

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

HJ

中华人民共和国环境保护行业标准

HJ/T 75—2007
代替 HJ/T 75-2001

固定污染源烟气排放连续监测技术规范（试行）
**Specifications for Continuous Emissions Monitoring of
Flue Gas Emitted from Stationary Sources（on trial）**
（发布稿）

2007-07-12 发布

2007-08-01 实施

国家环境保护总局发布

目 次

前 言	I
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 固定污染源烟气 CEMS 的组成	3
5 固定污染源烟气 CEMS 技术性能要求	错误！未定义书签。
6 固定污染源烟气 CEMS 安装位置要求	错误！未定义书签。
7 固定污染源烟气 CEMS 技术验收	6
8 固定污染源烟气 CEMS 日常运行管理要求	10
9 固定污染源烟气 CEMS 日常运行质量保证	10
10 固定污染源烟气 CEMS 数据审核和处理	13
11 数据记录与报表	14
附录 A（规范性附录）	15
附录 B（资料性附录）	26
附录 C（资料性附录）	28
附录 D（规范性附录）	33

删除的内容: 5

删除的内容: 5

前 言

为贯彻《中华人民共和国大气污染防治法》，执行国家、地方大气污染物排放标准，实施大气固定污染源排放污染物总量控制，提高固定污染源烟气排放连续监测水平，特制定本标准。

本标准规定了固定污染源烟气排放连续监测系统的安装、调试、联网、验收、运行维护、数据审核等技术要求。

本标准对《火电厂烟气排放连续监测技术规范》（HJ/T 75-2001）主要做了如下修改：扩大了原规范的适用范围，覆盖了工业固定污染源；细化了固定污染源烟气排放连续监测系统的安装位置要求以及经验收合格后的烟气排放连续监测系统数据传输到污染源自动监控网络后的数据审核和处理要求；规定了固定污染源烟气排放连续监测系统的运行管理和质量保证要求；简化了各种固定污染源烟气排放连续监测方法和监测仪器结构的介绍；补充了固定污染源烟气排放连续监测系统的调试检测和比对监测的方法、技术要求和相关记录表格。

本标准为指导性标准。

本标准由国家环境保护总局科技标准司提出。

本标准起草单位：上海市环境监测中心、中国环境监测总站、中日友好环境保护中心。

本标准由国家环境保护总局 2007 年 07 月 12 日批准。

本标准自 2007 年 08 月 1 日起实施，自实施之日起代替《火电厂烟气排放连续监测技术规范》（HJ/T 75-2001）。

本标准由国家环境保护总局负责解释。

1 适用范围

1.1 本标准规定了固定污染源烟气排放连续监测系统（Continuous Emissions Monitoring Systems，以下简称 CEMS）中的颗粒物 CEMS、气态污染物（含 SO₂、NO_x 等）CEMS 和有关排气参数（含氧量等）连续监测系统（Continuous Monitoring Systems，以下简称 CMS）的主要技术指标、检测项目、安装位置、调试检测方法、验收方法、日常管理、日常运行质量保证、数据审核和上报数据的格式。

1.2 本标准适用于以固体、液体为燃料或原料的火电厂锅炉、工业/民用锅炉以及工业炉窑等固定污染源的烟气 CEMS。

1.3 生活垃圾焚烧炉、危险废物焚烧炉及以气体为燃料或原料的固定污染源烟气 CEMS 可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

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

GB 3095 环境空气质量标准

HJ/T 193 环境空气质量自动监测技术规范

HJ/T 212 污染源在线自动监控（监测）系统数据传输标准

HJ/T 42 固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法

HJ/T 43 固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法

HJ/T 47 烟气采样器技术条件

HJ/T 48 烟尘采样器技术条件

HJ/T 56 固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法

HJ/T 57 固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法

3 术语和定义

3.1 烟气排放连续监测 Continuous Emission Monitoring

对固定污染源排放的污染物进行连续地、实时地跟踪测定；每个固定污染源的总测定小时数不得小于锅炉、炉窑总运行小时数的 75%；每小时的测定时间不得低于 45 分钟。

3.2 固定污染源烟气 CEMS 的正常运行 Normal Operation of CEMS of Stationary Source

符合本标准的技术指标要求，在规定有效期内的运行，但不包括检测器污染、仪器故障、系统校准、校验或系统未经定期校准、未经定期校验等期间的运行。

3.3 有效数据 Valid Data

符合本标准的技术指标要求，经验收合格的烟气 CEMS，在固定污染源排放烟气条件下，烟气 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 小时内不少于 45 分钟的有效数据的算术平均值。

3.5 有效日均值 Valid Daily Average

1 日内不少于锅炉、炉窑运行时间（按小时计）的 75% 的有效小时均值的算术平均值。

3.6 有效月均值 Valid Monthly Average

1 月内不少于锅炉、炉窑运行时间（按小时计）的 75% 的有效小时均值的算术平均值。

3.7 参比方法 Reference Method

国家或行业发布的标准方法。

3.8 校准 Calibration

用标准装置或标准物质对烟气 CEMS 进行校零/跨、线性误差和响应时间等的检测。

3.9 校验 Checkout/Verification

用参比方法在烟道内对烟气 CEMS（含取样系统、分析系统）检测结果进行相对准确度、相关系数、置信区间、允许区间、相对误差、绝对误差等的比对检测。

3.10 调试检测 Testing

烟气 CEMS 安装、初调和至少正常连续运行 168 小时后，于技术验收前对烟气 CEMS

进行的校准和校验。

3.11 技术验收 Technical Check and Acceptance

由有资质的第三方用参比方法对烟气 CEMS 检测结果进行相对准确度、相对误差、绝对误差的比对检测和联网验收。

3.12 比对监测 Comparision Testing

用参比方法对日常运行的烟气 CEMS 技术性能指标进行不定期的抽检。

3.13 固定污染源烟气 CEMS 数据审核和处理

固定污染源烟气 CEMS 数据审核和处理是指经验收合格后的烟气 CEMS 数据传输到固定污染源监控系统后，对数据的有效性进行判断并对缺失数据进行处理、对失控数据进行修约的规定。

4 固定污染源烟气 CEMS 的组成

固定污染源烟气 CEMS 由颗粒物监测子系统、气态污染物监测子系统、烟气排放参数测量子系统、数据采集、传输与处理子系统等组成。通过采样和非采样方式，测定烟气中颗粒物浓度、气态污染物浓度，同时测量烟气温度、烟气压力、烟气流速或流量、烟气含湿量（或输入烟气含湿量）、烟气氧量（或二氧化碳含量）等参数；计算烟气中污染物浓度和排放量；显示和打印各种参数、图表并通过数据、图文传输系统传输至固定污染源监控系统。

