

# DB 3201

南 京 市 地 方 标 准

DB 3201/T 1191—2024

## 石化行业高架火炬气排放连续监测 技术规范

Specification for flare continuous emission monitoring  
for petrochemical industries

2024 - 04 - 28 发布

2024 - 04 - 30 实施

南京市市场监督管理局 发 布



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 系统组成和功能 ..... 2

5 技术要求 ..... 3

6 监测站房要求 ..... 4

7 安装要求 ..... 4

8 技术指标调试检测 ..... 5

9 技术验收 ..... 5

10 日常运行维护要求 ..... 7

11 质量保证和质量控制要求 ..... 7

12 数据审核和处理 ..... 8

附录 A（规范性） 火炬气排放连续监测系统必测火炬气组分 ..... 9

附录 B（规范性） Flare-CEMS 主要技术指标调试和验收方法 ..... 10

附录 C（资料性） 火炬气排放连续监测系统安装调试检测原始记录表 ..... 13

附录 D（资料性） 火炬气排放连续监测系统调试检测报告 ..... 31

附录 E（资料性） 火炬气排放连续监测系统技术指标验收报告 ..... 35

附录 F（资料性） 火炬气排放连续监测系统日常巡检、校准和维护原始记录表 ..... 40

参考文献 ..... 46

## 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由南京市生态环境局提出并归口。

本文件起草单位：南京分析仪器厂有限公司、南京生态环境保护科学研究院、南京市产品质量监督检验院（南京市质量发展与先进技术应用研究院）、江苏省南京环境监测中心、南京市生态环境监测监控中心。

本文件主要起草人：薛逸才、王艳、杨德维、谢馨、方东、马少玲、窦焱焱、郭梦伊、韩宏伟、谢轶嵩、霍洪强、张雷。

# 石化行业高架火炬气排放连续监测技术规范

## 1 范围

本文件规定了石化行业高架火炬气排放连续监测的系统组成和功能、技术性能、监测站房、安装、技术指标、调试检测、技术验收、日常运行管理、日常运行质量保证以及数据审核和处理等有关要求。  
本文件适用于石油炼制、石油化学、有机化工、煤化工等石化行业使用的高架火炬。

## 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1部分：设备 通用要求
- GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准
- HJ 75 固定污染源烟气（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物）排放连续监测技术规范
- HJ 212 污染源在线监控（监测）系统数据传输标准
- 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

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**连续监测系统** continuous monitoring system (CMS)  
连续监测废气参数（温度、压力、流速或流量等）所需要的全部仪器和设备。  
[来源：HJ 1286—2023, 3.2]

### 3.2

**火炬气排放连续监测系统** flare continuous emission monitoring system (Flare-CEMS)  
连续监测高架火炬废气中组分的排放浓度、热值和条件参数所需要的全部仪器和设备。

### 3.3

**有效数据** valid data  
符合标准技术指标要求且经验收合格的Flare-CEMS（3.2），在正常运行时所测得的数据。  
[来源：HJ 1286—2023, 3.4]

### 3.4

**分析周期** analysis cycle time  
系统连续运行时给出两组测量结果之间的时间间隔。  
[来源：HJ 1013—2018, 3.6]

### 3.5

**零点噪声** zero noise  
在正常工作条件下，向仪器通入零点气体进行连续多次测量所得到的实测值与平均值的标准偏差。

3.6

**有效数据率** validated data rate

在一段时间内，监测数据有效的小时数占总运行小时数的百分比。

[来源：HJ 1010—2018，3.2]

