|  |  |
| --- | --- |
| ICS  |   |
| CCS  | 点击此处添加CCS号 |

|  |
| --- |
|  11 |

北京市地方标准

DB 11/T XXXX—XXXX

大气高精度温室气体连续自动监测系统运行和质控技术规范

Technical specifications for the operation and quality control of ambient air high-precision continuous automatic monitoring system for greenhouse gases in the atmosphere

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

北京市市场监督管理局  发布

目次

[前言 II](#_Toc187154058)

[1 范围 1](#_Toc187154059)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc187154060)

[3 术语和定义 1](#_Toc187154061)

[4 温室气体高精度连续自动监测方法与系统构成 1](#_Toc187154062)

[5 日常运行维护 2](#_Toc187154063)

[6 质量保证和质量控制 3](#_Toc187154064)

[7 数据有效性判定 4](#_Toc187154065)

[附录A（资料性） 日常巡检记录 5](#_Toc187154066)

[附录B（规范性） 标准气体使用方法 7](#_Toc187154067)

[附录C（规范性） 性能审核方法 9](#_Toc187154068)

[附录D（资料性） 数据有效性判定标记 11](#_Toc187154069)

[参考文献 12](#_Toc187154070)

1. 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。

本文件由北京市生态环境局提出并归口。

本文件由北京市生态环境局组织实施。

本文件起草单位：北京市生态环境监测中心、北京城市气象研究院。

本文件主要起草人：

大气高精度温室气体连续自动监测系统运行和质控技术规范

* 1. 范围

本文件规定了大气温室气体（CO2、CH4）高精度连续自动监测系统的构成、日常运行维护、质量保证和质量控制、数据有效性判断等技术要求。

本文件适用于采用大气温室气体（CO2、CH4）高精度连续自动监测系统开展监测时的运行与质控。

* 1. 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

高精度连续自动监测 high-precision automatic monitoring

在监测点位使用高精度监测方法对大气中温室气体进行连续的样品采集、前处理、浓度分析的过程。

标准气体 standard gas

经过可靠量值溯源程序认可的气体标准物质，主要是以干洁空气或合成空气为底气、被测物种浓度己知的混合气，又称标气。

[来源：GB/T 33672-2017，2.3，有修改]

校准标气 calibration standard gas

用以对监测仪器绘制多点校准曲线进行定量测量的标准气体，以下简称校准气。

目标标气 target standard gas

用以检查监测仪器运行状况、稳定性等用途的标准气体，以下简称目标气。

[来源：GB/T 33672-2017，2.4，有修改]

样品气体 sample gas

由采样口进入监测系统待测量的环境空气。

* 1. 温室气体高精度连续自动监测方法与系统构成
		1. 监测方法

环境大气通过采样泵到达除水单元，排除水汽干扰的样气经多路进样控制单元进入监测仪器，监测利用被测量物质CO2和CH4对特定波长光的吸收特性，采用光腔衰荡光谱法、离轴积分腔输出光谱法等分析方法，得到高精度要求的CO2和CH4浓度。标准气体通过前处理装置依次进入监测仪器，根据分析结果对监测仪器进行校准。

* + 1. 系统构成
			1. 系统整体组成

温室气体（CO2、CH4）高精度连续自动监测系统主要由采样及前处理装置、监测仪器、标准气体单元以及数据采集与传输设备等部分组成，如图1所示。



1. 温室气体高精度连续自动监测系统示意图
	* + 1. 采样及前处理装置

主要包括进气过滤器、采样管线、采样泵、除水单元、多路进样控制单元及其他辅助装置，用于采集样品气体或通入标准气体并进行水汽去除，经多路进样控制单元的设置可控制进入监测仪器的气体种类、顺序和时间，实现样品气体和标准气体的自由切换。

* + - 1. 监测仪器

用于对样品气体中的CO2、CH4等进行高精度监测分析的仪器设备。监测仪器原理主要包括光腔衰荡光谱法、离轴积分腔输出光谱法等方法。

* + - 1. 标准气体单元

主要包括标准气、钢瓶、减压阀等。用于分析和验证监测系统运行状况或检验监测系统精密度、准确度等。

* + - 1. 数据采集与传输设备

主要包括具有数据采集、控制及记录功能的终端或组件等，用于采集、存贮监测系统的输出信号，并基于所获取的信息进行数据传输处理等。

* 1. 日常运行维护
		1. 基本要求

能够满足大气高精度温室气体（CO2、CH4）连续自动监测系统应全年连续运行，如出现故障或监测数据异常等情况，应取有效措施及时处理，确保系统正常运行。

监测仪器主要技术参数应与仪器说明书要求和系统安装验收时的设置值保持一致。如确需对主要技术参数进行调整，应开展参数调整试验和仪器性能测试，记录测试结果并编制参数调整测试报告。

