

团 体 标 准

T/JSSES XXXX—XXXX

温室气体走航监测技术规范

Specification of Jiangsu province for greenhouse gas cruise monitoring

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

江苏省环境科学学会 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 标准气体 2

6 仪器设备及辅助设施技术要求 2

 6.1 温室气体分析仪 2

 6.2 大气采样系统 2

 6.3 工控机 2

 6.4 供电系统要求 2

 6.5 气象监测系统 3

 6.6 车载卫星定位系统及电子地图 3

 6.7 数采系统 3

7 监测方法 3

 7.1 仪器准备 3

 7.2 走航监测路线选择 3

 7.3 走航监测注意事项 4

8 结果计算与表示 4

9 质量保证与质量控制 4

10 数据审核与报送 4

11 安全防护 5

附录 A（规范性） 走航监测必测目标物 6

附录 B（规范性） 走航车行程记录表 7

参考文献 8

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。

本文件由江苏省环境科学学会提出并归口。

本文件起草单位：江苏省生态环境监测中心、无锡中科光电技术有限公司、江苏中科三可科技有限公司。

本文件主要起草人：

温室气体走航监测技术规范

1 范围

本文件规定了温室气体走航监测过程中关于仪器设备与辅助设施、监测方法、数据质控、数据采集与审核平台、系统维护等方面的内容。

本文件适用于地区温室气体走航系统的建设和管理,可作为地方碳数据管控与碳污协同联合治理的技术依据。

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/T34415-2017 大气二氧化碳(CO2)光腔衰荡光谱观测系统
GB/T34286-2017 温室气体二氧化碳测量离轴积分腔输出光谱法
GB/T34287-2017 温室气体甲烷测量离轴积分腔输出光谱法
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
T/JSSSES 8-2020 大气环境走航监测车改装技术要求及运行作业指导书

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; GHG

大气中能够吸收红外辐射的气体成分,主要包括水汽(H₂O)、二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、六氟化硫(SF₆)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟化碳(PFCs)和臭氧(O₃)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

数据采集系统 Data Collection System

指从数据源收集、识别和选取数据的过程,或者指数字化、电子扫描系统的记录过程以及内容和属性的编码过程。数据采集系统包括了可视化的报表定义、审核关系的定义、报表的审批和发布、数据填报、数据预处理、数据评审、综合查询统计等功能模块。通过信息采集的网络化和数字化,扩大数据采集的覆盖范围,提高审核工作的全面性、及时性和准确性,最终实现相关业务工作管理现代化、程序规范化、决策科学化以及服务网络化。

4 方法概述

温室气体走航监测系统主要由车载式监测设备、车载卫星定位系统及电子地图等设备组成。车载式监测设备集成高精度的传感器和数据处理单元，能够实时采集大气中的温室气体浓度数据。该系统能够在移动过程中实时、连续地自动监测大气环境中的温室气体。对于监测到的高浓度区域，系统会进行复测或实施驻点监测，以确保对温室气体及挥发性有机物进行全面、精准的联合走航监测。车载卫星定位系统则用于实时记录监测车辆的位置信息，能够直观展示行进路线上温室气体及挥发性有机物浓度的空间分布情况，以便后续的数据分析和处理。

5 标准气体

5.1 走航监测应配备包含附录 A 所规定的二氧化碳和甲烷的标准气体。

5.2 监测选用的标准气体应为符合国家证标准气体标准或在有相应认证资质的单位定制的单标或者混合浓度标准气体。情况允许下，应优先采用可以溯源到我国主要温室气体国家基准/标尺的标气。

5.3 使用温室气体标准气前，应检查气瓶的压力和浓度，确保其达到使用要求。使用后应及时关闭气瓶阀门，并定期检查气瓶是否有泄漏和其他异常情况。

6 仪器设备及辅助设施技术要求

6.1 温室气体分析仪

6.1.1 温室气体分析仪通常采用光腔衰荡光谱法、离轴积分腔输出光谱法或腔增强吸收光谱法等技术对常规温室气体二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）进行监测。设备精度主要取决于监测目的。当前城市温室气体监测的测量精度与范围如下：

6.1.2 测量精度：CO₂ 精度<0.2 ppm；CH₄ 精度<5ppb；

6.1.3 测量范围：CO₂ 测量范围 0 ~5000 ppm，CH₄ 测量范围 0 ~ 50 ppm。

6.2 大气采样系统

6.2.1 车载大气采样系统主要包含 ①采样管线、②采样泵、③套装管路④温控系统、⑤保温隔热层五部分。

6.2.2 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，例如聚四氟乙烯管材或者硅烷化处理的不锈钢材料。

