

固定污染源废气非甲烷总烃排放连续监测
系统建设验收技术规范

2024 - 01 - 03 发布

2024 - 04 - 03 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 系统功能和性能 2

5 监测站房建设 2

6 NMHC-CEMS 安装..... 3

7 技术指标调试检测 3

8 联网 4

9 验收 4

附录 A（规范性） NMHC-CEMS 数据采集处理和传输系统要求 6

附录 B（规范性） NMHC-CEMS 技术指标调试检测方法和验收方法 8

附录 C（资料性） NMHC-CEMS 技术指标调试检测结果分析和处理方法 15

附录 D（资料性） NMHC-CEMS 安装调试检测和验收原始记录表 16

附录 E（资料性） NMHC-CEMS 技术指标验收报告 18

附录 F（规范性） NMHC-CEMS 输出参数计算方法 20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由山西省生态环境厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对标准的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省生态环境标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：山西省生态环境监测和应急保障中心（山西省生态环境科学研究院）、临汾市环境监控中心、山西省检验检测中心（山西省标准计量技术研究院）、山西省生态环境规划和技术研究院、杭州谱育科技发展有限公司、北京雪迪龙科技股份有限公司。

本文件主要起草人：张利琴、李晓锋、邱文、郑亮、杨青、张锐、杜利明、高小武、王建锋、范欣、宋福胜、谢明、刘建晖、刘云、贾午耀、贺红官、李天麟、朱伟、刘承伟、徐伟利、凌洪洁。

固定污染源废气非甲烷总烃排放连续监测系统建设验收技术规范

1 范围

本文件规定了固定污染源废气非甲烷总烃排放连续监测系统功能和性能、监测站房建设、非甲烷总烃排放连续监测系统安装、技术指标调试检测、联网和验收等内容。

本文件适用于山西省境内固定污染源废气非甲烷总烃排放连续监测系统建设验收。

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。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第一部分：设备 通用要求
- HJ 38 固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法
- 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 污染物在线监控（监测）系统数据传输标准
- HJ 732 固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法
- HJ 1013 固定污染源废气非甲烷总烃连续监测系统技术要求及检测方法
- HJ 1286 固定污染源废气 非甲烷总烃连续监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

非甲烷总烃

采用规定的监测方法，在氢火焰离子化检测器（FID）上有响应的除甲烷以外其他气态有机化合物的总和（除另有说明，结果以碳计），简称NMHC。

3.2

连续监测系统

连续监测固定污染源废气条件参数（温度、压力、流速或流量、湿度以及含氧量等）所需的全部设备，简称CMS。

3.3

废气排放连续监测系统

连续监测固定污染源废气污染物排放浓度和排放量所需的全部设备，简称CEMS。

3.4

非甲烷总烃排放连续监测系统

连续监测固定污染源废气中非甲烷总烃排放浓度和条件参数（温度、压力、流速或流量、湿度以及含氧量等）所需的全部设备，简称NMHC-CEMS，由NMHC监测单元、废气条件参数监测单元、数据采集与处理单元以及其他辅助设备等组成。

3.5

有效数据

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

3.6

有效小时均值

连续排放下，整点1h内不少于45min有效数据的算术平均值；间歇排放情况下，整点1h内排放满30min的，有效小时均值为不少于75%实际排放时间的有效数据的算术平均值。

3.7

参比方法

用于与NMHC-CEMS测量结果相比较的国家标准方法或行业标准方法。

3.8

分析周期

NMHC-CEMS连续运行时给出两组测量结果之间的时间间隔。

3.9

简易验收

日常运行中更换CEMS分析仪表或变动取样点时进行的部分指标验收。

4 系统功能和性能

4.1 功能要求

满足HJ 1013的要求。

4.2 技术性能要求

NMHC-CEMS除应满足HJ 1013中的技术要求和性能指标要求外，还应满足以下要求：

- a) NMHC 示值误差：量程 $>100\text{mg}/\text{m}^3$ 时，示值误差应在标准气体标称值的 $\pm 5\%$ 以内；量程 $\leq 100\text{mg}/\text{m}^3$ 时，示值误差应在满量程（F.S.）的 $\pm 2.5\%$ 以内；
- b) 检测 NMHC 系统响应时间不超过 300s；
- c) 当用参比方法测量时，如果 NMHC 浓度（以碳计）平均值和排放限值均小于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ，绝对误差平均值应在 $\pm 10\text{mg}/\text{m}^3$ 以内；
- d) 数据采集处理与传输单元应同时满足附录 A 的要求。

5 监测站房建设

5.1 应为 NMHC-CEMS 提供独立站房，监测站房与采样点之间的距离应尽可能近，采样传输管线长度原则上不超过 70m。

5.2 监测站房的基础荷载强度应 $\geq 2000\text{kg}/\text{m}^2$ 。若站房内仅放置单台机柜，面积应 $\geq 3\text{m} \times 4\text{m}$ 。若同一站房放置多套分析仪表的，每增加一台机柜，站房面积应至少增加 4m^2 ，便于开展运维操作。站房空间高度应 $\geq 2.8\text{m}$ ，站房建在标高 $\geq 0\text{m}$ 处。采样传输管线进站房点位应高于分析仪表，同时做好防雨措施。

5.3 监测站房内相对湿度应 $\leq 85\%$ ，监测站房应有防水、防火、防潮、防雷、隔热、保温措施，站房内应安装可燃气体报警器。

5.4 监测站房内应配备有证标准气体，标准气体应在有效期内，不确定度不超过 $\pm 2\%$ ，以满足日常零点校准、量程校准、正确度核查的需要。零点气可使用氮气（纯度 $\geq 99.999\%$ ）或除烃空气（其中碳氢化合物不得高于 0.3 mg/m^3 ）；工作气源纯度应满足分析仪器使用要求，氢气纯度应 $\geq 99.99\%$ 。

