

团 体 标 准

T/CAEPI 47—2022

固定污染源二氧化碳排放 连续监测系统技术要求

Specifications of continuous emission monitoring system for CO₂ in flue gas emitted
from stationary sources

（发布稿）

本电子版为发布稿，请以正式出版的标准文本为准。

2022-05-25 发布

2022-06-01 实施

中 国 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 系统的组成和结构	2
5 技术要求	5
6 性能指标	7
7 检测方法	7
8 质量保证	11
9 检测项目	12
附录 A（规范性）CO ₂ -CEMS 日报表、月报表和年报表	13
附录 B（规范性）CO ₂ -CEMS 数据采集记录和处理要求	16
附录 C（资料性）CO ₂ -CEMS 检测原始记录表	23

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》等法律法规，促进环保技术装备发展，规范固定污染源二氧化碳排放连续监测系统的设计、生产与检测，制定本标准。

本标准规定了固定污染源二氧化碳排放连续监测系统的组成结构、技术要求、性能指标和检测方法。

本标准为首次发布。

本标准由中国环境保护产业协会组织制定。

本标准起草单位：中国环境监测总站、中环协（北京）认证中心、国电环境保护研究院有限公司、北京雪迪龙科技股份有限公司、佛山市南华仪器股份有限公司、安徽皖仪科技股份有限公司、中绿环保科技股份有限公司、青岛佳明测控科技股份有限公司、西克麦哈克（北京）仪器有限公司。

本标准主要起草人员：周刚、邓宝卿、梁宵、迟颖、范蕴非、唐帅、左航、王军霞、夏青、刘通浩、王强、敬红、孙海林、付斌、朱伟、苏启源、杨杰、张利军、熊思、方培基、潘杨、韦飞。

本标准主要审议人员：杨子江、傅德黔、田一平、潘光、张迪生、姚芝茂、高雷利。

本标准由中国环境保护产业协会 2022 年 5 月 25 日批准。

本标准自 2022 年 6 月 1 日起实施。

本标准由中国环境保护产业协会负责管理，由起草单位负责具体技术内容的解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送至中国环境保护产业协会标准管理部门（北京市西城区扣钟北里甲 4 楼，邮编 100037）。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

固定污染源二氧化碳排放连续监测系统技术要求

1 范围

本标准规定了固定污染源二氧化碳排放连续监测系统的组成结构、技术要求、性能指标和检测方法。

本标准适用于固定污染源二氧化碳排放连续监测系统的设计、生产和检测。

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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
HJ 76	固定污染源烟气（SO ₂ 、NO _x 、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法
HJ 212	污染源在线自动监控（监测）系统传输标准
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（SO ₂ 、NO、NO ₂ 、CO、CO ₂ ）的测定便携式傅里叶变换红外光谱法
T/CAEPI 46	固定污染源废气排放口监测点位设置技术规范
T/CAEPI 48	固定污染源二氧化碳排放连续监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

二氧化碳排放连续监测系统 carbon dioxide continuous emission monitoring system, CO₂-CEMS

连续监测固定污染源二氧化碳排放浓度和排放量所需要的全部设备，简称 CO₂-CEMS。

3.2

满量程 span (full scale)

根据实际应用需要设置 CO₂-CEMS 的最大测量值。

3.3

系统响应时间 system response time

指从 CO₂-CEMS 系统采样探头通入标准气体的时刻起，到分析仪器示值达到标准气体标称值 90% 的时刻止，中间的时间间隔。抽取测量方式的仪器包括管线传输时间和仪表响应时间。

3.4

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。

3.5

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。

3.6

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。

3.7

干烟气浓度 dry flue gas concentration

烟气经预处理，露点温度 ≤4℃ 时，二氧化碳的浓度，也称干基浓度。本标准中二氧化碳体积浓度均为干基浓度。

3.8

标准状态 standard state

温度为 273K，压力为 101.325kPa 时的状态。本标准中二氧化碳质量浓度均为标准状态下的干烟气浓度。

3.9

相对准确度 relative accuracy

采用参比方法与 CO₂-CEMS 同步测量烟气中二氧化碳浓度，取同时间区间且相同状态的测量结果组成若干数据对，数据对之差的平均值的绝对值与置信系数的绝对值之和与参比方法测定数据的平均值之比。

4 系统的组成和结构

4.1 系统组成

CO₂-CEMS 由二氧化碳监测单元、烟气参数监测单元、数据采集与处理单元组成（如图 1），也可在污染源现有的气态污染物 CEMS 上增加二氧化碳监测单元，共用一套系统，实现二氧化碳排放连续监测。系统测量二氧化碳浓度、烟气参数（温度、压力、流速或流量、湿度等），同时计算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、图文等方式传输至生态环境主管部门。

4.2 系统结构

4.2.1 结构概述

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它辅助设备等。依据 CO₂-CEMS 测量方式和原理的不同，CO₂-CEMS 由上述全部或部分结构组成。

4.2.2 样品采集和传输装置

样品采集和传输装置主要包括采样探头、样品传输管线、流量控制设备和采样泵等；采样装置的材料和安装应不影响仪器测量。一般采用抽取测量方式的 CO₂-CEMS 均具备样品采集和传输装置，其具体技术要求见本标准 5.4.1。

4.2.3 预处理设备

预处理设备主要包括样品过滤设备和除湿设备等；预处理设备的材料和安装应不影响仪器测量。采用抽取测量方式的 CO₂-CEMS 具备全部或部分预处理设备，具体技术要求见本标准 5.4.2。

4.2.4 分析仪器

分析仪器用于对采集的污染源气体样品进行测量分析。

4.2.5 数据采集和传输设备

数据采集和传输设备用于采集、处理和存储监测数据，并能按中心计算机指令传输监测数据和设备工作状态信息。数据采集和传输设备的具体技术要求见本标准 5.4.5。

4.2.6 辅助设备

采用抽取测量方式的 CO₂-CEMS，其辅助设备主要包括尾气排放装置、反吹净化及其控制装置、稀释零空气预处理装置以及冷凝液排放装置等；采用直接测量方式的 CO₂-CEMS，其辅助设备主要包括气幕保护装置和标气流动等效校准装置等。各种辅助设备的具体技术要求见本标准 5.4.3。

