

HJ

中华人民共和国环境保护行业标准

HJ/T76—200×

代替 HJ/T76-2001

固定污染源排放烟气连续监测系统 技术要求及检测方法

Specifications and test procedures for continuous emission monitoring systems
of flue gas emitted from stationary sources

（征求意见稿）

200×-××-××发布

200×-××-××实施

国家环境保护总局发布

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》，实施大气固定污染源排放污染物总量监测，制定本标准。

本标准规定了固定污染源排放烟气连续监测系统（以下简称 CEMS）的主要技术指标、检测项目、检测方法和检测时的质量保证措施。凡进入国家环境监测网络的 CEMS 须符合本标准的要求。

本标准对《固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ/T 76-2001）主要做了如下修改：调整了颗粒物 CEMS 和流速连续测量系统的部分技术指标；进一步明确了颗粒物 CEMS 相关系数的检测方法；明确了烟气参数和 CEMS 90 天运行期间的技术要求。

本标准起草过程中参考了国外的技术标准、国内和国外部分生产厂家生产的连续监测系统的技术指标和企业标准。

自本标准实施之日起，《固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ/T 76-2001）废止。

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。

本标准主要起草单位：中国环境监测总站、上海市环境监测中心、国家环保总局信息中心。

本标准国家环保总局 批准。

本标准自 实施。

本标准由国家环境保护总局解释。

目 次

1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 CEMS 的组成和描述.....	3
5 技术要求.....	4
6 CEMS 安装和测定位置.....	8
7 参比方法采样位置和采样点.....	10
8 CEMS 主要技术指标检测方法.....	11
9 质量保证.....	20
10 适用性检测和验收、校验检测.....	24
11 检测项目.....	24
附录 A 烟气排放连续监测小时平均值日报表.....	25
附录 B 烟气排放连续监测日平均值月报表.....	26
附录 C 烟气排放连续监测月平均值年报表.....	27
附录 D 颗粒物 CEMS 零点和量程漂移检测.....	29
附录 E 计算自信间隔半宽和允许间隔半宽参数表.....	30
附录 F 参比方法校准颗粒物 CEMS.....	31
附录 G 气态污染物 CEMS 线性误差和响应时间检测.....	31
附录 I 参比方法评估气态污染物 CEMS 相对准确度.....	34
附录 J 检测期间（初检）速度场系数.....	35
附录 K 烟气参数测定与污染物浓度换算和排放率计算要求.....	36
附录 L 参比方法校准颗粒物 CEMS 实例.....	39

1 适用范围

1.1 本技术标准规定了 CEMS 的主要技术指标、检测项目、检测方法和检测时的质量保证措施。

1.2 本技术标准适用于监测固定污染源烟气参数，烟气中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物浓度和排放总量的 CEMS。

2 规范性引用文件

本标准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。

GB16297—1996 大气污染物综合排放标准

GB/T16157—1996 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB4915—2004 水泥工业大气污染物排放标准

GB9078—1996 工业炉窑大气污染物排放标准

GB13223—2003 火电厂大气污染物排放标准

GB13271—2001 锅炉大气污染物排放标准

GWKB2—1999 危险废物焚烧污染控制标准

GB18485—2001 生活垃圾焚烧污染控制标准

HJ/T46—1999 定电位电解法二氧化硫测定仪技术条件

HJ/T47—1999 烟气采样器技术条件

HJ/T48—1999 烟尘采样器技术条件

HJ/T212—2005 污染源在线自动监控(监测)系统传输标准

3 术语和定义

3.1 颗粒物

颗粒物是指燃料和其它物质燃烧、合成、分解以及各种物料在处理中所产生的悬浮于液体和烟气中的固体和液体颗粒状物质。

3.2 气态污染物

气态污染物是指以气体状态分散在烟气中的各种污染物。

3.3 标准状态下的干烟气

标准状态下的干烟气是指在温度 273K，压力为 101325Pa 条件下不含水气的烟气。

3.4 烟气排放连续监测

烟气排放连续监测是指对固定污染源排放的颗粒物和/或气态污染物浓度和排放率进行连续地、实时地跟踪测定，每个固定污染源（锅炉、工业炉窑、焚烧炉……）的测定时间不得小于总运行时间的 75%，在每小时的测定时间不得低于 45min。

3.5 烟气排放连续监测系统

连续测定颗粒物和/或气态污染物浓度和排放率所需要的全部设备。它是由采样、测试、数据采集和处理三个子系统组成的监测体系。

采样系统：采集、输送烟气或使烟气与测试系统隔离。

测试系统：检测污染物，显示物理量或污染物浓度。

数据采集、处理系统：采集并处理数据，生成图谱、报表，控制自动操作功能。

3.6 点测量 CEMS

在烟道或管道断面某一点上或沿着等于或小于断面直径 10%的路径上测定的 CEMS。

3.7 线测量 CEMS

在沿着大于烟道或管道断面直径 10%的路径上测定的 CEMS。

3.8 满量程值

根据实际应用需要设置 CEMS 的最大测量值。通常设置为高于排放源最大排放浓度的 1~2 倍。

3.9 零点漂移

在未进行计划外的维修、保养或调节的前提下，CEMS 按规定的时间运行后，仪器的读数与零输入之间的偏差。

3.10 量程漂移

在未进行计划外的维修、保养或调节的前提下，CEMS 按规定的时间运行后，仪器的读数与已知参考值之间的偏差。

3.11 响应时间

显示值达到稳定值的 90%时所需要的时间。

3.12 矩心区

烟道或管道断面的几何中心区域，区域面积不超过烟道或管道断面面积的 1%。

3.13 调试期间

在检测 CEMS 技术指标前，未进行计划外的维修、保养或调节的前提下，要求 CEMS 的正常运行时间（不少于 168 小时）。

3.14 检测期间

在未进行计划外的维修、保养或调节的前提下，检测 CEMS 技术指标所要求的运行时间（初检不少于 168 小时）。

3.15 复检期间

在 CEMS 技术指标检测合格，仪器连续运行 90 天以后，复检 CEMS 技术指标所要求的运行时间（不少于 24 小时），复检时不得进行计划外的的维修、保养或调节。