5.5 站房若设在防爆区域内，应按照 GB/T 3836.1 中相关规定配备防爆等安全设施。

5.6 其他要求按照 HJ 75 执行。

6 NMHC-CEMS 安装

6.1 测定位置要求

6.1.1 测定位置应位于固定污染源排放控制设备的下游和比对监测断面上游，烟道振动幅度尽可能小，不受环境光线和电磁辐射的影响，安装位置不漏风。

6.1.2 测定位置应尽量避免废气中水滴和水雾的干扰，如不能避开，应选用能够适用的检测探头及仪器，取样探头向下一一定倾斜角度，防止冷凝水吸入。

6.1.3 测定位置应优先选择在垂直管段和烟道负压区域，确保所采集样品的代表性。

6.1.4 测定位置应避开烟道弯头和断面急剧变化的部位。对于圆形烟道，流速 CMS 应设置在距弯头、阀门、变径管下游方向 ≥ 4 倍烟道直径，以及距上述部件上游方向 ≥ 2 倍烟道直径处；NMHC-CEMS 应设置在距弯头、阀门、变径管下游方向 ≥ 2 倍烟道直径，以及距上述部件上游方向 ≥ 0.5 倍烟道直径处。

6.1.5 一个排气筒安装一套 NMHC-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，应将 NMHC-CEMS 安装在总排气管上；否则每个烟道或管道上都要分别安装 NMHC-CEMS。

6.1.6 对于新建排放源，采样平台应与排气装置同步设计、同步建设，确保采样断面满足本文件 6.1.4 要求；对于现有排放源无法找到满足 6.1.4 的采样位置时，应尽可能选择在气流稳定的断面安装 NMHC-CEMS 采样或分析探头，并采取相应措施保证监测断面烟气分布相对均匀，断面无紊流。

6.1.7 其他要求按照 HJ 75 执行。

6.2 安装施工要求

6.2.1 设置采样或监测平台时，应易于人员和监测仪器到达，有足够的工作空间，安全且便于操作；采样平台应牢固，并有符合要求的安全措施。

6.2.2 样品传输管线应具备稳定、均匀加热和保温的功能，其加热温度应保证 120°C 以上，加热温度值应能够在机柜或系统软件中显示查询。废气中含强腐蚀性气体时，样品经过的器件或管路应选用耐腐蚀性材料。

6.2.3 各连接管路、法兰、阀门封口垫圈应牢固完整，均不得有漏气、漏水现象。保持所有管路畅通，保证气路阀门、排水系统畅通和启闭灵活。NMHC-CEMS 空载运行 24h 后，管路不得出现脱落、渗漏和振动强烈现象。

6.2.4 反吹气应为干燥清洁气体；反吹系统应进行耐压强度试验，试验压力为常用工作压力的 1.5 倍。

6.2.5 应进行管路气体流向标识。

6.2.6 其他要求按照 HJ 75 执行。

7 技术指标调试检测

7.1 调试检测的技术性能指标包括：NMHC 监测单元分析周期、24h 零点漂移、24h 量程漂移、示值误差、系统响应时间、正确度；氧气 CMS 24h 零点漂移、24h 量程漂移、示值误差、系统响应时间、正确度；速度场系数精密密度；温度 CMS 正确度；湿度 CMS 正确度。

7.2 各技术指标的调试检测方法按附录 B 进行，调试检测结果应达到本文件表 B.2 的要求，不满足本文件技术指标要求时按附录 C 处理，调试检测数据可参照附录 D 和 HJ 1286 记录，调试检测完成后编制调试检测报告，报告的格式可参照 HJ 1286 记录。

8 联网

8.1 数据传输协议符合 HJ 212 的要求。

8.2 数据采集处理与传输技术应符合本文件 4.2 和附录 F 的要求。

9 验收

9.1 一般要求

9.1.1 新建 NMHC-CEMS 完成安装、调试检测后，应进行验收。安装、调试、联网和验收工作应在两个月内完成。

9.1.2 日常运行中更换 CEMS 分析仪表或变动取样点时，应进行简易验收。安装、调试、联网和验收工作应在 168h 内完成。

9.1.3 验收工作由排污单位组织实施。

9.1.4 排污单位应委托有资质的生态环境领域检验检测机构，开展正确度指标验收工作，其余技术指标验收可请专业技术人员开展，现场验收期间，生产设备应正常且稳定运行。

9.2 新建 NMHC-CEMS 验收

9.2.1 NMHC-CEMS 系统技术性能应符合本文件第 4 章的要求。

9.2.2 监测站房建设应符合本文件第 5 章的要求。

9.2.3 安装位置及施工应符合本文件第 6 章的要求。

9.2.4 NMHC-CEMS 在现场安装、初调并连续运行 168h 后，应在生产设备正常且稳定运行的条件下进行为期 72h 技术指标的调试检测，调试检测应符合本文件第 7 章的要求。

9.2.5 调试检测后至少稳定运行 7d，可开展技术指标验收。现场技术指标验收应在 1d 内完成。

9.2.6 NMHC-CEMS 技术指标验收包括 NMHC 监测单元和废气条件参数 CMS 的技术指标验收，验收方法按附录 B 进行，验收结果应达到本文件表 B.2 的要求，验收报告的格式可参照附录 E。

9.2.7 技术指标验收项目包括：NMHC 监测单元零点漂移、量程漂移、示值误差、分析周期、系统响应时间和正确度；氧气 CMS 零点漂移、量程漂移、示值误差、系统响应时间和正确度；流速、温度、湿度 CMS 正确度。

9.2.8 技术指标现场验收时先做 NMHC 监测单元示值误差和系统响应时间的验收测试，不符合技术要求的，可不再继续开展其余项目验收。

9.2.9 流速、温度、湿度 CMS 正确度验收应采集不少于 5 个有效数据对，NMHC-CEMS 和氧气 CMS 正确度验收应采集不少于 9 个有效数据对。

9.2.10 新建 NMHC-CEMS 技术指标验收合格后应向生态环境主管部门申请联网，并进行联网验收。

9.2.11 新建 NMHC-CEMS 联网验收由通信及数据传输验收、数据比对验收和联网稳定性验收三部分组成，验收结果应符合表 1 的要求，联网验收报告的格式可参照附录 E。