6.2.3 采样气体进入温室气体设备前端通常需采用冷阱或者 Nafion 管进行除水。

6.2.4 当采样系统需要为多种设备提供样气时，需通过气泵调整抽气流速，确保设备得到充足进样量。

6.2.5 走航监测注重采样时效性，因此应确保进样管线长度到采样系统的距离低于 1 米。

6.3 工控机

6.3.1 工控机应满足在宽温范围内运行，如-25° C~60° C 或更宽的温度范围，以适应不同季节和气候条件下的工作环境。

6.3.2 工控机应具备 RS-485 或 RS -232 或以太网通信接口，用于与上位机通信。

6.3.3 具备 IP 等级（如 IP65）的防尘防水性能，整体结构应经过良好的设计和可靠的固定，能够承受车辆移动环境中的振动和冲击。

6.3.4 应具备宽压输入，且具备过电压保护、过电流保护和静电保护等工业级保护功能，确保在电源异常时保护工控机和数据的安全。

6.3.5 数据如需无线传输应考虑加密算法保护数据隐私，以确保工控机在传输和处理敏感信息时的安全性，可选择增加 VPN 设备进行数据加密传输。

6.4 供电系统要求

6.4.1 走航监测车应自带市电供电系统接入、UPS 供电 2 种方式，应符合 GB/T29477-2012 中 5.1.5.1 中的规定。

6.4.2 车内 UPS 供电应至少满足走航监测设备连续运行 4h 以上。

6.4.3 车内仪器用电须经过稳压设备后使用，避免因电压不稳导致的设备损坏或故障。

6.5 气象监测系统

为了满足环境监测和数据分析的高标准需求，走行车工控机应配备一套符合 HJ/T 55（环境空气质量自动监测技术规范）中明确规定的气象参数实时测量与记录系统。系统还应严格遵循 HJ 194 中对于测量范围和精度的要求，确保其能够在各种复杂环境中稳定运行。

6.6 车载卫星定位系统及电子地图

为了提升走航监测的精确度和时效性，车辆应装备车载北斗卫星定位系统。该系统在执行走航任务时，能够实时记录车辆的经纬度坐标等关键地理位置信息，确保监测数据的空间准确性。北斗卫星定位系统的定位精度需控制在 3.5 米以内，卫星定位系统的定位时间分辨率需达到或优于 1 秒。

6.7 数采系统

6.7.1 走航监测车应装备数据处理系统，该系统集数据采集、高效传输、直观展示以及远程在线交互功能于一体。根据具体的监测需求，该系统能够直接与前端的各类仪器设备相连，精准获取其原始输出信号，确保数据的全面性和准确性。

6.7.2 系统能够依据走航数据自动生成走航路径上的温室气体浓度分布彩图，可通过不同条带或柱状图的差异来直观展示不同区域的浓度高低，并具备浓度范围自定义功能。同时，系统应清晰标注走航监测的具体区域、主要道路名称、监测时间以及图例说明，为后续的分析和决策提供详尽的信息支持。

7 监测方法

7.1 仪器准备

7.1.1 温室气体分析仪校准

为保障走航数据的准确性，走航监测前进行校准。根据设备原理类型，可参考 GB/T 34287-2017、GB/T 34286-2017、GB/T 34415-2017、GB/T 33672-2017 等相关标准。走航监测前，每瓶标气均通入 15min，利用 5min 均值响应浓度数据与标称值进行拟合，用最小二乘法绘制校准曲线。仪器经过校准后，进行目标气单点校准。走航结束后，进行 1 次目标气单点校准，分析走航监测前后设备的漂移，通标时间应不少于 5 分钟（设备读数稳定后）。

7.1.2 试运行

在正式走航监测前，进行监测设备和车辆的启动自检，并在周边区域开展小范围走航试验，确认车辆、卫星定位系统、车内监测设备、数据集成系统等运行正常；数据可正常存储上传，信号传输无误。

7.2 走航监测路线选择

7.2.1 根据实际走航监测目的，合理规划监测路线。监测前应明确区域内重点温室气体排放源信息（如企业、园区、垃圾填埋场等）、道路分布特征以及盛行风向等信息。

7.2.2 走航路线主要沿城市道路、重点区域或工业园区周边、边界、厂界进行走航监测，也可参考 HJ/T 55 要求在排放源上下风向或者低值/高值区进行走航监测，在排放高值区域建议进行 10 分钟驻点监测。驻停监测时如果车辆非新能源车，车辆应迎风停放或者车辆熄火监测，防治因车辆尾气排放对监测结果造成影响。

