



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115791663 B

(45) 授权公告日 2025.04.11

(21) 申请号 202211656520.9

CN 101881727 A, 2010.11.10

(22) 申请日 2022.12.22

审查员 陈雨

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115791663 A

(43) 申请公布日 2023.03.14

(73) 专利权人 安荣信科技(南京)有限公司

地址 211100 江苏省南京市江宁区福英路

1001号联东U谷国际企业港5幢

(72) 发明人 许劭晟 丁小洁 王辉 王佳

邱云 张川

(51) Int. Cl.

G01N 21/31 (2006.01)

G01N 21/01 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101271063 A, 2008.09.24

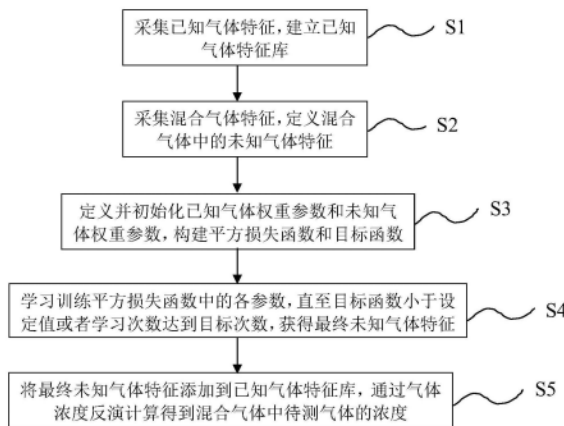
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法和系统,所述方法利用已知气体特征和混合气体特征构建函数模型,通过学习训练函数中的参数最终获取未知气体特征,将未知气体特征纳入已知气体特征库中,为反演计算获知混合气体中各组分浓度提供更为精准参数。所述系统包括光源、测量池、光谱仪、存储模块、学习训练模块、初始化模块和反演模块。本发明可以有效降低光谱重叠带来的交叉干扰,最大程度的消除未知的干扰气体对测量精度的影响,大大提高测量系统的准确性和精度。



1. 一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1,将m种已知气体的标准样品分别通入气体分析仪的测量池内,并在宽光谱范围内扫描获取每种样品的吸收光谱,得到每种样品气体的特征 D_i ,建立已知气体特征库D;

S2,将混合气体通入气体分析仪的测量池内,并在宽光谱范围内扫描获取混合气体的特征d,混合气体中包括m种已知气体和n种未知气体,未知气体特征定义为 Du_j ;

S3,定义并初始化已知气体权重参数w和未知气体权重参数 w_u ,由已知气体特征 D_i 、已知气体权重参数w、未知气体特征 Du_j 、未知气体权重参数 w_u 和混合气体特征d共同构建平方损失函数和目标函数;其中,所述的平方损失函数定义如下:

$$\theta = (\sum_{i=1}^m w_i * D_i + \sum_{j=1}^n w_{uj} * Du_j - d)^2,$$

并根据平方损失函数构建目标函数 $\min(\theta)$;

S4,学习训练平方损失函数中各参数,直至目标函数小于设定值或者学习次数达到目标次数,获得最终未知气体特征 Du_j ;

S5,将最终未知气体特征 Du_j 添加到已知气体特征库D,通过气体浓度反演计算得到混合气体中待测气体的浓度。

2. 根据权利要求1所述的通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法,其特征在于,步骤S2中未知气体特征 Du_j 定义如下:

建立气体特征函数基 Φ 和气体特征函数空间,定义并初始化未知气体参数 Pu_j ,根据气体特征函数基 Φ 、未知气体参数 Pu_j 构建未知气体特征 Du_j 。

3. 根据权利要求2所述的通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法,其特征在于,所述根据气体特征函数基 Φ 、未知气体参数 Pu_j 构建未知气体特征 Du_j 如下: $Du_j = Pu_j * \Phi$ 。

4. 根据权利要求3所述的通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法,其特征在于,步骤S4中所述的学习训练平方损失函数中各参数,直至获得的目标函数小于设定值或者学习次数达到目标次数,获得最终未知气体特征 Du_j ,包括如下步骤:

S41,使用迭代算法学习训练权重参数w、 w_u 以及未知气体特征参数 Pu_j ,记录迭代次数K;

S42,判断K除以给定整数N的余数是否为零,如果是,转至步骤S43,如果不是,转至步骤S44;

S43,构建未知气体特征 Du_j 和已知气体特征库D之间的相关度 R_j 的函数,初始化相关度系数r,判断 R_j 是否大于r;如果是,重新初始化未知气体特征参数 Pu_j ,转至步骤S41;如果不是,转至步骤S44;

S44,判断迭代次数K是否达到设定最大次数 K_{max} 或者目标函数 $\min(\theta)$ 是否小于设定值 ϵ ;当上述至少任一条件判断结果为“是”时,迭代停止并计算获得最终未知气体特征 Du_j ;当上述条件判断结果均为“否”时,转至步骤S41,继续学习训练。

5. 根据权利要求4所述的通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法,其特征在于,步骤S41中,所述迭代算法为含动量的梯度投影法。

6. 根据权利要求5所述的通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法,其特征在于,步骤S43中,所述未知气体特征 Du_j 和已知气体特征库D之间的相关度 R_j 的函数如下:

$$res = (Du_j * D) * (D * D)^{-1} * D - Du_j,$$

$$R_j = \frac{1 - res * res}{Du_j * Du_j}。$$

7. 根据权利要求6所述的通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法,其特征在于,步骤S5中,将最终未知气体特征 Du_j 添加到已知气体特征库D,采用最小二乘法反演混合气体中待测气体的浓度。

