

附件 5

《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》（征求意见稿） 编 制 说 明

《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》编制组
二〇一五年十月

项目名称：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

项目统一编号：2013-40

承担单位：中国环境监测总站、上海市环境监测中心

编制组主要成员：王强、周刚、钟琪、赵金宝、张杨、迟颖、杨凯、
孙毅、董励、孙焱婧

标准所技术管理负责人：陈建华

目录

1	项目背景.....	194
1.1	任务来源.....	194
1.2	工作过程.....	194
2	标准修订的必要性分析.....	195
2.1	被测对象（污染物项目）的环境危害.....	195
2.2	标准需要适应环境管理的需要.....	195
2.3	现行环境监测分析方法标准的实施情况和存在问题.....	196
3	国内外相关分析方法研究.....	196
3.1	主要国家、地区及国际组织相关标准研究.....	196
3.2	国内相关标准研究.....	198
4	标准修订的基本原则和技术路线.....	198
4.1	标准修订的基本原则.....	198
4.2	标准修订的技术路线.....	198
5	方法研究报告.....	200
5.1	术语和定义.....	200
5.2	技术要求.....	201
5.3	性能指标和检测方法-实验室检测.....	202
5.4	性能指标和检测方法-污染源排放现场检测.....	210
5.5	检测流程和适用性检测.....	213
5.6	质量保证.....	213
5.7	附录.....	213
6	方法验证.....	217
6.1	方法验证方案.....	217
6.2	方法验证过程.....	218
7	标准实施建议.....	218
8	参考文献.....	219
	附件：方法验证报告.....	221

《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》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

固定污染源烟气排放连续监测系统（CEMS）是近年来为适应国家环境管理需要而使用的一种污染物排放连续自动计量仪器。现行的《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007）标准是 2006 年底为满足“十一五”减排工作需要出台的对 CEMS 系统性能和使用技术的规范。“十一五”期间，烟气 CEMS 快速发展对该“试行”标准提出新的要求，由于与 CEMS 相关适用性检测、安装、调试、验收、运行维护、监督考核等各个环节相关配套的质量管理和质量控制措施不够全面和细致，CEMS 出具的现场监测数据的质量没有得到较好的保证，导致 CEMS 不能充分发挥其实时监测、在线监督的优势。

因此，结合当前我国使用的 CEMS 系统的技术现状和特点，急需对试行的《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法》进行修订，建立一套适合我国国情的，符合我国污染源特点和现状的，满足环境在线监测应用需求的 CEMS 质量管理和质量控制规范体系。环境保护部 2013 年下达了修订《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法》（试行）（项目统一编号：2013-40）的任务，由中国环境监测总站主持，上海市环境监测中心协作共同承担修订工作。

1.2 工作过程

（1）成立标准编制小组，查询国内外相关资料

2013年1月，中国环境监测总站接受任务后，成立了由环境监测、环境管理、机械结构设计、电气设计等专业领域研究人员组成的编制组，收集并分析了美国、欧盟、日本等多个国家、地区的相关资料，对提出的技术路线、工作内容等多次研讨，形成标准文本草稿及编制说明。

2013年2月-6月，编制组就《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》的草案，组织参与标准编写的各单位对草案的框架和内容进行了多次讨论。编制单位根据讨论征集的意见对草案和编制说明进行了修改。

（2）编写标准草案和开题报告

2013年7月，对所查询的相关文献资料及各仪器厂家的情况进行整理分析，编写《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》初稿和开题报告。

（3）开题论证，确定标准制订的技术路线

2014年2月21日，由环境保护部科技标准司在北京组织召开了本标准的开题论证会，与

会专家通过质询、讨论，认为本标准定位准确，适用范围合理，主要内容及编制标准的技术路线可行，同时提出具体修改意见。论证意见主要有：标准名称改为“固定污染源烟气(SO₂、NO_x、颗粒物)排放连续自动监测系统技术要求及检测方法（修订HJ/T 76-2007）”；适当增加完善仪器设备的功能技术要求；进一步研究湿度测量、流速测量以及系统干扰等技术问题。

（4）开展实验研究工作，组织方法验证

标准编制组根据开题论证会确定的技术方案、论证意见和验证测试方案，选取了10多个型号（每种型号1~3台）不同原理（完全抽取、稀释抽取、直接测量）的CEMS仪器（共33套）开展项目性能指标测试实验验证研究工作。对系统各项技术参数和条件进行优化实验，确定具体的技术内容等特性指标，在此基础上编写方法标准草案和编制说明。分别在湖北、浙江、安徽、广东和北京、上海等地组织现场验证测试，编写方法验证报告。

（5）编写标准征求意见稿和编制说明（含方法验证报告）

标准编制组于2014年12月编制完成并提交标准征求意见稿、编制说明及方法验证报告，待公开征求意见。

2 标准修订的必要性分析

2.1 被测对象（污染物项目）的环境危害

废气污染源排放烟气成分比较复杂，主要以SO₂、NO_x和颗粒物为主。环境健康和流行病学研究表明，空气中的细颗粒物、SO₂、NO₂对人体健康危害很大，同时也是“灰霾”的最重要贡献者。SO₂、NO₂对气候、环境和生态有着重要的影响。近地面浓度不断增高，会造成一系列不利于人体健康的影响。WHO的研究表明在10-100ppb 浓度的SO₂、NO₂下暴露1-8个小时，免疫力低的敏感人群会出现肺功能减退、气道炎症、呼吸道症状和哮喘症状加剧。浓度越高，人在环境暴露时间越长，运动量越大，毒性危害越显著。

2.2 标准需要适应环境管理的需要

“十一五”期间，烟气 CEMS 行业迅速发展起来，这是我国污染源在线监测技术和仪器大踏步高速成长的五年，然而，快速发展必定对“试行”标准和规范提出新的要求。

烟气连续监测系统（CEMS），用于连续自动监测固定污染源的污染物排放浓度。系统安装在污染源，实时监测污染物的排放浓度和排放量，同时，将监测的数据传送到环保监控中心。国家要实行环境保护，控制环境污染，实现节能减排，而烟气排放连续监测系统就是国家对排污企业控制的依据。

我国环境保护“十二五”规划指出要“推进火电、钢铁、有色、化工、建材等行业二氧化硫和氮氧化物治理，强化脱硫脱硝设施稳定运行”，我国“十二五”期间，将继续实行主要污染物总量减排控制措施，“十二五”期间主要污染物废气二氧化硫（SO₂）的排放总量要在“十一五”的基础上再削减 8%，废气氮氧化物（NO_x）的排放总量要在“十一五”的基础上削减 10%。

面对严峻的减排任务，减排监测体系的建设和能力水平尤为重要；环境监测尤其是污染源连续自动监测仪器设备的运行状况、数据质量等对主要污染物的总量减排核算将起到关键的支撑作用。因此，确保污染源在线监测仪器的数据质量已经成为“十二五”主要污染物总量减排监测体系建设的首要任务，作为在现场出具监测数据的在线监测仪器的性能质量将在很大程度上决定监测数据的可靠程度，对在线监测仪器的性能检测已经成为确保在线监测数据质量的质量控制首要环节。因此，搭建一套完备的 CEMS 数据质量控制和质量保证规范体系来保障数据质量，提高数据有效性；使污染物在线监控数据早日在排污收费、总量检查和执法监督等方面使用起来，已经成为环境管理的迫切要求。

然而，现行的废气在线监测仪器的相关技术标准基本上是在“十五”期间编制的，有些甚至是为应付“十一五”工作临时编写的，经过“十一五”期间的广泛使用发现存在较多需要依据现有条件和形势完善修改的内容，因此，相关标准规范迫切需要尽快修订补充。

2.3 现行环境监测分析方法标准的实施情况和存在问题

2007 年，《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求和检测方法》（试行）（HJ/T 76-2007）标准颁布实施。76 标准主要是从 CEMS 适用性检测方面，对企业研发生产的烟气 CEMS 仪器的技术性能指标和功能质量要求进行了规定。该标准是国内烟气 CEMS 行业技术发展的基本依据，对国产 CEMS 仪器的技术进步和质量稳定起到了较好的促进作用。然而，尽管随着技术进步 CEMS 系统的性能质量有所提高，但“十一五”期间 CEMS 的大量应用也暴露出一些在关键部件配置、技术细节、功能特点以及质量稳定性等方面的问题；另外，“十一五”和“十二五”大规模建设和运行的污染源废气脱硫和脱硝治理设施使污染源主要污染物 SO_2 和 NO_x 的排放浓度大大降低，基本达到几十个 ppm 级甚至到几个 ppm，这对烟气 CEMS 仪器的检测能力和技术水平提出了更高的要求；因此，技术性能指标更为严格、检测方法更全面、更加符合环境管理需要和积极推动技术进步的“烟气 CEMS 技术要求和检测方法”新标准迫切需要进行修订和完善，以适应新的环境监测需求，更好的为环境管理服务。

3 国内外相关分析方法研究

3.1 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

（1） 检测效力和检测场所

英国和德国的 CEMS 检测分别为产品认证（Product Certification）检测和型式认证（Type Certification，也称 TUV 认证）检测，均为准入检测，针对某一类产品或某一型号产品。检测分别在实验室和现场进行，只有实验室检测通过后，才允许进行现场检测。美国的 CEMS 检测既非产品认证检测也非型式认证检测，检测均在实际现场进行，每一套 CEMS 均需通过认证测试（Certification Test）。

（2） 适用范围

英国的产品认证测试适用于二氧化硫、氮氧化物、氧等一系列污染物（详见表 1）的连续自动监测，德国的型式认证测试适用于所有的连续自动监测系统，美国的认证测试则根据不同的污染因子分别引用不同的性能技术要求（详见表 2）。比较三国的测试标准适用范围，美国的认证测试更为实际，其适用范围仅局限于目前技术较为成熟、国家环境管理又需要的项目，而英国和德国的适用范围则涵盖较广。

表 1 英国的产品认证测试适用范围

序号	检测项目	序号	检测项目
1	二氧化硫 (SO ₂)	11	汞(Hg)
2	氮氧化物(NO _x)	12	甲醛 (formaldehyde)
3	一氧化碳(CO)	13	苯 (benzene)
4	二氧化碳(CO ₂)	14	可挥发性有机物(VOCs)
5	氯化氢(HCl)	15	总有机物(TOCs)
6	氟化氢(HF)	16	氧(O ₂)
7	甲烷(CH ₄)	17	水
8	六氟化硫(SF ₆)	18	颗粒物
9	氟氯碳化合物 (chlorofluorocarbons, CFCs)	19	温度、压力、流速
10	全氟化碳 (perfluorocarbons, FCs)		

