

ICS 13.040.20
CCS Z 10



长江三角洲区域统一标准

DB31/T 310XX—2025、DB32/T 320XX—2025
DB33/T 330XX—2025、DB34/T 340XX—2025

固定污染源二氧化碳排放自动监测技术规范

Specifications for Continuous Emissions Monitoring of CO₂ for Stationary Sources

（征求意见稿）

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

上海市市场监督管理局、上海市生态环境局
江苏省市场监督管理局、江苏省生态环境厅
浙江省市场监督管理局、浙江省生态环境厅
安徽省市场监督管理局、安徽省生态环境厅

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 系统组成与功能要求	2
5 技术要求	3
6 现场性能指标	3
7 监测站房	3
8 安装要求	4
9 技术性能指标调试检测	4
10 技术验收	5
11 日常运行维护要求	7
12 质量保证和质量控制要求	7
13 数据审核和处理	8
附 录 A （规范性附录） 输出参数计算方法	9
附 录 B （规范性附录） 排放量的计算方法	11
附 录 C （规范性附录） 主要技术指标调试检测和验收方法	11
附 录 D （资料性附录） CO ₂ -CEMS 安装调试检测原始记录表	17
附 录 E （资料性附录） CO ₂ -CEMS 调试检测报告	24
附 录 F （资料性附录） CO ₂ -CEMS 日常巡检、校准和维护原始记录表	25

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。

本文件由上海市生态环境局、江苏省生态环境厅、浙江省生态环境厅、安徽省生态环境厅联合提出并组织实施。

本文件由上海市生态环境局、江苏省环境管理标准化技术委员会、浙江省环境保护标准化技术委员会、安徽省生态环境保护标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：上海市环境监测中心、江苏省环境监测中心、浙江省生态环境监测中心、安徽省生态环境监测中心、上海金艺检测技术有限公司。

本文件主要起草人：裴冰、杨文雨、孙毅、孙焱婧、邓继、杨喆麟、董励、胡玲、黄剑、张艳艳、卞静晶、宋兴伟、楼振纲、夏峥、余靖、周柯锦、沈俏会、张晚楚、陈微、余晶京、褚天高、陈亮、朱琦、汪琳、董威、张琪、张培平。

固定污染源二氧化碳排放自动监测技术规范

1 适用范围

本文件规定了固定污染源二氧化碳排放自动监测系统的系统组成与功能要求、技术要求、现场性能指标、监测站房、安装要求、技术性能指标调试检测、技术验收、日常运行维护要求、质量保证和质量控制要求及数据审核和处理等有关要求。

本文件适用于固定污染源二氧化碳排放自动监测系统的安装、验收、运行和管理。

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。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本文件。

HJ 75 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范

HJ 76 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法

HJ 212 污染物自动监测监控系统数据传输技术要求

HJ 870 固定污染源废气 二氧化碳的测定 非分散红外吸收法

HJ 1240 固定污染源废气 气态污染物（SO₂、NO、NO₂、CO、CO₂）的测定 便携式傅里叶变换红外光谱法

HJ 1405 排污单位污染物排放口监测点位设置技术规范

3 术语和定义

HJ 75 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动监测系统 continuous monitoring system (CMS)

实时、连续监测固定污染源废气参数所需要的全部设备。

3.2

CO₂排放自动监测系统 CO₂ continuous emission monitoring system (CO₂-CEMS)

实时、连续监测固定污染源废气中二氧化碳排放浓度和排放量所需的全部设备。

3.3

有效数据 valid data

符合本文件技术指标要求，经验收合格的 CO₂-CEMS，在固定污染源排放废气条件下，CO₂-CEMS 正常运行所测得的数据。

3.4

有效小时均值 valid hourly average

整点 1 h 内不少于 45 min 有效数据的算术平均值。

3.5

参比方法 reference method

用于与 CO₂-CEMS 测量结果相比较的国家或行业发布的标准方法。

3.6

校验 checkout/verification

用参比方法对 CO₂-CEMS（含取样系统、分析系统）检测结果进行正确度、相关系数、相对误差、绝对误差等的比对检测过程。

3.7

调试检测 performance testing

CO₂-CEMS 安装、初调和至少正常连续运行168 h 后，于技术验收前对CO₂-CEMS 进行的校准和校验。

3.8

系统响应时间 response time

指从 CO₂-CEMS 采样系统探头通入标准气体的时刻起，到分析仪示值达到标准气体标称值 90%的时刻为止，中间的时间间隔。包括管线传输时间和仪表响应时间。

3.9

零点漂移 zero drift

在仪器未进行维修、保养或调节的前提下，CO₂-CEMS 按规定的时间运行后通入零点气体，仪器的读数与零点气体初始测量值之间的偏差相对于满量程的百分比。

3.10

量程漂移 span drift

在仪器未进行维修、保养或调节的前提下，CO₂-CEMS 按规定的时间运行后通入量程校准气体，仪器的读数与量程校准气体初始测量值之间的偏差相对于满量程的百分比。

3.11

速度场系数 velocity field coefficient

参比方法与 CEMS 同步测量烟气流速，参比方法测量的烟气平均流速与同时间区间且相同状态的 CEMS 测量的烟气平均流速的比值。

4 系统组成与功能要求

4.1 固定污染源 CO₂-CEMS 由 CO₂ 浓度监测单元、废气参数监测单元、数据采集、处理与传输单元组成。其中，废气参数监测单元包括流速连续测量系统、温度连续测量系统、湿度连续测量系统；或可充分利用现有固定污染源烟气排放自动监测系统，增加二氧化碳浓度监测单元，实现二氧化碳排放连续监测。

4.2 固定污染源 CO₂-CEMS 系统结构主要包括样品采集和传输装置、预处理设备、分析仪器、数据采集和传输设备以及其他辅助设备。依据 CO₂-CEMS 测量方式和原理的不同，由上述全部或部分结构组成。