3.16 参比方法

国家或行业发布的标准方法。

3.17 相关校准

建立颗粒物 CEMS 显示物理量与参比方法测定颗粒物浓度的相关曲线。

3.18 相对准确度

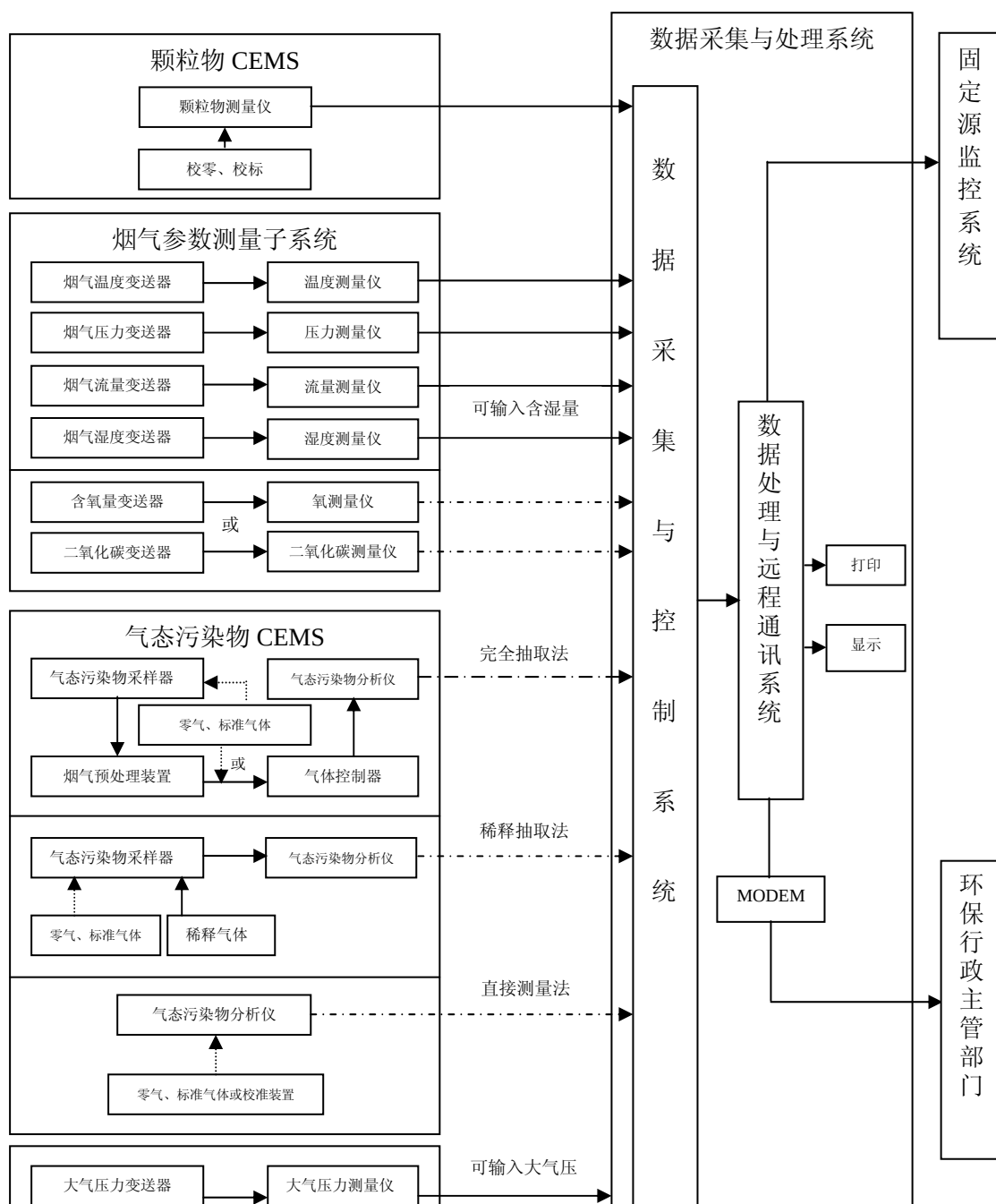
参比方法与 CEMS 法同步测定烟气中气态污染物浓度，取同时间区间的测定结果组成若干数据对，数据对之差的平均值的绝对值与置信系数之和与参比方法测定数据的平均值之比。

3.19 速度场系数

通过烟道或管道断面烟气的平均流速与相同时间区间通过同一断面或非同一断面中某一固定点或测定线的烟气平均流速的比值。

4 CEMS 的组成和描述

烟气 CEMS 由颗粒物 CEMS 和/或气态污染物 CEMS（含 O_2 或 CO_2 ）、烟气参数测定子系统组成（图 1）。通过采样方式和非采样方式，测定烟气中污染物浓度，同时测定烟气温度、烟气压力、流速或流量、烟气含水分量（或输入烟气含水分量）、烟气含氧量（或二氧化碳含量）；计算烟气污染物排放率、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管理部门。



.....表示任选一种气体参数测量仪和气态污染物 CEMS

图 1 烟气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 应有制造计量器具 CMC 标志（进口产品应取得我国质量技术监督部门的计量器具型式批准证书）和产品铭牌，铭牌上应标有仪器名称、型号、生产单位、

出厂编号、制造日期。

5.1.2 仪器各部零件应连接可靠，表面无明显缺陷，各操作键使用灵活，定位准确。

5.1.3 仪器各显示部分的刻度、数字清晰，涂色牢固，不应有影响读数的缺陷。

5.1.4 仪器外壳或外罩应耐腐蚀、密封性能良好、防尘、防雨。

5.2 环境条件

仪器设备在以下环境中应能正常工作。

a.环境温度：-20~45⁰C；

b.相对湿度：≤90%；

c.大气压：86~106kPa；

d.烟气温度：<260⁰C。

5.3 供电电压

AC220V±10%，频率 50Hz。

5.4 安全要求

5.4.1 在 10~35⁰C，相对湿度≤85%条件下，仪器电源引入线与机壳之间的绝缘电阻应不小于 20M Ω。

5.4.2 仪器应设有漏电保护装置，防止人身触电。

5.5 校准

仪器应能用手动和/或自动方法进行零点漂移和量程漂移校准。

5.6 净化

仪器应具有防止光学镜头、插入烟道或管道的探头被烟气污染的净化系统；净化系统能克服烟气压力，保持光学镜头、插入烟道或管道探头的清洁。

5.7 数据采集和处理

仪器应具有记录、存储、显示、数据处理、数据输出、打印、故障告警、安全管理和数据、图文传输功能。仪器应设置 RS232、RS422、RS485 中任一种通信接口。

5.7.1 数据采集控制器

5.7.1.1 数据采集和控制

由仪器数据的采集和控制功能协调整个系统的时序，记录测定数据和仪器运行状态数据，根据状态数据诊断仪器运行状态并在测定数据后面给出状态标记

（“P”示电源故障、“F”示排放源停运、“C”示校准、“M”示维护、“O”示超排放标准、“Md”示缺失数据、“T”示超测定上限、“D”示仪器故障……），当仪器运行不正常时发出告警信息。当1 h监测数据滑动平均值（每15min滑动一次）超过排放标准时，仪器发出超标告警信息。

5.7.1.2 数据存储

仪器数据采集控制器应能保证存储原始数据，能够自动或根据指令将所采集的各种信息发送回控制中心。

5.7.1.3 文档管理

仪器应能对数据文档进行文档保存和备份，能自动生成运行参数报告，数据报告，掉电记录报告和操作记录报告。

5.7.1.4 接口

仪器接口应具有扩展功能，模块化结构设计，可根据使用要求，实现单路或双路或多路配置。

5.7.1.5 安全管理

仪器应具有安全管理功能，操作人员需登录工号和密码后，才能进入控制界面，系统对所有的控制操作均自动记录并入库保存。

系统应具有二级操作管理权限：

a.系统管理员：可以进行所有的系统设置工作，如：设定操作人员密码、操作级别，设定系统的设备配置。

b.一般操作人员：只进行日常例行维护和操作，不能更改系统的设置。

5.7.1.6 异常情况自动恢复功能

受外界强干扰或偶然意外或掉电后又上电等情况发生时，造成程序中断，系统应能实现自动启动，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。

5.7.2 数据处理和数据通讯

5.7.2.1 数据通讯

仪器应具有数据通讯功能，周期地采集各个现场数据采集器发来的各种信息，进行处理、存储，显示告警信息和相应数据。提供网络接入功能，向有关部门定时传输数据和图表，并随时接受数据查询。定时发送时钟命令并校准时钟。传输协议应符合 HJ/T212-2005 的要求。

5.7.2.2 数据查询和检索

显示仪器现场工作状态，可设置条件查询和显示历史数据，打印告警信息和各种图表，实时显示污染物排放数据和相关烟气参数。仪器应能够每 10s 获得一个累积平均值，能显示和打印 1min、15min 的测试数据，生成小时（至少 45min 的有效数据）、日（至少 18h 的有效数据）、月（至少 22d 的有效数据）报表，报表中应给出最大值、最小值、平均值、参加统计的样本数。报表格式见附表 1~附表 3。

5.7.2.3 污染物浓度和排放率计算

仪器应具有计算污染物浓度和排放率功能，换算和计算方法见附录 1 并满足附录 1 要求。

5.8 CEMS 主要技术指标

以下各技术指标检测数据均采用 CEMS 数据处理与传输单元的最终显示和记录结果。

5.8.1 颗粒物 CEMS 主要技术指标

5.8.1.1 测定范围：当仪器只设置一个测量档时，测量范围的上限应符合 3.8 条的要求；当仪器设置多个测量档时，最低档测定范围的上限应不超过 $500\text{mg}/\text{m}^3$ 。

5.8.1.2 零点漂移：24 小时零点漂移不超过满量程的 $\pm 2\%$ 。

5.8.1.3 量程漂移：24 小时量程漂移不超过满量程的 $\pm 2\%$ 。

5.8.1.4 相关校准

线性校准曲线应符合下列条件：

①相关系数：相关系数 ≥ 0.85 （当测量范围上限小于或等于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 时，相关系数 ≥ 0.75 ）。

②自信间隔半宽：在颗粒物 CEMS 响应平均值处，95%自信间隔半宽需在适用的污染源排放限值的 10%以内（排放浓度按 $300\text{mg}/\text{m}^3$ 计算）。

