****

**中华人民共和国国家计量技术规范**

 **JJF×××× — ××××**

**燃气供热锅炉碳排放计量测试规范**

**Specification of Metrology Testing**

**for Caron Emission of Gas Heating Boiler**

××××－××－××发布 　　　 ××××－××－××实施

**国家市场监督管理总局**发 布

**燃气供热锅炉碳排放计量测试规范**

**Metrological Test Specification for**

**Carbon Emission of Gas Heating Boiler**

**JJF ××××—××××**

|  |  |
| --- | --- |
| 归口单位： | 全国碳达峰碳中和计量技术委员会碳排放量计量分技术委员会 |
| 主要起草单位： | 中国计量科学研究院北京市热力集团有限责任公司国家能源集团新能源技术研究院有限公司中国大唐集团科学技术研究总院有限公司中国特种设备检测研究院北京市燃气集团有限责任公司 |
|  |  |

本规范委托全国碳达峰碳中和计量技术委员会碳排放量计量分技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 单位 |
| 1 | 潘冠福 | 中国计量科学研究院 |
| 2 | 常增军 | 北京市热力集团有限责任公司 |
| 3 | 徐冬 | 国家能源集团新能源技术研究院有限公司 |
| 4 | 王劲松 | 中国大唐集团科学技术研究总院有限公司 |
| 5 | 乔佳 | 北京市燃气集团有限责任公司 |
| 6 | 笪耀东 | 中国特种设备检测研究院 |

本规范参加起草人：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 单位 |
| 1 | 徐定华 | 中国计量科学研究院 |

目 录

[1范围 1](#_Toc168498430)

[2 引用文件 1](#_Toc168498431)

[3 术语和定义 1](#_Toc168498432)

[3.1 碳排放 carbon emission 1](#_Toc168498433)

[3.2 零气 zero gas 1](#_Toc168498435)

[3.3 满量程 full scale 2](#_Toc168498436)

[3.4 校准量程 calibration span 2](#_Toc168498437)

[3.5 零点漂移 zero drift 2](#_Toc168498438)

[3.6 量程漂移 span drift 2](#_Toc168498439)

[3.7 响应时间 response time 2](#_Toc168498440)

[3.8 自动测量系统 automated measuring system, AMS 2](#_Toc168498441)

[3.9 工况 operation condition 2](#_Toc168498442)

[3.10 等速采样 isokinetic sampling 2](#_Toc168498443)

[3.11 过量空气系数 excess air coefficient 2](#_Toc168498444)

[3.12 抽取式自动测量系统 extractive AMS 2](#_Toc168498445)

[3.13 原位式自动测量系统 in situ AMS 2](#_Toc168498446)

[3.14 碳排放连续监测Continuous Carbon Emission Monitoring, CCEM 3](#_Toc168498447)

[3.15 碳排放连续监测系统 Continuous Carbon Emission Monitoring System, CCEMS 3](#_Toc168498448)

[4 概述 3](#_Toc168498449)

[5 计量检测范围 3](#_Toc168498450)

[6 计量检测仪器 4](#_Toc168498451)

[6.1 外观要求 4](#_Toc168498452)

[6.2 工作条件 4](#_Toc168498453)

[6.3 安全要求 4](#_Toc168498454)

[6.4 在线监测分析系统 4](#_Toc168498455)

[6.5 分析仪器 6](#_Toc168498456)

[6.6 烟气流量连续测量系统 8](#_Toc168498457)

[6.7 烟气温度连续测量系统 9](#_Toc168498458)

[6.8 烟气湿度连续测量系统 9](#_Toc168498459)

[7 计量检测方法 9](#_Toc168498460)

[7.1 烟气二氧化碳含量的测定 9](#_Toc168498461)

[7.2 烟气温度的测定 11](#_Toc168498462)

[7.3 烟气湿度的测定 11](#_Toc168498463)

[7.4 气体流速的测定 12](#_Toc168498464)

[8 计量检测结果的处理 12](#_Toc168498465)

[8.1 结果计算 12](#_Toc168498466)

[8.2 结果表示 14](#_Toc168498467)

[9 数据质量评价与监督 15](#_Toc168498468)

[9.1 测试时间间隔 15](#_Toc168498469)

[9.2 校准时间间隔 15](#_Toc168498470)

[9.3 计量器具的配备要求 15](#_Toc168498471)

[10 检测结果表达 15](#_Toc168498472)

[10.1 原始记录 15](#_Toc168498473)

[10.2 检测报告 16](#_Toc168498474)

[附录A 燃气锅炉碳计量设备安装方法 17](#_Toc168498475)

[附录B 燃气锅炉碳计量设备校准方法 22](#_Toc168498476)

[附录C 燃气锅炉碳测量结果不确定度评定示例 29](#_Toc168498477)

[附录D 燃气锅炉碳计量检测数据记录格式（参考） 31](#_Toc168498478)

引 言

本规范依据JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编写而成。

本规范为首次发布。

燃气供热锅炉碳排放计量测试规范

1 范围

本规范适用于燃用天然气作为燃料，介质为水或有机热载体的供热用锅炉排放物中的二氧化碳的计量测试方法、仪器、数据处理与评价规则。

2 引用文件

本规范引用了下列文件

GB/T 16157-1996 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB/T 17167-2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 8984-2008 气体中一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物的测定 气相色谱法

GB/T 36090-2018 气体分析在线自动测量系统质量保证指南

GB/T 50168-2018 电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准

GB/T 40789-2021 气体分析 一氧化碳含量、二氧化碳含量和氧气含量在线自动测量系统性能特征的确定

HJ/T 397-2007 固定源废气监测技术规范

HJ/T 373-2007 固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范

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

HJ 1240—2021固定污染源废气 气态污染物(SO2、NO、NO2、CO、CO2)的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和定义

