

长 江 三 角 洲 区 域 统 一 标 准

《固定污染源二氧化碳排放自动监测技术规范》编制说明

（征求意见稿）

上海市环境监测中心

二〇二五年一月

目 次

《固定污染源二氧化碳排放自动监测技术规范》	2
编制说明	2
1.项目背景	2
1.1 任务来源	2
1.2 工作过程	2
2.标准制定必要性、编制依据、编制原则	3
2.1 标准制定的必要性	3
3. 国内外相关标准研究	4
3.1 二氧化碳分析方法	4
3.2 二氧化碳自动监测相关标准	4
3.3 二氧化碳监测仪器现状	7
4.制订的依据、原则及技术路线	8
4.1 标准编制依据	8
4.2 标准编制原则	9
4.3 制订技术路线	9
5.主要技术内容及说明	10
5.1 范围	10
5.2 规范性引用文件	10
5.3 术语和定义	10
5.4 系统组成与功能要求	11
5.5 技术要求	12
5.6 现场性能指标	12
5.7 监测站房	12
5.8 安装要求	13
5.9 技术性能指标调试检测	13
5.10 技术验收	15
5.11 日常运行维护要求	17
5.11.2 巡检及维护保养	17
5.11.3 常见故障分析及排除	17
5.12 质量保证和质量控制要求	17
5.13 数据审核和处理	18
6.相关技术指标的确定	18
6.1 CO ₂ -CEMS 技术指标	18
6.2 废气参数 CMS 技术指标	27
6.3 数据修约规则	29
6.4 总结	32

《固定污染源二氧化碳排放自动监测技术规范》

编制说明

1. 项目背景

1.1 任务来源

为贯彻落实《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》（中发〔2019〕21号）、《长三角生态绿色一体化发展示范区总体方案》（发改地区〔2019〕1686号）有关要求，支撑长三角区域绿色创新发展体系、推进环境标准一体化工作，针对长三角区域固定污染源 CO₂ 自动监测实际情况，拟制定《固定污染源二氧化碳排放自动监测技术规范》，主要理由包括：

应对气候变化是生态文明建设和环境科研的热点和重点，对碳排放量进行核算是碳排放交易及控制、碳中和碳达峰任务实现及应对气候变化的基础和关键。核算方法一是基于计算，有排放因子法和物料守恒法，二是基于直接测量，即通过安装 CO₂ 排放自动监测系统，直接测量碳排放。目前我国碳交易市场中核算以因子法为主，国际上两种方法均可。《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》以及《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23 号）等文件中，均明确要求我国建立健全碳排放计量体系。根据《关于印发碳监测评估试点工作方案的通知》（环办监测函〔2021〕435 号），生态环境部也启动了重点行业温室气体排放监测，评估使用直接监测法支撑企业层面温室气体排放量计算的科学性和可行性，以研究将监测方法作为排放量核算的重要支撑、校核和辅助手段。

在此背景下，国内部分行业及企业已安装了 CO₂ 自动监测系统并试运行，为进一步提升数据质量，验证碳排放数据，规范和引领行业发展，亟需制定相关技术规范。本规范的制定为 CO₂ 排放自动监测系统数据质量提供技术依据，有效保障基于在线实测方法计算碳排放量的准确性及可靠性，为企业级温室气体核算、校验工作提供技术支撑，为长三角以及国家碳中和碳达峰工作提供助力，服务温室气体排放清单编制、碳交易等工作，具有良好的生态、社会效益和潜在的经济效益。

1.2 工作过程

1) 成立标准编制组，制定标准编制技术路线

2024 年 4 月~5 月，该项目任务下达后，上海市环境监测中作为承担单位，召集协作单位上海金艺检测技术公司成立了标准编制组，明确任务分工，确定标准制订的基本原则和技术路线。

2) 开展文献资料查询与市场调研

2024 年 5 月~2024 年 8 月，编制组查阅了国内外相关标准和文献资料，梳理了废气二氧化碳现行主要监测分析方法、二氧化碳自动监测技术、国内外固定污染源废气二氧化碳自动监测系统相关标准。通过市场调研，了解几种代表性原理仪器，总结功能及技术指标。经初步的讨论、分析、比较，形成了本标准的初稿草案。

3) 征集筛选验证测试仪器，组织方法验证

2024 年 9 月~10 月，选取焚烧、电力、钢铁三个行业，利用他们已经有固定污染源温室气体在线监测系统作为试点，进行二氧化碳准确度性能指标验证。对固定污染源废气二氧化碳自动监测系统实验室检测性能指标验证，证测试工作进行仪器征集和选型，结合国内外各仪器生产商在线监测系统技术水平确定实验室验证测试方案，根据验证测试方案开展了 6 个型号（每个型号 3 台）涵盖主流废气二氧化碳自动监测技术的仪器验证测试工作。梳理仪器适用性检测数据和试点数据，研究性能指标技术要求，完成标准及标准说明编制计划。

2024 年 10 月~25 年 3 月，梳理 CO₂-CEMS 适用性检测数据和近年来废气在线监测仪器适用性检测数据，研究分析 24 小时零点和量程漂移、系统响应时间、示值误差、二氧化碳准确度、流速准确度、湿度准确度等性能指标收严的必要性和可能性；分析试点数据，确定指标技术要求科学性、适用性，在此基础上完善标准、编制说明及验证报告。

2. 标准制定必要性、编制依据、编制原则

2.1 标准制定的必要性

应对气候变化是生态文明建设和环境科研的热点和重点，对碳排放量进行核算是碳排放交易及控制、碳中和碳达峰任务实现及应对气候变化的基础和关键。核算方法一是基于计算，有排放因子法和物料守恒法，二是基于直接测量，即通过安装 CO₂ 排放自动监测系统，直接测量碳排放。目前我国碳交易市场中核算以因子法为主，国际上两种方法均可。《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》以及《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23 号）等文件中，均明确要求我国建立健全碳排放计量体系。根据《关于印发碳监测评估试点工作方案的通知》（环办监测函〔2021〕435 号），生态环境部也启动了重点行业温室气体排放监测，评估使用直接监测法支撑企业层面温室气体排放量计算的科学性和可行性，以研究将监测方法作为排放量核算的重要支撑、校核和辅助手段。

在此背景下，国内部分行业及企业已安装了 CO₂ 自动监测系统并试运行，为进一步提升数据质量，验证碳排放数据，规范和引领行业发展，亟需制定相关技术规范。本规范的制定为 CO₂ 排放自动监测系统数据质量提供技术依据，有效保障基于在线实测方法计算碳排放量的准确性及可靠性，为企业级温室气体核算、校验工作提供技术支撑，为长三角以及国家碳中和碳达峰工作提供助力，服务温室气体排放清单编制、碳交易等工作，具有良好的生态、社会效益和潜在的经济效益。

3. 国内外相关标准研究

3.1 二氧化碳分析方法

对于 CO₂ 气体的测定，目前国内外已公布的方法有化学法、色谱法、电化学法和光谱法等类型，包括化学吸收法（奥氏气体分析仪）、容量滴定法、气敏电极法、非分散红外吸收法（NDIR）、傅里叶变换红外光谱法（FTIR）、光腔衰荡光谱法（CRDS）、离轴积分腔输出光谱法（OA-ICOS）、可调谐半导体激光吸收光谱法（TDLAS）等。我国已发布实施的 CO₂ 监测方法标准如表 1 所示，其中可用于固定污染源烟气监测的方法有《固定污染源废气 二氧化碳的测定非分散红外吸收法》（HJ 870-2017）以及《固定污染源废气 气态污染物（SO₂、NO、NO₂、CO、CO₂）的测定便携式傅里叶变换红外光谱法》（HJ 1240-2021）等，分别适用于浓度在 0.03%（0.6g/m³）以上和 1g/m³ 以上的现场监测。