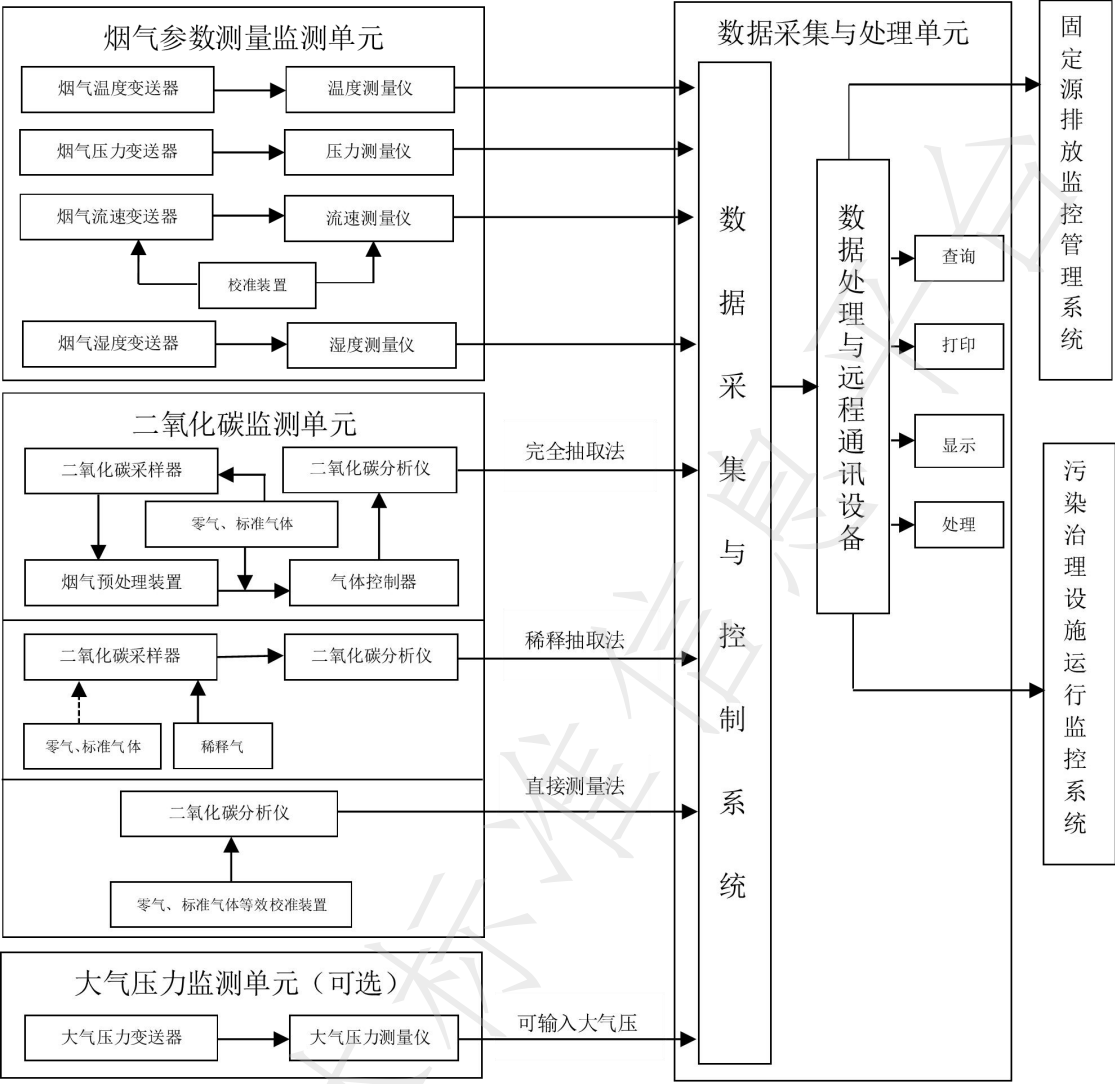


图 1 固定污染源二氧化碳排放连续监测系统组成示意图

5 技术要求

5.1 外观要求

5.1.1 CO₂-CEMS 应具有产品铭牌，铭牌上应标有仪器名称、型号、生产单位、出厂编号、制造日期、仪器量程等信息。

5.1.2 CO₂-CEMS 仪器表面应完好无损，无明显缺陷，各零、部件连接可靠，各操作键、按钮使用灵活，定位准确。

5.1.3 CO₂-CEMS 主机面板显示清晰，涂色牢固，字符、标识易于识别，不应有影响读数的缺陷。

5.1.4 CO₂-CEMS 外壳或外罩应耐腐蚀、密封性能良好、防尘、防雨。

5.2 工作条件

CO₂-CEMS 在以下条件中应能正常工作：

a) 室内环境温度：(15~35)℃；室外环境温度 (-20~50)℃；

b) 室内相对湿度：≤85%；

c) 大气压：(80~106) kPa；

d) 供电电压：AC (220±22) V，(50±1) Hz。

注：低温、低压等特殊环境条件下，仪器设备的配置应满足当地环境条件的使用要求。

5.3 安全要求

5.3.1 绝缘电阻

在环境温度为 (15~35)℃，相对湿度≤85%条件下，系统电源端子对地或机壳的绝缘电阻不小于 20MΩ。

5.3.2 绝缘强度

在环境温度为 (15~35)℃，相对湿度≤85%条件下，系统在 1500V（有效值）、50Hz 正弦波实验电压下持续 1min，不应出现击穿或飞弧现象。

5.3.3 系统应具有漏电保护装置，具备良好的接地措施，防止雷击等对系统造成损坏。

5.4 功能要求

5.4.1 样品采集和传输装置要求

5.4.1.1 样品采集装置应具备加热、保温和反吹净化功能。其加热温度一般应在 120℃以上，且应高于烟气露点温度 10℃以上，其实际温度值应能够在机柜或系统软件中显示查询。

5.4.1.2 样品采集装置的材质应选用耐高温、防腐蚀和不吸附、不与二氧化碳发生反应的材料，且不影响二氧化碳的正常测量。

5.4.1.3 样品采集装置应具备颗粒物过滤功能。其采样设备的前端或后端应具备便于更换或清洗的颗粒物过滤器，过滤器滤料的材质应不吸附和与二氧化碳发生反应，过滤器应至少能过滤 (5~10) μm 粒径的颗粒物。

5.4.1.4 样品传输管线长度应适中。当使用伴热管线时应具备稳定、均匀加热和保温的功能，其加热温度一般应在 120℃以上，且应高于烟气露点温度 10℃以上，实际温度值应能够在机柜或系统软件中显示查询。