3.7

**校准** calibration

在正常工作条件下，向仪器通入标准气体进行连续多次测量，根据仪器实测值与标准气体标称值之间的差值来分析仪器示值误差的一组操作。

4 系统组成和功能

4.1 系统组成

Flare-CEMS由废气参数监测单元、废气组分监测单元、数据采集与处理单元组成，见图1。

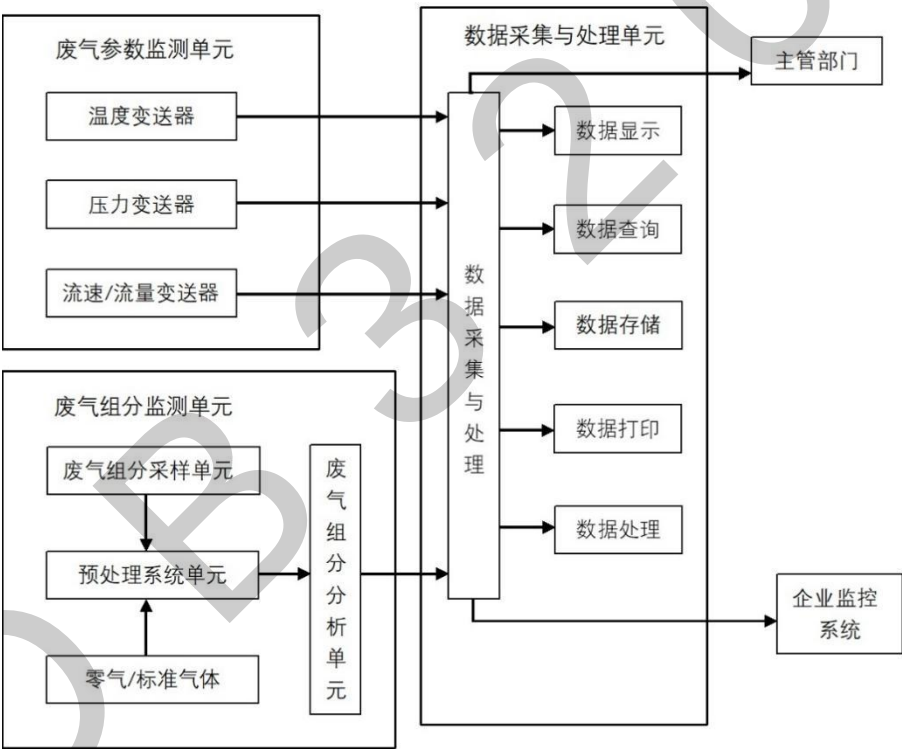


图1 Flare-CEMS 组成示意

4.2 功能

Flare-CEMS应能实现连续测量进入高架火炬的废气参数（温度、压力、流速或流量等）、废气中主要气体组分的浓度，同时计算废气的热值、废气中主要气体组分的排放速率和排放量，显示（可支持打印）和记录各种数据和参数，形成相关图表；并具有通过数据、图文等方式传输至管理平台的功能。

4.3 正常工作条件

Flare-CEMS正常工作应满足以下条件：

- a) 环境温度：室内 15℃～35℃、室外-20℃～50℃；

- b) 室内相对湿度： $\leq 85\%$ ；
- c) 室内大气压： $80\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ ；
- d) 供电电压： $\text{AC } 220\text{ V}\pm 22\text{ V}$ ， $50\text{ Hz}\pm 1\text{ Hz}$ 。

## 5 技术要求

### 5.1 安全要求

- 5.1.1 在环境温度  $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，室内相对湿度 $\leq 85\%$ 条件下，Flare-CEMS 系统电源端子对地或机壳的绝缘电阻不应小于  $20\text{ M}\Omega$ 。
- 5.1.2 在环境温度  $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，室内相对湿度 $\leq 85\%$ 条件下，Flare-CEMS 系统在  $1500\text{ V}$ （有效值）、 $50\text{ Hz}$  正弦波试验电压下持续  $1\text{ min}$ ，不应出现击穿或飞溅现象。
- 5.1.3 Flare-CEMS 系统应具有漏电保护装置，具备良好的接地措施。
- 5.1.4 安装和使用者应建立起有效安全措施，防止易燃易爆、有毒有害气体泄漏，及防备其他安全风险；若设备安装环境有防爆要求，则应按照 GB/T 3836.1 中相关规定执行。

### 5.2 性能要求

#### 5.2.1 废气参数监测的性能指标

##### 5.2.1.1 温度

Flare-CEMS温度监测宜选用热电偶传感器或热敏电阻，与参比方法测量结果平均值的绝对误差不超过 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，计量周期宜同火炬相关装置的大修周期（不少于1次/年），量程范围根据火炬气类型不同的分别为高温高压火炬气 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、低温高压火炬气 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、常温低压火炬气 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，精度均为 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

##### 5.2.1.2 压力

Flare-CEMS压力监测宜选用扩散硅式力敏器件的压力传感器，量程范围应能覆盖 $-100\text{ kPa}\sim 20\text{ MPa}$ ，精度应满足 $0.5\text{ \%F.S.}$ 。

##### 5.2.1.3 流量

Flare-CEMS流量监测宜选用具有自标定功能的超声波流量计，量程范围 $0.03\text{ m/s}\sim 80\text{ m/s}$ ，且满足：  
——当火炬气流速 $\geq 0.03\text{ m/s}$ 且 $\leq 0.3\text{ m/s}$ 时，流量计的最大绝对误差不超过仪表量程的 $\pm 20\text{ \%}$ ；  
——当火炬气流速 $> 0.3\text{ m/s}$ 时，流量计精度等级满足 5.0 级。

#### 5.2.2 废气组分监测的性能指标

##### 5.2.2.1 测量气体组分范围

测定气体组分应至少包括常规监测目标气体（氮气、氢气、一氧化碳、二氧化碳、硫化氢，共5种）、烷烃监测目标气体（甲烷、乙烷、丙烷、正丁烷、异丁烷、正戊烷、异戊烷、己烷及更重组分、共8种）、高活性挥发性有机物监测目标气体（乙烯、丙烯、所有丁烯、所有戊烯、1, 3-丁二烯，共5种），应符合附录A的规定，各组分浓度最高量程不应低于 $0.01\text{ mol/mol}$ 。根据火炬气实际情况，可增加监测的目标气体。