3.1 碳排放 carbon emission

排放到大气中的二氧化碳量

3.2 零气 zero gas

不存在测量组分或小于规定值、其它组分浓度不干扰测量组分结果或产生的测量组分干扰可忽略不计的气体。

3.3 满量程 full scale

根据实际应用需要设置仪器仪表的最大测量值。

3.4 校准量程 calibration span

仪器的校准上限，为校准所用标准气体的浓度值（进行多点校准时，为校准所用标准气体的最高浓度值），校准量程（以下用C.S.表示）应小于或等于仪器的满量程。

3.5 零点漂移 zero drift

在测试前、后，测定仪对相同零气测量结果差值，占校准量程的百分比。

3.6 量程漂移 span drift

在测试前、后，测试对相同浓度标准气体测量结果的差值，占校准量程的百分比。

3.7 响应时间 response time

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。

3.8 自动测量系统 automated measuring system, AMS

现场永久安装的自动监测系统，包括分析仪、采样设备、试样预处理设备等。

3.9 工况 operation condition

装置和设施生产运行的状态。

3.10 等速采样 isokinetic sampling

将采样嘴平面正对排气气流，使进入采样嘴的气流速度与测定点的排气流速相等。

3.11 过量空气系数 excess air coefficient

燃料燃烧时实际空气供给量与理论空气需要量之比值。

3.12 抽取式自动测量系统 extractive AMS

使用采样探头，将样品气体通过采样管线和样品气体处理系统输送至分析仪取得代表性样品的自动测量系统。

3.13 原位式自动测量系统 in situ AMS

直接测量管道或排气管道中气体含量的非抽取式自动测量系统。

3.14 碳排放连续监测Continuous Carbon Emission Monitoring, CCEM

对固定污染源排放的CO2的排放浓度和排放量进行连续、实时的自动监测，简称CCEM。

3.15 碳排放连续监测系统 Continuous Carbon Emission Monitoring System, CCEMS

连续监测固定污染源排放的CO2的排放浓度和排放量所需要的全部设备，简称CCEMS。

4 概述

燃气供热锅炉碳排放计量包括在线监测和非在线监测两种方式。在线监测主要利用非分散红外吸收、傅里叶红外等红外技术实现连续监测燃气锅炉排放烟气中的二氧化碳气体浓度。非在线监测通常采用非分散红外和气相色谱仪对燃气锅炉排放烟气定期取样，实现对烟气中的二氧化碳浓度的监测。

非分散红外吸收技术的工作原理为二氧化碳气体选择性吸收426μm波长红外辐射，在一定浓度范围内，吸收值与二氧化碳的浓度遵循朗伯-比尔定律，根据吸收值确定样品中二氧化碳的浓度。

气相色谱法监测的工作原理是气体样品进样后先经色谱柱分离，再注入气相色谱仪的检测器进行检测。同时以除烃空气代替样品，测定氧在总烃柱上的响应值，以扣除样品中的氧对总烃测定的干扰。

5 计量检测范围

用于燃气供热锅炉正常运行工况下排放烟气中二氧化碳的在线或取样式计量测试。检测方法为非分散红外法、傅里叶变换红外法或气相色谱法。

5.1 示值误差：不超过±5%；

5.2 系统偏差：不超过±5%；

5.3 零点漂移：不超过±3%；

5.4 量程漂移：不超过±3%；

5.5 检测限：$0.05×10^{-6}$

5.5 检测范围：CO2：0-20%

6 计量检测仪器

6.1 外观要求

6.1.1 CCEMS应具有产品铭牌，铭牌上应标有仪器名称、型号、生产单位、出厂编号、制造日期等信息。

6.1.2 CCEMS表面应完好无损，无明显缺陷，各零、部件连接可靠，各操作键、按钮使用灵活，定位准确。

6.1.3 CCEMS主机面板显示清晰，涂色牢固，字符、标识易于识别，不应有影响读数的缺陷。

6.1.4 CCEMS外壳或外罩应耐腐蚀、密封性良好、防尘、防雨。

6.2 工作条件

CCEMS在以下条件中应能正常工作：

a) 室内环境温度：（15~35）℃；室外环境温度：（-20~-50）℃；

b) 相对湿度：≤85%；

c) 大气压：（80~106）kPa;

d) 供电电压：AC（220±22）V，（50±1）Hz。

注：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。

6.3 安全要求

6.3.1 绝缘电阻

环境温度为（15~35）℃，相对湿度≤85%条件下，系统电源端子对地或机壳的绝缘电阻不小于20MΩ。

6.3.2 绝缘强度

在环境温度为（15~35）℃，相对湿度≤85%条件下，系统在1500V（有效值），50Hz正弦波实验电压下持续1min，不应出现击穿或飞弧现象。

6.3.3 系统应具有漏电保护装置，具备良好的接地措施，防止雷击等对系统造成损坏。

6.4 在线监测分析系统

6.4.1 在线监测系统由二氧化碳监测单元、烟气参数监测单元、数据采集与处理单元组成。系统一般采用完全抽取式，不具备条件的情况下可采用原位式，结构主要包括样品采集和传输装置、预处理设备、分析仪器、烟气流量测量装置、数据采集和传输设备以及其它辅助设备等。

6.4.2样品采集和传输装置

6.4.2.1 样品采集和传输装置主要包括采样探头、样品传输管线、流量控制设备和采样泵等；采样装置的材料和安装应不影响仪器测量。

6.4.2.2 样品采集装置应具备加热、保温和反吹净化功能。其加热温度一般应在120℃以上，且应高于烟气露点温度10℃以上，其实际温度值应显示查询。

6.4.2.3 样品采集装置的材质应选用耐高温、防腐蚀和不吸附、不与二氧化碳发生反应的材料，且不影响二氧化碳的正常测量。

6.4.2.4 样品采集装置应具备颗粒物过滤功能。其采样设备的前端或后端应具备便于更换或清洗的颗粒物过滤器，过滤器滤料的材质应不吸附和不与二氧化碳发生反应，过滤器应至少能过滤（5～10）μm粒径的颗粒物。

6.4.3预处理设备

6.4.3.1 预处理设备主要包括样品过滤设备和除湿设备等，预处理设备的材料和安装应不影响仪器测量。应采用除湿装置去除水分；通过安装滤波片、采用气室滤波等方法或措施，消除二氧化硫、一氧化氮、一氧化碳等对测量的干扰。

6.4.3.2 除湿设备出口烟气露点温度应≤4℃，冷凝除湿设备的设置温度应保持在4℃左右，正常波动在±2℃以内，其实际温度值应显示查询。

6.4.3.3 预处理设备的材质应使用不吸附和不与二氧化碳发生反应的材料，其技术指标应符合HJ76标准附录E中表E.2的技术要求。

6.4.3.4 除湿设备除湿过程产生的冷凝液可自动排出。

6.4.3.5 为防止颗粒物污染二氧化碳分析仪，在气体样品进入分析仪之前可设置精细过滤器；过滤器滤料应使用不吸附和不与二氧化碳发生反应的疏水材料，过滤器应至少能过滤（0.5～2）μm粒径的颗粒物。

6.4.4分析仪器

测定二氧化碳的含量，所采用方法为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》(第四版)中所列方法。分析仪应满足6.5节中的性能要求。

6.4.5 烟气流量测量装置

分析仪器用于对监测烟道内气体流量进行实时测量。具体技术指标见6.6。

6.4.6数据采集和传输设备

数据采集和传输设备用于采集、处理和存储监测数据，并能按中心计算机指令传输监测数据和设备工作状态信息。

6.4.7辅助设备

辅助设备主要包括尾气排放装置、反吹净化及其控制装置、稀释零空气预处理装置以及冷凝液排放装置等。

6.5 分析仪器

6.5.1 非分散红外吸收光谱气体分析系统

6.5.1.1 系统组成

非分散红外吸收光谱气体分析系统由采样单元、预处理装置、分析仪和数据处理单元等部分组成。其中，采样单元包括采样管(含颗粒物过滤器，具备加热和保温功能)、导气管、抽气泵等；分析仪由气体流量计、流量控制单元、检测器组成；数据处理单元包括计算机、分析软件及参考光谱等。