8. 一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的系统,采用权利要求1至7任一权利要求所述的通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法,包括光源、测量池和光谱仪,光源依次与测量池和光谱仪相连,其特征在于,还包括存储模块、学习训练模块、初始化模块和反演模块;待测气体通入测量池中,光源发出的光经过充满待测气体的测量池,被光谱仪接收并转化为数字信号分别输入存储模块和学习训练模块;存储模块用于存储多种已知气体特征数据;学习训练模块用于构建未知气体特征与已知气体特征之间的平方损失函数模型并进行学习训练;初始化模块与学习训练模块相连,并用于对所述函数模型中的参数数据进行初始化;学习训练得到最终未知气体特征数据输入存储模块中;

所述反演模块与存储模块相连并用于计算待测气体浓度,存储模块中的已知气体特征数据和计算获得的最终未知气体特征数据输入反演模块中进行反演计算。

一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法和系统,属于气体浓度检测的技术领域。

背景技术

[0002] 光谱检测技术在我国环境领域中对水质、空气和土壤的监测应用十分广泛,尤其是对工业污染气体浓度的检测,这种测定方法不但速度快,方法简便,而且检测结果比较精准。但是在实际应用中,工业排放的气体中除了含有需要被测的已知污染气体外,还含有很多未知的气体,这就造成了吸收光谱重叠和严重的交叉干扰,极大地影响了测量系统的准确性。

[0003] 为了解决上述问题,现有技术中主要采用过滤法或者数学算法来排除未知气体对测量精度的干扰。过滤法是指在进入测量池前,先让气体通过某种过滤器,利用化学反应滤掉部分无需检测的气体,比如除烃器,但是这种方法也只能过滤特定的已知气体,仍然无法识别剩余未知气体。而常用的数学算法包括补偿法、校正法,比如最小二乘法、回归法、支持向量机等,最小二乘法和回归法都不稳健且反演精度差,容易受到奇异点的影响,支持向量机对样本要求比较高,这些算法只能特定场景对特定气体有效,不能完全消除未知的干扰气体对系统精度的影响。

发明内容

[0004] 为克服现有技术的不足,本发明提供一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法和系统,可以最大程度的消除未知的干扰气体对气体测量精度的影响,大大提高气体测量系统的准确性和精度。

[0005] 一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法,包括以下步骤:

[0006] S1,将m种已知气体的标准样品分别通入气体分析仪的测量池内,并在宽光谱范围内扫描获取每种样品的吸收光谱,得到每种样品气体的特征 D_i ,建立已知气体特征库D;

[0007] S2,将混合气体通入气体分析仪的测量池内,并在宽光谱范围内扫描获取混合气体的特征d,混合气体中包括m种已知气体和n种未知气体,未知气体特征定义为 Du_j ;

[0008] S3,定义并初始化已知气体权重参数w和未知气体权重参数 w_u ,由已知气体特征 D_i 、已知气体权重参数w、未知气体特征 Du_j 、未知气体权重参数 w_u 和混合气体特征d共同构建平方损失函数和目标函数;

[0009] S4,学习训练平方损失函数中各参数,直至目标函数小于设定值或者学习次数达到目标次数,获得最终未知气体特征 Du_j ;

[0010] S5,将最终未知气体特征 Du_j 添加到已知气体特征库D,通过气体浓度反演计算得到混合气体中待测气体的浓度。

[0011] 进一步的,步骤S3中所述的平方损失函数定义如下:

$$[0012] \quad \theta = \left(\sum_{i=1}^m w_i * D_i + \sum_{j=1}^n w_{u_j} * Du_j - d \right)^2,$$

[0013] 并根据平方损失函数构建目标函数 $\min(\theta)$ 。

[0014] 进一步的,步骤S2中未知气体特征 Du_j 定义如下:

[0015] 建立气体特征函数基 Φ 和气体特征函数空间,定义并初始化未知气体参数 Pu_j ,根据气体特征函数基 Φ 、未知气体参数 Pu_j 构建未知气体特征 Du_j 。

[0016] 进一步的,所述根据气体特征函数基 Φ 、未知气体参数 Pu_j 构建未知气体特征 Du_j 如下:

[0017] $Du_j = Pu_j * \Phi$ 。

[0018] 进一步的,步骤S4中所述的学习训练平方损失函数中各参数,直至获得的目标函数小于设定值或者学习次数达到目标次数,获得最终未知气体特征 Du_j ,包括如下步骤:

[0019] S41,使用迭代算法学习训练权重参数 w 、 wu 以及未知气体特征参数 Pu_j ,记录迭代次数 K ;

[0020] S42、判断 K 除以给定整数 N 的余数是否为零,如果是,转至步骤S43,如果否,转至步骤S44;

[0021] S43、构建未知气体特征 Du_j 和已知气体特征库 D 之间的相关度 R_j 的函数,初始化相关度系数 r ,判断 R_j 是否大于 r ;如果是,重新初始化未知气体特征参数 Pu_j ,转至步骤S41;如果否,转至步骤S44;

[0022] S44、判断迭代次数 K 是否达到设定最大次数 K_{max} 或者目标函数 $\min(\theta)$ 是否小于设定值 ϵ ;当上述至少任一条件判断结果为“是”时,迭代停止并计算获得最终未知气体特征 Du_j ;当上述条件判断结果均为“否”时,转至步骤S41,继续学习训练。

[0023] 优选的,步骤S41中,所述迭代算法为含动量的梯度投影法。

[0024] 进一步的,步骤S43中,所述未知气体特征 Du_j 和已知气体特征库 D 之间的相关度 R_j 的函数如下:

[0025] $res = (Du_j * D) * (D * D)^{-1} * D - Du_j$,

[0026] $R_j = \frac{1 - res * res}{Du_j * Du_j}$ 。

[0027] 进一步的,步骤S5中,将最终未知气体特征 Du_j 添加到已知气体特征库 D ,采用最小二乘法对气体浓度反演计算得到混合气体中待测气体的浓度。

[0028] 一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的系统,采用上述通过识别未知气体特征测量气体浓度方法,包括光源、测量池和光谱仪,光源依次与测量池和光谱仪相连,还包括存储模块、学习训练模块、初始化模块和反演模块;待测气体通入测量池中,光源发出的光经过充满待测气体的测量池,被光谱仪接收并转化为数字信号分别输入存储模块和学习训练模块;存储模块用于存储多种已知气体特征数据;学习训练模块用于构建未知气体特征与已知气体特征之间的平方损失函数模型并进行学习训练;初始化模块与学习训练模块相连,并用于对所述函数模型中的参数数据进行初始化;学习训练得到最终未知气体特征数据输入存储模块中;所述反演模块与存储模块相连并用于计算待测气体浓度,存储模块中的已知气体特征数据和计算获得的最终未知气体特征数据输入反演模块中进行反演计算。

[0029] 本发明提供了一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法和系统,以获取混合气体中未知气体的气体特征为目的,利用已知气体特征和混合气体特征构建函数模型,

通过学习训练最终获取未知气体特征,所有区别于已知气体特征的未知气体,都能通过本方法得到气体特征,不受场景和气体种类的限制;将未知气体特征纳入已知气体特征库中,为反演计算获知混合气体中各组分浓度提供更为精准参数,有效降低光谱重叠带来的交叉干扰,最大程度的消除未知的干扰气体对测量精度的影响,大大提高测量系统的准确性和精度。

附图说明

- [0030] 图1为本发明提供的一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法的步骤图;
- [0031] 图2为本发明实施例一的流程示意图;
- [0032] 图3为本发明实施例一中应用本方法获得的1种未知气体特征曲线与实际气体特征曲线对比图;
- [0033] 图4为本发明实施例一中获得待测气体浓度的对比表;
- [0034] 图5为本发明实施例二的流程示意图;
- [0035] 图6为本发明实施例二中应用本方法获得的2种混合未知气体特征曲线与实际气体特征曲线对比图;
- [0036] 图7为本发明实施例二中获得待测气体浓度的对比表;
- [0037] 图8为本发明提供的通过识别未知气体特征测量气体浓度系统的示意图。

具体实施方式

- [0038] 为更清楚的阐述本发明,下面结合附图对本发明作进一步说明。
- [0039] 如图1所示,一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法,包括如下步骤:
- [0040] S1,将m种已知气体的标准样品分别通入气体分析仪的测量池内,并在宽光谱范围内扫描获取每种样品的吸收光谱,得到每种样品的气体特征 D_i ,建立已知气体特征库D;
- [0041] S2,将混合气体通入气体分析仪的测量池内,并在宽光谱范围内扫描获取混合气体的特征d,混合气体中包括m种已知气体和n种未知气体,未知气体特征定义为 Du_j ;
- [0042] S3,定义并初始化已知气体的权重w和未知气体权重 w_u ,由已知气体特征 D_i 、已知气体的权重w、未知气体特征 Du_j 、未知气体权重 w_u 和混合气体特征d共同构建平方损失函数;
- [0043] S4,学习训练权重w和 w_u ,直至平方损失函数最小值小于设定值或者学习次数达到目标次数,获得最终未知气体特征 Du_j ;
- [0044] S5,将最终未知气体特征 Du_j 添加到已知气体特征库D,通过气体浓度反演计算得到混合气体中各组分气体的浓度。
- [0045] 本方法以获取混合气体中未知气体的气体特征为目的,利用已知气体特征和混合气体特征构建函数模型,通过学习训练最终获取未知气体特征,所有区别于已知气体特征的未知气体,都能通过本方法得到未知气体的特征,不受场景和气体种类的限制;将未知气体特征纳入已知气体特征库中,为反演计算获知混合气体中各组分浓度提供更为精准参数,有效降低光谱重叠带来的交叉干扰,最大程度的消除未知的干扰气体对测量精度的影响,大大提高测量系统的准确性和精度。
- [0046] 其中,步骤S3中所述的平方损失函数定义如下:

$$[0047] \quad \theta = \left(\sum_{i=1}^m w_i * D_i + \sum_{j=1}^n w_{u_j} * Du_j - d \right)^2,$$

[0048] 并根据平方损失函数构建目标函数 $\min(\theta)$;

[0049] 其中,m表示不同已知气体的序号,n表示不同未知气体的序号。

[0050] 其中,步骤S2中未知气体特征 Du_j 定义如下:

[0051] 建立气体特征函数基 Φ 和气体特征函数空间,定义并初始化未知气体参数 Pu_j ,根据气体特征函数基 Φ 、未知气体参数 Pu_j 构建未知气体特征 Du_j 。

[0052] 其中,所述根据气体特征函数基 Φ 、未知气体参数 Pu_j 构建未知气体特征 Du_j 如下:

$$[0053] \quad Du_j = Pu_j * \Phi。$$

[0054] 其中,步骤S4中所述的学习训练平方损失函数中各参数,直至获得的目标函数小于设定值或者学习次数达到目标次数,获得最终未知气体特征 Du_j ,包括如下步骤:

[0055] S41,使用迭代算法学习训练权重参数 w 、 w_u 以及未知气体特征参数 Pu_j ,记录迭代次数 K ;

[0056] S42、判断 K 除以给定整数 N 的余数是否为零,如果是,转至步骤S43,如果否,转至步骤S44;

[0057] S43、构建未知气体特征 Du_j 和已知气体特征库 D 之间的相关度 R_j 的函数,初始化相关度系数 r ,判断 R_j 是否大于 r ;如果是,重新初始化未知气体特征参数 Pu_j ,转至步骤S41;如果否,转至步骤S44;

