

团 体 标 准

T/CIN 018—2023

内河船舶尾气在线监测系统 应用规范

Application specification of on-line exhaust monitoring system for
inland vessel

2023-10-30 发布

2024-01-30 实施

中国航海学会 发布

目 次

前 言.....	1
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 监测系统的设备和方法选择.....	3
5 监测系统的安装要求.....	3
6 监测系统的调试要求.....	4
7 监测系统的日常运行管理.....	6
8 监测系统的数据报送要求.....	6
附 录 A（资料性） 尾气在线监测系统数据的小时平均值日报表.....	8
附 录 B（资料性） 尾气在线监测系统数据的日平均值月报表.....	10

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。

本文件由交通运输部规划研究院提出。

本文件由中国航海学会归口。

本文件起草单位：交通运输部规划研究院、中国船舶重工集团公司第七一一研究所、复旦大学。

本文件主要起草人：程金香、李明君、李悦、沈腾、李庆、李晓波、郑超蕙、张永林、李珂、冀青鹏。

内河船舶尾气在线监测系统应用规范

1 适用范围

本文件规定了内河船舶尾气在线监测系统的设备和方法选择、安装、调试、日常运行管理及数据报送要求。其中CH₄监测仅适用于LNG船舶或可使用LNG的双燃料船舶。

本文件适用于内河航行船舶尾气在线监测系统的安装、应用和管理。

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；不标日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范

GB 50168 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准

JT/T 1360 船舶大气污染物排放监测通用要求

HJ 75 固定污染源烟气排放连续监测技术规范

HJ 212 污染物在线自动监控（监测）系统数据传输标准

T/CAEPI 48 固定污染源二氧化碳排放连续监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

尾气 exhaust gas

船舶通过烟囱排放的气体。

3.2

尾气在线监测系统 continuous emission monitoring system, CEMS

连续监测船舶发动机和锅炉颗粒物、气态污染物、温室气体排放浓度和排放量所需要的全部软硬件设备。一般包括样品采集和传输装置、预处理设备、样品分析设备、CMS、数据采集、传输与存储设备，以及其它辅助设备。

3.3

连续监测系统 continuous monitoring system, CMS

连续监测船舶尾气流速、压力、温度和湿度等参数所需要的全部设备。

3.4

系统响应时间 response time

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

3.5

零点漂移 zero drift

尾气在线监测系统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。

3.6

量程漂移 span drift

尾气在线监测系统按规定的时间运行后通入量程点气体(量程点气体指仪器当前测量组分的浓度为量程点浓度的标准气体)，仪器的读数与标准气体的浓度之间的偏差相对于满量程的百分比。

3.7

有效数据 valid data

符合本文件的技术指标要求，经验收合格的尾气在线监测系统，在船舶航行过程中发动机和锅炉排放尾气条件下，CEMS正常运行所测量到的数据，不包括CEMS故障期间、维修期间、超过校准期限未校准时段、失控时段以及有计划的维护保养、校准等时段产生的数据。

3.8

参比方法 reference method

用于与船舶尾气在线监测系统测量结果相比较的国家或行业发布的标准测量方法。

3.9

相对准确度 relative accuracy

采用参比方法与尾气在线监测系统同步测量尾气中气态污染物和二氧化碳浓度，取同一船舶相同发动机运行工况状态下的测量结果组成若干数据对，数据对之差的平均值的绝对值与置信系数的绝对值之和与参比方法测定数据的平均值之比。

3.10

相关校准 correlation calibration

采用参比方法与尾气在线监测系统同步测量尾气中颗粒物浓度,取同一船舶相同发动机运行工况状态下的测量结果组成若干数据对,通过建立数据对之间的相关曲线,用参比方法校准颗粒物尾气在线监测系统的过程。

4 一般要求

4.1 尾气在线监测系统应符合 JT/T 1360 中对于车载连续监测的要求。

4.2 尾气在线监测系统应能测量烟气中的二氧化硫 (SO_2)、氮氧化物 (NO_x) 等气态污染物浓度、 CO_2 浓度、颗粒物浓度、烟气参数等。LNG 船舶或可使用 LNG 的双燃料船舶还应监测甲烷 (CH_4)。

