



团 体 标 准

T/CSMT-HJ002—2025

温室气体排放测量方法 差分吸收 激光雷达法

Greenhouse gas emissions measurement method—
differential absorption lidar method

2025-04-14 发布

2025-05-14 实施

中国计量测试学会 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测量目标	2
5 测量原理及系统组成	2
5.1 温室气体排放速率测量原理	2
5.2 测量系统	2
5.3 工作条件	3
5.4 性能指标	3
6 测量方法	3
6.1 测量准备	3
6.2 测量实施	4
6.3 结果计算	4
6.4 结果表示	5
7 报告格式	5
8 测量数据与质量控制	5
8.1 测量数据要求	5
8.2 数据质量控制要求	5
9 系统维护要求	5
9.1 系统校准	5
9.2 质量控制文件	5
附录 A (资料性) 温室气体排放测量方法 差分吸收激光雷达法测量原理	6
A.1 温室气体排放量测量原理	6
A.2 差分吸收激光雷达距离分辨浓度分布测量	6
A.3 气象参数测量原理	8
附录 B (资料性) 温室气体排放测量报告(参考格式)	9
附录 C (资料性) 标准气室测量单元	10
参考文献	11

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国计量测试学会提出并归口。

本文件起草单位：郑州计量先进技术研究院、中国计量科学研究院、中国电子信息产业发展研究院、中国环境监测总站、广东省计量科学研究院、内蒙古自治区计量测试研究院、山东省计量科学研究院、鄂尔多斯市检验检测中心、东营市河口区市场监督管理局、聊城市检验检测中心、四川省成都生态环境监测中心站、福建空天碳智慧科技有限公司、福建瑞碳光电精密仪器有限公司、湖州新能源云碳中和研究院、中国计量测试学会。

本文件主要起草人：臧金亮、汪洪军、武亮、郑明月、付博亚、周军红、孙磐、郭波、王星、杨晨辉、张海港、岳建疆、章振、余赛芬、胡宇鑫、宋海宾、杜凯伦、张文斌、王函韵、张佳楠。

温室气体排放测量方法 差分吸收 激光雷达法

1 范围

本文件界定了基于差分吸收激光雷达法的温室气体排放测量的术语和定义,明确了测量目标、测量原理及系统组成、测量方法、测量报告格式、测量数据与质量控制,规定了系统维护要求。

本文件适用于企业或区域温室气体排放速率的直接测量。

注 1: 本方法可用于快速部署目标区域温室气体排放的非接触测量。

注 2: 本方法适用于温室气体排放短期内快速核查测量,以一段时间内测量平均值评估目标区域温室气体整体排放情况。

注 3: 本文件的温室气体指的是企业或区域 CH_4 和 CO_2 。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

温室气体 greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

[来源:GB/T 32150—2015,3.1]

3.2

差分吸收激光雷达法 differential absorption lidar method

一种基于差分吸收技术的气体浓度遥感探测方法,激光雷达发射一对波长差很小的短脉冲激光,激光波长分别对应待测气体的强吸收处和弱吸收处,两束激光经过气体吸收和大气后向散射返回接收单元,通过比较两束后向散射激光信号的差异,实现气体空间浓度分布测量。

3.3

距离分辨浓度分布 distance-resolved concentration distributions

大气中某种气体在不同距离上的浓度变化信息。

3.4

排放速率 emission rate

1 h 内向大气中排放温室气体的质量。

注:单位为千克每小时(kg/h)。

[来源:GB 16297—1996,3.3,有修改]

3.5

无组织排放 fugitive emission

大气污染物不经过排气筒的无规则排放。

注：包括开放式作业场所逸散，以及通过缝隙、通风口、敞开门窗和类似开口（孔）的排放等。

[来源：GB 41618—2022,3.7]

3.6

系统盲区 system blind region

差分吸收激光雷达系统探测过程中，由于系统自身特性，无法准确获取有效探测数据的区域。

注：在离激光雷达非常近的一段距离范围内，发射激光的后向散射信号不在接收单元的接收视场范围内，激光雷达无法实现探测信号的准确收集，在这一段距离内激光雷达系统无法实现气体浓度准确测量。

3.7

标准气室 standard gas cell

用于填充标准气体的密封容器，两侧端口有通过激光的光学玻璃窗口。

注：标准气室具备激光波长监测功能。

4 测量目标

利用差分吸收激光雷达系统实现对目标区域温室气体排放（包含有组织排放和无组织排放）的直接测量。通过温室气体空间浓度分布测量和气象信息同步测量，获得目标区域的温室气体排放速率。