[0058] S44、判断迭代次数 K 是否达到设定最大次数 K_{max} 或者目标函数 $\min(\theta)$ 是否小于设定值 ϵ ;当上述至少任一条件判断结果为“是”时,迭代停止并计算获得最终未知气体特征 Du_j ;当上述条件判断结果均为“否”时,转至步骤S41,继续学习训练。

[0059] 步骤S41中,所述迭代算法可以是含动量的梯度投影法,当然也可以采用其他梯度下降算法。

[0060] 步骤S43中,所述未知气体特征 Du_j 和已知气体特征库 D 之间的相关度 R_j 的函数如下:

$$[0061] \quad res = (Du_j * D) * (D * D)^{-1} * D - Du_j,$$

$$[0062] \quad R_j = \frac{1 - res * res}{Du_j * Du_j}。$$

[0063] 步骤S5中,将最终未知气体特征 Du_j 添加到已知气体特征库 D ,采用最小二乘法反演混合气体中待测气体的浓度。

[0064] 如图8所示,一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的系统,采用上述任一实施例所述的通过识别未知气体特征测量气体浓度方法,包括光源、测量池、光谱仪、存储模块、学习训练模块、初始化模块和反演模块,光源依次与测量池和光谱仪相连,待测气体通入测量池中,光源通过测量池中的气体进入光谱仪中,光谱仪用于获得待测气体的特征数据并分别输入存储模块和学习训练模块;存储模块用于存储多种已知气体特征数据;学习训练模块用于构建未知气体特征与已知气体特征之间的平方损失函数模型并进行学习优化训练;初始化模块与学习训练模块相连,并用于对所述函数模型中的参数数据进行初始化;学习训练模块用于对所述函数模型中的参数数据进行学习训练;学习训练得到最终未知气体特征数据输入存储模块中;所述反演模块与存储模块相连,存储模块中的已知气体特征数

据和计算获得的最终未知气体特征数据输入反演模块中进行反演计算。

[0065] 一种非暂态计算机可读存储介质,包括用于执行上述任一实施例所述的通过识别未知气体特征测量气体浓度方法的指令。

[0066] 一种电子设备,包括非暂态计算机可读存储介质;以及能够执行所述非暂态计算机可读存储介质的所述指令的一个或多个处理器。

[0067] 实施例二

[0068] 为了使本领域的技术人员更好的了解本发明,下面列举一个更为详细的实施例进行说明。本实施例中采用2种已知气体SO₂、NO和1种未知气体组成的混合气体作为测试样本。本实验中采用的未知气体实际为邻二甲苯,利用本方法得出的未知气体特征曲线与实际邻二甲苯的特征曲线作对比,以此对本方法进行验证。

[0069] 如图2所示,一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法,包括如下步骤:

[0070] 步骤1、将2种已知气体SO₂和NO的标准样品分别通入气体分析仪的测量池内,并在宽光谱范围内扫描获取每种样品的吸收光谱,得到SO₂的气体特征D₁以及NO的气体特征D₂,建立已知气体特征库D=[D₁,D₂];

[0071] 步骤2、将混合气体通入气体分析仪的测量池内,并在宽光谱范围内扫描获取混合气体的特征d,混合气体中包括2种已知气体SO₂、NO和1种未知气体,未知气体特征定义为Du;建立气体特征函数基Φ和气体特征函数空间,定义并随机初始化未知气体参数Pu_j,Pu_j服从标准正态分布;根据气体特征函数基Φ、未知气体参数Pu_j构建未知气体特征:Du=Pu_j*Φ;

[0072] 步骤3、定义并初始化SO₂和NO的权重参数w₁、w₂和未知气体权重参数wu,初始值均为0.01,由已知气体特征D₁、D₂、已知气体的权重w₁、w₂、未知气体特征Du、未知气体权重wu和混合气体特征d共同构建平方损失函数如下:

$$[0073] \quad \theta = (w_1 * D_1 + w_2 * D_2 + w_u * Du - d)^2$$

[0074] 并根据平方损失函数构建目标函数min(θ);

[0075] 步骤4、采用含动量的梯度投影法学习训练SO₂和NO的权重参数w₁、w₂,未知气体权重参数wu,以及未知气体参数Pu_j,计算未知气体特征Du,记录迭代次数K;

[0076] 步骤5、设定N为100,判断K除以N的余数是否为零,如果是,转至步骤6,如果不是,转步骤7;

[0077] 步骤6、构建未知气体特征Du和已知气体特征库D相关度R如下:

$$[0078] \quad res = (Du * D) * (D * D)^{-1} * D - Du, R = \frac{1 - res * res}{Du * Du},$$

[0079] 初始化相关度系数r=0.3,判断R是否大于0.3;如果是,重新初始化未知气体特征参数Pu_j,转至步骤4;如果不是,转至步骤7;

[0080] 步骤7、设定K_{max}=5000,ε=1e-3,迭代次数K达到5000,迭代停止并计算获得最终未知气体特征D。由本方法计算得出的最终未知气体特征曲线与实际邻二甲苯的特征曲线对比如图3所示。

[0081] 步骤8、将迭代计算得到的未知气体特征添加到已知气体特征库,根据朗伯比尔定律:d=C_{SO₂}*D₁+C_{NO}*D₂+C_u*Du,利用最小二乘法反演混合气体中待测气体的浓度,具体公式如下:

$$[0082] \quad \begin{pmatrix} C_{SO_2} \\ C_{NO} \\ C_u \end{pmatrix} = [D_1 * d \quad D_2 * d \quad Du * d] \begin{pmatrix} D_1 * D_1 & D_2 * D_1 & Du * D_1 \\ D_1 * D_2 & D_2 * D_2 & Du * D_2 \\ D_1 * Du & D_2 * Du & Du * Du \end{pmatrix}^{-1}。$$