表1 联网验收技术指标要求

联网验收项目	验收指标
通信稳定性	1.现场机在线率为 99%以上； 2.掉线后应在 5min 之内重新上线； 3.单台数据采集传输仪每日掉线次数在 3 次以内； 4.报文传输稳定性在99%以上，当出现报文错误或丢失时，启动纠错逻辑，要求数据采集传输仪重新发送报文。
数据传输安全性	1.所传输的数据应按照 HJ 212 中规定的加密方法进行加密处理传输，保证数据传输的安全性； 2.服务器端对请求连接的客户端进行身份验证。
通信协议正确性	现场机和上位机的通信协议应符合HJ 212 的规定，正确率100%。
数据传输正确性	系统联网运行后，对运行期间的数据进行检查，对比接收的数据和现场数据的一致性，精确至一位小数，抽查数据正确率100%，检查传输项目是否符合要求，设置计算公式是否正确。

- 9.2.12 通信及数据传输验收按照 HJ 212 的规定检查通信协议的正确性。
- 9.2.13 数据比对验收要求在联网运行后，对联网数据进行数据比对验收，抽查对比上位机接收到的数据和现场机存储的数据是否一致，精确到一位小数，同时按照附录 F、HJ 75 和 HJ 212 的要求检查数据的传输项目和计算公式是否正确。
- 9.2.14 联网稳定性验收要求在连续一个月内，数据采集与处理单元能稳定运行，不出现除通信稳定性、通信协议正确性、数据传输正确性以外的其他联网问题。

9.3 简易验收

- 9.3.1 日常运行中更换的分析仪技术性能应符合本文件第 4 章的要求。
- 9.3.2 日常运行中变动后的取样点位应符合本文件第 6 章的要求。
- 9.3.3 日常运行中完成设备更换后，可直接进行 72h 的调试检测，仅对更换设备开展技术指标调试检测，调试检测应符合本文件第 7 章的要求。
- 9.3.4 变动取样点位后可直接进行 72h 的调试检测，调试检测应符合本文件第 7 章的要求。
- 9.3.5 完成调试检测后直接进行技术指标验收。
- 9.3.6 日常运行中更换分析仪技术指标验收项目包括：NMHC 监测单元零点漂移、量程漂移、示值误差、分析周期、系统响应时间和正确度，技术指标验收方法按附录 B 进行，验收结果应达到本文件表 B.2 的要求，技术指标验收报告的格式可参照附录 E。
- 9.3.7 变动取样点位后技术指标验收应符合本文件 9.2.6~9.2.9 的要求。
- 9.3.8 现场技术指标验收应在 1d 内完成。
- 9.3.9 日常运行中更换 CEMS 分析仪表应进行联网验收，只须进行数据传输正确性验收，验收结果应符合表 1 的要求，联网验收报告的格式可参照附录 E。
- 9.3.10 变动取样点位无需进行联网验收。

附 录 A

(规范性)

NMHC-CEMS 数据采集处理和传输系统要求

系统应具有数据采集、处理、存储、表格和图文显示、故障警告、安全管理和支持打印功能；系统应设置通信接口，用于数据输出和通讯。

A.1 实时数据采集和数据格式

数据采集和记录格式要求按照HJ 76执行。

A.2 数据状态标记

系统应在分钟数据报表和小时数据报表的数据组后面给出系统或污染源运行状态标记。

分钟数据标记方法为：“N”表示系统各检测参数正常，“F”表示排放源停运，“St”表示排放源启炉过程，“Sd”表示排放源停炉过程，“B”表示排放源闷炉，“C”表示校准，“M”表示维护保养，“Md”表示系统无数据，“T”表示超测定上限，“D”表示系统故障。

A.3 数据处理

A.3.1 生成定时段数据组

系统能够将采集和记录的实时数据自动处理为分钟数据组和整点1h数据组。分钟数据组包括以下项目：时间标签、分析仪表完成一次检测周期的物理量、污染物体积浓度（或质量浓度）、污染物排放量、实际状态废气流量、标准状态干废气流量、废气含氧量、废气温度、废气静压、废气湿度和大气压（可输入当地年平均值）的分钟数据平均值。在分钟数据组后面应给出系统或污染源运行状态标记。

整点1h数据组包括以下项目：时间标签、污染物质量浓度、废气含氧量、废气温度、废气静压、废气湿度、污染物折算浓度、废气流量的1h数据平均值和污染物排放量。在整点1h数据组后面应给出系统或污染源运行状态标记。数据时间标签格式按照HJ 76执行。

A.3.2 其他要求

其他要求包括：

- a) 当1h污染物折算浓度平均值超过排放标准时，系统应能发出超标报警信息；
- b) 当污染物检测值高于系统测量上限时，实时和分钟数据组的质量浓度值记录为仪器测量上限；
- c) 系统采集和处理数据时，污染物浓度、废气流量、含氧量均为标准状态干基值。

A.4 数据存储

系统应能存储定时段数据和实时数据，其中分钟数据存储不少于12个月；1h数据存储不少于36个月；实时数据存储时间可根据需要设定。系统存储的定时段数据应能够自动在非系统磁盘中备份。

A.5 数据显示、查询和文档管理

系统的显示和操作界面均应为简体中文，数据调取应根据使用权限进行操作。系统能够定时显示污染物排放数据、相关废气参数和报警信息；可查询和导出设定期间的定时段数据；能够自动生成1h数据构成的月数据曲线图。软件应具备参数设置功能，能够查询和修改设置相关参数，主要包括：系统运行参数：日期、时间、地点、污染源排放口尺寸和截面积、污染物测量量程、超标报警值、皮托管系数以