5.4.1.5 样品传输管线内包覆的气体传输管应至少为两根，一根用于样品气体的采集传输，另一根用于标准气体的全系统校准。

5.4.1.6 样品传输管线应使用不吸附和与二氧化碳发生反应的材料，其技术指标应符合 HJ 76 标准附录 E 中表 E.1 的技术要求。

5.4.1.7 采样泵应具备克服烟道负压的足够抽气能力，并且保障采样流量准确可靠、相对稳定。

5.4.2 预处理设备要求

5.4.2.1 CO₂-CEMS 预处理设备及其部件应方便清理和更换。

5.4.2.2 CO₂-CEMS 除湿设备出口烟气露点温度应 $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ，冷凝除湿设备的设置温度应保持在 4°C 左右，正常波动在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内，其实际温度值应能够在机柜或系统软件中显示查询。

5.4.2.3 预处理设备的材质应使用不吸附和与二氧化碳发生反应的材料，其技术指标应符合 HJ 76 标准附录 E 中表 E.2 的技术要求。

5.4.2.4 除湿设备除湿过程产生的冷凝液应采用自动方式收集和排出。

5.4.2.5 为防止颗粒物污染二氧化碳分析仪，在气体样品进入分析仪之前可设置精细过滤器；过滤器滤料应使用不吸附和与二氧化碳发生反应的疏水材料，过滤器应至少能过滤（ $0.5\sim 2$ ） μm 粒径的颗粒物。

5.4.3 辅助设备要求

5.4.3.1 CO₂-CEMS 排气管路应规范敷设，不应随意放置，防止尾气排放不畅。

5.4.3.2 当室外环境温度低于 0°C 时，CO₂-CEMS 尾气排放管应配套加热或伴热装置，确保排放尾气中的水分不冷凝或结冰，造成尾气排放管堵塞和排气不畅。

5.4.3.3 CO₂-CEMS 应配备定期反吹装置，用以定期对样品采集装置等其它测量部件进行反吹，避免出现由于颗粒物等累积造成的堵塞状况。

5.4.3.4 直接测量方式的 CO₂-CEMS 应具有防止外部光学镜头和插入烟囱或烟道内的反射或测量光学镜头被烟气污染的净化系统（即气幕保护系统）；净化系统应能克服烟气压力，保持光学镜头的清洁；净化系统使用的净化气体应经过适当预处理确保其不影响测量结果。

5.4.3.5 具备除湿设备的 CO₂-CEMS，应能通过冷凝液排放装置将除湿过程产生的冷凝液及时、顺畅排出。

5.4.3.6 具备稀释采样系统的 CO₂-CEMS，其稀释零空气必须配备完备的气体预处理系统，主要包括气体的过滤、除水、除油、除烃及除二氧化碳等环节。

5.4.3.7 CO₂-CEMS 机柜内部气体管路以及电路、数据传输线路等应规范敷设，同类管路应尽可能集中汇总设置；不同类型的管路或不同作用、方向的管路应采用明确标识加以区分；各种走线应安全合理，便于查找维护维修。

5.4.3.8 CO₂-CEMS 机柜内应具备良好的散热装置，确保机柜内的温度符合仪器正常工作温度；应配备照明设备，便于日常维护和检查。

5.4.4 校准功能要求

5.4.4.1 CO₂-CEMS 应能用手动和（或）自动方式进行零点和量程校准。

5.4.4.2 采用抽取测量方式的 CO₂-CEMS，应具备固定的和便于操作的标准气体全系统校准功能；即能够完成样品采集和传输装置、预处理设备和分析仪器的全系统校准。

5.4.4.3 采用直接测量方式的 CO₂-CEMS，应具备稳定可靠和便于操作的标准气体流动等效校准功能；即能够通过内置或外置的校准池，完成对系统的等效校准。

5.4.5 数据采集和传输设备要求

5.4.5.1 应能够显示和记录超出其零点以下和量程以上至少量程 10% 的数据值。当测量结果超过零点以下和量程以上 10% 时，数据记录存储其最小或最大值。

- 5.4.5.2 应具备显示、设置系统时间和时间标签功能，数据为设置时段的平均值。
- 5.4.5.3 能够显示实时数据，具备查询历史数据的功能，并能以报表或报告形式输出，相关日报表、月报表和年报表的格式要求见附录 A。
- 5.4.5.4 系统应设置通信接口，并具备数字信号输出和通讯功能。
- 5.4.5.5 具有中文数据采集、记录、处理、存储、表格及图文显示、故障警告和打印等功能的操作系统。数据采集记录处理要求见附录 B。
- 5.4.5.6 仪器掉电后，能自动保存数据；恢复供电后系统可自动启动，恢复运行状态并正常工作。

6 性能指标

6.1 CO₂-CEMS

6.1.1 系统响应时间

系统响应时间： ≤ 200 s。

6.1.2 示值误差

与标准气体浓度标称值相对误差不超过 $\pm 5\%$ 。

6.1.3 24h 零点漂移和量程漂移

24h 零点漂移和量程漂移：不超过 $\pm 2.5\%$ 满量程。

6.1.4 准确度

当参比方法测量二氧化碳排放体积分数的平均值：

- a) $\geq 20\%$ 时，CO₂-CEMS 与参比方法测量结果相对准确度： $\leq 10\%$ ；
- b) $\geq 14\% \sim < 20\%$ 时，CO₂-CEMS 与参比方法测量结果平均值绝对误差的绝对值： $\leq 2\%$ ；
- c) $\geq 7\% \sim < 14\%$ 时，CO₂-CEMS 与参比方法测量结果平均值相对误差的绝对值： $\leq 15\%$ ；
- d) $< 7\%$ 时，CO₂-CEMS 与参比方法测量结果平均值绝对误差的绝对值： $\leq 1\%$ 。

6.2 烟气参数 CMS

烟气参数（流速、温度、湿度）CMS 性能指标应符合 HJ 76 相关要求。

7 检测方法

7.1 一般要求

7.1.1 CO₂-CEMS 现场安装和调试技术要求应符合 T/CAEPI 48 的相关要求。

7.1.2 CO₂-CEMS 现场参比方法采样位置、采样孔数量以及采样点设置等应符合 GB/T 16157 和 T/CAEPI 46 的相关要求。

7.1.3 检测包括初检、30 天运行和复检。CO₂-CEMS 调试完成后正常运行 168h 可进行初检；初检合格后，进入 30 天现场运行期；30 天运行符合要求后，进行复检。

7.1.4 初检和复检期间除进行系统零点和量程校准外，不允许对系统进行计划外的维护、检修和调节。

7.1.5 初检和复检期间如果因现场污染源排放故障或供电问题造成测试中断，在故障排除或供电恢复正常后，继续进行检测，已经完成的测试指标和数据有效。如果因 CO₂-CEMS 故障造成测试中断，则检测结束。