4.3 CO₂-CEMS 应实现测量废气中二氧化碳浓度、废气参数（温度、压力、流速或流量、湿度等），同时计算废气中二氧化碳排放速率和排放量，显示（可支持打印）和记录各种数据和参数，形成相关图表，并通过数据、图文等方式进行传输。

4.4 输出参数计算应满足本文件附录 A 要求。

5 技术要求

5.1 CO₂-CEMS 满足 HJ 76 中外观要求、工作条件要求及安全要求。

5.2 CO₂-CEMS 样品采集和传输装置、预处理设备、辅助设备符合 HJ 76 要求。

5.3 CO₂-CEMS 校准功能、数据采集和传输设备符合 HJ 76 要求。

6 现场性能指标

6.1 CO₂ 浓度监测单元

6.1.1 示值误差：与标准气体标称值的相对误差不超过±3%。

6.1.2 响应时间：≤200s。

6.1.3 24h 零点漂移和量程漂移：不超过满量程的±2.5%。

6.1.4 正确度：用参比方法测量烟气中二氧化碳的浓度≤10%时，绝对误差不超过±1%；参比方法二氧化碳浓度>10%时，相对误差不超过±10%。

6.2 流速自动监测系统

6.2.1 速度场系数精密度：相对标准偏差≤5%。当速度场系数精密度不满足要求，参比方法与流速 CEMS 有效数据对数≥9 时，相关系数≥0.9。

6.2.2 正确度：当参比方法测量烟气流速平均值：流速>10m/s 时，相对误差不超过±8%；流速≤10m/s 时，相对误差不超过±10%。

6.3 温度自动监测系统

正确度：与参比方法测量结果平均值的绝对误差不超过±3℃。

6.4 湿度自动监测系统

正确度：当参比方法测量废气湿度的平均值：>5.0%且≤40%时，相对误差不超过±25%；≤5.0%时，绝对误差不超过±0.75%。

7 监测站房

CO₂-CEMS 监测站房应满足 HJ 75 中相关要求。

8 安装要求

8.1 安装位置要求

8.1.1 满足 HJ 1405 中安装位置要求。

8.1.2 若一个固定源排气先通过多个烟道或管道后进入该固定源的总排气管时，应尽可能将 CO₂-CEMS 安装在总排气管上，但要便于用参比方法校验 CO₂-CEMS，不得只在其中的

一个烟道或管道上安装 CO₂-CEMS，并将测定值作为该固定源的 CO₂ 排放量结果；但允许在每个烟道或管道上安装 CO₂-CEMS，CO₂ 排放量测量值为所有烟道测量值的和。

8.2 安装施工要求

满足 HJ 75 中安装施工要求。

9 技术性能指标调试检测

9.1 CO₂-CEMS 在完成安装、初调，并连续运行 168 h 后，应进行技术性能指标的调试检测。调试检测的技术性能指标包括：

- a) CO₂-CEMS 示值误差；
- b) CO₂-CEMS 系统响应时间；
- c) CO₂-CEMS 零点漂移
- d) CO₂-CEMS 量程漂移；
- e) CO₂-CEMS 正确度；
- f) 流速 CMS 速度场系数
- g) 流速 CMS 速度场系数精密度；
- h) 流速 CMS 正确度；
- i) 温度 CMS 正确度；
- j) 湿度 CMS 正确度。

9.2 调试期间如果因 CEMS 故障、固定污染源故障、断电等原因造成调试检测中断，在恢复正常后，应重新开始进行为期 72 h 的调试检测。

9.3 技术性能指标的调试检测要求如下：

正确度检测须在生产设备正常且稳定运行的条件下开展。

各技术性能指标的调试检测方法按照本文件附录 C 进行，调试检测技术性能指标要求应符合本文件表 1 规定。调试检测结果不满足本文件技术性能指标要求时参见 HJ 75 中技术指标调试检测结果分析和处理方法，调试检测数据记录格式参见本文件附录 D 格式，调试检测完成后编制调试检测报告，报告的格式参见本文件附录 E，调试检测结果应达到本文件表 1 的要求。

表 1 CO₂-CEMS 调试检测和验收技术性能指标要求

检测项目			技术性能指标要求
CO ₂ -CEMS	CO ₂	示值误差	应在标准气体的标称值的±3%以内
		系统响应时间	≤200 s
		24 h 零点漂移和量程漂移	不超过满量程的±2.5%
		正确度	浓度≤10%时，绝对误差不超过±1%
			浓度>10%时，相对误差不超过±10%

检测项目			技术性能指标要求
流速 CMS	流速	速度场系数精密度	$\leq 5\%$
		相关系数 ^a	≥ 9 个数据时, 相关系数 ≥ 0.90
		正确度	流速 >10 m/s 时, 相对误差不超过 $\pm 8\%$
			流速 ≤ 10 m/s 时, 相对误差不超过 $\pm 10\%$
温度 CMS	温度	正确度	绝对误差平均值不超过 ± 3 °C
湿度 CMS	湿度	正确度	湿度 $>5.0\%$ 且 $\leq 40\%$ 时, 相对误差不超过 $\pm 25\%$
			湿度 $\leq 5.0\%$ 时, 绝对误差不超过 $\pm 0.75\%$
注: 以上各技术指标区间划分以参比方法测量结果为准。			
^a 当速度场系数精密度不满足本文件要求, 进行相关系数校准时应满足本条要求。			

10 技术验收

10.1 总体要求

CO₂-CEMS 在完成安装、调试检测后, 应进行技术验收, 包括 CO₂-CEMS 技术指标验收和联网验收。其中, 技术指标验收中的正确度验收应在其他各项技术指标验收合格后开展。

10.2 技术验收条件

符合下列要求的 CO₂-CEMS 才可以开展技术验收工作:

- a) CO₂-CEMS 的安装位置及手工采样位置符合本文件第 8 章要求;
- b) 数据采集和传输以及通信协议均应符合 HJ 212 相关要求, 并提供一个月内数据采集和传输自检报告, 报告应对数据传输标准的各项内容做出响应;
- c) 根据本文件第 9 章要求进行了 72 h 的调试检测, 并提供调试检测合格报告及调试检测结果数据;
- d) 调试检测后至少稳定运行 7 d。