及标准过量空气系数（基准含氧量）等。系统维护参数：系统反吹、维护的时间间隔设置；耗材和部件的维护周期等。系统测量参数：废气流速速度场系数、相关校准曲线的斜率和截距等。系统能够生成并保存《废气排放连续监测小时平均值日报表》《废气排放连续监测日平均值月报表》《废气排放连续监测月平均值年报表》，其格式按照HJ 1286记录；能够生成并保存运行操作记录报告，格式不作统一规定。系统具有支持打印数据、图表和报表的功能。

A.6 数据输出和通讯

数据输出和通讯要求按照HJ 212和附录F执行。

A.7 安全管理

系统应具有安全管理功能，能够以只读方式记录系统登录、操作和运行日志。操作人员需经有权限的管理人员授权，输入工号和密码后，才能进行操作维护。系统安全管理功能应为两级系统操作管理权限：

- 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等。系统对所有的控制操作均自动记录并入库保存。
- b) 一般操作人员：只进行日常查询、例行维护和操作，不能更改系统的设置。

系统受外界强干扰或掉电后又上电等偶然意外情况发生，造成程序中断，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。

附录 B

(规范性)

NMHC-CEMS 技术指标调试检测方法和验收方法

B.1 一般要求

B.1.1 在调试检测或验收期间，不允许计划外的检修和调节仪器。如果因NMHC-CEMS故障、断电等原因造成调试检测中断，在上述因素恢复正常后，应重新开始进行调试检测或验收。

B.1.2 标准物质采用丙烷和甲烷的混合标准气体，一般甲烷量程标准气体浓度为20mg/m³或废气实际浓度的1.5倍，两者取高值，丙烷标准气体浓度为80%~100%的满量程值。标准气体应在有效期内。

B.1.3 对NMHC-CEMS进行技术性能指标调试检测和验收检测时，标准气体应通过预设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气体分析仪。

B.1.4 调试检测和验收后应编制调试检测报告和验收报告。

B.2 NMHC-CEMS 零点漂移、量程漂移技术指标的调试检测和验收

待系统运行稳定后，校准仪器零点和量程，记录零点稳定读数为 Z_0 ，记录量程稳定读数 S_0 。通气结束后，待测系统连续运行24h（期间不允许任何校准和维护）后分别通入同一零点气和量程标准气体重复上述操作，并分别记录稳定后读数。调试检测时按公式（B.1）、（B.2）、（B.3）、（B.4）计算待测系统24h零点漂移 Z_d 和24h量程漂移 S_d ，调试检测连续测试3d；验收时待气态污染物和氧气正确度验收结束后，且至少距离初始测试6h，再通入零点气和量程标准气体，按公式（B.1）、（B.2）、（B.3）、（B.4）计算待测系统零点漂移 Z_d 和量程漂移 S_d 。

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

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

式中：

Z_d ——24h零点漂移，%；

Z_0 ——通入零点气的初始测量值，mg/m³；

Z_n ——运行24h后通入零点气的测量值，mg/m³；

ΔZ_n ——运行24h后的零点变化值，mg/m³；

ΔZ_{max} ——零点测试绝对误差最大值，mg/m³；

R ——满量程值，mg/m³。

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

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

式中：

S_d ——24h量程漂移，%；

S_0 ——通入量程标准气体的初始测量值，mg/m³；

S_n ——运行24h后通入量程标准气体的测量值mg/m³；

ΔS_n ——运行24h后的量程变化值，mg/m³；

ΔS_{max} ——量程测试绝对误差最大值，mg/m³；

R ——满量程值，mg/m³。

NMHC-CEMS 24h漂移检测结果按HJ 1286记录。

B.3 NMHC-CEMS 示值误差的调试检测和验收

待测系统运行稳定并进行零点和量程校准后,按照零点气、高浓度(80%~100%的满量程值)标准气体、零点气、中浓度(50%~60%的满量程值)标准气体、零点气、低浓度(20%~30%的满量程值)标准气体的顺序通入标准气体。待显示浓度值稳定后读取测定结果。调试检测时重复测定3次取平均值;验收时测定1次。

当量程>100 mg/m³时,示值误差按公式(B.5)计算:

$$L_{ei} = \frac{\bar{C}_{di} - C_{si}}{C_{si}} \times 100\% \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

L_{ei} ——标准气体的示值误差, %;

$\bar{C}_{di}$ ——标准气体浓度平均值, mg/m³;

C_{si} ——标准气体浓度值, mg/m³;

i ——第*i*种浓度的标准气体。

当量程≤100 mg/m³时,示值误差按公式(B.6)计算:

$$L_{ei} = \frac{\bar{C}_{di} - C_{si}}{F.S.} \times 100\% \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

$F.S.$ ——分析仪满量程值, mg/m³。

NMHC-CEMS示值误差检测结果按HJ 1286记录。

B.4 NMHC-CEMS 正确度技术指标的调试检测和验收

B.4.1 待测NMHC-CEMS运行稳定后,分别进行零点和量程校准。

B.4.2 用参比方法测定废气排放非甲烷总烃浓度, NMHC-CEMS同步测定废气排放非甲烷总烃浓度,由数据采集器连续记录测量值至用参比方法测试结束。

B.4.3 取同一时间区间内(一般为2~3倍分析周期)用参比方法测定的结果与NMHC-CEMS测定结果组成一个数据对,确保两种测量数据在同一条件下。

B.4.4 调试检测时每天获取至少9组数据对,连续进行3d,验收时获取至少9组数据对,1d完成,用于正确度计算。

a) 相对误差的95%置信上限按公式(B.7)、(B.8)、(B.9)、(B.10)、(B.11)、(B.12)计算。

$$RA = \frac{|\bar{d}| + |cc|}{\overline{RM}} \times 100\% \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

RA ——相对误差的95%置信上限;

$\overline{RM}$ ——用参比方法测定全部数据对的平均值;

$\bar{d}$ ——CEMS与用参比方法测定各数据对差的平均值;

cc ——置信系数。

$$\overline{RM} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RM_i \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:

n ——数据对的个数;

RM_i ——第*i*个数据对中用参比方法测定的值;