4.3 尾气在线监测系统应能计算烟气中污染物对应标准状况下干烟气浓度的排放速率、排放浓度和排放量,显示、记录和存储各种 CEMS 单元中数据和参数,形成相关图表。

4.4 尾气在线监测系统的安装和使用应避免对监测人员和船舶的安全造成危害。

5 监测系统的设备和方法选择

5.1 设备选择

5.1.1 尾气在线监测系统应获得船用产品证书或等效证明文件,应满足防护等级系统 IP45 的要求。宜选择高集成的小型装备。

5.1.2 尾气在线监测系统应采用 AC (220±22)V, (50±1)Hz 的供电电压。发电机若不能提供稳定电压,应加装稳压电源及 UPS。

5.1.3 系统电源端子对地或机壳的绝缘电阻不小于 10MΩ。尾气在线监测系统应具有漏电保护装置,具备良好的接地措施,防止雷击和喷水等对系统造成损坏。

5.2 方法选择

5.2.1 SO_2 浓度监测宜优先采用非分散红外吸收法、定电位电解法、紫外荧光法、紫外吸收法。

5.2.2 NO_x 浓度监测宜优先采用非分散红外吸收法、定电位电解法、紫外吸收法、化学发光法。

5.2.3 PM 浓度监测宜优先采用光散射法。

5.2.4 CH_4 浓度监测宜优先采用非分散红外吸收法、可调谐激光吸收法。

5.2.5 CO_2 浓度监测宜优先采用非分散红外吸收法、可调谐激光吸收法。

5.2.6 尾气流量监测宜优先采用皮托管、文丘里管或科里奥利等方法,也可采用碳平衡法。

6 监测系统的安装要求

6.1 位置要求

6.1.1 尾气采样点应位于烟道排放控制设备下游，优先选择在垂直管段，避开烟道弯头和断面急剧变化的部位。应设置在距弯头、阀门、变径管下游方向不小于 6 倍直径，和距上述部件上游方向不小于 3 倍直径处。测试现场空间有限，很难满足上述要求时，采样断面与弯头的距离应大于烟道直径的 1.5 倍。

6.1.2 采样点应位于采集烟道截面中心处。

6.1.3 采样管应与水平面保持一定夹角，避免尾气中的水蒸汽凝结在采样管中。

6.1.4 从采样点到浓度监测设备之间的尾气管路应具有加热功能，最低加热温度 120℃，避免尾气从采样点到监测设备之间的管路中产生凝水。

6.1.5 CEMS 安装位置不应受环境光照、电磁辐射和船舶行驶过程中水滴溅射的影响。

6.1.6 CEMS 安装位置应尽量避免尾气中凝结液滴的腐蚀与凝结阻塞。

6.1.7 应合理布置采样孔，便于日常维护和比对监测。采样孔附近应预留参比方法的采样孔，参比方法采样孔宜尽可能靠近 CEMS 采样断面。

6.1.8 具有多个排放烟囱的船舶，每个排放烟囱应安装一套 CEMS。发动机尾气通过多个烟道或管道后进入总排气管，可将 CEMS 安装在总排气管上，但应便于用参比方法校验 CEMS。

6.1.9 采用船舶压缩空气系统作为 CEMS 系统吹扫用气，应安装过滤器和干燥器以去除船舶压缩空气中的杂质和水汽。

6.2 安装施工要求

6.2.1 安装施工不应影响船舶的正常运行产生不良影响，应符合 GB 50093 和 GB 50168 中安装施工要求。

6.2.2 烟道安装监测设备处应做好密封。

7 监测系统的调试要求

7.1 技术性能指标调试要求

7.1.1 CEMS 在现场安装运行后，应进行技术性能指标的调试检测。

7.1.2 调试指标应包括：

- a) CEMS 零点漂移、量程漂移；
- b) CEMS 示值误差、置信区间、允许区间、系统响应时间、准确度；
- c) 流速、压力、温度、湿度等 CEMS 准确度；
- d) 气态污染物交叉干扰测试。