[0083] 如图4所示,本实施例中最终计算获得待测气体SO₂和NO的浓度分别为14.45%和14.23%;在没有获得未知气体特征的情况下,直接进行反演计算得到的SO₂和NO的浓度分别为28.84%和18.79%;实际SO₂和NO的浓度分别为15%和15%。

[0084] 实施例二

[0085] 本实施例中采用2种已知气体SO₂、NO和2种未知气体组成的混合气体作为测试样本。本实验中采用的未知气体实际为NH₃和CS₂,利用本方法得出的未知气体混合特征曲线与实际NH₃和CS₂混合特征曲线作对比,以此进一步对本方法进行验证。

[0086] 如图5所示,一种通过识别未知气体特征测量气体浓度的方法,包括如下步骤:

[0087] 步骤1、将2种已知气体SO₂和NO的标准样品分别通入气体分析仪的测量池内,并在宽光谱范围内扫描获取每种样品的吸收光谱,得到SO₂的气体特征D₁以及NO的气体特征D₂,建立已知气体特征库D=[D₁,D₂];

[0088] 步骤2、将混合气体通入气体分析仪的测量池内,并在宽光谱范围内扫描获取混合气体的特征d,混合气体中包括2种已知气体SO₂、NO和2种未知气体,未知气体特征定义为Du;建立气体特征函数基Φ和气体特征函数空间,定义并随机初始化未知气体参数Pu_j,其中Pu_j服从标准正态分布;根据气体特征函数基Φ、未知气体参数Pu_j构建未知气体特征:Du=Pu_j*Φ;

[0089] 步骤3、定义并初始化SO₂和NO权重参数w₁、w₂和未知气体权重参数wu,初始值均为0.01,由已知气体特征D₁、D₂、已知气体的权重参数w₁、w₂、未知气体特征Du、未知气体权重参数wu和混合气体特征d共同构建平方损失函数如下:

$$[0090] \quad \theta = (w_1 * D_1 + w_2 * D_2 + w_u * Du - d)^2$$

[0091] 并根据平方损失函数构建目标函数min(θ);

[0092] 步骤4、采用含动量的梯度投影法学习训练SO₂和NO的权重参数w₁、w₂,未知气体权重参数wu,以及未知气体参数Pu_j,计算未知气体特征Du,记录迭代次数K;

[0093] 步骤5、设定N为100,判断K除以N的余数是否为零,如果是,转至步骤6,如果不是,转至步骤7;

[0094] 步骤6、构建未知气体特征Du和已知气体特征库D相关度R如下:

$$[0095] \quad res = (Du * D) * (D * D)^{-1} * D - Du, R = \frac{1 - res * res}{Du * Du},$$

[0096] 初始化相关度系数r=0.3,判断R是否大于0.3;如果是,重新初始化未知气体特征参数Pu_j,转至步骤4;如果不是,转至步骤7;

[0097] 步骤7、设定K_{max}=5000,ε=1e-3,迭代次数K达到5000,迭代停止并计算获得最终未知气体特征D。本实施例中得到的是NH₃和CS₂混合后的气体征,由本方法计算得出的最终未知气体特征曲线与实际NH₃和CS₂的混合特征曲线对比如图6所示。

[0098] 步骤8、将迭代计算得到的未知气体特征添加到已知气体特征库,根据朗伯比尔定律有d=C_{SO₂}*D₁+C_{NO}*D₂+C_u*Du,利用最小二乘法得到浓度反演公式如下:

$$[0099] \quad \begin{pmatrix} C_{SO_2} \\ C_{NO} \\ C_u \end{pmatrix} = [D_1 * d \quad D_2 * d \quad Du * d] \begin{pmatrix} D_1 * D_1 & D_2 * D_1 & Du * D_1 \\ D_1 * D_2 & D_2 * D_2 & Du * D_2 \\ D_1 * Du & D_2 * Du & Du * Du \end{pmatrix}^{-1}。$$

[0100] 如图7所示,本实施例三中最终计算获得SO₂和NO的浓度分别为18.99%和19.18%;在没有获得未知气体特征的情况下,直接进行反演计算得到的SO₂和NO的浓度分别为121.03%和231.6%;实际SO₂和NO的浓度分别为20%和20%。

[0101] 根据上述两个具体的实施例,可以看出本发明提供的方法可以获得1种未知气体特征或者2种及2种以上混合未知气体特征,再通过将未知气体特征添加到已知气体特征库,反演得到待测气体浓度,通过本方法,测量的待测气体的浓度基本与实际数据相符,大大提高了气体浓度的测量精度,最大程度的消除未知的干扰气体对测量精度的影响。

[0102] 本发明所提供的方法和系统,其主要原理是通过构建函数模型,将混合元素特征、已知元素特征导入,再利用学习训练特征元素的参数最终获得未知元素特征,未知元素特征纳入已知元素特征库后进行反演计算。本申请具体实施例主要应用在气体浓度测量上,这种原理同样可以应用在未知图像识别、未知溶液识别、波形识别等方面,在不脱离本方法精神的其他领域进行应用,都可以认为落入本申请所保护的范围。

[0103] 本领域内的技术人员应明白,本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品7的形式。

[0104] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0105] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0106] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0107] 本发明中应用了具体实施例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