$\overline{RM}$ ——用参比方法测定全部数据对的平均值。

$$\bar{d}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \dots\dots\dots (B. 9)$$

$$d_i = CEMS_i - RM_i \dots\dots\dots (B. 10)$$

式中:

d_i ——每个数据对之差;

$\bar{d}_i$ ——数据对之差的平均值;

RM_i ——第*i*个数据对中用参比方法测定的值;

$CEMS_i$ ——第*i*个数据对中 CEMS 测定的值。

在对数据对的差求和时, 保留差值的正、负号。

$$cc = \pm t_{f0.95} \frac{S_d}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (B. 11)$$

式中:

cc ——置信系数;

$t_{f0.95}$ ——由 t 值表 (表 B.1) 查得, $f=n-1$;

S_d ——用参比方法测定的值与 CEMS 测定值的差的标准偏差;

n ——数据对的个数。

表B.1 t 值表 (95%置信水平)

f	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
t	2.571	2.447	2.365	2.306	2.262	2.228	2.201	2.179	2.160	2.145	2.131	2.120

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d}_i)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (B. 12)$$

式中:

S_d ——用参比方法测定的值与 NMHC-CEMS 测定值的差的标准偏差;

d_i ——每个数据对之差;

$\bar{d}_i$ ——数据对之差的平均值;

n ——数据对的个数。

b) 绝对误差按公式 (B.13) 计算:

$$\bar{d}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (C_{CEMS} - C_i) \dots\dots\dots (B. 13)$$

式中:

$\bar{d}_i$ ——绝对误差;

n ——测定次数 (≥ 5);

C_i ——用参比方法测定的第*i*个浓度;

C_{CEMS} ——NMHC-CEMS同时段测定的浓度。

c) 相对误差按公式 (B.14) 计算:

$$R_e = \frac{\bar{d}_i}{\bar{C}_i} \times 100\% \dots\dots\dots (B. 14)$$

式中：
 R_e ——相对误差；
 $\bar{d}_i$ ——绝对误差；
 $\bar{C}_i$ ——用参比方法测定的平均值。

B. 5 氧气 CMS 正确度技术指标的调试检测和验收

B. 5.1 用参比方法测定废气平均含氧量，氧气CMS同步测定废气平均含氧量，由数据采集器每分钟记录1个平均值，连续记录至用参比方法测试结束，用参比方法测试的每个数据时间为5min～15min。

B. 5.2 取同时段内用参比方法测定的结果与氧气CMS测定结果组成一个数据对，数据均取标态干基浓度，每天至少取9对有效数据对用于正确度计算，应保存所有的数据，包括舍去的数据对。调试检测时连续进行3d，验收时至少取9对有效数据对，1d完成。

- a) 相对误差的 95%置信上限按本文件 B.4.4 公式按（B.7）、（B.8）、（B.9）、（B.10）、（B.11）（B.12）计算。
- b) 绝对误差计算按本文件 B.4.4 公式（B.13）计算。
- c) 相对误差计算按本文件 B.4.4 公式（B.14）计算。
- d) 用参比方法评估氧气 CMS 正确度结果，按 HJ 1286 记录。

B. 6 流速 CMS 速度场系数技术指标的调试检测和验收

用参比方法测定断面废气平均流速，流速CMS同步测定废气平均流速。至少连续获得3d的日均值，按公式（B.15）计算速度场系数：

$$K_v = \frac{F_s}{F_p} \times \frac{\bar{V}_s}{\bar{V}_p} \dots\dots\dots (B. 15)$$

式中：
 K_v ——速度场系数；
 F_s ——用参比方法测定时的断面面积，m²；
 F_p ——流速CMS测定时的断面面积，m²；
 $\bar{V}_s$ ——用参比方法测定时的断面平均流速，m/s；
 $\bar{V}_p$ ——流速CMS测定的平均流速，m/s。

流速CMS速度场系数测定结果按本文件附录D表D.1的表格形式记录。

B. 7 流速 CMS 速度场系数精密度技术指标的调试检测和验收

B. 7.1 每天至少获得5个有效速度场系数，至少获得连续3d的日均值。必须保存所有的数据，包括舍去的数据。并按公式（B.16）、（B.17）计算速度场系数精密度：

$$CV = \frac{S}{K_v} \dots\dots\dots (B. 16)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{K}_{vi} - \bar{K}_v)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (B. 17)$$

式中：
 CV ——速度场系数精密度（相对标准偏差），%；

S ——速度场系数的标准偏差；

K_v ——速度场系数；

K_{vi} ——第*i*个数据对中用参比方法测定的速度场系数；

$\bar{K}_v$ ——速度场系数日平均值的平均值；

$\bar{K}_{vi}$ ——速度场系数日平均值；

n ——日平均速度场系数的个数。

流速CMS速度场系数精密度检测结果按本文件附录D表D.1的表格形式记录。

B.7.2 当速度场系数精密度不满足技术指标要求时，可用参比方法测定数据与流速CMS测定数据进行相关系数的校准。通过调节三个不同的工况流速，每个工况流速至少建立3个有效数据对，以流速CMS测定数据为X轴，用参比方法测定的数据为Y轴，建立一元线性回归方程。并把斜率和截距输入到数据采集处理系统，将流速CMS测定值修正为与用参比方法测定的结果一致的流速值。回归方程计算方法见HJ 75，校准曲线按本文件附录D表D.3的表格形式记录。

B.7.3 用参比方法测定断面废气平均流速，流速CMS同步测定废气平均流速，至少获得5个同时段测试断面的数据对，1d完成，按公式（B.18）（B.19）计算正确度：

绝对误差：

$$\bar{d}_{vi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_{CMS} - V_i) \dots\dots\dots (B.18)$$