表 2 美国认证测试适用范围

规范号	检测项目	规范号	检测项目
PS 1	浊度	PS 7	硫化氢
PS 2	二氧化硫 (SO ₂) 氮氧化物(NO _x)	PS 8	VOCs
PS 3	氧(O ₂) 二氧化碳(CO ₂)	PS 8A	总碳氢化合物
PS 4	一氧化碳(CO)	PS 9	气相色谱
PS 5	总还原性硫(TRS)	PS 12A	总气态水银
PS 6	流速	PS 15	抽取式傅利叶红外

(3) 性能指标

a. 颗粒物 CEMS

英国和德国对颗粒物连续自动监测系统均分定性和定量要求，美国则只对定量颗粒物连续自动监测系统做要求。英国对颗粒物 CEMS 的性能指标包括线性度、温漂、漂移、检出限、重复性、数据有效率、综合性能等指标，其环境温度对漂移的影响以及检出限性能指标的检测较有特点，非常方便排污企业对仪器的选择。德国对颗粒物 CEMS 的性能指标包括线性度、重复性、漂移、测量光束偏斜影响以及气幕保护功能等指标，其测量光束偏斜影响以及气幕保护功能强调了仪器在使用过程中要求。美国对颗粒物 CEMS 的性能指标则相对简单，只有漂移、相关系数和置信区间，强调实用。

英国和德国对颗粒物 CEMS 的检测均考虑了线性误差和仪器间数据的重复性性能指标。

b. 气态污染物 CEMS (含 O₂ 或 CO₂)

英国产品认证检测对气态污染物连续自动监测系统检测的主要性能技术指标包括线性度、交叉干扰、温漂、漂移、检出限、数据有效率、重复性和综合性能等。

德国型式认证检测性能指标与英国基本相同，没有本质差别。

美国的认证测试由于在现场进行，在 Part 60 PS 2 中只对漂移和相对准确度提出了要求，在 Part 75 中则增加了线性度的要求。

c. 烟气参数

英国和德国对烟气参数（温度、压力、流速、湿度、含氧量）性能指标的考虑较为相似，其性能指标设置同气态污染物，检测较为详细周到。美国由于湿基浓度也可接受，因此其烟气参数性能指标主要对流速和含氧量做出了要求，湿度采用干湿氧计算时，对氧连续自动监测系统做出了明确要求。美国流速认证测试性能指标仅对漂移和相对准确度做出要求。

3.2 国内相关标准研究

我国现在实行的《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法(试行)》(HJ/T 76-2007) 标准为推荐性标准，法律效力上与产品认证、型式认证以及认证测试明显不同。标准适用于常规 CEMS 仪器，监测因子包括二氧化硫、氮氧化物和颗粒物（含烟气参数）。检测只要求在现场进行。

本次标准修订，综合参考了英国、德国和美国的相关技术标准要求，着重考虑了目前我国 CEMS 的实际技术现状。标准主要适用于二氧化硫、氮氧化物和颗粒物（含烟气参数）。HCl、HF 等其他污染物监测技术要求可参照此标准。

本次标准修订，增加了实验室检测技术要求。实验室性能技术指标主要参考了英国的技术要求，增加了环境温度、电压、样气流量、样气压力、干扰气体等对系统测量的影响。现场检测仍主要参考美国的技术要求，不再增加新技术要求。线性误差、系统间重复性和维护周期技术要求的考虑同颗粒物 CEMS 性能技术要求的考虑。

修订后，我国的适用性检测要求分别在实验室和实际现场进行，仍然针对的是某一类或某一型号 CEMS。

4 标准修订的基本原则和技术路线

4.1 标准修订的基本原则

本次标准修订，本着科学性、先进性和可操作性为原则，在原《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007）基础上以原国家环保总局第 28 号令（《污染源自动监控管理办法》）为依据，体现其管理思路，将管理技术化和规范化，同时参考美国、欧盟、日本的相关标准，在我国现有标准、规定和各监测站的实际要求的基础上，结合我国实际情况和当前世界的科学技术水平，不断深入研究和完善，修订本标准。

4.2 标准修订的技术路线

4.2.1 主要内容

本次标准的内容主要包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、系统的组成和结构、技术要求、性能指标、检测方法、质量保证和相关附录。

技术要求包括 CEMS 的外观要求、工作条件、安全要求和功能要求；其中功能要求对 CEMS 系统的样品采集和传输装置、预处理设备、辅助设备、校准功能、数据采集和传输设备等分别提出具体技术要求。

性能指标和检测方法针对 CEMS 各监测单元和仪器分别规定了实验室和污染源现场检测的技术指标要求和检测方法。

实验室检测技术要求规定了气态污染物监测单元（含 O₂ 或 CO₂）和颗粒物监测单元在实验室检测时应满足的要求。其中：

气态污染物（含 O₂ 或 CO₂）监测单元实验室检测性能技术要求包括：仪表响应时间（上升时间和下降时间）、重复性、线性误差、24h 零点漂移和量程漂移、一周零点和量程漂移、环境温度变化的影响、进样流量变化的影响、供电电压变化的影响、干扰成分的影响、振动的影响、二氧化氮转换效率、平行性；

颗粒物监测单元实验室检测性能技术要求包括：重复性、24h 零点漂移和量程漂移、一周零点和量程漂移、环境温度变化的影响、供电电压变化的影响、振动的影响。

现场检测技术要求规定了气态污染物 CEMS（含 O₂ 或 CO₂）、颗粒物 CEMS、烟气流速连续测量系统、烟气温度连续测量系统和烟气湿度连续测量系统在现场检测时应满足的要求。其中：

气态污染物 CEMS（含 O₂ 或 CO₂）现场检测性能技术要求包括：示值误差、系统响应时间、24h 零点漂移和量程漂移和准确度；

颗粒物 CEMS 现场检测性能技术要求包括：24h 零点漂移和量程漂移、相关系数、置信区间半宽、允许区间半宽和准确度；

烟气流速连续测量系统的现场检测性能技术要求为速度场系数精密度和准确度；

烟气温度连续测量系统的现场检测性能技术要求为准确度；

烟气湿度连续测量系统的现场检测性能技术要求为准确度。

为了方便操作，在检测方法中分别对气态污染物监测单元、颗粒物监测单元和其他监测单元给出了检测方法和步骤。其中，颗粒物监测单元相关系数、置信区间半宽、允许区间半宽的计算方法在附录中以实例的方式详细说明。

实验室检测期间、现场检测期间以及 90 天运行期的质量保证也都包含在此标准内容中。

附录中给出了规范性报表格式要求和检测期间对应各技术性能检测的记录表格格式。

此外，以附录的形式对下列内容作了规定：

- a. CEMS 数据采集记录和处理要求（包括数据格式、要求和转换计算公式等）；
- b. 固定污染源二氧化硫、氮氧化物排放浓度和含氧量的测定——仪器分析法；
- c. 冷凝器及加热线实验室检测技术要求。

此标准作为 CEMS 适用性检测的标准，是对 CEMS 性能技术要求和检测方法的规定。连续监测系统安装和测定位置的选择依据 HJ/T75 规定，参比方法采样位置和采样点的选择

依据 GB/T16157 规定，标准本次修订将不再详述，直接引用。

4.2.2 标准适用范围

本次修订明确标准的适用范围为：

本标准规定了固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）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烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测系统的设计、生产和检测。

4.2.3 连续监测系统说明

本次修正规定 CEMS 组成：

固定污染源烟气 CEMS 由颗粒物监测单元和/或气态污染物（SO₂ 和/或 NO_x）监测单元、烟气参数监测单元、数据采集与处理单元组成。系统测量烟气中颗粒物浓度、气态污染物（SO₂ 和/或 NO_x）浓度、烟气参数（温度、压力、流速或流量、湿度、含氧量或二氧化碳浓度等），同时计算烟气中污染物排放速率和排放量，显示和打印各种参数、图表，并通过数据、图文等方式传输至管理部门。

本项修订去掉了原标准“可手工输入湿度”的规定，依据目前我国烟气湿度的情况和现有较成熟的湿度监测技术，本次修订将“烟气湿度”作为 CEMS 系统烟气参数必须实时监测的指标进行了相关要求，不再允许进行人为的手工输入。

增加了 CEMS 结构的规定：

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。依据 CEMS 测量方式和原理的不同，CEMS 可能具备上述全部或部分结构组成。同时规定了各组成部分的详细结构要求。

5 方法研究报告

5.1 术语和定义

此次修订增加了新增的部分性能指标的定义，包括维护周期、转换效率、干烟气浓度、平行性，并引入了维护周期、仪表响应时间及系统响应时间概念。修订了相关校准和速度场系数等定义，同时去掉了点测量和线测量等定义。

响应时间 Response Time (T₉₀)

响应时间包括仪表响应时间和系统响应时间。

仪表响应时间指从观察到分析仪示值产生一个阶跃增加或阶跃减少的时刻起，到其示值达到标准气体标称值 90%或 10%的时刻止，中间的时间间隔。

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

维护周期 Maintenance Interval

不需要进行任何外部手动维护，系统能够满足规范技术要求的最小维护间隔。

二氧化氮转换效率 Conversion Efficiency

NO₂ 转换为 NO 的效率。

平行性 Parallelism

在相同的环境条件下，相同的系统（两套以上）测量同一被测物时，其测量结果的相对标准偏差。

干烟气浓度 Dry Flue Gas Concentration

烟气经预处理，露点温度≤4℃时，烟气中各污染物的浓度，也可称为干基浓度。

相关校准 Correlation Calibration

参比方法与 CEMS 同步测量烟气中颗粒物浓度，取同时间区间且相同状态的测量结果组成若干数据对，通过建立数据对之间的相关曲线，用参比方法校准颗粒物 CEMS 的过程。

速度场系数 Velocity Field Coefficient

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

术语和定义的排序以在本标准文本中出现的前后顺序排列。

5.2 技术要求

5.2.1 工作条件

原标准中要求仪器设备应在温度为-20℃～45℃环境中正常工作,并没有区分室内设备和室外设备。此次修订将此要求修订为仪器设备“室内环境温度：15℃～35℃；”“室外环境温度-20℃～50℃”时应能正常工作。此温度范围参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中的 10.14 条温度影响中对温度范围的说明。

原标准中要求仪器设备应在大气压为 80kPa～106kPa 环境中正常工作,气压越低对电子和机械部件的介电性和传动能力要求更高；由于考虑仪器成本，本标准中为适合中国的大部分地区条件并兼顾目前世界各国此类设备的要求，对压力范围未做修订，增加说明：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。

原标准中要求仪器设备应在烟气温度≤260℃环境中正常工作，因污染源温度可能超过 260℃，此次修订将此条去除。

5.2.2 功能要求

CEMS 功能要求是本次修订新增内容。

依据多年来仪器性能测试经验和环境管理的需要，结合 CEMS 当前技术水平特点，对 CEMS 系统的样品采集和传输装置、预处理设备、辅助设备、校准功能、数据采集和传输设备等分别提出具体技术要求。

在校准功能要求中，提出采用抽取测量方式的气态污染物 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。采用直接测量方式的气态污染物 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。同时在附录 F 中给出了等效校准原理和校准计算过程示例。