5 测量原理及系统组成

5.1 温室气体排放速率测量原理

温室气体排放速率测量原理是由温室气体空间浓度分布测量结合气象信息获得，详见附录 A。

5.2 测量系统

5.2.1 测量系统组成

温室气体排放测量差分吸收激光雷达系统由激光发射单元、扫描单元、接收单元、光电转换和信号处理单元、数据单元（采集、控制和分析）、气象测量单元和其他辅助单元组成。

5.2.2 激光发射单元

激光发射单元将激光进行准直、扩束和反射到扫描单元，包括激光器、扩束器和反射镜。

5.2.3 扫描单元

扫描单元是能够将激光指向目标区域的设备，具备水平 360°和垂直 180°旋转的功能，通常是由两个较大的反射镜和相关的机械设备组成。

5.2.4 接收单元

接收单元是收集微弱的散射光信号到探测器的单元，主要由接收望远镜和反射镜组成。

5.2.5 光电转换和信号处理单元

光电转换和信号处理单元是将收集的光信号转换为电信号，并进行放大和去噪，主要由光电探测器、放大器和滤波器组成。

5.2.6 数据单元（采集、控制和分析）

数据单元（采集、控制和分析）是对电信号进行采集、处理和分析，并对整个系统各单元之间协同运

行进行控制,主要由数据采集模块、计算机、控制和分析软件组成。

5.2.7 气象测量单元

气象测量单元是采集现场测量时气象信息的设备,主要由超声波风速风向仪、数据采集器和气象桅杆组成。

5.2.8 其他辅助单元

其他辅助单元是能够支撑测量系统正常运行的设备,主要由电力、网络通信、温控设备等组成。

5.3 工作条件

5.3.1 温室气体排放测量差分吸收激光雷达系统应能在外部 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下工作。

5.3.2 温室气体排放测量差分吸收激光雷达系统的光学单元内部应保持相对封闭、相对湿度 $\leq 50\%$,温度控制在 $(20\pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.3.3 温室气体排放测量差分吸收激光雷达系统监测地点应处于开阔、无明显遮挡区域,远离震动源。

5.3.4 温室气体排放测量差分吸收激光雷达系统测量时大气环境较为稳定,风速范围 $1\text{ m/s}\sim 15\text{ m/s}$,无风雪沙尘等恶劣天气。

5.4 性能指标

温室气体排放测量差分吸收激光雷达系统性能指标见表1。

表1 温室气体排放测量差分吸收激光雷达系统性能指标

序号	技术参数	具体要求
1	波长数量(单一气体测量)	≥ 2
2	时间分辨率	$\leq 1\text{ h}$
3	距离分辨率	$3.75\text{ m}\sim 15\text{ m}$
4	排放测量扩展不确定度	$\leq 30\%$
5	有效探测距离	$\geq 500\text{ m}$
6	系统盲区	$\leq 100\text{ m}$
7	探测灵敏度	$\text{CH}_4: 30\times 10^{-6}\text{ km}$ $\text{CO}_2: 1\times 10^{-6}\text{ km}$
8	风传感器分辨率	风速: 0.01 m/s 风向: 1°
9	风传感器最大允许误差	风速: $\pm 3\%(40\text{ m/s})$ 风向: $\pm 3^{\circ}(40\text{ m/s})$

6 测量方法

6.1 测量准备

6.1.1 调研测量区域中温室气体排放形式(有组织排放和无组织排放)和排放物质。

6.1.2 根据历史天气数据和预报进行风场评估,预测大气风向和风速,其中风速应满足 5.3.4 的规定。

6.1.3 测量仪器部署应遵循以下规定:

- a) 测量仪器位于排放源下风向;
- b) 测量距离应大于系统盲区;
- c) 测量距离应小于有效探测距离;
- d) 测量仪器部署要位于安全可靠、开阔、无遮挡、无震动源的地方;
- e) 测量仪器应保持水平,无倾斜。