##### 5.2.2.2 分析周期

系统分析周期 $\leq 15$  min。

#### 5.2.2.3 零点噪声

废气组分分析单元零点噪声不超过 $150\ \mu\text{mol/mol}$ 。

#### 5.2.2.4 方法检出限

90%组分的方法检出限 $\leq 450\ \mu\text{mol/mol}$ 。

#### 5.2.2.5 组分分析准确度

废气组分分析结果，准确度应不超过 $\pm 5\%$ 标准气体标称值。

#### 5.2.2.6 组分分析精密度

废气组分分析结果，各组分精密度 $\leq 5\%$ 。

#### 5.2.2.7 分离度

二氧化碳和乙烯、乙烯和乙烷、正戊烷和异戊烷的分离度达到1.0以上。

#### 5.2.2.8 24 h 浓度漂移

废气组分分析单元24 h浓度漂移不超过 $5\%$ 。

#### 5.2.2.9 有效数据率

Flare-CEMS连续运行30天，有效数据率不小于 $95\%$ 。

### 6 监测站房要求

6.1 监测站房内温度宜保持在 $15\ ^\circ\text{C}\sim 35\ ^\circ\text{C}$ ，相对湿度应 $\leq 85\%$ ，空调应具有来电自动重启功能，站房内应安装排风扇或其他通风设施。

6.2 监测站房应配备零点气和标准气体，以满足日常零点校准、量程校准、定期校准的需要。

6.3 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、有毒气体、低氧报警器。

6.4 安装在监测站房外部的电气设备的电气防爆等级应不低于监测站房所处区域防爆等级的要求。

6.5 安装在监测站房内部的电气设备的电气防爆等级应不低于GB/T 3836.1规定的ExIIBT3或Class 1、Division 2、Group B C D。若监测站房所处电气防爆环境为1级区域，应采用正压通风，在监测站房内所有通道关闭时，应能保持室内外压差不低于 $25\ \text{Pa}$  ( $2.5\text{mmH}_2\text{O}$ )；当监测站房失压时，应能发出报警信号。

6.6 若分析对象或载气中有氢气、乙炔，则监测站房内靠近顶棚处的电气防爆等级为ExIICT2或Class 1、Division 2、Group B (氢气)或A (乙炔)。

6.7 监测站房、仪器设备、辅助设施应在明显的位置设置标识、标牌。

6.8 监测站房宜选用分析小屋，分析小屋应带有正压通风系统或供热通风与空气调节 (HVAC) 系统。

6.9 监测站房的其他要求按照HJ 7执行。

### 7 安装要求

## 7.1 采样单元

7.1.1 Flare-CEMS 采样点应选择在能准确可靠地连续监测火炬气排放状况的位置上，应避开火炬管路弯头、断面等形状急剧变化的部位，不应在火炬筒体上直接选取采样点。采样点位置的其他要求按照 HJ 75 执行。

7.1.2 设置采样或监测平台时，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 $\geq 2$  m 的位置时，应有通往平台的斜梯，宽度应 $\geq 0.9$  m，有条件的可采用旋梯、Z 字梯或升降梯等。

7.1.3 样品采集和传输装置的材质应选用耐高温、防腐蚀、不吸附、不与待测污染物发生反应的材料，且不影响待测污染物的正常测量。

7.1.4 采样单元应满足 GB 37822 要求，分析仪器尾气不直接排放到外环境。同时，满足分析仪器背压要求，保障分析仪器正常运行。

7.1.5 采样系统应配备有效阻火设施。采样系统检修期间，应采取硬隔离手段。

7.1.6 鉴于火炬气系统特性，可不再单独设置人工采样口。

7.1.7 采样系统应纳入本单位 LDAR（泄漏检测与修复）检测计划，定期组织进行泄漏检测与修复。

## 7.2 施工要求

7.2.1 Flare-CEMS 施工应满足 HJ 75 中安装施工要求和 HJ 1013 安全要求。

7.2.2 样品气传输管线应具备稳定、均匀加热和保温的功能，其加热温度应不低于 120 °C（特殊气体，如  $\text{CS}_2$  等容易自燃的气体，加热温度应高于露点温度 10 °C 以上），加热温度值应能在机柜或系统软件中显示查询。

7.2.3 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。

## 8 技术指标调试检测

8.1 Flare-CEMS 在现场安装运行以后，在接受验收前，应进行技术性能指标的调试检测，调试检测的技术指标包括：

- a) Flare-CEMS 分析周期；
- b) Flare-CEMS 零点噪声；
- c) Flare-CEMS 方法检出限；
- d) Flare-CEMS 组分分析准确度和精密度；
- e) Flare-CEMS 组分分离度；
- f) Flare-CEMS 组分 24 h 浓度漂移；
- g) Flare-CEMS 有效数据率。

8.2 技术性能指标的调试检测要求如下：

- a) 相关指标的检测应在生产设备正常且稳定运行的条件下开展；
- b) 调试检测技术性能指标应满足第 5 章要求；
- c) 各技术性能指标的调试检测方法按照附录 B 执行。其中，分析周期连续测量 3 d，每天至少测量 1 次，每天分析周期都应满足要求；调试检测数据记录格式见附录 C，调试检测完成后编制调试检测报告，报告的格式见附录 D。