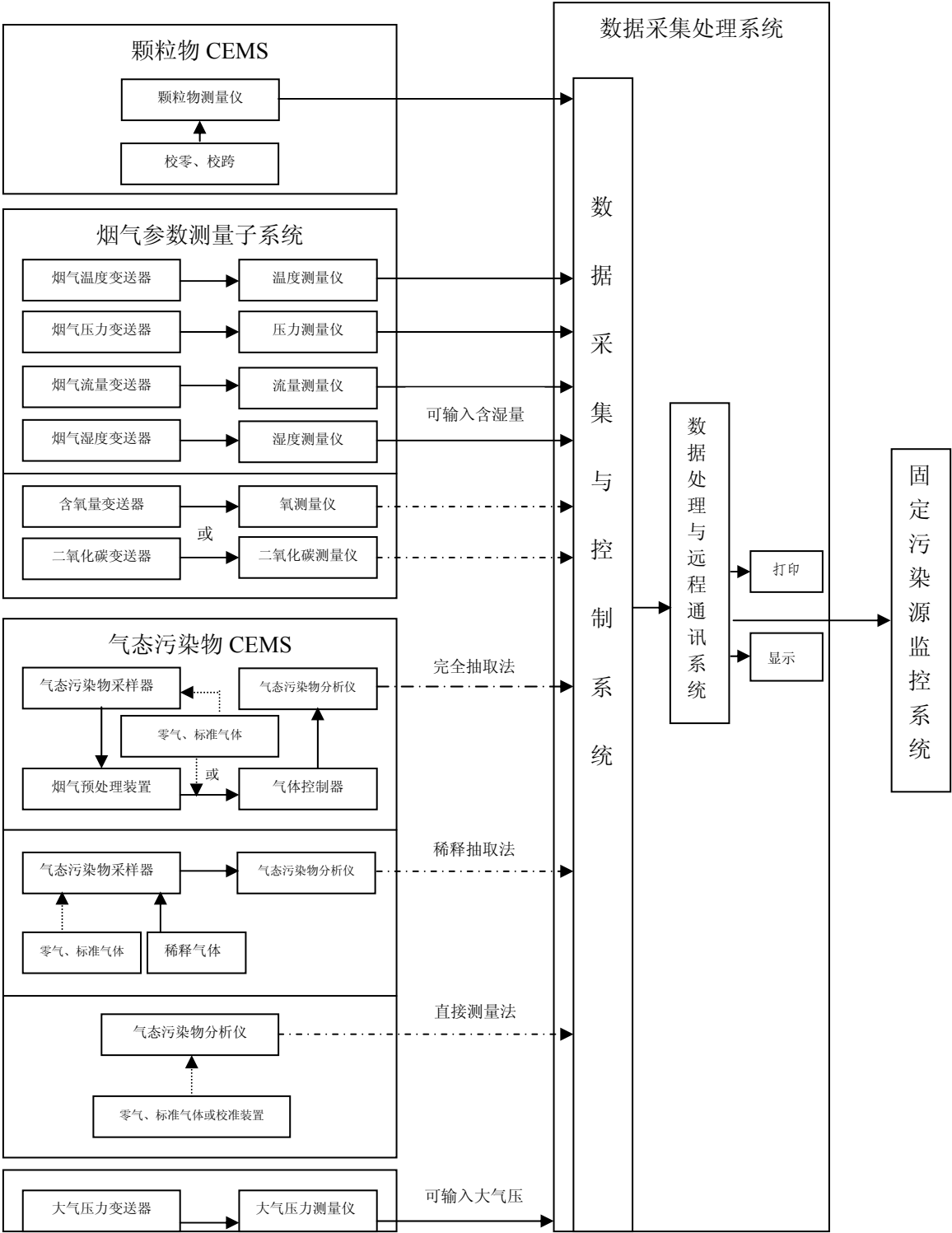
5 固定污染源烟气 CEMS 技术性能要求

固定污染源烟气 CEMS 技术性能参照 HJ/T 76-2007 中第 5 章的技术要求规定，当本标准下文中的部分技术指标与 HJ/T 76-2007 所规定的技术指标不同时，以本标准的规定为准。

6. 固定污染源烟气 CEMS 安装位置要求

固定污染源烟气 CEMS 应安装在能准确可靠地连续监测固定污染源烟气排放状况的有代

表性的位置上。



----- 表示任选一种气体参数测量仪和气态污染物 CEMS

图 1 烟气 CEMS 示意图

6.1 一般要求

- 6.1.1 位于固定污染源排放控制设备的下游；
- 6.1.2 不受环境光线和电磁辐射的影响；
- 6.1.3 烟道振动幅度尽可能小；
- 6.1.4 安装位置应避免烟气中水滴和水雾的干扰；
- 6.1.5 安装位置不漏风；
- 6.1.6 安装烟气 CEMS 的工作区域必须提供永久性的电源，以保障烟气 CEMS 的正常运行；
- 6.1.7 采样或监测平台易于人员到达，有足够的空间，便于日常维护和比对监测。当采样平台设置在离地面高度 ≥ 5 米的位置时，应有通往平台的 Z 字梯/旋梯/升降梯；
- 6.1.8 为室外的烟气 CEMS 装置提供掩蔽所，以便在任何天气条件下不影响烟气 CEMS 的运行和不损害维修人员的健康，能够安全地进行维护。安装在高空位置的烟气 CEMS 要采取措施防止发生雷击事故，做好接地，以保证人身安全和仪器的运行安全。

6.2 具体要求

- 6.2.1 应优先选择在垂直管段和烟道负压区域。
- 6.2.2 测定位置应避开烟道弯头和断面急剧变化的部位。对于颗粒物 CEMS，应设置在距弯头、阀门、变径管下游方向不小于 4 倍烟道直径，以及距上述部件上游方向不小于 2 倍烟道直径处；对于气态污染物 CEMS，应设置在距弯头、阀门、变径管下游方向不小于 2 倍烟道直径，以及距上述部件上游方向不小于 0.5 倍烟道直径处。对矩形烟道，其当量直径 $D=2AB/(A+B)$ ，式中 A、B 为边长。当安装位置不能满足上述要求时，应尽可能选择在气流稳定的断面，但安装位置前直管段的长度必须大于安装位置后直管段的长度。

在烟气 CEMS 监测断面下游应预留参比方法采样孔，采样孔数目及采样平台等按 GB/T16157 « 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法»要求确定，以供参比方法测试使用。在互不影响测量的前提下，应尽可能靠近。

- 6.2.3 为了便于颗粒物和流速参比方法的校验和比对监测，烟气 CEMS 不宜安装在烟道内烟气流速小于 5m/s 的位置。
- 6.2.4 每台固定污染源排放设备应安装一套烟气 CEMS。
- 6.2.5 若一个固定污染源排气先通过多个烟道后进入该固定污染源的总排气管时，应尽可能将烟气 CEMS 安装在该固定污染源的总排气管上，但要便于用参比方法校验颗粒物 CEMS 和烟气流速 CMS。不得只在其中的一个烟道上安装一套烟气 CEMS，将测定值的倍数作为整个源的排放结果，但允许在每个烟道上安装相同的烟气 CEMS，测定值汇总后作为该源的排

放结果。

6.2.6 火电厂湿法脱硫装置后未安装烟气 GGH (气-气换热器) 的烟道内, 由于水份的干扰, 颗粒物 CEMS 无法准确测定其浓度, 颗粒物 CEMS 可安装在脱硫装置前的管段中, 其实际排放浓度值的计算见本标准附录 C.5。

6.2.7 固定污染源烟气净化设备设置有旁路烟道时, 应在旁路烟道内安装烟气流量连续计量装置。

6.2.8 当烟气 CEMS 安装在矩形烟道时, 若烟道截面的高度大于 4 米, 则不宜在烟道顶层开设参比方法采样孔; 若烟道截面的宽度大于 4 米, 则应在烟道两侧开设参比方法采样孔, 并设置多层采样平台。

6.2.9 点测量 CEMS 的测量点位应符合下列条件之一:

- a. 颗粒物 CEMS 的测量点位离烟道壁的距离不小于烟道直径的 30%, 气态污染物 CEMS、氧气 CMS 以及流速 CMS 的测量点位离烟道壁距离不小于 1 米;
- b. 位于或接近烟道断面的矩心区。

6.2.10 线测量 CEMS 的测量点位应符合下列条件之一:

- a. 颗粒物 CEMS 的测量点位所在区域离烟道壁的距离不小于烟道直径的 30%, 气态污染物 CEMS、氧气 CMS 以及流速 CMS 的测量点位离烟道壁距离不小于 1 米;
- b. 中心位于或接近烟道断面的矩心区;
- c. 测量线长度大于或等于烟道断面直径或矩形烟道的边长。

7 固定污染源烟气 CEMS 技术验收

固定污染源烟气 CEMS 技术验收由参比方法验收和联网验收两部分组成。

7.1 技术验收条件

固定污染源烟气 CEMS 在完成安装、调试检测 (见本标准附录 A) 并符合下列要求后, 可组织实施技术验收工作。

- a. 排污口安装的固定污染源烟气 CEMS 相关仪器 (颗粒物、SO₂、NO_x、流速等) 应具有国家环境保护总局环境监测仪器质量监督检验中心出具的适用性检测合格报告, 型号与报告内容相符合。
- b. 排污口安装的固定污染源烟气 CEMS 的安装位置及手工采样位置应符合本标准第 6 章的要求。
- c. 数据采集和传输以及通信协议均应符合 HJ/T 212 的要求, 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作出响应。

d. 根据本标准附录 A 的要求进行了 72 小时的调试检测，并提供调试检测合格报告。

7.2 参比方法验收内容

7.2.1 验收时间可采用事先通知的形式或不通知的抽检形式进行，现场验收应尽可能控制在 1 天内完成。

7.2.2 现场验收期间，生产设备应正常且稳定运行，可通过调节固定污染源烟气净化设备从而达到某一排放状况，该状况在测试期间应保持稳定。用参比方法进行验收时，颗粒物、流速、烟温至少获取 5 个该测试断面的平均值，气态污染物和氧量至少获取 9 个数据，并取测试平均值与同时段烟气 CEMS 的分钟平均值进行准确度计算。

a. 颗粒物相对误差计算：

$$R_{ep}\% = (C_{CEMS} - C_i) / C_i \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R_{ep} ——颗粒物相对误差，%；

C_i ——参比方法测定的颗粒物平均浓度， mg/m^3 ；

C_{CEMS} ——颗粒物 CEMS 与参比方法同时段测定的颗粒物平均浓度， mg/m^3 。

b. 流速相对误差计算：

$$R_{ev}\% = (V_{CMS} - V_i) / V_i \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R_{ev} ——流速相对误差，%；