相对误差：

$$R_{ev} = \frac{\bar{d}_{vi}}{\bar{V}_i} \times 100\% \dots\dots\dots (B.19)$$

式中：

$\bar{d}_{vi}$ ——流速绝对误差，m/s；

n ——测定次数（ ≥ 5 ）；

V_i ——同时段用参比方法测定的废气平均流速，m/s；

V_{CMS} ——流速CMS测定的平均流速，m/s；

R_{ev} ——流速相对误差，%。

B.8 温度CMS正确度技术指标的调试检测和验收

B.8.1 检测期间，用参比方法测定废气平均温度，温度CMS同步测定废气平均温度，由数据采集器每分钟记录1个平均值，连续记录至用参比方法测试结束，用参比方法测试的每个数据不得低于5min。

B.8.2 取同时段用参比方法测定的结果与NMHC-CEMS测定结果组成一个数据对，每天至少取5对有效数据用于相对误差的95%置信上限计算，应记录所有的数据，包括舍去的数据对，调试检测时连续测试3d，验收时至少取5对有效数据，1d完成。将温度CMS测定的平均值减去同时段用参比方法测定的温度平均值，计算温度正确度，按公式（B.20）计算温度绝对误差：

$$\Delta T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_{CMS} - T_i) \dots\dots\dots (B.20)$$

式中：

ΔT ——温度绝对误差，℃；

n ——测定次数（ ≥ 5 ）；

T_{CMS} ——温度CMS测定的平均值，℃；

T_i ——同时段用参比方法测定的温度平均值，℃。

温度检测结果按本文件附录D表D.4的表格形式记录。

B.9 湿度 CMS 正确度技术指标的调试检测和验收

B.9.1 检测期间，用参比方法测定废气平均湿度，湿度CMS同步测定废气平均湿度，由数据采集器每分钟记录1个平均值，连续记录至用参比方法测试结束。

B.9.2 取同时段内用参比方法测定的结果与NMHC-CEMS测定结果组成一个数据对，每天至少取5对有效数据用于相对误差的95%置信上限计算，应保存所有的数据，包括舍去的数据对，调试检测时连续进行3d，验收时至少取5对有效数据，1d完成。并按公式（B.21）和（B.22）计算废气湿度绝对误差或相对误差。

绝对误差：

$$\Delta X_{SW} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{swCMS} - X_{swi}) \dots\dots\dots (B. 21)$$

相对误差：

$$R_{es} = \frac{\Delta X_{sw}}{X_{sw}} \times 100\% \dots\dots\dots (B. 22)$$

式中：

- ΔX_{SW} ——废气湿度绝对差，%；
- X_{sw} ——废气绝对湿度，%；
- n ——测定次数（≥5）；
- X_{swCMS} ——废气湿度CMS测定的平均值，%；
- X_{swi} ——同时段用参比方法测定的湿度平均值，%；
- R_{es} ——废气湿度相对误差。

湿度检测结果按本文件附录D表D.4的表格形式记录。

B.10 NMHC-CEMS 调试检测技术指标要求

表B. 2 NMHC-CEMS 调试检测和验收技术指标要求

检测项目			技术要求
NMHC 监测单元	非甲烷 总烃	示值误差	当量程>100 mg/m³时，示值误差在±5%内（相对于标准气体标称值）； 当 量 程 ≤100 mg/m³时， 示 值 误 差 在 ±2.5% F.S.内。
		24小时零点漂移	在±3%F.S.内。
		24小时量程漂移	在±3%F.S.内。
		分析周期	≤3min
		系统响应时间	≤300s

表B. 2 NMHC-CEMS调试检测和验收技术指标要求（续）

检测项目			技术要求
NMHC 监测单元	非甲烷 总烃	正确度	当用参比方法测量时： a.非甲烷总烃浓度（以碳计）平均值 $<50\text{mg}/\text{m}^3$ 时，绝对误差平均值在 $\pm 20\text{mg}/\text{m}^3$ 内； b. $50\text{mg}/\text{m}^3 \leq$ 非甲烷总烃浓度（以碳计）平均值 $<500\text{mg}/\text{m}^3$ 时，相对误差的 95%置信上限 $\leq 40\%$ ； c.非甲烷总烃浓度（以碳计）平均值 $\geq 500\text{mg}/\text{m}^3$ 时，相对误差的 95%置信上限 $\leq 35\%$ 。 d.非甲烷总烃浓度（以碳计）平均值和排放限值均 $<50\text{mg}/\text{m}^3$ 时，绝对误差平均值在 $\pm 10 \text{mg}/\text{m}^3$ 以内。
氧气CMS ^a	含氧量	示值误差	在 $\pm 5\%$ 内（相对于标准气体标称值）。
		系统响应时间	$\leq 200\text{s}$
		零点漂移、量程漂移	在 $\pm 2.5\% \text{F.S.}$ 内。
		正确度	当用参比方法测得含氧量 $> 5.0\%$ 时，相对误差的95%置信上限 $\leq 15\%$ 。 当用参比方法测得含氧量 $\leq 5.0\%$ 时，绝对误差平均值在 $\pm 1.0\%$ 内。
流速CMS	流速 ^b	速度场系数精密度	$\leq 5\%$
		相关系数	≥ 9 个数据时，相关系数 ≥ 0.90 。
		正确度 ^c	当用参比方法测得流速 $> 10\text{m}/\text{s}$ 时，相对误差不超过 $\pm 10\%$ 。 当用参比方法测得流速 $\leq 10\text{m}/\text{s}$ 时，相对误差不超过 $\pm 12\%$ 。
温度CMS	温度	正确度	绝对误差平均值不超过 $\pm 3^\circ\text{C}$ 。
湿度CMS	湿度	正确度	当用参比方法测得湿度 $> 5.0\%$ 时，相对误差不超过 $\pm 25\%$ 。 当用参比方法测得湿度 $\leq 5.0\%$ 时，绝对误差平均值不超过 $\pm 1.5\%$ 。
^a 对于排放标准要求按基准氧折算的排放口应对氧气 CMS 的相关指标进行调试和验收； ^b 调试检测期间仅开展速度场系数精密度检测，当速度场系数精密度不满足本文件要求时，应进行相关系数校准； ^c 验收时仅开展流速正确度指标检测。			