其中差分吸收激光雷达扫描方向与风场方向应呈 90° 夹角,如图 1 所示,风场采集仪器应靠近排放源位置。

注:由于大气风场不可控,当测量时风场发生改变,差分吸收激光雷达扫描方向与风场方向夹角在 $30^\circ \sim 150^\circ$ 范围内。

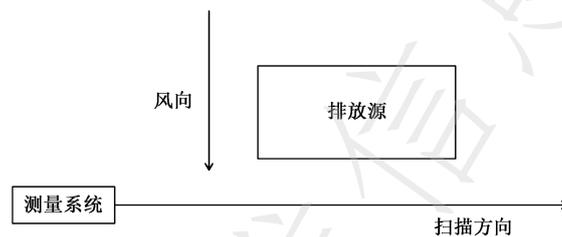


图 1 差分吸收激光雷达系统测量示意图

6.1.4 启动预热测量仪器,准备测量工作:

- a) 根据测量气体光谱特征,设置差分吸收激光雷达波长;
- b) 根据排放源位置、风向和扫描方向,设置扫描单元扫描参数;
- c) 将含有测量气体的标准混合物填充到标准气室中,用于在测量过程中监测波长;
- d) 设置各测量仪器时间同步,保持时间维度的统一。

6.1.5 确认测量仪器应满足 9.1 校准有效期要求。

6.2 测量实施

测量准备工作完成后,应按照以下步骤进行测量工作:

- a) 记录各测量仪器位置、差分吸收激光雷达姿态参数和该测量区域位置;
- b) 检查各测量仪器是否正常工作;
- c) 对测量区域开展测量工作,测量过程中监视激光波长和气室探测器能量变化,记录后向散射信号等测量信息。

注:考虑大气条件的变化的可能性,及时调整测量位置。

6.3 结果计算

测量工作完成后,按照以下步骤进行计算:

- a) 将后向散射信号数据预处理,进行背景扣除和降噪处理;
- b) 将预处理后的后向散射信号根据 A.2 中的公式(A.2)~公式(A.8)计算,获得距离分辨浓度分布;
- c) 根据扫描单元扫描参数,计算获得垂直截面多个角度距离分辨浓度分布,形成二维浓度分布;
- d) 风场信息计算风廓线见 A.3;
- e) 计算温室气体排放量见 A.1。

6.4 结果表示

6.4.1 测量完成后绘制温室气体二维浓度分布图、风廓线图并在二维浓度分布图中标注排放速率、测量区域名称、时间、图例。

6.4.2 可根据工作需要,与地图结合并标注重要参数信息。

7 报告格式

报告格式内容见附录 B。

8 测量数据与质量控制

8.1 测量数据要求

8.1.1 测量数据文件应包含差分吸收激光雷达系统数据文件、气象数据文件和可能手动记录的数据文件。

8.1.2 测量数据资料可按照测量次序和测量日期命名,并保存在系统规定的文件目录下,文件目录按照测量站点命名。文件应在 24 h 内备份在外部储存介质上。

8.1.3 数据采集要求如下:

- a) 气象信息测量时间应同步或覆盖差分吸收激光雷达系统浓度测量时间;
- b) 应用至少两个不同高度的风速传感器来描述风的垂直分布;
- c) 差分吸收激光雷达系统扫描范围应覆盖烟羽整体,至少保证在烟羽下方和上方各有 1 条扫描线;
- d) 排放速率测量应不少于 3 次重复测量。

8.2 数据质量控制要求

8.2.1 测量期间应使用含有标准气体的标准气室对激光发射单元进行在线监测,计算方法见附录 C。

8.2.2 测量溯源要求如下:

- a) 标准气体应使用可追溯至国家计量机构或国际标准的参考气体或混合气体;
- b) 风速风向测量仪器应在有效校准期内;
- c) 差分吸收激光雷达系统应在有效校准期内;
- d) 其他测量仪器应在有效校准期内。

8.2.3 测量期间应每天进行一次激光系统光谱参数检查,确保测量系统光谱参数设置正确。

9 系统维护要求

9.1 系统校准

应对整体测量系统每年校准一次,校准应由专业人员操作。确认满足 5.4 指标性能要求后,可正常使用。

9.2 质量控制文件

应建立完善的质量控制文件集,包括但不限于标准操作规范、日常运行维护与质量控制规范、维修记录、校准记录等。

附录 A
(资料性)

温室气体排放测量方法 差分吸收激光雷达法测量原理

A.1 温室气体排放量测量原理

温室气体排放测量原理是通过差分吸收激光雷达系统测量获得目标区域温室气体空间浓度分布,同时利用气象测量系统获得目标区域风速风向空间分布,将温室气体空间浓度分布与风速风向分布信息结合,获得目标区域温室气体总体排放速率。测量原理如图 A.1 所示,其中温室气体空间浓度分布是利用差分吸收激光雷达系统测量获得距离分辨浓度分布,并通过测量光束的垂直扫描,测量获得目标区域垂直截面二维浓度分布。利用公式(A.1)获得目标区域温室气体排放速率数值。

