

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ □□□-202□

固定污染源烟气气态汞排放连续监测 系统技术要求及检测方法

Specifications and test procedures for continuous emission monitoring
system for vapor phase mercury in flue gas emitted from stationary
sources

（征求意见稿）

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

生态环境部 发布

目 次

前 言	ii
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 系统的组成和描述	1
5 技术要求	4
6 性能指标	6
7 检测方法	7
8 质量保证	11
9 检测项目	12
附录 A（规范性附录） Hg-CEMS 日报表、月报表和年报表	14
附录 B（资料性附录） Hg-CEMS 现场检测原始记录表	17

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》，防治生态环境污染，改善生态环境质量，规范大气固定污染源烟气气态汞排放连续监测系统的性能、质量，制定本标准。

本标准规定了固定污染源烟气气态汞排放连续监测系统的组成结构、技术要求、性能指标及检测方法。

本标准为首次发布。

本标准的附录 A 为规范性附录，附录 B 为资料性附录。

本标准由生态环境部生态环境监测司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境监测总站、上海市环境监测中心。

本标准生态环境部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

固定污染源烟气气态汞排放连续监测系统技术要求及检测方法

1 适用范围

本标准规定了固定污染源烟气气态汞排放连续监测系统的组成结构、技术要求、性能指标及检测方法。

本标准适用于固定污染源烟气气态汞排放连续监测系统的设计、生产和检测。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

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 917 固定污染源废气 气态汞的测定 活性炭吸附/热裂解原子吸收分光光度法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

气态汞 Vapor Phase Mercury

烟气中以气态形式存在的汞，本标准中气态汞指气态元素汞（Hg⁰）与气态离子汞（Hg²⁺）之和。

3.2

烟气气态汞排放连续监测系统 Vapor Phase Mercury Continuous Emission Monitoring System (Hg-CEMS)

连续监测烟气气态汞污染物排放浓度和排放量所需要的全部设备，简称 Hg-CEMS。

3.3

转换效率 Conversion Efficiency

利用转换器将烟气中 Hg²⁺转换为 Hg⁰ 的效率。

4 系统的组成和结构

4.1 系统组成

固定污染源烟气气态汞排放连续监测系统（Hg-CEMS）主要由气态汞监测单元，烟气参数监测单

元和数据采集与处理单元组成，如图 1。系统测量烟气中气态汞浓度、烟气参数（流速或流量、温度、压力、湿度、氧气等），同时计算烟气气态汞排放速率和排放量，显示和记录各种数据和参数，形成相关图表，并通过数据、图文等方式传输至管理部门。

4.2 系统结构

4.2.1 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。其具体要求见 5.4.1。

4.2.2 预处理设备

预处理设备主要包括样品过滤设备，离子汞转换器、除湿设备等，其具体要求见 5.4.2。

4.2.3 分析仪器

分析仪器用于测量分析烟气中气态汞浓度。

4.2.4 校准单元

分析仪校准方式有两种：一种是配备汞标准钢瓶气，另一种是系统内置汞标准源，其具体要求见 5.4.3。

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，其具体要求见 5.4.4。

4.2.6 辅助设备

采用抽取测量方式的 Hg-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 Hg-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 5.4.5。