10.3 技术指标验收

10.3.1 一般要求

10.3.1.1 CO₂-CEMS 技术指标验收包括 CO₂ 浓度和废气参数技术指标验收。

10.3.1.2 验收前 24h, 需对待测 CO₂-CEMS 进行零点和量程校准, 记录设备零点和量程读数, 以此作为验收时计算 24h 零点漂移和量程漂移的初始读数。验收期间除本文件规定操作外, 不允许对 CO₂-CEMS 进行零点和量程校准、维护、检修、调节。

10.3.1.3 验收期间, 生产设备应正常且稳定运行, 测试期间工况应保持稳定。

10.3.1.4 验收时应采用有证标准物质或标准样品。标准气体要求贮存在铝或不锈钢瓶中, 不确定度不超过 $\pm 2\%$ 。

10.3.1.5 零气应采用纯度 $\geq 99.99\%$ 的氮气。

10.3.1.6 量程标气采用二氧化碳标气, 其浓度控制在满量程的 80%~100% 范围内。

10.3.1.7 对完全抽取法和稀释抽取法 CO₂-CEMS 进行全系统零点校准和量程校准、示值误差和系统响应时间检测时, 零气和标准气体应通过校准管线输送至采样探头处, 经由样品传输管线回到站房, 经过全套预处理设施后进入 CO₂ 监测单元进行分析, 不得直接通入

CO₂监测单元。

10.3.1.8 对于完全抽取法 CO₂-CEMS，验收前应检查采样伴热管的设备，加热温度 $\geq 120^{\circ}\text{C}$ ，且应高于烟气露点温度 10°C 以上。冷干法 CO₂-CEMS 冷凝器的设置和实际控制温度应保持 $2^{\circ}\text{C}\sim 6^{\circ}\text{C}$ 。

10.3.1.9 日常运行中更换 CO₂-CEMS 分析仪表或变动 CO₂-CEMS 取样点位时，应分别满足本文件 8.1 和 8.2 要求，并进行再次验收。

10.3.2 验收内容

10.3.2.1 一般要求

技术指标验收内容包括零点漂移、量程漂移、示值误差、系统响应时间和正确度验收。

采用参比方法进行正确度验收时，流速、烟温、湿度应采集不少于 5 个有效的数据对，二氧化碳浓度采集不少于 9 个有效的数据对。

10.3.2.2 CO₂浓度

CO₂ 浓度及时指标验收包括示值误差、系统响应时间、零点漂移、量程漂移和正确度验收。现场验收时，先做示值误差和系统响应时间的验收测试，不符合技术要求的，不在继续开展其余项目验收。技术指标应满足本文件表 1 要求，操作步骤和计算公式按照本文件附录 C 相关要求执行。

正确度验收时，待测 CO₂-CEMS 与参比方法同步对固定源 CO₂ 浓度进行测量。

参比方法可选用 HJ 870 及 HJ 1240，也可选用国家制订发布的其它 CO₂ 测试方法标准。

10.3.2.3 流速、烟温和湿度

技术指标应满足本文件表 1 要求，操作步骤和计算公式应按照本文件附录 C 相关要求执行。

10.3.3 验收报告

技术指标验收测试报告应包括以下信息：

- a) 报告标识-编号；
- b) 检测日期和编制报告日期；
- c) CO₂-CEMS 标识-制造单位、型号和系列编号；
- d) 包括在系统中的 CO₂-CEMS 的主要组件；
- e) 安装 CO₂-CEMS 的企业名称和安装位置相关污染源名称；
- f) 环境条件记录情况（大气压力、环境温度、环境湿度）；
- g) 示值误差、系统响应时间、零点漂移和量程漂移及正确度验收引用的标准及技术指标要求；
- h) 可溯源到国家标准的标准气体；
- i) 参比方法所用的主要设备、仪器等；
- j) 检测结果和结论；
- k) 测试单位；
- l) 三级审核签字；
- n) 验收测试结果和验收测试报告，格式参见 HJ 75 中的固定污染源烟气排放自动监测系统技术指标验收报告；
- o) 备注（技术验收单位认为与评估 CO₂-CEMS 性能相关的其他信息）。

技术指标验收完成后编制技术指标验收测试报告，技术指标验收结果应达到本文件表 1 的要求。

10.4 CO₂-CEMS 联网验收

联网验收内容和技术指标按照 HJ 75、HJ 212 相关要求执行。

11 日常运行维护要求

11.1 总体要求

CO₂-CEMS 运维单位应根据 CO₂-CEMS 使用说明书和本文件的要求编制仪器运行管理规程，确定系统运行操作人员和管理维护人员的工作职责。运维人员应当熟练掌握 CO₂-CEMS 的原理、使用和维护方法。

11.2 巡检及维护保养

CO₂-CEMS 日常运行维护应包括日常巡检和日常维护保养，需满足 HJ 75 中日常巡检和日常维护保养的相关要求，相关记录格式参见本文件附录 E。

11.3 常见故障分析及排除

满足 HJ 75 中常见故障分析及排除的相关要求，记录格式参见本文件附录 E。

12 质量保证和质量控制要求

12.1 一般要求

日常运行中的质量保证和质量控制是保障 CO₂-CEMS 正常稳定运行、持续提供有质量保证监测数据的必要手段。在运行管理过程中，当 CO₂-CEMS 不能满足技术指标而失控时，应及时采取纠正措施，并应缩短下一次校准、维护和校验的间隔时间。