7.1.3 CO₂ 分析仪的技术性能指标调试方法应符合 T/CAEPI 48 的规定，其他技术性能指标的调试检测方法应符合 HJ 75 的规定。

7.1.4 CEMS 安装后应进行采样管路以及监测管路的密封性检查，保证采样管路以及监测管路没有发生泄漏。

7.1.5 CEMS 安装后应进行零点和量程漂移检查，零点和量程发生漂移应对仪器的零点和量程重新标定。

7.2 系统性能检测要求

7.2.1 气态污染物和 CO₂ 监测单元

7.2.1.1 示值误差应满足下列要求：

- a) 船舶为驶入内河的海船时，当系统检测SO₂满量程值不小于100μmol/mol时，示值误差应不超过±5%标准气体标称值，当SO₂满量程值小于100μmol/mol时，示值误差应不超过±2.5%满量程；船舶为内河船舶时，当系统检测SO₂满量程值不小于0.1μmol/mol时，示值误差应不超过±10%标准气体标称值，当SO₂满量程值小于0.1μmol/mol时，示值误差应不超过±5%满量程；
- b) 当系统检测NO_x满量程值不小于200μmol/mol时，示值误差应不超过±5%标准气体标称值，当NO_x满量程值小于200μmol/mol时，示值误差应不超过±2.5%满量程；
- c) CO₂示值误差应不超过±5%标准气体标称值。

7.2.1.2 CEMS 的系统响应时间应不超过 60s。

7.2.1.3 CEMS 的 24 h 零点漂移和量程漂移应不超过±2.5%满量程。

7.2.1.4 CEMS 测量结果平均值与参比方法测量尾气中 SO₂、NO 排放浓度的平均值相对误差应不超过 20%；CO₂ 与参比方法测量结果相对准确度应不超过 15%。

7.2.2 颗粒物监测单元

7.2.2.1 颗粒物 CEMS 的 24h 零点漂移和量程漂移应不超过±2%满量程。

7.2.2.2 颗粒物 CEMS 线性相关校准曲线应符合以下条件：

- a) 相关系数应不小于 0.85；
- b) 95%的置信水平区间应落在由距校准曲线适合的颗粒物排放浓度限值±10%的两条直线组成区间内；
- c) 允许区间应具有 95 %的置信水平，即 75 %的测定值应落在由距校准曲线适合的颗粒物排放浓度限值±25 %的两条直线组成的区间内。

7.2.2.3 准确度

CEMS测量结果平均值与参比方法测量尾气中颗粒物排放浓度的平均值的相对误差应不超过±15%。

7.2.3 尾气参数监测单元

7.2.3.1 温度 CMS 准确度与参比方法测量结果平均值的绝对误差应不超过±3℃。

7.2.3.2 湿度 CMS 准确度与参比方法测量结果平均值的相对误差应不超过±25%。

7.2.3.3 流速 CMS 准确度与参比方法测量结果平均值的相对误差应不超过±10%。

8 监测系统的日常运行管理

8.1 一般要求

- 8.1.1 设备使用人员上岗前应进行岗前培训。
- 8.1.2 设备使用人员应按照 CEMS 的使用说明书进行操作。
- 8.1.3 船舶航行时应保持 CEMS 连续开机。
- 8.1.4 应及时对日常校准、维护、校验等记录进行归档。

8.2 日常巡检

- 8.2.1 日常巡检时间间隔不超过 24h 。
- 8.2.2 日常巡检记录应包括检查项目、检查日期、被检项目的运行状态等内容，每次巡检应记录并归档。
- 8.2.3 日常巡检中发现的故障或问题应及时处理并记录。

8.3 日常维护保养

- 8.3.1 应根据 CEMS 说明书的要求对 CEMS 进行日常维护保养，并对保养情况记录和归档。
- 8.3.2 日常维护保养记录应包括保养内容、保养周期、耗材更换周期等。
- 8.3.3 进行备件或材料更换时应记录更换的备件或材料的品名、规格、数量等记录并归档。更换有证标准物质或标准样品时，还应记录新标准物质或标准样品的来源、有效期和浓度等信息。
- 8.3.4 日常维护保养中发现的故障或问题应及时处理并记录。