## 9 技术验收

### 9.1 总体要求

Flare-CEMS在完成安装、调试检测后，应进行系统技术指标验收，其中技术指标验收中的准确度验收应在其他各项技术指标验收合格后开展。

## 9.2 技术验收条件

符合下列要求的Flare-CEMS方可开展技术验收工作：

- a) Flare-CEMS 的安装位置符合第 7 章要求；
- b) 系统应当预留数据传输功能，具备数据一址多发上传功能，数据传输应满足 HJ 212 的要求；
- c) 根据第 8 章要求完成 72 h 的调试检测，并提供调试检测报告及调试检测结果数据；
- d) 调试检测后至少稳定运行 30 天，有效数据率不低于 95 %。

## 9.3 技术指标验收

### 9.3.1 一般要求

9.3.1.1 技术指标验收包括废气参数技术指标、废气组分监测技术指标验收。技术指标应符合第 5 章的要求，操作步骤和计算按附录 B 执行

9.3.1.2 验收期间除本文件规定操作外，不对 Flare-CEMS 进行校准、维护、检修、调整。

9.3.1.3 验收前应检查采样伴热管设置是否符合 7.2 相关要求。检查探头、伴热管线以及分析仪器之前的整个气体管路，应满足全程伴热无冷点。

9.3.1.4 验收期间，生产设备应正常且稳定运行。验收时，应采用有生产合格证且在有效期的标准气体，零点气可选择废气组分分析设备中所使用的载气，纯度 $\geq 99.999\%$ ，标准气体应当包含氮气、氢气、一氧化碳、二氧化碳、硫化氢、甲烷、乙烷、丙烷、异丁烷、正丁烷、异戊烷、正戊烷、正己烷、乙烯、丙烯、丁烯、戊烯、1,3-丁二烯等（加测的其他气体，应配备相应标准气），不确定度为 $\pm 2\%$ 。

9.3.1.5 对废气组分分析单元进行验收时，零点气和标准气体可就近通入分析设备中。

9.3.1.6 日常运行中更换 Flare-CEMS 分析仪表或变动 Flare-CEMS 采样点位时，应满足第 7 章的要求，并进行再次验收。

### 9.3.2 验收内容

9.3.2.1 废气参数监测单元验收通过文件验收形式进行，系统的温度、压力、流速（或流量）仪表应具有相应的计量合格证书、现场调试检测报告。

9.3.2.2 废气组分监测技术指标验收内容包括分析周期、零点噪声、方法检出限、组分分析准确度和精密度、分离度和 24 h 浓度漂移验收。

### 9.3.3 验收报告

技术指标验收完成后编制技术指标验收测试报告。技术指标验收测试报告应至少包括以下信息：

- a) 报告标识、编号；
- b) 检测日期和编制报告日期；
- c) Flare-CEMS 标识制造单位、型号和系列编号；
- d) Flare-CEMS 的主要组件；
- e) 安装 Flare-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) 分析周期、零点噪声、方法检出限、组分分析准确度和精密度、分离度、24 h 浓度漂移引用的标准及技术指标要求；
- h) 所有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；
- m) 组分分析设备出厂检测原始谱图复印件；
- n) 验收测试结果和验收测试报告；
- o) 备注（技术验收单位认为与评估 Flare-CEMS 性能相关的其他信息）。

## 10 日常运行维护要求

### 10.1 总体要求

Flare-CEMS使用单位应根据Flare-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。运维人员应熟练掌握Flare-CEMS的原理、使用和维护方法。Flare-CEMS日常运行维护应包括日常巡检和日常维护保养，具体巡检和维护保养记录格式可参见附录F。

### 10.2 常见故障分析及排除

满足HJ 75常见故障分析及排除的相关要求，记录格式见附录F。

### 10.3 安全要求

运行维护、检测相关人员注意以下安全要求：

- a) 运行维护、检测人员应定期参加安全培训；
- b) 运行维护、检测人员应掌握防火防爆常识，并熟练使用消防器材；
- c) 设置安全监督员制度，在维护检测作业中，应接受安全员监督；
- d) 应穿着防静电工作服和防静电工作鞋，在检测现场不应穿脱和拍打衣服，不应梳头和追逐打闹；
- e) 不应将火种带入检测现场；
- f) 雷雨天应停止检测作业。

## 11 质量保证和质量控制要求

### 11.1 一般要求

日常运行中的质量保证和质量控制是保障Flare-CEMS正常稳定运行、持续提供具有质量保证监测数据的必要手段。当Flare-CEMS不能满足技术指标要求时，应及时采取纠正措施，并应缩短下一次校准、维护和核查的间隔时间。