12.2 定期校准

定期校准应满足 HJ 75 中完全抽取法和稀释抽取法 CEMS 定期校准的相关要求。

校准技术指标应满足本文件表 1 要求。定期校准记录格式参见本文件附录 E。

12.3 定期校验

CO₂-CEMS 投入使用后，燃料变化、安装点的振动等会对测量结果的准确性产生影响。CO₂-CEMS 运维单位应根据本文件要求制定定期校验操作规程，定期校验应做到：

a) 每 3 个月至少做一次校验，参比方法与 CO₂-CEMS 同时段数据进行比对，按照本文件 10.3 进行；

b) 当校验结果不符合本文件表 1 中正确度指标要求时，参照 HJ 75 相关要求执行。

12.4 标准气体

系统日常运行中使用的标准气体应满足以下要求：

a) 标准气体须在有效期内使用，其标准物质认定证书中不确定度应在±2%以内；零气可使用氮气（纯度≥99.99%）；

b) 采用稀释设备对标准气体进行稀释配比的，稀释设备的精密度在 1%以内。

12.5 技术指标抽检

按本文件 9.3 对部分或全部 CO₂-CEMS 技术指标抽检时，检测结果应符合本文件表 1 要求。对 CO₂-CEMS 技术指标进行抽检时，可不对零点和量程进行校准。

用参比方法开展 CO₂-CEMS 正确度抽检时，监测样品数量可相应减少，CO₂ 浓度至少获取 6 组数据对，流速、温度、湿度至少获取 3 组数据对。

13 数据审核和处理

13.1 CO₂-CEMS 数据审核

按照 HJ 75 中数据审核相关要求开展数据审核。

13.2 CO₂-CEMS 数据无效时间段数据处理

按照 HJ 75 中 CEMS 排放量的数据无效时间段数据处理相关要求执行。

13.3 数据记录与报表

13.3.1 记录

监测结果记录形式参见本文件附录 D 表格。

13.3.2 报表

定期形成 CO₂-CEMS 数据报表，形式参见本文件附录 D，报表中应给出最大值、最小值、平均值、累计排放量以及参与统计的样本数。

附录 A
(规范性附录)
输出参数计算方法

A.1 废气流速和流量的计算

烟道断面废气平均流速 $\overline{V}_s$ 按公式 (A.1) 计算:

$$\overline{V}_s = K_v \times \overline{V}_p \quad (\text{A.1})$$

式中: $\overline{V}_s$ ——测定断面的排气平均流速, m/s;

K_v ——速度场系数;

$\overline{V}_p$ ——测定断面流速 CMS 测得的排气平均流速, m/s。

实际工况下的废气流量 Q_s 按公式 (A.2) 计算:

$$Q_s = 3600 \times F \times \overline{V}_s \quad (\text{A.2})$$

式中: Q_s ——实际工况下废气流量, m³/h;

F ——测定断面的面积, m²;

$\overline{V}_s$ ——测定断面的排气平均流速, m/s。

标准状态下废气流量 Q_{sn} 按公式 (A.3) 计算:

$$Q_{sn} = Q_s \times \frac{273}{273+t_s} \times \frac{B_a + P_s}{101325} \times (1 - X_{sw}) \quad (\text{A.3})$$

式中: Q_{sn} ——标准状态下废气流量, m³/h;

Q_s ——实际工况下废气流量, m³/h;

t_s ——废气温度, °C;

B_a ——大气压力, Pa;

P_s ——废气静压, Pa;

X_{sw} ——废气含湿量, %。

A.2 CO₂浓度计算

A.2.1 标准状态下 CO₂质量浓度按公式 (A.4) 计算:

$$C_{std} = C \times \frac{44}{22.4} \times 10^{-2} \quad (\text{A.4})$$

式中: C_{std} ——标准状态下二氧化碳质量浓度, kg/m³;

C ——实测 CO₂ 体积浓度, %。

A.2.2 标准状态下 CO₂干基质量浓度和湿基质量浓度转换按公式 (A.5) 计算:

$$C_{d,std} = \frac{C_{w,std}}{1 - X_{sw}} \quad (\text{A.5})$$

式中: $C_{d,std}$ ——标准状态下 CO₂干基质量浓度, kg/m³;

$C_{w,std}$ ——标准状态下 CO₂湿基质量浓度, kg/m³;

X_{sw} ——废气水分含量, %。

A.3 CO₂排放速率计算

DB31/T 310XX—2025、DB32/T 310XX—2025
DB33/T 310XX—2025、DB34/T 340XX—2025

CO₂排放速率按公式（A.6）计算：

$$G_h = C_{d,std} \times Q_{sn} \times 10^{-3} \quad (\text{A.6})$$

式中： G_h ——CO₂排放速率， t/h。

附录 B

(规范性附录)

固定污染源二氧化碳排放量核算技术方法

B.1 CO₂累积排放量计算

B.1.1 单一排口 CO₂ 的累计排放量按公式 (B.1) ~ (B.3) 计算:

$$G_d = \sum_{i=1}^{24} G_{hi} \times 10^{-3} \quad (\text{B.1})$$

式中: G_d ——CO₂ 日排放量, t/d;

G_{hi} ——该天中第 i 小时 CO₂ 排放量, kg/h。

$$G_m = \sum_{i=1}^{D_m} G_{di} \quad (\text{B.2})$$

式中: G_m ——CO₂ 月排放量, t/m;

D_m ——该月天数;

G_{di} ——该月中第 i 天的 CO₂ 日排放量, t/d。

$$G_y = \sum_{i=1}^{D_y} G_{di}' \quad (\text{B.3})$$

式中: G_y ——CO₂ 年排放量, t/a;

D_y ——该年天数;

G_{di}' ——该年中第 i 天的 CO₂ 日排放量, t/d。

B.2 异常数据的处理和补遗

B.2.1 固定污染源生产状况下, 经验收合格的 CO₂-CEMS 正常运行时段为数据有效时间段。

CO₂-CEMS 非正常运行时段 (如 CO₂-CEMS 故障期间、维修期间、超期限未校准时段、失控时段以及有计划的维护保养、校准等时段) 均为数据无效时间段。

B.2.2 CO₂-CEMS 无效时间段的 CO₂ 排放量数据需进行补遗。数据失效时间小于 24h 时, 对于火电机组, 采用 CO₂-CEMS 失效前 4 个和恢复正常运行后的 4 个相似工况点的小时平均值, 进行数据回补; 其他机组, 采用 CO₂-CEMS 失效前 4 小时均值和恢复正常运行后 4 小时排放量的小时平均值作为无效时间段的 CO₂ 排放量小时平均值, 进行数据回补。