表 1 国内二氧化碳监测方法标准

标准号	标准名称	备注
GB/T 31705-2015	气相色谱法本底大气二氧化碳和甲烷浓度在线观测方法	本底大气在线监测
GB/T 34286-2017	温室气体 二氧化碳测量离轴积分腔输出光谱法	环境空气
GB/T 34415-2017	大气二氧化碳(CO ₂)光腔衰荡光谱观测系统	本底大气在线监测
HJ 870-2017	固定污染源废气 二氧化碳的测定 非分散红外吸收法	固定污染源
HJ 1240-2021	固定污染源废气 气态污染物（SO ₂ 、NO、NO ₂ 、CO、CO ₂ ）的测定 便携式傅里叶变换红外光谱法	固定污染源
NY/T 1700-2009	沼气中甲烷和二氧化碳的测定气相色谱法	农业

3.2 二氧化碳自动监测相关标准

欧盟、美国和日本有关固定污染源二氧化碳自动监测仪器的相关技术标准和规范均包含在固定污染源烟气排放自动自动监测系统技术要求和质控要求标准中，主要的技术标准如下：

（1）欧盟标准：

- 1) Air quality — Certification of automated measuring systems — Part 3: Performance criteria and test procedures for automated measuring systems for

monitoring emissions from stationary sources (EN 15267-3:2008)；空气质量—自动检测系统认证—第3部分：固定源排放物自动检测系统性能标准及检测规程

- 2) Stationary source emissions — Quality assurance of automated measuring systems (EN 14181:2014)；固定污染源排放—自动检测系统的质量保证
- 3) 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；固定污染源气体、颗粒物和流速连续监测系统技术要求和检测方法

(2) 美国标准：

Performance Specification 3-Specifications and Test Procedures for O₂ and CO₂ Continuous Emission Monitoring Systems in Stationary Sources (40 CFR part 60-Appendix B) 固定污染源氧气和二氧化碳连续监测系统技术要求和检测方法

(3) 日本标准：

Continuous analyzer for carbon dioxide in flue gas (JIS B 7986:2006) 烟气二氧化碳连续监测仪

(4) 国际标准化委员会标准：

Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of carbon monoxide, carbon dioxide and oxygen in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems 固定源排放 烟气中一氧化碳、二氧化碳和氧质量浓度的测定—自动测量系统的性能特征

基于欧盟标准的测试适用于二氧化硫、氮氧化物、二氧化碳等一系列污染物的自动监测系统，美国的认证测试则根据不同的污染因子引用不同的性能技术要求，国际标准化委员会和日本也针对固定污染源二氧化碳自动监测仪器做出了具体性能指标要求。

表2列出了欧盟、美国、日本及国际标准化委员会对二氧化碳自动监测仪器性能指标的具体要求。其中欧盟和国际标准化委员会对性能指标的设置为全面，包括响应时间、重复性、缺乏拟合（线性）、零点和量程漂移、样气气压变化、进样流量变化、环境温度变化、供电电压变化、干扰成分的影响等。日本在响应时间、重复性、零点和量程漂移、进样流量变化、环境温度变化等指标的基础上，还提出了仪器检出限、电压承受能力及绝缘能力等功能要求。美国对二氧化碳自动监测仪器性能指标要求仅包括校准漂移和正确度比对，其中校准漂移实际做法与24h漂移本质相同。从各项性能指标的要求来看，除在正确度方面，美国和欧盟计算方法不同，各个国家、地区及国际组织对其他相同性能指标的具体要求差异性不大。

表 2 国外、国际污染源烟气 CO₂自动监测仪器相关标准技术指标比较

指标名称	美国 EPA PART 60 附录 B PS3	欧盟 EN15267-3		日本 JIS B7986:2006	国际标准化委员会 ISO:12039-2019
		实验室检测	现场检测		
响应时间	/	≤200s	≤200s	≤240s	≤200s（抽取式）；≤90s（原位式）
重复性	/	≤±2% F.S.	/	≤±2% F.S.	≤2%所用最低测量范围上限值.
缺乏拟合（线性）	/	≤±2% F.S.	≤±2% F.S.	/	≤2% 所用最低测量范围上限值
24h 零点漂移	/	/	/	≤±2% F.S.	≤2%所用最低测量范围上限值
24h 量程漂移	/	/	/	≤±2% F.S.	≤2% 所用最低测量范围上限值
无人值守期零点漂移	/	/	≤±3% F.S.	/	≤3%所用最低测量范围上限值
无人值守期量程漂移	/	/	≤±3% F.S.	/	≤3%所用最低测量范围上限值
样气压力变化 （2KPa）	/	≤±2% F.S.	≤±3% F.S.	/	≤3%所用最低测量范围上限值
抽取式流量变化影响	/	≤±2% F.S.	/	≤±2% F.S.	≤2%所用最低测量范围上限值
环境温度变化影响	/	≤±5% F.S.	/	/	≤3%所用最低测量范围上限值
电压变化影响	/	≤±2% F.S.	/	≤±2% F.S.	≤2%所用最低测量范围上限值
原位式交叉叠加测量 光束偏移影响	/	≤±2% F.S.	/	/	≤2%所用最低测量范围上限值
干扰物质影响	/	≤±4% F.S.	/	/	≤4%所用最低测量范围上限值
振动的影响	/	≤±2% F.S.	/	/	/
平行性	/	/	≤±3.3% F.S.	/	/
数据有效率	/	/	≥95%	/	/
最小维护间隔	/	/	8 天	/	/
采样管线与处理系统的 损耗与泄露	/	/	/	/	≤2%测量值
校准漂移 （类似 24h 漂移）	绝对误差≤ ±0.5% （气体标称 值）	/	/	/	/

示值误差	/	/	/	≤±4% F.S.	/
检出限	/	/	/	≤1% F.S.	/
承受电压	/	/	/	无异常	/
绝缘性检查	/	/	/	≥5MΩ	/
正确度（均为正值）	相对正确度 ≤20% 或绝对误差 ≤1%	/	与标准参 比方法测 量结果的 相关函数 R ² ≥0.90	/	/

注：F.S.表示满量程。

我国现行的固定污染源自动监测技术相关标准，尚未对二氧化碳自动监测提出系统的技术规范要求。《固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范》（HJ 75-2017）和《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 76-2017）两项环境标准对颗粒物和气态污染物排放自动监测系统相关技术要求作出详细规定，其部分技术内容同样适用于 CO₂ 和烟气参数自动监测，对本标准编制具有重要参考价值。

电力行业标准《火电厂烟气二氧化碳排放连续监测技术规范》（DL/T 2376—2021）于 2022 年 3 月 22 日正式实施，在自动监测仪器技术验收指标方面提出了响应时间、24h 漂移、示值误差及正确度等具体要求。

3.3 二氧化碳监测仪器现状

现有的二氧化碳自动监测仪器品牌、类型繁多，进口及国产仪器、稀释和直抽均占有一定市场份额。国产自动监测仪器出现了百花齐放、百家争鸣的态势。针对本标准中的二氧化碳自动监测，目前国内市场主要稀释法和直抽法两种预处理方式的仪器，仪器原理主流为 NDIR，性能差异不大，大部分国产及进口仪器均具备较高的自动监测水平。

厂商/品牌	进口品牌 1	进口品牌 2	国产品牌 1	进口品牌 3	进口品牌 4	国产品牌 2
采样/预处理方式	直抽/冷干	直抽/冷干	直抽/冷干	冷干/直接抽取法	稀释	直抽/冷干
仪器原理	NDIR	NDIR	NDIR	NDIR	NDIR	NDIR
伴热管线温度（如有）	120	150	140	≥120℃	无	180

冷干法冷凝器温度 (如有)	4	3	2	2±1℃	无	2-6
量程	0-20	0-20	0-5-25	0-20	0-100%	0-50
响应时间	<30s	12	100	≤100 秒	100s	<200
168h 零点漂移	≤1%F.S.	≤±1%	1	±1%FS	+/- 0.1% O ₂	±2%满量程以内
168h 量程漂移	≤1%F.S.	≤±1%	1	±2%FS	+/- 0.1% O ₂	±2%满量程以内
重复性	≤0.5%F.S.	≤±1%	1	±1%FS	+/- 0.1% O ₂	≤2
示值误差	≤0.5%F.S.	≤±1%	1	<0.5%FS	+/- 0.1% O ₂	≤2
校准方式/建议间隔	<5%	2%	1	自动/手动标定	+/- 0.1% O ₂	±5%以内
建议	手动/自动/7 天	自动	零点校准：自动/2h， 可设(1-24)h; 量程校准：手动/(1-2) 周	/	自动、手动都有/24 小 时零点自动校准，量程 7 天校准一次	零点可自动校准，建议 间隔 6 小时