V_i ——参比方法测定的测试断面的烟气平均流速， m/s （可与颗粒物测定同时进行）；

V_{CMS} ——流速 CMS 与参比方法同时段测定的烟气平均流速， m/s 。

c. 烟温绝对误差计算：

$$\Delta T = t_2 - t_1 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

ΔT ——烟温绝对误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_1 ——参比方法测定的平均烟温， $^{\circ}\text{C}$ （可与颗粒物测定同时进行）；

t_2 ——烟温 CMS 与参比方法同时段测定的平均烟温， $^{\circ}\text{C}$ 。

d. 气态污染物（含氧量）准确度计算：

同本标准附录 A 公式（21）～公式（26）。

7.2.3 验收测试结果按附录 D 中的表 D-5 和表 D-8 表格形式记录。

验收检测项目		考核指标
颗粒物	准确度	当参比方法测定烟气中颗粒物排放浓度： $\leq 50 \text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差不超过 $\pm 15 \text{ mg/m}^3$ ； $> 50 \text{ mg/m}^3 \sim \leq 100 \text{ mg/m}^3$ 时，相对误差不超过 $\pm 25\%$ ； $> 100 \text{ mg/m}^3 \sim \leq 200 \text{ mg/m}^3$ 时，相对误差不超过 $\pm 20\%$ ； $> 200 \text{ mg/m}^3$ 时，相对误差不超过 $\pm 15\%$ 。
气态污染物	准确度	当参比方法测定烟气中二氧化硫、氮氧化物排放浓度： $\leq 20 \mu \text{ mol/mol}$ 时，绝对误差不超过 $\pm 6 \mu \text{ mol/mol}$ ； $> 20 \mu \text{ mol/mol} \sim \leq 250 \mu \text{ mol/mol}$ 时，相对误差不超过 $\pm 20\%$ ； $> 250 \mu \text{ mol/mol}$ 时，相对准确度 $\leq 15\%$ 。
		当参比方法测定烟气中其它气态污染物排放浓度： 相对准确度 $\leq 15\%$ 。
流速	相对误差	流速 $> 10 \text{ m/s}$ 时，不超过 $\pm 10\%$ ； 流速 $\leq 10 \text{ m/s}$ 时，不超过 $\pm 12\%$ 。
烟温	绝对误差	不超过 $\pm 3^\circ \text{C}$
氧量	相对准确度	$\leq 15\%$

7.3 参比方法验收测试报告格式

报告应包括以下信息（可参照附录D中的表D-9）：

- 报告的标识-编号；
- 检测日期和编制报告的日期；
- 烟气CEMS标识-制造单位、型号和系列编号；
- 安装烟气 CEMS 的企业名称和安装位置所在的相关污染源名称；
- 参比方法引用的标准；
- 所用可溯源到国家标准的标准气体；
- 参比方法所用的主要设备，仪器等；
- 检测结果和结论；
- 测试单位
- 备注（技术验收单位认为与评估烟气CEMS的性能相关的其它信息）。

7.4 参比方法验收技术指标要求

7.5 联网验收内容

联网验收由通信及数据传输验收、现场数据比对验收和联网稳定性验收三部分组成。

7.5.1 通信及数据传输验收

按照 HJ/T 212 的规定检查通信协议的正确性。数据采集和处理子系统与固定污染源监控系统之间的通信应稳定,不出现经常性的通信连接中断、报文丢失、报文不完整等通信问题。为保证监测数据在公共数据网上传输的安全性,所采用的数据采集和处理子系统应进行加密传输。

7.5.2 现场数据比对验收

数据采集和处理子系统稳定运行一个星期后,对数据进行抽样检查,并对比上位机接收到的数据和现场机存储的数据是否一致,检验数据传输的正确性

7.5.3 联网稳定性验收

在连续一个月内,子系统能稳定运行,不出现除通信稳定性、通信协议正确性、数据传输正确性以外的其他联网问题。

7.6 联网验收技术指标要求

验收检测项目	考核指标
通信稳定性	1. 现场机在线率为 90%以上; 2. 正常情况下,掉线后,应在 5 分钟之内重新上线; 3. 单台数据采集传输仪每日掉线次数在 5 次以内; 4. 报文传输稳定性在 99%以上,当出现报文错误或丢失时,启动纠错逻辑,要求数据采集传输仪重新发送报文。
数据传输安全性	1. 对所传输的数据应按照 HJ/T 212 中规定的加密方法进行加密处理传输,保证数据传输的安全性。 2. 服务器端对请求连接的客户端进行身份验证。
通信协议正确性	现场机和上位机的通信协议应符合 HJ/T 212 中的规定,正确率 100%
数据传输正确性	系统稳定运行一星期后,对一星期的数据进行检查,对比接收的数据和现场的数据完全一致,抽查数据正确率 100%。
联网稳定性	系统稳定运行一个月,不出现除通信稳定性、通信协议正确性、数据传输正确性以外的其他联网问题。

7.7 验收结果

符合本标准 7.4 和 7.6 验收技术指标要求的固定污染源烟气 CEMS,可纳入固定污染源监控系统。

8 固定污染源烟气 CEMS 日常运行管理要求

从事固定污染源烟气 CEMS 日常运行管理的单位和部门应根据该烟气 CEMS 使用说明书和本标准的要求编制仪器运行管理规程，以此确定系统运行操作人员和管理维护人员的工作职责，人员经培训合格后持证上岗。

仪器运行管理规程应包括以下方面：

8.1 日常巡检

日常巡检间隔不超过 7 天，巡检记录应包括检查项目、检查日期、被检项目的运行状态等内容，每次巡检应记录并归档。日常巡检规程应包括该系统的运行状况、烟气 CEMS 工作状况、系统辅助设备的运行状况、系统校准工作等必检项目和记录，以及仪器使用说明书中规定的其他检查项目和记录。

8.2 日常维护保养

日常维护保养应根据烟气 CEMS 说明书的要求对保养内容、保养周期或耗材更换周期等作出明确规定，每次保养情况应记录并归档。每次进行备件或材料更换时，更换的备件或材料的品名、规格、数量等应记录并归档。如更换标准物质还需记录新标准物质的来源、有效期和浓度等信息。

对日常巡检或维护保养中发现的故障或问题，系统管理维护人员应及时处理并记录。对于一些容易诊断的故障，如电磁阀控制失灵、泵膜裂损、气路堵塞、数据采集器死机、通讯和电源故障等，应在 24 小时内及时解决；对不易维修的仪器故障，若 72 小时内无法排除，应安装相应的备用仪器。备用仪器或主要关键部件（如光源、分析单元）经调换后应根据本标准中规定的方法对系统重新调试经检测合格后方可投入运行。

8.3 烟气 CEMS 的校准和校验

烟气 CEMS 的校准和校验应根据本标准中规定的方法和第 9 章质量保证规定的周期制订系统的日常校准和校验操作规程，并对校准和校验应记录的内容作出明确的规定，校准和校验记录应及时归档。

9 固定污染源烟气 CEMS 日常运行质量保证

固定污染源烟气 CEMS 日常运行质量保证是保障烟气 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。当烟气 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。

不应采用与烟气 CEMS 测试原理相同的参比方法校验烟气 CEMS。

9.1 定期校准

固定污染源烟气 CEMS 运行过程中的定期校准应做到：

- a. 具有自动校准功能的颗粒物 CEMS 和气态污染物 CEMS 每 24 小时至少自动校准一次仪器零点和跨度；具有自动校准功能的流速 CMS 每 24 小时至少自动校准一次仪器的零点或/和跨度；
- b. 无自动校准功能的颗粒物 CEMS 每 3 个月至少用校准装置校准一次仪器的零点和跨度；
- c. 直接测量法气态污染物 CEMS 每 30 天至少用校准装置通入零气和接近烟气中污染物浓度的标准气体校准一次仪器的零点和在工作点；
- d. 无自动校准功能的气态污染物 CEMS 每 15 天至少用零气和接近烟气中污染物浓度的标准气体或校准装置校准一次仪器零点和在工作点；
- e. 无自动校准功能的流速 CMS 每 3 个月至少校准一次仪器的零点或/和跨度；
- f. 抽取式气态污染物 CEMS 每 3 个月至少进行一次全系统的校准，要求零气和标准气体与样品气体通过的路径（如采样探头、过滤器、洗涤器、调节器）一致，进行零点和跨度、线性误差和响应时间的检测。对直接测量法气态污染物 CEMS 用参比方法检测准确度是否符合本标准 7.4 的要求。

9.2 定期维护

固定污染源烟气 CEMS 运行过程中的定期维护是日常巡检的一项重要工作，定期维护应做到：

- a. 污染源停炉到开炉前应及时到现场清洁光学镜面；
- b. 每 30 天至少清洗一次隔离烟气与光学探头的玻璃视窗，检查一次仪器光路的准直情况；对清吹空气保护装置进行一次维护，检查空气压缩机或鼓风机、软管、过滤器等部件；
- c. 每 3 个月至少检查一次气态污染物 CEMS 的过滤器、采样探头和管路的结灰和冷凝水情况、气体冷却部件、转换器、泵膜老化状态；
- d. 每 3 个月至少检查一次流速探头的积灰和腐蚀情况、反吹泵和管路的工作状态。