### 11.2 定期校准

- 11.2.1 废气参数监测设备需每年至少进行一次计量检定校准。
- 11.2.2 废气组分分析设备每 15 d 至少进行一次单点标定校准测试。
- 11.2.3 废气组分分析设备每 3 个月至少进行一次零点噪声和多点标定校准测试。
- 11.2.4 校准技术指标应满足 5.2 废气组分监测性能指标要求。
- 11.2.5 定期校准的记录卡格式见附录 F 表 F. 5、F. 6。

### 11.3 定期维护

11.3.1 使用氢气钢瓶时，至少每周巡检一次钢瓶的气体压力并记录，同时对减压阀、气体管路进行安全检漏并书面记录，有条件的应做到一用一备。

11.3.2 用氢气发生器时，至少每周检查一次氢气发生器变色硅胶，硅胶超过 2/3 变色时应予以更换。

11.3.3 使用氢气发生器时，应按其说明书规定，定期检查氢气压力、氢气发生器电解液等，根据使用情况及时更换电解液，定期添加去离子水；对于使用氢气钢瓶的，推荐每周巡检钢瓶气的压力并记录，有条件的可做到一用一备。

11.3.4 至少每周检查一次出峰时间与标准谱图的一致性是否符合仪器使用手册要求。

11.3.5 至少每月检查一次采样连接管路的气密性，Flare-CEMS 的过滤器、采样管路的结灰情况，若发现数据异常应及时维护。

11.3.6 至少每半年检查一次零点气发生器中的过滤填料，根据使用情况对其进行更换。

11.3.7 更换主要部件如色谱柱、定量环后应对 Flare-CEMS 进行准确度检测，并记录校准数据和过程，校准数据满足第 5 章相关要求且稳定后方可投入运行。

11.3.8 维护频次和定期维护记录格式见附录 E。

### 11.4 标准气体

标准气体应在有效期内使用，其标准物质证书中不确定度应在  $\pm 2\%$  以内；零点气可使用废气组分分析单元的载气（氮气或者氢气，纯度  $\geq 99.999\%$ ）；标准气体应当包含氮气、氢气、一氧化碳、二氧化碳、硫化氢、甲烷、乙烷、丙烷、异丁烷、正丁烷、异戊烷、正戊烷、正己烷、乙烯、丙烯、丁烯、戊烯、1, 3-丁二烯等（加测的其他气体，应配备相应标气），不确定度为  $\pm 2\%$ 。

### 11.5 技术指标抽检

按照 8.2 的要求对部分或全部 Flare-CEMS 技术指标抽检时，检测结果应满足第 5 章的相关要求。

## 12 数据审核和处理

### 12.1 Flare-CEMS 数据审核

按照 HJ 75 相关要求执行。

### 12.2 无效时间段数据处理

按照 HJ 75 相关要求执行。

### 12.3 数据记录与报表

#### 12.3.1 记录

监测结果记录表式见附录 C。

#### 12.3.2 报表

定期形成 Flare-CEMS 数据报表，给出废气参数（温度、压力、流量）、废气组分摩尔浓度和废气组分排放量的最大值、最小值、平均值，废气组分累计排放量以及参与统计的样本数，表式见附录 C。

附 录 A  
(规范性)  
火炬气排放连续监测系统必测火炬气组分

表A. 1给出了火炬气排放连续监测系统必测火炬气组分的规定。

表 A. 1 Flare-CEMS 必测火炬气组分

| 序号                             | 化合物名称                | 摩尔质量 (g/mol) | CAS 号     | 备注        |
|--------------------------------|----------------------|--------------|-----------|-----------|
| 1                              | 氮气                   | 28.01        | 7727-37-9 | 常规气体      |
| 2                              | 氢气                   | 2.02         | 1333-74-0 | 常规气体      |
| 3                              | 一氧化碳                 | 28.01        | 630-08-0  | 常规气体      |
| 4                              | 二氧化碳                 | 44.01        | 124-38-9  | 常规气体      |
| 5                              | 硫化氢                  | 34.08        | 7783-06-4 | 常规气体      |
| 6                              | 甲烷                   | 16.04        | 74-82-8   | 烷烃        |
| 7                              | 乙烷                   | 30.07        | 74-84-0   | 烷烃        |
| 8                              | 丙烷                   | 44.10        | 74-98-6   | 烷烃        |
| 9                              | 异丁烷                  | 58.12        | 75-28-5   | 烷烃        |
| 10                             | 正丁烷                  | 58.12        | 106-97-8  | 烷烃        |
| 11                             | 异戊烷                  | 72.15        | 78-78-4   | 烷烃        |
| 12                             | 正戊烷                  | 72.15        | 109-66-0  | 烷烃        |
| 13                             | 己烷及更重组分 <sup>a</sup> | 86.18        | —         | 烷烃        |
| 14                             | 乙烯                   | 28.05        | 74-85-1   | 高活性挥发性有机物 |
| 15                             | 丙烯                   | 42.08        | 115-07-01 | 高活性挥发性有机物 |
| 16                             | 所有丁烯 <sup>b</sup>    | 56.11        | —         | 高活性挥发性有机物 |
| 17                             | 所有戊烯 <sup>c</sup>    | 70.13        | —         | 高活性挥发性有机物 |
| 18                             | 1, 3-丁二烯             | 54.09        | 106-99-0  | 高活性挥发性有机物 |
| 注 a: 己烷及更重组分以正己烷计;             |                      |              |           |           |
| 注 b: 所有丁烯指正丁烯及其所有同分异构体, 以正丁烯计; |                      |              |           |           |
| 注 c: 所有戊烯指正戊烯及其所有同分异构体, 以正戊烯计。 |                      |              |           |           |

