、转动以及核自旋之间有关。每个分子或原子都只能在其能级变化时吸收或发射特定波长的光。因此,不同的气体有不同的特征吸收线,而且与分子或原子的振动、转动、电子能级直接相关联。以甲烷气体为例,调谐激光器被用来生成特定波长的光束,并穿过待测气体。如果气体中存在特定波长的光,那么甲烷分子的振转能级可以与波长匹配,并吸收激光强度。这样,在与甲烷吸收线对应的波长范围内,吸收将是最大的(通常这个吸收峰为1.65微米位置)。

[0056] Beer-Lambert定律说明了光线通过透明介质(如气体)时光线强度随着介质中的物质浓度而降低的规律。具有相同光路的激光通过透过单个气室时,吸收与传播长度成正比,并存在以下线性关系式:

$$A = \epsilon c l$$

其中,A表示吸光度, ϵ 表示摩尔吸收系数,c表示物质的浓度,l表示物质通过的路

径长度。

[0057] 同时,通过将已知浓度的甲烷气体标准样品放入测量气室中,并调整路径长度和激光功率进行检测,建立能量吸收情况与气体浓度的解释量版。通过解释量版可以将能量吸收量转换为气体浓度。

[0058] 本发明提供的阵列式激光气体检测方法,沿着监测目标移动,完成整个监测目标的测量,在监测过程中,系统会自动生成气体浓度的实际的分布图(其中,分布图如图4所示),以显示监测的结果和检测到的气体泄露情况。通过对浓度变化的观察和比较,能够快速确定泄漏点的位置和严重程度。本发明能够提供高精度、实时监测结果,能够有效地避免气体泄露带来的危害。