在数据采集和传输设备要求中，提出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保持不变。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。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，并以附录 A 规定了相关日报表、月报表和年报表的格式。具备数字信号输出功能。具有中文数据采集、记录、处理和软件。在附录 B 中详细描述了数据采集记录处理要求。规定仪器掉电后，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开始工作。

5.3 性能指标和检测方法-实验室检测

本部分是本次修订标准新增加的内容。现执行标准实行单一的现场检测模式，考量系统的现场使用性能。但在实际现场进行检测，仪器的某些性能却不易判断，如仪器受环境温度，电压等影响的性能。在实验室内检测，可将受检系统放置在环境舱内，模拟环境温度等的变化检测系统性能。环境模拟舱的建立使得实验室监测具有可操作性，因此，本次标准修订增加了实验室检测技术要求，检验条件更加严格。

实验室检测包括气态污染物监测单元（含 O₂ 或 CO₂）和颗粒物监测单元的检测。

5.3.1 实验室检测量程说明

“十一五”大规模脱硫设施建设和“十二五”即将投建的脱硝设施都讲到总量减排主要污染物浓度大大下降，基本达到几十个 ppm 级甚至到几个 ppm，这对烟气 CEMS 仪器的检测能力和技术水平提出了更高的要求。

此次标准修订，规定了 CEMS 实验室检测量程，对于气态污染物 CEMS，实验室检测二氧化硫、氮氧化物的最高量程为 250μmol/mol。当系统设置多个测量量程时，只检测最低量程。此量程要求与现场比对相对准确度时看绝对误差的量程分档一致。

对于颗粒物监测单元，测定范围的上限不超过 200mg/m³，（限定的不是质量浓度而是光程）。

对于流速连续测量系统，测量范围的上限应不低于 30m/s

5.3.2 气态污染物监测单元（含 O₂ 或 CO₂）

表 3 气态污染物监测单元（含 O₂ 或 CO₂）实验室检测技术要求

检测项目	气态污染物	O ₂ 或 CO ₂
仪表响应时间（上升时间和下降时间）、	≤120 s	≤120 s
重复性	≤2.0%	≤2.0%
线性误差	±2.0%F.S.	±2.0%F.S.
24h 零点漂移和量程漂移	±2.0% F.S.	±2.0% F.S.

一周零点和量程漂移	±3.0% F.S.	±3.0% F.S.
环境温度变化的影响	±5.0% F.S.	±5.0% F.S.
进样流量变化的影响	±2.0% F.S.	±2.0% F.S.
供电电压变化的影响	±2.0% F.S.	±2.0% F.S.
干扰成分的影响	±5.0% F.S.	±5.0% F.S.
振动的影响	±2.0% F.S.	±2.0% F.S.
二氧化氮转换效率	≥95%	——
平行性	≤5.0%	≤5.0%

a. 响应时间

响应时间表征仪器测量速度的快慢。通常定义为从被测量参数发生阶跃变化的瞬时起，到仪器的指示达到稳态值的 90%止所经过的时间。通常用 T_{90} 标注。

一般将响应时间分为上升响应时间和下降响应时间。

原标准中在现场检测气态污染物监测单元（含 O_2 或 CO_2 ）响应时间，用中浓度标准气体检测系统从瞬时变化到达到稳定值 90%所需要的时间。

此次标准修订，参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》，气态污染物监测单元（含 O_2 或 CO_2 ）响应时间技术指标既在实验室检测也在现场检测。为了加以区分，实验室检测时，检测系统分析仪表的响应时间，用零气和量程气检测系统的上升响应时间和下降响应时间。连续重复测定三次。

现场检测响应时间要求与英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.9 对响应时间的要求是一致的，200s。实验室响应时间由于没有现场测点位置及传输管线长度等的影响，依据验证测试结果，性能指标设置为 120s。

b. 重复性

重复性指在相同测量条件下，对同一被测量参数进行连续多次测量所得结果之间的一致性。

重复性用相对标准偏差表示。标准修订后考察系统的量程点重复性指标，在实验室内检测。

重复性检测条件包括相同的测量环境，相同的测量仪器及在相同的条件下使用，相同的位置及在短时间内的重复。总言之，就是在尽量相同的条件下，包括程序、人员、仪器、环境等，以及尽量短的时间间隔内完成重复测量任务。从数理统计和数据处理的角度来看，在这段时间内测量应处于统计控制状态，即符合统计规律的随机状态。重复观测中的变动性，正是由于各种影响量不能完全保持恒定而引起的。

气态污染物监测单元（含 O_2 或 CO_2 ）重复性检测方法：系统校准零点后，通入量程点

气体，稳定后读数，重复 6 次，求 6 次读数的相对标准偏差。

重复性指标参照气体分析仪实验室验证测试结果和英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.11，设置为 2.0%。

c. 线性误差

线性误差是判断仪器在量程范围内准确与否的重要指标。

对于气态污染物监测单元（含 O₂ 或 CO₂），原标准中使用低、中、高三种浓度的标准气体在现场检测线性误差。此次标准修订对此性能要求更加严格，增加了气态污染物监测单元（含 O₂ 或 CO₂）实验室检测技术要求。因实验室操作的可操作性，在实验室检测时，使用零点校准系统后，分别用 20%、40%、60%、80%、量程点标气检测其线性误差。实验室检测使用的以上标准气体浓度，也可以采用等比例稀释的方法获得各浓度标准气体，等比例稀释装置的精密度要求在 1.0% 以内。

考虑现场情况的复杂性，此指标现场检测方法不变。

实验室检测线性误差指标参照标准编制单位质检中心气体分析仪实验室测试结果和英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.12，设置为 $\pm 2.0\%F.S.$ 。

d. 漂移

漂移包括 24h 零点漂移和量程漂移以及一周零点漂移和量程漂移。

原标准检测 24h 漂移，只在现场进行。

为考察仪表的稳定性，本次标准修订，增加了实验室漂移检测指标。漂移指标综合考虑了气体分析仪实验室验证测试结果和现场测试结果，设置为 2.0%F.S.。

实验室气态污染物 CEMS（含 O₂ 或 CO₂）漂移检测方法同现执行标准《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求和检测方法》（试行）（HJ/T 76-2007）中对现场漂移的检测方法。

为考察系统长期测试稳定性，本次修订引入维护周期定义。维护周期是判断系统长期使用质量的重要指标，修订后通过用维护周期内漂移技术指标的检测来判断系统的性能。因现场检测此指标的话需要保证系统和现场工况在检测期内的稳定性，而维护周期较长，不易操作。因此，此次修订，此指标在实验室中检测，统一按周漂移考察系统的性能。实验室检测周漂移指标参照气体分析仪实验室验证测试结果和标准编制单位多年现场测试统计结果，设置为 $\pm 3.0\%F.S.$ 。

e. 环境温度变化的影响

理论上来说，CEMS 所处环境温度的变化将直接影响分析仪的测量结果。例如，对于红外线气体分析仪，环境温度发生变化将直接影响红外光源的稳定，影响红外辐射的强度，影

响测量气室连续流动的气样密度。如果温度大大超过正常状态，检测器的输出阻抗下降，导致仪器不能正常工作。很多分析仪通过软硬件的温度补偿处理，使得分析仪的温度适应性变宽。由于我国 CEMS 的大面积使用，各种检测原理和技术水平的分析仪对温度的适应性不尽相同，因此为保证 CEMS 监测的有效性，控制分析仪的温度影响性能在一定的范围内是很有必要的。

此次标准修订，增加了实验室检测温度影响指标。温度影响检测在恒温室内进行，包括零点温度影响和量程点温度影响。

GB/T 11606-2007 分析仪器环境试验方法中对仪器按照使用条件和运输流通条件分为以下 4 个基本组别。

I 组：环境温度和湿度控制在规定的范围内，通常指具有空调设备的可控环境。本组适用于精密仪器；

II 组：仅将环境温度控制在规定的范围内，通常指具有一般保温供暖及通风的室内环境。本组适用于实验室仪器；

III 组：环境温度和湿度都不受控制，通常指无保温供暖及通风的室内环境。本组适用于工业过程仪器；

IV 组：环境温度和湿度都不受控制的较恶劣环境，通常指有遮蔽或无遮蔽的室外环境。本组适用于室外使用环境。

根据对仪器的分类方法，气态污染物监测单元（含 O₂ 或 CO₂）属于第 I 组。

对第 I 组别仪器的温度试验变化范围为 15℃~35℃。

试验时在恒温室中进行，除温度外，其余工作条件均应保持在参比工作条件下。

各温度处标气测量值与 25℃ 处系统稳定值的偏差，然后计算所选量程的相对偏差，为该温度处温度影响。

此指标要求参照气体分析仪实验室验证测试结果和英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.14 CEMS 产品认证指标要求设置为±5.0% F.S.。

f. 进样流量变化的影响

通过标准编制单位质检室气体分析仪实验室验证检测和多年现场检测统计情况，进样流量变化对标气测量值会有影响，为提高系统的性能，规范 CEMS 市场，增加了对气态污染物监测单元（含 O₂ 或 CO₂）实验室进样流量变化影响检测。

进样流量变化影响检测使用量程点气体检测进样流量对标气测量值的影响。检测样气流量在 CEMS 标称流量的±10%变化时，气态污染物监测单元（含 O₂ 或 CO₂）系统在量程点处的最大相对偏差。

此指标要求参照实验室验证测试结果和英国《Performance Standards and Test Procedures

for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.16 CEMS 产品认证指标要求设置为 $\pm 2.0\%$ F.S.。

g. 供电电压变化的影响

实验室的建立使得检测系统受电压的影响成为可能。

英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.17 检测系统在标称电压的-15%到+10%的范围内变化时, 系统受电压变化的影响。

本标准针对我国具体情况规定测试电压分别为 198VAC 与 242VAC, 检测电压高于和低于 220V 电压时的各次电压影响。

此指标要求参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.16 CEMS 产品认证指标要求为 $\pm 2.0\%$ F.S.。

h. 干扰成分的影响

样气中的背景气体往往比较复杂, 包含其他对测量造成影响的干扰组分, 干扰组分的浓度经常是不确定或随机变化的。样气处理系统通过物理或化学方法除去了部分干扰组分, 减小了此影响, 但并不能完全消除。为保证 CEMS 监测数据的质量, 控制干扰的性能指标是很必要的。主要的干扰气体种类和浓度参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》Annex B 中表 B.1 和德国《Testing of automated measuring systems Test procedures for measuring systems of gaseous and particulate emissions, VDI 4203, Part 2 (2003)》Annex B 中表 B.1。干扰成分气体及浓度见表 4。

表 4 干扰气体种类和浓度

干扰气体	浓度值	单位
CO	300	mg/m ³
CO ₂	15	%
CH ₄	50	mg/m ³
NH ₃	20	mg/m ³
HCl	200	mg/m ³

检测方法: 通入零气, 系统稳定后, 记录初始读数, 然后通入干扰气体, 稳定后读数为该干扰气体下零气测量值。计算通入干扰气体和未通入干扰气体时零气测量值的偏差, 再除以所选系统满量程值, 得到各干扰气体下的相对偏差, 为各干扰气体零气影响。

统计干扰指标参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK.

Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.19 章节，将达到量程值的 0.5%或-0.5%的各影响值分别相加，得到正干扰影响值和负干扰影响值。相关干扰测试指标参照实验室验证测试结果指标要求设置为 $\pm 5.0\%$ F.S.。

i. 振动的影响

振动可能使系统元件结构松动，内部部件产生相对位移。本检测用来确定系统对在现场使用中可能经受到的主要振动的适应性和结构完好性。

直接安装在现场的仪器或系统可能要遇到不规则的振动。因此振动影响的检测包括直接测量法气态污染物（含 O_2 或 CO_2 ）CEMS、颗粒物 CEMS 以及流速连续测量系统。

选取振动试验条件为：

频率范围：10~55Hz；位移幅值：0.15mm；扫频速率：1oct/min。

在三个互相垂直的轴线上依次进行振动试验，检测系统零点和量程点读数与初始值读数的相对偏差为振动影响。

根据 GB/T 11606-2007 环境条件分组，气态污染物监测单元属于安装在环境温度和湿度都不受控制的第 II 组室内或第 IV 组室外的仪器或系统，振动试验的检测方法参照了《电工电子产品环境试验设备基本参数检验方法振动（正弦）试验用电动振动台》（GB/T 5170.14-2009）对实验台的要求，《电子测量仪器振动试验》（GB 6587.4-86）和《电子及电气元件试验方法低频振动试验》（GJB360.13-87）的检测。

此指标要求参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.18 CEMS 产品认证指标要求设置为 $\pm 2.0\%$ F.S.。

j. 二氧化氮转换效率

样气中存在的氮氧化物，常具有多种形态，其中除 NO 外，其他形态的相互转化极不稳定，一般认为通过脱硝设施后主要以 NO 和 NO_2 两种成分为主；分析 NO_x 总量是很有意义的，部分 CEMS 系统分析 NO_x 时需要将 NO_2 转化为 NO ，才可对仪器进行标定和测量。这样，二氧化氮转换效率将直接影响氮氧化物总量的测定，因此，此指标的检测是非常有必要的。

二氧化氮转换效率的检测可使用臭氧发生器或使用浓度为（20%~80%）满量程的 NO_2 标准气体。

使用臭氧发生器检测转换效率参照了《环境空气气态污染物（ SO_2 、 NO_2 、 O_3 、 CO ）连续自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 654-2013）中二氧化氮转换效率的检测方法。

另外还可直接使用 NO_2 标准气体来检测系统的氮氧化物转换效率。

此指标要求参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.18 CEMS 产品认证指标要求设置为 $\geq 95\%$ 。

k. 平行性

平行性是判断一个企业生产的同类仪器测量同一样品测量结果数据一致性的重要指标，平行性技术要求的检测需要安装至少三台（套）CEMS。从我国环境管理的角度而言，为便于同类系统间数据的可比性，确实有必要设置此平行性性能指标。但在一个现场安装两台（套）或三台（套）CEMS，并尽量保证检测条件的一致性是很难的。因此，考虑质量控制的要求，我们只在实验室增加此检测指标。根据我国目前现实的情况，在实验室安装三台（套）CEMS 以进行平行性性能指标检测。

平行性检测时分别用浓度为（20%~30%）满量程值、（40%~60%）满量程值、（70%~80%）满量程值 3 种标准气体检测三套系统测试结果的相对标准偏差。指标的检测方法和计算方法参照《环境空气颗粒物（PM₁₀ 和 PM_{2.5}）连续自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 653-2013），指标设置为 5.0%。

5.3.3 颗粒物监测单元

表 5 颗粒物监测单元实验室检测技术要求

检测项目	技术要求
重复性	≤2.0%
24h 零点漂移和量程漂移	±2.0% F.S.
一周零点和量程漂移	±3.0% F.S.
环境温度变化的影响	±5.0% F.S.
供电电压变化的影响	±2.0% F.S.
振动的影响	±2.0% F.S.

a. 重复性

实验室检测颗粒物监测单元也增加此技术要求，检测方法与气态污染物监测单元一致。

此指标也参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.11，为 2.0%。

b. 漂移

原标准检测颗粒物监测单元 24h 漂移，只在现场进行。每隔 24h 后测定和记录一次零点和量程值读数，与初始零点和量程值读数求零点漂移和量程漂移。连续监测 7d。每次测定完允许校准仪器零点和量程值。考虑现场操作的可行性，此次标准修订漂移现场检测方法保持不变。也增加了实验室漂移检测指标。

颗粒物 CEMS 实验室漂移检测使用零点装置和量程点装置，检测系统 24h 内零点和量程漂移，检测周期为一个 24h。检测使用零点校准部件和量程校准部件；检测方法与气态污染物监测单元基本相同。实验室检测颗粒物 CEMS 漂移的技术要求设置为±2.0% F.S.，与现执行标准对在现场检测漂移的要求一致。

颗粒物检测也引入了维护周期内一周漂移检测，检测方法和指标与气态污染物监测单元基本相同。

c. 环境温度变化的影响

此次标准修订,增加了实验室颗粒物监测单元检测温度影响指标。此检测在恒温室内进行。根据 GB/T 11606-2007 分析仪器环境试验方法中对仪器按照使用条件和运输流通条件的分类规则,颗粒物监测单元属于第 IV 组,第 IV 组别仪器的温度试验变化范围为-20℃~50℃。

颗粒物监测单元温度影响检测参照气态污染物监测单元检测方法。

此指标要求参照分析仪实验室验证测试结果和英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.14 CEMS 产品认证指标要求设置为 $\pm 5.0\%$ F.S.。

d. 供电电压变化的影响

颗粒物监测单元电压影响检测参照气态污染物 CEMS 检测方法。

此指标要求参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.16 CEMS 产品认证指标要求为 $\pm 2.0\%$ F.S.。

e. 振动的影响

颗粒物监测单元属于直接安装在现场的仪器或系统,因此振动影响的检测也适用于颗粒物监测单元。本检测用来确定系统对在现场使用中可能经受到的主要振动的适应性和结构完好性。

颗粒物监测单元振动影响检测方法同气态污染物监测单元。

此指标要求参照英国《Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems- for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency Version 3.1, 2008》中 10.18 CEMS 产品认证指标要求也为 $\pm 2.0\%$ F.S.。

5.3.4 系统关键部件测试

部件选择的不同往往对系统的性能引起影响,因此检测系统的同时,检测系统内的关键部件也是很有必要的。

此次标准修订,在附录中引入了关键部件冷凝器和采样管线的技术性能指标。仅作为推荐使用和以后开展性能检测的参考,并不作为本次修订 CEMS 性能实验室检测的指定指标。

a. 冷凝器

冷凝器是抽取式气态污染物 CEMS 系统中的除水装置。冷凝器的脱水率和 SO₂ 组分的丢失率是影响系统性能的主要因素。对冷凝器的推荐检测项目包括:冷凝器稳定性能;冷凝器脱水效率;冷凝器 SO₂ 组分的丢失率。

冷凝器稳定性能指冷凝器从环境温度达到工作温度时,冷凝器显示的制冷温度的波动范围,建议指标为显示温度波动范围 $\leq \pm 1^\circ\text{C}$ 。

冷凝器脱水性能检测方法:对应不同的入口露点,检测冷凝器出口露点和脱水率,建议

指标为湿量 $\leq 5\text{Vol}\%$ 时，脱水效率 $\geq 95\%$ ；含湿量 $> 5\text{Vol}\%$ 时，脱水效率 $\geq 90\%$

冷凝器 SO_2 组分的丢失率建议指标：

SO_2 浓度 $\geq 250\mu\text{mol/mol}$ (715mg/m^3) 时， SO_2 丢失率 $\leq 5\%$ ；

SO_2 浓度 $< 250\mu\text{mol/mol}$ (715mg/m^3) 时， SO_2 绝对丢失率 $\leq 8\%$ ；

SO_2 浓度 $< 50\mu\text{mol/mol}$ (143mg/m^3) 时， SO_2 绝对丢失浓度 $\leq 5\mu\text{mol/mol}$ (14mg/m^3)。

b. 加热传输管线

加热线推荐检测技术要求包括外观，温度均匀性能，保温性能和气密性能。

表 6 加热传输管线技术要求

检测项目	技术要求
外观	加热采样管线粗细均匀、最小弯曲半径 $\leq 30\text{cm}$
温度均匀性能	各测试点温度与设定温度差值小于设定值的 10%
保温性能	加热线达到设定温度 ($120^\circ\text{C} \sim 220^\circ\text{C}$)，表面温度小于 55°C
气密性能	冷状态下加热线气路耐压 $\geq 0.6\text{MPa}$

5.4 性能指标和检测方法-污染源排放现场检测

5.4.1 气态污染物 CEMS (含 O_2 或 CO_2)

a. 示值误差

将原标准“线性误差”指标改为“示值误差”。因现场加入了工况的影响，实验室检测后，在现场检测时仍需要检测系统示值误差。示值误差检测方法与原标准《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007）基本一致。

另外，“十一五”和“十二五”大规模建设和运行的污染源废气脱硫和脱硝治理设施使污染源废气排放主要污染物 SO_2 和 NO_x 的排放浓度大大降低，基本达到几十个 ppm 级甚至到几个 ppm。现场检测的气态污染物量程也有很多量程较小。小量程情况下，示值误差计算和考核方法调整为与实验室线性误差统计方法一致，即检测示值误差与量程的百分比。修订后内容为：

气态污染物 CEMS

当系统检测满量程 $> 200\mu\text{mol/mol}$ 时，示值误差： $\pm 5\%$ 标准气体标称值；

当系统检测满量程 $\leq 200\mu\text{mol/mol}$ 时，示值误差： $\pm 2.5\%$ 满量程。

O_2 或 CO_2 CEMS 示值误差： $\pm 5\%$ 标准气体标称值。

b. 系统响应时间

将原标准“响应时间”指标改为“系统响应时间”。因现场加入了工况的影响，实验室检测后，在现场检测时仍需要检测系统响应时间。此性能指标和检测方法与原标准《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007）保持一致，含气体的管路传输时间。

c. 24h 零点漂移和量程漂移

因现场加入了工况的影响，实验室检测后，在现场检测时仍需要检测系统 24h 零点漂移

和量程漂移。此性能指标和检测方法与原标准《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007）保持一致。

d. 准确度

将原标准“相对准确度”指标改为“准确度”，描述更加明确。原标准明确了在气态污染物相对准确度检测和计算时需要将 CEMS 测量值和参比方法测量值统一在同一条件下（同一湿度、温度、压力和含氧量），但没有明确统一在什么状态。此次标准修订，将此要求明确为统一在标准干烟气状态。