6.5.1.2性能要求：

a) 示值误差：不超过±5%

b) 系统偏差：不超过±5%

c) 零点漂移：不超过±3%

d) 量程漂移：不超过±3%

e) 分析仪检出限为0.03%(0.6g/m³)；

f) 具有消除干扰的功能

g) 除湿装置应符合GB/T16157的要求

h) 具有采样流量显示功能，气体流量计的测量范围和精度应满足仪器要求；

i) 采样管加热及保温温度：120℃~160℃内可设、可调。

6.5.1.3标准气体

气瓶配可调式减压阀、可调式转子流量计及导气管、标气具有标准气体证书，不确定度≤2%。

6.5.1.4 采样集气袋

用于气袋法校准仪器。容积4L~8L，内衬材料应选用对被测物质影响小的铝塑复合膜、聚四氟乙烯膜等惰性材料或提前经过钝化处理。

6.5.2 傅里叶红外变换气体分析系统

6.5.2.1 系统组成

傅立叶变换红外气体分析系统一般由采样单元、预处理装置、分析仪和数据处理单元等部分组成。其中，采样单元包括采样管(含颗粒物过滤器，具备加热和保温功能)、导气管、抽气泵等；预处理装置可选用加热温度≥180℃的恒温加热装置；分析仪由红外光源、干涉仪、样品室及检测器等组成；数据处理单元包括计算机、分析软件及参考光谱等。

6.5.2.2 性能要求

a) 示值误差：在±5%以内。

b) 系统误差：在±5%以内。

c) 零点漂移：在±3%以内。

d) 量程漂移：在±3%以内。

e) 分析仪波数范围需至少包括900cm¹～4000cm-1；光程总长度应满足本标准各目标化合物最低检出限要求；光谱分辨率应保证能将气体样品中的目标化合物与其他共存物质的红外吸收峰分开，分析仪检测限为1g/m3。

f) 具有消除干扰的功能

g) 除湿装置应符合GB/T 16157的要求

h) 具有采样流量显示功能，气体流量计的测量范围和精度应满足仪器要求；

g) 导气管和预处理装置的材质应选用耐高温、防腐蚀和不吸附、不与目标化合物发生反应的材料。

6.5.3 气相色谱气体分析系统

6.5.3.1 系统组成

气相色谱气体分析系统由采样单元、预处理装置、气相色谱仪和数据处理单元等部分组成。其中，采样单元包括采样管(含颗粒物过滤器，具备加热和保温功能)、导气管、抽气泵等；气相色谱仪采用配有火焰离子化检测器的气相色谱仪；数据处理单元包括计算机、分析软件及参考光谱等。

6.5.3.2性能要求：

a) 示值误差：不超过±5%

b) 系统偏差：不超过±5%

c) 零点漂移：不超过±3%

d) 量程漂移：不超过±3%

e) 气相色谱仪检测限：0.05×10-6

f) 具有消除干扰的功能

g) 除湿装置应符合GB/T16157的要求

h) 具有采样流量显示功能，气体流量计的测量范围和精度应满足仪器要求；

g) 导气管和预处理装置的材质应选用耐高温、防腐蚀和不吸附、不与二氧化碳发生反应的材料。

6.5.3.3 色谱柱：长约40cm，内径约2mm，内装粒度为0.4mm~0.25mm的TDX-01碳分子筛。或其他等效的色谱柱。该柱用于燃烧烟气中CO2含量的分项测试。

6.5.3.4 载气：氮、氩、氢、氧、空气等均可用作载气。通常，选择的载气应与试样主组分相同。载气也可以与主组分不同，但试样主组分不应产生强烈的干扰信号。载气中待定组分含量应比试样气体中该组分含量低一个数量级。否则，应对载气进行纯化处理。

6.5.3.5 燃气：高纯氢。

6.5.3.6 助燃气：空气（压缩空气），经分子筛干燥。

6.5.3.7 纯化气：当载气不符合要求时，应使用纯化气脱除其中的CO2。

6.5.3.8 取样阀

气体取样阀，定量管容积通常为3mL~5mL。

6.5.4 气体流量测量系统

6.6 烟气流量连续测量系统

6.6.1 测量范围上限≥30m/s；

6.6.2速度场系数精密度：速度场系数的相对标准偏差≤5%。

6.6.3 准确度

当参比方法测量烟气流速的平均值：

a)>10m/s时，系统与参比方法测量结果平均值的相对误差：不超过±10%;

b)≤10m/s时，系统与参比方法测量结果平均值的相对误差：不超过±12%。

6.7 烟气温度连续测量系统

准确度：CEMS与参比方法测量结果平均值的绝对误差：不超过±3℃。

6.8 烟气湿度连续测量系统

6.8.1准确度

当参比方法测量烟气绝对湿度的平均值：

a)>5.0%时，系统与参比方法测量结果平均值的相对误差：不超过±25%;

b)≤5.0%时，系统与参比方法测量结果平均值的绝对误差：不超过±1.5%。

7 计量检测方法

7.1 烟气二氧化碳含量的测定

7.1.1 测量系统校准

按照系统组成连接各系统部件，用零点气体和80%以上满量程标准气体分别对测量系统进行全系统校准，系统校准误差小于5.1.5的规定要求，否则，需校准后再使用，详细校准方法见附录B。

7.1.2 样品采集

7.1.2.1 样品采集方式

a) 按气体分析仪标称流量采样，在整个运行期间维持恒流(±10%)，单次测量值采样时间应大于测定系统响应时间的两倍。

b) 烟气采样方式分为抽取式采样和原位采样两种方式。若仪器测量采用抽取式采样时，应先除去气体中的气溶胶、颗粒物和其它干扰物质，然后输送至分析仪。有以下三种抽取式采样系统：

——冷干法；

——热湿法；

——稀释法；

c) 仪器测量采用非抽取式采样时，除需要在过滤探头尖端过滤掉可过滤的物质之外，不需要进行其它的处理过程。

7.1.2.2 采样点的选择

a) 按照仪器使用说明书，正确连接采样装置，烟气采样位置与采样点、采样频次、采样时间的确定和排气参数的确定和采样操作执行GB/T 16157的相关规定，详细安装与采样方法见附录A。

7.1.2.3 采样频次

a) 用于计量一段时间内碳排放总量必须采用在线连续监测；

b) 在线监测必须为连续监测；

c) 非在线监测需在燃气供热锅炉负荷稳定情况下进行取样，需每日取样监测；

d) 在线监测运行初期可加密非在线监测频次。

7.1.3 采集前后漂移检查

在每次采样前和采样后进行，在漂移检查完成前，不能对测定系统进行任何调节。

漂移=(采样后测量值一采样前测量值)/满量程值×100%。

若零气或高浓度标气漂移中的一个值超过漂移限值，则该次采样被认为无效。在进行新采样前，用零气和高浓度标气对测定系统进行校准。

7.1.4 非分散红外技术测定方法

7.1.4.1 将测定仪采样管前端置于排气筒中采样点上，堵严采样孔，使之不漏气。

7.1.4.2 启动抽气泵，以测定仪规定的采样流量取样测定，待测定仪稳定后，按取样频次要求保存测定数据。

7.1.4.3 测量前后执行7.1.3节漂移检查工作。

7.1.5 气相色谱技术测定方法

7.1.5.1 准备：按仪器使用说明书开启仪器，设定仪器各按项操作参数至仪器基线稳定正常。典型应用操作执行GB/T 8984要求。

7.1.5.2 标定：将标准样品经采样管与仪器连接。开启试样充分吹扫取样系统直至取得代表样后，转动取样阀，一起进样，测量仪器响应值（峰面积或峰高）。重复进样至少2次，直至响应值偏差小于5%时取其平均值As。

