



长三角区域环保产业协会联席会议 生态环境保护团体标准化技术委员会 互认团体标准

《温室气体柱浓度地基监测技术规范
傅里叶 变换红外光谱法》

Technical Specification for Ground-Based Monitoring
of Greenhouse Gas Column Concentration by Fourier
Transform Infrared Spectroscopy

上海·江苏·浙江·安徽

SHANGHA · JIANGSU · ZHEJIANG · ANHUI

T/AHEPI

安徽省环境保护产业协会团体标准

T/AHEPI 03—2022

温室气体柱浓度地基监测技术规范 傅里叶 变换红外光谱法

Technical Specification for Ground-Based Monitoring of Greenhouse Gas Column
Concentration by Fourier Transform Infrared Spectroscopy

2022 - 12 - 20 发布

2023 - 01 - 03 实施

安徽省环境保护产业协会 发布



长三角区域环保产业协会联席会议
生态环境保护团体标准化技术委员会互认团体标准
Mutually Recognized Group Standards by the Ecological Environmental Protection Group
Standardization Technical Committee of the Joint Conference of Association of Environmental
Protection Industry in Yangtze River Delta

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 监测环境 1

5 监测方法 2

6 监测方案 2

7 结果表示 2

8 数据质量控制 3

9 监测设备维护要求 3

参考文献 4



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。

本文件由安徽蜀峰环境科技发展有限公司提出。

本文件由安徽省环境保护产业协会归口。

本文件起草单位：安徽蜀峰环境科技发展有限公司、安徽大学、中国科学院合肥物质科学研究院、广东省广州生态环境监测中心站、皖西学院、安徽农业大学、合肥工业大学、江苏大学、中国气象科学研究院、重庆市生态监测中心、安徽省合肥生态环境监测中心、南京气象科技创新研究院、杭州气象局、江苏省无锡环境监测中心、合肥市蜀山区生态环境分局、合肥中科环光技术有限公司、合肥中科光博量子科技有限公司、聚光科技(杭州)股份有限公司、安徽气象信息有限公司、培德国际有限公司、合肥中科红外精密仪器有限公司。

本文件主要起草人：王界、胡文杰、夏建东、裴成磊、陈彦宁、徐亮、高亚萍、张云华、杨书运、夏豪杰、孙见凡、程巳阳、余家燕、熊桂洪、于静、刘端阳、王宏斌、齐冰、宋大伟、耿磊、万佳宁、李尧飞、付毅宾、张帅、杨勇、张脉惠、徐秉璋、邓亚颂、李颜政、尹淇淋、胡媛媛、章翔。



温室气体柱浓度地基监测技术规范 傅里叶变换红外光谱法

1 范围

本文件规定了温室气体柱浓度地基监测环境、监测方法、监测方案、结果表示、数据质量控制及设备维护。

本文件适用于大气环境中基于傅里叶变换红外光谱法的温室气体柱浓度监测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- HJ/T 55 大气污染物无组织排放监测技术导则
- QX/T 125 温室气体本底观测术语
- QX/T 132 大气成分观测数据格式
- QX/T 159 地基傅里叶变换高光谱仪大气光谱观测规范

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

任何会吸收和释放红外线辐射并存在大气中的气体，本文件中指二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）。

3.2

傅里叶变换红外光谱法 fourier transform infrared spectroscopy

通过测量红外光的干涉图和对于干涉图进行傅里叶变换的方法来测定红外光谱，通过分析气体在红外波段的吸收特征就可以获得被测气体的浓度信息。

3.3

柱浓度 column concentration

气体（如 CO₂）在单位面积上从地表到大气层顶柱体内所含的分子数。

3.4

测量重复性 quantitative measurement repeatability

在一组重复性测量条件下，基于待测组分仪器示值的测量精密性，用仪器连续多次测量同一标准物质时基于某一或多个待测组分仪器示值的相对标准偏差表示。

4 监测环境

4.1 监测场地环境

按QX/T 159的规定，监测范围内无遮挡物、无腐蚀性气体。

4.2 监测气象条件

晴空无云，太阳高度角在30°～90°；太阳辐射强度以太阳跟踪计命令控制计算机观测时显示在300～1200单位为宜。

4.3 观测站内环境

站内应保持干燥，温度控制在（24±3℃），相对湿度小于50%，洁净度100000级，实验室内应保持相对封闭，无太阳杂散光射入；室内不应放置易燃易爆物品。



5 监测方法

5.1 方法原理

连续波长光源照射待测气体后，气体中的分子会吸收某些波长的光。没有被吸收的光到达检测器，检测器将检测到的光信号经过模数转换，再经过傅里叶变换，即可以得到样品光谱信息，通过分析气体在红外波段的吸收特征就可以获得被测气体的浓度信息。

依据Beer-Lambert定律，当直射太阳光直接穿过目标气体时，气体分子的浓度与测量出的光谱吸收关系如式（1）：

$$I(\lambda) = I_{\text{sun}}(\lambda) \exp \left(- \int_{\text{TOA}}^{\text{Obs}} \sigma_x(\lambda, s(T, p)) x(s) ds \right) \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$I(\lambda)$ ——波长 λ 处地面观测的太阳辐射强度；