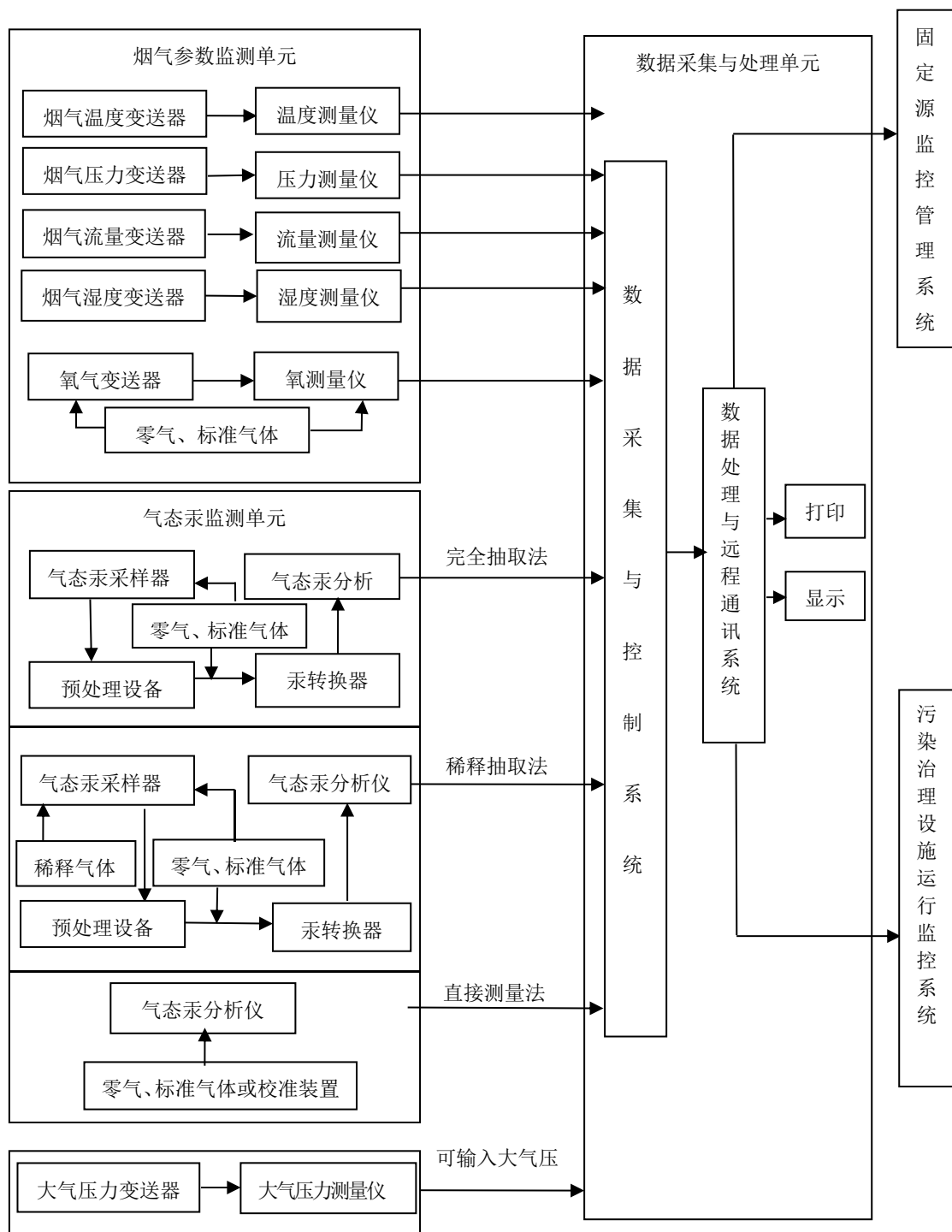


图 1 固定污染源烟气气态汞排放连续监测系统示意图

5 技术要求

5.1 外观要求

5.1.1 Hg-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、制造日期等信息。

5.1.2 Hg-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 Hg-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 Hg-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

Hg-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) 相对湿度：≤85%；

c) 大气压：（80~106）kPa；

d) 供电电压和频率：AC（220±22）V，（50±1）Hz。

注：特殊环境条件下，系统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 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 20 MΩ。

5.3.2 在环境温度为（15~35）℃，相对湿度≤85%条件下，系统在 1500 V（有效值）、50 Hz 正弦波实验电压下持续 1 min，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 样品采集和传输装置的材质应选用耐高温、防腐蚀、不吸附、不与气态汞发生反应的材料，且不影响气态汞的正常测量。