7.1.5.3 按下述步骤确认仪器检测限符合5.3的要求：

a)在标定条件下，测量仪器噪音N。

b)按式（1）计算仪器对CO2的检测限：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$D\_{i }=\frac{2N×ϕ\_{j}}{h\_{j}}$$ | (1) |

式中：

$D\_{i }$—组分i的检测限（体积分数），10-6；

N—标定条件下仪器噪音，单位为毫米（mm）;

$ϕ\_{j}$—标准样品中组分i的含量（体积分数），10-6；

$h\_{j}$—标定条件下标准样品中组分i的响应值，单位为毫米（mm）.

7.1.5.4 测定：在与标定完全相同的条件下进行。将样品气取样管与仪器连接。开启试样充分吹扫取样系统直至取得代表样后，转动取样阀，向仪器进样。测量仪器响应值（峰面积或峰高），重复进样至少2次，直至响应值相对偏差小于5%时取其平均值Ai。

7.2 烟气温度的测定

7.2.1 测量位置和测点

执行GB/T 16157的相关规定，详细安装与采样方法见附录A。

7.2.2 采样频次

a) 用于计量一段时间内碳排放总量必须采用在线连续监测；

b)在线监测必须为连续监测 ；

c) 非在线监测需在燃气供热锅炉负荷稳定情况下进行取样，需每日取样监测；

d) 在线监测运行初期可加密非在线监测频次。

7.2.3 测定步骤

a) 在线连续监测，将温度测量元件插入烟道中测点处，连续读数。

b) 非在线监测，将温度测量元件插入烟道中测点处，堵住测控，待温度稳定后读数。

7.3 烟气湿度的测定

7.3.1 测量位置和测点

执行GB/T 16157的相关规定，详细安装与采样方法见附录A。

7.3.2 采样频次

a) 用于计量一段时间内碳排放总量必须采用在线连续监测；

b) 在线监测必须为连续监测 ；

c) 非在线监测需在燃气供热锅炉负荷稳定情况下进行取样，需每日取样监测；

d) 在线监测运行初期可加密非在线监测频次。

7.3.3 测量方法与步骤

执行GB/T 16157的相关规定，排气中水分含量应根据不同的测量对象选用冷凝法、干湿球法或重量法中的一种方法测定。在线连续监测需连续读数。

7.4 气体流速的测定

7.4.1 测量位置和测点

执行GB/T 16157的相关规定，详细安装与采样方法见附录A。

7.4.2 采样频次

a) 用于计量一段时间内碳排放总量必须采用在线连续监测；

b)在线监测必须为连续监测 ；

c) 非在线监测需在燃气供热锅炉负荷稳定情况下进行取样，需每日取样监测；

d) 在线监测运行初期可加密非在线监测频次。

7.4.3 测量步骤

采用皮托管流量计、矩阵式流量计等压差式流量计执行GB/T 16157的相关规定；

采用热质式量气流体量计，将测量元件插入烟道中测点处，待数值稳定后读数；

采用超声波流量计等其他流速流量测试方法的，按照仪器说明执行。

在线连续监测需连续读数。

8 计量检测结果的处理

8.1 结果计算

8.1.1 排气流量的计算

干烟气流量按照GB/T 16157的规定，计算标准状态（273K，101.325kPa）下干排气流量Qsn（m3/h）。

8.1.2 二氧化碳浓度的计算

计量检测结果以标准状况下干排气量的二氧化碳质量浓度（mg/m3或g/m3）或体积浓度（%）表示。每次计量检测不少于10组数据，每个数据取至少5分钟均值。

固定污染源废气中二氧化碳浓度按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$ρ=19.6×ω$$ | (2) |

式中：

$ρ$——标准状态下干排气中二氧化碳质量浓度，g/m3；

$ω$——仪器测得的被测废气中二氧化碳体积浓度，%。

按以下方法计算二氧化碳浓度准确度：

绝对误差：  （3）

相对误差：  （4）

式中：——绝对误差，mg/m3；

Re——相对误差，% ；

Ci——计量检测方法测定的第i个浓度，mg/m3；

CCEMS——CEMS与计量检测方法同时段测定的浓度，mg/m3。

相对准确度计算

  （5）

式中：

RA——相对准确度；

式中：

  （6）

n——数据对的个数；

RMi——第i个数据对中的计量检测方法测定值。

  （7）

   *di=CEMSi-RMi* (8)

式中：

*d i*——每个数据对之差；

*CEMSi* ——第*i*个数据对中的CEMS测定值。

[注：在计算数据对差的和时，保留差值的正、负号]

  （9）

其中置信系数（cc）由表8.1值表查得的统计值和数据对差的标准偏差表示：

表8.1值表（95%置信水平）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 2.571 | 2.447 | 2.365 | 2.306 | 2.262 | 2.228 | 2.201 | 1.179 | 2.160 | 2.145 | 2.131 | 2.120 |

*tf.0.95*——由*t*表查得，*f=n-*1；

  （10）

式中：

 *Sd—计量检测方法*与CEMS测定值数据对的差的标准偏差。

8.1.3 二氧化碳排放速率的计算

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$G=ρ×Q\_{m}×10^{-3}$$ | (11) |

式中：

G——二氧化碳排放速率，kg/h；

$ρ$——标准状态下干排气中二氧化碳质量浓度，g/m3；

$Q\_{m}$——标准状态下干排气流量，m3/h。

8.1.4 样品气组分含量按式（12）计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$ϕ\_{i }=ϕ\_{s }×\frac{A\_{i} （或h\_{j}）}{A\_{s}（或h\_{s}）}$$ | (12) |