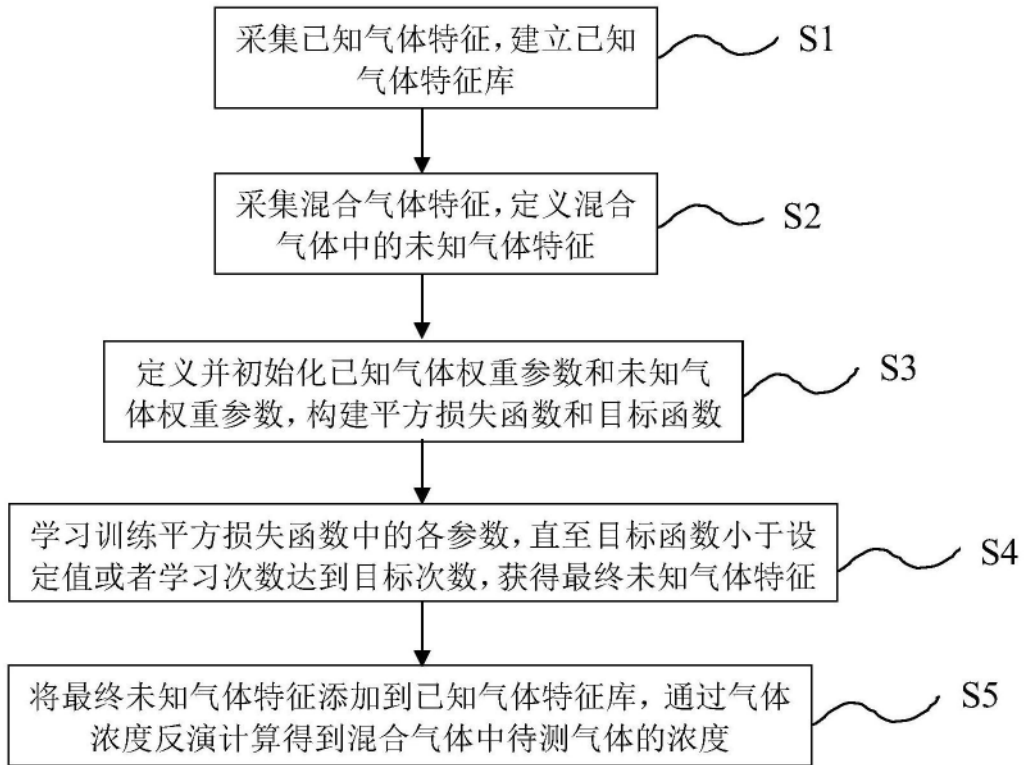


图1

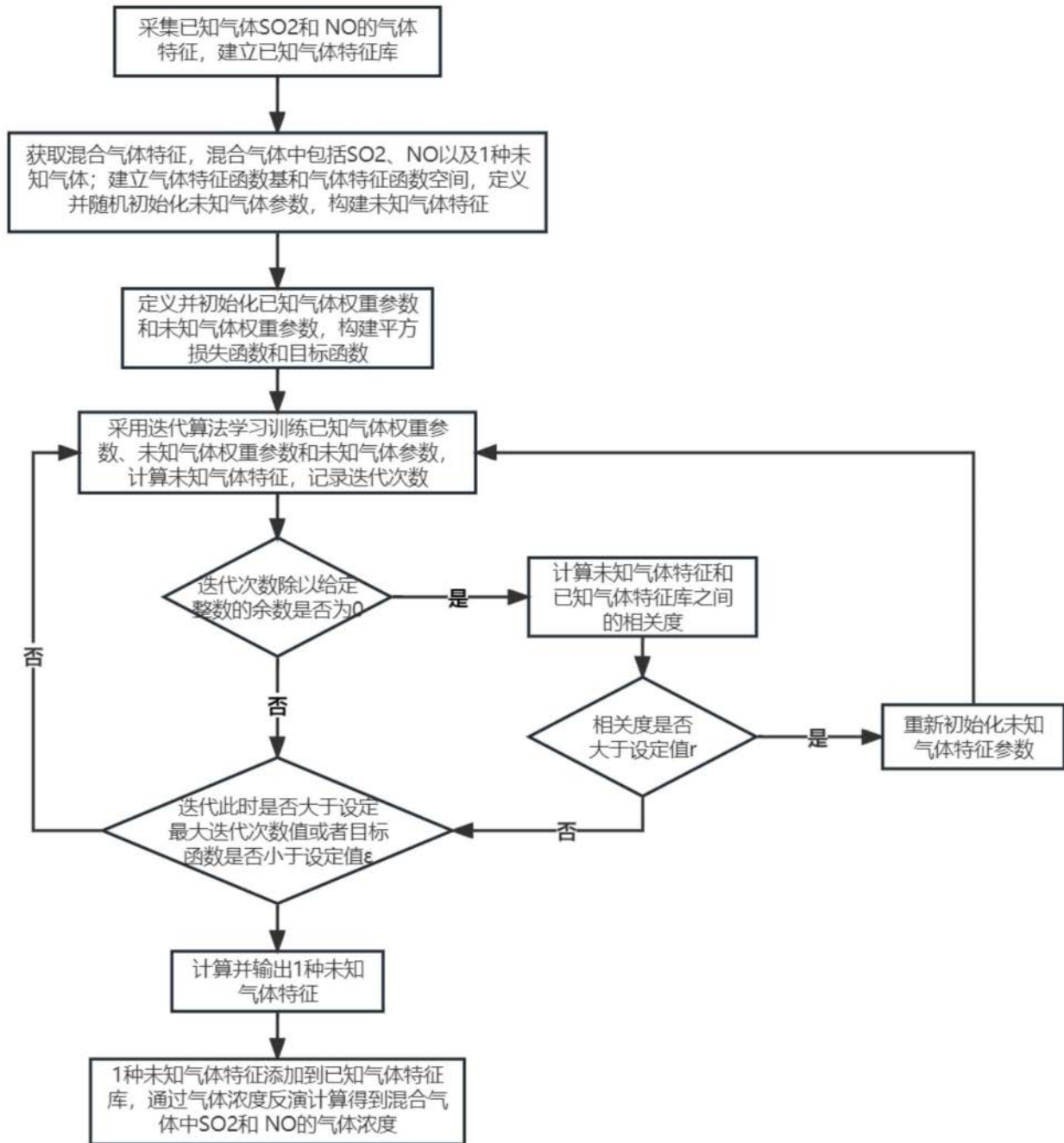


图2

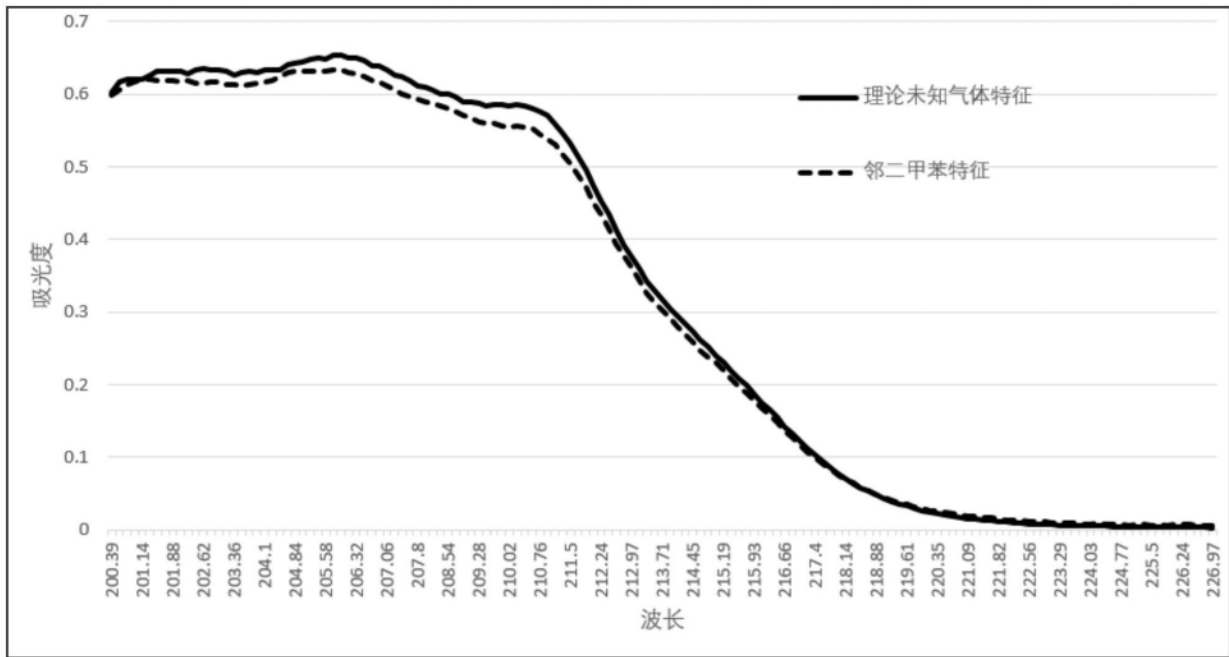


图3