* + 1. 运行维护
			1. 日常巡查

应对监测系统、安装地点及辅助设备等，每周至少开展1次现场巡检。巡检工作主要包括：

1. 检查监测仪器所在房间内温度湿度是否正常，温度应保持在25℃±5℃，相对湿度保持在80%以下；在冬、夏季节注意房间内外温差，必要时应及时调整室内温度或对采样管采取适当的控温措施，防止因温差造成采样装置出现冷凝水的现象；
2. 检查采样管路等前处理装置运行状况，查看流量、温度、气路切换、除水效果等是否正常，并对气路气密性进行检查；
3. 检查标气瓶是否漏气，气瓶压力、分压压力及标准气体消耗量是否正常；
4. 检查监测仪器工作状态及工作参数是否正常，如有报警信息应立即进行排查并处理；
5. 检查数据采集、传输与网络通讯是否正常；
6. 检查空调、排风扇、电源等辅助设备的运行状况是否正常，必要时对空调过滤网进行清洗；
7. 检查各种消防、安全设施设备是否完好齐全；
8. 检查监测仪器所在房间内外部环境，是否有漏雨现象，及时清除周围杂草和积水，对监测有影响的树枝应及时进行剪除；
9. 做好日常巡检记录，见附录A。
	* + 1. 日常维护

应对监测系统的仪器设备进行定期维护和故障处理。主要内容包括：

1. 每日远程查看监测数据及仪器工作状态参数，发现异常时，应及时至现场进行故障检测及排除，对相关部件进行清洗、维护或更换；
2. 定期更换和清洁监测系统中的过滤装置，采样入口处和采样管路中的过滤器至少每年更换1次，并视过滤膜实际污染情况适当增加更换频次；其他干燥耗材必要时应及时更换；
3. 每2年至少清洁1次室外采样管，每次清洁后，应进行检漏测试；
4. 定期检查、清洗、更换仪器重要部件，对抽气泵、散热风扇、气路接头、过滤器或接插件等普通易损件维修后，应进行目标气检查；对机械部件、光学部件、检测部件和信号处理部件等关键部件维修后，应进行仪器性能测试，合格后方可投入使用；
5. 每次故障检修完成后，应对检修、校准和测试情况进行记录。
	1. 质量保证和质量控制
		1. 标气

标气的管理及使用应符合如下要求：

1. 标气应溯源至我国温室气体测量基准标尺或国际测量基准标尺，并在有效期内使用；
2. 配备至少3瓶校准气（高、中、低浓度各1瓶）和至少1瓶目标气。建议高浓度校准气浓度在全年小时浓度的90百分位附近，中浓度校准气浓度在全年小时浓度的50百分位附近，低浓度校准气浓度在全年小时浓度的10百分位附近；建议目标气在全年小时浓度的40~60百分位之间；
3. 标气瓶应使用两级压力调节阀控制，以保证稳定输出标准气体；
4. 标气瓶宜横置固定；
5. 标气瓶压力值低于2 MPa时，应更换新的标气。校准气与目标气不应同时更换。
	* 1. 监测仪器

对监测仪器的校准及检查应符合如下要求：

1. 应每月至少开展1次标准气校准。通入不同浓度校准气后，使用最小二乘法绘制校准曲线得到校准方程，校准方程用于对仪器监测数据的修正。具体操作及计算方法应符合附录B的要求；
2. 建议每间隔23小时进行1次目标气检查。目标气检查结果应符合：CO2、CH4差值分别不超过±0.2 ppm、±5 ppb，否则应及时进行系统检查、维护和校准。具体操作及计算方法应符合附录B的要求。
	* 1. 监测仪器性能审核
			1. 精密度审核

精密度审核时，监测仪器示值相对标准偏差应≤0.05%。宜每年进行1次精密度审核，具体操作及计算方法应符合附录C的要求。

* + - 1. 准确度审核

 向监测系统通入不少于3个浓度的标气，使用最小二乘法绘制多点校准曲线，用相关系数和目标气检查结果对仪器准确度进行评价，需要满足以下要求：

1. CO2/CH4校准曲线方程相关系数r>0.9999；
2. 使用校准曲线方程计算目标气的修正浓度值，CO2、CH4修正浓度值与标称浓度值的差值应分别不超过±0.2 ppm、±5 ppb。

宜每年进行1次准确度审核，具体操作应符合附录C的要求，计算方法参考附录B。

* 1. 数据有效性判定

计算分钟、小时和日均值时，一律使用监测仪器修正后浓度值进行计算。

气路出现切换动作，如冷阱管道切换、多层采样气路切换、标准气体切换等而受影响数据为无效数据；监测仪器启动至预热完成时段内的数据以及样品气体或标准气体冲洗管路期间的数据为无效数据。