③允许间隔半宽：在颗粒物 CEMS 响应平均值处，允许间隔半宽必需有 95%的自信所有可能值的 75%落在适用的污染源排放限值的 25%以内（排放浓度按 $300\text{mg}/\text{m}^3$ 计算）。

5.8.1.5 准确度

复检时应符合下列条件：

①当参比方法测定颗粒物排放浓度

- a. $\leq 50\text{mg/m}^3$ 时, CEMS 法与参比方法测定结果平均值的绝对误差应不超过 15mg/m^3 ;
- b. $> 50\text{mg/m}^3 \sim \leq 100\text{mg/m}^3$ 时, CEMS 法与参比方法测定结果平均值的相对误差应不超过 $\pm 25\%$;
- c. $> 100\text{mg/m}^3 \sim \leq 200\text{mg/m}^3$ 时, CEMS 法与参比方法测定结果平均值的相对误差应不超过 $\pm 20\%$;
- d. $> 200\text{mg/m}^3$ 时, CEMS 法与参比方法测定结果平均值的相对误差应不超过 $\pm 15\%$ 。

5.8.2 气态污染物 CEMS (含 O_2 或 CO_2) 主要技术指标

5.8.2.1 线性误差: 用低、中、高浓度的标准气体检查时, CEMS 测定值与参考值的相对误差不超过 $\pm 5\%$ 。

5.8.2.2 响应时间: 不大于 200s。

5.8.2.3 零点漂移: 24 小时零点漂移不超过满量程的 $\pm 2.5\%$ 。

5.8.2.4 量程漂移: 24 小时量程漂移不超过满量程的 $\pm 2.5\%$ 。

5.8.2.5 相对准确度: 相对准确度不超过 15%; 当参比方法测定烟气中二氧化硫、氮氧化物浓度平均值低于 250ppm (SO_2 、NO 和 NO_2 分别为 715 mg/m^3 、 335 mg/m^3 和 513 mg/m^3) 时, 参比方法和 CEMS 测定结果平均值之差的绝对值应不大于 20ppm (SO_2 、NO 和 NO_2 分别为 57 mg/m^3 、 27 mg/m^3 和 41 mg/m^3)。

5.8.3 流速连续测量系统主要技术指标

5.8.3.1 测量范围: 测量范围的上限应不低于 30m/s。

5.8.3.2 速度场系数精密度: 速度场系数精密度优于 5%。

5.8.3.3 速度相对误差: 当流速大于 10m/s 时, 速度相对误差不超过 $\pm 10\%$; 当流速小于或等于 10m/s 时, 速度相对误差不超过 $\pm 12\%$ 。

6 CEMS 安装和测定位置

6.1 CEMS 安装要求和测定位置

6.1.1 颗粒物 CEMS 的安装和测定位置

颗粒物 CEMS 应安装在能反映颗粒物排放状况的有代表性的位置上, 在不影响参比方法取样前提下, 尽可能靠近参比方法取样孔, 具体的安装要求如下:

6.1.1.1 一般要求

- a. 位于所有颗粒物控制设备下游;

- b.光学原理的颗粒物 CEMS 所在测定位置没有水滴和水雾;
- c.便于日常维护, 安装位置易于接近, 有足够的空间, 便于清洁光学镜头、检查和调整光路准直、检测仪器性能和更换部件等。

6.1.2 安装位置

测定位置应避开烟道弯头和断面急剧变化的部位, 设置在距弯头、阀门、变径管下游方向不小于 4 倍直径, 和距上述部件上游方向不小于 2 倍直径处。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要求时, 应尽可能选择气流稳定的断面, 但安装位置前直管段的长度必须大于安装位置后管段的长度。

6.1.2.1 点测量 CEMS 的测定点位

测定点位应符合下列条件之一:

- a.离烟道或管道壁的距离不小于烟道或管道直径的 30%;
- b.位于或接近烟道或管道断面的矩心区。

6.1.2.2 线测量 CEMS 的测定点位

测定点位应符合下列条件之一:

- a.中心位于或接近烟道或管道断面的矩心区;
- b.所在区域离烟道或管道壁的距离不小于烟道或管道直径的 30%;
- c.测量线长度大于或等于烟道或管道断面直径或矩形烟道或管道的边长。

6.2 气态污染物 CEMS 的安装和测定位置

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 位于气态污染物混合均匀的位置, 该处测得的气态污染物浓度或排放率能代表固定污染源的排放。

6.2.1.2 与 6.1.1.1 条 c 相同。

6.2.2 安装位置

6.2.2.1 安装位置应设置在距最近的控制装置、产生污染物和污染物浓度或排放率可能发生变化部位下游不小于两倍烟道或管道直径。

6.2.2.2 离烟气排口或控制装置上游不小于半倍烟道或管道直径。

6.2.3 测定位置

6.2.3.1 点测量 CEMS 的测定点位

测定点位应符合下列条件之一:

a.离烟道或管道壁距离不小于 1m;

b.位于或接近烟道或管道矩心区。

6.2.3.2 线测量 CEMS 的测定点位

测定点位应符合下列条件之一:

a.离烟道或管道壁距离不小于 1m。

b.中心位于或接近烟道或管道断面的矩心区;

c.测量线长度大于或等于烟道或管道断面直径或矩形烟道或管道的边长。

6.3 流速连续测量系统的安装和测定位置

6.3.1 一般要求

安装位置不得影响颗粒物和气态污染物 CEMS 的测定。

6.3.2 测定位置

6.3.2.1 点测量流速连续测量系统

测定点位应符合下列条件之一:

a.离烟道或管道壁距离不小于 1m;

b.位于或接近烟道或管道矩心区。

6.3.2.2 线测量流速连续测量系统

测定点位应符合下列条件之一:

a.离烟道或管道壁距离不小于 1m;

b.中心位于或接近烟道或管道断面的矩心区;

c.测量线长度大于或等于烟道或管道断面直径或矩形烟道或管道的边长。

7 参比方法采样位置和采样点

7.1 测定颗粒物参比方法

7.1.1 采样位置

采样位置与 GB/T16157-1996 第 4.2.1 条相同。采样位置和颗粒物 CEMS 测定位置不重合,在互不影响测量的前提下,尽可能靠近。

7.1.2 采样点位置和数目

与 GB/T16157-1996 第 4.2.4 条相同。

7.2 测定气态污染物参比方法

7.2.1 采样位置

与 6.2.2 条相同,不与气态污染物 CEMS 测定位置重合。

7.2.2 采样点位置和数目

7.2.2.1 参比方法与点测量气态污染物 CEMS 法比对时，设置 1 个采样点，位于 CEMS 探头 30cm 区域内。当不能满足要求时，应选择在尽可能靠近 CEMS 探头的区域内。

7.2.2.2 参比方法与线测量气态污染物 CEMS 法比对时，设置 1 个采样点，位于测定线中心 30cm 区域内。当不能满足要求时，应选择在尽可能靠近 CEMS 测量线中心区域内。

8 CEMS 主要技术指标检测方法

8.1 一般要求

8.1.1 调试

8.1.1.1 在现场完成 CEMS 安装、初调后，使 CEMS 投入运行，运行调试时间不少于 168 小时。

8.1.1.2 调试期间除检测仪器零点和量程校准的时间外，不允许计划外的维护、检修和调节仪器。

8.1.1.3 每天进行零点和量程校准检查，当累积漂移超过规定指标时，则应调整仪器。

8.1.1.4 如果因排放源故障或供电造成调试中断，在排放源或供电恢复正常后，重新开始运行调试，累计运行调试时间不少于 168 小时。

8.1.1.5 如果因 CEMS 故障造成调试中断，在 CEMS 恢复正常后，重新开始 168 小时的运行调试。

8.1.2 检测

8.1.2.1 仪器正常运行 168 小时后进行检测。检测期间不一定紧接在调试期间之后。检测期间不少于 168 小时。

8.1.2.2 检测期间除检测仪器零点和量程校准的时间外，不允许计划外的维护、检修和调节仪器。

8.1.2.3 可设定任一时间（时间间隔为 24 小时），由 CEMS 自动调节零点和校准量程值。

8.1.2.4 如果因排放源故障或供电造成测试中断，在排放源或供电恢复正常后，重新开始检测，累计检测时间不少于 168 小时。

8.1.2.5 如果因 CEMS 故障造成测试中断，在 CEMS 恢复正常后，重新开始检测，

累计检测时间不少于 168 小时。

8.1.3 复检

8.1.3.1 在 CEMS 技术指标检测合格，仪器连续运行 90 天以后，开始复检。复检期间不少于 24 小时。

8.1.3.2 与 8.1.2.2 条、8.1.2.3 条相同。

8.1.3.3 如果因排放源故障或供电造成测试中断，在排放源或供电恢复正常后，重新开始 24 小时的复检。

8.1.3.4 如果因 CEMS 故障造成测试中断，在 CEMS 恢复正常后，重新开始 24 小时的的复检。

8.1.4 90 天运行

8.1.4.1 按提交的质量保证质量控制计划正常维护在检 CEMS 并远程传输 CEMS 数据。

8.1.4.2 做好 CEMS 的运行记录，不允许计划外的维护、检修和调节仪器。

8.2 颗粒物 CEMS 主要技术指标检测

8.2.1 零点漂移、量程漂移

在检测期间开始时，人工或自动校准仪器零点和量程值，记录最初的模拟零点和量程读数。每隔 24 小时后测定（人工或自动）和记录一次零点、量程值读数（见附表 4）；随后校准仪器零点和量程值，记录零点、量程值读数；连续 168 小时（7 天）。按（1）~（4）式计算零点漂移、量程漂移：