注:在进行温室气体排放量测量时,扣除大气本底值和其他排放源的干扰。

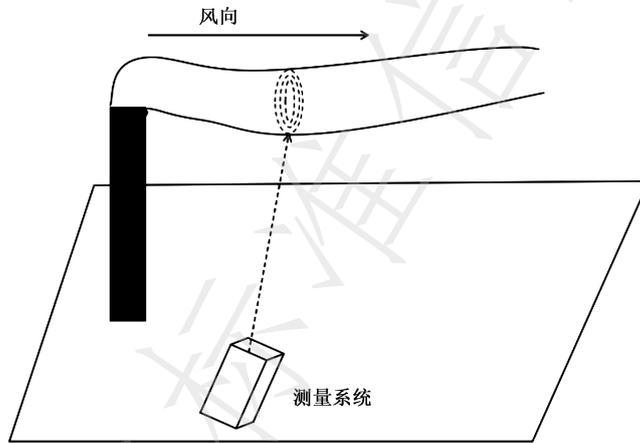


图 A.1 差分吸收激光雷达测量示意图

$$F = \sum_{i=1}^j C_i \cdot V_i \cdot D_i \cdot \sin\theta \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

- F —— 排放速率,单位为千克每小时(kg/h);
- C_i —— 扫描截面第 i 个点平均浓度,以体积分数(10^{-6})表示;
- V_i —— C_i 同一位置上平均风速,单位为米每秒(m/s);
- D_i —— 第 i 个浓度所占面积,单位为平方米(m^2);
- θ —— 扫描截面与风向的夹角,单位为度($^\circ$)。

A.2 差分吸收激光雷达距离分辨浓度分布测量

差分吸收激光雷达将激光脉冲辐射传播到大气中,并测量由大气分子和气溶胶散射返回到差分吸收激光雷达系统的光能量获得目标气体的浓度分布廓线。在测量时发射两束波长十分接近的脉冲激光,这两个波长中的一个位于待测气体吸收光谱的吸收峰处,激光束穿过待测气体时会被吸收,称为“在线波长”(“on-line wavelength”),另一个位于待测气体吸收光谱的吸收谷处,激光穿过待测气体时不被吸收或吸收很少,称为“离线波长”(“off-line wavelength”)。由于两个波长非常接近,大气中除待测气体吸收外的可变性参数(例如,散射介质和干扰化合物的差异)对于两个波长的影响几乎相同。因此在

返回信号中两个波长的差异是由待测气体的吸收引起的,可通过计算发射与接收信号之间的时间差确定距离,就可以获得距离 r 处的目标气体浓度,差分吸收激光雷达在距离 r 处接收的返回信号方程:

$$P(\lambda_{\text{on}}, r) = E(\lambda_{\text{on}}) \frac{D}{r^2} \beta(\lambda_{\text{on}}, r) \exp\{-2 \int_0^r [A(\lambda_{\text{on}}, r') + \alpha(\lambda_{\text{on}}, r') C(r')] dr'\} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$P(\lambda_{\text{on}}, r)$ ——在线波长在距离 r 处差分吸收激光雷达接收的后向散射信号能量,单位为毫伏(mV);

$E(\lambda_{\text{on}})$ ——在线波长出射激光能量,单位为毫伏(mV);

$\beta(\lambda_{\text{on}}, r)$ ——在线波长在大气中气体分子和气溶胶的后向散射系数,单位为每千米球面度($\text{km}^{-1} \text{sr}^{-1}$);

$A(\lambda_{\text{on}}, r)$ ——在线波长除待测气体外的其他气体分子的消光系数,单位为每千米(km^{-1});

$\alpha(\lambda_{\text{on}}, r)$ ——在线波长的吸收系数,以每百万分之一千米 $[(10^{-6} \text{ km})^{-1}]$ 表示;

$C(r)$ ——距离 r 处待测气体体积分数,以 10^{-6} 表示。

$$P(\lambda_{\text{off}}, r) = E(\lambda_{\text{off}}) \frac{D}{r^2} \beta(\lambda_{\text{off}}, r) \exp\{-2 \int_0^r [A(\lambda_{\text{off}}, r') + \alpha(\lambda_{\text{off}}, r') C(r')] dr'\} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