9.3 定期校验

固定污染源烟气 CEMS 投入使用后，燃料、除尘效率的变化、水份的影响、安装点的振动等都会造成光路的偏移和干扰。定期校验应做到：

a. 每 6 个月至少做一次校验；校验用参比方法和 CEMS 同时段数据进行比对，按本标准 7.2.2 进行；

b. 当校验结果不符合本标准 7.4 的规定时，则应扩展为对颗粒物 CEMS 方法的相关系数的校正或/和评估气态污染物 CEMS 的相对准确度或/和流速 CMS 的速度场系数（或相关性）的校正，直到烟气 CEMS 达到本标准 7.4 要求，所取样品数不少于 9 对，方法见本标准附录 A。

9.4 烟气 CEMS 失控数据的判别

烟气 CEMS 在定期校准、校验期间数据失控的判别标准见下表。

烟气 CEMS 失控数据的判别

项目	CEMS 类型		校准功能	校准周期	水平	技术指标要求	失控指标	样品数（对）	执行者
定期校准	颗粒物 CEMS		自动	24h	零点漂移	不超过±2.0%F.S.	超过±8.0%F.S.	——	用户或/和运营者
					跨度漂移	不超过±2.0%F.S.	超过±8.0%F.S.		
			手动	90d	零点漂移	不超过±2.0%F.S.	超过±8.0%F.S.		
					跨度漂移	不超过±2.0%F.S.	超过±8.0%F.S.		
	气态污染物 CEMS	抽取测量/直接测量	自动	24h	零点漂移	不超过±2.5%F.S.	超过±5.0%F.S.		
					跨度漂移	不超过±2.5%F.S.	超过±10.0.%F.S.		
		抽取测量	手动	15d	零点漂移	不超过±2.5%F.S.	超过±5.0%F.S.		
					跨度漂移	不超过±2.5%F.S.	超过±10.0.%F.S.		
		直接测量	手动	30d	零点漂移	不超过±2.5%F.S.	超过±5.0%F.S.		
					跨度漂移	不超过±2.5%F.S.	超过±10.0%F.S.		
流速 CMS		自动	24h	零点漂移	不超过±3.0%F.S.或绝对误差不超过±0.9m/s	超过±8.0%F.S.或绝对误差超过±1.8m/s	——		
		手动	90d	零点漂移	不超过±3.0%F.S.或绝对误差不超过±0.9m/s	超过±8.0%F.S.或绝对误差超过±1.8m/s	——		
定期校验	颗粒物 CEMS			至少180d	准确度	满足本标准 7.4	不满足前列技术指标要求	至少3	
	气态污染物 CEMS					满足本标准 7.4		至少9	
	流速 CMS					满足本标准 7.4		至少3	

注：F.S. 为仪器的满量程值。

当发现任一参数数据失控时，应及时采取纠正措施直至满足技术指标要求为止，记录失控时段（即从发现失控数据起到满足技术指标要求后止的时间段）及失控参数，并按本标准 10.5 表 2 进行数据修约。

9.5 比对监测

当地环境保护技术主管部门按本标准 7.2 每年不定期地对烟气 CEMS 技术性能指标至少进行一次比对监测，但监测样品数量可相应减少，监测颗粒物、流速、烟温等样品数量至少 3 对（指代表整个烟道断面的平均值），抽检气态污染物样品数量至少 6 对，抽检结果应符合本标准 7.4。

10 固定污染源烟气 CEMS 数据审核和处理

10.1 数据审核

10.1.1 烟气 CEMS 故障期间、维修期间、失控时段、参比方法替代时段、以及有计划（质量保证/质量控制）地维护保养、校准、校验等时间段均为烟气 CEMS 缺失数据时间段。其中失控时段的数据处理应按本标准 10.5 表 2 进行数据修约。

10.1.2 固定污染源启、停运（大修、中修、小修等）以及闷炉等时间段均为烟气 CEMS 无效数据时间段。

10.1.3 烟气 CEMS 有效数据捕集率每季度应达到 75%。

每季度有效数据捕集率% = (该季度小时数 - 缺失数据小时数 - 无效数据小时数) / (该季度小时数 - 无效数据小时数)。

10.2 缺失数据的处理

10.2.1 任一参数的烟气 CEMS 数据缺失在 24 小时以内（含 24 小时），缺失数据按该参数缺失前 1 小时的有效小时均值和恢复后 1 小时的有效小时均值的算术平均值进行补遗，见表 1。

10.2.2 颗粒物 CEMS、气态污染物 CEMS 数据缺失超过 24 小时时，缺失的小时排放量按该参数缺失前 720 有效小时均值中最大小时排放量进行补遗，其浓度值不需补遗。

10.2.3 除颗粒物、气态污染物以外的其它参数的烟气 CEMS 数据缺失超过 24 小时时，缺失数据按该参数缺失前 720 有效小时均值的算术平均值进行补遗。

表 1 缺失数据的处理方法

中断时间 N (h)	缺失参数	处理方法	
		方法	选取值
N≤24	所有参数	算术平均值	中断前一小时和中断后一小时的有效小时均值

N>24	颗粒物、气态污染物	排放量最大值	中断前 720 有效小时均值
	氧量和其它参数	算术平均值	

10.3 比对监测时数据的处理

当地环境保护技术主管部门用参比方法进行比对监测时，当烟气 CEMS 数据与参比方法监测数据不符合本标准 7.4 时，以参比方法监测数据为准进行替代，直至烟气 CEMS 数据调试到符合本标准 7.4 时为止。

10.4 烟气 CEMS 维修时数据的处理

烟气 CEMS 因发生故障需停机进行维修时，其维修期间的数据替代按本标准 10.2 处理；亦可以用符合本标准 7.4 的备用烟气 CEMS 所测得的数据替代或用参比方法监测的数据替代。

10.5 失控数据的修约

表 2 失控数据的修约方法

失控时间段 N (h)	失控参数	修约方法	
		方法	选取值
N≤24	所有参数	算术平均值	前一次校准/校验后第一个小时和本次校准/校验后第一个小时的有效小时均值
N>24	颗粒物、气态污染物	排放量最大值	前一次校准/校验前 720 有效小时均值
	氧量和其它参数	算术平均值	

11 数据记录与报表

11.1 记录

按本标准附录 D 的表格形式记录监测结果。

11.2 报表

按本标准附录 D（表 D-10、表 D-11、表 D-12、表 D-13）的表格形式定期将烟气 CEMS 监测数据上报，报表中应给出最大值、最小值、平均值、排放累计量以及参与统计的样本数。

附录 A（规范性附录）

固定污染源烟气 CEMS 主要技术指标调试检测方法

固定污染源烟气 CEMS 在现场安装运行以后，在接受验收前，应进行技术性能指标的调试，该调试可由①烟气 CEMS 的制造者、供应者；②用户；③受委托的有检测能力的部门承担。调试检测方法按下面要求进行：

A.1 一般要求

A.1.1 现场完成烟气 CEMS 安装、初调后，烟气 CEMS 连续运行时间应不少于 168 小时。

A.1.2 烟气 CEMS 连续运行 168 小时后，可进入调试检测阶段，调试检测周期为 72 小时，在调试检测期间，不允许计划外的检修和调节仪器。

A.1.3 如果因烟气 CEMS 故障、固定污染源故障、断电等原因造成调试检测中断，在上述因素恢复正常后，应重新开始进行为期 72 小时的调试检测。

A.1.4 对于完全抽取式和稀释抽取式气态污染物 CEMS，当进行零点和跨度校准、线性误差和响应时间的检测时，要求零气和标准气体与样品气体通过的路径（如：采样探头、过滤器、洗涤器、调节器）一致。

A.1.5 调试检测后应编制调试检测报告。

A.2 零点漂移、跨度漂移技术指标的调试检测

A.2.1 颗粒物 CEMS 零点漂移、跨度漂移技术指标的调试检测

在检测期间开始时，人工或自动校准仪器零点和跨度，记录最初的模拟零点和跨度读数。每隔 24 小时测定（人工或自动）和记录一次零点、跨度读数，随后校准仪器零点和跨度。连续操作 3 天，按（1）～（4）式计算零点漂移、跨度漂移。

a. 零点漂移：

$$\Delta Z = Z_i - Z_0 \dots\dots\dots (1)$$

$$Z_d = \Delta Z_{\max} / R \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Z_0 ——零点读数初始值；

Z_i ——第 i 次零点读数值；

Z_d ——零点漂移；

ΔZ ——零点漂移绝对误差；

$\Delta Z_{\max}$ ——零点漂移绝对误差最大值；

R——仪器满量程值。

b. 跨度漂移：

$$\Delta S = S_i - S_0 \dots\dots\dots (3)$$

$$S_d = \Delta S_{\max} / R \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

S_0 ——跨度读数初始值；

S_i ——第 i 次跨度读数；

S_d ——跨度漂移；

ΔS ——跨度漂移绝对误差；

$\Delta S_{\max}$ ——跨度漂移绝对误差最大值。

颗粒物 CEMS 零点和跨度漂移检测结果按本标准附录 D 表 D-1 的表格形式记录。

A. 2. 2 气态污染物 CEMS 零点漂移、跨度漂移技术指标的调试检测

a. 零点漂移：

仪器通入零气（经过滤的不含颗粒物、待测气体的清洁干空气或高纯氮气），校准仪器至零点，记录 Z_0 。24 小时后，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 天，按式（1）和（2）计算零点漂移 Z_d 。

b. 跨度漂移：

仪器通入 50~100% 满量程标准气体，校准仪器至该标准气体的浓度值 S_0 。24 小时后，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 天，按式（3）和（4）计算跨度漂移 S_d 。