准确度指标中相对准确度检测方法和计算方法与原标准《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007）保持一致。

另外，“十一五”和“十二五”大规模建设和运行的污染源废气脱硫和脱硝治理设施使污染源废气排放主要污染物 SO_2 和 NO_x 的排放浓度大大降低，基本达到几十个 ppm 级甚至到几个 ppm。现场检测的气态污染物浓度大大降低，为了增加比对准确度指标的合理性，满足日常比对测试的要求，根据标准编制单位多年来现场 CEMS 检测和现场比对测试的经验，就低浓度比对增加规定了新的技术性能指标要求，修订后的“准确度”技术指标要求如下，检测方法与原标准基本一致。

修订后的“准确度”技术指标：

气态污染物 CEMS

当参比方法测量烟气中二氧化硫、氮氧化物排放浓度的平均值：

- a) $\geq 250\mu\text{mol/mol}$ 时，参比方法比对测试相对准确度： $\leq 15\%$ ；
- b) $\geq 50\mu\text{mol/mol} \sim < 250\mu\text{mol/mol}$ 时，参比方法比对测试数据对之差的平均值的绝对值： $\leq 20\mu\text{mol/mol}$ ；
- c) $\geq 20\mu\text{mol/mol} \sim < 50\mu\text{mol/mol}$ 时，参比方法比对测试数据对之差的平均值的绝对值： $\leq 15\mu\text{mol/mol}$ ；
- d) $< 20\mu\text{mol/mol}$ 时，参比方法比对测试数据对之差的平均值的绝对值： $\leq 5\mu\text{mol/mol}$ 。

O_2 或 CO_2 CEMS 参比方法比对测试相对准确度： $\leq 15\%$ 。

5.4.2 颗粒物 CEMS

a. 24h 零点漂移和量程漂移

因现场加入了工况的影响，实验室检测后，在现场检测时仍需要检测系统 24h 零点漂移和量程漂移。此性能指标和检测方法与原标准《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007）保持一致。

b. 相关系数

根据标准编制单位近年来颗粒物 CEMS 相关校准适用性检测的数据分析，线性校准曲线的相关系数都满足 ≥ 0.85 ，因此此要求由原标准中的“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 ）”修订为“相关系数 ≥ 0.85 ”。

c. 置信区间半宽和允许区间半宽

修订了颗粒物置信区间半宽和允许区间半宽相对百分比计算方法。

颗粒物 CEMS 现场检测，原标准中以置信区间半宽和允许区间半宽对于排放限值（实际烟气状态）的百分比作为颗粒物 CEMS 的一种考察指标。

由于检测需要，为了得到不同区间的颗粒物浓度，需要调整工况，检测期间的颗粒物浓度与排放限值不一定相符，所以此次标准修订，将此指标改为置信区间半宽和允许区间半宽对于检测期间参比方法实态浓度均值的百分比，更具有实际意义。

d. 准确度

近期，随着污染治理技术取得的长足进步和环境管理新排放控制标准要求的日益严格，污染源排放颗粒物浓度逐步降低，新的火电厂排放标准颗粒物要求不超过 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，有些地方标准要求更加严格达到 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，甚至 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ，这同时对颗粒物 CEMS 的监测技术和测量准确度提出了更高的要求。为了增加准确度指标的合理性，满足日常比对测试的要求，根据标准编制单位多年来现场 CEMS 检测和现场比对测试的经验，就低浓度比对增加规定了新的技术性能指标要求，修订后的“准确度”技术指标要求如下，检测方法与原标准基本一致。修订后的“准确度”技术指标：

当参比方法测量烟气中颗粒物排放浓度的平均值：

- a) $>200\text{mg}/\text{m}^3$ 时，CEMS 与参比方法比对测试结果平均值的相对误差： $\pm 15\%$ ；
- b) $>100\text{mg}/\text{m}^3 \sim \leq 200\text{mg}/\text{m}^3$ 时，CEMS 与参比方法测量结果均值的相对误差： $\pm 20\%$ ；
- c) $>50\text{mg}/\text{m}^3 \sim \leq 100\text{mg}/\text{m}^3$ 时，CEMS 与参比方法测量结果均值的相对误差： $\pm 25\%$ ；
- d) $>20\text{mg}/\text{m}^3 \sim \leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ 时，CEMS 与参比方法测量结果均值的绝对误差： $\pm 15\text{mg}/\text{m}^3$ ；
- e) $\leq 20\text{mg}/\text{m}^3$ 时，CEMS 与参比方法测量结果均值的绝对误差： $\pm 5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

5.4.3 烟气流速连续测量系统

检测仍只在现场检测，本次修订将原指标“流速相对误差”改为“准确度”，描述更加明确。其他性能指标及检测方法与原标准《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007）基本一致。

5.4.4 烟气温度连续测量系统

检测仍只在现场检测，本次修订将原指标“示值偏差”改为“准确度”，描述更加明确。性能指标及检测方法与原标准《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007）基本一致。

5.4.5 烟气湿度连续测量系统

检测仍只在现场检测，本次修订将原指标明确改为“准确度”，描述更加明确。对于以“干湿氧”方法测量烟气湿度的仪器增加要求在符合氧含量技术指标的基础上，还应符合“湿

度准确度”指标要求，性能指标及检测方法与原标准《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76-2007）基本一致。

5.5 检测流程和适用性检测

检测包括实验室检测和现场检测。适用性检测要求按照原标准的规定未做修改。

增加实验室检测后，实验室检测通过后才允许进行现场检测。

现场检测包括初检，90d 运行和复检。系统正常运行 168h 后进行检测，检测期间不少于 168h。检测期间不允许进行计划外的维护、检修和调节。系统技术指标初检合格，并连续运行 90d 以后，开始复检。复检期间不少于 24h。

5.6 质量保证

质量保证是监测过程的全面质量管理，包含了保证环境监测数据准确可靠的全部活动和措施。本次标准修订增加实验室检测指标后，相应地修订质量保证内容。主要包括安装的质量保证、检测的质量保证和运行期质量保证三个部分。

a. 删除安装的质量保证章节

此标准作为 CEMS 适用性检测的标准，是对 CEMS 性能技术要求和检测方法的规定。连续监测系统安装和测定位置的选择依据 HJ/T75 规定，参比方法采样位置和采样点的选择依据 GB/T16157 规定，此标准不再详述，直接引用。

b. 现场检测质量保证

现场检测（初检和复检）质量保证部分，除满足实验室质量保证的要求外，还应考虑以下因素以保证检测的有效性：

- a) 工况的稳定性；
- b) 样品采集的有效性。

此部分修订按照工况保证、仪器设备、样品采集、检验方法和质量控制分类说明，调整了原来的顺序，内容不变。

c. 运行期质量保证

此部分要求运行期间，颗粒物监测单元的零点漂移、量程漂移应满足 CEMS 性能技术要求；气态污染物监测单元的零点漂移、量程漂移、线性误差、相对准确度都应满足 CEMS 性能技术要求；流速监测单元定期校准零点（或/和量程）。保证了系统性能要求。

有效利用率不是系统考核性能指标，因此标准修订删除此章节对有效利用率的说明。其他运行期质量保证说明与原标准保持一致。

5.7 附录

本次修订将原标准附录进行了修改、完善、规范和整合，增加了必要的新附录。

5.7.1 附录 A- CEMS 日报表、月报表和年报表

日报表格式不变。在附录 B 中规定了表格中各项目填写计算的依据和公式。

月报表即烟气排放连续监测日平均值月报表，原报表既有一天的污染物浓度平均值，也

有污染物折算浓度平均值；为了考察排放总量，不需要上报污染物折算浓度平均值，因此修订后的烟气排放连续监测日平均值月报表只包括日排放浓度和排放量。

年报表即烟气排放连续监测月平均值年报表，原报表也是既有污染物浓度平均值，也有污染物折算浓度平均值；对污染物浓度平均值和折算浓度平均值的计算记录没有实际意义，因此修订后的烟气排放连续监测日平均值年报表进行了简化，只包括浓度和排放量。

5.7.2 附录 B- CEMS 数据采集记录和处理要求

本次标准修订，在附录 B 中对 CEMS 数据采集处理和传输系统软件的要求做了详细说明。主要包括：数据采集记录存储要求、数据格式要求、数据状态标记要求、数据处理计算方法、公式和要求、数据软件功能要求和数据通讯和输出要求共 6 个部分。均为本次修订增加内容，修订依据主要来自总站仪器质检室多年来的 CEMS 适用性检测经验和环境管理的实际需求，对 CEMS 软件功能进行规范要求。主要修订内容如下：

（1）数据采集记录存储要求

至少每 5s 采集一组系统测量的实时数据；主要包括：颗粒物测量一次物理量、气态污染物体积/实测质量浓度、烟气含氧量、烟气流速、烟气温度、烟气静压、烟气湿度等。

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：颗粒物一次物理量和质量浓度、气态污染物体积/质量浓度、烟气含氧量、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。

小时数据应包含本小时内至少 45min 的分钟数据，数据为该时段的平均值；主要包括：颗粒物质量浓度（折算浓度）、颗粒物排放量、气态污染物质量浓度（折算浓度）、气态污染物排放量、烟气含氧量、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。

日数据应包含本日至少 20h 的小时数据，数据为该时段的平均值；主要包括：颗粒物质量浓度和排放量、气态污染物质量浓度和排放量、烟气含氧量、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。

月数据应包含本月至少 27d（其中二月至少 25d）的日数据，数据均为该时段的平均值；主要包括：颗粒物排放量、气态污染物排放量、烟气含氧量、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。

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。当 1h 污染物折算浓度均值超过排放标准限值时，CEMS 应能发出并记录超标报警信息。CEMS 日报表、月报表和年报表中的污染物浓度、烟气流量和烟气含氧量均为干基标准状态值。

（2）数据格式要求

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 7 和表 8 的要求。

表 7 CEMS 数据格式一览表

序号	项目名称		单位	小数位
1	SO ₂ 、NO _x 体积浓度	> 500	μmol/mol (10 ⁻⁶ mol/mol、ppm)	0
		≤500		1
2	SO ₂ 、NO _x 质量浓度	> 1000	mg/m ³	0
		≤1000		1
3	颗粒物质量浓度	> 500	mg/m ³	0
		≤500		1
4	烟气含氧量		% V/V	2
5	烟气流速		m/s	2
6	烟气温度		℃	1
7	烟气静压（表压）		Pa（或 kPa）	0（或 2）
8	大气压		kPa	1
9	烟气湿度		% V/V	2
10	烟道截面积		m ²	2
11	污染物排放速率		kg/h	3
12	污染物排放量		kg	3
13	CO ₂ 体积浓度		% V/V	2
14	小时烟气流量		m ³ /h	0
15	日排放量		×10 ⁴ m ³ /d	3
16	污染源负荷		%	1
17	颗粒物测量一次物理量		无量纲	/

