

---

# 团体标准

T/SHAEPI\*\*\*-2024

---

## 温室气体（二氧化碳和甲烷）走航监测技术规范

Specification for Greenhouse Gases (CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub>) Cruise Monitoring  
(征求意见稿)

2024-\*\*-\*\* 发布

2024-\*\*-\*\* 实施

---

上海市环境保护产业协会 发布

## 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 方法概述.....	2
5 试剂或材料.....	2
6 仪器和设备.....	2
7 监测方法.....	3
8 结果计算与表示.....	4
9 质量保证与质量控制.....	5
10 数据审核和报送.....	5
11 人员培训与安全防护.....	5
附录 A（规范性）温室气体走航监测必测目标物.....	7
附录 B（资料性）数据报送参考格式.....	8
参考文献.....	9

## 前 言

根据《上海市环境保护产业协会团体标准管理办法》的要求,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。

本文件由上海市环境监测中心提出。

本文件由上海市环境保护产业协会归口。

本文件主编单位:上海市环境监测中心

中国科学院上海高等研究院

上海师范大学

本文件参编单位:上海交通大学

上海电力大学

复旦大学

浙江省生态环境监测中心

ABB(中国)有限公司

北京世纪朝阳科技发展有限公司

上海北分科技股份有限公司

浙江灵析精仪科技发展有限公司

上海申欣优达环保科技有限公司

漾青环保科技(上海)有限公司

本文件承诺执行单位:上海市环境监测中心

中国科学院上海高等研究院

上海交通大学

上海电力大学

复旦大学

上海师范大学

浙江省生态环境监测中心

ABB(中国)有限公司

北京世纪朝阳科技发展有限公司

上海北分科技股份有限公司

浙江灵析精仪科技发展有限公司

上海申欣优达环保科技有限公司

漾青环保科技(上海)有限公司

本文件主要起草人员:刘启贞、魏崇、杨勇、程金平、吴江、姚波、李巍岳、夏峥、沈加思、齐宇、陆翟亚、奚健、么欣、徐淑红、朱珠、彭之光、万文杰。

# 温室气体（二氧化碳和甲烷）走航监测技术规范

## 1 范围

本文件规定了温室气体（二氧化碳和甲烷）走航监测系统的方法概述、试剂或材料、仪器和设备、监测方法、结果计算与表示、质量保证与质量控制以及安全防护要求。本文件适用于采用走航监测技术的温室气体监测体系的建设与运行管理，可作为建设、运行与管理的技术依据。

## 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。

- GB/T 32198 红外光谱定量分析技术通则
- GB/T 33672 大气甲烷光腔衰荡光谱观测系统
- GB/T 34286 温室气体 二氧化碳测量 离轴积分腔输出光谱法
- GB/T 34287 温室气体 甲烷测量 离轴积分腔输出光谱法
- GB/T 34415 大气二氧化碳(CO<sub>2</sub>)光腔衰荡光谱观测系统
- HJ/T 55 大气污染物无组织排放监测技术导则
- HJ 194 环境空气质量手工监测技术规范
- HJ 212 污染物在线监控（监测）系统数据传输标准
- HJ 654 环境空气气态污染物(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO)连续自动监测系统技术要求及检测方法
- QX/T 125-2011 温室气体本底观测术语
- DB 31/T 310002 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

## 3 术语和定义

QX/T 125-2011界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**温室气体** greenhouse gas; GHG

大气中能够吸收红外辐射的气体成分，主要包括水汽（H<sub>2</sub>O）、二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、六氟化硫（SF<sub>6</sub>）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和臭氧（O<sub>3</sub>）等。

[来源：QX/T 125-2011, 3.1]

### 3.2

**走航监测** cruise monitoring

利用车载式监测设备在行进中连续自动监测，对温室气体等大气成分进行定性定量分析，并基于地理位置信息显示沿行进路线上大气成分的空间连续分布。

[来源: DB 31/T 310002, 3.2]

### 3.3

#### 驻点监测 stationary monitoring

利用车载式快速监测设备在固定点开展连续自动监测,对温室气体等大气成分和其他环境参数进行定性定量分析,驻点监测时间不少于 30 分钟。

## 4 方法概述

利用温室气体走航监测系统及其他辅助设备,在行进中对环境空气中温室气体进行连续自动监测,并结合地理位置信息,显示沿行进路线上的二氧化碳和甲烷等温室气体浓度空间分布,对高浓度点位进行复测或驻点监测,完成二氧化碳和甲烷等温室气体的走航监测。