气态污染物 CEMS 零点和跨度漂移检测结果按本标准附录 D 表 D-3 的表格形式记录。

A. 3 颗粒物 CEMS 相关校准技术指标的调试检测

A. 3. 1 检测期间，通过调节颗粒物控制装置，使颗粒物 CEMS 在高、中、低不同排放浓度条件下进行测试。每个排放浓度至少有 5 个参比数据。

A. 3. 2 参比方法与颗粒物 CEMS 监测同时段进行，颗粒物 CEMS 每分钟记录一次仪表显示值，取与参比方法同时段显示值的平均值与参比方法测定的断面浓度平均值组成一个数据对，至少获得 15 个有效数据对。但应报告所有的数据，包括舍去的数据对。

A. 3. 3 将由参比方法测定的标准状态下颗粒物断面浓度平均值转换为实际烟气状况下颗粒物断面浓度平均值。

$$Y = Y_s \times \frac{273}{273 + t} \times \frac{B_a + P_s}{101325} \times (1 - X_{sw}) \dots\dots (5)$$

式中：

Y ——实际烟气状况下颗粒物断面浓度平均值， mg/m^3 ；

Y_s ——标准状态下颗粒物断面浓度平均值， mg/m^3 ；

t ——测定断面平均烟温， $^{\circ}\text{C}$ ；

B_a ——测定期间的大气压， Pa ；

P_s ——测定断面烟气静压， Pa ；

X_{sw} ——测定断面烟气平均含湿量， $\%$ 。

A. 3. 4 以颗粒物 CEMS 显示值为横坐标 (X)，参比方法测定的已转换为实际烟气状况下的颗粒物断面浓度为纵坐标 (Y)，由最小二乘法建立两变量之间的关系。

一元线性回归方程：

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$\hat{Y}$ ——预测颗粒物浓度， mg/m^3 ；

b_0 ——线性相关校准曲线截距，计算见式 (7)；

b_1 ——线性相关校准曲线斜率，计算见式 (9)；

X ——颗粒物 CEMS 显示值，无量纲。

截距计算公式：

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$\bar{X}$ ——颗粒物 CEMS 显示值的平均值，计算见式 (8)；

$\bar{Y}$ ——实际烟气状况下参比方法颗粒物断面浓度平均值， mg/m^3 ，计算见式 (8)。

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \qquad \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \dots\dots\dots (8)$$

式中：

X_i ——第 i 个数据，颗粒物 CEMS 的显示值，无量纲；

Y_i ——第 i 个数据，实际烟气状况下参比方法颗粒物断面浓度值， mg/m^3 ；

n ——数据对数目。

斜率计算公式：

$$b_1 = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad S_{xy} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \quad \dots\dots\dots (10)$$

A.3.5 置信区间的计算，见公式（11），颗粒物 CEMS 测定的一批显示值，要求有 95%的把握认为此批显示值的每一个值均应落在由距上述校准曲线为该排放源排放限值的±15%的两条直线组成的区间内。

$$CI = t_{df, 1-\alpha/2} S_E \sqrt{\frac{1}{n}} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

CI——在平均值 $\bar{X}$ 处的 95%置信区间半宽；

$t_{df, 1-\alpha/2}$ ——对于 $df=n-2$ 见表 A-1 中提供的 student 统计 t 值；

S_E ——相关校准曲线的分散性或偏差性(回归线精密度)，计算见式（12）：

$$S_E = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)^2} \quad \dots\dots\dots (12)$$

在平均值 $\bar{X}$ 处，作为排放限值百分比的置信区间半宽计算见式（13）：

$$CI\% = \frac{CI}{EL} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中：

EL——转换为实际烟气状况下的颗粒物排放限值，计算见式（14）。

$$EL = EL_s \times \frac{273}{273+t} \times \frac{B_a + P_s}{101325} \times (1 - X_{sw}) \times \frac{21\% - O}{21\% - O_s} \dots\dots (14)$$

式中：

EL_s ——该污染源的排放标准（国标或地标）， mg/m^3 ；

O_s ——排放标准中所确定的氧量，%；

O ——测定烟道中的实际氧量，%。

A.3.6 允许区间的计算，见式（15），颗粒物 CEMS 测定的一批显示值，要求有 95%的把握认为该批数据中有 75%的数据应落在由距上述校准曲线为该排放源限值的±30%的两条直线组成的区间内。

$$TI = k_t S_E \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中：

TI——在平均值 $\bar{X}$ 处允许区间半宽；

k_t ——计算见式（16）；

S_E ——计算见式（12）。

$$k_t = u_n \cdot V_{df} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

u_n ——由表 A-1 提供，75%允许因子（在平均值 $\bar{X}$ 处， $n' = n$ ）；

V_{df} ——对于 $df=n-2$ 见表 A-1。

在平均值 $\bar{X}$ 处，作为排放限值百分比的允许区间半宽计算见式（17）：

$$TI\% = \frac{TI}{EL} \times 100\% \dots\dots\dots (17)$$

A.3.7 线性相关系数计算见式（18）：

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} S_{yy}}} \dots\dots\dots (18)$$

式中：

r ——线性相关系数；

S_{yy} ——计算见式（19）：

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \dots\dots\dots (19)$$

当一元线性回归方程无法满足相关系数的指标要求时，可选用其他校验方法（如多元线性方程式、对数指数方程式、幂指数方程式、K 系数等）进行调试。参比方法校准颗粒物 CEMS 的一元线性回归方程原始记录表见本标准附录 D 表 D-2。

表 A-1 计算置信区间和允许区间参数表

f	t_f	v_f	n'	$u_{n'} (75)$
7	2.356	1.7972	7	1.233
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

注： $f=n-1$

A. 3.8 校验颗粒物 CEMS

将建立的手工采样参比方法测定结果与颗粒物 CEMS 测定的专一经验式的斜率和截距输入到烟气 CEMS 的数据采集处理系统，将颗粒物 CEMS 的测定显示值校验到与手工采样参比方法一致的颗粒物浓度 (mg/m^3)。

手工采样断面排气流速应 $\geq 5\text{m/s}$ ，当不能满足要求时：

a. 在 $2.5\sim 5\text{m/s}$ 之间时，取实测平均流速计算采样流量进行恒流采样，校验方法仍采用一元线性回归方程；

b. 低于 2.5m/s 时，取 2.5m/s 流速计算采样流量进行恒流采样。至少取 9 个有效数据对计算 k 系数，即手工方法平均值/CMES 显示值平均值，然后将 k 系数输入到 CEMS 的数据采集处理系统，校验后的颗粒物浓度= $k \cdot \text{CEMS 颗粒物显示值}$ ；

c. 当无法调节颗粒物控制装置或燃烧清洁能源时，亦可采用 K 系数的方法。

A. 4 气态污染物(含氧量)CEMS 线性误差、响应时间技术指标的调试检测

A. 4.1 气态污染物 CEMS 线性误差技术指标的调试检测

a. 仪器通入零气，调节仪器零点。

b. 通入中浓度标准气体 ($50\sim 60\%$ 的满量程值)，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，交替通入零气和高 ($80\sim 100\%$ 的满量程值)、中、低 ($20\sim 30\%$ 的满量程值) 浓度标准气体，待显示浓度值稳定后读取测定结果。重复测定 3 次，取平均

值。按式（20）计算线性误差：

$$L_{ei} = \frac{\overline{C_{di}} - C_{si}}{C_{si}} \times 100\% \dots\dots\dots (20)$$

式中：

L_{ei} ——标准气体的线性误差；

$\overline{C_{di}}$ ——标准气体测定浓度平均值；

C_{si} ——标准气体浓度值；

i ——第 i 种浓度的标准气体。

线性误差检测结果按本标准附录 D 表 D-4 的表格形式记录。

A. 4. 2 气态污染物 CEMS 响应时间技术指标的调试检测

在线性误差检测通入中浓度标准气体时，用秒表记录显示值从瞬时变化至达到 90%标准浓度的时间，取平均值作为响应时间。

响应时间检测结果按本标准附录 D 表 D-4 的表格形式记录。

A. 5 气态污染物（含氧量）CEMS 准确度技术指标的调试检测

A. 5. 1 气态污染物（含氧量）CEMS 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。

A. 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 9 对有效数据用于相对准确度计算，但应报告所有的数据，包括舍去的数据对，连续进行 3 天。

式中：

$$RA = \frac{|\overline{d}| + |cc|}{RM} \times 100\% \dots\dots\dots (21)$$

RA——相对准确度；

$$\overline{RM} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RM_i \dots\dots\dots (22)$$