表 8 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 (5s)	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	时间标签为测量截止时间，数据为此时刻前一分钟的测量平均值	201406281308 为 2014 年 6 月 28 日 13 时 7 分 01 秒至 13 时 8 分 00 秒之间的测量平均值
小时数据	YYYYMMDDHH	时间标签为测量截止时间，数据为此时刻前一小时的测量平均值	2014062813 为 2014 年 6 月 28 日 12 时 01 分至 13 时 00 分之间的测量平均值
日均值数据	YYYYMMDD	时间标签为测量开始时间，数据为当日 1 时至 24 时（第二天 0 时）的测量均值	20140628 为 2014 年 6 月 28 日 1 时至 22 日 0 时的测量平均值
月均值数据	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均值	201406 为 2014 年 6 月 1 日 1 时至 30 日的测量平均值

（3）数据处理计算方法、公式和要求

本部分修订将原标准中附录 B 中的一些计算公式结合 CEMS 软件的实际工作需求，进

行了系统的规范，将不同时间段污染物浓度计算、折算和排放速率和排放量的计算方法和公式进行了统一的规定，有利于统一数据采集、计算、处理和后期的规范评价和使用。本部分各计算公式共计 22 个。主要包括：污染物浓度转换计算公式、污染物质量浓度统计计算公式、污染物折算浓度计算公式、污染物排放流量计算公式、污染物排放速率和排放量计算公式和其它计算公式等，修订内容比较全面。

（4）数据软件功能要求

本部分修订是结合 CEMS 软件的现场管理要求和实际工作需求，进行了系统的规范和明确说明。主要包括：安全管理和使用权限要求、数据显示、记录、查询和管理要求、参数和公式设置和修改要求等；修订内容将有效控制 CEMS 虚设参数或人为修改数据等不规范或违法的情况。

5.7.3 附录 C-颗粒物 CEMS 相关校准检测实例

本部分沿用了原标准的计算实例，只是按照颗粒物 CEMS 新规定的置信区间半宽和允许区间半宽的计算方法进行了重新计算，即将原来的以“排放限值”作为参考计算改为以“本次测量浓度均值”作为参考计算分母。

5.7.4 附录 D-固定污染源烟气二氧化硫、氮氧化物和氧气排放浓度的测量——仪器分析法

此部分修订内容包括如下：

（1）适用范围

根据多年来实际检测情况，明确说明适用于含氧量相对准确度的检测。

（2）测量范围

原标准中：对本方法，测量范围由所选择的测定系统量程所定，但气态污染物的浓度应不低于所选测定系统使用量程的 30%，若在一次测定期间的任何时刻，气态污染物浓度超过所选量程，则该次测定无效。

因现场检测期间的量程是固定的，此次修订气态污染物的浓度一般不低于所选测定系统使用量程的 20%。

（3）测定系统线性误差性能规定

原标准中为分析仪校准误差：对于零、中和高浓度的标准气体，应低于量程的 $\pm 2\%$ 。

修订后明确了标准气体的浓度范围，并根据多年的实际检测情况强化了对测定系统性能的要求。修订后内容为：

分析仪校准误差

对于零、中（满量程 50%~60%的标气）和高浓度（大于满量程 80%的标气）的标准气体，应低于量程的 $\pm 1\%$ 。

（4）采样前后漂移性能规定

原标准中内容：

采样系统偏差：在采样探头的出口通入已知浓度的气体，测定系统所显示的气体浓度与

相同的气体直接通入分析仪时测定系统显示的气体浓度之差。

采样系统偏差性能规定：对于零、中和高浓度的标准气体，应低于量程的 $\pm 5\%$ 。

此指标考察采样系统性能并不是考察分析仪的指标，此次修订将性能要求修订为采样前后漂移。

采样前后漂移：测定系统采样前，通入标准气体并记录分析仪示值 C_1 ；采样结束后，再次通入标准气体并记录分析仪示值 C_2 。用 $(C_2 - C_1)$ 作为采样前后漂移。

对于零气和高浓度标准气体，采样前后漂移应不大于满量程的 $\pm 2.5\%$ 。

5.7.5 附录 E- CEMS 样气传输管线和冷凝除湿设备技术指标要求

本部分附录为标准本次修订新增的内容，本次以资料性附录的形式对 CEMS 关键部件“除湿设备”和“样气传输管线”进行了技术要求，以规范这些关键部件的性能质量；但本次修订未将这些技术指标作为 CEMS 仪器性能检测的测试指标，因此也未规定相应的检测方法，仅作为参考使用；随着 CEMS 技术的发展将可能在以后的修订中加以完善相关要求。

5.7.6 附录 F-等效浓度的计算方法

本部分附录为标准本次修订新增的内容，本次以资料性附录的形式对直接测量方式的 CEMS 仪器等效校准的计算过程和校准方式进行说明和示范，用以规范直接测量方式 CEMS 仪器的日常校准、校验和现场核查等技术工作。

5.7.7 附录 G- CEMS 实验室检测和现场检测原始记录表

本部分附录记录表除原标准中包含的现场性能检测记录表外，根据新增加的实验室技术指标增加了相应的实验室检测指标检测记录表格式，并增加和完善了原有的现场检测记录表格，使用记录表格数达到了 21 个。

6 方法验证

6.1 方法验证方案

由于本标准主要用于固定污染源烟气排放连续监测系统仪器设备设计、生产以及检测等工作，因此验证工作由标准编制单位组织，在总站北京昌平兴寿检测场进行了 10 个型号三种不同原理气态污染物 CEMS 和 3 个型号颗粒物 CEMS（每个型号仪器各 3 台）的实验室验证测试；分别在上海、湖北、江苏和北京等地组织开展了污染源现场验证测试，分别对实验室检测和现场监测方法进行方法验证。

参与验证的技术人员均为上述具备固定污染源烟气排放连续监测系统仪器设备检验资格证书的相关专家和检验技术人员。

本次标准修订验证的方案：首先，使用各类固定污染源烟气排放连续监测系统对照编制标准中针对仪器功能和使用等提出的具体要求进行试验和检查，提出编制标准方法的适用性；其次，使用各类固定污染源烟气排放连续监测系统按照编制标准的技术要求和检测方法中的每个性能指标逐一进行相关性能测试，汇总分析测试结果并同编制标准中的技术指标要求进行比较评判，验证编制标准中各性能指标的科学性和合理性。

6.2 方法验证过程

(1) 方法验证的主要过程

本次编制标准的方法验证工作主要由标准编制单位组织集中验证完成,验证过程中在统一的实验条件下使用现有的检测仪器和相关装备,按照标准编制文本中要求的仪器技术指标和检测方法至少进行了 3 台(套)以上的仪器的验证测试,得到了大量的仪器测试基础数据,在此基础上大家共同协商和汇总,形成了“验证报告”。

(2) 标准编制验证数据的统计和汇总

本次编制标准对固定污染源烟气排放连续监测系统的新增气态污染物监测单元实验室检测指标 12 项,颗粒物监测单元实验室检测指标 6 项。其中振动的影响试验由于目前尚不具备试验条件没有开展待以后进行。

气态污染物监测单元实验室检测技术性能指标验证测试数据汇总结果:共验证技术指标 11 项,3 种不同原理的 10 个型号国产和进口气态污染物 CEMS 经过实验室性能测试,绝大部分测试结果符合修订标准中的技术指标要求,有 7 项技术性能指标出现超出标准要求的情况 31 台次。分别是:“24h 零点和量程漂移”超出规定标准 4 台次;“线性误差(包括 20%、40%、60%和 80%满量程)”超出规定标准 14 台次;“干扰成分的影响”超出规定标准 8 台次;“响应时间”超出规定标准 2 台次;“一周零点和量程漂移”超出规定标准 1 台次;“供电电压变化的影响”超出规定标准 1 台次;“进样流量变化的影响”超出规定标准 1 台次;总体实验室性能测试技术指标比较合理,大部分 CEMS 仪器(>80%)设备能够满足指标要求,少数仪器设备(<20%)不能符合标准要求,指标检测方法可行。

颗粒物监测单元实验室检测技术性能指标验证测试数据汇总结果:共验证技术指标 5 项,3 种型号的国产和进口颗粒物 CEMS 经过实验室性能测试,除了 1 种型号的仪器由于设备问题测试指标不完全外,其余全部测试结果均符合修订标准中的技术指标要求,技术指标设置和检测方法合理可行。

(3)《方法验证数据汇总报告》见附件。

7 标准实施建议

为切实加强本标准的实施,规范我国固定污染源烟气排放连续监测系统的技术要求,提高我国 CEMS 的质量,促进 CEMS 为环境管理服务,从为环境管理的角度,各 CEMS 生产厂商在研发、生产和检验烟气排放连续监测系统时应严格执行本标准;各检测机构在对 CEMS 进行性能检测时也应严格按照本标准的规定要求进行。另外,各级环境保护管理和技术部门在组织 CEMS 安装、调试、验收和日常比对及监督考核时可参照执行本标准。从技术角度,环境保护部应加强本标准修订后的宣贯和培训,使各 CEMS 生产和销售企业理解本标准并贯彻实施在其仪器的生产、研发及售后服务上,使各级环境监测和监管部门了解 CEMS 仪器设备的新要求和新特点,提升环境管理能力和水平。

8 参考文献

- [1] Performance Standards and Test Procedures for Continuous Emission Monitoring Systems-
for gaseous, particulates and flow-rate monitoring systems, UK. Environment Agency
Version 3.1, 2008
- [2] Testing of automated measuring systems. General concepts. VDI 4203, Part 1 (2003).
- [3] Testing of automated measuring systems. Test procedures for measuring systems of gaseous
and particulate emissions. VDI 4203, Part 2 (2003).
- [4] U.S.EPA. Performance Specification 1-Specifications and Test Procedures for Continuous
Opacity Monitoring Systems in Stationary Sources, 40 CFR part 60-Appendix B.
- [5] U.S.EPA. Performance Specification 2-Specifications and Test Procedures for SO₂ and NO_x
Continuous Emission Monitoring Systems in Stationary Sources, 40 CFR part 60-Appendix
B.
- [6] U.S.EPA. Performance Specification 3-Specifications and Test Procedures for O₂ and CO₂
Continuous Emission Monitoring Systems in Stationary Sources, 40 CFR part 60-Appendix
B.
- [7] U.S.EPA. Performance Specification 6-Specifications and Test Procedures for Continuous
Emission Rate Monitoring Systems in Stationary Sources, 40 CFR part 60-Appendix B.
- [8] U.S.EPA. Continuous Emission Monitoring, 40 CFR part 75.
- [9] HJ 653-2013 环境空气颗粒物 (PM₁₀ 和 PM_{2.5}) 连续自动监测系统技术要求及检测方法
- [10] HJ 654-2013 环境空气气态污染物 (SO₂、NO₂、O₃、CO) 连续自动监测系统技术要求
及检测方法
- [11] GB/T 5170.14-2009 电工电子产品环境试验设备基本参数检验方法振动 (正弦) 试验用
电动振动台
- [12] GB 6587.4-86 电子测量仪器振动试验
- [13] GJB360.13-87 电子及电气元件试验方法低频振动试验
- [14] GB/T 18403.1-2001 气体分析器性能表示