B.2.3 其他要求按照 HJ 75 中 CEMS 排放量的数据无效时间段数据处理相关要求执行。

异常数据标记参照国家标准规范或自动监测数据异常标记规则执行。

附录 C

（规范性附录）

主要技术指标调试检测和验收方法

C.1 CO₂-CEMS 零点漂移、量程漂移技术指标的调试检测和验收

C.1.1 零点漂移

仪器通入零气，校准仪器至零点，记录 Z_{0i} 。24 h 后，再通入零气，待读数稳定后记录零点读数 Z_i ，按调零键，仪器调零。连续操作 3 d，按公式（C.1）和（C.2）计算零点漂移 Z_d 。

$$\Delta Z_i = Z_i - Z_{0i} \quad (\text{C.1})$$

式中： ΔZ_i ——第 i 次零点测试值的绝对误差；

Z_i ——第 i 次零点读数值；

Z_{0i} ——第 i 次零点读数初始值。

$$Z_d = \frac{\Delta Z_{\max}}{R} \times 100\% \quad (\text{C.2})$$

式中： Z_d ——零点漂移；

$\Delta Z_{\max}$ ——零点测试绝对误差最大值；

R ——仪器满量程值。

C.1.2 量程漂移

仪器通入高浓度（80%~100%的满量程）标准气体，校准仪器至该标准气体的浓度值 S_{0i} 。24 h 后，再通入同一标准气体，待读数稳定后记录标准气体读数 S_i ，按校准键，校准仪器。连续操作 3 d，按公式（C.3）和（C.4）计算量程漂移 S_d 。

$$\Delta S_i = S_i - S_{0i} \quad (\text{C.3})$$

式中： ΔS_i ——第 i 次量程测试值的绝对误差；

S_i ——第 i 次量程读数；

S_{0i} ——第 i 次量程读数初始值。

$$S_d = \frac{\Delta S_{\max}}{R} \times 100\% \quad (\text{C.4})$$

式中： S_d ——量程漂移；

$\Delta S_{\max}$ ——量程测试绝对误差最大值；

R ——仪器满量程值。

CO₂-CEMS 零点和量程漂移检测结果格式参见本文件附录 D。

C.2 CO₂-CEMS 示值误差的调试检测和验收

C.2.1 示值误差

- a) 仪器通入零气，调节仪器零点。
- b) 通入高浓度（80%~100%的满量程值）标准气体，调整仪器显示浓度值与标准气体浓度值一致。
- c) 仪器经上述校准后，按照零气、高浓度标准气体、零气、中浓度（50%~60%的满量程值）标准气体、零气、低浓度（20%~30%的满量程值）标准气体的顺序通入标准气体。若低浓度标准气体浓度高于排放限值，则还需通入浓度低于排放限值的标准气体。待显示浓度值稳定后读取测定结果。每种浓度标准气体重复测定 3 次，取平均值，按附录 C 公式（C.5）计算示值误差。

$$L_{ei} = \frac{\overline{C_{di}} - C_{si}}{C_{si}} \times 100\% \quad (\text{C.5})$$

式中： L_{ei} ——标准气体的示值误差，%；

$\overline{C_{di}}$ ——标准气体测定浓度平均值， mg/m^3 ；

C_{si} ——标准气体浓度值， mg/m^3 ；

i ——第 i 种浓度的标准气体。

C.2.2 系统响应时间

系统响应时间的检测方法为：

- a) CO_2 -CEMS 运行稳定后，按照系统设定采样流量从校准管线通入零点气体，待读数稳定后按照相同流量通入量程校准气体，同时用秒表开始计时；
- c) 观察并记录待测分析仪器显示值上升至标准气体浓度标称值 90%时的仪表响应时间 T ，即为系统响应时间；
- c) 系统响应时间重复测定 3 次，取平均值。

系统响应时间检测结果格式参见本文件附录 D。

C.3 CO_2 -CEMS 正确度技术指标的调试检测和验收

C.3.1 CO_2 -CEMS 与参比方法同步测定，由数据采集器连续记录至参比方法测试结束，取与参比方法同时段的平均值。

C.3.2 取参比方法与 CO_2 -CEMS 同时段测定值组成一个数据对，参比方法与 CO_2 -CEMS 均取标干浓度，每天至少取 9 对有效数据用于正确度计算，但应报告所有的数据，包括舍去的数据对，连续进行 3 d。

C.3.2.1 绝对/相对误差计算

$$\overline{d_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (C_{CEMS} - C_i) \quad (\text{C.6})$$

$$R_e = \frac{\overline{d_i}}{C_i} \times 100\% \quad (\text{C.7})$$

式中： $\overline{d_i}$ ——绝对误差， mol/mol ；

n ——测定次数；

C_i ——参比方法测定的第 i 个浓度, mol/mol;
 C_{CEMS} ——CEMS 与参比方法同时段测定的浓度, mol/mol;
 R_e ——相对误差, %。

C.3.2.3 参比方法评估 CO₂-CEMS 正确度结果格式参见本文件附录 D。

C.3.3 校验 CO₂-CEMS

CO₂-CEMS 正确度达不到技术指标的要求时, 将偏差调节系数输入 CEMS 的数据采集处理系统, 按公式 (C.8) 和 (C.9) 对 CEMS 测定数据进行调节, 经调节仍不能达到要求时, 应选择有代表性的位置安装 CO₂-CEMS, 重新进行检测。

$$C_{adi} = C_i \times E_{ac} \quad (C.8)$$

式中: C_{adi} ——CO₂-CEMS 在 i 时间调节后的数据, mg/m³ 或%;
 C_i ——CO₂-CEMS 在 i 时间测得的数据, mg/m³ 或%;
 E_{ac} ——偏差调节系数。

$$E_{ac} = 1 + \frac{\overline{d_i}}{\overline{C_i}} \quad (C.9)$$

式中: E_{ac} ——偏差调节系数;
 $\overline{d_i}$ ——公式 (C.6) 计算的绝对误差平均值, mg/m³ 或%;
 $\overline{C_i}$ ——第 i 个数据对中的 CO₂-CEMS 测定数据的平均值, mg/m³ 或%。