a.零点漂移：

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

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

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.量程漂移：

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

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

式中： S_0 ——量程值读数初始值；

S_i ——第 i 次量程值读数；

S_d ——量程漂移；

ΔS ——量程值漂移绝对误差；

ΔS_{max} ——量程值漂移绝对误差最大值。

8.2.2 相关校准

8.2.2.1 测试期间，必须均衡考虑过程操作、参比方法取样和颗粒物 CEMS 的操作，例如：必须确保过程操作在目标条件下，并且颗粒物 CEMS 及其数据记录日志均正常操作。

- 1) 必须协调参比方法取样和颗粒物 CEMS 操作的开始和停止的时间，对于间歇取样的颗粒物 CEMS，参比方法取样时间必须和颗粒物 CEMS 的取样时间同时开始。
- 2) 必须在附表 6 内标记并记录参比方法取样孔改变的时间和参比方法被暂停的时间，以便相应地调整颗粒物 CEMS 的数据（如果必须如此的话）。
- 3) 必须正确安排参比方法和颗粒物 CEMS 的时间，以符合颗粒物 CEMS 的响应时间。

8.2.2.2 参比方法与 CEMS 同步进行，CEMS 每分钟记录一次累计平均值，取与参比方法同时间区间测量值的平均值与参比方法测定值组成一个数据对，必须获得至少 15 个有效的测试数据对。

- 1) 可以进行超过 15 个数据对的测试，如果如此，只要进行相关校准测试的数据对大于或等于 15 个，则可以舍弃部分测试数据对。
- 2) 必须报告所有数据，包括被舍弃数据对。
- 3) 可以舍弃数据对达到 5 个而不需要任何解释。
- 4) 若舍弃数据对超过 5 个，则必须清楚地解释舍弃的原因。

8.2.2.3 颗粒物 CEMS 和参比方法的测试必须同时进行，确保构造相关校准测试的数据范围最大化。

- 1) 通过改变过程操作条件、颗粒物控制设备的条件或通过颗粒物加标，以便获得三种不同浓度水平的颗粒物浓度。
- 2) 3 种不同浓度水平的颗粒物浓度必须分布在整个测量范围内。

3) 最少 15 个测试数据对的至少 20%必须分布在如下范围:

- (1) 1 水平: 零浓度至最大颗粒物浓度的 50%;
- (2) 2 水平: 最大颗粒物浓度的 25%至 75%;
- (3) 3 水平: 最大颗粒物浓度的 50%至 100%。

4) 尽管以上浓度水平重叠, 但可以使用独自的数据至某一水平。

8.2.2.4 必须将参比方法结果的单位向颗粒物 CEMS 的测量条件下转换, 例如: 颗粒物 CEMS 测量和报告的颗粒物排放单位是 mg/m^3 (实际体积), 则必须将参比方法的结果也向此单位转换。

8.2.2.5 相关校准计算

1) 相关校准前的计算

首先将参比方法测量值 Y (合适的单位) 与平均颗粒物 CEMS 响应 X (一段时间内平均值) 配对, 配对的数据必须符合质量控制质量保证要求。

(1) 调整颗粒物 CEMS 的输出和参比方法测试数据至统一时钟时间 (考虑颗粒物 CEMS 的响应时间)。

(2) 计算颗粒物 CEMS 在参比方法测试期间的数据输出 (算术平均), 评价所有的颗粒物 CEMS 数据并决定在颗粒物 CEMS 数据平均时是否舍弃。

(3) 确保参比方法和颗粒物 CEMS 结果在同样的湿度、温度和含氧量基础上, 将参比方法颗粒物浓度测量(干基标态)向颗粒物 CEMS 测量条件下单位转换。

2) 线性相关校准计算

在进行相关校准计算时, 每个参比方法测量值均被处理做离散的数据点。

a. 计算线性相关校准方程, 此方程给出了预测颗粒物浓度 $\hat{Y}$ 作为颗粒物 CEMS 响应 X 的函数, 如式 (5):

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$\hat{Y}$: 预测颗粒物浓度;

b_0 : 线性相关校准曲线截距, 计算见式 (6);

b_1 : 线性相关校准曲线斜率, 计算见式 (8);

X : 颗粒物 CEMS 响应值。

截距计算如式 (6):

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$\bar{X}$: 颗粒物 CEMS 响应数据的平均值, 计算见式 (7);

$\bar{Y}$: 颗粒物浓度数据的平均值, 计算见式 (7)。

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \qquad \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \dots\dots\dots (7)$$

式中:

X_i : 第 i 个数据对, 颗粒物 CEMS 的响应值;

Y_i : 第 i 个数据对, 颗粒物浓度值;

N : 数据对数目。

斜率计算如式 (8):

$$b_1 = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

S_{xy} , S_{xx} : 如式 (9) 计算:

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \qquad S_{xy} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \dots\dots\dots (9)$$

b. 对于在平均值 X 处的预测颗粒物浓度, 其 95% 自信间隔半宽计算如式 (10):

$$CI = t_{df, 1-a/2} S_L \sqrt{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

CI : 对于平均值 X 处的 95% 自信间隔半宽;

$t_{df, 1-a/2}$: 对于 $df=n-2$ 如附表 5 中提供的学生统计 t 值;

S_L : 相关校准曲线的分散性或偏差性, 计算如式 (11):

$$S_L = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)^2} \dots\dots\dots (11)$$

在平均值 X 处, 作为排放限值百分比的自信间隔半宽计算如式 (12):

$$CI\% = \frac{CI}{EL} 100\% \dots\dots\dots (12)$$

式中：

EL ：颗粒物排放限值，按 $300\text{mg}/\text{m}^3$ 计算。

c. 在平均值 X 处，允许间隔半宽计算如式（13）：

$$TI = k_t S_L \dots\dots\dots (13)$$

TI ：在平均值 X 处允许间隔半宽；

k_t ：计算如式（14）；

S_L ：计算如式(11)：

$$k_t = u_n V_{df} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

n ：测试数据对个数；

u_n ：如附表 5 提供，75%允许因子；

V_{df} ：对于 $df=n-2$ 如附表 5。

在平均值 X 处，作为排放限值百分比的允许间隔半宽计算如式（15）：

$$TI\% = \frac{TI}{EL} 100\% \dots\dots\dots (15)$$

d. 线性相关系数计算如式（16）：

$$r = \sqrt{1 - \frac{S_L^2}{S_y^2}} \dots\dots\dots (16)$$

S_L ：计算如式(11)；

S_y ：计算如式(17)：

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (17)$$

8.2.3 准确度

8.2.3. 将按 8.2.2 获得的符合要求的校准曲线输入 CEMS。

①复检期间，生产设备、治理设施正常运行，当达到被测设施最大生产能力 70% 以上时，可进行准确度检测，其余同 8.3.5 条。

②同 8.2.2，至少获得 5 个有效数据对，但必须报告所有数据对，包括舍去的

数据对和舍弃原因。

8.2.3.2 相对误差

将参比方法测定值减去输入校准曲线后的 CEMS 显示值，除以参比方法测定值，计算相对误差。

8.3 气态污染物 CEMS 主要技术指标检测

8.3.1 标准气体

a.零气：要求零气中含二氧化硫、氮氧化物均不超过 0.1ppm[SO₂、NO_x（以 NO₂ 计）分别为 0.3mg/m³、0.2 mg/m³]，当测定烟气中二氧化碳时，零气中二氧化碳不超过 400ppm（786 mg/m³），零气中含有的其它气体的浓度不得干扰仪器的读数或产生二氧化硫、氮氧化物或二氧化碳（测定烟气中二氧化碳时）的读数。

b.标准气体：有效期在一年以上（含一年）、不确定度不超过±2%的国家标准气体。低浓度标准气体：20~30%满量程值；中浓度标准气体：50~60%满量程值；高浓度标准气体：80~100%满量程值。