式中：

n ——数据对的个数；

RM_i ——第 i 个数据对中的参比方法测定值。

$$\overline{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \dots\dots\dots (23)$$

$$d_i = RM_i - CEMS_i \dots\dots\dots (24)$$

式中：

d_i ——每个数据对之差；

$CEMS_i$ ——第 i 个数据对中的 CEMS 测定值。

[注：在计算数据对差的和时，保留差值的正、负号]

$$cc = \pm t_{f, 0.95} \frac{S_d}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (25)$$

其中置信系数（cc）由 t 值表查得的统计值和数据对差的标准偏差表示：

t 值表（95%置信水平）

5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2.571	2.447	2.365	2.306	2.262	2.228	2.201	1.179	2.160	2.145	2.131	2.120

$t_{f, 0.95}$ ——由 t 表查得， $f=n-1$ ；

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (26)$$

式中：

S_d ——参比方法与 CEMS 测定值数据对的差的标准偏差。

参比方法评估气态污染物 CEMS 准确度结果按本标准附录 D 表 D-5 的表格形式记录。

A. 5. 3 校准气态污染物 CEMS

气态污染物 CEMS 相对准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，按式（27）和式（28）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气态污染物 CEMS，重新进行检测。

$$CEMS_{adi} = CEMS_i \times E_{ac} \dots\dots\dots (27)$$

式中：

$CEMS_{adi}$ ——CEMS 在 i 时间调节后的数据；

$CEMS_i$ ——CEMS 在 i 时间测得的数据；

E_{ac} ——偏差调节系数。

$$E_{ac} = \frac{1 + \bar{d}}{CEMS_i} \dots\dots\dots (28)$$

式中：

$\bar{d}$ ——公式（23）和（24）计算的数据对差的平均值；

$\overline{CEMS_i}$ ——第 i 个数据对中的 CEMS 测定数据的平均值。

A. 6 流速 CMS 速度场系数技术指标的调试检测

由参比方法测定断面烟气平均流速和同时段流速 CMS 测定断面某一固定点或测定线上的烟气平均流速，按式（29）计算速度场系数：

$$K_v = \frac{F_s}{F_p} \times \frac{\overline{V_s}}{\overline{V_p}} \dots\dots\dots (29)$$

式中：

K_v ——速度场系数；

F_s ——参比方法测定断面面积， m^2 ；

F_p ——固定点或测定线所在测定断面的面积， m^2 ；

V_s ——参比方法测定断面的平均流速， m/s ；

V_p ——流速 CMS 在固定点或测定线所在断面的测定流速， m/s 。

A. 7 流速 CMS 速度场系数精密度技术指标的调试检测

A. 7. 1 每天至少获得 3 个有效速度场系数，计算速度场系数日平均值。但应报告所有的数据，包括舍去的数据。至少连续获得 3 天的日平均值，并按式（30）——（31）计算速度场系数精密度：

$$CV\% = \frac{S}{\overline{K_v}} \times 100\% \dots\dots\dots (30)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\overline{K_{vi}} - \overline{K_v})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (31)$$

式中：

CV——速度场系数精密度（相对标准偏差），%；

S——速度场系数的标准偏差；

$\overline{K_v}$ ——速度场系数日平均值的平均值；

$\overline{K_{vi}}$ ——速度场系数日平均值；

n——日平均速度场系数的个数。

流速 CMS 速度场系数精密度检测结果按本标准附录 D 表 D-6 的表格形式记录。

A. 7. 2 当速度场系数精密度不满足技术指标要求时，可进行手工采样参比方法与流速

CMS 的相关系数的校准。通过调节三个不同的工况流速，每个工况流速至少建立 3 个有效数据对，以流速 CMS 数据为 X 轴，参比方法数据为 Y 轴，建立一元线性回归方程。并把斜率和截距输入到 CEMS 的数据采集处理系统，将流速 CMS 测试的数据校准到手工采样参比方法所测定的流速值。回归方程计算方法见本标准附录 A 第 A.3.4 及 A.3.7，校准曲线按本标准附录 D 表 D-7 的表格形式记录。

A.8 固定污染源烟气 CEMS 调试检测技术指标要求

调试检测项目		考核指标
颗粒物	零点漂移	不超过 $\pm 2.0\%$ F.S.
	跨度漂移	不超过 $\pm 2.0\%$ F.S.
	相关系数	≥ 0.85
		当参比方法测定颗粒物平均浓度 $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ 时， ≥ 0.70
	CI% (置信区间半宽)	$\leq 15\%$ (该污染源的排放限值)
	TI% (允许区间半宽)	$\leq 30\%$ (该污染源的排放限值)
气态污染物	零点漂移	不超过 $\pm 2.5\%$ F.S.
	跨度漂移	不超过 $\pm 2.5\%$ F.S.
	线性误差	不超过 $\pm 5\%$
	响应时间	$\leq 200\text{s}$
	准确度	当参比方法测定烟气中二氧化硫、氮氧化物排放浓度： $\leq 20\text{ }\mu\text{mol}/\text{mol}$ 时，绝对误差不超过 $\pm 6\text{ }\mu\text{mol}/\text{mol}$ ； $> 20\text{ }\mu\text{mol}/\text{mol} \sim \leq 250\text{ }\mu\text{mol}/\text{mol}$ 时，相对误差不超过 $\pm 20\%$ ； $> 250\text{ }\mu\text{mol}/\text{mol}$ 时，相对准确度 $\leq 15\%$ 。
		当参比方法测定烟气中其它气态污染物排放浓度： 相对准确度 $\leq 15\%$ 。

流速	速度场系数精密度	当流速 $>10\text{m/s}$ 时, $\leq 5\%$; 当流速 $\leq 10\text{m/s}$ 时, $\leq 8\%$ 。
	或相关系数	≥ 9 个数据对时, 相关系数 ≥ 0.90 。
氧量	相对准确度	$\leq 15\%$

注: F. S. 为仪器的满量程值。

附录 B （资料性附录）

烟气 CEMS 技术指标调试检测结果分析和处理方法

当固定污染源烟气 CEMS 技术指标调试检测结果不满足本标准附录 A.8 技术指标要求时，可参照下表进行结果分析和处理。

表 B-1 颗粒物 CEMS 技术指标调试检测结果分析和处理方法

测试指标		测试结果	原因分析	处理方法
漂移	零点	超过 $\pm 2\%F.S.$	1. 安装位置的环境条件，例如：强烈振动、电磁干扰、系统密封缺陷使雨、雪水侵入等；2. 校准器件缺陷、复位重复差、被污染，系统设计缺陷；3. 仪器供电系统缺陷，光源发光不稳定等；4. 计算错误。	1. 重新选择符合要求的安装位置；2. 根据查找的原因重新设计；3. 重新计算
	跨度	超过 $\pm 2\%F.S.$		
相关系数		<0.85	1. 颗粒物 CEMS：(1) 安装位置的代表性；(2) 光路的准直；(3) 光学镜片的污染和清洁等；2. 调试时的参比方法是否将手工方法测得的烟道断面颗粒物平均浓度与颗粒物 CEMS 测得的点的平均浓度进行比较？3. 数据量和数据分布：数据量是否足够？数据是否分布在颗粒物 CEMS 测量范围上限的 20%~80%之间？4. 颗粒物的颜色变化大，烟气中含有水雾和水滴等；5. 颗粒物 CEMS 设计缺陷。	逐一分析原因，采取相应的对策和措施。
		<0.70 (参比方法测定颗粒物平均浓度 $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$)		
CI% (置信区间半宽)		$>15\%$ (该污染源的排放限值)		
TI% (允许区间半宽)		$>30\%$ (该污染源的排放限值)		

表 B-2 气态污染物 CEMS 技术指标调试检测结果分析和处理方法

测试指标		测试结果	原因分析	处理方法
漂移	零点	超过 $\pm 2.5\%F.S.$	1. 安装位置的环境条件，例如：强烈振动、电磁干扰、系统密封缺陷使雨、雪水侵入等；2. 供零点气体和校准气体的流量和气体的质量是否符合要求；3. 供气系统是否泄漏；4. 管路吸附；5. 仪器供电系统缺陷；6. 计算错误。	1. 重新选择符合要求的安装位置；2. 选用合格的零点气体和校准气体；3. 待仪器读数稳定后再读取和/或记录数据；4. 更换泄漏管路；5. 根据查找的原因重新设计；6. 重新计算。
	跨度	超过 $\pm 2.5\%F.S.$		
响应时间		$>200\text{s}$	1. 滤料被堵塞；2. 仪器内部管路泄漏；3. 控制阀损坏；4. 仪器光学镜片被污染；5. 仪器检测器系统被污染；6. 系统设计缺陷。	1. 更换滤料；2. 更换管路；3. 拧紧管接头，更换控制阀；4. 清洁光学镜片或检测器系统；5. 重新设计。
线性误差		超过 $\pm 5\%$	1. 仪器性能是否过关；2. 调试方法是否准确；3. 校准气体质量，例如：校准气体质量不能溯源到国家级标准气体，超过标准气体的使用期限，校准气体的稳定性差，现场调试检测与仪器出厂前调试仪器的校准气体品质不一致；4. 管路吸附；5. 管路泄漏；6. 供气流量、压力不稳定等。	逐一分析原因，采取相应的措施。