	SO ₂ 浓度 (mg)	NO 浓度 (mg)
改善前	28.84	18.79
改善后	14.45	14.23
实际	15	15

图4

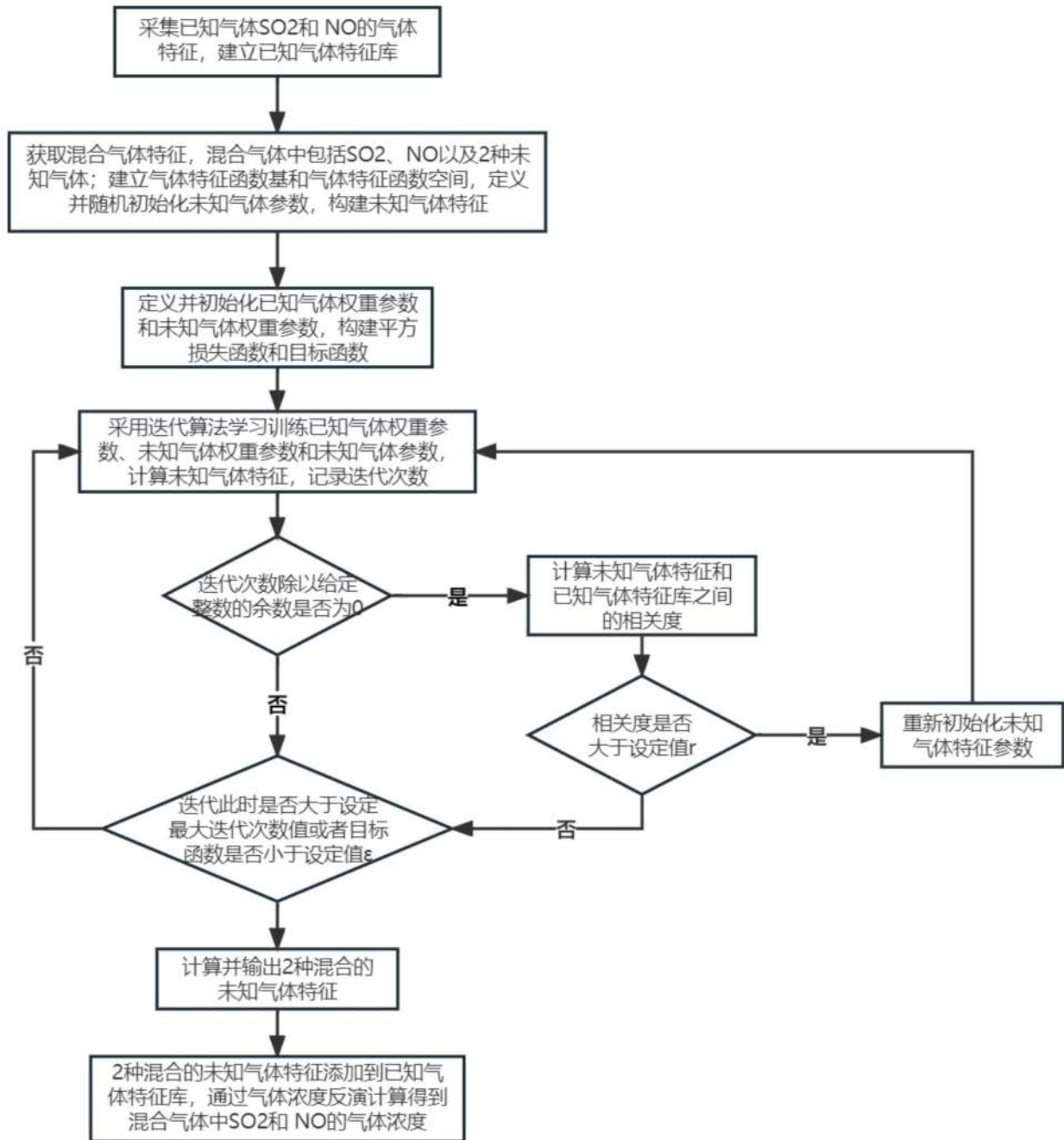


图5

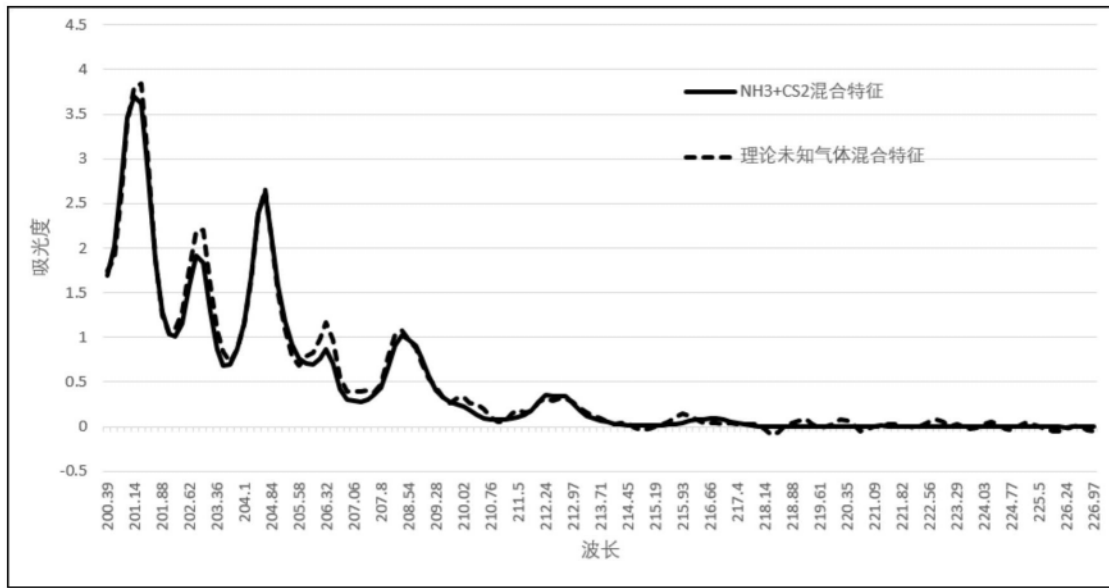