## 附录 B

## (规范性)

## Flare-CEMS 主要技术指标调试和验收方法

## B.1 Flare-CEMS 废气参数监测的性能指标调试和验收

废气参数如温度、压力、流速（或流量）技术指标的调试检测按照厂家提供的方案进行。验收时，系统厂家需提供相关仪器仪表的计量合格证书、具有资质的第三方测试报告和现场调试检测报告。

## B.2 Flare-CEMS 废气组分监测的性能指标调试和验收

## B.2.1 分析周期

Flare-CEMS连续运行时组分分析设备给出两组测量结果之间的时间间隔，连续3天共测量3次，检测结果应符合5.2.2.2要求，按本文件附录C表C.1的表格形式记录。

## B.2.2 零点噪声

待测系统稳定后，通入零点气进行分析，至少连续测量7次，计算待测仪器所测浓度值 $r_i$ ，其中 $i$ 为测量次数（ $i=1, 2, \dots, n$ ），按公式（B.1）计算所取得数据的标准偏差 $S_0$ ，即为仪器的零点噪声，检测结果应符合5.2.2.3要求，按本文件附录C表C.2的表格形式记录。

$$S_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中： $S_0$ ——零点噪声，mol/mol；

$r_i$ ——第 $i$ 次测量浓度值，mol/mol；

$\bar{r}$ —— $n$ 次测量浓度平均值，mol/mol；

$i$ ——记录数据的测量次数（ $i=1, 2, \dots, n$ ）；

$n$ ——记录数据的总次数。

## B.2.3 方法检出限

在组分分析仪器正常工作状态下，通入接近检出限浓度的标准气体进行分析（ $MDL < \text{标准气体浓度} < 10 \times MDL$ ），至少连续测量7次，计算待测仪器所测浓度值 $X_i$ ，其中 $i$ 为测量次数（ $i=1, 2, \dots, n$ ），按公式（B.2）计算所取得数据的标准偏差 $S$ 。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中： $S$ ——标准偏差，mol/mol；

$X_i$ ——第 $i$ 次测量浓度值，mol/mol；

$\bar{X}$ —— $n$ 次测量浓度平均值，mol/mol；

$i$ ——记录数据的测量次数（ $i=1, 2, \dots, n$ ）；

$n$ ——记录数据的总次数。

然后根据公式（B.3）计算方法检出限 $MDL$ ，检测结果应符合5.2.2.4要求，按附录C表C.3的表

格形式记录。

$$MDL = t_{n-1,0.99} \times S \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：MDL——方法检出限；

$t_{n-1,0.99}$ ——自由度为  $n-1$ ，置信度为 99%时的  $t$  分布（单侧）， $t$  值选取见表 B.1；

$S$ ——标准偏差，mol/mol。

表 B.1  $t$  值表

| 平行测定次数（ $n$ ） | 自由度（ $n-1$ ） | $t_{n-1,0.99}$ |
|---------------|--------------|----------------|
| 7             | 6            | 3.143          |
| 8             | 7            | 2.998          |
| 9             | 8            | 2.896          |
| 10            | 9            | 2.821          |
| 11            | 10           | 2.764          |
| 16            | 15           | 2.602          |
| 21            | 20           | 2.526          |

B.2.4 组分分析准确度和精密度

待测系统稳定后，通入一定浓度的标准气体进行分析，计算待测仪器中各组分监测浓度 $Y_i$ ，每种组分至少重复测试7次，根据公式（B.4）计算平均测量浓度与已知标准气体浓度的相对误差 $\delta$ ，即为准确度；根据公式（B.5）计算多次测量浓度的相对标准偏差RSD，即为精密度，检测结果应符合5.2.2.5和5.2.2.6要求，按本文件附录C表C.4的表格形式记录。

$$\delta = \frac{|\bar{Y}-Y_S|}{Y_S} \times 100\% \dots\dots\dots (B.4)$$

式中： $\delta$ ——待测组分分析准确度，%；

$\bar{Y}$ ——3 次测量浓度平均值，mol/mol；

$Y_S$ ——标准气体浓度，mol/mol。

$$RSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i-\bar{Y})^2}{n-1}} \times 100\% \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：RSD——待测仪器精密度，%；