## 5 试剂或材料

### 5.1 标准气体

5.1.1 应配备包含附录 A 所规定的二氧化碳和甲烷的标准气体。

5.1.2 标准气体应根据工作需要,购买有证标准气体或在有资质的单位定制。

5.1.3 为了和国内外数据进行比对,温室气体的标准气体应按照环境温室气体监测量值溯源体系的要求,溯源到我国主要温室气体国家基准/标尺。

## 6 仪器和设备

### 6.1 温室气体分析仪

温室气体分析仪由包括使用光腔衰荡光谱法、离轴积分腔输出光谱法或腔增强吸收光谱法等技术的设备主机、采样泵、前置过滤器、数据采集存储及传输单元等组成。二氧化碳和甲烷的测量范围和精度应满足 GB/T 33672、GB/T 34286、GB/T 34287、GB/T 34415 等相关标准的要求。

### 6.2 车载式大气采样系统

6.2.1 采样时间间隔不大于 1s。

6.2.2 采用多支路采样总管时,采样总管需满足 HJ 654 中的要求。

6.2.3 不采用采样总管时,可直接使用管线管路,管路应尽量短以减少对待测温室气体的吸附,管路总长度不超过 5 m。

6.2.4 采样口应位于车顶前部,且采样口应高于车顶不小于 0.2 m。

6.2.5 采样管路应选用不释放有干扰物质且不与待测温室气体发生化学反应的材料,例如聚四氟乙烯、黄铜、硼硅酸盐玻璃或者硅烷化处理的不锈钢材料。

6.2.6 采样气体进入设备分析前应通过颗粒物过滤器,去除粒径大于 5  $\mu\text{m}$  的颗粒物,推荐使用不锈钢或聚四氟乙烯滤膜。

6.2.7 采样气体进入设备分析前需采用冷阱、高氯酸镁干燥剂或者 Nafion 管除水。

6.2.8 车载大气采样系统安装完成后,需要测试设备开启后环境空气从采样口至温室气体分析仪所需要的时间。可采用大流量泵抽取气,分流部分样气至温室气体分析仪,缩短样气在管路中的停留时间小于 30 秒。

### 6.3 供电设备

电量应至少满足走航监测设备连续运行 4h 以上。

### 6.4 车载卫星定位系统及电子地图

应配备车载卫星定位系统，在走航监测时记录经纬度坐标、行进速度等信息，定位系统定位精度在 3.5 m 以内。卫星定位系统定位的时间分辨率不大于 1 s，与温室气体分析仪的时间分辨率保持一致。利用电子地图可以实时显示所在位置，辅助定位和行进路线规划。

### 6.5 气象监测系统

应配备符合 HJ/T 55 中要求的气象参数实时测量与记录系统，能够测量环境温度、相对湿度、大气压、风速和风向等气象参数。相应气象参数的测量范围和精度应满足 HJ 194 的要求。

### 6.6 工控机

6.6.1 工控机应满足 HJ 212 的要求，保障系统运行并将数据传输至上位平台。

6.6.2 通信接口：具备 USB 接口或以太网通信接口，使用无线网卡可以与上位平台通信。

6.6.3 存储要求：根据需要使用，能完整存储不少于 12 个月的所有参数监测数据及相关信息。

6.6.4 抗干扰功能：具备抗振动、防电磁干扰等功能。

6.6.5 电压稳定性：允许外部供电电压波动 $\pm 10\%$ 。

6.6.6 若温室气体分析仪已经具备数据存储和数据传输要求，可不配置单独的工控机。

### 6.7 其他设备

根据需要配备氧化亚氮 ( $N_2O$ )、一氧化碳 ( $CO$ )、二氧化硫 ( $SO_2$ )、二氧化氮 ( $NO_2$ )、乙烷 ( $C_2H_6$ ) 等在线监测设备，或者其他离线采样装置或设备，作为选测目标物和示踪物。也可配置视频采集设备，记录走航监测时周边外部环境。

## 7 监测方法

### 7.1 仪器准备

#### 7.1.1 设备校准和漂移分析

7.1.1.1 在走航监测前，使用溯源至国家温室气体基准/标尺尺度的标准气体对温室气体分析仪进行单点校准。通入标气时间应在设备读数稳定后不少于 5 分钟。

7.1.1.2 在走航监测后，使用温室气体分析仪对溯源至国家温室气体基准/标尺尺度的标准气体进行测量，分析走航监测前后设备的漂移。通入标气时间应在设备读数稳定后不少于 5 分钟。