7.1.6 可设定任一时间对 CO₂-CEMS 进行零点和量程的自动校验和校准；初检和复检期间，自动校验校准时间间隔应设置为≥24h。

7.1.7 30 天现场运行期间，应按照质量保证计划进行必要的校准、维护和检修，CO₂-CEMS 应按规定远程传输现场监测数据。30 天远程有效数据传输率达到 90%以上，则现场运行检测通过，否则延长运行期直到有效数据传输率达到 90%为止。如果因现场供电问题或 CO₂-CEMS 故障造成 CO₂-CEMS 数据缺失或传输中断，则该段时间内数据无效。

7.1.8 系统具备双量程或多量程时（非硬件调整），只针对仪器的最小量程进行技术性能指标检测。

7.1.9 本标准 7.3.1、7.3.2、7.3.3 技术性能指标检测均应在 CO₂-CEMS 全系统校准或流动等效校准状态下进行，各技术性能指标检测数据均应采用 CO₂-CEMS 数据采集与处理单元存储记录的最终结果。

7.2 标准物质要求

7.2.1 零点气体（零气）：纯度≥99.999%的氮气或不干扰测定的洁净空气，零气中二氧化碳浓度不超过 400μmol/mol，含有其它气体的浓度不得干扰仪器的读数。

7.2.2 标准气体：市售有证标准气体，不确定度不超过±2.0%。量程校准气体指浓度在（80%~100%）满量程范围内的标准气体。较低浓度的标准气体如不能满足不确定度要求，可以使用满足要求的高浓度标准气体采用等比例稀释的方式获得，等比例稀释装置的精密度应在 1.0%以内。

7.3 CO₂-CEMS

7.3.1 系统响应时间

待测仪器运行稳定后，抽取测量方式的 CO₂-CEMS，通入零点气体，待读数稳定后，切换通入量程校准气体，同时用秒表开始计时，观察分析仪器示值，至读数开始跃变止，记录此时间间隔 T₁，管线传输时间为 T₁/2；继续观察分析仪器示值从开始跃变上升至量程校准气体浓度标称值 90%时的时间，记录此时间间隔 T₂，为仪表响应时间；系统响应时间（T）为管线传输时间（T₁/2）和仪表响应时间（T₂）之和。直接测量方式 CO₂-CEMS，通入零点气体，待读数稳定后，切换通入量程校准气体，同时用秒表开始计时，观察分析仪器示值上升至量程校准气体浓度标称值 90%时的时间 T，为系统响应时间。系统响应时间每天测试 1 次，重复测试 3 天，平均值应符合本标准 6.1.1 的要求。

7.3.2 示值误差

待测仪器运行稳定后，分别进行零点校准和满量程校准。依次通入低浓度（20%~30%）满量程值、中浓度（50%~60%）满量程值和高浓度（80%~100%）满量程值的标准气体；读数稳定后分别记录各浓度标准气体的显示值；再通入零点气体，重复测试 3 次，按公式（1）计算待测仪器每种浓度标准气体示值误差 L_{ei}，全部 L_{ei}均应符合本标准 6.1.2 的要求。

$$L_{ei} = \frac{(\overline{C_{di}} - C_{si})}{C_{si}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

L_{ei}——待测仪器测量第 i 种浓度标准气体的示值误差，%；

C_{si}——第 i 种浓度标准气体浓度标称值，%；

$\overline{C_{di}}$ ——第 i 种浓度标准气体 3 次测量的平均值，%；

i——测量标准气体序号（i=1~3）。

7.3.3 24h 零点漂移和量程漂移

待测仪器运行稳定后, 通入零点气体, 记录零点稳定读数为 Z_0 ; 然后通入量程校准气体, 记录量程点稳定读数 S_0 。通气结束后, 待测仪器连续运行 24h (期间不允许任何校准和维护) 后分别通入同一浓度零点气体和量程校准气体重复上述操作, 并分别记录稳定后读数 Z_n 和 S_n 。按公式 (2)、(3)、(4) 和 (5) 计算待测仪器的 24h 零点漂移 Z_d 和 24h 量程漂移 S_d , 然后可对待测仪器进行零点和量程校准 (如果不校准可将本次零点和量程测量值作为待测仪器运行 24h 后零点和量程漂移测试的初始值 Z_0 和 S_0)。检测期间, 全部 24h 零点漂移值 Z_d 和 24h 量程漂移 S_d 应符合本标准 6.1.3 的要求。

$$\Delta Z_n = Z_n - Z_0 \dots\dots\dots (2)$$

$$Z_d = \frac{\Delta Z_n}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:

Z_d V——待测仪器 24h 零点漂移, %;

Z_0 ——待测仪器通入零点气体的初始测量值, %;

Z_n V——待测仪器运行 24h 后通入同一零点气体的测量值, %;

ΔZ_n ——待测仪器运行 24h 后的零点变化值, %;

VVR ——待测仪器满量程值, %。

$$\Delta S_n = S_n - S_0 \dots\dots\dots (4)$$

$$S_d = \frac{\Delta S_n}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中:

S_d ——待测仪器 24h 量程漂移, %;

S_0 ——待测仪器通入量程校准气体的初始测量值, %;

S_n ——待测仪器运行 24h 后通入同一量程校准气体的测量值, %;

ΔS_n ——待测仪器运行 24h 后的量程点变化值, %。

7.3.4 准确度

- a) 待测仪器运行稳定后, 分别进行零点校准和满量程校准;
- b) 待测仪器与参比方法同步对污染源排放二氧化碳进行测量, 由数据采集器至少每分钟记录 1 个累积测量值, 连续记录至参比方法测试结束;
- c) 取同一时间区间内 (一般为 3min~15min) 参比方法与待测仪器测量结果平均值组成一个数据对, 确保参比方法与待测仪器测量数据在同一条件下 (烟气温度、压力和湿度等, 一般取干基浓度);
- d) 每天获取至少 9 组以上数据对, 用于准确度计算;
- e) 当参比方法测量二氧化碳体积浓度平均值 $<7\%$ 或 $\geq 14\% \sim <20\%$ 时, 按公式 (6)、(7)、(8) 计算全部数据对待测仪器与参比方法测量结果平均值绝对误差的绝对值;
- f) 当参比方法测量二氧化碳体积浓度平均值 $\geq 7\% \sim <14\%$ 时, 按公式 (7)、(8)、(9) 计算全部数据对待测仪器与参比方法测量结果平均值相对误差的绝对值。

g) 当参比方法测量二氧化碳体积浓度平均值 $\geq 20\%$ 时,按公式(10)~(14)计算全部数据对待测仪器与参比方法测量结果相对准确度,应符合本标准 6.1.4 的要求。

$$AE = |\overline{RM} - \overline{CEMS}| \dots\dots\dots (6)$$

式中:

AE ——待测仪器与参比方法测量结果平均值绝对误差的绝对值, %;

$\overline{RM}$ ——参比方法全部数据对测量结果的平均值, %;

$\overline{CEMS}$ ——待测仪器全部数据对测量结果的平均值, %。

$$\overline{RM} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RM_i \dots\dots\dots (7)$$

$$\overline{CEMS} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n CEMS_i \dots\dots\dots (8)$$

式中:

RM_i ——第 i 个数据对中的参比方法测量值, %;

$CEMS_i$ ——第 i 个数据对中的待测仪器测量值, %;

i ——数据对的序号 ($i=1\sim n$);

n ——数据对的个数 ($n\geq 9$)。

$$RE = \left| \frac{\overline{RM} - \overline{CEMS}}{\overline{RM}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中:

RE ——待测仪器与参比方法测量结果平均值相对误差的绝对值, %。

$$RA = \frac{|\overline{d}| + |cc|}{\overline{RM}} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中:

RA ——待测仪器与参比方法测量结果相对准确度, %;

$\overline{d}$ ——待测仪器与参比方法测量各数据对差的平均值, %;

cc ——置信系数, %。

$$\overline{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \dots\dots\dots (11)$$

$$d_i = RM_i - CEMS_i \dots\dots\dots (12)$$

式中:

d_i ——每个数据对参比方法与待测仪器测量值之差, %。

注: 在计算数据对差的和时, 保留数据差值的正、负号。

$$cc = \pm t_{f,0.95} \frac{S_d}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

$t_{f,0.95}$ ——统计常数，由 t 表（见表 1）查得， $f=n-1$ ；
 S_d ——待测仪器与参比方法测量各数据对差的标准偏差，%。

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (14)$$

表 1 计算置信区间和允许区间参数表

f	t_f	v_f	$n^{''}$	$u_{n^{''}}(75)$
8	2.306	1.7110	8	1.233
9	2.262	1.6452	9	1.214
10	2.228	1.5931	10	1.208
11	2.201	1.5506	11	1.203
12	2.179	1.5153	12	1.199
13	2.160	1.4854	13	1.195
14	2.145	1.4597	14	1.192
15	2.131	1.4373	15	1.189
16	2.120	1.4176	16	1.187
17	2.110	1.4001	17	1.185
18	2.101	1.3845	18	1.183
19	2.093	1.3704	19	1.181
20	2.086	1.3576	20	1.179
21	2.080	1.3460	21	1.178
22	2.074	1.3353	22	1.177
23	2.069	1.3255	23	1.175
24	2.064	1.3165	24	1.174
25	2.060	1.3081	25	1.173
30	2.042	1.2737	30	1.170
35	2.030	1.2482	35	1.167
40	2.021	1.2284	40	1.165
45	2.014	1.2125	45	1.163
50	2.009	1.1993	50	1.162

7.4 烟气参数 CMS

烟气参数（流速、温度、湿度）CMS 性能指标检测方法参照 HJ 76 执行。

8 质量保证

8.1 安装质量保证

- 8.1.1 安装位置和现场配套环境条件应符合 T/CAEPI 48 相关规定。
- 8.1.2 原则上要求一个固定污染源安装一套 CO₂-CEMS。若一个固定污染源排气先通过多个烟道或管道后进入该固定污染源的总排气管时，应尽可能将 CO₂-CEMS 安装在总排气管上，但应便

于用参比方法校准烟气流速 CMS；不得只在其中的一个烟道或管道上安装 CO₂-CEMS，并将测定值作为该源的排放结果；但允许在每个烟道或管道上安装相同的监测系统。

8.1.3 污染源排放烟囱或烟道设置的采样平台和爬梯应符合 T/CAEPI 46 的相关要求，采样平台应易于到达，有足够的工作空间，安全且便于操作；必须牢固并有符合要求的安全措施；采样平台设置在高空时，应有通往平台的折梯、旋梯或升降梯。

8.2 检测质量保证

8.2.1 CO₂-CEMS 检测应在固定污染源正常排污条件下进行。初检和复检时，必须有专人负责监督工况，在测试期间保持相对稳定。

8.2.2 对于完全抽取式 CO₂-CEMS 和稀释抽取式 CO₂-CEMS，当进行零点和量程校准时，零气和标准气体与样品气体通过的路径（如：采样管、过滤器、洗涤器、调节器等）应保持相同。

8.2.3 对于直接测量式 CO₂-CEMS，当进行零点和量程校准时，应通入流动零气和标准气体进行校准。

8.2.4 参比方法应采用国家或行业发布的标准分析方法。二氧化碳参比方法可采用 HJ 870、HJ 1240 或 HJ 76 附录 D；采用仪器分析法进行比对测试时，使用的参比仪器应满足本标准或相关便携仪器技术标准要求。每次比对测试前应按照仪器操作说明要求，使用零点和量程校准气体对参比仪器进行零点和量程校准。

8.3 运行期质量保证

CO₂-CEMS 至少进行 30 天的运行，运行期间 CO₂-CEMS 质量保证应符合以下基本要求：

- a) 运行期可间隔一段时间（≥15 天）使用零气和量程校准气体校准一次系统零点和量程，此期间的零点和量程漂移应符合本标准 6.1.3 的要求；
- b) 必须使用在有效期内的标准物质。

9 检测项目

固定污染源二氧化碳排放连续监测系统检测项目见表 2，检测相关记录表格参见本标准附录 C。

表 2 固定污染源二氧化碳排放连续监测系统检测项目

检测项目			技术要求
CO ₂ -CEMS	初检期间	系统响应时间	≤200 s
		示值误差	相对误差 ≤ ±5%（标称值）
		24h 零点漂移和量程漂移	±2.5% F.S.
		准确度	排放浓度平均值： ≥20%时，相对准确度 ≤10% ≥14%～<20%时，绝对误差 ≤2% ≥7%～<14%时，相对误差 ≤15% <7%时，绝对误差 ≤1%
	复检期间	24h 零点漂移和量程漂移	±2.5% F.S.
		准确度	排放浓度平均值： ≥20%时，相对准确度 ≤10% ≥14%～<20%时，绝对误差 ≤2% ≥7%～<14%时，相对误差 ≤15% <7%时，绝对误差 ≤1%

注：F.S.表示满量程。

附录 A

(规范性)