4. 制订的依据、原则及技术路线

4.1 标准编制依据

- 1) 《关于加强重点排污单位自动监控建设工作的通知》（环办环监[2018]25 号）
- 2) 《固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范》（HJ 75—2017）
- 3) 《固定污染源二氧化碳排放连续监测系统技术要求》（同步预研中）
- 4) 《固定污染源排放口监测点位设置技术指南》（报批稿）

4.2 标准编制原则

1) 在切合相关环境管理要求前提下,将固定污染源废气中二氧化碳自动监测系统的建设、运行和管理要求进行精简整合,提高环境管理效能。HJ 75 中相关要求可以适用于二氧化碳自动监测系统的内容,适当直接参照引用。

2) 以科学性、先进性和可操作性为基本原则,突出响应管理需求的迅速性,借鉴《固定污染源二氧化碳排放连续监测系统技术要求》(T/CAEPI 48—2022)中的技术指标的和验证试验数据,保证标准出台时效性。

3) 考虑涉及碳监测试点工作中各重点行业要求,力求覆盖全面,适用于各行业对二氧化碳自动监测系统的建设、运行和管理。

4.3 制订技术路线

本技术规范适用于固定污染源 CO₂ 自动监测系统(先期考虑火电行业),主要包括以下方面。

1) 系统组成和功能要求研究。确认本技术规范的组成和功能,主要包括 CO₂ 监测单元、烟气参数(温度、压力、流速等)检测单元、数据采集与处理单元。提出各单元应具备的基本功能。

2) 系统主要技术性能研究。研究确认系统的技术要求:包括外观要求、温度、湿度、供电等工作条件要求、绝缘、漏电等安全要求、样品采集和传输装置要求、预处理设备要求及辅助设备要求、校准功能要求及数据采集和传输设备要求等。研究确认系统的性能指标:包括实验室监测指标,如重复性、误差、漂移等;排放现场检测指标,如示值误差、系统响应时间、漂移、准确度等。

3) 系统站房及安装要求研究。研究确认站房基础载荷、供电保温、有证标准气体、防水隔热、满足数据传输通讯条件等要求。研究确认系统安装位置要求,包括安装位置的一般要求、采样平台与采样孔位置、安装施工要求等。

4) 系统技术指标调试检测研究。研究确认系统的技术性能指标调试检测要求。包括 CO₂ 监测单元的零点漂移、量程漂移、响应时间、准确度、示值误差等,流速监测单元的速度场系数、精密度、准确度等。

5) 系统技术验收参数研究。研究确认系统的技术验收条件及技术验收要求。包括验收的操作步骤、技术指标范围、技术要求条件等。研究确认系统的联网验收要求,包括操作步骤、稳定性、安全性、正确性、技术指标要求等。

6) 系统日常运行管理要求研究。研究确认系统的日常运行管理要求。包括日常巡检、日常维护保养、校准和校验等。

7) 系统质量保证措施研究。研究确认影响数据质量的关键因素及质量保证措施。包括定期校准、定期维护、定期校验频次、常见故障分析及排除方法、失控数据判别修约方法等。

8) 数据审核和处理方法研究。研究确认数据审核和处理方法。提出数据审核及无效时间段数据处理方法,提出数据记录与报表格式。

此外,本规范还将通过不同现场以及同一现场不同工况,评估 CO₂ 自动监测系统的稳定性及适用性,验证技术指标可行性。

5. 主要技术内容及说明

5.1 范围

本文件规定了固定污染源二氧化碳排放自动监测系统的系统组成与功能要求、技术要求、现场性能指标、监测站房、安装要求、技术性能指标调试检测、技术验收、日常运行维护要求、质量保证和质量控制要求及数据审核和处理等有关要求。

本文件适用于固定污染源二氧化碳排放自动监测系统的安装、验收、运行和管理。

5.2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本文件。

HJ 75 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范

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 212 污染物自动监测监控系统数据传输技术要求

HJ 870 固定污染源废气 二氧化碳的测定 非分散红外吸收法

HJ 1240 固定污染源废气 气态污染物（SO₂、NO、NO₂、CO、CO₂）的测定 便携式傅里叶变换红外光谱法

HJ 1405 排污单位污染物排放口监测点位设置技术规范

5.3 术语和定义

HJ 75 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

5.3.1 自动监测系统 continuous monitoring system (CMS)

实时、连续监测固定污染源废气参数所需要的全部设备。

5.3.2 CO₂排放自动监测系统 CO₂ continuous emission monitoring system (CO₂-CEMS)

实时、连续监测固定污染源废气中二氧化碳排放浓度和排放量所需的全部设备。

5.3.3 有效数据 valid data

符合本文件技术指标要求，经验收合格的 CO₂-CEMS，在固定污染源排放废气条件下，CO₂-CEMS 正常运行所测得的数据。

5.3.4 有效小时均值 valid hourly average

整点 1 h 内不少于 45 min 有效数据的算术平均值。

5.3.5 参比方法 reference method

用于与 CO₂-CEMS 测量结果相比较的国家或行业发布的标准方法。

5.3.6 校验 checkout/verification

用参比方法对 CO₂-CEMS（含取样系统、分析系统）检测结果进行相对正确度、相关系数、相对误差、绝对误差等的比对检测过程。

5.3.7 调试检测 performance testing

CO₂-CEMS 安装、初调和至少正常连续运行168 h 后，于技术验收前对CO₂-CEMS 进行的校准和校验。

5.3.8 系统响应时间 response time

指从 CO₂-CEMS 采样系统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%的时刻为止，中间的时间间隔。包括管线传输时间和仪表响应时间。

5.3.9 零点漂移 zero drift

在仪器未进行维修、保养或调节的前提下，CO₂-CEMS 按规定的时间运行后通入零点气体，仪器的读数与零点气体初始测量值之间的偏差相对于满量程的百分比。

5.3.10 量程漂移 span drift

在仪器未进行维修、保养或调节的前提下，CO₂-CEMS 按规定的时间运行后通入量程校准气体，仪器的读数与量程校准气体初始测量值之间的偏差相对于满量程的百分比。

5.3.11 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。

5.4 系统组成与功能要求

5.4.1 固定污染源 CO₂-CEMS 由 CO₂ 浓度监测单元、废气参数监测单元、数据采集、处理与传输单元组成。其中，废气参数监测单元包括流速自动测量系统、温度自动测量系统、湿度自动测量系统；或可充分利用现有固定污染源烟气排放自动监测系统，增加二氧化碳浓度监测单元，实现二氧化碳排放自动监测。

5.4.2 固定污染源 CO₂-CEMS 系统结构主要包括样品采集和传输装置、预处理设备、分析仪器、数据采集和传输设备以及其他辅助设备。依据 CO₂-CEMS 测量方式和原理的不同，由上述全部或部分结构组成。