8.3.2 线性误差

8.3.2.1 校准

a.仪器通入零气，调节仪器零点。

b.对仪器进行校准，以中浓度标准气体作为校准气体，通入校准气体，使仪器显示值与标准气体浓度值一致。

c.仪器经校准后，分别通入低浓度标准气体和高浓度标准气体，待示值稳定后读取测定结果。

e.零气和每种标准气体交替使用，重复测定 3 次，取平均值。按式（18）计算线性误差：

$$L_{ei} = (\overline{C_{di}} - C_{si}) / C_{si} \times 100\% \dots\dots\dots (18)$$

式中：L_{ei}—线性误差；

$\overline{C_{di}}$ —测定标准气体浓度平均值；

C_{si}—标准气体浓度值；

i—第 i 种浓度的标准气体。

线性误差检测结果记录于附表 7。

8.3.3 响应时间

在线性误差检测通入中浓度标准气体时，用秒表测定显示值从瞬时变化至达

到稳定值 90%的时间，取平均值作为响应时间。

响应时间检测结果记录于附表 7。

8.3.4 零点漂移、量程漂移

8.3.4.1 用校准器件检测零点和量程漂移时，应选择能产生零点和 50%~100%满量程响应值的校准器件进行零点漂移和量程漂移检测，检测方法与 8.2.1 条相同。

8.3.4.2 用零气和标准气体检测

a.零点漂移：

仪器通入零气，待读数稳定后记录零点读数初始值 Z_0 ，按调零键，仪器调零。24h 后，再通入零气，待读数稳定后记录零点读数 Z_1 ，按调零键，仪器调零。重复第二天的操作，记录 Z_i ，连续操作 7 天，按式（11）计算零点漂移 Z_d 。

b.量程漂移：

仪器通入 50~100%满量程标准气体，待读数稳定后记录通入标准气体初始测定值 S_0 ，按校准键，校准仪器。24h 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_1 ，按校准键，校准仪器。重复第二天的操作，记录 S_i ，连续操作 7 天，按式（13）计算量程漂移 S_d 。

气态污染物 CEMS 零点和量程漂移检测结果记录于附表 8。

8.3.5 相对准确度

a.当零点漂移、量程漂移和线性误差检测通过并且生产测设施达到最大生产能力 50%以上时，可进行相对准确度检测。参比方法采用国家或行业发布的标准分析方法或《空气和废气监测分析方法》（国家环保局）。

b.CEMS 与参比方法同步，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，取与参比方法同时间区间值的平均值。

c.取参比方法与 CEMS 同时间区间测定值组合一个数据对，确保参比方法与 CEMS 测量值在同一条件下（温度、压力、湿度和含氧量），每天获取 9 个以上数据对，至少取 9 对数据用于相对准确度计算，但必须报告所有的数据，包括舍去的数据对，连续进行 7 天。

d.按式（19）计算相对准确度。

$$RA = \frac{|\bar{d}| + |cc|}{RM} \dots\dots\dots (19)$$

式中：RA---相对准确度。

$$\overline{RM} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RM_i \dots\dots\dots (20)$$

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。

$$\overline{d_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \dots\dots\dots (21)$$

$$d_i = RM_i - CEMS_i \dots\dots\dots (22)$$

式中： d_i ---每个数据对之差；

$CEMS_i$ ——第 i 个数据对中的 CEMS 法测定值。

[注：在计算数据对差的和时，保留差值的正、负号]

其中：置信系数（cc）由 t 表查得的统计值和数据对差的标准偏差表示：

$$cc = \pm t_{f,0.95} \frac{S_d}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (23)$$

式中： $t_{f,0.95}$ —由 t 表查得， $f=n-1$ ；

S_d —参比方法与 CEMS 法测定值数据对的差的标准偏差。

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \overline{d_i})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (24)$$

参比方法评估气态污染物 CEMS 相对准确度结果记录于附表 9。

8.4 流速连续测定系统主要技术指标检测

8.4.1 速度场系数

由参比方法测定断面烟气平均流速和同时间区间流速连续测量系统测定断面某一固定点或测定线上的烟气平均流速，按式（28）确定速度场系数：

$$K_v = \frac{F_s}{F_p} \times \frac{\overline{V_s}}{\overline{V_p}} \dots\dots\dots (25)$$

式中： 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 ；

$\overline{V_s}$ —参比方法测定断面平均流速， m/s ；

$\overline{V_p}$ —固定点或测定线所在测定断面流速， m/s 。

8.4.2 速度场系数精密度

每天至少获得 5 个速度场系数，计算速度场系数日平均值，但必须报告所有的数据，包括舍去的数据和原因。连续 7 天，共获得 7 个速度场系数的日平均值，按式（29）计算速度场系数精密度：

$$CV\% = S / \overline{K_v} \times 100\% \dots\dots\dots (26)$$

$\overline{K_v}$ — 检测期间速度场系数日平均值的平均值；

式中：CV—相对标准偏差，%；

S— 速度场系数的标准偏差。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\overline{K_{vi}} - \overline{K_v})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (27)$$

式中：n — 日平均速度场系数的个数；

$\overline{K_{vi}}$ — 检测期间速度场系数日平均值。

8.4.3 速度相对误差

按 8.4.2 所获得的速度场系数日平均值的平均值输入 CEMS，将参比方法断面测定平均值减去输入速度场系数平均值后的 CEMS 流速显示值，除以参比方法测定值，计算速度相对误差。

9 质量保证

9.1 安装的质量保证

9.1.1 安装位置应符合本标准规定要求，测定路径不得有水雾和水滴出现，当对颗粒物 CEMS 进行相关校准达不到技术要求时，应作如下检查：

- a. 参比方法的测试过程
- b. 采样位置
- c. 采样仪器的可靠性
- d. 固定污染源运行状况，特别是净化设施的运行状况
- e. 颗粒物组成、分布的变化
- f. 校准数据的数量和数据的分布

经检查排除安装位置以外的其它原因时，应选择符合要求的位置安装 CEMS，重新进行检测。

9.1.2 原则上要求一个固定污染源（锅炉、工业炉窑、焚烧炉……）安装一套 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 CEMS 安装在总排气管上，但要便于用参比方法校准颗粒物 CEMS 和烟气流速 CEMS；不得只在其中的一个烟道或管道上安装 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测定探头，每个探头在每小时的监测时间应符合 3.4 条的要求。当只在多个固定污染源排气汇总管上安装 CEMS 时，须经当地环保行政主管部门同意。

9.1.3 测定颗粒物的参比方法是以 S 型皮托管测定烟气流速实现等速采样的，当流速在 5m/s 以下，用 S 型皮托管测流速比较困难，测定结果准确度差。因此，参比方法采样点应尽可能选烟气流速大于 5m/s 的位置。

9.1.4 锅炉烟尘最高允许排放浓度是指除尘器出口过量空气系数在规定值时的烟尘浓度，因此颗粒物 CEMS 探头应尽可能安装在离除尘器出口较近又满足第 6 条要求的位置上。

9.1.5 设置的采样平台必须易于到达，有足够的工作空间，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，应有通往平台的旋梯或升降梯。