5.4.1.2 样品采集装置应具备加热、保温和反吹净化功能。其加热应均匀、稳定，加热温度一般在 180℃ 以上，其实际温度值应能够在机柜或系统软件中显示查询。

5.4.1.3 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，过滤器应至少能过滤 5 μm 粒径以上的颗粒物。

5.4.1.4 样品传输管线应具备稳定、均匀加热和保温的功能，其加热温度一般在 180℃ 以上，其实际温度值应能够在机柜或系统软件中显示查询。

5.4.1.5 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；样品采集和传输装置应具备完成 Hg-CEMS 全系统校准的功能要求。

5.4.1.6 采样泵应具备足够的抽气能力，并且保障采样流量准确可靠、相对稳定。

5.4.2 预处理设备

5.4.2.1 预处理设备及其部件应方便清理和更换，材质应使用不吸附、不与气态汞发生反应的材料。

5.4.2.2 系统自带的离子汞转换器，能够按照 7.3.5 完成对转换效率的检查，系统应具备保证离子汞转换为元素汞之后不会发生逆反应的功能。

5.4.2.3 为防止颗粒物污染分析仪，在样气进入分析仪之前可设置精细过滤器，精细过滤器应能过滤 0.5 μm 粒径以上的颗粒物。

5.4.2.4 除湿设备的设置温度应保持在 $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ 以内，保证出口烟气露点温度 $\leq 4^\circ\text{C}$ ，其实际温度值应能够在机柜或系统软件中显示查询，除湿过程产生的冷凝液应采用自动方式通过冷凝液收集和排放装置及时、顺畅排出。

5.4.3 校准单元要求

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

5.4.3.2 汞分析仪可以用汞标气钢瓶或系统自带内置汞标准源进行校准。

5.4.3.3 采用抽取测量方式的 Hg-CEMS 应具备固定的和便于操作的标准气体全系统校准功能，即能够完成从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。

5.4.3.4 采用直接测量方式的 Hg-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，即能够通过外置或内置的校准池，完成对系统的等效校准。

5.4.4 数据采集和传输设备要求

5.4.4.1 应显示和记录超出其零点以下和量程以上至少 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。

5.4.4.2 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。

5.4.4.3 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参见附录 A。

5.4.4.4 具备数字信号输出功能。

5.4.4.5 具有中文数据采集、记录、处理和控制系统。数据采集、记录、处理要求参见 HJ 76。

5.4.4.6 系统断电后，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。

5.4.5 辅助设备要求

5.4.5.1 系统尾气排放管路应规范敷设，不应随意放置；应确保排放尾气中的水分不冷凝、累积甚至结冰，造成尾气排放管路堵塞和不畅，必要时应配套加热或伴热装置、气液分离装置等设施。

5.4.5.2 系统应根据现场实际需要配备定期自动反吹装置，用以定期对样品采集和传输装置进行反吹，避免出现由于颗粒物、水分等累积造成的堵塞状况。

5.4.5.3 系统应具有防止接触式光学镜头被烟气污染的净化装置，净化装置应能克服烟气压力，保持光学镜头的清洁，净化装置使用的净化气应经过适当预处理，且控制合理流量，确保其不影响测量结果。

5.4.5.4 具备稀释采样系统的 Hg-CEMS，其稀释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、除烃及除汞等环节。