5.4.3 CO₂-CEMS 应实现测量废气中二氧化碳浓度、废气参数（温度、压力、流速或流量、湿度等），同时计算废气中二氧化碳排放速率和排放量，

显示（可支持打印）和记录各种数据和参数，形成相关图表，并通过数据、图文等方式进行传输。

5.4.4 输出参数计算应满足文本附录 A 要求。

5.5 技术要求

5.5.1 CO₂-CEMS 满足 HJ 76 中外观要求、工作条件要求及安全要求。

5.5.2 CO₂-CEMS 样品采集和传输装置、预处理设备、辅助设备符合 HJ76 要求。

5.5.3 CO₂-CEMS 校准功能、数据采集和传输设备符合 HJ76 要求。

5.6 现场性能指标

5.6.1 CO₂浓度监测单元

5.6.1.1 示值误差：与标准气体标称值的相对误差不超过±3%。

5.6.1.2 响应时间：≤200s。

5.6.1.3 24h 零点漂移和量程漂移：不超过满量程的±2.5%。

5.6.1.4 正确度：用参比方法测量烟气中二氧化碳的浓度≤10%时，绝对误差不超过±1%；参比方法二氧化碳浓度>10%时，相对误差不超过±10%。

5.6.2 流速自动测量系统

5.6.2.1 速度场系数精密度：相对标准偏差≤5%。当速度场系数精密度不满足要求，参比方法与流速 CEMS 有效数据对数≥9 时，相关系数≥0.9。

5.6.2.2 正确度：当参比方法测量烟气流速平均值：流速>10m/s 时，相对误差不超过±8%；流速≤10m/s 时，相对误差不超过±10%。

5.6.3 温度自动测量系统

正确度：与参比方法测量结果平均值的绝对误差：不超过±3℃。

5.6.4 湿度自动测量系统

5.6.4.1 正确度：当参比方法测量废气湿度的平均值：>5.0%且≤40%时，相对误差不超过±25%；湿度≤5.0%时，绝对误差不超过±0.75%。

5.7 监测站房

CO₂-CEMS 监测站房应满足 HJ75 中相关要求。

5.8 安装要求

5.8.1 安装位置要求

5.8.1.1 满足 HJ 1405 中安装位置要求。

5.8.1.2 若一个固定源排气先通过多个烟道或管道后进入该固定源的总排气管时，应尽可能将 CO₂-CEMS 安装在总排气管上，但要便于用参比方法校验 CO₂-CEMS，不得只在其中的一个烟道或管道上安装 CO₂-CEMS，并将测定值作为该固定源的 CO₂ 排放量结果；但允许在每个烟道或管道上安装 CO₂-CEMS，CO₂ 排放量测量值为所有烟道测量值的和。

5.8.2 安装施工要求

满足 HJ 75 中安装施工要求。

5.9 技术性能指标调试检测

5.9.1 CO₂-CEMS 在完成安装、初调，并连续运行 168 h 后，应进行技术性能指标的调试检测。调试检测的技术性能指标包括：

- a)CO₂-CEMS 示值误差；
- b)CO₂-CEMS 系统响应时间；
- c)CO₂-CEMS 零点漂移
- d)CO₂-CEMS 量程漂移；
- e)CO₂-CEMS 正确度；
- f)流速 CMS 速度场系数
- g)流速 CMS 速度场系数精密度；
- h)流速 CMS 正确度；
- i)温度 CMS 正确度；
- j)湿度 CMS 正确度。

5.9.2 调试期间如果因 CEMS 故障、固定污染源故障、断电等原因造成调试检测中断，在恢复正常后，应重新开始进行为期 72 h 的调试检测。

5.9.3 技术性能指标的调试检测要求如下：

正确度检测须在生产设备正常且稳定运行的条件下开展。

各技术性能指标的调试检测方法按照文本附录 C 进行，调试检测技术性能指标要求应符合本文件表 1 规定。调试检测结果不满足本文件技术性能指

标要求时参见 HJ 75 中技术指标调试检测结果分析和处理方法，调试检测数据记录格式参见文本附录 D 格式，调试检测完成后编制调试检测报告，报告的格式参见文本附录 E，调试检测结果应达到本文件表 1 的要求。

表 1 CO₂-CEMS 调试检测和验收技术性能指标要求

检测项目			技术性能指标要求	
CO ₂ -CEMS	CO ₂	示值误差	应在标准气体的标称值的±3%以内	
		系统响应时间	≤200 s	
		24 h 零点漂移和量程漂移	不超过满量程的±2.5%	
		正确度	浓度≤10%时，绝对误差不超过±1%	
	浓度>10%时，相对误差不超过±10%			
流速 CMS	流速	速度场系数精密度	≤5%	
		相关系数 ^a	≥9 个数据时，相关系数≥0.90。	
		正确度	流速>10 m/s 时，相对误差应在±8%以内。	
	流速≤10 m/s 时，相对误差应在±10%以内。			
温度 CMS	温度	正确度	绝对误差平均值应在±3 ℃以内。	
湿度 CMS	湿度	正确度	湿度>5.0%且≤40%时，相对误差应在±25%以内。	
			湿度≤5.0%时，绝对误差应在±0.75%以内。	
注：以上各技术指标区间划分以参比方法测量结果为准。				
a：当速度场系数精密度不满足本标准要求，进行相关系数校准时应满足本条要求。				

5.10 技术验收

5.10.1 总体要求

CO₂-CEMS 在完成安装、调试检测后，应进行技术验收，包括 CO₂-CEMS 技术指标验收和联网验收。其中，技术指标验收中的正确度验收应在其他各项技术指标验收合格后开展。

5.10.2 技术验收条件

符合下列要求的 CO₂-CEMS 才可以开展技术验收工作：

- a) CO₂-CEMS 的安装位置及手工采样位置符合文本第 8 章要求；
- b) 数据采集和传输以及通信协议均应符合 HJ 212 相关要求，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做出响应；
- c) 根据本标准第 9 章要求进行了 72 h 的调试检测，并提供调试检测合格报告及调试检测结果数据；
- d) 调试检测后至少稳定运行 7 d。

5.10.3 技术指标验收

5.10.3.1 一般要求

5.10.3.1.1 CO₂-CEMS 技术指标验收包括 CO₂ 浓度和废气参数技术指标验收。

5.10.3.1.2 验收前 24h，需对待测 CO₂-CEMS 进行零点和量程校准，记录设备零点和量程读数，以此作为验收时计算 24h 零点漂移和量程漂移的初始读数。验收期间除本文件规定操作外，不允许对 CO₂-CEMS 进行零点和量程校准、维护、检修、调节。

5.10.3.1.3 验收期间，生产设备应正常且稳定运行，测试期间工况应保持稳定。

5.10.3.1.4 验收时应采用有证标准物质或标准样品。标准气体要求贮存在铝或不锈钢瓶中，不确定度不超过±2%。

5.10.3.1.5 零气应采用纯度≥99.99%的氮气。

5.10.3.1.6 量程标气采用二氧化碳标气，其浓度控制在满量程的 80%~100%范围内。

5.10.3.1.7 对完全抽取法和稀释抽取法 CO₂-CEMS 进行全系统零点校准和量程校准、示值误差和系统响应时间检测时，零气和标准气体应通过校准管线输送至采样探头处，经由样品传输管线回到站房，经过全套预处理设施后进入 CO₂ 监测单元进行分析，不得直接通入 CO₂ 监测单元。

5.10.3.1.8 对于完全抽取法 CO₂-CEMS，验收前应检查采样伴热管的设备，加热温度≥120℃，且应高于烟气露点温度 10℃以上。冷干法 CO₂-CEMS 冷凝器的设置和实际控制温度应保持 2℃~6℃。

5.10.3.1.9 日常运行中更换 CO₂-CEMS 分析仪表或变动 CO₂-CEMS 取样点位时，应分别满足本标准 8.1 和 8.2 要求，并进行再次验收。

5.10.3.2 验收内容

5.10.3.2.1 一般要求

技术指标验收内容包括零点漂移、量程漂移、示值误差、系统响应时间和正确度验收。

采用参比方法进行正确度验收时，流速、烟温、湿度应采集不少于 5 个有效的数据对，二氧化碳浓度采集不少于 9 个有效的数据对。

5.10.3.2.2 CO₂ 浓度

CO₂ 浓度及时指标验收包括示值误差、系统响应时间、零点漂移、量程漂移和正确度验收。现场验收时，先做示值误差和系统响应时间的验收测试，不符合技术要求的，不在继续开展其余项目验收。技术指标应满足本标准表 1 要求，操作步骤和计算公式按照文本附录 C 相关要求执行。