9.1.6 为保证准确地校准颗粒物 CEMS 和烟气流速连续测量系统，颗粒物 CEMS 和烟气流速连续测量系统应尽可能安装在流速大于 5m/s 的位置。

9.1.7 完全抽取式采样法从探头到除湿装置或分析器的整个管路，其倾斜度不得小于 5 度。

9.1.8 气态污染物 CEMS 相对准确度达不到要求，应查明原因并解决，若无法查明原因，可按式（28）式和（29）对 CEMS 测定数据进行调节，经调节仍不能准确测定时，应选择有代表性的位置安装 CEMS，重新进行检测。

$$CEMS_{adi} = CEMS_i \times E_{ac} \cdots \cdots \cdots (28)$$

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。

$$E_{ac} = 1 + \overline{d_i} / \overline{CEMS_i} \cdots \cdots \cdots (29)$$

式中：d_i—由式（21）计算的差的平均值；

CEMS_i—第 i 个数据对中的 CEMS 法测定数据的平均值。

9.1.9 采用稀释系统测定气态污染物时，按下式（30）、（31）换算成干烟气中污染物浓度：

- 稀释样气未除湿

$$C_d = C_w / (1 - X_{sw}) \dots\dots\dots (30)$$

式中： C_d —干烟气中被测污染物浓度值， mg/m^3 ；

C_w —CEMS 测得的湿烟气中被测污染物浓度值， mg/m^3 。

- 稀释样气被除湿

$$C_d = C_{md} (1 - X_{ws} / r) / (1 - X_{sw}) \dots\dots\dots (31)$$

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。

9.1.10 在室内安装 CEMS 测试和数据采集、处理子系统时，房间内应尽可能安装空调、保持环境清洁、空气相对湿度 $\leq 85\%$ ，室温在 5-30℃间。

9.2 检测时质量保证

9.2.1 进行相关校准、复检时，必须有专人负责监督工况，厂方应根据校准工作的要求调整工况或净化设备的运行参数，在测试期间保持相对稳定。

9.2.2 为了减少测定误差，保证结果的准确度，建议使用自动跟踪烟尘采样器进行相关校准和复检，校准和复检尽可能用同一台采样器。在测定前进行运行检查，保证采样器功能正常。

9.2.3 参比方法在测定断面每采一次颗粒物样品，采样量应不低于 10mg 或采气量不低于 0.5m^3 。

9.2.4 参比方法测定气态污染物时，采样前和采样后（立即进行）必须用标准气体进行校准，测定标准气体的相对误差不应超过 $\pm 5\%$ ，超过规定时，应对测定值进行修正。

9.2.5 为了保证获得参比方法与气态污染物 CEMS 在同时间区间的测定数据，对于完全抽取式和稀释抽取式 CEMS 应扣除气态污染物到达污染物检测器的时间（滞后时间）和 CEMS 的响应时间。气态污染物到达污染物检测器的时间按式（32）估算：

$$t = V / Q_{st} \dots\dots\dots (32)$$

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。

9.2.6 原则上不得用与气态污染物 CEMS 测试原理相同的参比方法检测 CEMS。

9.2.7 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：采样管、过滤器、洗涤器、调节器）相同。

9.2.8 对于直接测量气态污染物 CEMS，当进行零点和量程校准时，原则上要求导入零气和标准气体进行校准。

9.2.9 应在固定污染源正常排放污染物条件下检测 CEMS。

9.3 90 天运行期质量保证

对 CEMS 运行质量保证提出以下基本要求。

9.3.1 颗粒物 CEMS

9.3.1.1 具有自动校准功能的仪器，应每 24 小时自动校准一次仪器零点和量程。

9.3.1.2 手动校准的仪器，至少每 3 个月用校准装置校正仪器的零点和量程。

9.3.1.3 至少每个月更换一次空气过滤器。

9.3.1.4 至少每 3 个月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。

9.3.2 气态污染物 CEMS

9.3.2.1 至少 15 天用零气和高浓度标准气体或校准装置校准一次仪器零点和量程，并检查响应时间。至少 30 天按 10.3.2 条的方法，证明该期间气态污染物 CEMS 相对准确度符合 5.9.2.5 条的要求。

9.3.2.2 至少每 3 个月更换一次采样探头滤料。

9.3.2.3 至少每 3 个月更换一次净化稀释空气的除湿、滤尘等的材料。

9.3.2.4 必须使用在有效期内的标准物质。

9.3.2.5 必须每天放空空气压缩机内冷凝水。

9.3.2.6 直接测量气态污染物 CEMS，与 9.3.1.4 相同。

9.3.3 流速 CEMS

9.3.3.1 具有自动校准功能的仪器，应每 24 小时自动校准一次仪器零点（或/和量程）。

9.3.3.2 手动校准的仪器，至少每 3 个月从烟道或管道取出测速探头，人工清除沉积在上面的烟尘并用校准装置校正仪器的零点（或/和量程）。

9.3.4 有效利用率

当低水平（零）或高水平校准漂移结果连续 5 天超过规定漂移指标的 2 倍时，

仪器失控，失控期间，数据无效。失控期间不能用于仪器有效利用率计算，有效利用率规定如下：

$$\text{仪器有效利用率 (\%)} = \frac{\text{仪器总运行时间}}{\text{排放源总运行时间}} \times 100\%$$

90 天运行期间，只有当仪器有效利用率大于或等于 90% 时，才允许复检。

10 适用性检测和验收、校验检测

10.1. 适用性检测

由国家环境保护总局环境监测仪器质量监督检验中心负责，按本标准规定的检测项目和检测方法对进入国家环境监测网络的 CEMS 进行的检测和复检。适用性检测合格的仪器，应定期由国家环境保护总局环境监测仪器质量监督检验中心抽检。

10.2 验收、校验检测

安装在固定污染源上的每套 CEMS，应通过具有相应资质的监测部门的验收和校验检测。

11 检测项目

检测项目列表 1。

表 1 检测项目

项 目		指 标		检测方法
颗粒物 CEMS	检测 期间	零点漂移	$\leq \pm 2.0\%F.S.$	8.2.1 条
		量程漂移	$\leq \pm 2.0\%F.S.$	8.2.1 条
		相关系数	≥ 0.85	8.2.2 条
			当测量范围上限 $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ 时, ≥ 0.75	
		自信间隔半宽	$\leq 10\%$	8.2.2 条
		允许间隔半宽	$\leq 25\%$	8.2.2 条
	复检 期间	零点漂移	$\leq \pm 2.0\%F.S.$	8.2.1 条
		量程漂移	$\leq \pm 2.0\%F.S.$	8.2.1 条
		准确度	当排放浓度 $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ 时, 绝对误差 $\leq 15\text{mg}/\text{m}^3$; $> 50\text{mg}/\text{m}^3 \sim \leq 100\text{mg}/\text{m}^3$ 时, 相对误差 $\leq \pm 25\%$; $> 100\text{mg}/\text{m}^3 \sim \leq 200\text{mg}/\text{m}^3$ 时, 相对误差 $\leq \pm 20\%$; $> 200\text{mg}/\text{m}^3$ 时, 相对误差 $\leq \pm 15\%$	8.2.3 条
二氧化硫 CEMS	检测 期间	线性误差	$\leq \pm 5\%$	8.3.2 条
		响应时间	$\leq 200\text{s}$	8.3.3 条
		零点漂移	$\leq \pm 2.5\%F.S.$	8.3.4 条
		量程漂移	$\leq \pm 2.5\%F.S.$	8.3.4 条
		相对准确度	$\leq 15\%$	8.3.5 条
			排放浓度 $< 250\text{ppm}$ ($715\text{mg}/\text{m}^3$) 时, 绝对误差 $\leq 20\text{ppm}$ ($57\text{mg}/\text{m}^3$)	
	复检 期间	零点漂移	$\leq \pm 2.5\%F.S.$	8.3.4 条
		量程漂移	$\leq \pm 2.5\%F.S.$	8.3.4 条
		相对准确度	$\leq 15\%$	8.3.5 条
			排放浓度 $< 250\text{ppm}$ ($715\text{mg}/\text{m}^3$) 时, 绝对误差 $\leq 20\text{ppm}$ ($57\text{mg}/\text{m}^3$)	
氮氧化物 CEMS	检测 期间	线性误差	$\leq \pm 5\%$	8.3.2 条
		响应时间	$\leq 200\text{s}$	8.3.3 条
		零点漂移	$\leq \pm 2.5\%F.S.$	8.3.4 条
		量程漂移	$\leq \pm 2.5\%F.S.$	8.3.4 条
		相对准确度	$\leq 15\%$	8.3.5 条
			排放浓度 $< 250\text{ppm}$ ($513\text{mg}/\text{m}^3$) 时, 绝对误差 $\leq 20\text{ppm}$ ($41\text{mg}/\text{m}^3$)	
	复检 期间	零点漂移	$\leq \pm 2.5\%F.S.$	8.3.4 条
		量程漂移	$\leq \pm 2.5\%F.S.$	8.3.4 条
		相对准确度	$\leq 15\%$	8.3.5 条
			排放浓度 $< 250\text{ppm}$ ($513\text{mg}/\text{m}^3$) 时, 绝对误差 $\leq 20\text{ppm}$ ($41\text{mg}/\text{m}^3$)	
O_2 或 CO_2 CEMS	检测 期间	线性误差	$\leq \pm 5\%$	8.3.2 条
		响应时间	$\leq 200\text{s}$	8.3.3 条
		零点漂移	$\leq \pm 2.5\%F.S.$	8.3.4 条
		量程漂移	$\leq \pm 2.5\%F.S.$	8.3.4 条
		相对准确度	$\leq 15\%$	8.3.5 条
	复检 期间	零点漂移	$\leq \pm 2.5\%F.S.$	8.3.4 条
		量程漂移	$\leq \pm 2.5\%F.S.$	8.3.4 条
		相对准确度	$\leq 15\%$	8.3.5 条
流速连续 测量系统	检测 期间	精密度	$\leq 5\%$	8.4.2
	复检 期间	相对误差	当流速 $> 10\text{m}/\text{s}$ 时, 速度相对误差 $\leq \pm 10\%$; $\leq 10\text{m}/\text{s}$ 时, 速度相对误差 $\leq \pm 12\%$	8.4.3 条