C.4 温度 CMS 正确度技术指标的调试检测和验收

C.4.1 检测期间, 温度 CMS 与参比方法同步测定, 由数据采集器每分钟记录 1 个累积平均值, 连续记录至参比方法测试结束, 取与参比方法同时段的平均值, 参比方法每个数据的测试时间不得低于 5 min。

C.4.2 取参比方法与 CEMS 同时段测定值组成一个数据对, 每天至少取 5 对有效数据用于相对正确度计算, 但应报告所有的数据, 包括舍去的数据对, 连续进行 3 d。将 CEMS 温度显示值减去参比方法断面测定平均值, 计算温度正确度, 按公式 (C.10) 计算。温度检测结果格式参见本文件附录 D。

$$\overline{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_{CEMS} - T_i) \quad (C.10)$$

式中: $\overline{T}$ ——废气温度绝对误差平均值, °C;
 n ——测定次数;
 T_i ——参比方法测定的平均烟温, °C;
 T_{CEMS} ——废气温度 CMS 与参比方法同时段测定的平均烟温, °C。

C.5 湿度 CMS 正确度技术指标的调试检测

C.5.1 检测期间，湿度 CMS 与参比方法同步测定，由数据采集器每分钟记录 1 个平均值，连续记录至参比方法测试结束，取与参比方法同时段的平均值。

C.5.2 取参比方法与 CEMS 同时段测定值组成一个数据对，每天至少取 5 对有效数据用于相对正确度计算，但应报告所有数据，包括舍去的数据对，连续进行 3 d。并按公式 (C.11) 和 (C.12) 计算烟气湿度绝对误差平均值和相对误差。湿度检测结果格式参见本文件附录 D。

绝对误差平均值：

$$\overline{X_{sw}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{swCMSi} - X_{swi}) \quad (C.11)$$

式中： $\overline{X_{sw}}$ ——废气湿度绝对误差平均值，%；

n ——测定次数；

X_{swCMSi} ——废气湿度 CMS 与参比方法同时段测定的烟气湿度，%；

X_{swi} ——参比方法测定的烟气湿度，%。

相对误差：

$$R_{es} = \frac{\overline{X_{sw}}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{swi}} \quad (C.12)$$

式中： R_{es} ——废气湿度相对误差，%；

$\overline{X_{sw}}$ ——废气湿度绝对误差平均值，%；

X_{swi} ——参比方法测定的烟气湿度，%；

C.6 流速 CMS 正确度技术指标的计算

绝对误差平均值：

$$\overline{d_{vi}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_{CMSi} - V_i) \quad (C.13)$$

式中： $\overline{d_{vi}}$ ——流速绝对误差平均值，m/s；

n ——测定次数；

V_{CMSi} ——流速 CMS 与参比方法同时段测定的烟气流速，m/s；

V_i ——参比方法测定的测试断面的烟气流速，m/s。

相对误差：

$$R_{ev} = \frac{\overline{d_{vi}}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i} \quad (C.14)$$

式中： $\overline{d_{vi}}$ ——流速绝对误差平均值，m/s；

R_{ev} ——流速相对误差，%；

V_i ——参比方法测定的测试断面的烟气流速，m/s；

流速检测结果格式参见本文件附录 D。

DB31/T 310XX—2025、DB32/T 310XX—2025
DB33/T 310XX—2025、DB34/T 340XX—2025

C.7 流速 CMS 速度场系数及其精密度技术指标的调试检验

流速CMS速度场系数及其精密度指标的调试检测参见HJ 75中主要技术指标调试检测方法。

(资料性附录)

CO₂-CEMS 安装调试检测原始记录表

速度场系数检测等原始记录表格式参见 HJ 75 中固定污染源烟气排放自动监测系统安装调试检测原始记录表。

表 D.1 CO₂-CEMS 零点和量程漂移检测

标准气体浓度或校准器件的已知响应值: 计量单位:

序号	日期	时间	零点读数		零点读数变化	量程读数		量程读数变化	备注
			起始 (Z_0)	最终 (Z_i)	$\Delta Z = Z_i - Z_0$	起始 (S_0)	最终 (S_i)	$\Delta S = S_i - S_0$	
零点读数变化最大值						量程读数变化最大值			
零点漂移						量程漂移			

表 D.2 CO₂-CEMS 示值误差和系统响应时间检测

计量单位: 测试日期: 年 月 日

序号	标准气体 或校准器 件参考值	CO ₂ -CEMS 显示值	CO ₂ -CEMS 显示值的 平均值	示值误差 (%)	系统响应时间（s）		备注
					测定值	平均值	
					T		

--	--	--	--	--	--	--	--

表 D.3 参比方法评估 CO₂-CEMS 正确度

测试人员：_____CO₂-CEMS 生产厂商：
测试地点：_____CO₂-CEMS 型号、编号：
测试位置：_____CO₂-CEMS 原理：
参比方法仪器生产厂商：_____型号、编号：_____原理：
测试日期：____年____月____日 计量单位：

样品编号	时间 (时、分)	参比方法 测量值 A	CEMS 测量值 C	数据对差 C-A		
平均值						
数据对差的平均值的绝对值						
数据对差的标准偏差						
置信系数						
相对正确度						
标准气体	名称	保证值	参比方法测定结果		相对误差（%）	
			采样前	采样后	采样前	采样后

表 D. 4 流速 CMS/温度 CMS/湿度 CMS 正确度

测试人员：_____CMS 生产厂商：_____
测试地点：_____CMS 型号、编号：_____
测试位置：_____CMS 原理：_____
参比方法仪器生产厂商：_____型号、编号：_____原理：_____