CO₂-CEMS 日报表、月报表和年报表

表 A.1 二氧化碳排放连续监测小时平均值日报表

固定污染源名称：

固定污染源编号：

监测日期： 年 月 日

时间 h	CO ₂		标干 流量 m ³ /h	温度 ℃	湿度 %	负荷 %	备注
	标干浓度 g/m ³	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	—			—			
烟气日排放总量单位：×10 ⁴ m ³ /d。							

上报单位（盖章）：

负责人：

报告人：

报告日期： 年 月 日

表 A.2 二氧化碳排放连续监测日平均值月报表

固定污染源名称：

固定污染源编号：

监测月份： 年 月

日期	CO ₂		标干流量 ×10 ⁴ m ³ /d	温度 ℃	湿度 %	负荷 %	备注
	标干浓度 g/m ³	排放量 t/d					
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	—					—	
烟气月排放总量单位：×10 ⁴ m ³ /m。							

上报单位（盖章）： 负责人： 报告人： 报告日期： 年 月 日

表 A.3 二氧化碳排放连续监测月平均值年报表

固定污染源名称：

固定污染源编号：

监测年份： 年

时间	CO ₂ 排放量 t/m	标干流量 ×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			—			
烟气年排放总量单位：×10 ⁴ m ³ /y。						

上报单位（盖章）： 单位负责人： 报告人： 报告日期： 年 月 日

附录 B

(规范性)

CO₂-CEMS 数据采集记录和处理要求

B.1 数据采集记录存储要求

B.1.1 由 CO₂-CEMS 的控制功能协调整个系统的时序，系统能够将采集和记录的实时数据自动处理为 1min 数据和小时数据。

B.1.2 至少每 5s 采集一组系统测量的实时数据；主要包括：二氧化碳体积浓度、烟气流速、烟气温度、烟气静压、烟气湿度等。

B.1.3 至少每 1min 记录存储一组系统测量的分钟数据，数据为该时段的平均值；主要包括：二氧化碳体积浓度、烟气流速和流量、烟气温度、烟气静压、烟气湿度及大气压值。若测量结果有湿/干基不同转换数值，则应同时显示记录该测量值湿基和干基的测量数据。

B.1.4 小时数据应包含本小时内至少 45min 的分钟有效数据，数据为该时段的平均值；主要包括：二氧化碳质量浓度、二氧化碳排放量、烟气流量、烟气温度、烟气静压、烟气湿度和生产负荷等。小时数据记录表即为日报表。

B.1.5 日数据应包含本日至少 20h 的小时有效数据，数据为该时段的平均值；主要包括：二氧化碳质量浓度、二氧化碳排放量、烟气流量、烟气温度、烟气静压、烟气湿度和生产负荷等。日数据记录表即为月报表。

B.1.6 月数据应包含本月至少 25 天（其中二月至少 23 天）的日有效数据，数据均为该时段的平均值；主要包括：二氧化碳排放量、烟气流量、烟气温度、烟气静压、烟气湿度和生产负荷等。月数据记录表即为年报表。

B.1.7 数据报表中应统计记录当日、当月、当年各指标数据的最大值、最小值和平均值。

B.1.8 CO₂-CEMS 日报表、月报表和年报表中的二氧化碳浓度、烟气流量均为干基标准状态值。

B.2 数据格式要求

CO₂-CEMS 记录处理实时数据和定时段数据时，数据格式应至少符合表 B.1 和表 B.2 的要求。

表 B.1 CO₂-CEMS 数据格式一览表

序号	项目名称	单位	小数位
1	CO ₂ 体积浓度	% V/V	2
2	CO ₂ 质量浓度	g/m ³	3
3	烟气流速	m/s	2
4	烟气温度	°C	1
5	烟气静压（表压）	Pa（或 kPa）	0（或 2）
6	大气压	kPa	1
7	烟气湿度	% V/V	2
8	烟道截面积	m ²	2
9	二氧化碳排放速率	t/h	3
10	二氧化碳排放量	t	3
11	小时烟气流量	m ³ /h	0
12	日排放量	×10 ⁴ m ³ /d	3
13	污染源负荷	%	1

表 B.2 CO₂-CEMS 数据时间标签一览表

数据时间类型	时间标签	定义	描述与示例
实时数据	YYYYMMDDHHMMSS	时间标签为数据采集的时刻，数据为相应时刻采集的测量瞬时值	20140628130815 为 2014 年 6 月 28 日 13 时 8 分 15 秒的测量瞬时值
分钟数据	YYYYMMDDHHMM	时间标签为测量开始时间，数据为此时刻后一分钟的测量平均值	201406281308 为 2014 年 6 月 28 日 13 时 8 分 00 秒至 13 时 9 分 00 秒之间的测量平均值
小时数据	YYYYMMDDHH	时间标签为测量开始时间，数据为此时刻后一小时的测量分钟平均值	2014062813 为 2014 年 6 月 28 日 13 时 00 分 00 秒至 14 时 00 分 00 秒之间的测量平均值
日数据	YYYYMMDD	时间标签为测量开始时间，数据为当日 0 时至 24 时（第二天 0 时）的测量小时平均值	20140628 为 2014 年 6 月 28 日 0 时 00 分 00 秒至 29 日 0 时 00 分 00 秒的测量平均值
月数据	YYYYMM	时间标签为测量开始时间，数据为当月 1 日至最后一日的测量日平均值	201406 为 2014 年 6 月 1 日 1 时至 30 日的测量平均值

B.3 数据状态标记要求

CO₂-CEMS 分钟数据记录表和小时数据记录表的各数据组均应采用明显标记记录系统和（/或）污染源在该时段的操作情况和运行状态。一般可采用英文字母“标记”的方式，例如：

分钟数据记录表标记方法：

“N”表示 CO₂-CEMS 系统正常运行，“F”表示排放源停运，“C”表示全系统校准，“M”表示维护保养，“T”表示超测量上限，“D”表示 CO₂-CEMS 系统故障维修，“Md”表示数据缺失。

小时数据记录表标记可在分钟数据记录表基础上，增加新的标记。

“N”表示本小时内 CO₂-CEMS 系统正常运行状态大于等于 45min；“F”表示本小时内污染源停运状态（停炉或闷炉）大于等于 45min（污染源排放异常）；“T”表示本小时内二氧化碳排放浓度平均值超过系统测量上限（污染源排放异常、测量数据无效）；“C”表示本小时内系统处于校验、校准状态，其时间大于 15min（测量数据无效）；“M”表示本小时内系统处于维护、修理状态，其时间大于 15min（测量数据无效）；“D”表示本小时内系统处于故障、断电状态，其时间大于 15min（测量数据无效）。