注: F.S.示满量程; 氮氧化物以 NO_x 计。

附录 A 烟气排放连续监测小时平均值日报表

表 A 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			流量 m ³ /h	O ₂ %	温度 °C	水分 含量 %	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：×10⁴m³/d。

附录 B 烟气排放连续监测日平均值月报表

表 B 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			流量 ×10 ⁴ m ³ /d	O ₂ %	温度 °C	水分 含量 %	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：×10⁴m³/m。
上报单位（盖章）：_____ 负责人：_____ 报告人：_____ 报告日期：_____ 年 _____ 月 _____ 日

附录 C 烟气排放连续监测月平均值年报表

表 C 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			流量 ×10 ⁴ m ³ /m	O ₂ %	温度 °C	水分 含量 %	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：×10⁴m³/a。

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

附录 D 颗粒物 CEMS 零点和量程漂移检测

表 D 颗粒物 CEMS 零点和量程漂移检测

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		量程漂移绝对误差		
	开始	结束	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 (式 1)							量程值漂移绝对误差最大值 (式 3)				
零点漂移 (式 2)							量程漂移 (式 4)				

附录 E 计算自信间隔半宽和允许间隔半宽参数表

表 E 计算自信间隔半宽和允许间隔半宽参数表

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

$f=n-1$

附录 F 参比方法校准颗粒物 CEMS

表 F 参比方法校准颗粒物 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)		

附录 G 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	相对误差 (%)	响应时间（s）		备注
					测定值	平均值	

附录 H 气态污染物 CEMS (含 O₂ 或 CO₂) 零点和量程漂移检测

表 H 气态污染物 CEMS (含 O₂ 或 CO₂) 零点和量程漂移检测

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 mg/m^3 、ppb、ppm、……)							备 注	
			零点读数		零点 漂移 绝对 误差	%满 量 程	上标校准读数		量程 漂移 绝对 误差		%满 量 程
			起始 (Z_0)	最终 (Z_i)	$\Delta Z = Z_i - Z_0$		起始 (S_0)	最终 (S_i)	$\Delta S = S_i - S_0$		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
零点漂移绝对误差最大值 (式 1)							量程值漂移绝对误差最大值 (式 3)				
零点漂移 (式 2)							量程漂移 (式 4)				

附录 I 参比方法评估气态污染物 CEMS 相对准确度

表 I 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	
参比方法平均值 (式 20)					
数据对差的平均值的绝对值 (式 21)					
数据对差的标准偏差 (式 24)					
置信系数 (式 23)					
相对准确度 (式 19)					
标准气体	名称	保证值	参比方法测定结果		采样前后相 对误差 (%)
			采样前	采样后	

附录 J 检测期间（初检）速度场系数

表 J 检测期间（初检）速度场系数

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_____
参比方法计量单位_____CEMS 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												
	CEMS												
	场系数												
	手工												
	CEMS												
	场系数												
	手工												
	CEMS												
	场系数												
	手工												
	CEMS												
	场系数												
	手工												
	CEMS												
	场系数												
	手工												
	CEMS												
	场系数												
	手工												
	CEMS												
	场系数												
	手工												
	CEMS												
	场系数												
速度场系数均值				标准偏差			相对标准偏差 (%)						

附录 K 烟气参数测定与污染物浓度换算和排放率计算要求

K.1 烟气参数测定

K.1.1 烟气温度的测定

由 CEMS 配置的热电偶或热电阻温度传感器连续测定，示值偏差不大于±3⁰C。

K.1.2 烟气中水分含量的测定

a. 氧或湿度传感器连续测定方法

由 CEMS 配置的氧传感器测定烟气除湿前、后氧含量计算烟气中水分含量或湿度传感器连续测定烟气中水分含量。

b.手工测定方法

按 GB/T16157——1996 第 5.2 条选用重量法或冷凝法或干湿球法中的一种方法测定，取平均值输入 CEMS。

K.1.3 烟气中 O₂、CO₂ 的测定和计算

a.由 CEMS 配置的氧传感器或二氧化碳检测仪分别连续测定烟气中的 O₂ 或 CO₂ 含量。

$$CO_2 = CO_{2max} (1 - \frac{O_2}{20.9/100}) \dots\dots\dots (K.1)$$

b.按式（K.1）计算烟气中的 O₂、CO₂ 含量：

式中：CO_{2max}—燃料燃烧产生的最大 CO₂ 体积百分比，Vol %；由 CO_{2max} 近似值由表 K.1 查得。

表 K. 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 ₂ max (%)	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

K.1.4 烟气密度和气体分子量的计算

按 GB/T16157——1996 第 6 条计算烟气密度和气体分子量。

K.1.5 烟气流速、流量的测定和计算

a.测定大气压力

①由 CEMS 配置的大气压力传感器测出。

②也可以根据当地气象站给出的上月平均值或上年平均值，并根据测点与气象站的不同标高，按每增、减 10m，大气压减、增 110Pa 进行修正后，输入 CEMS

中作为本月或本年的平均大气压。

b.测定烟气流速

由皮托管测速仪或靶式流量计测速仪连续测定烟道或管道断面某一固定点的烟气流速，或热平衡仪连续测定断面某一固定点的烟气质量流量，或由超声波测速仪连续测定断面上烟气的线平均流速。

c.烟气流速和流量的计算

①烟气流速的计算

• 皮托管法、热平衡法、超声波法（测速仪安装在矩形烟道或管道）、靶式流量计法按式（A.2）计算烟道或管道断面平均流速：

$$\overline{V}_s = K_v \times \overline{V}_p \dots\dots\dots (K.2)$$

式中： K_v —速度场系数；

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

$\overline{V}_s$ —测定断面的湿排气平均流速，m/s。

• 超声波测速法（测速仪安装在圆形烟道或管道）按式（K.3）计算烟道或管道断面平均流速：

$$\overline{V}_s = \frac{1}{2 \cos \alpha} \left(\frac{1}{t_A} - \frac{1}{t_B} \right) \dots\dots\dots (K.3)$$

式中： l —安装在烟道或管道上两侧 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 ——烟道或管道中心线与 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。

②烟气流量的计算

• 工况下的湿烟气流量 Q_s 按式（K.4）计算：

$$Q_s = 3600 \times F \times \overline{V}_s \dots\dots\dots (K.4)$$

式中： Q_s —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（K.5）计算：

$$Q_{sn} = Q_s \times \frac{273}{273+t_s} \times \frac{B_a + P_s}{101325} \times (1 - X_{sw}) \dots\dots\dots (K.5)$$