$P(\lambda_{\text{off}}, r)$ ——离线波长在距离 r 处差分吸收激光雷达接收的后向散射信号能量;单位为毫伏(mV);

$E(\lambda_{\text{off}})$ ——离线波长出射激光能量,单位为毫伏(mV);

$\beta(\lambda_{\text{off}}, r)$ ——离线波长在大气中气体分子和气溶胶的后向散射系数,单位为每千米球面度($\text{km}^{-1} \text{sr}^{-1}$);

$A(\lambda_{\text{off}}, r)$ ——离线波长除待测气体外的其他气体分子的消光系数,单位为每千米(km^{-1});

$\alpha(\lambda_{\text{off}}, r)$ ——离线波长的吸收系数,以每百万分之一千米 $[(10^{-6} \text{ km})^{-1}]$ 表示。

将公式(A.2)、公式(A.3)相除得到

$$\frac{P(\lambda_{\text{on}}, r)}{P(\lambda_{\text{off}}, r)} = \frac{E(\lambda_{\text{on}}) \beta(\lambda_{\text{on}}, r)}{E(\lambda_{\text{off}}) \beta(\lambda_{\text{off}}, r)} \times \exp\{-2 \int_0^r [[A(\lambda_{\text{on}}, r') - A(\lambda_{\text{off}}, r')] + [\alpha(\lambda_{\text{on}}, r') - \alpha(\lambda_{\text{off}}, r')] C(r')] dr'\} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

取对数为:

$$\ln \frac{P(\lambda_{\text{on}}, r) E(\lambda_{\text{off}})}{E(\lambda_{\text{on}}) P(\lambda_{\text{off}}, r)} = \ln \frac{\beta(\lambda_{\text{on}}, r)}{\beta(\lambda_{\text{off}}, r)} - 2[A(\lambda_{\text{on}}, r) - A(\lambda_{\text{off}}, r)] - 2C(r)[\alpha(\lambda_{\text{on}}, r) - \alpha(\lambda_{\text{off}}, r)] \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

进一步获得:

$$C(r) = -\frac{1}{2\Delta\alpha} \ln \frac{P(\lambda_{\text{on}}, r) E(\lambda_{\text{off}})}{E(\lambda_{\text{on}}) P(\lambda_{\text{off}}, r)} + \frac{1}{2\Delta\alpha} \ln \frac{\beta(\lambda_{\text{on}}, r)}{\beta(\lambda_{\text{off}}, r)} - \frac{1}{\Delta\alpha} [A(\lambda_{\text{on}}, r) - A(\lambda_{\text{off}}, r)] \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

由于两个波长非常接近,则可以获得:

$$C(r) = -\frac{1}{2\Delta\alpha} \ln \frac{P(\lambda_{\text{on}}, r) E(\lambda_{\text{off}})}{E(\lambda_{\text{on}}) P(\lambda_{\text{off}}, r)} \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

实际上公式(A.7)获得的是差分吸收激光雷达到距离 r 处的平均浓度,为方便与距离分辨浓度分布区分可以将公式(A.7)左式更换为 $CL(r)$,要获得距离分辨浓度分布则需要微分计算,对于离散

数据应进行差分计算,即

$$C(r) = \frac{CL(r + \Delta r) - CL(r)}{\Delta r} \dots\dots\dots (A.8)$$

式中:

Δr ——距离分辨率,单位为米(m)。

通常差分吸收激光雷达在进行气体排放测量时,通过扫描竖直截面获得多个距离分辨浓度分布廓线,根据激光的出射角度信息(水平角度和仰角,水平角度以北为 0° ,仰角以水平面为 0°),将多个距离分辨浓度在笛卡尔坐标系中排列组合获得目标区域二维浓度分布图。

注:笛卡尔坐标系的间隔为距离分辨率,由于差分吸收激光雷达扫描为极性扫描,测量数据点密度随距离增加而减少,在距离较近笛卡尔坐标系的间隔内可能有多个距离分布浓度,推荐采用平均值处理方法。