5.4.5.5 系统机柜内部气体管路及电路、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。

5.4.5.6 系统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，便于日常维护检查。

6 性能指标

6.1 Hg-CEMS 检测指标

6.1.1 24 h 漂移

系统 24 h 零点漂移和量程漂移：不超过 $\pm 5.0\%$ 满量程。

6.1.2 一周漂移

系统一周零点漂移和量程漂移：不超过 $\pm 5.0\%$ 满量程。

6.1.3 示值误差

系统示值误差：不超过 $\pm 5.0\%$ 满量程。

6.1.4 响应时间

系统响应时间 ≤ 300 s。

6.1.5 重复性

系统重复性 $\leq 5\%$ 。

6.1.6 转换效率

离子汞转换器将 Hg^{2+} 转换为 Hg^0 的效率： $\geq 90\%$ 。

6.1.7 标气发生精度

- a) 元素汞标气发生器产生的标气其实测值与发生值相对误差不超过 $\pm 5\%$ 或绝对误差不超过 $\pm 0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，取大者；
- b) 离子汞标气发生器产生的标气其实测值与发生值相对误差不超过 $\pm 10\%$ 或绝对误差

不超过 $\pm 1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，取大者。

6.1.8 准确度

当参比方法测量气态汞浓度平均值：

- a) $>5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，Hg-CEMS 数值与参比方法测量结果相对准确度： $\leq 20\%$ ；
- b) $\leq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，Hg-CEMS 数值与参比方法测量结果平均值绝对误差的绝对值： $\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

6.2 烟气参数检测指标

烟气参数（氧气、流速、温度、湿度）的性能指标要求应符合 HJ 76 相关要求。

7 检测方法

7.1 现场检测

检验流程包括初检和复检。系统正常运行 168 h 后进行初检。初检合格后进入 90 d 运行期，90 d 运行符合要求后，进行复检。

检测期间除检测系统零点和量程校准的时间外，不允许对系统进行计划外的维护、检修和调节，各性能指标的检测均在系统预热稳定后进行。

7.2 标准物质

零点气体可使用气态汞浓度 $\leq 2 \text{ ng}/\text{m}^3$ 的干燥空气、氮气或氩气等气体。

量程气体使用浓度在（80%~100%）满量程范围内的标准气体。

元素汞标准气体，可使用钢瓶气（不确定度 2%），也可使用已溯源的汞标气发生器。

离子汞标准气体可使用已溯源的汞标气发生器，即使用 Cl_2 或盐酸溶液在标气发生器中生成 HgCl_2 标准气体，或将液态 HgCl_2 气化后生成 HgCl_2 标准气体。

7.3 检测方法

7.3.1 漂移

待测系统运行稳定后，通入零气和量程标气，记录系统稳定示值为 Z_0 和 S_0 。保持待测系统连续运行 24 h（期间不允许任何校准和维护）后再次通入零气和同一浓度量程标气，并记录系统稳定示值 Z_n 和 S_n ，按公式（1）~（4）计算待测系统的 24 h 零点漂移和量程漂移，然后可对待测系统进行校准（如不校准，可将本次测量值作为监测系统再次连续运行 24 h 后漂移的初始值）。重复上述测试步骤 7 次，全部 24 h 漂移均应符合 6.1.1 的要求。

一周漂移检测方法参照 24 h 漂移检测方法，将通气间隔延长至 168 h，全部一周零点漂移和量程漂移均应符合 6.1.2 的要求。

零点漂移计算见公式（1）和（2）：

$$\Delta Z_n = Z_n - Z_0 \dots\dots\dots (1)$$

式中： ΔZ_n ——待测分析仪器运行 24 h 或 168 h 后的零点变化值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

Z_n ——待测分析仪器运行 24 h 或 168 h 后通入零气的测量值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

Z_0 ——待测分析仪器通入零气初始测量值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

n ——测试序号, ($n=1\sim 3$)。

$$Z_d = \frac{\Delta Z_n}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中: Z_d ——零点漂移, %;

R ——待测分析仪器满量程值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

量程漂移计算见公式 (3) 和 (4) :

$$\Delta S_n = S_n - S_0 \dots\dots\dots (3)$$

式中: ΔS_n ——待测分析仪器运行 24 h 或 168 h 后的量程变化值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

S_n ——待测分析仪器运行 24 h 或 168 h 后通入量程气的测量值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