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 — 烟气温度， $^{\circ}C$ ；

X_{sw} — 烟气中水分含量体积百分比， %。

1.6 颗粒物或气态污染物浓度和排放率计算

a.气态污染物排放浓度按式（K.6）计算：

$$C' = bx + a \dots\dots\dots (K.6)$$

式中： C' —标准状态下干烟气中气态污染物浓度， mg/m^3 ；

当气态污染物 CEMS 符合相对准确度要求时， $C'=x$

x —CEMS 显示的物理量；

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 ppm 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 : $1ppm=64/22.4 mg/m^3$

NO : $1ppm=30/22.4 mg/m^3$

NO_2 : $1ppm=46/22.4 mg/m^3$

b.颗粒物或气态污染物折算排放浓度按式（K.7）计算：

$$C = C' \times \frac{\alpha}{\alpha_s} \dots\dots\dots (K.7)$$

式中： 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 ；

C' —标准状态下干烟气中气态污染物浓度， mg/m^3 ；

α —在测点实测的过量空气系数；

α_s —有关排放标准中规定的过量空气系数。

c.过量空气系数按式（K.8）计算：

$$\alpha = \frac{21}{21 - X_{O_2}} \dots\dots\dots (K.8)$$

式中： X_{O_2} —烟气中氧的体积百分数。

d.颗粒物或气态污染物排放率按式（K.9）计算：

$$G = c' \times Q_{sn} \times 10^{-6} \dots\dots\dots (K.9)$$

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， m^3/h 。

附录 L 参比方法校准颗粒物 CEMS 实例

某燃煤电厂安装颗粒物 CEMS, 测试期间烟气参数平均值如下：

温度：120；静压：-0.14kPa（表压）；含氧量：7%；湿度：4%。

测定结果原始记录见附录 2 表 1（浓度范围 0-200 mg/m^3 ）。

表 L.1 CEMS 法和参比方法测定烟气中颗粒物原始记录表

序号	CMES 显示值	参比方法 (mg/m ³)	序号	CMES 显示值	参比方法 (mg/m ³)	序号	CMES 显示值	参比方法 (mg/m ³)
1	109.3	71.4	13	98.1	55.5	25	89.8	53.0
2	106.1	71.2	14	60.0	34.6	26	98.0	52.5
3	111.2	69.9	15	80.0	48.0	27	68.6	35.2
4	85.2	59.0	16	73.5	46.3	28	76.4	48.1
5	119.6	73.7	17	89.5	58.9	29	130.6	94.4
6	110.1	72.4	18	160.7	110.0	30	120.8	88.0
7	123.6	72.9	19	158.9	113.6	31	118.0	75.5
8	147.4	102.1	20	170.3	120.8	32	135.0	90.2
9	139.8	99.2	21	168.3	109.3	33	110.3	71.4
10	124.7	88.6	22	150.4	108.8	34	125.5	89.6
11	139.8	95.8	23	178.9	123.4	35	100.4	74.4
12	119.9	72.0	24	73.6	47.4	36	98.9	70.2

注：表中参比方法单位为折算至实际烟气状况下单位，CEMS 显示值为无量纲单位

L.1 线性回归方程计算

$$\bar{X} = 115.9$$

$$\bar{Y} = 76.9$$

$$S_{xx} = 33235.0$$

$$S_{xy} = 25539.0$$

$$S_{yy} = 20527.3$$

$$\hat{Y} = 0.7684X - 12.2$$

L. 2 自信间隔半宽计算

回归直线精密度： $S_L=5.15$,

查附表 5, $t=2.030$,

则在平均值 $X=115.9$ (CEMS 显示值) 处, 自信间隔半宽 $CI=1.74$

燃煤电厂规定过量空气系数为 1.4, 排放限值为 300 mg/m^3 (干烟气标态) 时, 实际排放浓度为: 187 mg/m^3 (实际烟气状态),

则在平均值 $X=116$ (CEMS 显示值) 处, 作为排放限制百分比的自信间隔半宽为: $CI\%=0.94\%$

L.3 允许间隔半宽计算

查附表 5 计算 $k_t=1.46$,

则在平均值 $X=115.9$ (CEMS 显示值) 处, 允许间隔半宽 $TI=7.50$, 作为排放限制百分比的允许间隔半宽为: $TI\%=4.01\%$

L.4 相关系数

$$r=0.978$$

L.5 线性相关曲线、自信区间、允许区间图例

$$95\% \text{ 自信区间为: } \hat{Y} = 0.7684X - 12.2 \pm 187 \times 10\%$$

95%允许区间为: $\hat{Y} = 0.7684X - 12.2 \pm 187 \times 25\%$

计算和图例见图 L.1。

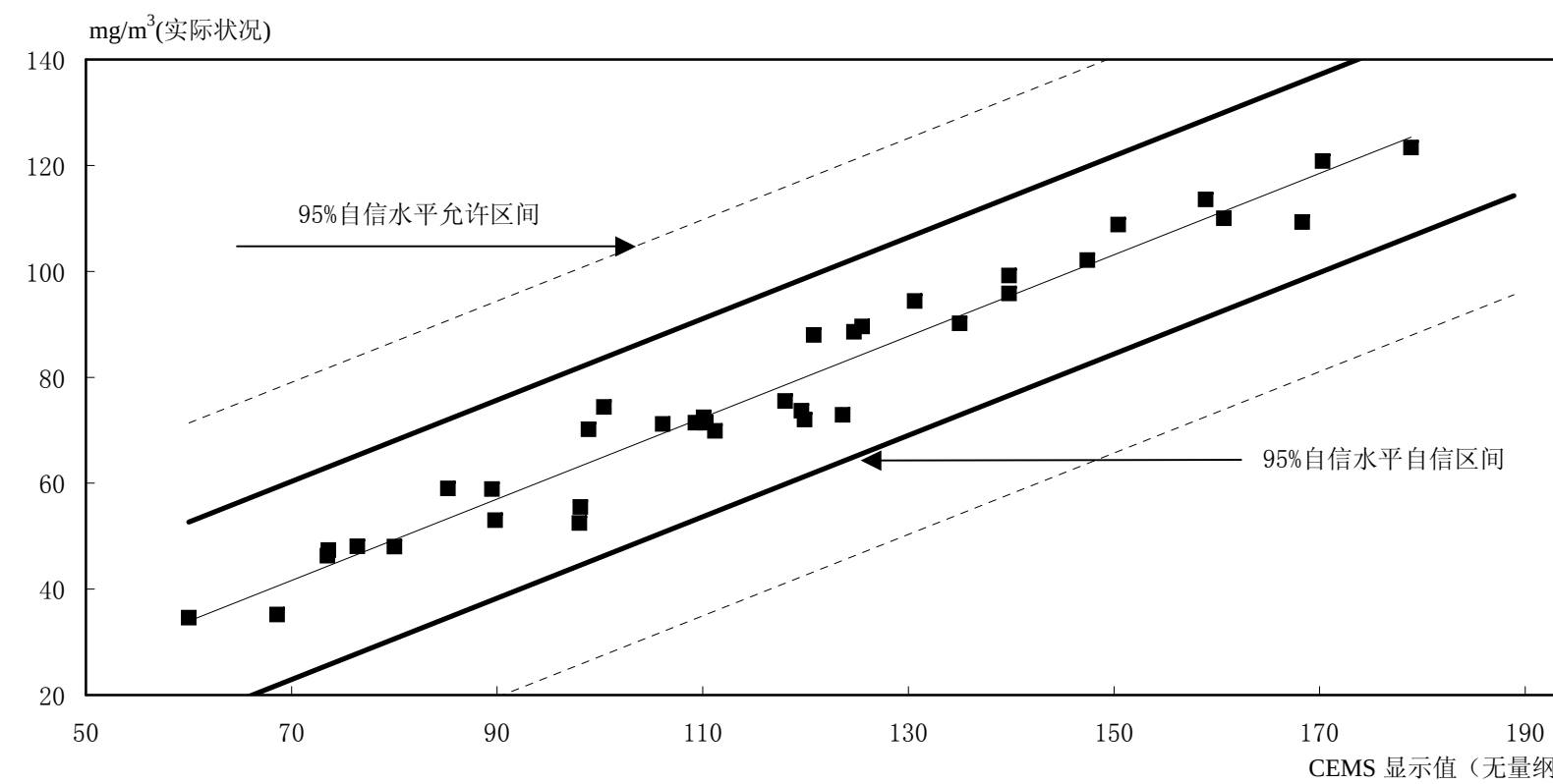


图 L.1 线性相关曲线、自信区间、允许区间