A.3 气象参数测量原理

气象参数测量主要获得目标区域风场信息(即风速风向空间分布信息)。气象参数测量方法可以采用多普勒测风激光雷达法,也可以采用分布采样拟合法。

a) 多普勒测风激光雷达法

多普勒测风激光雷达法基于多普勒效应,利用激光束发射器发射一束激光束向大气中传播,当激光束与空气中的气溶胶粒子或颗粒物相互作用时,部分激光能量会被散射回到接收器。在接收到回波信号之后,利用频谱分析的方法解析回波信号,进而提取出风场信息。

b) 分布采样拟合法

分布采样拟合法在垂直方向不同高度部署多个高精度风速风向传感器,通过风速风向传感器对近地面不同高度的风速风向信息进行采样测量,利用不同高度风速测量数据拟合垂直风速廓线分布,风向信息采用距离目标区域最接近高度的风速风向传感器的平均值表示,垂直方向风廓线拟合方法推荐使用如公式(A.9)所示的基于对数律的分布采样拟合法,也可以根据实际情况进行修正。

$$u(z) = a \times \ln(z) - b \dots\dots\dots (A.9)$$

式中:

$u(z)$ ——高度为 z (m)的风速,单位为米每秒(m/s);

a, b ——风廓线拟合系数。

附 录 B
(资料性)
温室气体排放测量报告(参考格式)

测量气体种类		报告编号		
测量地点/经纬度		测量日期		
标校日期(自标校起一年 内有效)		测量方法		
质量控制参数(测量标准器信息)				
标准气体		浓度		
标气来源		标准气室规格		
测量数据				
序号	排放速率 1	排放速率 2	排放速率 3	平均排放速率
1				
2				
总体温室气体排放结果				

附录 C
(资料性)
标准气室测量单元

采用标准气室测量单元对激光系统的输出波长和线宽进行在线监测。标准气室测量单元如图 C.1 所示,使用分光镜导出一部分测量激光,其中一部分被测量激光探测器 1 直接探测,另外一部分通过标准气室被探测器 2 探测,将获得测量数据利用公式(C.1)~公式(C.3)计算出两束波长差分吸收系数,将测量获得差分吸收系数与标准吸收光谱差分吸收系数比较实现激光系统输出和波长的在线监测。

标准气室和填充气体应符合以下要求:

- a) 标准气室两侧为满足布鲁斯特角的光学窗口;
- b) 标准气室压力应与被测气体周围环境相同,一般为 1 个大气压;
- c) 填充气体应为有证标准气体。

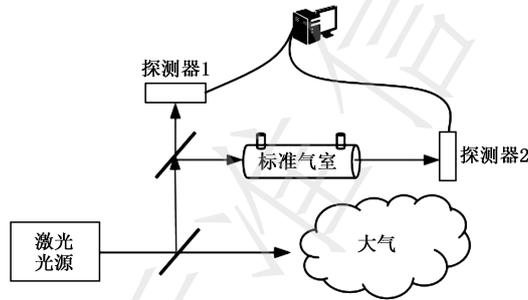


图 C.1 标准气室示意图

根据朗伯比尔定律可知,光在透过均匀介质的气体后,气体对光的吸收程度与光穿过气体路径长度和气体浓度成正比:

$$CELL_{on} = REF_{on} \exp(-\alpha_{on} CL) \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

$$CELL_{off} = REF_{off} \exp(-\alpha_{off} CL) \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

- CELL_{on} —— 探测器 2 探测到的在线波长光能量,单位为毫伏(mV);
- CELL_{off} —— 探测器 2 探测到的离线波长光能量,单位为毫伏(mV);
- α_{on} —— 在线波长的吸收系数,以每百万分之一千米[(10⁻⁶ km)⁻¹]表示;
- REF_{on} —— 探测器 1 探测到的在线波长光能量,单位为毫伏(mV);
- REF_{off} —— 探测器 1 探测到的离线波长光能量,单位为毫伏(mV);
- α_{off} —— 离线波长的吸收系数,以每百万分之一千米[(10⁻⁶ km)⁻¹]表示;
- C —— 标准气体体积分数,以 10⁻⁶ 表示;
- L —— 标准气室长度,单位为千米(km)。

由公式(C.1)和公式(C.2)可得到:

$$CL(\alpha_{on} - \alpha_{off}) = -\ln \frac{CELL_{on} REF_{off}}{REF_{on} CELL_{off}} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

参 考 文 献

- [1] GB 16297—1996 大气污染物综合排放标准
 - [2] GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
 - [3] GB/T 34287—2017 温室气体 甲烷测量 离轴积分腔输出光谱法
 - [4] GB/T 34415—2017 大气二氧化碳(CO₂)光腔衰荡光谱观测系统
 - [5] GB 41618—2022 石灰、电石工业大气污染物排放标准
 - [6] DL/T 2376—2021 火电厂烟气二氧化碳排放连续监测技术规范
-