相对 准确度	>15%	1. 点位的代表性；2. 两种方法测定点位的一致性；3. 两种方法测定时获取数据的同步性；4. 校准 CEMS 气体和参比方法的校准气体的一致性；5. 采样时间等；6. 管路不加热并有冷凝水，管路漏气，抽气量不足，气体稀释比不稳定等；7. 参比方法使用仪器质量有问题等。	1. 避开污染物浓度剧烈变化的测定点位；2. 两种方法测定点位尽可能接近；3. 扣除烟气样品通过管路到达检测器的时间；4. 用同一标准气体校准 CEMS 和参比方法；5. 足够的采样时间；6 用质量好的参比仪器等；7. 采取相应的措施。
-----------	------	---	--

表 B-3 流速 CEMS 技术指标调试检测结果分析和处理方法

测试指标	测试结果	原因分析	处理方法
速度场系数 精密度	流速>10m/s, >5% 流速≤10m/s, >8%	1. 安装位置的代表性差，例如：两股气流交汇处，存在涡流、旋流等；2. 安装地点强烈振动；3. 气流不稳定，变化大；4. 安装不正确，例如：流速 CMS 正对气流的 S 皮托管与气流的方向不垂直，紧固法兰松动；5. 流速 CMS 探头被污染或腐蚀；6. 烟气流速低，仪器灵敏度不能满足测定的要求；7. 参比方法布设测点的点位和数量以及用参比方法比对时存在操作不当等。	逐一分析原因，采取相应的措施（如可安装多点流速 CMS 等）。
相关系数	≥9 个数据对时 相关系数<0.90		

附录 C (资料性附录)

C.1 烟气流速和流量的计算

C.1.1 烟气流速的计算

- 皮托管法、热平衡法、超声波法 (安装在矩形烟道)、靶式流量计法按式 (1) ~ (2)

计算烟道断面平均流速:

$$\bar{V}_s = K_v \times \bar{V}_p \dots\dots\dots (1)$$

式中:

K_v — 速度场系数;

$\bar{V}_p$ —测定断面某一固定点或测定线上的湿排气平均流速, m/s ;

$\bar{V}_s$ —测定断面的湿排气平均流速, m/s 。

- 超声波测速法 (安装在圆形烟道) 按式 (2) 计算烟道断面平均流速:

$$\bar{V}_s = \frac{L}{2 \cos \alpha} \left(\frac{1}{t_A} - \frac{1}{t_B} \right) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

L —安装在烟道上两侧 A (接收/发射器) 与 B (接受/发射器) 间的距离 (扣除烟道壁厚),

m ;

α ——烟道中心线与 AB 间的距离 L 的夹角;

t_A —声脉冲从 A 传到 B 的时间 (顺气流方向), s ;

t_B —声脉冲从 B 传到 A 的时间 (逆气流方向), s 。

C.1.2 烟气流量的计算

- 实际工况下的湿烟气流量 Q_s 按式 (3) 计算:

$$Q_s = 3600 \times F \times \bar{V}_s \dots\dots\dots (3)$$

式中:

Q_s — 实际工况下湿烟气流量, m^3/h ;

F — 测定断面的面积, m^2 。

- 标准状态下干烟气流量 Q_{sn} 按式 (4) 计算:

$$Q_{sn} = Q_s \times \frac{273}{273 + t_s} \times \frac{B_a + P_s}{101325} \times (1 - X_{sw}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

Q_{sn} — 标准状态下干烟气流量， m^3/h ；

B_a — 大气压力，Pa；

P_s — 烟气静压，Pa；

t_s — 烟温， $^{\circ}C$ ；

X_{sw} — 烟气中含湿量，%。

C.2 颗粒物或气态污染物浓度和排放率计算

C.2.1 颗粒物或气态污染物排放浓度按式（5）计算：

$$C' = bx + a \dots \dots \dots (5)$$

式中：

C' — 标准状态下干烟气中颗粒物或气态污染物浓度， mg/m^3 ，

（当气态污染物 CEMS 符合相对准确度要求时， $C' = x$ ）

x —CEMS 显示值；

b — 回归方程斜率；

a — 回归方程截距， mg/m^3 。

当气态污染物显示浓度单位为 $\mu mol/mol$ 时， SO_2 、 NO 和 NO_2 换算为标准状态下 mg/m^3 的换算系数：

SO_2 ： $1 \mu mol/mol = 64/22.4 \text{ } mg/m^3$

NO ： $1 \mu mol/mol = 30/22.4 \text{ } mg/m^3$

NO_2 ： $1 \mu mol/mol = 46/22.4 \text{ } mg/m^3$

C.2.2 颗粒物或气态污染物折算排放浓度按式（6）计算：

$$\bar{C} = \bar{C}' \times \frac{\alpha'}{\alpha} \dots \dots \dots (6)$$

式中：

$\bar{C}$ — 折算成过量空气系数为 α 时的颗粒物或气态污染物排放浓度， mg/m^3 ；

$\bar{C}'$ — 标准状态下颗粒物或气态污染物实测平均浓度， mg/m^3 ；

α' — 在测点实测的过量空气系数；

α — 有关排放标准中规定的过量空气系数。

过量空气系数按式（7）计算：

$$\alpha = \frac{21}{21 - X_{O_2}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

X_{O₂}——烟气中氧的体积百分数，%。

C. 2. 3 颗粒物或气态污染物排放率按式（8）计算：

$$G = \bar{C}' \times Q_{sn} \times 10^{-6} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

G——颗粒物或气态污染物排放率，kg/h；

Q_{sn}——标准状态下干排烟气量，m³/h。

C. 3 颗粒物或气态污染物累积排放量计算

烟尘或气态污染物的累积排放量按下列公式（9）～（11）计算：

$$G_d = \sum_{i=1}^{24} Gh_i \times 10^{-3} \dots\dots\dots (9)$$

$$G_m = \sum_{i=1}^{31} Gd_i \dots\dots\dots (10)$$

$$G_y = \sum_{i=1}^{365} Gd'_i \dots\dots\dots (11)$$

式中：

G_d——烟尘或气态污染物日排放量，t/d；

G_{h_i}——该天中第 i 小时烟尘或气态污染物排放量，kg/h；

G_m——烟尘或气态污染物月排放量，t/m；

G_{d_i}——该月中第 i 天的烟尘或气态污染物排放量，t/d； .

G_y——烟尘或气态污染物年排放量，t/a；

G_{d_i}' ——该年中第 i 天烟尘或气态污染物日排放量，t/d。

C. 4 烟气中氧量、CO₂的测定和计算

由烟气 CEMS 配置的氧 CMS 连续测定烟气中的氧量。

按式（12）计算烟气中的 CO₂ 含量：

$$CO_2 = CO_{2max} \left(1 - \frac{O_2}{20.9/100} \right) \dots\dots\dots (12)$$

式中：
 CO_{2max} —燃料燃烧产生的最大 CO_2 体积百分比，Vol %；
 由 CO_{2max} 近似值下表 B-1 查得。

表 C-1 CO_{2max} 近似值表

燃料类型	烟煤	贫煤	无烟煤	燃料油	石油气	液化石油气	湿性天然气	干性天然气	城市煤气
CO_{2max} (%)	18.4-18.7	18.9-19.3	19.3-20.2	15.0-16.0	11.2-11.4	13.8-15.1	10.6	11.5	10.0

C. 5 火电厂湿法脱硫装置未安装 GGH（气-气换热器）时颗粒物浓度的测定和计算

火电厂湿法脱硫装置后未安装烟气 GGH 的烟道内，由于水份的干扰，颗粒物 CEMS 无法准确测定其浓度，颗粒物 CEMS 可安装在脱硫装置前的管段中，通过用参比方法同步测定湿法脱硫装置进、出口的颗粒物排放量并按式（13）计算出其颗粒物排放浓度系数，其实际排放浓度值按式（14）计算：

$$K = G_1 / G_2 \dots\dots\dots (13)$$

$$C_1 = K * C_2 \dots\dots\dots (14)$$

式中：
 K—颗粒物排放浓度系数；
 G_1 —参比方法测得的湿法脱硫装置出口颗粒物排放量，kg/h；
 G_2 —参比方法测得的湿法脱硫装置进口颗粒物排放量，kg/h；
 C_1 —计算所得的湿法脱硫装置出口颗粒物排放浓度，mg/m³；
 C_2 —湿法脱硫装置进口颗粒物 CEMS 所测得的颗粒物浓度，mg/m³。

C. 6 气态污染物 CEMS 测定湿基值和干基值的换算

采用稀释系统测定气态污染物时，按下式（15）～（16）换算成干烟气中污染物浓度：

- 稀释样气未除湿

$$C_d = C_w / (1 - X_{sw}) \dots\dots\dots (15)$$

式中：
 C_d —干烟气中被测污染物浓度值，mg/m³；
 C_w —CEMS 测得的湿烟气中被测污染物浓度值，mg/m³；
 X_{sw} —烟气含湿量，%。