正确度验收时，待测 CO₂-CEMS 与参比方法同步对固定源 CO₂ 浓度进行测量。

参比方法可选用 HJ 870 及 HJ1240，也可选用国家制订发布的其它 CO₂ 测试方法标准。

5.10.3.2.3 氧含量、流速、烟温和湿度

技术指标应满足本文件表 1 要求，操作步骤和计算公式应按照文本附录 C 相关要求执行。

5.10.3.3 验收报告

技术指标验收测试报告应包括以下信息：

- a) 报告标识-编号；
- b) 检测日期和编制报告日期；
- c) CO₂-CEMS 标识-制造单位、型号和系列编号；
- d) 包括在系统中的 CO₂-CEMS 的主要组件；
- e) 安装 CO₂-CEMS 的企业名称和安装位置相关污染源名称；
- f) 环境条件记录情况（大气压力、环境温度、环境湿度）；
- g) 示值误差、系统响应时间、零点漂移和量程漂移及正确度验收引用的标准及技术指标要求；
- h) 可溯源到国家标准的标准气体；
- i) 参比方法所用的主要设备、仪器等；
- j) 检测结果和结论；
- k) 测试单位；
- l) 三级审核签字；
- n) 验收测试结果和验收测试报告，格式参见 HJ 75 中的固定污染源烟气排放自动监测系统技术指标验收报告；

o) 备注（技术验收单位认为与评估 CO₂-CEMS 性能相关的其他信息）。

技术指标验收完成后编制技术指标验收测试报告，技术指标验收结果应达到本文件表 1 的要求。

5.10.4 CO₂-CEMS 联网验收

联网验收内容和技术指标按照 HJ 75、HJ 212 相关要求执行。

5.11 日常运行维护要求

5.11.1 总体要求

CO₂-CEMS 运维单位应根据 CO₂-CEMS 使用说明书和本文件的要求编制仪器运行管理规程，确定系统运行操作人员和管理维护人员的工作职责。运维人员应当熟练掌握 CO₂-CEMS 的原理、使用和维护方法。

5.11.2 巡检及维护保养

CO₂-CEMS 日常运行维护应包括日常巡检和日常维护保养，需满足 HJ 75 中日常巡检和日常维护保养的相关要求，相关记录格式参见文本附录 E。

5.11.3 常见故障分析及排除

满足 HJ 75 中常见故障分析及排除的相关要求，记录格式参见文本附录 E。

5.12 质量保证和质量控制要求

5.12.1 一般要求

日常运行中的质量保证和质量控制是保障 CO₂-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。在运行管理过程中，当 CO₂-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。

5.12.2 定期校准

定期校准应满足 HJ 75 中完全抽取法和稀释抽取法 CEMS 定期校准的相关要求。

校准技术指标应满足本文件表 1 要求。定期校准记录格式参见文本附录 E。

5.12.3 定期校验

CO₂-CEMS 投入使用后，燃料变化、安装点的振动等会对测量结果的准确性产生影响。CO₂-CEMS 运维单位应根据本文件要求制定定期校验操作规程，定期校验应做到：

a) 每 3 个月做一次校验，参比方法与 CO₂-CEMS 同时段数据进行比对，按照本文件 5.10.3 进行；

b) 当校验结果不符合本文件表 1 中正确度指标要求时, 参照 HJ 75 相关要求执行。

5.12.4 标准气体

系统日常运行中使用的标准气体应满足以下要求:

- a) 标准气体须在有效期内使用, 其标准物质认定证书中不确定度应在 $\pm 2\%$ 以内; 零气可使用氮气(纯度 $\geq 99.99\%$);
- b) 采用稀释设备对标准气体进行稀释配比的, 稀释设备的精密度在 1%以内。

5.12.5 技术指标抽检

按本文件 5.9.3 对部分或全部 CO₂-CEMS 技术指标抽检时, 检测结果应符合本文件表 1 要求。对 CO₂-CEMS 技术指标进行抽检时, 可不对零点和量程进行校准。

用参比方法开展 CO₂-CEMS 正确度抽检时, 监测样品数量可相应减少, CO₂ 浓度至少获取 6 组数据对, 流速、温度、湿度至少获取 3 组数据对。

5.13 数据审核和处理

5.13.1 CO₂-CEMS 数据审核

按照 HJ 75 中数据审核相关要求开展数据审核。

5.13.2 CO₂-CEMS 数据无效时间段数据处理

按照 HJ 75 中 CEMS 排放量的数据无效时间段数据处理相关要求执行。

5.13.3 数据记录与报表

5.13.3.1 记录

监测结果记录形式参见文本附录 D 表格。

5.13.3.2 报表

定期形成 CO₂-CEMS 数据报表, 形式参见文本附录 D, 报表中应给出最大值、最小值、平均值、累计排放量以及参与统计的样本数。

6. 相关技术指标的确定

6.1 CO₂-CEMS 技术指标

6.1.1 24 h 零点漂移、量程漂移

CO₂-CEMS 调试检测和验收的 24 h 零点漂移和量程漂移技术性能指标要求为应在 F.S.的 $\pm 2.5\%$ 以内。在钢铁(烧结、焦炉、高炉, 冷轧、热轧、环

形加热、热处理）、火电、焚烧等行业监测中的在线设备包括冷干直抽法、稀释法、抽取式（傅里叶）、涵盖进口和国产设备，对每周开展零点及量程漂移测试，随机挑选其中 105 次校准测试结果，性能指标均能满足 F.S.的±2.5%以内。参考 HJ 75 中 SO₂、NO_x 的技术指标要求。

表 CO₂-CEMS 零点及量程漂移技术指标要求

标准编号	监测因子	示值误差技术指标要求
本标准	二氧化碳	应在 F.S.的±2.5%以内。（F.S.表示满量程）

表 CO₂-CEMS 试验测试零点及量程漂移汇总

测试次数	零点漂移 (%)	跨度漂移 (%)	测试次数	零点漂移 (%)	跨度漂移 (%)	测试次数	零点漂移 (%)	跨度漂移 (%)
1	-0.13	0.22	36	0.07	0.05	71	0.07	-0.11
2	0.14	0.04	37	0.06	-0.05	72	0.12	-0.22
3	0.14	0.21	38	0.06	0.11	73	0.01	0.10
4	-0.15	-0.02	39	0.01	-0.25	74	0.02	0.01
5	-0.09	0.24	40	0.04	-0.15	75	0.09	-0.08
6	-0.01	-0.04	41	0.14	0.12	76	0.14	0.08
7	0.12	-0.19	42	0.08	0.14	77	-0.06	-0.09
8	0.14	-0.07	43	0.15	-0.14	78	-0.06	0.17
9	0.08	0.23	44	0.11	-0.16	79	0.12	0.15
10	0.06	0.20	45	-0.07	-0.07	80	0.09	0.22
11	0.05	0.21	46	0.11	-0.22	81	-0.15	0.10
12	-0.15	0.19	47	0.10	-0.24	82	-0.12	-0.03
13	0	0.21	48	0.06	-0.13	83	-0.10	0.11
14	-0.02	-0.05	49	-0.10	0.01	84	-0.14	0.21

测试次数	零点漂移 (%)	跨度漂移 (%)	测试次数	零点漂移 (%)	跨度漂移 (%)	测试次数	零点漂移 (%)	跨度漂移 (%)
15	-0.04	-0.08	50	-0.15	-0.09	85	0.15	0.23
16	0.08	-0.2	51	0.05	0.11	86	0.05	0.13
17	-0.14	0.07	52	0.01	-0.17	87	-0.09	-0.14
18	-0.05	-0.10	53	0.07	0.09	88	-0.07	0.20
19	0.03	-0.24	54	0	0.12	89	0.11	0.08
20	-0.14	-0.20	55	-0.05	-0.11	90	0.07	-0.02
21	0	-0.03	56	0.01	-0.18	91	-0.12	-0.22
22	-0.08	-0.25	57	0.13	0.10	92	-0.08	0.10
23	-0.03	0.20	58	-0.06	-0.19	93	-0.15	0.02
24	-0.14	-0.06	59	0.12	-0.11	94	-0.09	0.13
25	-0.10	0.14	60	0.03	0.19	95	0.06	0
26	0.08	-0.05	61	-0.04	-0.19	96	-0.09	0.08
27	-0.15	0	62	-0.12	-0.11	97	0.06	0.15
28	0.03	-0.02	63	-0.13	-0.16	98	0.08	-0.24
29	-0.08	-0.07	64	0.13	0.05	99	-0.09	-0.20
30	-0.14	-0.12	65	-0.15	-0.02	100	0.11	-0.22
31	0.04	0.11	66	0.01	0.06	101	0.09	0.19
32	-0.09	0.23	67	0.04	0.09	102	0.11	0.01
33	-0.05	0.04	68	0.14	-0.03	103	-0.04	-0.17
34	0.12	0.03	69	-0.11	-0.07	104	-0.10	0
35	0.15	0.06	70	0.07	-0.05	105	0.10	0.11