式中：

$ϕ\_{i }$—样品气中组分i的含量，10-6；

$ϕ\_{s }$—标准样品中组分i的含量，10-6；

$A\_{i} （或h\_{j}）$—样品中组分i的响应平均值[峰面积，单位为平方毫米（mm2）或峰高，单位为毫米（mm）]；

$A\_{s}（或h\_{s}）$—标准样品中组分i的响应平均值[峰面积，单位为平方毫米（mm2）或峰高，单位为毫米（mm）]。

注：以两次平行测定结果的算术平均值作为最终分析结果，两次测定值相对偏差不大于±10%

8.2 结果表示

8.2.1 体积浓度的结果表示：当二氧化碳浓度小于10.00%时，结果保留到小数点后2位，大于或等于10.00%时，结果保留3位有效数字。

8.2.2 质量浓度的结果表示：当二氧化碳浓度小于10.0g/m3时，结果保留至小数点后1位，大于或等于10.0g/m3时，结果保留3位有效数字。

9 数据质量评价与监督

9.1 测试时间间隔

9.1.1 CO2在线监测包括初检，90天运行和复检。在线监测仪安装和调试完成后正常运行168h可进行初检；当初检合格后，进入90天现场运行期；90天运行符合要求后，进行复检。

9.2 校准时间间隔

9.2.1 为确保仪器的不确定度保持在测量要求的范围内，仪器在安装后以及连续运行期间，应每年进行一次校准，分析仪在维修后应根据相应的国家标准要求进行校准。

9.2.2 永久安装的用于持续监控的仪器应参考GB/T 36090中给出的校准方法对以下项目比较进行校准（详细校准方法见附录B）：

1. 参考方法；
2. 有证标准物质。

9.2.3 无论采用哪种方法进行校准的仪器，都应确定校准时所得测量值的不确定度，不确定度的评定应满足要求，不确定度的评定方法可参考附录C。

9.2.4 每次校准前，均应按7的规定对仪器进行调整和性能测定，以确保所得的测量不确定度在该锅炉应用的代表性。

9.3 计量器具的配备要求

9.3.1 燃气供热锅炉碳排放计量需用到的气体流量计应遵循GB/T 17167的相关规定。

9.3.2 燃气供热锅炉碳排放计量的气体流量计准确度应达到2.0的等级要求。

10 检测结果表达

10.1 原始记录

计量测试的原始记录应包含燃气锅炉碳排放计量测试所要求的必要信息，记录中列出的项目应准确填写。测量结果、数据和计算应在测试时予以记录，记录应包括测试人员和核验人员的签名和测试日期，原始记录格式见附录D。

10.2 检测报告

10.2.1 应客观、准确和规范地报告检测结果，出具检测报告。检测报告应包括足够信息，报告结果应包含8.1中检测结果评定准则的规定出具。检测报告应由实际检测人员、报告审核人员和报告批准人员签名。

10.2.2 检测报告至少应包括以下信息：

a) 标题；

b) 检测机构名称和地址；

c) 报告的唯一性标识，每页和总页的的标识；

d) 受检单位、生产单位的名称和地址；

e) 被测样品的描述；

f) 进行检测的日期，接收样品的日期；

g) 开展检测依据的技术规范；

h) 检测所用测量仪器的溯源性及有效性说明；

i) 检测结论；

j) 检测环境的描述；

k) 检测结果及测量不确定度的说明；

l) 检测人员、报告审核人员和报告批准人员的签名；

m) 检测结果仅对样品或检测批的有效的声明；

n) 未经检测机构书面批准，不得复印报告的声明。

附录A 燃气锅炉碳计量设备安装方法

附录B 燃气锅炉碳计量设备校准方法

附录C 燃气锅炉碳测量结果不确定度评定示例

附录D 燃气锅炉碳计量检测数据记录格式（参考）

**附录A**

**燃气锅炉碳排放计量设备安装方法**

A.1 安装位置要求

A.1.1一般要求

A.1.1.1位于燃气供热锅炉排放控制设备的下游和比对监测断面上游；

A.1.1.2不受环境光线和电磁辐射的影响；

A.1.1.3烟道振动幅度尽可能小；

A.1.1.4安装位置应尽量避开烟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；

A.1.1.5安装位置不漏风；

A.1.1.6安装分析仪的工作区域应设置一个防水低压配电箱，内设漏电保护器，不少于2个10A插座，保证监测设备所需电力；

A.1.1.7应合理布置采样平台与采样孔：

a）采样或监测平台长度应≥2m，宽度应≥2m或不小于取样枪长度外延1m，周围设置1.2m以上的安全防护栏，有牢固并符合要求的安全措施，便于日常维护（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）和比对监测。

b）采样或监测平台应易于人员和监测仪器到达，当采样平台设置在离地面高度≥2m的位置时，应有通往平台的斜梯（Z字梯或旋梯），宽度应≥0.9m；当采样平台设置在离地面高度≥20m的位置时，应有通往平台的升降梯。

c）当分析仪安装在矩形烟道时，若烟道截面的高度＞4m，则不宜在烟道顶层开设参比方法采样孔；若烟道截面的宽度＞4m,则应在烟道两侧开设参比方法采样孔，并设置多层采样平台。

d）在分析仪监测断面下游应预留参比方法采样孔，采样孔位置和数目按照GB/T 16157的要求确定。现有污染源参比方法采样孔内径应≥80mm，新建或改建污染源参比方法采样孔内径应≥90mm。在互不影响的前提下，参比方法采样孔应尽可能靠近分析仪监测断面。当烟道为正压烟道或有毒气体时，应采用带闸板阀的密封采样孔。



A.1.2 具体要求

A.1.2.1 应优先选择在垂直管段和烟道负压区域，确保所采样品的代表性。

A.1.2.2 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，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。对于矩形烟道，应以当量直径计，其当量直径按式（1）计算。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$D=\frac{2AB}{A+B}$$ | (A.1) |

式中：D—当量直径；

A、B—边长。

A.1.2.3 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A.1.2.2的要求。对于现有排放源，当无法找到满足A.1.2.2要求的采样位置时，应尽可能选择在气流稳定的断面安装采样分析仪探头，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。

A.1.2.4 为了便于采样参比方法的校验和比对监测，分析仪不宜安装在烟道内烟气流速＜5m/s的位置。

A.1.2.5 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，应尽可能将分析仪装在总排气管上，但要便于用参比方法校验分析仪；不得只在其中的一个烟道或管道上安装分析仪，并将测定值作为该排放源的排放结果，但允许在每个烟道或管道上安装分析仪。

A.1.2.6 固定污染源烟气净化设备设置有旁路烟道时，应在旁路烟道内安装分析仪或烟温、流量监测仪。其安装、调试和数据采集应符合本规范的要求。

A.2 安装施工要求

A.2.1 一般要求

A.2.1.1 分析仪安装施工应符合GB 50093、GB 50168的要求。

A.2.1.2 施工单位应熟悉分析仪的原理、结构、性能，编制施工方案、施工技术流程图、设备技术文件、设计图样、监测设备及配件货物清单交接明细表、施工安全细则等有关文件。

A.2.1.3 设备技术文件应包括资料清单、产品合格证、机械结构、电气、仪表安装的技术说明书、装箱清单、配套件、外购件检验合格证和使用说明书等。

A.2.1.4 设计图样应符合技术制图、机械制图、电气制图、建筑结构制图等标准的规定。

A.2.1.5 设备安装钱的清理、检查及保养应符合一下要求：

1. 按交货清单和安装图样明细表清点检查设备及零部件，缺损件应及时处理，更换补齐。
2. 运转部件如：取样泵、压缩机、监测仪器等，滑动部位均需清洗、注油润滑防护。
3. 因运输造成变形的仪器、设备的结构件应校正，并重新涂刷防锈漆及表面油漆，保养完毕后应恢复原标记。