图6

	SO ₂ 浓度 (mg)	NO 浓度 (mg)
改善前	121.03	236.6
改善后	18.99	19.18
实际	20	20

图7

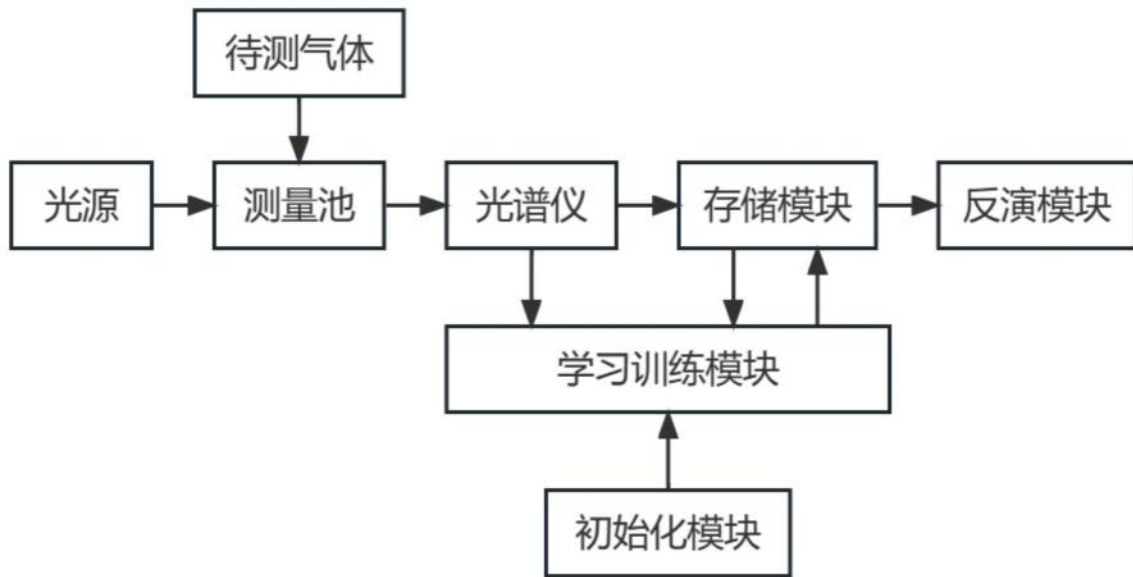


图8