#### 7.1.2 准确度分析

使用温室气体分析仪连续通入标准气体，设备读数稳定不少于 15 分钟。以实际测量结果计算温室气体分析仪的准确度和精密度。

#### 7.1.3 试运行

在实际走航监测前，启动监测设备和车辆，在车辆停放区域周边开展小范围走航试验，确认车辆、采样系统、温室气体分析仪、气象监测系统等运行正常；工控机可正常存储、上传监测数据；卫星定位系统显示定位准确。

### 7.2 监测方案制定

7.2.1 走航监测宜在风速 8 m/s 以下，且全天均无明显降水天气条件下开展。

7.2.2 应根据环境管理要求和解决实际环境问题的目的，合理规划监测区域。监测前应调查和掌握区域内排放温室气体的主要行业或者企业等排放源信息、道路分布特征以及盛行风向等信息。

7.2.3 结合区域管理要求和目标区域排放源分布，合理规划走航监测路线。应沿城市道路，重点区域或工业园区内部、边界、厂界进行走航监测。根据需要，也可参考 HJ/T 55 要求在排放源周边及其下风向进行走航监测或者驻点监测。

7.2.4 因二氧化碳和甲烷是长寿命气体，在大气中有背景浓度，根据需要可选择周边环境空气站点的二氧化碳和甲烷监测数据作为走航监测的参比背景浓度。也可选择上风向或者无明显排放区域的温室气体平均浓度作为参比浓度。

### 7.3 监测方案实施要求

根据走航监测实施目的不同，划分为区域调查型和排放源识别型两种走航监测。

#### 7.3.1 区域调查型走航监测实施要求。

a) 区域调查型走航监测适用于城市、乡村或其他类型的区域性温室气体浓度调查，数据可应用于区域温室气体现状评估以及作为碳同化系统的输入和验证数据。

b) 针对交通排放的走航监测，应在交通高峰期和平峰期、白天和夜晚、工作日与非工作日分别开展走航监测。

c) 针对非交通排放的城市、乡村或者其他区域排放现状调查的走航监测，应在非交通高峰期的时间内开展。考虑植物光合作用对二氧化碳吸收以及微生物排放的影响，应在夏季和冬季、白天和夜晚分别开展移动走航监测。

#### 7.3.2 排放源识别型走航监测实施要求。

a) 排放源识别型走航监测适用于大型温室气体排放点源和无组织排放源的识别及排放估算的调查。

b) 为了避免交通源的影响，排放源识别型走航监测应在非交通高峰期的时间内开展。

c) 在潜在点源或无组织排放源的周边路网进行密集走航监测，识别出温室气体浓度的高浓度区域和低浓度区域。

d) 对温室气体浓度高浓度区域，可开展停车驻点监测，结合道路位置信息、气象参数，评估监测点位的二氧化碳和甲烷特征，开展温室气体排放来源的溯源。根据工作需要可同时在点源的上下风向或者低浓度/高浓度区同时开展停车驻点监测，计算点源排放引起的温室气体浓度的增量，辅助温室气体排放溯源。

7.3.3 应按照规划路线开展走航监测。在出现道路施工或者监测结果异常等情况下可对路线进行适当调整。走航监测速度应满足道路最低限速要求，高速路/快速路、主干路、次干路分别满足每 30m、20m、15m 可获取一组监测数据。

7.3.4 走航监测过程中若发现二氧化碳和甲烷浓度有明显异常峰值或超过均值 20% 以上时，可在该点周边范围 500-1000 米内进行走航监测或者停车驻点监测。条件允许时，可以靠近排放源进行走航或者停车驻点监测。根据需要可以对高浓度监测点位进行复测，按 7.3.2 要求开展溯源监测。

## 8 结果计算与表示

### 8.1 浓度定量

根据采用光腔衰荡光谱法、离轴积分腔输出光谱法和腔增强吸收光谱法等技术的温室气体分析仪对样气中二氧化碳和甲烷的不同响应，直接定量样气中的二氧化碳和甲烷等温室气体浓度。

## 8.2 结果表示

8.2.1.本文件二氧化碳和甲烷使用的浓度单位分别为 ppm ( $\mu\text{mol/mol}$ ) 和 ppb ( $\text{nmol/mol}$ )。测量结果均保留小数点后 2 位数字。

8.2.2.默认浓度单位为  $\text{mg m}^{-3}$  或  $\mu\text{g m}^{-3}$  的监测设备，应按照公式 (1) 对单位进行换算。

$$\varphi_v = \rho_w \times \frac{V_m}{M} \quad (1)$$

式中：

$\varphi_v$ ——二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ ) 体积浓度为 ppm，或者甲烷 ( $\text{CH}_4$ ) 体积浓度为 ppb；