A.2.1.6 现场端连接材料（垫片、螺母螺栓、短管、法兰等）为焊件组队成焊时，壁（板）的错边量应符合一下要求：

1. 管子或管件对口、内壁齐平，最大错边量≥1mm;
2. 采样孔的法兰与连接法兰几何尺寸极限偏差不超过±5mm，法兰端面的垂直度极限偏差≤0.2%；

A.2.1.7 从探头到分析仪的整条采样管线的铺设应采用桥架或穿管等方式，保证整条管线具有良好的支撑。管线倾斜度≥5°，放置管线内积水，在每隔4~5m处装线卡箍。当使用伴热管线时应具备稳定、均匀加热和保温的功能；其设置加热温度≥120℃，且应高于烟气露点温度10℃以上，其实际温度值应能够在机柜或系统软件中显示查询。

A.2.1.8 电缆桥架安装应满足最大直径电缆的最小弯曲半径要求。电缆桥架的连接应采用连接片。配电套管应采用钢管和PVC管材质配线管，其弯曲半径应满足最小弯曲半径要求。

A.2.1.9 应将动力与信号电缆分开敷设，保证电缆通路及电缆保护管的密封自控电缆应符合输入和输出分开、数字信号和模拟信号分开的配线和敷设的要求。

A.2.1.10 安装精度和连接部件坐标尺寸应符合技术文件和图样规定。监测站房应排列整齐，监测仪器顶平直度和平面度应不大于5mm，监测仪器牢固固定，可靠接地。二次接线正确、牢固可靠，配导线的端部应标明回路编号。配线工艺整齐，绑扎牢固，绝缘性好。

A.2.1.11 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、排水系统安装后应畅通和启闭灵活。自动监测系统空载运行24h后，管路不得出现脱落、渗漏、振动强烈现象。

A.2.1.12 反吹气应为干燥清洁气体，反映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。

A.2.1.13 电气控制和电气负载设备的外壳防护应符合GB 4208的技术要求，户内达到防护等级IP24级，户外达到防护等级IP54级。

A.2.2 防雷、绝缘要求

A.2.2.1 系统仪器设备的工作电源应有良好的接地措施，接地电缆应采用大于4mm2的触芯保护套电缆，接地电阻小于4Ω，切不能和避雷接地线共用，

A.2.2.2 平台、监测站房、交流电源设备、机柜、仪表和设备金属外壳，管线屏蔽层和套管的防雷措施，可利用厂内区域保护接地网，采用多点接地方式。厂区内不能提供接地线或提供的接地线达不到要求的，应在子站附近重做接地装置。

A.2.2.3 电源线和信号线设防雷装置。

A.2.2.4 电源线、信号线与避雷线的平行净距离≥1m，交叉净距离≥0.3m（如图2）。

A.2.2.5由烟囱或主烟道上数据柜引出的数据信号线要经过避雷器引入监测站房，应将避雷器接地端同站房保护底线可靠连接。

A.2.2.6 信号线为屏蔽电缆线，屏蔽层应有良好绝缘，不可与计价、柜体发生摩擦、打火，屏蔽层两端及中间均需做接地连接（如图3）。



**附录B**

**燃气锅炉碳计量设备校准方法**

B.1 校准项目

B.1.1 示值误差：≤±2.5%满量程；（与仪器仪表量程范围有关）

B.1.2 系统偏差：≤±5%；

B.1.3 仪器响应时间

a) 抽取式分析仪器响应时间≤200s；

b) 原位式分析仪器响应时间90s;

B.1.4 重复性

零点的重复性相对标准偏差：不大于所用最低测量范围上限值的2%；

量程点的重复性相对标准偏差：不大于所用最低测量范围上限值的2%；

B.1.5 线性误差

分析仪器线性误差：不超过±2% F.S.（满量程）。

B.1.6 零点漂移和量程漂移

分析仪器24h内的零点漂移和量程漂移：不超过±2.5 % F.S.（满量程）；

分析仪器一周和无人值守期间的零点漂移量程漂移：不超过±3% F.S.（满量程）。

B.1.7 压力变化的影响

对样品气压力的敏感性（压力变化2 kPa）：不超过±3% F.S.（满量程）；

B.1.8 环境温度变化的影响

对环境温度的敏感性（在制造商指定温度范围内变化10K）：不超过±3% F.S.（满量程）；

B.1.9 进样流量变化的影响

抽取式进样系统对样品气流量的敏感性：不超过±2% F.S.（满量程）；

B.1.10 供电电压变化的影响

在制造商指定的电压范围内对电压的敏感性：供电电压变化10%，读数不大于±2% F.S.（满量程）。

B.1.11 交叉灵敏度：不超过±4% F.S.（满量程）；

B.1.12 振动的影响

按照规定的振动条件和频率进行实验后，仪器读数不超过±4% F.S.（满量程）；

B.1.13 采样管线与处理系统的损耗与泄露：≤2%测量值；

B.1.14 干扰成分的影响

通入干扰成分气体，仪器出现正干扰和负干扰，其读数不超过±5% F.S.（满量程）；

B.1.15 交叉叠加测量光束的偏移：不超过±2% F.S.（满量程）；

B.2 操作方法

B.2.1 检查测试现场仪器的安装和调试应符合相关要求，详细的仪器安装与调试方法见附录A。

B.2.2 示值误差

依次通入低浓度满量程值、中浓值满量程值和高浓度满量程值的标准气体，读数稳定后分别记录各浓度标准气体的显示值；再通入零气，重复测试3次。按公式（B.1）计算被测仪器每种浓度标准气体示值误差Δc；Δc的最大值应符合B.1.1的要求。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$Δc=\left(\frac{\overbar{Cdi}-Csi}{Csi}\right)×100\%$$ | (B.1) |

式中：Δc——测量第i种浓度标准气体的示值误差，%；

Csi——第i种浓度标准气体浓度标称值，ppm（mg/m3）；

Cdi——测量第i种浓度标准气体3次测量平均值，ppm（mg/m3）；

i——测量标准气体序号（i=1~3）.