附件：

方法验证报告

方法名称：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

项目主编单位：中国环境监测总站

验证单位：中国环境监测总站 上海市环境监测中心

项目负责人及职称：王强正高级工程师

通讯地址：北京市安外大羊坊 8 号院（乙）电话：01084943221

报告编写人及职称：周刚工程师

报告日期：2014年 11月 28日

1 实验室基本情况

附表 1-1 参加验证的人员情况登记表

姓 名	性别	年龄	职务或职称	所学专业	从事相关分析工作年限
王 强	男	38	正高级工程师	环境监测	14
周 刚	男	32	工程师	环境监测	7
钟 琪	男	29	工程师	环境监测	7
赵金宝	男	30	工程师	环境监测	4
梁 宵	男	36	工程师	环境监测	2
迟 颖	女	44	工程师	环境监测	8
杨 凯	男	44	研究员	环境监测	18
付 斌	男	34	高级工程师	环境监测	13
朱 伟	男	35	工程师	环境监测	13
韩占恒	男	34	工程师	环境监测	5
王 威	男	42	工程师	环境监测	15
周 斌	男	39	工程师	环境监测	10
叶华俊	男	36	高级工程师	环境监测	15
齐 宇	男	25	工程师	环境监测	3
郑永建	男	23	工程师	环境监测	3
鲁爱昕	男	37	高级工程师	环境监测	14
谢玉桃	男	22	工程师	环境监测	2
唐 鹏	男	25	工程师	环境监测	4
高新岗	男	48	高级工程师	环境监测	23
项恩岩	男	25	工程师	环境监测	13
吕 岩	男	36	工程师	环境监测	10
杨 涛	男	28	工程师	环境监测	10
王齐鸣	男	50	高级工程师	环境监测	20
李 强	男	49	高级工程师	环境监测	20
范 朝	男	49	高级工程师	环境监测	20
唐 溢	男	26	工程师	环境监测	10
尉世民	男	44	高级工程师	环境监测	20
王劲松	男	39	工程师	环境监测	10
杜 英	男	38	高级工程师	环境监测	20
曹志成	男	27	工程师	环境监测	10
徐 颖	男	50	高级工程师	环境监测	20
范黎锋	男	46	高级工程师	环境监测	10
李浙英	男	25	工程师	环境监测	8
曹 伟	男	30	工程师	环境监测	8

2 验证数据结果

2.1 固定污染源连续监测系统性能检测汇总（完全抽取式气态污染物监测单元）

附表 2-1 二氧化硫分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 A-1	仪器 A-2	仪器 A-3	仪器 B-1	仪器 B-2	仪器 B-3	
零点漂移/24h	±2.0% F.S.	0.69%	0.80%	0.55%	1.72%	-0.76%	-0.44%	
量程漂移/24h	±2.0% F.S.	1.23%	0.84%	-1.12%	3.40%	-0.44%	-1.04%	1 台超出
零点漂移/周	±3.0% F.S.	-0.71%	0.40%	-0.55%	-1.72%	-1.40%	-2.40%	
量程漂移/周	±3.0% F.S.	0.68%	-0.25%	-0.29%	1.92%	-2.40%	-1.60%	
上升响应时间	≤120 s	35 s	40 s	42 s	65 s	80 s	75 s	
下降响应时间	≤120 s	42 s	41 s	46 s	52 s	58 s	56 s	
重复性	≤2.0%	0.61%	0.14%	0.43%	0.26%	0.29%	1.52%	
线性误差(20%)	±2.0% F.S.	-0.04%	-0.38%	-0.07%	0.23%	0.08%	0.20%	
线性误差(40%)	±2.0% F.S.	-0.17%	-0.30%	-0.32%	0.16%	0.07%	-0.03%	
线性误差(60%)	±2.0% F.S.	0.31%	-0.09%	-0.02%	0.34%	0.30%	0.16%	
线性误差(80%)	±2.0% F.S.	-0.86%	-0.94%	-1.10%	-0.28%	-0.48%	-0.68%	
电压影响	±2.0% F.S.	0.15%	0.06%	0.2%	0.15%	0.19%	0.31%	
干扰气体影响	±5.0% F.S.	0.08%	-0.29%	1.85%	4.85%	-0.72%	2.77%	
温度影响	±5.0% F.S.	1.9%			-3.9%			除未测试外 全合格
平行性	≤5%	0.69%			0.29%			
样气流量影响	±2.0% F.S.	0.61%			1.20%	0.93%	0.70%	

附表 2-1 二氧化硫分析仪验证测试汇总（续表 1）

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 C-1	仪器 C-2	仪器 C-3	仪器 D-1	仪器 D-2	仪器 D-3	
零点漂移/24h	±2.0% F.S.	0.88%	0.68%	0.28%	-0.03%	-0.06%	0.56%	全部合格
量程漂移/24h	±2.0% F.S.	-0.44%	-0.68%	-0.48%	-1.58%	1.66%	-1.51%	
零点漂移/周	±3.0% F.S.	0.88%	0.60%	0.28%	0.01%	-0.06%	0.30%	
量程漂移/周	±3.0% F.S.	-0.16%	-1.32%	-0.60%	-0.18%	0.85%	-0.48%	
上升响应时间	≤120 s	44 s	42 s	43 s	58 s	60 s	57 s	
下降响应时间	≤120 s	30 s	32 s	29 s	49 s	48 s	46 s	
重复性	≤2.0%	0.13%	0.13%	0.13%	0.84%	0.80%	1.75%	
线性误差(20%)	±2.0% F.S.	-0.91%	-0.71%	-0.04%	-0.10%	-0.48%	0.28%	
线性误差(40%)	±2.0% F.S.	-0.73%	-0.35%	0.29%	0.17%	-0.02%	0.17%	
线性误差(60%)	±2.0% F.S.	-1.02%	-0.48%	0.48%	0.79%	0.53%	0.48%	
线性误差(80%)	±2.0% F.S.	-2.97%	-2.31%	-1.05%	0.54%	0.43%	0.07%	两台超出
电压影响	±2.0% F.S.	0.13%	0.15%	0.36%	0.06%	0.53%	0.68%	
干扰气体影响	±5.0% F.S.	1.53%	2.27%	2.44%	11.10%	13.84%	11.47%	三台超出
温度影响	±5.0% F.S.	3.0%			2.3%			除未测试外 全合格
平行性	≤5%	0.05%			1.11%			
样气流量影响	±2.0% F.S.	1.10%	0.89%	1.33%	-0.09%	-0.01%	0.11%	

附表 2-1 二氧化硫分析仪验证测试汇总（续表 2）

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 E-1	仪器 E-2	仪器 E-3	仪器 F-1	仪器 F-2	仪器 F-3	
零点漂移/24h	±2.0% F.S.	0.00%	1.12%	0.70%	0.00%	1.12%	0.70%	全部合格
量程漂移/24h	±2.0% F.S.	0.00%	-0.98%	-0.98%	0.00%	-0.98%	-0.98%	
零点漂移/周	±3.0% F.S.	-1.26%	1.47%	0.83%	-1.26%	1.47%	0.83%	
量程漂移/周	±3.0% F.S.	0.45%	-0.98%	-0.98%	0.45%	-0.98%	-0.98%	
上升响应时间	≤120 s	54 s	48 s	60 s	113 s	80 s	113 s	
下降响应时间	≤120 s	35 s	40 s	53 s	85 s	67 s	75 s	
重复性	≤2.0%	0.42%	0.44%	0.53%	0.55%	0.47%	0.52%	
线性误差(20%)	±2.0% F.S.	-1.09%	-1.19%	-0.88%	-0.49%	-1.33%	-1.01%	
线性误差(40%)	±2.0% F.S.	-1.09%	-0.94%	-0.69%	-0.59%	-1.80%	-1.66%	
线性误差(60%)	±2.0% F.S.	-0.60%	-0.20%	0.34%	-0.12%	-1.52%	-1.19%	
线性误差(80%)	±2.0% F.S.	-1.83%	-0.61%	-0.43%	-0.78%	-2.28%	-1.86%	1 台超出
电压影响	±2.0% F.S.	0.30%	0.03%	0.10%	-0.05%	-0.26%	-0.37%	
干扰气体影响	±5.0% F.S.	0.15%	0.00%	0.00%	-0.70%	0.00%	0.01%	
温度影响	±5.0% F.S.	3.3%			/			除未测试外 全合格
平行性	≤5%	0.32%			0.40%			
样气流量影响	±2.0% F.S.	-0.83%			0.50%			

附表 2-2 氮氧化物分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 A-1	仪器 A-2	仪器 A-3	仪器 B-1	仪器 B-2	仪器 B-3	
零点漂移/24h	±2.0% F.S.	0.30%	0.47%	0.13%	-0.40%	0.96%	0.36%	全部合格
量程漂移/24h	±2.0% F.S.	-1.11%	-1.35%	0.64%	1.16%	0.96%	-0.52%	
零点漂移/周	±3.0% F.S.	-0.03%	0.04%	-0.58%	-0.68%	1.60%	0.20%	
量程漂移/周	±3.0% F.S.	-1.66%	-3.12%	-1.16%	0.24%	0.20%	0.56%	
上升响应时间	≤120 s	37 s	33 s	41 s	59 s	53 s	58 s	
下降响应时间	≤120 s	38 s	38 s	39 s	62 s	62 s	60 s	
重复性	≤2.0%	0.14%	0.24%	0.32%	0.14%	0.42%	0.06%	
线性误差(20%)	±2.0% F.S.	-0.85%	-0.10%	-1.55%	0.07%	-0.20%	-1.05%	
线性误差(40%)	±2.0% F.S.	-0.39%	0.23%	-1.35%	0.43%	0.20%	-0.32%	
线性误差(60%)	±2.0% F.S.	-0.87%	-0.42%	-1.75%	-1.60%	-2.23%	-2.85%	两台超出
线性误差(80%)	±2.0% F.S.	-0.37%	-0.83%	-1.41%	0.43%	0.35%	-0.59%	
电压影响	±2.0% F.S.	0.36%	0.22%	0.54%	0.01%	0.23%	0.07%	
干扰气体影响	±5.0% F.S.	2.41%	2.03%	2.26%	-2.37%	-9.35%	0.35%	1 台超出
温度影响	±5.0% F.S.	3.2%			-0.1%			除未测试外 全合格
平行性	≤5%	0.10%			0.09%			
NO _x 转换效率	≥95%	84%	86%	83%				
样气流量影响	±2.0% F.S.	0.3%			0.10%	0.03%	-0.37%	