数据标记优先级顺序从高到低依次为 F→D→M→C→T。

CO₂-CEMS 数据记录必须具备数据标识功能，除了采用字母标识外，也可采用数字或颜色等标识符号进行明确区分。

B.4 数据处理计算方法、公式和要求

B.4.1 二氧化碳浓度转换计算公式

a) 二氧化碳体积浓度与标准状态下质量浓度转换按公式 (B1) 计算：

$$C_Q = C_V \times \frac{44}{22.4} \times 10 \dots\dots\dots (B1)$$

式中：

C_Q ——标准状态下二氧化碳质量浓度，g/m³；

44 ——二氧化碳摩尔质量，g/mol；

22.4 ——标准状态下气体摩尔体积，L/mol；

C_V ——CO₂-CEMS 测量的二氧化碳体积浓度，%。

注：公式 (B1) 中质量浓度和体积浓度干湿基状态应相同。

b) 二氧化碳干基浓度和湿基浓度转换按公式 (B2) 计算：

$$C_{\text{干}} = \frac{C_{\text{湿}}}{1 - X_{\text{sw}}} \dots\dots\dots (B2)$$

式中：

$C_{\text{干}}$ ——二氧化碳干基质量浓度或体积浓度，g/m³ 或 %；

$C_{\text{湿}}$ ——二氧化碳湿基质量浓度或体积浓度，g/m³ 或 %；

X_{sw} ——烟气绝对湿度（又称水分含量），%。

注：公式 (B2) 中干基浓度与湿基浓度的工况状态条件应相同。

B.4.2 二氧化碳体积浓度统计计算公式

a) 二氧化碳体积浓度分钟数据按公式 (B3) 计算：

$$\overline{C_{Vj}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{Vi}}{n} \dots\dots\dots (B3)$$

式中：

$\overline{C_{Vi}}$ ——CO₂-CEMS 第 j 分钟测量二氧化碳干基体积浓度平均值, %;

C_{Vi} ——CO₂-CEMS 最大间隔 5s 采集测量的二氧化碳干基体积浓度瞬时值, %;

N ——CO₂-CEMS 在该分钟内有效测量的瞬时数据数, (n 为整数, $n \geq 12$)。

注: 其它监测因子如烟气流速、烟气温度、烟气静压、烟气湿度, 计算方法与公式与 (B3) 相同。

b) 二氧化碳体积浓度小时数据按公式 (B4) 计算:

$$\overline{C_{Vh}} = \frac{\sum_{j=1}^k \overline{C_{Vj}}}{k} \dots\dots\dots (B4)$$

式中:

$\overline{C_{Vh}}$ ——CO₂-CEMS 第 h 小时测量二氧化碳排放干基体积浓度平均值, %;

K ——CO₂-CEMS 在该小时内有效测量的分钟均值数 ($k \geq 45$)。

注: 其它监测因子如烟气流速、烟气温度、烟气静压、烟气湿度, 计算方法与公式与 (B4) 相同。

c) 二氧化碳体积浓度日均值数据按公式 (B5) 计算:

$$\overline{C_{Vd}} = \frac{\sum_{h=1}^m \overline{C_{Vh}}}{m} \dots\dots\dots (B5)$$

式中:

$\overline{C_{Vd}}$ ——CO₂-CEMS 第 d 天测量二氧化碳排放干基体积浓度平均值, %;

M ——CO₂-CEMS 在该天内有效测量的小时均值数 ($m \geq 20$)。

注: 其它监测因子如烟气流速、烟气温度、烟气静压、烟气湿度, 计算方法与公式与 (B5) 相同。

B. 4. 3 二氧化碳排放流量计算公式

a) 烟囱或烟道断面烟气排放平均流速按公式 (B6) 计算:

$$\overline{V_s} = K_v \times \overline{V_p} \dots\dots\dots (B6)$$

式中:

K_v ——速度场系数;

$\overline{V_p}$ ——CO₂-CEMS 最大间隔 5s 采集测量的烟气流速值, m/s;

$\overline{V_s}$ ——烟囱或烟道断面烟气流速的瞬时值, m/s。

b) 烟气排放小时工况流量按公式 (B7) 计算:

$$Q_{sh} = 3600 \times F \times \overline{V_{sh}} \dots\dots\dots (B7)$$

式中:

Q_{sh} ——工况条件下小时烟气流量 (湿基), m³/h;

$\overline{V_{sh}}$ ——CO₂-CEMS 测量的烟气流速的小时均值, m/s;

F ——CO₂-CEMS 安装点位烟囱或烟道断面的面积, m²。

c) 标准状态下干烟气小时排放流量按公式 (B8) 计算:

$$Q_{snh} = Q_{sh} \times \frac{273}{273 + t_{sh}} \times \frac{B_a + P_{sh}}{101325} \times (1 - X_{swh}) \dots\dots\dots (B8)$$

式中:

Q_{snh} ——标准状态下小时干烟气流量(干基), m^3/h ;

t_{sh} —— CO_2 -CEMS 测量的烟气温度的小时均值, $^{\circ}\text{C}$;

P_{sh} —— CO_2 -CEMS 测量的烟气静压的小时均值, Pa ;

X_{swh} —— CO_2 -CEMS 测量的烟气湿度的小时均值, %;

B_a —— CO_2 -CEMS 安装地点的环境大气压值, Pa 。

d) 标准状态下干烟气日排放流量按公式(B9)计算:

$$Q_{snd} = \sum_{h=1}^l Q_{snh} \times 10^{-4} \dots\dots\dots (\text{B9})$$

式中:

Q_{snd} ——标准状态下干烟气日排放流量, $\times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$;

L —— CO_2 -CEMS 在该日内有效测量小时数据数。

e) 标准状态下干烟气月排放流量按公式(B10)计算:

$$Q_{snm} = \sum_{d=1}^p Q_{snd} \times 10^{-4} \dots\dots\dots (\text{B10})$$

式中:

Q_{snm} ——标准状态下干烟气月排放流量, $\times 10^4 \text{m}^3/\text{m}$;

P —— CO_2 -CEMS 在该月内有效测量日数据数。

f) 标准状态下干烟气年排放流量按公式(B11)计算:

$$Q_{sny} = \sum_{m=1}^q Q_{snm} \times 10^{-4} \dots\dots\dots (\text{B11})$$

式中:

Q_{sny} ——标准状态下干烟气年排放流量, $\times 10^4 \text{m}^3/\text{y}$;

Q —— CO_2 -CEMS 在该年内有效测量月数据数。

B.4.4 二氧化碳排放速率和排放量计算公式

a) 二氧化碳小时排放速率按公式(B12)计算:

$$G_h = \overline{C_{Vh}} \times \frac{44}{22.4} \times Q_{snh} \times 10^{-5} \dots\dots\dots (\text{B12})$$