B.2.3 系统响应时间

被测仪器运行稳定后，按照系统设定采样流量通入零点气体，待读数稳定后按照相同流量通入量程校准气体，同时用秒表开始计时；观察分析仪示值，至读数开始跃变止，记录并计算样气管路传输时间T1；继续观察并记录分析仪器显示值上升至标准气体浓度标称值90%时的仪表响应时间T2；系统响应时间为T1和T2之和。系统响应时间每天测试1次，重复测试3天，平均值应符合B.1.3的要求。

B.2.4 重复性

分析仪运行稳定后，通入量程校准气体，待读数稳定后记录显示值Ci，使用同一浓度量程校准气体重复上述测试操作至少6次，按公式（B.2）计算分析仪器的重复性，应符合B.1.4的要求。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $Sr=\frac{1}{\overbar{C}}$×$\sqrt{\frac{\sum\_{i=1}^{n}\left(Ci-\overbar{C}\right)}{n-1}}$×100% | (B.2) |

式中：Sr——待测分析仪器重复性，100%；

Cr——量程校准气体第i次测量值，ppm（mg/m3）；

$\overbar{C}$——量程校准气体测量平均值，ppm（mg/m3）；

i——记录数据的序号（i=1~n）；

n——测量次数（n≥6）。

B.2.5 线性误差

分析仪运行稳定后，分别进行零点校准和量程校准。依次通入标准气体，读数稳定后分别记录各浓度标准气体的显示值，再通入零点气体，重复测试3次，按公式（B.3）计算待测分析仪器每种浓度标准气体测量误差相对于满量程的半分比Lei的最大值应符合B.1.5的要求。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$Lei=\left(\frac{\overbar{Cdi}-Csi}{R}\right)×100\%$$ | (B.3) |

式中：Lei——测量第i种浓度标准气体的示值误差，%；

Csi——第i种浓度标准气体浓度标称值，ppm（mg/m3）；

Cdi——测量第i种浓度标准气体3次测量平均值，ppm（mg/m3）；

i——测量标准气体序号（i=1~4）；

R——分析仪器满量程值，ppm（mg/m3）。

B.2.6 24h零点漂移和24h量程漂移

被测仪器运行稳定后，通入零点气体，记录分析仪器零点稳定读数为Z0；然后通入量程校准气体，记录稳定读数S0，通气结束后，被测仪器连续运行24h（期间不允许任何校准和维护）后重复上述操作，并分别记录稳定后读数Zn和Sn。分别按公式（B.4）（B.5）和（B.6）（B.7）计算24h零点漂移Zd和24h量程漂移Sd，检测期间，全部24h零点漂移和24h量程漂移均应符合B.2.6的要求。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $∆Z\_{n}=Z\_{n}-Z\_{0}$  | (B.4) |
|  | $Z\_{d}=\frac{∆Z\_{n}}{R}×100\%$  | (B.5) |

式中：$Z\_{n}$—待测分析仪24h零点漂移，%；

$Z\_{0}$—待测分析仪通入零点气体的初始测量值，ppm（mg/m3）；

$Z\_{d}$—待测分析仪运行24h通入零点气体的测量值，ppm（mg/m3）；

$∆Z\_{n}$—待测分析仪运行24h后的零点变化值，ppm（mg/m3）；

R—待测分析仪满量程值，ppm（mg/m3）；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $∆S\_{n}=S\_{n}-S\_{0}$  | (B.6) |
|  | $S\_{d}=\frac{∆S\_{n}}{R}×100\%$  | (B.7) |

B.2.7 一周零点漂移和量程漂移

分析仪器运行稳定后，通入零点气体，记录分析仪器零点稳定读数为Z0；然后通入量程校准气体，记录稳定读数S0。通气结束后，待测分析仪器连续运行168h（期间不允许任何手动校准和维护）后重复上述操作，并分别记录稳定后读数Zn和Sn。分别按公式（B.4）（B.5）和（B.6）（B.7）计算待测分析仪的一周零点漂移Zn和一周量程漂移Sn。重复上述测试7次，全部一周零点漂移值和一周量程漂移值应符合B.1.6的要求。

B.2.8 环境温度变化的影响

a）分析仪器在恒温环境中运行后，设置环境温度为（25±1）℃，稳定至少30min，记录标准温度值t0，通入零点气体，记录分析仪器读数Z0；通入量程校准气体，记录待测分析仪器读数M0；

b）缓慢调节（升温速率或降温速率≤1℃/min），恒温环境温度为（35±1）℃，稳定至少30min，记录标准温度值t1，分别通入同一浓度零点气体和量程校准气体，记录待测仪器零点读数Z1和量程读数M1；

c）缓慢调节恒温环境温度为（25±1）℃，稳定至少30min，记录标准温度值t2，分别通入同一浓度零点气体和量程校准气体，记录待测仪器零点读数Z2和量程读数M2；

d）缓慢调节恒温环境温度为（15±1）℃，稳定至少30min，记录标准温度值t3，分别通入同一浓度零点气体和量程校准气体，记录待测仪器零点读数Z3和量程读数M3；

e）缓慢调节恒温环境温度为（25±1）℃，稳定至少30min，记录标准温度值t4，分别通入同一浓度零点气体和量程校准气体，记录待测仪器零点读数Z4和量程读数M4；

f）按公式（B.8）计算待测分析仪器环境温度变化的影响bst，应符合B.2.8的要求。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$b\_{st}=\frac{(M\_{3}-Z\_{3})-\frac{(M\_{2}-Z\_{2})+(M\_{4}-Z\_{4})}{2}}{R}×100\%$$或$$\frac{(M\_{3}-Z\_{3})-\frac{(M\_{0}-Z\_{0})+(M\_{2}-Z\_{2})}{2}}{R}×100\%$$ | (B.8) |

$b\_{st}$—待测分析仪环境温度变化的影响，%；

M0—环境温度t0，分析仪器量程校准气体测量值，ppm（mg/m3）；

M1—环境温度t1，分析仪器量程校准气体测量值，ppm（mg/m3）；

M2—环境温度t2，分析仪器量程校准气体测量值，ppm（mg/m3）；

M3—环境温度t3，分析仪器量程校准气体测量值，ppm（mg/m3）；

M4—环境温度t4，分析仪器量程校准气体测量值，ppm（mg/m3）；

Z0—环境温度t0，待测分析仪零气测量值，ppm（mg/m3）；

Z1—环境温度t1，待测分析仪零气测量值，ppm（mg/m3）；

Z2—环境温度t2，待测分析仪零气测量值，ppm（mg/m3）；

Z3—环境温度t3，待测分析仪零气测量值，ppm（mg/m3）；

Z4—环境温度t4，待测分析仪零气测量值，ppm（mg/m3）；

R—待测分析仪满量程值，ppm（mg/m3）；

B.3.9 供电电压变化的影响

待测分析仪运行稳定后，在正常电压条件下，通入标准气体，稳定后计量院待测分析仪器读数W；调节待测分析仪供电电压高于正常电压值10%，通入同一浓度标准气体，稳定后记录待测分析仪读数X；调节供电电压低于正常电压值10%，通入同一浓度标准气体，稳定后记录分析仪读数Y。按公式（B.9）计算待测分析仪的供电电压变化的影响U，重复测试3次，平均值应符合B.2.10的要求。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $U=\frac{X-W}{R}×100\%$或$\frac{Y-W}{R}×100\%$ | (B.9) |