序号	日期	时间 (时、分)	参比方法			CO ₂ -CEMS			备注
			流速 (m/s)	温度 (℃)	湿度 (%)	流速 (m/s)	温度 (℃)	湿度 (%)	
流速平均值（m/s）									
烟温平均值（℃）									
湿度平均值（%）									
流速相对误差（%）									
烟温绝对误差平均值（℃）									
湿度绝对误差平均值（%） （参比方法测量值≤5%时）									
湿度相对误差（%） （参比方法测量值>5%时）									

DB31/T 310XX—2025、DB32/T 310XX—2025
DB33/T 310XX—2025、DB34/T 340XX—2025

表 D.5 CO₂-CEMS 小时平均值日报表

固定污染源名称:

固定污染源编号:

年 月 日

时间	二氧化碳		流量 (m³/h)	温度 (℃)	湿度 (%)	负荷	备注
	标干浓度 (kg/m³)	排放量 (t/h)					
00~01							
01~02							
02~03							
03~04							
04~05							
05~06							
06~07							
07~08							
08~09							
09~10							
10~11							
11~12							
12~13							
13~14							
14~15							
15~16							
16~17							
17~18							
18~19							
19~20							
20~21							
21~22							
22~23							
23~24							
平均值							
最大值							
最小值							
样本数							
日排放总量 (t)							

注：废气月排放总流量单位： $\times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$

表 D. 6 CO₂-CEMS 日平均值月报表

固定污染源名称：

固定污染源编号：

月

日期	二氧化碳		流量 (×10 ⁴ m ³ /h)	温度 (℃)	湿度 (%)	负荷	备注
	标干浓度 (kg/m ³)	排放量 (t/h)					
1 日							
2 日							
3 日							
4 日							
5 日							
6 日							
7 日							
8 日							
9 日							
10 日							
11 日							
12 日							
13 日							
14 日							
15 日							
16 日							
17 日							
18 日							
19 日							
20 日							
21 日							
22 日							
23 日							
24 日							
25 日							
26 日							
27 日							
28 日							
29 日							
30 日							
31 日							
平均值							
最大值							
最小值							
样本数							
月排放总量 (t)							

上报单位（盖章）： 负责人： 报告人： 报告日期： 年 月 日

DB31/T 310XX—2025、DB32/T 310XX—2025
DB33/T 310XX—2025、DB34/T 340XX—2025

表 D. 7 CO₂-CEMS 月平均值季报

固定污染源名称：
固定污染源编号：

监测日期： 年

时间	二氧化碳排放量 (t/m)	流量 (×10 ⁴ m ³ /m)	温度 (℃)	湿度 (%)	负荷 (%)	备注
月						
月						
月						
平均值						
最大值						
最小值						
样本数						
季度排放总量 (t)				-		
注：废气流量季度排放总量单位为×10 ⁴ m ³ /q						

上报单位（盖章）： 负责人： 报告人： 报告日期： 年 月 日

DB31/T 310XX—2025、DB32/T 310XX—2025
DB33/T 310XX—2025、DB34/T 340XX—2025

表 D. 8 CO₂-CEMS 月平均值年报表

固定污染源名称：
固定污染源编号：

监测日期： 年

时间	二氧化碳排放量 (t/m)	流量 (×10 ⁴ m ³ /m)	温度 (℃)	湿度 (%)	负荷 (%)	备注
1 月						
2 月						
3 月						
4 月						
5 月						
6 月						
7 月						
8 月						
9 月						
10 月						
11 月						
12 月						
平均值						
最大值						
最小值						
样本数						
年排放总量 (t)				-		
注：废气流量季度排放总量单位为×10 ⁴ m ³ /y						

上报单位（盖章）： 负责人： 报告人： 报告日期： 年 月 日

附录 E
(资料性附录)

CO₂-CEMS 调试检测报告

企业名称：
检测单位：
填表人：

安装位置：
检测日期：

CO ₂ -CEMS 供应商：				
CO ₂ -CEMS 主要仪器型号				
仪器名称	设备型号	制造商	测量方法	
项目名称		技术要求	检测结果	是否符合
CO ₂	示值误差	应在标准气体的标称值±5%以内		
	响应时间	≤200 s		
	24 h 零点漂移	应在±2.5%以内		
	24 h 量程漂移	应在±2.5%以内		
	正确度	相对正确度≤5%		
流速	速度场系数精密度	≤5%		
	相关系数	≥9 个数据时，相关系数≥0.90		
	正确度	流速>10 m/s，相对误差应在±8%以内； 流速≤10 m/s，相对误差应在±10%以内。		
烟温	正确度	绝对误差平均值应在±3℃以内		
湿度	正确度	≤5.0%时，绝对误差不超过±1.5%； >5.0%时，相对误差不超过±25%。		
结论				
标准气体名称		浓度标称值	生产厂商名称	
参比方法测试项目	仪器生产厂商	型号	方法依据	

附录 F
(资料性附录)