- 稀释样气已除湿

$$C_d = C_{md} (1 - X_{sw}/r) / (1 - X_{sw}) \dots\dots\dots (16)$$

式中：

C_{md} —CEMS 测得的干样气中被测污染物的浓度， mg/m^3 ；

r —稀释比。

C.7 火电厂锅炉负荷的统计报表

将火电厂锅炉负荷实时监测数据用模拟信号或数字信号输入烟气 CEMS 的数据采集处理系统中，进行自动统计计算；或手工填写在表 D-9~D-11 烟气排放连续监测报表中。

C.8 锅炉停炉、闷炉时烟气参数的参考设定

当锅炉停炉、闷炉时，烟气 CEMS 仍然在检测和不断的由下位机上传数据，容易引起固定污染源监控系统的误判。可通过对烟气参数的设定，由下位机向上位机发出停炉、闷炉等标记。烟气参数的参考设定（视实际情况可调整）：

- 静压压力传感器显示为锅炉满负荷显示值的 20%（限安装在引风机前）；
- 流速显示为 2m/s 以下；
- 氧量显示为 19%以上；
- 烟温显示为 40℃ 以下。

以上可视实际情况对等设定也可按优先原则设定。

附录 D (规范性附录)

表 D-1 颗粒物 CEMS 零点和跨度漂移检测

测试人员_____CEMS 生产厂_____

测试地点_____CEMS 型号、编号_____

测试位置_____标准值_____

CEMS 原理_____

日期	时间		计量单位 (mg/m ³ 、mA、mV、不透明度%……)							清洁镜头否	备注
			零点读数		零点漂移绝对误差	调节零点否	上标校准读数		跨度漂移绝对误差		
	开始	结束	起始 (Z ₀)	最终 (Z _i)	$\Delta Z = Z_i - Z_0$		起始 (S ₀)	最终 (S _i)	$\Delta S = S_i - S_0$		
零点漂移绝对误差最大值							跨度漂移绝对误差最大值				
零点漂移							跨度漂移				

表 D-2 参比方法校验颗粒物 CEMS

测试人员_____CEMS 生产厂_____

测试地点_____CEMS 型号、编号_____

测试位置_____CEMS 原理_____

参比方法仪器生产厂_____型号、编号_____原理_____

日期	时间 (时、分)	参比方法					CEMS 法	颗粒物颜色	备注
		序号	滤筒编号	颗粒物重 (mg)	采气体积 (NL)	浓度 (mg/m ³)	测定值 (无量纲)		
一元线性方程式:						相关系数:			

表 D-3 气态污染物 CEMS (含氧量或 CO₂) 零点和跨度漂移检测

测试人员_____CEMS 生产厂_____

测试地点_____CEMS 型号、编号_____

测试位置_____CEMS 原理_____

标准气体浓度或校准器件的已知响应值_____污染物名称_____

序号	日期	时间	计量单位 (μg/m ³ 、mg/m ³ 、10 ⁻⁶ μmol/mol、μmol/mol、……)							备 注
			零点读数		零点 漂移 绝对 误差	%满 量程	上标校准读数		跨度漂 移绝对 误差	
			起始 (Z ₀)	最终 (Z _i)	Δ Z= Z _i -Z ₀		起始 (S ₀)	最终 (S _i)	Δ S= S _i -S ₀	
零点漂移绝对误差最大值							跨度漂移绝对误差 最大值			
零点漂移							跨度漂移			

表 D-4 气态污染物 CEMS 线性误差和响应时间检测

测试人员_____CEMS 生产厂_____

测试地点_____CEMS 型号、编号_____

测试位置_____CEMS 原理_____

标准气体浓度或校准器件的已知响应值：低浓度_____中浓度_____高浓度_____

污染物名称_____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	CEMS 显示值	CEMS 显示值的 平均值	线性误差 (%)	响应时间 (s)		备注
					测定值	平均值	

参比方法评估气态污染物 CEMS 相对准确度

测试人员	CEMS 生产厂		
测试地点	CEMS 型号、编号		
测试位置	CEMS 原理		
参比方法	仪器生产厂	型号、编号	原理
测试日期	年	月	日
	污染物名称		计量单位

样品编号	时间 (时、分)	参比方法(RM) A	CEMS 法 B		数据对差= B -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						
相对准确度						
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-6 速度场系数检测

测试人员	CMS 生产厂
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	型号、编号 原理
参比方法计量单位	CMS 计量单位

日期	方法	测定次数									平均值	标准偏差	相对标准偏差(%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	手工												
	CMS												
	场系数												
	手工												
	CMS												
	场系数												
	手工												
	CMS												
	场系数												
	手工												
	CMS												
	场系数												
速度场系数均值				标准偏差			相对标准偏差(%)						

表 D-7 参比方法校验流速 CMS

测试人员_____CMS 生产厂_____

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_____型号、编号_____原理_____

参比方法计量单位_____CMS 计量单位_____

测试日期_____年_____月_____日

序号	CMS 显示值	手工	序号	CMS 显示值	手工	序号	CMS 显示值	手工
1			6			11		
2			7			12		
3			8			13		
4			9			14		
5			10			15		
一元线性方程式:					相关系数:			

表 D-8 颗粒物 CEMS/流速 CMS/温度 CMS 准确度检测

测试人员_____CEMS 生产厂_____

测试地点_____CEMS 型号、编号_____

测试位置_____CEMS 原理_____

参比方法仪器生产厂_____型号、编号_____原理_____

日期	时间 (时、分)	参比方法							CEMS 法			颗粒物颜色	备注
		序号	滤筒编号	颗粒物重 (mg)	采气 体积 (NL)	浓度 (mg/m ³)	流速 (m/s)	温度 (℃)	测定值 (mg/m ³)	流速 (m/s)	温 度 (℃)		
颗粒物浓度平均值 (mg/m ³)													
流速平均值 (m/s)													
烟温平均值 (℃)													
颗粒物相对误差 (%)													
流速相对误差 (%)													
烟温绝对误差 (℃)													

表 D-9 固定污染源烟气 CEMS 验收测试报告

项目编号:

验收地点:

验收日期:

CEMS 主要仪器型号				
仪器名称		制造单位		型号
项目	参比法数据	CEMS 数据	限值	监测结果
颗粒物				
二氧化硫				
氮氧化物				
流速(速度 场系数)				
烟温				
氧量				
结论				
所用标准气体名称		浓度值	生产厂商名称	
参比方法	所用仪器名称	型号	方法依据	
备注				

表 D-10 烟气排放连续监测小时平均值日报表

排放源名称: _____

排放源编号: _____ 监测日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

时间	颗粒物			SO ₂			NO _x			标态 流量 m ³ /h	氧量 %	烟温 °C	含湿 量 %	负荷 %	备注
	mg/m ³	折算 mg/m ³	kg/h	mg/m ³	折算 mg/m ³	kg/h	mg/m ³	折算 mg/m ³	kg/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: $\times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。

上报单位(盖章): _____ 负责人: _____ 报告人: _____ 报告日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

表 D-11 烟气排放连续监测日平均值月报表

排放源名称: _____

排放源编号: _____ 监测月份: _____ 年 _____ 月

日期	颗粒物			SO ₂			NO _x			标态 流量 × 10 ⁴ m ³ /d	氧量 %	烟温 °C	含湿 量 %	负荷 %	备注
	mg/m ³	折算 mg/m ³	t/d	mg/m ³	折算 mg/m ³	t/d	mg/m ³	折算 mg/m ³	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: × 10⁴ m³/m。

上报单位(盖章): _____ 负责人: _____ 报告人: _____ 报告日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

表 D-12 烟气排放连续监测月平均值季报

排放源名称: _____
 排放源编号: _____ 监测年份: _____ 年

时间	颗粒物			SO ₂			NO _x			标态 流量 × 10 ⁴ m ³ /m	氧量 %	烟温 °C	含湿 量 %	负荷 %	备注
	mg/m ³	折算 mg/m ³	t/m	mg/m ³	折算 mg/m ³	t/m	mg/m ³	折算 mg/m ³	t/m						
月															
月															
月															
平均值															
最大值															
最小值															
样本数															
季排放 总量 (t)	—			—			—				—				

烟气季排放总量单位: × 10⁴ m³/q。

上报单位(盖章): _____ 单位负责人: _____ 报告人: _____ 报告日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

表 D-13 烟气排放连续监测月平均值年报表

排放源名称: _____

排放源编号: _____ 监测年份: _____ 年

时间	颗粒物			SO ₂			NO _x			标态 流量 × 10 ⁴ m ³ /m	氧量 %	烟温 °C	含湿 量 %	负荷 %	备注
	mg/m ³	折算 mg/m ³	t/m	mg/m ³	折算 mg/m ³	t/m	mg/m ³	折算 mg/m ³	t/m						
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: × 10⁴ m³/a。

上报单位(盖章): _____ 单位负责人: _____ 报告人: _____ 报告日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日