6.1.2 系统响应时间

考虑到传输时间过长一方面会影响自动数据的准确和稳定性，另一方面也会增加日常标气损耗、运维及维修难度，因此增加系统响应时间要求，本标准规定系统响应时间 ≤ 200 s。

表 CO₂-CEMS 系统响应时间技术指标要求

标准编号	监测因子	技术指标要求
本标准	二氧化碳	≤ 200 s

表 CO₂-CEMS 试验测试响应时间汇总

测试次数	响应时间 (S)	采样方式	仪器商
1	97	冷干法-抽取式	国产品牌 1
2	103	冷干法-抽取式	国产品牌 2
3	139	冷干法-抽取式	国产品牌 3
4	99	冷干法-抽取式	进口品牌 1
5	100	冷干法-抽取式	进口品牌 2
6	121	冷干法-抽取式	进口品牌 3
7	88	稀释法	进口品牌 4
8	101	抽取式（傅里叶）	进口品牌 5
9	134	冷干法-抽取式	国产品牌 1
10	50	冷干法-抽取式	国产品牌 2
11	110	冷干法-抽取式	国产品牌 3
12	71	冷干法-抽取式	进口品牌 1
13	68	冷干法-抽取式	进口品牌 2
14	101	冷干法-抽取式	进口品牌 3

测试次数	响应时间（S）	采样方式	仪器商
15	100	稀释法	进口品牌 4
16	131	抽取式（傅里叶）	进口品牌 5
17	98	冷干法-抽取式	国产品牌 1
18	98	冷干法-抽取式	国产品牌 2
19	102	冷干法-抽取式	国产品牌 3
20	88	冷干法-抽取式	进口品牌 1
21	102	冷干法-抽取式	进口品牌 2
22	141	冷干法-抽取式	进口品牌 3
23	85	稀释法	进口品牌 4
24	99	抽取式（傅里叶）	进口品牌 5

6.1.3 示值误差

CO₂-CEMS 调试检测和验收的示值误差技术要求主要参考 HJ 75 中 SO₂、NO_x 的示值误差技术要求。为验证技术指标设置的可达性，编制组对不同品牌、厂家的二氧化碳自动监测设备开展了现场测试，根据大量现场测试结果，目前市面上大多数 CO₂-CEMS 的技术性能均可满足这一设定要求。

表 CO₂-CEMS 示值误差技术指标要求

标准编号	监测因子	示值误差技术指标要求
HJ 75	二氧化硫	当满量程 $\geq 100 \mu\text{mol/mol}$ （286 mg/m ³ ）时，示值误差应在 $\pm 5\%$ 以内（相对于标准气体标称值）； 当满量程 $< 100 \mu\text{mol/mol}$ （286 mg/m ³ ）时，示值误差应在 $\pm 2.5\%$ 以内（相对于仪表满量程值）。
	氮氧化物	当满量程 $\geq 200 \mu\text{mol/mol}$ （410 mg/m ³ ）时，示值误差应在 $\pm 5\%$ 以内（相对于标准气体标称值）； 当满量程 $< 200 \mu\text{mol/mol}$ （410 mg/m ³ ）时，示值误差应在 $\pm 2.5\%$ 以内（相对于仪表满量程值）。
本标准	二氧化碳	示值误差应在 $\pm 5\%$ 以内（相对于标准气体的标称值）。

表 CO₂-CEMS 试验测试示值误差汇总

测试次数	示值误差 (%)	采样方式	仪器商
1	-1.00	冷干法-抽取式	国产品牌 1
2	0.38	冷干法-抽取式	国产品牌 2
3	-0.22	冷干法-抽取式	国产品牌 3
4	0.01	冷干法-抽取式	进口品牌 1
5	-0.49	冷干法-抽取式	进口品牌 2
6	-0.37	冷干法-抽取式	进口品牌 3
7	0.26	稀释法	进口品牌 4
8	0.15	抽取式（傅里叶）	进口品牌 5
9	0.49	冷干法-抽取式	国产品牌 1
10	0.51	冷干法-抽取式	国产品牌 2
11	1.58	冷干法-抽取式	国产品牌 3
12	1.98	冷干法-抽取式	进口品牌 1
13	-4.20	冷干法-抽取式	进口品牌 2
14	-2.42	冷干法-抽取式	进口品牌 3
15	0.25	稀释法	进口品牌 4
16	0.98	抽取式（傅里叶）	进口品牌 5
17	-2.50	冷干法-抽取式	国产品牌 1
18	0.51	冷干法-抽取式	国产品牌 2
19	-1.02	冷干法-抽取式	国产品牌 3
20	0.01	冷干法-抽取式	进口品牌 1
21	-0.02	冷干法-抽取式	进口品牌 2
22	-2.97	冷干法-抽取式	进口品牌 3

测试次数	示值误差 (%)	采样方式	仪器商
23	0.21	稀释法	进口品牌 4
24	-0.15	抽取式 (傅里叶)	进口品牌 5

6.1.4 正确度

CO₂-CEMS 调试检测和验收的正确度技术要求如下:

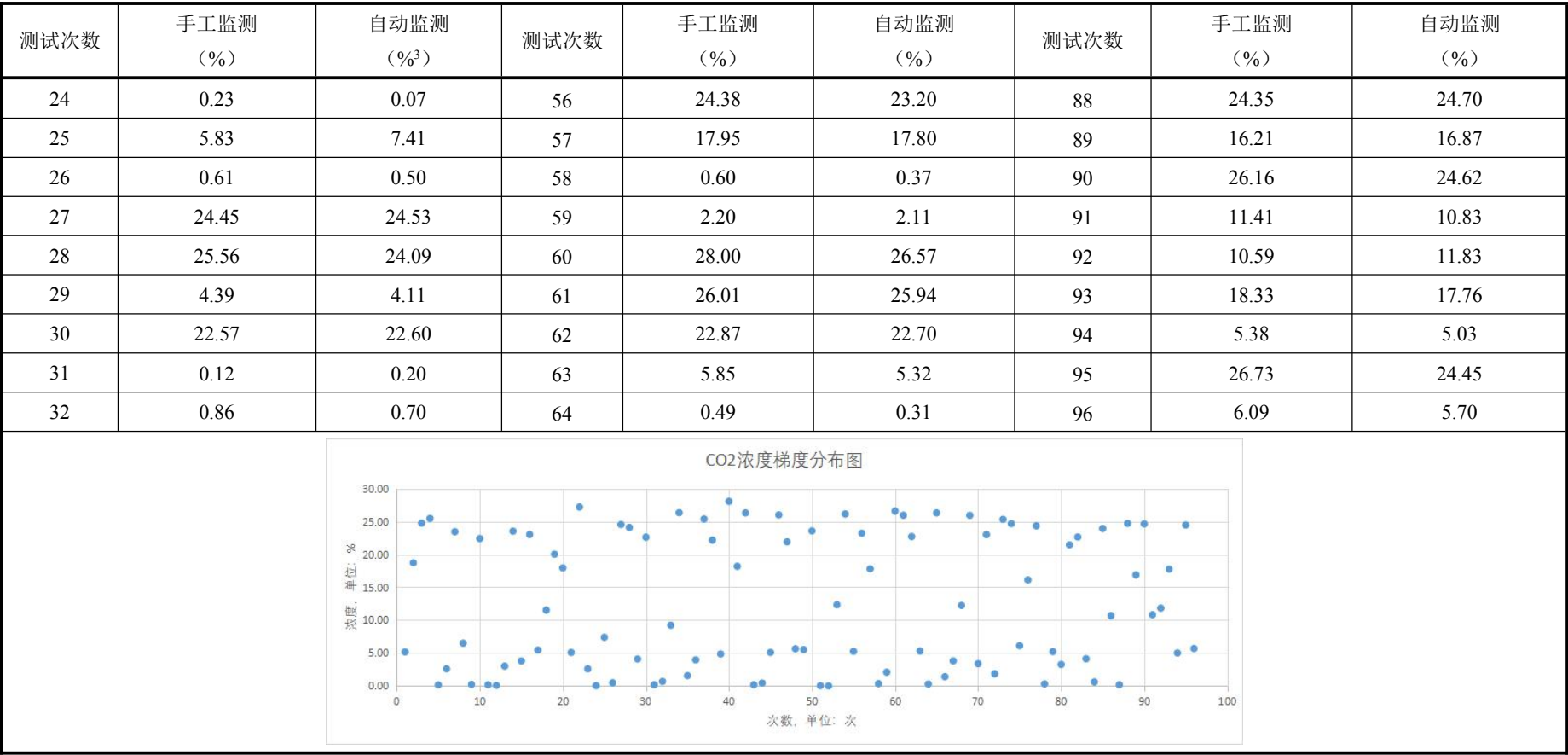
表 CO₂-CEMS 调试检测和验收技术性能指标要求

检测项目		技术性能指标要求
CO ₂	系统响应时间	≤200 s
	示值误差	应在标准气体的标称值的±3%以内。
	24 h 零点漂移和量程漂移	应在 F.S.的±2.5%以内。
	正确度	浓度≤10%时, 绝对误差不超过±1%; 浓度>10%时, 相对误差不超过±10%。
注 1: F.S.表示满量程; 注 2: 二氧化碳参比方法和 CO ₂ -CEMS 测定值均为干烟气体积浓度值。		

在钢铁企业的焦炉、烧结、高炉, 冷轧、热轧、石灰窑、环形加热、热处理及火电、焚烧企业二氧化碳主要排放点位进行了二氧化碳排放监测, 结果表明不同行业、点位的二氧化碳排放浓度为 1%~30%, 分布范围较广。

表 CO₂-CEMS 正确度试验数据汇总

测试次数	手工监测 (%)	自动监测 (% ³)	测试次数	手工监测 (%)	自动监测 (%)	测试次数	手工监测 (%)	自动监测 (%)
1	5.70	5.19	33	8.61	9.23	65	26.02	26.29
2	18.68	18.71	34	26.15	26.32	66	1.69	1.42
3	24.96	24.74	35	1.49	1.58	67	3.61	3.83
4	24.58	25.45	36	3.82	3.98	68	12.22	12.25
5	0.59	0.17	37	25.36	25.37	69	25.28	25.92
6	2.59	2.62	38	21.23	22.15	70	3.26	3.40
7	25.33	23.43	39	5.12	4.88	71	22.21	23.00
8	6.39	6.52	40	29.51	28.04	72	1.92	1.87
9	0.38	0.25	41	18.53	18.18	73	25.39	25.31
10	21.87	22.40	42	26.49	26.29	74	24.87	24.67
11	0.44	0.19	43	0.16	0.20	75	5.95	6.13
12	0.27	0.11	44	0.63	0.46	76	16.85	16.12
13	3.08	3.03	45	5.07	5.11	77	25.59	24.33
14	23.08	23.52	46	26.02	25.99	78	0.04	0.33
15	3.74	3.81	47	21.70	21.89	79	5.34	5.24
16	22.79	23.01	48	5.58	5.67	80	3.30	3.29
17	5.83	5.47	49	5.77	5.54	81	20.54	21.44
18	11.92	11.54	50	23.39	23.56	82	22.07	22.63
19	18.99	20.02	51	0.09	0.06	83	3.99	4.15
20	17.47	17.94	52	0.06	0.03	84	0.61	0.63
21	5.34	5.10	53	12.26	12.35	85	23.61	23.92
22	28.99	27.18	54	25.93	26.13	86	10.48	10.70
23	2.59	2.62	55	5.70	5.27	87	0.05	0.20



在钢铁（焦炉、烧结、高炉，冷轧、热轧、石灰窑、环形加热、热处理）及火电、焚烧等行业中每月开展正确度测试，其中 96 次正确度测试结果。

表 正确度试验结果浓度分布表

类别	出现次数	
----	------	--

类别	出现次数	
≥20%	35	
≥14%~<20%	8	
≥7%~<14%	7	
<7%	46	

编制组结合 CO₂-CEMS 在试点监测工作中开展测试验证，无论国产及进口品牌，稀释法及冷干法，非分散红外法及傅里叶变换红外光谱法均可有效通过正确度测试，其中 3 次不通过原因系设备故障，待修复后亦可通过正确度核查。

6.2 废气参数 CMS 技术指标

氧气 CMS、流速 CMS、温度 CMS 以及湿度 CMS 调试检测和验收的相关技术指标要求均参照 HJ 75 制订，其中流速 CMS、湿度 CMS 用于核算其指标要求应进一步收严，见表 10。经试点研究试验流速如仍按 HJ75 中流速>10 m/s 时，相对误差应在±10%以内最终碳排放量偏差较大，该指标具备进一步收严可能性。有利于直接监测值与核算值的准确比较,具可行性实施无困难。

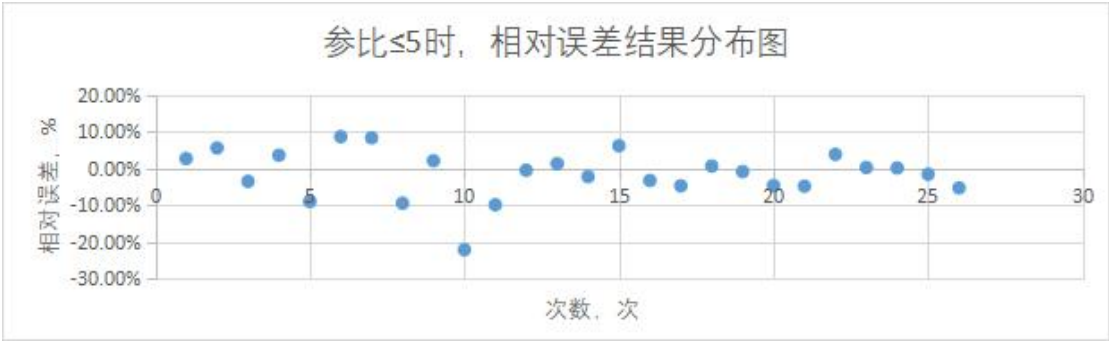
表 废气参数调试检测和验收技术性能指标要求

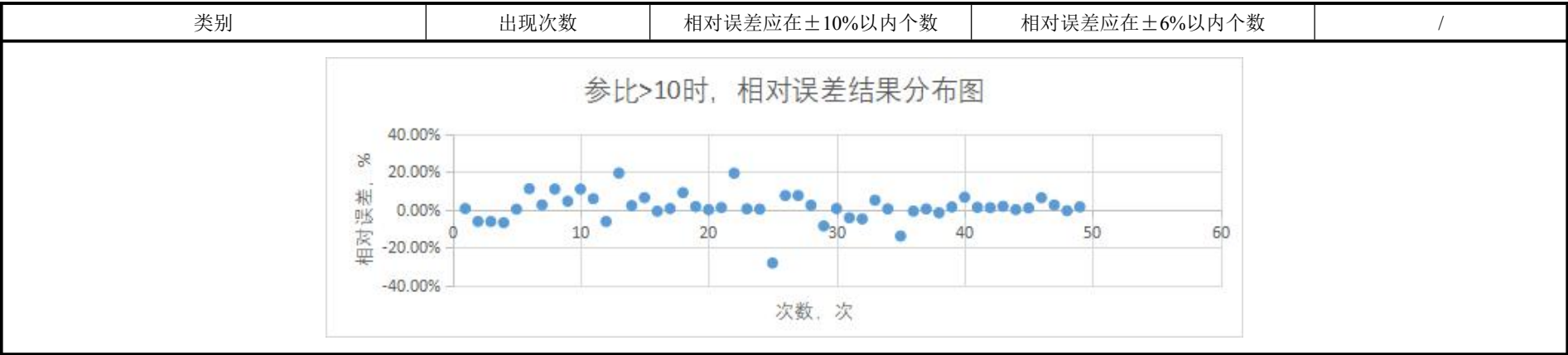
检测项目		技术性能指标要求
流 速	>10 m/s 时	流速>10 m/s 时，相对误差应在±8%以内。
	≤10 m/s 时	流速≤10 m/s 时，相对误差应在±10%以内。
湿 度	≥10%	湿度≥10%时，相对误差应在±15%以内。
	>5.0%~<10%时	湿度>5.0%且≤40%时，相对误差应在±25%以内。
	≤5.0%时	湿度≥1.0%且湿度≤5.0%时，绝对误差平均值应在±0.75%以内。