监测系统出现故障期间，如采样管堵塞、样气未从进样口进入、管路漏气等出现的异常数据为无效数据。

对监测系统进行检查、维修、保养、校准等期间的数据为无效数据。

若目标气检查不合格，则从上次目标气检查合格的结束时刻至下1次目标气检查合格时刻之间的监测数据为无效数据。

对于缺失和判断为无效的数据应标识并注明原因，保留原始记录。数据有效性判定标记参考附录D。

1.
2. （资料性）
日常巡检记录

日常巡检记录见表A.1。

* 1. 日常巡检记录

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 站点名称 |  | 巡查时间 | 年 月 日 时 分— 时 分 |
| 巡查内容 | 是否正常 | 问题处置 | 备注 |
| **站房外部环境** |  |  |  |
| 1 | 点位周围环境变化情况 |  |  |  |
| 2 | 点位周围安全隐患 |  |  |  |
| 3 | 站房外围护栏及隔离带状况 |  |  |  |
| 4 | 站房及配套辅助设施状况 |  |  |  |
| 5 | 站房屋顶是否完好 |  |  |  |
| **站房内部环境** |  |  |  |
| 1 | 温度： ℃ 湿度： % |  |  |  |
| 2 | 照明系统工作状况 |  |  |  |
| 3 | 安全及消防设施状况 |  |  |  |
| 4 | 是否存在异味 |  |  |  |
| 5 | 排风扇及空调工作状况：空调设定温度 ℃ |  |  |  |
| 6 | 卫生状况 |  |  |  |
| 7 | 供电及网络等线路工作状况 |  |  |  |
| **采样及前处理装置** |  |  |  |
| 1 | 采样塔、采样管线等辅助设施状况 |  |  |  |
| 2 | 采样口过滤装置使用情况 |  |  |  |
| 3 | 抽气泵泵膜、阀片使用情况 |  |  |  |
| 4 | 管路检漏情况 |  |  | 使用检漏液 |
| 5 | 初级除水装置工作状况：设定温度 ℃ |  |  |  |
| 6 | 二级除水装置工作状况：设定温度 ℃ 实际温度 ℃  |  |  |  |
| 7 | 多路进样控制单元工作状况 |  |  |  |
| **监测仪器** |  |  |  |
| 1 | 运行报警信息 |  |  |  |
| 2 | 面板、背部风扇及过滤网等工作状况 |  |  |  |
| 3 | 样气分析部件工作状况 |  |  |  |
| 4 | 时钟状况 |  |  | ≤10s |

表A.1 日常巡检记录（续）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 站点名称 |  | 巡查时间 | 年 月 日 时 分— 时 分 |
| 巡查内容 | 是否正常 | 问题处置 | 备注 |
| 5 | 目标气检查情况 |  |  | CO2/CH4≤±0.2ppm/5ppb |
| **标气单元** |  |  |  |
| 1 | 压力值：标气瓶1 MPa；标气瓶2 MPa；标气瓶3 MPa；标气瓶4 MPa； |  |  | 大于2Mpa |
| 2 | 分压表压力设定情况 |  |  | 0.1MPa |
| 3 | 管路检漏情况 |  |  | 使用检漏液 |
| 4 | 标气使用有效期 |  |  |  |
| **数据采集与传输** |  |  |  |
| 1 | 数据采集与存储状况 |  |  | 数据是否缺失 |
| 2 | 数据传输状况 |  |  | 传输数据是否完全 |

1. （规范性）
标准气体使用方法
	1. 校准气使用方法

向监测仪器依次从低到高通入至少3个已知浓度的校准气，每次通气15分钟，分别记录监测仪器对各浓度校准气的响应浓度值，取后5分钟均值为记录结果。

用最小二乘法获得校准曲线的拟合方程，使用r代表最小二乘法计算得到的相关系数，见公式（B.1）：

 $Y=aX+b $ (B.)

式中：

*X* ——监测仪器对校准气的响应浓度值；

*Y* ——校准气标称浓度值；

*a* ——为校准曲线斜率；

*b* ——校准曲线截距。

用公式（B.2）计算修正浓度值：

 $C=aC^{'}+b$ (B.)

式中：

*C* ——修正浓度，ppb或ppm；*a*为校准曲线斜率；

*B* ——校准曲线截距，ppb或ppm；

$C^{'}$——为样气浓度，ppb或ppm。

* 1. 目标气使用方法

向监测仪器通入已知浓度目标气，每次通气15分钟，待读数稳定后分别记录监测仪器对各浓度标准气体的响应浓度值，取后5分钟均值为记录结果。

用公式（B.3）计算目标气修正浓度值：

 $S^{''}=aS^{'}+b$ (B.)