B. 11 分析周期技术指标的调试检测和验收

分析周期调试检测和验收方法参照HJ 1013，调试应连续测量3d，每天至少测试一次，验收应测试一次，每个分析周期都应符合表B.2的要求。

分析周期检测结果按本文件附录D表D.2的表格形式记录。

附 录 C
(资料性)

NMHC-CEMS 技术指标调试检测结果分析和处理方法

当NMHC-CEMS技术指标调试检测结果不满足本文件表B.2技术指标要求时，可参照下表进行结果分析和处理。

表C.1 NMHC-CEMS 技术指标调试检测结果分析和处理方法

测试指标		测试结果	原因分析	处理方法
漂移	零点	超过表B.2限值	1.安装位置的环境条件不符合要求，例如：强烈振动，电磁干扰，系统密封缺陷使雨、雪水侵入等；2.零点气和校准气体的流量和质量不符合要求；3.供气系统泄漏；4.管路吸附；5.仪器供电系统缺陷；6.计算错误；7.NMHC-CEMS和用参比方法测量时抽取位置不同。	1.重新选择符合要求的安装位置；2.选用合格的零点气和校准气体；3.查找并修复泄漏处；4.清洗管路；5.重新设计供电系统；6.重新计算；7.NMHC-CEMS和用参比方法测量时从相同的位置抽取被测气体。
	量程			
分析周期、响应时间			1.滤料被堵塞；2.仪器内部管路泄漏；3.控制阀损坏；4.仪器检测器系统被污染；5.系统设计缺陷；6.取样泵真空度不够。	1.更换滤料；2.更换管路；3.更换控制阀；4.清理被污染的仪器检测器系统；5.重新设计；6.更换取样泵。
示值误差			1.仪器性能不过关；2.调试方法不准确；3.校准气体质量差；4.管路吸附；5.管路泄漏；6.供气流量、压力不稳定等。	1.更换设备；2.变更调试方法，重新调试；3.更换标准气体；4.清洗管路；5.修复漏气部位；6.调节供气流量和压力。
正确度			1.点位不具有代表性；2.参比和CEMS两种方法测定点位不一致；3.两种方法测定时获取数据不同步；4.CEMS的校准气体和手工测量设备的校准气体不一致；5.采样时间不够；6.管路不加热或无法加热至设定值并有冷凝水，管路漏气；7.手工测量设备质量有问题；8.仪器校准方法的缺陷。	1.避开污染物浓度剧烈变化的测定点位；2.两种方法所选的测定点位尽可能接近；3.两种方法同时测定；4.用同一标准气体校准CEMS和手工测量设备；5.调整采样时间；6.检查加热设备，排除故障；7.更换参比设备或使用前进行校准等；8.依据标准规范选择正确的校准方法。

表C.2 流速 CMS 技术指标调试检测结果分析和处理方法

测试指标	测试结果	原因分析	处理方法
速度场系数 精密度	>5%	1.安装位置的代表性差、安装位置强烈振动，废气气流不稳定，变化大；2.安装不正确；3.流速CMS探头被污染或腐蚀；4.废气流速低，仪器灵敏度不能满足测定的要求；5.布设的手工测点的点位不当、手工比对操作不当等。	1.更换采样点位；2.重新安装；3.清理或者更换流速CMS探头；4.更换高灵敏度设备；5.重新布设点位，重新开展手工比对。
相关系数	当数据对≥9个时，相关系数<0.90		

附 录 D
(资料性)

NMHC-CEMS 安装调试检测和验收原始记录表

表D.1 速度场系数检测

测试人员		CMS生产厂商											
CMS 型号、编号		CMS原理											
参比方法监测仪器的 生产厂商		型号、编号											
参比方法计量单位		CMS计量单位											
日期	方法	测定次数									日平均 值 $\bar{K}_{vi}$	标准偏差	相对标 准偏差 (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	参比方法												
	CMS												
	速度场系数												
	参比方法												
	CMS												
	速度场系数												
	参比方法												
	CMS												
	速度场系数												
	参比方法												
	CMS												
	速度场系数												
速度场系数日平均值的 平均值 K_v		精密度			标准偏 差			相对标准偏差 (%)					

表D.2 分析周期检测

测试人员		CEMS 生产厂商	
CEMS 型号、编号		CEMS 原理	
参比方法监测仪器的生产厂商		型号、编号	
日期		分期周期	
均值			

表D.3 用参比方法校验流速CMS

测试人员				CMS 生产厂商				
CMS型号、编号				CMS 原理				
参比方法监测仪器的 生产厂商				型号、编号				
参比方法计量单位				CMS 计量单位				
测试日期								
序号	CMS测定值	用参比方法 测定的值	序号	CMS测定值	用参比方法 测定的值	序号	CMS测定值	用参比方法 测定的值
1			6			11		
2			7			12		
3			8			13		
4			9			14		
5			10			15		
一元线性方程式					相关系数			

表D.4 CMS 正确度检测

测试人员						CMS 生产厂商			
CMS 型号、编号						CMS 原理			
参比方法监测仪器的 生产厂商						型号、编号			
测试日期									
日期	时间 (时、分)	参比方法				CMS			备注
		序号	流速 (m/s)	温度 (℃)	湿度 (%)	流速 (m/s)	温度 (℃)	湿度 (%)	
流速平均值 (m/s)									
温度平均值 (℃)									
湿度平均值 (%)									
流速相对误差 (%)									
温度绝对误差 (℃)									
湿度绝对误差 (%) (用参比方法测定的湿度≤5%时)									
湿度相对误差 (%) (用参比方法测定的湿度>5%时)									

附 录 E
(资料性)