附表 2-2 氮氧化物分析仪验证测试汇总（续表 1）

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 C-1	仪器 C-2	仪器 C-3	仪器 D-1	仪器 D-2	仪器 D-3	
零点漂移/24h	±2.0% F.S.	1.44%	0.88%	0.16%	-0.17%	-0.17%	-0.26%	全部合格
量程漂移/24h	±2.0% F.S.	1.64%	1.00%	0.44%	0.60%	0.78%	-1.10%	
零点漂移/周	±3.0% F.S.	0.80%	0.44%	0.08%	-0.18%	-0.17%	-0.11%	
量程漂移/周	±3.0% F.S.	0.12%	-0.20%	0.32%	-1.85%	-2.48%	-7.52%	一台超出
上升响应时间	≤120 s	30 s	30 s	30 s	42 s	43 s	49 s	
下降响应时间	≤120 s	44 s	43 s	44 s	38 s	39 s	41 s	
重复性	≤2.0%	0.04%	0.06%	0.07%	0.51%	/	0.26%	
线性误差(20%)	±2.0% F.S.	0.27%	0.25%	0.23%	-1.69%	-1.97%	-1.59%	
线性误差(40%)	±2.0% F.S.	0.44%	0.51%	0.24%	-2.42%	-2.34%	-2.73%	三台超出
线性误差(60%)	±2.0% F.S.	-0.75%	-0.64%	-0.64%	-3.33%	-4.44%	-3.36%	三台超出
线性误差(80%)	±2.0% F.S.	-0.09%	-0.03%	0.09%	-2.03%	-3.05%	-3.25%	三台超出
电压影响	±2.0% F.S.	0.02%	-0.02%	0.21%	0.92%	0.97%	-0.20%	
干扰气体影响	±5.0% F.S.	0.84%	-0.27%	-0.01%	1.64%	0.11%	2.43%	
温度影响	±5.0% F.S.	-1.0%			-3.3%			除未测试外 全合格
平行性	≤5%	0.34%			3.82%			
NO _x 转换效率	≥95%							
样气流量影响	±2.0% F.S.	0.03%	0.11%	0.09%	0.26%	-1.02%	1.35%	

附表 2-2 氮氧化物分析仪验证测试汇总（续表 2）

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 E-1	仪器 E-2	仪器 E-3	仪器 F-1	仪器 F-2	仪器 F-3	
零点漂移/24h	±2.0% F.S.	1.19%	-0.30%	-0.60%	1.19%	-0.30%	-0.60%	全部合格
量程漂移/24h	±2.0% F.S.	2.42%	0.72%	0.06%	2.42%	0.72%	0.06%	两台超出
零点漂移/周	±3.0% F.S.	1.19%	-0.54%	-0.69%	1.19%	-0.54%	-0.69%	
量程漂移/周	±3.0% F.S.	2.42%	1.04%	0.36%	2.42%	1.04%	0.36%	
上升响应时间	≤120 s	20 s	23 s	31 s	30 s	19 s	21 s	
下降响应时间	≤120 s	28 s	36 s	38 s	33 s	25 s	27 s	
重复性	≤2.0%	0.26%	0.36%	0.12%	0.17%	0.27%	0.36%	
线性误差(20%)	±2.0% F.S.	0.81%	0.21%	-0.09%	0.20%	0.10%	0.20%	
线性误差(40%)	±2.0% F.S.	0.66%	0.45%	0.18%	0.38%	0.38%	0.38%	
线性误差(60%)	±2.0% F.S.	0.01%	-0.21%	-0.45%	-0.41%	-0.71%	-0.31%	
线性误差(80%)	±2.0% F.S.	-0.12%	-0.01%	-0.27%	-0.17%	-0.37%	-0.12%	
电压影响	±2.0% F.S.	0.37%	-0.22%	0.09%	0.40%	0.55%	0.45%	
干扰气体影响	±5.0% F.S.	0.48%	1.57%	1.52%	-1.59%	-0.20%	-0.80%	
温度影响	±5.0% F.S.	/			2.7%			除未测试外 全合格
平行性	≤5%	0.30%			0.55%			
NO _x 转换效率	≥95%				88%	89%	88%	
样气流量影响	±2.0% F.S.	1.00%			-1.87%			

2.2 固定污染源连续监测系统性能检测汇总（直接测量式气态污染物监测单元）

附表 2-3 二氧化硫分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 G-1	仪器 G-2	仪器 G-3	仪器 H-1			
零点漂移/24h	±2.0% F.S.	0.08%	-0.52%	-0.56%	0.17%			全部合格
量程漂移/24h	±2.0% F.S.	0.08%	0.64%	0.32%	1.56%			
零点漂移/周	±3.0% F.S.	0.04%	-0.16%	-0.36%	-0.17%			
量程漂移/周	±3.0% F.S.	-0.36%	0.24%	0.60%	1.68%			
上升响应时间	≤120 s	51 s	57 s	51 s	30 s			
下降响应时间	≤120 s	33 s	41 s	39 s	23 s			
重复性	≤2.0%	0.21%	0.16%	0.20%	0.29%			
线性误差(20%)	±2.0% F.S.	-1.06%	-0.52%	-0.48%	0.02%			
线性误差(40%)	±2.0% F.S.	0.03%	0.07%	0.03%	0.81%			
线性误差(60%)	±2.0% F.S.	0.31%	0.59%	-0.20%	0.88%			
线性误差(80%)	±2.0% F.S.	-1.21%	-0.73%	-1.39%	0.05%			
电压影响	±2.0% F.S.	-0.08%	0.00%	-0.06%	0.49%			
干扰气体影响	±5.0% F.S.	0.95%	1.11%	0.76%	-2.72%			
温度影响	±5.0% F.S.	3.7%			/			除未测试外 全合格
平行性	≤5%	0.22%						

附表 2-4 氮氧化物分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 G-1	仪器 G-2	仪器 G-3	仪器 H-1			
零点漂移/24h	±2.0% F.S.	0.04%	-0.12%	-0.12%	0.28%			全部合格
量程漂移/24h	±2.0% F.S.	-0.72%	1.28%	-1.20%	-0.92%			
零点漂移/周	±3.0% F.S.	0.04%	0.00%	0.08%	0.05%			
量程漂移/周	±3.0% F.S.	-0.92%	1.20%	-0.76%	-1.92%			
上升响应时间	≤120 s	27 s	34 s	32 s	37 s			
下降响应时间	≤120 s	27 s	33 s	30 s	54 s			
重复性	≤2.0%	0.18%	0.36%	0.40%	0.88%			
线性误差（20%）	±2.0% F.S.	0.61%	0.44%	0.68%	0.35%			
线性误差（40%）	±2.0% F.S.	0.75%	0.40%	0.72%	-0.20%			
线性误差（60%）	±2.0% F.S.	0.87%	0.28%	0.68%	0.01%			
线性误差（80%）	±2.0% F.S.	1.00%	-0.21%	0.13%	0.07%			
电压影响	±2.0% F.S.	0.04%	0.08%	-0.14%	-0.67%			
干扰气体影响	±5.0% F.S.	-5.21%	-4.32%	-5.85%	0.09%			两台超出
温度影响	±5.0% F.S.	-3.5%			/			除未测试外 全合格
平行性	≤5%	0.71%						
NO _x 转换效率	≥95%							

2.3 固定污染源连续监测系统性能检测汇总（稀释抽取式气态污染物监测单元）

附表 2-5 二氧化硫分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 I-1	仪器 J-1					
零点漂移/24h	±2.0% F.S.	-3.48%	/					一台超出
量程漂移/24h	±2.0% F.S.	1.32%	/					
零点漂移/周	±3.0% F.S.	-5.68%	/					一台超出
量程漂移/周	±3.0% F.S.	-0.60%	/					
上升响应时间	≤120 s	140 s	/					一台超出
下降响应时间	≤120 s	156 s	/					一台超出
重复性	≤2.0%	0.94%	0.53%					
线性误差（20%）	±2.0% F.S.	-2.24%	-0.31%					
线性误差（40%）	±2.0% F.S.	-1.85%	-0.06%					
线性误差（60%）	±2.0% F.S.	-0.90%	0.99%					
线性误差（80%）	±2.0% F.S.	-0.80%	0.21%					
电压影响	±2.0% F.S.	4.07%	0.37%					一台超出
干扰气体影响	±5.0% F.S.	-1.44%	1.56%					
温度影响	±5.0% F.S.	1.8%						除未测试外 全合格
样气流量影响	±2.0% F.S.	2.14%	1.36%					一台超出

附表 2-6 氮氧化物分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 I-1	仪器 J-1					
零点漂移/24h	±2.0% F.S.	-0.20%						全部合格
量程漂移/24h	±2.0% F.S.	0.76%						
零点漂移/周	±3.0% F.S.	-0.20%						
量程漂移/周	±3.0% F.S.	0.00%						
上升响应时间	≤120 s	66 s						
下降响应时间	≤120 s	103 s						
重复性	≤2.0%	0.40%	0.28%					
线性误差（20%）	±2.0% F.S.	0.03%	0.16%					
线性误差（40%）	±2.0% F.S.	0.32%	0.27%					
线性误差（60%）	±2.0% F.S.	-0.04%	0.41%					
线性误差（80%）	±2.0% F.S.	-0.56%	0.28%					
电压影响	±2.0% F.S.	0.15%	0.09%					
干扰气体影响	±5.0% F.S.	0.40%	-2.48%					
温度影响	±5.0% F.S.	2.9%	/					除未测试外 全合格
NO _x 转换效率	≥95%	97%	96%					
样气流量影响	±2.0% F.S.	1.00%	-0.07%					

2.4 固定污染源连续监测系统性能检测汇总（颗粒物监测单元）

附表 2-7 颗粒物分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果							备注
		仪器 K-1	仪器 K-2	仪器 K-3	仪器 L-1	仪器 L-2	仪器 L-3	仪器 M-1	
零点漂移/24h	±2.0% F.S.	0.29%	0.22%	-0.22%	-0.19%	0.19%	-0.25%	0.25%	全部合格
量程漂移/24h	±2.0% F.S.	0.04%	-0.06%	0.06%	-1.25%	-1.50%	1.75%	-0.13%	
零点漂移/周	±3.0% F.S.	0.04%	0.02%	-0.18%	0.25%	0.31%	-0.19%	0.06%	
量程漂移/周	±3.0% F.S.	-0.01%	0.00%	0.00%	0.75%	-1.75%	-2.00%	-0.13%	
重复性	≤2.0%	0.02%	0.01%	0.02%	1.4%	3.3%	0.5%	0.10%	
电压影响	±2.0% F.S.	0.04%	0.02%	0.02%	-2.16%	-2.40%	1.16%	0.35%	
温度影响	±5.0% F.S.	-3.52%	-3.40%	-2.77%	-1.17%	-1.33%	3.02%	3.12%	