式中:

G_h —— CO_2 -CEMS 第 h 小时监测二氧化碳排放速率, t/h 。

b) 二氧化碳日排放速率按公式(B13)计算:

$$G_d = \sum_{h=1}^l G_h \dots\dots\dots (\text{B13})$$

式中:

G_d ——CO₂-CEMS 第 d 天监测二氧化碳排放速率，t/d。

c) 二氧化碳月排放速率按公式 (B14) 计算：

$$G_m = \sum_{d=1}^p G_d \dots\dots\dots (B14)$$

式中：

G_m ——CO₂-CEMS 第 m 月监测二氧化碳排放速率，t/m。

d) 二氧化碳年排放总量按公式 (B15) 计算：

$$G_y = \sum_{m=1}^q (G_m \times 1) \dots\dots\dots (B15)$$

式中：

G_y ——CO₂-CEMS 全年监测二氧化碳排放总量，t。

B.4.5 其它要求

a) 污染源负荷的记录和填报

污染源负荷按污染源实际负荷与额定负荷的百分比计算，可以是实际发电功率与额定发电功率，或实际蒸汽流量与额定蒸汽流量，或实际产能与额定产能的比值。

系统未接入污染源实际负荷仪表数据的，污染源负荷由污染源管理单位人员手工记录填报。

b) 其他记录要求

当 1h 平均值和（或）排放量为零时，数据记录表内填报“0”；对系统未设置的测量参数，数据记录表或报表中记录填报“/”；对系统设置的测量参数，但因故障或停电造成无数据，数据记录表或报表中记录填报“×”。

B.5 数据软件功能要求

B.5.1 安全管理和使用权限要求

B.5.1.1 软件应具有安全管理功能，操作人员需使用用户名或工号和相应密码登录或注销后，才能进入和退出软件控制界面。

B.5.1.2 软件应具备至少二级的系统操作使用管理权限：

a) 系统管理员：具备软件的最高管理和操作权限，可以进行所有的系统设置工作，如：查询历史数据，设定和修改操作人员密码、操作级别，设定和修改系统的参数设置等；

b) 一般操作人员：具备软件的基本操作权限，只能进行实时数据查询、例行维护和检查，不能查看和修改软件参数等其它系统设置。

B.5.1.3 软件应对全部外部人员控制操作均自动记录、保存，形成系统操作和运行状态记录日志，并可查询。

B.5.1.4 系统受外界强干扰或偶然意外或掉电后又上电等情况发生，造成程序中断时，应能实现自动启动，自动恢复运行状态并记录出现故障时的时间和恢复运行时的时间。

B.5.2 数据显示、记录、查询和管理要求

B.5.2.1 软件的显示和操作界面均应为简体中文。

B.5.2.2 软件能够显示和记录系统监测二氧化碳和烟气参数的监测数据和超过测量上限等报警信息；可查询和导出规定存储设定时间段内的二氧化碳和烟气参数测量和校准校验数据及状态标识。

B.5.2.3 软件应可存储并查询、导出最近至少 12 个月的 1min 均值数据和至少 36 个月以内的 1h 均值数据以及至少 60 个月的日均值数据和月均值数据。

B.5.2.4 软件应能够自动统计生成并保存《二氧化碳排放连续监测小时平均值日报表》、《二氧化碳排放连续监测日平均值月报表》和《二氧化碳排放连续监测月平均值年报表》，其格式见附录 A；能够生成并保存运行操作记录报告和掉电记录报告。

B.5.2.5 软件应具有支持打印监测数据、图表和各种报表的功能。

B.5.3 参数和公式设置和修改要求

B.5.3.1 软件应具备运行参数设置功能，能够查询和修改设置相关参数，主要包括：

——系统运行参数：日期、时间、地点、污染源排放口的尺寸和截面积、二氧化碳测量量程及皮托管系数等；

——系统维护参数：系统反吹、维护的时间间隔设置、耗材和部件的维护周期等；

——系统测量参数：烟气流速速度场系数等。

B.5.3.2 软件参数的设置和修改应由最高管理权限完成，且相关参数设置操作应记录在当日的系统日志中。

B.5.3.3 软件中数据状态转换等计算公式应方便查看和检查，确认无误后一般不得修改。

B.6 数据通讯和输出要求

B.6.1 系统接口：应配置 RS232、RS422、RS485 中任一种通信接口和 RJ45 以太网接口，用于对外数据输出和通讯，并可根据使用要求，实现单路或双路或多路配置。

B.6.2 系统应具有远程数据通讯功能，能够定时传输数据组，并随时接收和应答远程的数据查询、校准时钟等命令，符合 HJ 212 的相关要求。

附录 C

(资料性)

CO₂-CEMS 检测原始记录表表 C.1 CO₂-CEMS 系统响应时间检测记录

测试人员:

CO₂-CEMS 生产厂家:

测试地点:

CO₂-CEMS 型号、编号:

仪器检测量程:

CO₂-CEMS 原理:

标准气体浓度或校准器件的已知响应值:

计量单位:

日期	标称值	管线传输时间 (T ₁ /2)	显示值达到标称值 90%时的时间 (T ₂)	响应时间 (T)	备注
平均值					

表 C.2 CO₂-CEMS 示值误差检测记录

测试人员：

CO₂-CEMS 生产厂家：

测试地点：

CO₂-CEMS 型号、编号：

仪器检测量程：

CO₂-CEMS 原理：

计量单位：

日期	标准气体		20%~30%满量程 标准气体	50%~60%满量程 标准气体	80%~100%满量程 标准气体	备注
	标称值					
	实 测 值	1				
		2				
		3				
		平均值				
	示值误差 (%)					

表 C.3 CO₂-CEMS 24h 漂移检测记录

测试人员:

CO₂-CEMS 生产厂家:

测试地点:

CO₂-CEMS 型号、编号:

仪器检测量程:

CO₂-CEMS 原理:

标准气体浓度或校准器件的已知响应值:

计量单位:

日期	时 间 (时、分)	检测结果 (%)							
		零点读数		零点漂移 绝对误差 $\Delta Z=Z_0-Z_i$	量程点读数		量程漂移 绝对误差 $\Delta S=S_0-S_i$		
		起始(Z_0)	最终(Z_i)		起始(S_0)	最终(S_i)			
零点漂移绝对误差最大值					量程漂移绝对误差最大				
零点漂移 (%)					量程漂移 (%)				
备注	是否调节零点								
	是否调节量程								
	是否清洁镜头								