$Y_i$ ——第  $i$  次测量浓度值，mol/mol；

$\bar{Y}$ ——多次测量浓度平均值，mol/mol；

$n$ ——记录数据的总次数。

B.2.5 分离度

在仪器正常工作状态下，通入一定浓度的标准气体，待读数稳定后，记录峰宽及保留时间来评估相邻两组分之间的分离度。重复测试3次，按照公式（B.6）计算二氧化碳和乙烯、乙烯和乙烷、正戊烷和异戊烷的分离度，检测结果应符合5.2.2.7要求，按本文件附录C表C.5的表格形式记录。

$$R_i = \frac{2(\bar{t}_{Rj}-\bar{t}_{Rj-1})}{W_j+W_{j-1}} \dots\dots\dots (B.6)$$

式中： $R_i$ ——相邻组分的分离度；

$\bar{t}_{Rj}$ ——相邻组分中后一组分的平均保留时间，min；

$\bar{t}_{Rj-1}$ ——相邻组分中前一组分的平均保留时间，min；

$\bar{W}_j$ ——相邻组分中后一组分的平均峰宽，min；

$\bar{W}_{j-1}$ ——相邻组分中前一组分的平均峰宽，min。

#### B.2.6 24 h浓度漂移

待测系统稳定后，通入一定浓度的标准气体，计算待测仪器连续3次测得浓度平均值。通气结束后，待测分析仪器连续运行24 h（期间不允许任何校准和维护）后，重复上述操作，并计算24 h后3次测量浓度的平均值。按公式（B.7）计算24h浓度漂移，检测结果应符合5.2.2.8要求，按本文件附录C表C.6的表格形式记录。

$$d_{24h} = \left| \frac{\bar{C}_n - \bar{C}_{n-1}}{\bar{C}_n + \bar{C}_{n-1}} \right| \times 100\% \quad (\text{B.7})$$

式中： $d_{24h}$ ——待测分析仪 24 h 的浓度漂移，%；

$\bar{C}_{n-1}$ ——24 h 前 3 次测量的平均浓度，mol/mol；

$\bar{C}_n$ ——24 h 后 3 次测量的平均浓度，mol/mol。

#### B.2.7 有效数据率

系统经过调试后，开始连续运行，测试有效数据率。期间对每次维护时间及内容进行详细记录，统计一段时间内数据缺失及异常数据的小时数，数据缺失指正常维护及仪器故障导致的数据缺失，按公式（B.8）计算有效数据率，检测结果应符合5.2.2.9要求，按本文件附录C表C.7的表格形式记录。

$$D = \left( 1 - \frac{T}{n \times 24} \right) \times 100\% \quad (\text{B.8})$$

式中： $D$ ——有效数据率，%；

$T$ —— $n$ 天内系统数据缺失及明显异常的小时数，h；

$n$ ——天数。

附 录 C  
(资料性)

火炬气排放连续监测系统安装调试检测原始记录表

表C. 1~C. 19给出了火炬气排放连续监测系统安装调试检测原始记录表的式样。

表 C. 1 Flare-CEMS 分析周期检测

测试人员\_\_\_\_\_Flare-CEMS生产厂\_\_\_\_\_

测试地点\_\_\_\_\_Flare-CEMS型号、编号\_\_\_\_\_

仪器检测量程\_\_\_\_\_Flare-CEMS原理\_\_\_\_\_

| 序号  | 测试日期 | 时间<br>(时、分) | 分析周期 | 备注 |
|-----|------|-------------|------|----|
|     |      |             |      |    |
|     |      |             |      |    |
|     |      |             |      |    |
| 平均值 |      |             |      |    |

表 C. 2 Flare-CEMS 零点噪声

测试人员\_\_\_\_\_Flare-CEMS生产厂\_\_\_\_\_

测试地点\_\_\_\_\_Flare-CEMS型号、编号\_\_\_\_\_

计量单位\_\_\_\_\_Flare-CEMS原理\_\_\_\_\_

零点气体\_\_\_\_\_废气组分名称\_\_\_\_\_

| 序号   | 日期 | 时间<br>(时、分) | $r_i$ | $\bar{r}$ | $r_i - \bar{r}$ | 备注 |
|------|----|-------------|-------|-----------|-----------------|----|
|      |    |             |       |           |                 |    |
|      |    |             |       |           |                 |    |
|      |    |             |       |           |                 |    |
|      |    |             |       |           |                 |    |
|      |    |             |       |           |                 |    |
|      |    |             |       |           |                 |    |
|      |    |             |       |           |                 |    |
| 零点噪声 |    |             |       |           |                 |    |





表 C.6 Flare-CEMS24h 浓度漂移检测

测试人员\_\_\_\_\_ Flare-CEMS生产厂\_\_\_\_\_

测试地点\_\_\_\_\_Flare-CEMS型号、编号\_\_\_\_\_

| 计量单位 | Flare-CEMS原理 |
|------|--------------|
|------|--------------|

[illegible]