式中：

S^''=aS^'+b ………………………………………（B.3）

式中：

$S^{''}$——目标气修正浓度值ppb或ppm；

*a* ——校准曲线斜率；

*b* ——校准曲线截距，ppb或ppm；

$S^{'}$——监测仪器对标准气体的响应浓度值，ppb或ppm。

目标气检查结果应符合：CO2/CH4差值E不超过±0.2 ppm/5 ppb，当检查结果不满足要求时，应查找原因并处理；必要时缩短质控时间间隔。用公式（B.4）计算目标气差值：

 $E=S^{''}-S$ (B.)

式中：

*E* ——目标气差值,ppb或ppm；

$S^{''}$——目标气修正浓度值,ppb或ppm；

*S* ——目标气标称浓度值，ppb或ppm。

1. （规范性）
性能审核方法
	1. 精密度审核
		1. 审核方法

对监测仪器进行精密度审核之前，不改动仪器任何设置参数，向监测仪器通入某一浓度的标准气体，标准气体浓度在全年小时浓度的50百分位附近，根据仪器示值的相对标准偏差，来确定仪器的精密度。

* + 1. 审核流程

监测仪器精密度审核操作与相关参数计算应符合如下要求：

1. 向监测仪器通入标准气体，记录仪器示值$Y\_{i}$。建议每次通气30分钟，取后15分钟原始监测数据参与计算。
2. 该仪器示值的相对标准偏差按照公式（C.1）、（C.2）计算：

 $SD=\sqrt{\frac{\sum\_{i=1}^{n}\left(Y\_{i}-\overbar{Y}\right)^{2}}{n-1}}$ (C.)

式中：

*SD* ——标准偏差；

$Y\_{i}$ ——标准气体第i次测量值，Y为标准气体测量平均值，n为测量次数。

 $RSD=\frac{SD}{\overbar{Y}}×100\%$ (C.)

式中：

*RSD* ——相对标准偏差；

*SD* ——标准偏差；

*Y* ——标准气体测量平均值。

* 1. 准确度审核
		1. 核方法

准确度审核方法同标准气体使用方法（附录B），向监测系统依次从低到高通入至少3个已知浓度的标气，用最小二乘法获得多点校准曲线，用相关系数和目标气检查结果对仪器准确度进行评价。

* + 1. 审核流程

监测仪器准确度审核操作与相关参数计算应符合如下要求：

1. 向监测仪器依次从低到高通入至少3个已知浓度的校准气，每次通气15分钟，分别记录监测仪器对各浓度校准气的响应浓度值，取后5分钟均值为记录结果，用最小二乘法获得监测仪器校淮曲线的拟合方程，如公式（B.1）所示；
2. 将目标气仪器响应值代入校准曲线的拟合方程，用公式（B.3）、（B.4）计算出差值；
3. 对所获校准曲线的相关系数和差值应符合：CO2、CH4校准曲线相关系数均应满足r>0.9999；CO2、CH4差值分别不超过±0.2 ppm、±5 ppb。

若其中任何一项指标不满足要求,则需对监测仪器及系统进行保养、检修，直至检验指标符合要求。

1. （资料性）
数据有效性判定标记

数据有效性判定标记见表D.1。

* 1. 数据有效性判定标记

|  |  |
| --- | --- |
| 数据无效原因 | 标记名称 |
| 校准过程未完成/管路冲洗稳定期/气路切换 | Caliberation Sequence, Cal |
| 设备维修/维护/保养/系统故障 | Data exception, DE |
| 目标气检查不合格 | Quality Control, QC |

参考文献

[1] GB/T 33672—2017 大气甲烷光腔衰荡光谱观测系统

[2] GB/T 34286—2017 温室气体二氧化碳测量离轴积分腔输出光谱法

[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] HJ 663—2013 环境空气质量评价技术规范

[6] HJ 818—2018 环境空气气态污染物（SO2、NO2、O3、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范

[7] 环境空气温室气体及其示踪物（CO2、CH4、N2O和CO）光腔衰荡光谱法连续自动监测系统运行和质控技术指南（第一版）（总站气字 〔2022〕433号）

[8] 环境空气温室气体及示踪物（CO2、CH4、N2O和CO）连续自动监测采样系统的技术要求（总站气字〔2022〕475号）

[9] ICOS Atmosphere Station Specifications V2.0

[10] 21th WMO/IAEA Meeting on Carbon Dioxide, Other Greenhouse Gases and Related Measurement Techniques (GGMT-2022)

[11] Greenhouse Gas Emissions and Dispersion, Chapter 4: Quality Control Process of in-situ INFLUX Tower-based Observation Data (NIST IR 8070)