式中：U—待测分析仪供电电压变化的影响，%； W—正常电压条件下量程校准气体测量值，

X—供电电压高于正常电压10%时，量程校准气体测量值，ppm（mg/m3）；

Y—供电电压低于正常电压10%时，量程校准气体测量值，ppm（mg/m3）；

R—待测分析仪满量程值，ppm（mg/m3）；

B.2.10 振动的影响

将待测分析仪按照正常的安装方式安装在振动测试装置上，待测分析仪器运行稳定后，分别通入零气和量程校准气体，稳定后记录待测分析仪读数Z0和M0。将振动测试装置调节到位移幅值0.15mm，然后分别在三个互相垂直的轴线上在（10-55-10）Hz频率范围内依次以对数规律进行扫描，扫频速率为1个倍频程/min，每个方向上的振动测试时间均保持10min。振动测试结束后仪器恢复2h，再次分贝通入零气和量程校准气体，稳定后记录待测分析仪读数Z1和M1，重复振动后零点和量程校准气体测量3次，取测量结果的平均值；按照公式（B.10）和（B.11）分别计算待测分析仪的零点处振动的影响和量程点处振动的影响，均应符合B.1.12的要求。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$u\_{0}=\frac{\overbar{Z} -Z\_{0}}{R}×100\%$$ | (B.10) |
|  | $u\_{sp}=\frac{\overbar{M}-M\_{0}}{R}×100\%$  | (B.11) |

式中：$u\_{0}$—待测分析仪零点处振动的影响，%；

$u\_{sp}$—待测分析仪量程点处振动的影响，%；

$Z\_{0}$—正常没有外界振动条件下零点气体测量值，ppm（mg/m3）；

$M\_{0}$—正常没有外界振动条件下量程校准气体测量值，ppm（mg/m3）；

$\overbar{Z}$—经过振动测试后零气测量平均值，ppm（mg/m3）；

$\overbar{M}$—经过振动测试后量程校准气体测量平均值，ppm（mg/m3）；

R—待测分析仪满量程值，ppm（mg/m3）；

B.2.11 干扰成分的影响

待测分析仪运行稳定后，通入零气，记录分析仪读数a；通入规定浓度的干扰气体，记录分析仪读数b。零气和每种干扰气体干扰成分的影响IEi；将IEi大于满量程值0.5%的正干扰和小于满量程值-0.5%的负干扰值分别相加，可得到正干扰影响值和负干扰影响值，均应符合B.1.14的要求。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$IE\_{i}=\frac{\overbar{b\_{i}}-\overbar{a}}{R}×100\%$$ | (B.12) |

式中：$IE\_{i}$—待测分析仪测量第i种干扰气体的影响，%；

$\overbar{b\_{i}}$—第i种干扰气体3次测量的平均值，ppm（mg/m3）；

$\overbar{a}$—零气3次测量平均值，ppm（mg/m3）；

R—待测分析仪满量程值，ppm（mg/m3）；

i—测试干扰气体的序号（i=1~5）。

**附录C**

**燃气锅炉碳计量测量结果不确定度评定示例**

C.1 示值误差的不确定度评定概述

C.1.1 测量方法

按照仪器使用说明书对仪器预热稳定和调整，保持正常工作状态。通入仪器工况测量量程的10%、30%、50%和80%的标准气体，读数稳定后分别记录各浓度标准气体的显示值；再通入零气（标称值）后记录显示值。分别重复测量3次的算术平均值为仪器示值，仪器示值与标称值的差值即为该分析仪的示值误差。

C.1.2 测量标准

能够稳定发生浓度约为仪器工况测量量程的10%、30%、50%和80%的标准气体。氮中二氧化碳标准气体可通过渗透管或高浓度钢瓶标准气体添加稀释得到。

C.2 测量模型

C.2.1 示值误差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$Δc=\overbar{C\_{di}}-C\_{si}$$ | (C.1) |

式中：$Δc$——测量第i种浓度标准气体的示值误差，%；

$C\_{si}$——第i种浓度标准气体浓度标称值，ppm（mg/m3）；

$\overbar{C\_{di}}$——测量第i种浓度标准气体3次测量平均值，ppm（mg/m3）；

i——测量标准气体序号（i=1~3）.

C.2.2 灵敏系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$C\_{1}=\frac{∂Δc}{∂\overline{c\_{di}}}=1$$ | (C.2) |
|  | $$C\_{2}=\frac{∂Δc}{∂\overline{c\_{si}}}=-1$$ | (C.3) |

C.3 不确定度来源分析

C.3.1 示值误差的不确定度来源主要有以下几个：

1. 仪器示值重复性引入的标准不确定度$u(\overline{c})$。人员操作、环境条件的影响和被校仪器的变动性影响体现在测量重复性中。

b) 标准气体的定值不确定度引入的标准不确定度u(cs)。

C.4 各输入量的标准不确定度评定

C.4.1 仪器示值重复性引入的标准不确定度分量

选择非分散红外吸收分析仪、气相色谱分析仪，通入稀释后的气体标准物质（以50%工况测量量程为例），在同一条件下重复测量10次，得到测量数据列，根据贝塞尔公式的得到单次测量标准偏差，结果如表B.1所示。

B.1 单次测量标准偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准气体浓度值% | 示值% | 平均值 | 实验标准偏差 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

由测量重复性引入的标准不确定度为：

C.4.2 测量标准即标准气体的定值不确定度引入的标准不确定度分量

根据校准规范，稀释后的标准气体相对扩展不确定度不大于3%，*k*=2，则相对标准不确定度分别为：urel（Csi-CO2）=1.5%;

以50%工况测量量程为例，标准气体浓度值分别为CO2:

C.5 合成标准不确定度

标准不确定度分量汇总表见表C.2

C.2 标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度符号 | 不确定度来源 | 标准不确定度 |
| $$u(\overline{c})$$ | 测量重复性引入 |  |
| u(cs) | 标准气体引入的定值不确定度 |  |

合成标准不确定度为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$u\_{c}（Δc）=\sqrt{c\_{1}^{2}u(\overline{c})^{2}+c\_{2}^{2}u(c\_{s})^{2}}$$ | (C.4) |

C.6 扩展不确定度

包含因子取k=2，其对应的包含概率为95%，则：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$U=ku\_{c}=2u\_{c}$$ | (C.5) |

|  |
| --- |
| **附录D 燃气供热锅炉碳计量检测数据记录格式** |
| 受检单位 |  | 测试地点 |  | 测试位置 |  |
| 受检仪器名称 |  | 受检仪器厂家 |  | 受检仪器型号 |  |
| 受检仪器出厂编号 |  | 受检仪器测试原理 |  |
| 计量检测方法 |  |
| 计量检测仪器型号 |  | 计量检测仪器编号 |  |
| 检测内容 |
| 样品编号 | 时间 | 锅炉负荷 | 流量（m3/h) | CO2浓度（mg/m3或%） |
| 测量值 | 测量值 |
| 1 | 时 分 |  |  |  |
| 2 | 时 分 |  |  |  |
| 3 | 时 分 |  |  |  |
| 4 | 时 分 |  |  |  |
| 5 | 时 分 |  |  |  |
| 6 | 时 分 |  |  |  |
| 7 | 时 分 |  |  |  |
| 8 | 时 分 |  |  |  |
| 9 | 时 分 |  |  |  |
| 10 | 时 分 |  |  |  |
| 平均值 |  |  |  |
|  | 测试人员 |  |  | 测试日期 |  |  |  |  |
|  | 核验人员 |  |  | 核验日期 |  |  |  |  |