表 C.7 Flare-CEMS 有效数据率技术指标的调试检测

测试人员\_\_\_\_\_Flare-CEMS生产厂\_\_\_\_\_

|      |                 |
|------|-----------------|
| 测试地点 | Flare-CEMS型号、编号 |
|------|-----------------|

| 序号                  | 日期 | 数据缺失及明显异常的小时数 |          | 备注 |
|---------------------|----|---------------|----------|----|
|                     |    | 废气参数监测单元      | 废气组分分析单元 |    |
|                     |    |               |          |    |
|                     |    |               |          |    |
|                     |    |               |          |    |
|                     |    |               |          |    |
|                     |    |               |          |    |
|                     |    |               |          |    |
| 系统数据缺失及明显异常的小时数 $T$ |    |               |          |    |
| 有效数据率 $D$           |    |               |          |    |

表 C.8 废气连续监测小时平均值日报表（流量、温度和热值）

安装位置：监测日期：

| 时间                                  | 流量（m³/h） | 温度（℃） | 热值（MJ/m³） | 备注 |
|-------------------------------------|----------|-------|-----------|----|
| 00～01                               |          |       |           |    |
| 01～02                               |          |       |           |    |
| 02～03                               |          |       |           |    |
| 03～04                               |          |       |           |    |
| 04～05                               |          |       |           |    |
| 05～06                               |          |       |           |    |
| 06～07                               |          |       |           |    |
| 07～08                               |          |       |           |    |
| 08～09                               |          |       |           |    |
| 09～10                               |          |       |           |    |
| 10～11                               |          |       |           |    |
| 11～12                               |          |       |           |    |
| 12～13                               |          |       |           |    |
| 13～14                               |          |       |           |    |
| 14～15                               |          |       |           |    |
| 15～16                               |          |       |           |    |
| 16～17                               |          |       |           |    |
| 17～18                               |          |       |           |    |
| 18～19                               |          |       |           |    |
| 19～20                               |          |       |           |    |
| 20～21                               |          |       |           |    |
| 21～22                               |          |       |           |    |
| 22～23                               |          |       |           |    |
| 23～24                               |          |       |           |    |
| 平均值                                 |          |       |           |    |
| 最大值                                 |          |       |           |    |
| 最小值                                 |          |       |           |    |
| 样本数                                 |          |       |           |    |
| 废气日排放总流量<br>（×10 <sup>4</sup> m³/d） |          |       |           |    |

上报单位（盖章）：负责人：报告人：报告日期：年 月 日

表 C.9 废气连续监测小时平均值日报表（烷烃）

安装位置：

监测日期：

| 时间    | 甲烷                |               | 乙烷                |               | 丙烷                |               | 正丁烷               |               | 异丁烷               |               | 正戊烷               |               | 异戊烷               |               | 己烷及更重（C6+）        |               | 备注 |
|-------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|----|
|       | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) |    |
| 00~01 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 01~02 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 02~03 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 03~04 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 04~05 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 05~06 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 06~07 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 07~08 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 08~09 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 09~10 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 10~11 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 11~12 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 12~13 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 13~14 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 14~15 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 15~16 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 16~17 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 17~18 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 18~19 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 19~20 |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |

表 C.9 (续)

|           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 20~21     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 21~22     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 22~23     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 23~24     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 平均值       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 最大值       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 最小值       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 样本数       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 日排放总量 (t) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

上报单位 (盖章):

负责人:

报告人:

报告日期: 年 月 日

表 C.10 废气连续监测小时平均值日报表（高活性挥发性有机物）

安装位置：

监测日期：

| 时间        | 乙烯                |               | 丙烯                |               | 所有丁烯              |               | 1, 3-丁二烯          |               | 所有戊烯              |               | 备注 |
|-----------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|----|
|           | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) |    |
| 00~01     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 01~02     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 02~03     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 03~04     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 04~05     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 05~06     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 06~07     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 07~08     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 08~09     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 09~10     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 10~11     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 11~12     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 12~13     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 13~14     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 14~15     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 15~16     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 16~17     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 17~18     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 18~19     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 19~20     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 20~21     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 21~22     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 22~23     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 23~24     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 平均值       |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 最大值       |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 最小值       |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 样本数       |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 日排放总量 (t) |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |

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

表 C.11 废气连续监测小时平均值日报表（常规气体）

安装位置： 监测日期：

| 时间        | 氮气                |               | 氢气                |               | 一氧化碳              |               | 二氧化碳              |               | 硫化氢               |               | 备注 |
|-----------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|----|
|           | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) | 实测浓度<br>(mol/mol) | 排放量<br>(kg/h) |    |
| 00~01     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 01~02     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 02~03     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 03~04     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 04~05     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 05~06     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 06~07     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 07~08     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 08~09     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 09~10     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 10~11     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 11~12     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 12~13     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 13~14     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 14~15     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 15~16     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 16~17     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 17~18     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 18~19     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 19~20     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 20~21     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 21~22     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 22~23     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 23~24     |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 平均值       |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 最大值       |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 最小值       |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 样本数       |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |
| 日排放总量 (t) |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |                   |               |    |

上报单位（盖章）： 负责人： 报告人： 报告日期： 年 月 日

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/006120214023010201>