S_0 ——待测分析仪器通入量程气初始测量值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

$$S_d = \frac{\Delta S_n}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中: S_d ——量程漂移, %;

R ——待测分析仪器满量程值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

7.3.2 示值误差

待测系统运行稳定并进行校准后, 依次通入浓度为 (20%~30%) 满量程、(50%~60%) 满量程、(80%~100%) 满量程的标准气体; 读数稳定后分别记录系统对各浓度标准气体示值, 再通入零点气等待系统示值回零, 重复上述步骤 3 次, 按公式 (5) 计算示值误差, 并分别列出低、中、高浓度点的示值误差结果, 均应符合 6.1.3 的要求。

$$L_{ei} = \frac{\overline{C_{di}} - C_{si}}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中: L_{ei} ——待测分析仪器测量第 i 种浓度标准气体的示值误差;

$\overline{C_{di}}$ ——待测分析仪器测量第 i 种浓度标准物质 3 次测量值的平均值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

C_{si} ——第 i 种浓度标准物质浓度标称值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

R ——待测分析仪器满量程, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

7.3.3 响应时间

待测系统运行稳定后按照设定采样流量通入零气, 待读数稳定后按照相同流量通入量程气, 同时用秒表开始计时, 观察分析仪示值, 至读数开始跃变止, 记录并计算样气管路传输时间 T_1 ; 继续观察并记录分析仪示值达到标准气体标称值 90% 时再计时 T_2 , 系统响应时间为 T_1 与 T_2 之和。响应时间每天测试 1 次, 重复测试 3 天, 平均值应符合 6.1.4 的要求。

7.3.4 重复性

待测系统运行稳定后, 通入量程气, 待示值稳定后, 记录示值 C_i , 再通入零点气等待系统示值回零, 使用同一浓度标气重复上述操作 6 次, 按公式 (6) 计算系统重复性, 应符

合 6.1.5 的要求。

$$S_r = \frac{1}{\bar{C}_i} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C}_i)^2}{n-1}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中： S_r ——待测系统重复性；

C_i ——第 i 次测量标准物质浓度值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

$\bar{C}_i$ ——测量均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

n ——测量次数。

7.3.5 转换效率

待测系统运行稳定后，通入（50%~80%）满量程的 HgCl_2 标准气体，经过离子汞转换器，读数稳定后记录汞实测值 $C_{\text{Hg}, i}$ ，通入零气等待系统示值回零，重复测试 3 次，按公式（7）计算待测系统汞转换效率，其平均值应符合 6.1.6 的要求。

$$\eta = \frac{C_{\text{Hg}, i}}{C_0} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中： η ——待测系统汞转换效率，%；

i ——测量次数；

$C_{\text{Hg}, i}$ ——第 i 次汞实测值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

C_0 —— HgCl_2 标准气体浓度值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

7.3.6 标气发生精度

7.3.6.1 元素汞标气发生浓度误差

待测系统运行稳定后，使用经溯源的外部汞标气发生器发生 80% 量程元素汞标准气体，对气态汞分析仪进行校准。校准完成后，使用待测系统的元素汞标气发生器分别发生浓度为 20%±5% 满量程、50%±5% 满量程、80%±5% 满量程 3 种元素汞标准气体，通入上述已校准的气态汞分析仪，读取并记录气态汞浓度测量值；重复测量 3 次，按式（8）计算元素汞发生浓度误差 E_i ，3 个浓度点测试结果均应符合 6.1.7 中 a) 的要求。

$$E_i = \frac{RF_i - \bar{R}_i}{\bar{R}_i} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中： E_i ——第 i 种浓度元素汞发生浓度误差；