$\rho_w$ ——二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ ) 质量浓度为  $\text{mg m}^{-3}$ ，或者甲烷 ( $\text{CH}_4$ ) 质量浓度为  $\mu\text{g m}^{-3}$ ；

$M$ ——摩尔质量，单位为  $\text{g mol}^{-1}$ ；

$V_m$ ——标准状况下的气体摩尔体积，取  $22.4 \text{ L mol}^{-1}$ 。

8.2.3.走航监测完成后绘制走航路径上的二氧化碳和甲烷的浓度分布图，温室气体浓度高低可使用颜色来区分，也可以使用柱状图来区分。标注走航监测的区域、主要道路名称、走航监测时间和图例。根据工作需要，可以在高浓度点位附近注释，标注周边主要点源和潜在污染源等信息。

8.2.4.二氧化碳和甲烷走航监测分布图上浓度所对应的颜色可根据工作需要设置为渐变颜色。

## 9 质量保证与质量控制

9.1 对于采用光腔衰荡光谱法、离轴积分腔输出光谱法和腔增强吸收光谱法等技术的温室气体分析仪，每次走航监测前均需要利用溯源至国家温室气体基准/标尺尺度的标准气体对温室气体分析仪进行校准。走航监测后使用温室气体分析仪对该标准气体进行测量，测量的结果与走航监测前的结果相比，二氧化碳浓度差异不大于  $0.5 \text{ ppm}$ ，甲烷浓度差异不大于  $3 \text{ ppb}$ ，否则当次走航监测数据仅作为参考。

9.2 对于采用光腔衰荡光谱法、离轴积分腔输出光谱法和腔增强吸收光谱法的温室气体分析仪，需要每季度开展一次仪器稳定性检查，确保仪器处于良好状态。

9.3 建立质量控制文件，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、维修记录和校准记录等。

9.4 应对走航监测设备采取防震措施。

## 10 数据审核和报送

10.1 走航监测结果需要进行严格审核，审核内容包括：

- a) 走航监测过程是否符合规范；
- b) 数据记录是否规范、完整；
- c) 质控指标复核，确保各项质控指标合格。

10.2 通过审核后的监测数据按照规定的格式（附录 B）及相关要求汇总报送。

## 11 人员培训与安全防护

11.1 随车工作人员应通过培训，具有熟练的操作技能，能正确使用仪器设备。

11.2 车辆和设备应由专业人员定期进行维护保养工作。



11.3 优先保障行车安全。沿高速路/快速路、主干路、次干路走航监测时，应满足道路的最低限速要求，确保行车安全的前提下满足每 30m、20m、15m 内应有一组监测数据。沿重点区域或者工业园区开展走航监测时，以较低车速行驶时或临时停车不超过 10 分钟时，应开启危险报警闪光灯（即“双闪”灯）对周边车辆进行警示。

11.4 遵守属地管理要求。在工业园区或企业内部开展走航监测时，应遵守园区和企业的安全生产管理要求。

附录 A  
(规范性)  
温室气体走航监测必测目标物

本文件6.1中要求的必测目标物见表A.1。

表A.1 温室气体走航监测必测目标物

序号	温室气体名称	摩尔质量/(g mol <sup>-1</sup> )	CAS 号
1	二氧化碳	44	124-38-9
2	甲烷	16	74-82-8

附录 B  
(资料性)  
数据报送参考格式

表C.1 温室气体走航监测数据报送表

日期	时间	经度 (°)	纬度 (°)	道路名称	CO <sub>2</sub> 浓度 (ppm)	CH <sub>4</sub> 浓度 (ppb)	车速 (km/h)	气象参数 (可选)				
								气温 (°C)	气压 (hPa)	相对湿度 (%)	风速 (m/s)	风向 (°)

### 参考文献

- [1] 中国气象局综合观测司. 大气成分观测业务技术手册（第一分册：温室气体及相关微量成分）.北京：气象出版社，2014.
- [2] World Meteorological Organization. Global Atmosphere Watch (GAW), Integrated Global Greenhouse Gas Information System (IG3IS) report: Urban Greenhouse Gas Emission Observation and Monitoring Best Research Practices, 2021.
- [3] von Fischer, J.C., et al., Rapid, Vehicle-Based Identification of Location and Magnitude of Urban Natural Gas Pipeline Leaks. *Environmental Science & Technology*, 2017. 51(7): p. 4091-4099.
- [4] Wei, C. and M. Wang, Spatial distribution of greenhouse gases (CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub>) on expressways in the megacity Shanghai, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 2020. 27(25): p. 31143–31152.