CO₂-CEMS 日常巡检、校准和维护原始记录表

易耗品更换记录表、标准气体更换记录表等表格格式参见 HJ 75 日常巡检、校准和维护原始记录表。

表 F.1 完全抽取法、稀释采样法 CO₂-CEMS 日常巡检记录表

企业名称： 巡检日期： 年 月 日 时

CO ₂ -CEMS 生产商：	CO ₂ -CEMS 规格型号：
安装位置：	维护单位：

运行维护内容及处理说明：

项目	内容	维护情况	备注
维护预备	查询日志 (1)		
	检查耗材 (1)		
辅助设备检查	站房卫生 (1)		
	站房门窗的密封性检查 (1)		
	供电系统 (稳压、UPS 等) (1)		
	室内温湿度 (1)		
	空调 (1)		
	空气压缩机压力 (1)		
	压缩机排水 (1)		
CO ₂ 监测设备检查	采样管路气密性检查 (3)		
	清洗采样探头、过滤装置、采样泵 (3)		
	探头、管路加热温度检查 (1)		
	采样系统流量 (1)		
	反吹过滤装置、阀门检查 (1)		
	手动反吹检查 (1)		
	采样泵流量 (1)		
	制冷器温度 (1)		
	排水系统、管路冷凝水检查 (1)		
	空气过滤器 (1)		
	标气有效期、钢瓶压力检查 (1)		
	分析仪状态检查 (1)		
	分析仪校准 (1)		
	测量数据检查 (1)		
	全系统校准 (4)		
	系统校验 (4)		
	吸附剂、干燥剂 (1) (适用于稀释法设备)		
	稀释探头控制器 (1) (适用于稀释法设备)		
流速监测系统检查	探头检查 (4)		
	反吹装置 (3)		
	流量传感器 (3)		
	流速、流量、烟道压力测量数据 (1)		
其他废气监测参数	温度测量数据 (1)		
	湿度测量数据 (1)		
数据传输装置	通信线的连接 (1)		
	传输设备电源 (1)		

续表

巡检人员签字		企业人员签字	
异常情况处理记录			
注1：正常请打“√”；不正常请打“×”并及时处理并做相应记录；未检查则标记为“/”。 注2：“（1）”为每7d至少进行一次的维护，“（2）”为每15d至少进行一次的维护，“（3）”为30d至少进行一次的维护，“（4）”为每90d至少进行一次的维护。			

表 F.2 直接测量法 CO₂-CEMS 日常巡检记录表

企业名称： 巡检日期： 年 月 日 时

CO ₂ -CEMS 生产商：	CO ₂ -CEMS 规格型号：
安装位置：	维护单位：

运行维护内容及处理说明：

项目	内容	维护情况	备注
维护预备	查询日志（1）		
	检查耗材（1）		
辅助设备检查	站房卫生（1）		
	站房门窗的密封性检查（1）		
	供电系统（稳压、UPS等）（1）		
	室内温湿度（1）		
	空调（1）		
	空气压缩机压力（1）		
	压缩机排水（1）		
CO ₂ 监测设备检查	净化风机检查（1）		
	过滤器及管路检查（1）		
	标气有效期、钢瓶压力检查（1）		
	分析仪状态检查（1）		
	分析仪校准（2）		
	测量数据检查（1）		
	系统校验（4）		
流速监测系统检查	探头检查（4）		
	反吹装置（3）		
	流量传感器（3）		
	流速、流量、烟道压力测量数据（1）		
其他废气监测参数	温度测量数据（1）		
	湿度测量数据（1）		
数据传输装置	通信线的连接（1）		
	传输设备电源（1）		
巡检人员签字		企业人员签字	
异常情况处理记录			
注1：正常请打“√”；不正常请打“×”并及时处理并做相应记录；未检查则标记为“/”。 注2：“（1）”为每7d至少进行一次的维护，“（2）”为每15d至少进行一次的维护，“（3）”为30d至少进行一次的维护，“（4）”为每90d至少进行一次的维护。			

表 F.3 CO₂-CEMS 零点/量程漂移与校准记录表

企业名称：

安装地点：

CO ₂ 设备生产商		CO ₂ 设备规格型号		校准日期	
安装地点		维护管理单位		校准开始时间	

零点/量程校准：

零点漂移校准	零气浓度值	上次校准后 测试值	校前测试值	零 点 漂 移%F.S.	仪 器 校 准 是 否 正 常	校准后测试值
量程漂移校准	标气浓度值	上次校准后 测试值	校前测试值	量 程 漂 移%F.S.	仪 器 校 准 是 否 正 常	校准后测试值

校准人：

校准结束时间：

表 F.4 CO₂-CEMS 校验测试记录表

企业名称：

CO ₂ -CEMS 供应商：					
CO ₂ -CEMS 主要仪器型号					
仪器名称	设备型号	制造商	测试项目	测量原理	
安装地点		维护管理单位			
本次校验日期		上次校验日期			
CO ₂ 校验					
监测时间	参比方法测定值 (%)	CO ₂ -CEMS 测定值 (%)	相对准确度	评价标准	评价结果
平均值					
流速校验					
监测时间	参比方法测定值 (m/s)	CO ₂ -CEMS 测定值 (m/s)	相对误差	评价标准	评价结果
平均值					
烟温校验					
监测时间	参比方法测定值 (℃)	CO ₂ -CEMS 测定值 (℃)	绝对误差平均值 (℃)	评价标准	评价结果

DB31/T 310XX—2025、DB32/T 310XX—2025
DB33/T 310XX—2025、DB34/T 340XX—2025

平均值									
湿度校验									
监测时间	参比方法测定值 (%)	CO ₂ -CEMS 测定值 (%)	☐ 相对误差 ☐ 绝对误差平均值	评价标准	评价结果				
平均值									
校验结论	如校验合格前对系统进行过处理、调整、参数修改，请说明：								
	校验后，流速仪的原校正系统改动，请说明：								
	总体校验是否合格：								
标准气体									
标准气体名称		浓度值		生产厂商名称					
参比方法测试设备									
测试项目	测试设备生产商		测试设备型号	方法依据					
校验人员： 审核人：									
时间： 年 月 日									

表 F.5 CO₂-CEMS 维修记录表

企业名称： 维修日期： 年 月 日

安装位置		停机时间	
CO ₂ 分析仪	检修情况描述		
	更换部件		
废气参数测试仪	检修情况描述		
	更换部件		
加热采样装置（含自控温气体伴热管）	检修情况描述		
	更换部件		
样品预处理设备装置	检修情况描述		
	更换部件		
数据采集与处理控制部分	检修情况描述		
	更换部件		
空压机及反吹风机部分	检修情况描述		
	更换部件		
采样泵、蠕动泵、控制阀部分	检修情况描述		
	更换部件		
维修后系统运行情况			
站房清理			
停机检修情况总结：			
备注：			
检修人：		离开时间：	