RF_i ——第 i 种浓度元素汞发生值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

$\bar{R}_i$ ——第 i 种浓度气态汞测量均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

i ——浓度序号（ $i=1\sim 3$ ）。

7.3.6.2 离子汞标气发生浓度误差

待测系统运行稳定后，使用经溯源的外部汞标气发生器发生 80% 量程离子汞标准气体，对气态汞分析仪进行校准。校准完成后，使用待测系统的离子汞标气发生器分别发生浓度为 20%±5% 满量程、50%±5% 满量程、80%±5% 满量程 3 种离子汞标准气体，通入上述已校准的气态汞分析仪，读取并记录气态汞浓度测量值；重复测量 3 次，按式（8）计算离子汞发生浓度误差 E_i ，3 个浓度点测试结果均应符合 6.1.7 中 b) 的要求。

7.3.7 准确度

当漂移和示值误差检测通过并且生产设施达到最大生产能力 50%以上时，可进行准确度检测。

- a) 待测 Hg-CEMS 运行稳定后进行零点和量程点校准；
- b) 待测 Hg-CEMS 与参比方法同步对污染源烟气进行测量，由数据采集器连续记录测量值至参比方法测试结束；
- c) 取同一时间区间内参比方法与 Hg-CEMS 测定结果平均值组成一个数据对，确保参比方法与 Hg-CEMS 测量数据在同一条件下（烟气温度、压力、湿度和氧气等，一般取标态干基浓度）；
- d) 每天至少获取 6 对数据用于准确度计算；
- e) 当参比方法测量烟气中气态汞浓度平均值 $> 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，按公式（9）~（14）计算全部数据对 Hg-CEMS 与参比方法测量数据的相对准确度，应符合 6.1.8 a) 的要求；
- f) 当参比方法测量烟气中气态汞浓度平均值 $\leq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，计算全部数据对 Hg-CEMS 与参比方法测量数据平均值的绝对误差的绝对值，应符合 6.1.8 b) 的要求。

$$RA = \frac{|\bar{d}| + |cc|}{\overline{RM}} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中：RA——相对准确度，%；

$\bar{d}$ ——Hg-CEMS 与参比方法测量各数据对差的平均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

cc——置信系数， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

$\overline{RM}$ ——参比方法全部数据对测量结果的平均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

$$\overline{RM} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n RM_i \dots\dots\dots (10)$$

式中：n——数据对的个数；

i——数据对的序号；

RM_i ——第 i 个数据对中的参比方法测量值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

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

式中： d_i ——每个数据对参比方法与 Hg-CEMS 测量值之差， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

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

式中： $CEMS_i$ ——第 i 个数据对中的 Hg-CEMS 法测定值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

注：在计算数据对差的和时，保留数据差值的正、负号。

其中：置信系数（cc）由表 1 查得的统计值和数据对差的标准偏差表示：

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

式中： $t_{f,0.95}$ ——由表 1 查得， $f=n-1$ ；

S_d ——参比方法与 Hg-CEMS 数据对差的标准偏差， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

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

表 1 置信系数参数表

f	t_f
5	2.571
6	2.447
7	2.365
8	2.306
9	2.262
10	2.228
11	2.201
12	2.179
13	2.160
14	2.145
15	2.131
20	2.086
25	2.060
30	2.042

7.3.8 烟气参数

烟气参数（氧气、流速、烟温、湿度）指标检测方法参照 HJ 76 执行。

8 质量保证

8.1 现场检测应在固定污染源正常排放污染物条件下进行。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 为了保证获得参比方法与 Hg-CEMS 在同时间区间的测定数据，对于抽取式 Hg-CEMS，必要时可扣除参比方法测量气态汞到达污染物检测器的时间（滞后时间）和 Hg-CEMS 的管路传输时间。气态汞污染物到达污染物检测器的时间可按式（15）估算。

$$t = V/Q_{st} \dots\dots\dots (15)$$

式中： t ——滞后时间，min；

V ——导气管的体积，L；

Q_{st} ——气体通过导气管的流速，L/min。

8.3 参比测量方法应采样国家或行业发布的标准分析方法。对于完全抽取式和稀释抽取式 Hg-CEMS，当进行零点和量程校准时，原则上要求零气和标准气体与样品气体通过的路径