NMHC-CEMS 技术指标验收报告

表E. 1 NMHC-CEMS 技术指标验收报告

企业名称		安装位置		验收日期	
系统供应商					
系统主要仪器型号					
仪器名称	设备型号	制造商	测量参数	出厂编号	
零点漂移、量程漂移、示值误差、分析周期、系统响应时间验收结果					
项目名称		技术要求	检测结果	是否合格	
非甲烷总烃	零点漂移				
	量程漂移				
	示值误差				
	分析周期				
	系统响应时间				
含氧量	零点漂移				
	量程漂移				
	示值误差				
	系统响应时间				
正确度验收结果					
项目	用参比方法测定的值	NMHC-CEMS测定值	正确度	正确度限值	
非甲烷总烃					
流速					
温度					
废气湿度					
含氧量					
结论					
其他相关项目					
标准气体名称		浓度值	生产厂商名称		
用参比方法测试的项目	仪器生产厂商	型号	方法依据		
备注:					

表E. 2 NMHC-CEMS 联网验收报告

企业名称		安装位置		验收日期	
系统供应商					
项目名称	技术要求		检测结果	是否合格	
通信稳定性					
数据传输安全性					
通信协议正确性					
数据传输正确性					
联网稳定性					

附录 F

(规范性)

NMHC-CEMS 输出参数计算方法

F.1 烟道断面废气平均流速 $\bar{V}_s$ 按公式 (F.1) 计算:

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

式中:

 $\bar{V}_s$ ——测定断面的废气平均流速, m/s; K_v ——速度场系数; $\bar{V}_p$ ——流速CMS测定的废气平均流速, m/s。F.2 实际工况下的废气流量 Q_s 按公式 (F.2) 计算:

$$Q_s = 3600 \times F \times \bar{V}_s \dots\dots\dots (F.2)$$

式中:

 Q_s ——实际工况下废气流量, m³/h; F ——测定断面的面积, m²。F.3 标准状态下废气流量 Q_{sn} 按公式 (F.3) 计算:

$$Q_{sn} = Q_s \times \frac{273}{273+t_s} \times \frac{B_a+P_s}{101325} \times (1-X_{sw}) \dots\dots\dots (F.3)$$

式中:

 Q_{sn} ——标准状态下废气流量, m³/h; B_a ——大气压力, Pa; P_s ——废气静压, Pa; t_s ——温度, °C; X_{sw} ——废气中含湿量, %。

F.4 NMHC 浓度按公式 (F.4) ~ (F.6) 计算:

a) 废气 NMHC 干基浓度和湿基浓度转换按公式 (F.4) 计算:

$$C_{干} = \frac{C_{湿}}{1-X_{sw}} \dots\dots\dots (F.4)$$

式中:

 $C_{干}$ ——污染物干基浓度, mg/m³; $C_{湿}$ ——污染物湿基浓度, mg/m³; X_{sw} ——废气中含湿量, %。

注: 公式 (F.4) 中干基浓度与湿基浓度的工况状态条件应相同; 含氧量干、湿基浓度转换按公式

(F.4) 计算。

b) 废气 NMHC 间歇排放下干基浓度平均值按公式 (F.5) 计算:

$$\bar{C}_{Qh} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{C}_{Qhi}}{k} \dots\dots\dots (F.5)$$

式中:

 $\bar{C}_{Qh}$ ——CEMS测量污染物排放干基浓度平均值, mg/m³; $\bar{C}_{Qhi}$ ——CEMS第*i*分钟测量污染物排放干基浓度平均值, mg/m³;

k ——CEMS在该小时内有效测量的分钟均值个数。

NMHC基准含氧量浓度按公式 (F.6) 计算:

$$\bar{C} = \bar{C}' \times \frac{21-O_2}{21-X_{O_2}} \quad (\text{F. 6})$$

式中:

$\bar{C}$ ——折算成基准含氧量时的NMHC排放浓度, mg/m^3 ;

$\bar{C}'$ ——标准状态下废气NMHC排放浓度, mg/m^3 ;

X_{O_2} ——实测含氧量, %;

O_2 ——有关排放标准中规定的基准含氧量, %。

过量空气系数按公式 (F.7) 计算:

$$\alpha = \frac{21}{21-X_{O_2}} \quad (\text{F. 7})$$

式中:

α ——过量空气系数;

X_{O_2} ——实测含氧量, %。

F.5 NMHC 排放率按公式 (F.8) ~ (F.9) 计算:

a) 连续排放下:

$$G = \bar{C}' \times Q_{sn} \times 10^{-6} \quad (\text{F. 8})$$

式中:

G ——NMHC排放率, kg/h ;

$\bar{C}'$ ——标准状态下废气NMHC排放浓度, mg/m^3 ;

Q_{sn} ——标准状态下废气流量, m^3/h 。

b) 间歇排放按公式 (F.9) 计算:

$$G_{hi} = \bar{C}_{qhi} \times Q_{snhi} \times 10^{-6} \times \frac{m}{60} \quad (\text{F. 9})$$

式中:

G_{hi} ——CEMS一天中第*i*小时监测污染物排放速率, kg/h ;

$\bar{C}_{qhi}$ ——CEMS第*i*小时测量污染物排放干基浓度平均值, mg/m^3 ;

Q_{snhi} ——间歇排放下标况废气流量, m^3/h ;

m ——CEMS一天中第*i*小时内实际排放分钟数, min 。

F.6 NMHC 的累积排放量按公式 (F.10) ~ (F.12) 计算:

$$G_d = \sum_{i=1}^{24} G_{hi} \times 10^{-3} \quad (\text{F. 10})$$

$$G_m = \sum_{i=1}^{D_m} G_{di} \quad (\text{F. 11})$$

$$G_y = \sum_{i=1}^{D_y} G_{di}' \quad (\text{F. 12})$$

式中:

G_d ——NMHC日排放量, t/d ;

G_{hi} ——该天中第*i*小时NMHC排放量, kg/h ;

G_m ——NMHC月排放量, $\text{t}/\text{月}$;

G_{di} ——该月中第*i*天的NMHC排放量, t/d ;

G_y ——NMHC年排放量, t/a ;

G_{di}' ——该年中第*i*天NMHC日排放量, t/d ;

D_m ——该月天数；

D_y ——该年天数。