[0059] 作为一种可选的实施方式,本发明提供的阵列式激光气体检测方法还包括:根据反射点的空间位置和反射点的气体浓度,确定气体泄漏点的空间位置。

[0060] 需要说明的是,基于漏点位置浓度最大,随着气体扩散,四周浓度较小这一原理,可确定气体泄漏点的空间位置。

[0061] 作为一种可选的实施方式,步骤203具体包括:根据位置信息、发射激光的角度信息以及距离信息,采用三角函数法,确定反射点的空间位置。

[0062] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。



图 1

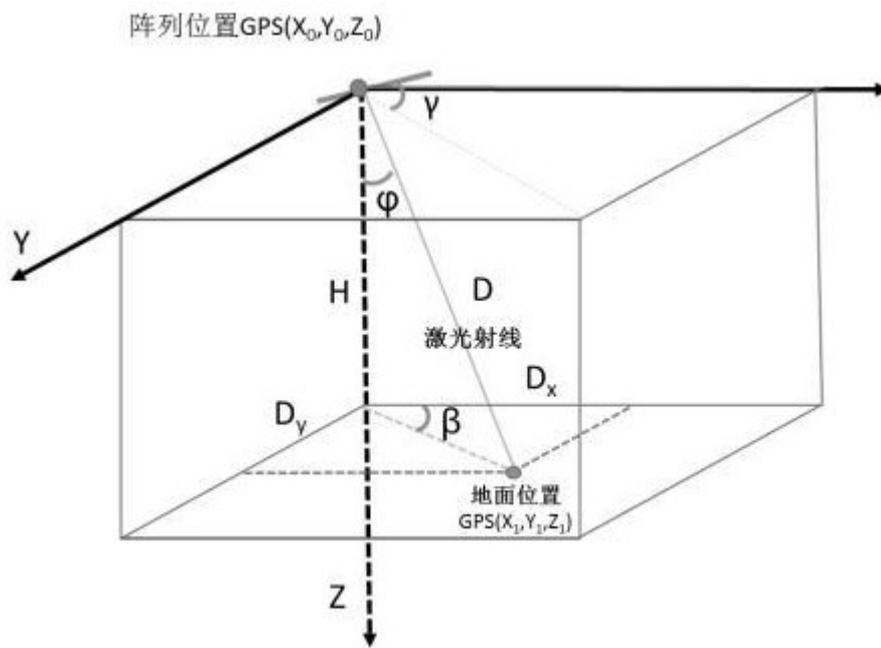


图 2

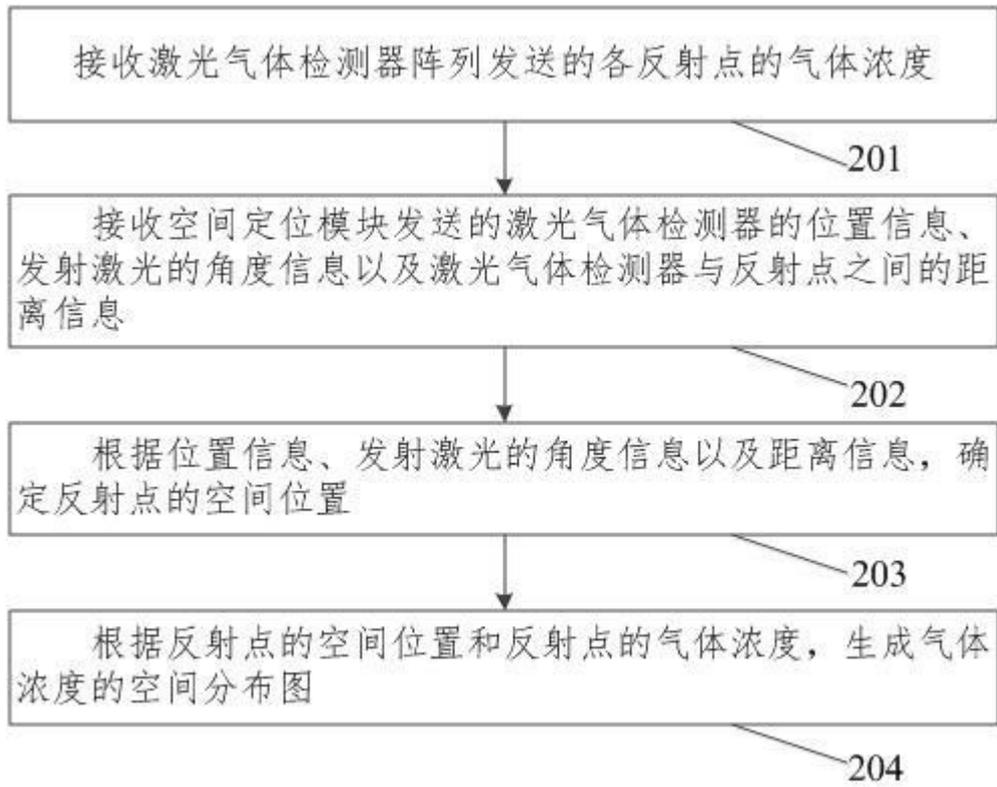


图 3

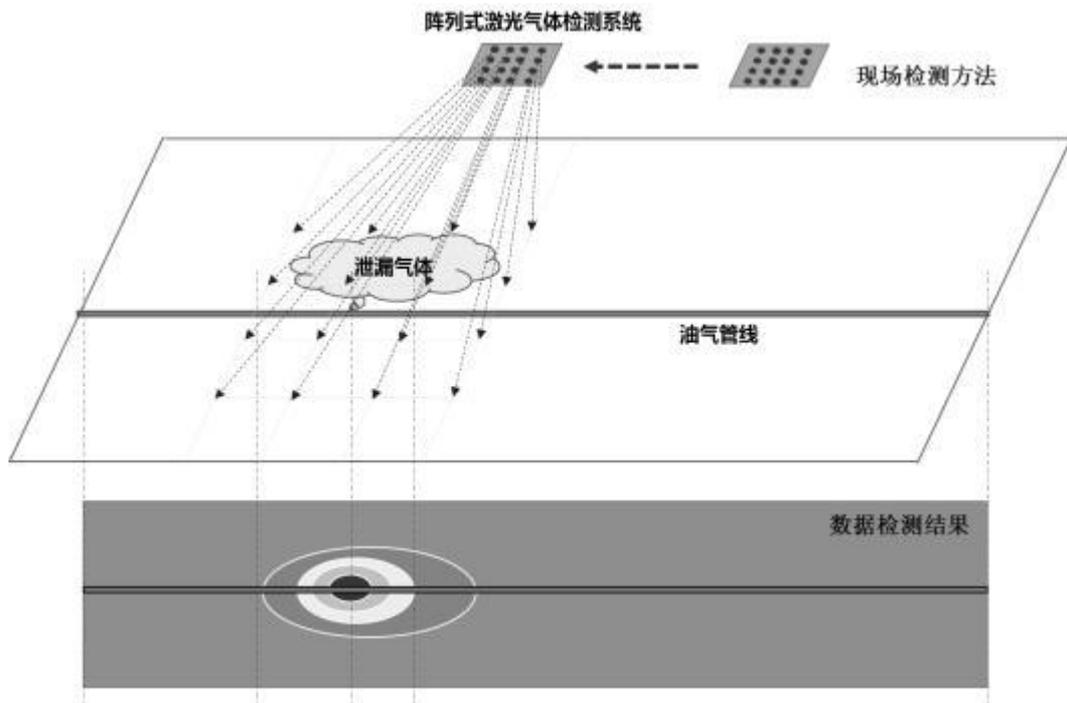


图 4