（如：样品采集和传输装置、预处理等）相同。对于直接测量式 Hg-CEMS，当进行零点和量程校准时，原则上要求导入流动零气和标准气体进行校准。

9 检测项目

固定污染源 Hg-CEMS 现场检测项目见表 2，烟气参数检测项目见表 3。现场检测相关记录表格参加附录 B。

表 2 烟气气态汞排放连续监测系统现场检测项目

项目		考核指标	检测方法
初检期间	24 h 漂移	$\pm 5.0\% \text{ F.S.}$	7.3.1
	一周漂移	$\pm 5.0\% \text{ F.S.}$	7.3.1
	示值误差	$\pm 5.0\% \text{ F.S.}$	7.3.2
	响应时间	$\leq 300 \text{ s}$	7.3.3
	重复性	$\leq 5.0\%$	7.3.4
	转换效率	$\geq 90\%$	7.3.5
	标气发生精度	元素汞发生器 $\pm 5\%$ 或 $\pm 0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，取大者； 离子汞发生器 $\pm 10\%$ 或 $\pm 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，取大者	7.3.6
	准确度	排放浓度均值： $> 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，相对准确度 $\leq 20\%$ ； $\leq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	7.3.7
复检期间	24 h 漂移	$\leq \pm 5.0\% \text{ F.S.}$	7.3.1
	准确度	排放浓度均值： $> 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，相对准确度 $\leq 20\%$ ； $\leq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	7.3.7

注：F.S.表示满量程。

表 3 烟气参数现场检测项目

检测项目			指标要求
氧气 CMS	初检期间	示值误差	$\pm 5\%$ （标称值）
		系统响应时间	$\leq 200 \text{ s}$
		24 h 零点漂移和量程漂移	$\pm 2.5\% \text{ F.S.}$
		准确度	相对准确度 $\leq 15\%$
	复检期间	24 h 零点漂移和量程漂移	$\pm 2.5\% \text{ F.S.}$
		准确度	相对准确度 $\leq 15\%$
流速 CMS	初检期间	速度场系数精密度	$\leq 5\%$
	复检期间	准确度	烟气流速平均值： $> 10 \text{ m/s}$ 时，相对误差为 $\pm 10\%$ $\leq 10 \text{ m/s}$ 时，相对误差为 $\pm 12\%$
温度 CMS	初检期间	准确度	$\pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$
	复检期间	准确度	$\pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$

湿度 CMS	初检期间	准确度	烟气湿度平均值： $>5.0\%$ 时，相对误差为 $\pm 25\%$ $\leq 5.0\%$ 时，绝对误差为 $\pm 1.5\%$
	复检期间	准确度	烟气湿度平均值： $>5.0\%$ 时，相对误差为 $\pm 25\%$ $\leq 5.0\%$ 时，绝对误差为 $\pm 1.5\%$

注：F.S.表示满量程。

附录 A

(规范性附录)

Hg-CEMS 日报表、月报表和年报表

表 A.1 至 A.3 为日报表、月报表和年报表的规范格式。

表 A.1 烟气气态汞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：

固定污染源编号:

监测日期:

时间	气态汞			标干流量 (m³/h)	干基 O₂ (%)	温度 (℃)	湿度 (%)	负荷 (%)	备注
	实测 (μg/m³)	折算 (μg/m³)	排放量 (g/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 (g)									

烟气日排放总量单位: ×10⁴m³/d

上报单位（盖章）：

负责人：

报告人：

报告日期：

表 A.2 烟气气态汞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:

日期	气态汞			标干流量 (×10 ⁴ m ³ /d)	干基 O ₂ (%)	温度 (℃)	湿度 (%)	负荷 (%)	备注
	实测 (μg/m ³)	折算 (μg/m ³)	排放量 (g/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 (kg)					—				
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:

表 A.3 烟气气态汞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:

时间	气态汞 (kg/m)	标干流量 (×10 ⁴ m ³ /m)	干基 O ₂ (%)	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 (kg)							
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:

附 录 B

（资料性附录）

Hg-CEMS 现场检测原始记录表

以下表格为现场检测时使用。

表 B.1 漂移现场检测记录

测试人员	Hg-CEMS 生产厂家
测试地点	Hg-CEMS 型号，编号
仪器检测量程	Hg-CEMS 原理
标准气体浓度或校准器件的已知响应值	测试日期

日期	检测结果（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ）						备注
	零点读数		零点漂移 绝对误差	量程读数		量程漂移 绝对误差	
	起始 (Z_0)	最终 (Z_i)	ΔZ	起始 (S_0)	最终 (S_i)	ΔS	
零点漂移绝对误差最大值				量程值漂移绝对误差最大值			
零点漂移				量程漂移			

表 B.2 Hg-CEMS 示值误差现场检测记录

测试人员 Hg-CEMS 生产厂家
 测试地点 Hg-CEMS 型号, 编号
 仪器检测量程 Hg-CEMS 原理
 标准气体浓度或校准器件的已知响应值 测试日期

测量点	标准气体 标称值	测量次数	测量值	平均值	示值误差 (%F.S.)
低浓度 (20~30%F.S.)		1			
		2			
		3			
中浓度 (50~60%F.S.)		1			
		2			
		3			
高浓度 (80~100%F.S.)		1			
		2			
		3			

表 B.3 Hg-CEMS 响应时间现场检测记录

测试人员 Hg-CEMS 生产厂家
 测试地点 Hg-CEMS 型号, 编号
 仪器检测量程 Hg-CEMS 原理
 标准气体浓度或校准器件的已知响应值 测试日期

检测日期	标气 名称	标称值	管路传输时间	T ₉₀ 时间	系统上升 响应时间	平均值
检测日期	标气 名称	标称值	管路传输时间	T ₁₀ 时间	系统下降 响应时间	平均值

表 B. 4 Hg-CEMS 重复性现场检测记录

测试人员

Hg-CEMS 生产厂家

测试地点

Hg-CEMS 型号，编号

仪器检测量程

Hg-CEMS 原理

标准气体浓度或校准器件的已知响应值

测试日期

序号	CEMS 显示值
1	
2	
3	
4	
5	
6	
平均值	
标准偏差	
重复性	

表 B. 5 Hg-CEMS 转换效率现场检测记录

测试人员

Hg-CEMS 生产厂家

测试地点

Hg-CEMS 型号，编号

仪器检测量程

Hg-CEMS 原理

标准气体浓度或校准器件的已知响应值

测试日期

标气浓度	测量次数	测量值	转换效率	平均值
	1			
	2			
	3			

表 B. 6 Hg-CEMS 标气发生精度现场检测记录

测试人员

Hg-CEMS 生产厂家

测试地点

Hg-CEMS 型号, 编号

仪器检测量程

Hg-CEMS 原理

标准气体浓度或校准器件的已知响应值

测试日期

浓度水平	发生器溯源 点浓度值	测量次数	CEMS 测量值	平均值	标气发生精度
低浓度 (20~30%F.S.)		1			
		2			
		3			
中浓度 (50~60%F.S.)		1			
		2			
		3			
高浓度 (80~100%F.S.)		1			
		2			
		3			

表 B.7 Hg-CEMS 相对准确度现场检测记录

测试人员

Hg-CEMS 生产厂家

测试地点

Hg-CEMS 型号，编号

仪器检测量程

Hg-CEMS 原理

标准气体浓度或校准器件的已知响应值

测试日期

日期	开始结束时间 (时、分)		参比方法测量值 A	CEMS 测量值 B	数据对差= B -A
参比方法平均值					
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	参比方法测量结果		相对误差 (%)
			采样前	采样后	