7.2.3 针对交通排放的走航监测，应分别选取交通拥挤和通畅路段，分别在交通早中晚高峰期和平峰期、工作日与非工作日、不同季度分别开展监测。

7.2.4 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，应尽量避免交通拥堵路段的高峰期，并适当增加走航频次，确保走航结果具有区域代表性。

7.3 走航监测注意事项

7.3.1 走航过程中，技术人员需要注意周围可能影响监测结果的活动，例如生物质燃烧、工业生产、异味等信息，并做好记录，记录表格可参考附录 B。

7.3.2 走航监测宜在风速 8m/s 以下，且全天均无明显降水情况下开展。

7.3.3 走航监测车速应在满足道路最低限速要求情况下进行，常规路段建议控制在 30km/h 至 40km/h 之间，在其他快速道路建议控制在 90km/h 以下。

7.3.4 在园区或企业走航时，应采用在园区内部加密走航，兼顾园区周围的原则，同步结合驻停监测在待测区域上下风向进行温室气体监测。

7.3.5 在实际走航过程中会遇到设计的路线无法通行（如临时施工、交通管制等），可依据实际情况针对路线进行合理调整，并将调整计划记录在案。

8 结果计算与表示

8.1 本文件默认二氧化碳和甲烷浓度单位分别为 ppm 和 ppb，测量结果均保留小数点后 2 位数字。默认浓度单位为 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。

$$\phi_v = \rho_w \times \frac{V_m}{M} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ϕ_v ——二氧化碳体积浓度为 ppm，或者甲烷体积浓度为 ppb；

ρ_w ——二氧化碳质量浓度为 mg m^{-3} ，或者甲烷质量浓度为 $\mu\text{g m}^{-3}$ ；

M——摩尔质量，单位为 g mol^{-1} ；

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

8.2 不同温室气体浓度通过采样系统中颜色变化表示。

9 质量保证与质量控制

9.1 走航开始前，应对温室气体设备进行校准，确保其达到正产工作状态。走航结束后，应对设备开展目标气检查，确保其测量结果与走航监测前结果相比，二氧化碳浓度差异不大于 0.5 ppm，甲烷浓度差异不大于 3 ppb。

9.2 走航车内的温室气体分析仪，需每季度开展一次设备性能检查，确保仪器处于良好状态。可参考 GB/T 34287-2017、GB/T 34286-2017、GB/T 34415-2017、GB/T 33672-2017 等相关标准进行。

9.3 走航监测过程应建立完整的质量管理控制流程，包括但不限于技术人员培训计划、仪器操作规范、设备维修记录、设备质控与校准记录、日常运维记录等。

10 数据审核与报送

10.1 审核人员应核实走航监测过程中设备是否记录了所有必要的的数据，包括时间、地点、温室气体浓度等。检查数据记录是否连续，无缺失或中断。

10.2 核实走航监测设备在使用前是否进行了校准，并查看校准记录。检查校准日期和校准结果，确保设备在监测期间处于准确状态。

10.3 使用统计方法（如均值、标准差、极值等）识别数据中的异常值，并通过对比历史数据以及走航经验，识别出与以往监测结果显著不同的数据点。核实异常数据是否由仪器故障、校准问题或环境因素等引起。对确认无误的异常数据，按照既定规则进行剔除，并说明剔除原因。

10.4 将审核通过的数据备份便于后期分析和数据追溯。结合数据编写走航报告并进行报送。

11 安全防护

11.1 运维人员应通过专业走航培训，具有熟练的设备操作以及初步设备管路调试和检修能力。车辆内部常备电器灭火设备且数据通信系统能够在走航以及驻停期间通信畅通。

11.2 走航监测优先保证行车安全，车辆行驶过程前应检查车顶取样监测装置，确保其处于收起状态；当车辆行驶过程中，应以较低车速行驶（ $<40\text{km/h}$ ）；驻车监测时，应选取相对安全区域靠边停车，并开启车辆警示闪光灯。

11.3 应定期检查走航车车况，以及车内监测设备，减少安全隐患，确保其处于良好的工作状态。

附 录 A
(规范性)
走航监测必测目标物
表 A.1 走航监测必测目标物

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

附录 B
(规范性)
走航车行程记录表
表 B.1 走航行车记录表

走航行车记录表							
日期		出发时间		返回时间		天气	
走航地点		开始时间		结束时间			
温室气体实际监测结果							
CO ₂ 浓度	CH ₄ 浓度	车速	可能影响原因				
备注							

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] 中国环境监测总站. 城市碳监测试点质量控制与质量管理指南（试行）. 北京，2013.
-