表 废气参数范围情况表

类别	出现次数	相对误差应在±10%以内个数	相对误差应在±6%以内个数	/
流速>10 m/s 时	49	40	31	

类别	出现次数	相对误差应在±10%以内个数	相对误差应在±6%以内个数	/
流速>5~≤10m/s 时	40	33	42	
流速≤5m/s 时	26	25	19	
湿度≥10%	9	-0.77	13.82	
湿度>5.0%~<10%时	67	0.03	22.3	
湿度≤5.0%时	43	0	1.48	





6.3 数据修约规则

CO₂-CEMS 无效时间段 CO₂ 排放量数据需修约，可采用相邻时间段相似工况即 CO₂-CEMS 失效前 1 小时均值和恢复正常运行后 1 小时排放量的平均值进行数据回补。因在线设备检修停运等原因造成数据缺失的，不按照 HJ75 中相关要求执行,即不再以“前 720 个有效小时排放量最大值”对缺失数据进行计算补充，改为根据相似工况、氧气浓度水平变化等，及相应时间段的二氧化碳平均排放强度，进行数据回补。例如，若当月缺失时间段的烟气中氧气浓度水平与未缺失时间段相比较为稳定，则二氧化碳排放浓度可采用当月未缺失时间段的二氧化碳排放浓度平均值代替。经试点研究试验本措施有利于直接监测值与核算值的准确比较,具可行性实施无困难。

情况一：计划性维护

时间	二氧化碳 %	原始排放量 kg/h	按前后 1 小时修约排放量 kg/h	按前后 3 小时修约排放量 kg/h	正常时段排放量 kg/h	正常时段排放量 kg/h
0:00	4.74	206148.64	206148.64	206148.64	223038.30	213417.24
1:00	4.86	221081.98	221081.98	221081.98	221496.76	198573.47
2:00	4.54	205414.15	205414.15	205414.15	220982.77	204566.76
3:00	4.41	193639.73	193639.73	193639.73	217455.26	215446.78

4:00	4.55	201396.97	201396.97	201396.97	221091.57	211230.17
5:00	4.73	211251.37	211251.37	211251.37	213332.44	207555.89
6:00	4.88	218124.58	218124.58	218124.58	214047.13	207022.71
7:00	4.94	216683.98	216683.98	216683.98	193018.85	202953.80
8:00	4.77	210148.53	210148.53	210148.53	202323.21	204595.45
9:00	4.72	208232.28	208232.28	208232.28	218776.11	197976.26
10:00	4.27	187406.19	187406.19	187406.19	227041.37	206339.77
失效时段	2.01	85574.42	200976.49	206816.00	217241.75	214210.29
失效时段	3.52	160081.57	200976.49	206816.00	213145.30	196277.13
13:00	4.79	214546.80	214546.80	214546.80	209246.59	208073.87
14:00	4.67	209399.03	209399.03	209399.03	205845.73	199983.57
15:00	4.74	211165.10	211165.10	211165.10	215143.03	210811.67
16:00	4.85	214134.10	214134.10	214134.10	211943.04	211332.43
17:00	4.74	202963.24	202963.24	202963.24	208745.69	215253.74
18:00	4.78	201392.57	201392.57	201392.57	210266.23	208078.52
19:00	4.94	214255.25	214255.25	214255.25	217441.91	205806.59
20:00	4.84	210204.16	210204.16	210204.16	204943.05	197002.40
21:00	4.91	218870.33	218870.33	218870.33	203122.69	204529.48
22:00	4.83	218074.81	218074.81	218074.81	212805.13	219248.42
23:00	4.87	219527.70	219527.70	219527.70	207784.22	210783.99
日累计排放量		4859717.45	5016014.44	5027693.46	5110278.13	4971070.40
未修约相对误差					-4.90%	-2.24%
按前后1小时修约后相对误差					-1.84%	0.90%
按前后3小时修约后相对误差					-1.62%	1.14%

情况二：异常、故障等

时间	二氧化碳	原始排放量	按前后1小时	按前后3小时修	正常时段排放量	正常时段排放量
----	------	-------	--------	---------	---------	---------

	%	kg/h	修约排放量 kg/h	约排放量 kg/h	kg/h	kg/h
0:00	18.39	126138.66	126138.66	126138.66	133287.88	143031.93
1:00	18.39	136333.75	136333.75	136333.75	124008.02	137427.23
2:00	18.56	125692.48	125692.48	125692.48	126260.44	146417.84
3:00	18.46	130719.83	130719.83	130719.83	120033.00	125538.75
4:00	18.45	132543.68	132543.68	132543.68	125109.72	117102.18
5:00	18.44	139869.91	139869.91	139869.91	137433.55	129296.78
6:00	18.44	133490.92	133490.92	133490.92	133448.57	133269.37
7:00	18.36	137299.55	137299.55	137299.55	121670.58	125348.13
8:00	18.45	123299.44	123299.44	123299.44	124812.50	125008.49
9:00	18.18	118501.13	118501.13	118501.13	116421.97	121299.20
失效时段	18.35	17001.34	119824.55	124094.00	104000.46	124412.13
失效时段	18.39	11767.03	119824.55	124094.00	125081.99	127300.62
失效时段	18.44	8269.01	119824.55	124094.00	118938.13	127708.80
失效时段	18.45	13260.28	119824.55	124094.00	135152.47	113920.71
失效时段	14.96	92770.39	119824.55	124094.00	147528.41	122270.91
15:00	18.07	121147.98	121147.98	121147.98	137860.29	137148.76
16:00	18.08	118259.48	118259.48	118259.48	152636.10	154040.38
17:00	18.13	126058.14	126058.14	126058.14	123352.32	134978.79
18:00	18.12	130838.93	130838.93	130838.93	108681.09	128813.84
失效时段	18.07	89576.86	129576.86	129576.86	134071.29	117972.33
20:00	18.36	128314.79	128314.79	128314.79	156205.27	119348.52
21:00	18.21	121728.56	121728.56	121728.56	136228.60	119358.67
22:00	18.32	137987.88	137987.88	137987.88	128550.17	106492.87
23:00	18.42	128300.16	128300.16	128300.16	139816.87	124554.55

日累计排放量	2579170.17	3045224.87	3066572.12	3110589.70	3062061.77
未修约相对误差				-17.08%	-15.77%
按前后 1 小时修约后相对误差				-2.10%	-0.55%
按前后 3 小时修约后相对误差				-1.42%	0.15%

综上，使用失效前 1 小时均值和恢复正常运行后 1 小时排放量的平均值进行数据回补具有较高操作性且能反映真实排放量。

6.4 总结

综合以上测试数据，随着近几年的技术发展、进步，手工参比方法测试数据与自动数据可比性明显提高。2022 年至 2024 年间编制组收集了 2022 年以来在固定污染源 CO2 排放企业现场的自动监测试验数据，另外开展了一系列现场测试，测试涵盖了钢铁、火电、焚烧、其中钢铁包括全流程工艺等主要涉及 CO2 排放行业，其排放废气的温度、湿度、组成等呈现多样化特征，废气的处理采用了应用较为成熟和广泛的多种废气处理工艺，且测试对象涵盖了多种品牌、不同抽取方法、多种原理的 CO2-CEMS，因此测试结果具有一定代表性。

验证情况均达到了本标准技术性能要求。