I_{sun} ——大气顶太阳辐射强度；

$\sigma(\lambda, s)$ ——与温度和压力相关的吸收截面；

$x(s)$ ——吸收成分 x 在位置 s 处的浓度；

TOA——沿着直射太阳光的路径大气顶部位置；

Obs——沿着直射太阳光的路径监测系统位置。

5.2 方法种类

监测方法主要基于固定点位监测，适用于长期、高精度监测。

6 监测方案

6.1 仪器准备

启动监测系统，开展小范围试验，确认监测设备、气象监控系统等运行正常，工控机可正常上传监测数据，电子地图显示定位准确。

6.2 监测方案制定

6.2.1 监测区域确定依据环境管理要求和解决实际环境问题需求，规划监测区域。掌握监测区域的企业分布及所属行业、道路分布状况、周边敏感区分布状况、盛行风向等。

6.2.2 在对目标区域开展温室气体监测前，宜事先调查区域内涉及温室气体排放的污染源信息，包括但不限于排放源地理位置，涉及使用、产生或排放的温室气体及其工艺环节、收集和净化装置、排放口设置等信息。

6.2.3 结合目标区域污染源分布和区域管理需求，规划监测地点。应沿城市重点监测区域、边界、城市道路、工业园区内部、边界、厂界进行监测。根据需要，可按照 HJ/T 55 要求在目标污染源周边及其下风向处进行监测。需要进一步监测温室气体无组织排放情况、进行污染溯源时，可在目标区域内部进行监测，在确保安全和符合区域管理要求前提下，尽量靠近目标区域的排放源。

6.3 监测实施

6.3.1 按照规划地点开展监测，必要时可对地点进行适当调整。

6.3.2 记录监测点位温室气体柱浓度或特别关注的温室气体浓度最高值，以及对应监测时间、卫星定位坐标、所处道路位置、组分、气象特征等信息。

6.3.3 根据需要可利用其他温室气体监测设备进行现场测定或手工采样带回实验室分析，具体方法应满足相关的国家、地方或行业标准。

7 结果表示

7.1 主要指标



傅里叶变换红外光谱法的主要性能指标见表1

表1 傅里叶变换红外光谱法的主要性能指标

检测项目	CO ₂	CH ₄
柱浓度反演精度	≤0.5%	≤0.5%
光谱仪分辨率	≤1 cm ⁻¹	≤1 cm ⁻¹
定量测量重复性	≤5.0%	≤5.0%
线性误差	不超过±5.0%F.S.	不超过±5.0%F.S.
光谱采集频率	1秒每条~30秒每条	1秒每条~30秒每条

7.2 结果表示

监测完成后绘制温室气体浓度图。标注监测区域名称、时间、图例。可按用户需求输出系统监测数据报表并支持二次开发利用。

7.3 监测资料储存

监测数据格式按照QX/T 132的规定输出。监测资料应按照监测日期和次序命名，并保存在系统规定的文件目录下，文件目录按照年月日命名。文件应在24小时内备份在外部存储介质上。

8 数据质量控制

8.1 系统误差要求

为降低温室气体反演中的系统误差，采用O₂的柱浓度作为内部标准计算气体柱平均干空气混合比浓度，CO₂气体柱平均干空气混合比浓度随机误差不超过0.5%，CH₄气体柱平均干空气混合比浓度随机误差不超过1%，其计算公式为：

$$X_{\text{gas}} = 0.2095 \times \frac{\text{Column}_{\text{gas}}}{\text{Column}_{\text{O}_2}} \quad (1)$$

式中：

X_{gas} ——目标气体柱平均干空气混合比浓度；

$\text{Column}_{\text{gas}}$ ——目标气体柱浓度；

$\text{Column}_{\text{O}_2}$ ——大气中氧气的柱浓度。

8.2 采集数据要求

光谱仪在运行中，若采集太阳光强度的波动幅度超过5%，且太阳追踪仪记录太阳光强小于1，剔除该数据。

9 监测设备维护要求

9.1 仪器标校

应每年对仪器的光谱位置、波长、线强等进行不少于一次标校，确认无误即可开展正常的观测使用。

9.2 仪器日常维护

每周应用氮气吹扫仪器光学部件，时间不少于三分钟。分束器使用过程中应同步进行氮气吹扫，使用完毕后应及时放回干燥箱内，密封保存。

9.3 建立质量控制文件

包括标准操作规范、日常运行维护与质量控制规范、维修记录、校准记录等。



参 考 文 献

- [1] 翁诗甫等. 傅里叶变换红外光谱分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2016.
- [2] 程巳阳等. 合肥地区大气中CO₂和CH₄柱浓度季节变化遥测[J]. 光谱学与光谱分析, 2014, 34(03): 587-591.
- [3] HJ 168-2020 环境监测分析方法标准制修订技术导则[S].
- [4] HJ 1011-2018 环境空气和废气 挥发性有机物组分便携式傅里叶红外监测仪技术要求及检测方法[S].
- [5] DB31 310002-2021 长三角生态绿色一体化发展示范区挥发性有机物走航监测技术规范[S].
-





长三角区域环保产业协会联席会议
生态环境保护团体标准化技术委员会
互 认 团 体 标 准