8.4 校准要求

- 8.4.1 具有自动校准功能的测试单元每 24h 应做一次零点和量程校准，没有自动校准功能的测试单元每 7d 应做一次零点和量程校准，同时测试并记录零点漂移和量程漂移。
- 8.4.2 关机后再次开机，应重新进行校准。

8.5 维护和校验要求

- 8.5.1 每 3 个月应进行一次尾气在线监测系统的性能检查、常规维护和全系统校准。
- 8.5.2 有自动校准功能的测试单元每 6 个月应做一次校验，没有自动校准功能的测试单元每 3 个月应做一次校验；校验用参比方法和 CEMS 同时段数据进行比对。

9 监测系统的数据报送要求

9.1 CEMS 数据上传频率

CEMS 各项大气污染物和 CO₂ 的有效数据应至少每 300 秒上传一次。

9.2 CEMS 数据有效性

9.2.1 船舶发动机启动前，应提前启运 CEMS 系统，并进行校准。CEMS 首次启运时，应进行校验。满足本文件 7.2 技术指标要求的，可视为启运期间自动监测数据有效。

9.2.2 监测设备应数据防篡改和加密传输功能。

9.3 CEMS 数据上传和报表格式

9.3.1 CEMS 监测数据应每天上传至指定终端，数据格式应按照 HJ 212 的相关规定执行。

9.3.2 CEMS 应具备自动生成数据报表和自动上传的功能。

9.3.3 CEMS 应具备数据断点续传功能。

9.3.4 CEMS 数据的小时平均值日报表格式参见附录 A。

9.3.5 CEMS 数据的日平均值月报表格式参见附录 B。

附 录 A

(资料性)

尾气在线监测系统数据的小时平均值日报表

表A.1 尾气在线监测系统数据的小时平均值日报表

船舶名称及编号: _____ CEMS型号、编号: _____
 航行路线: _____ CEMS厂商: _____
 燃烧油品: _____ 监测日期: _____年____月____日
 报表人员: _____

时间	颗粒物		SO ₂		NO _x		CO ₂		CH ₄		尾气湿度(%)	尾气温 度(°C)	尾气压 力(kPa)	尾气流 速 (m/s)	烟道 直径 (m)
	实测浓度 (mg/m ³)	折算浓度 (mg/m ³)	实测浓度 (μmol/mol)	折算浓度 (mg/m ³)	实测浓度 (μmol/mol)	折算浓度 (mg/m ³)	实测浓度 (μmol/mol)	折算浓度 (mg/m ³)	实测浓度 (μmol/mol)	折算浓度 (mg/m ³)					
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															
备 注															

注：实测浓度为尾气在实际温度压力湿度下的监测浓度，折算浓度为折算至标准状态下的浓度。

附录 B
(资料性)

尾气在线监测系统数据的日平均值月报表

表B.1 尾气在线监测系统数据的日平均值月报表

船舶名称及编号: _____ CEMS型号、编号: _____
 航行路线: _____ CEMS厂商: _____
 燃烧油品: _____ 监测时间: _____年____月
 报表人员: _____

日期	颗粒物		SO ₂		NO _x		CO ₂		CH ₄		尾气湿度(%)	尾气温 度(°C)	尾气压 力(kPa)	尾气流 速 (m/s)	烟道 直径 (m)
	实测浓度 (mg/m ³)	折算浓度 (mg/m ³)	实测浓度 (μmol/mol)	折算浓度 (mg/m ³)	实测浓度 (μmol/mol)	折算浓度 (mg/m ³)	实测浓度 (μmol/mol)	折算浓度 (mg/m ³)	实测浓度 (μmol/mol)	折算浓度 (mg/m ³)					
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															

9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															

29															
30															
31															
平均值															
最大值															
最小值															
备注															

注：实测浓度为尾气在实际温度压力湿度下的监测浓度，折算浓度为折算至标准状态下的浓度。

参 考 文 献

- [1] GB 15097 船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）
- [2] GB/T 37186 气体分析 二氧化硫和氮氧化物的测定 紫外差分吸收光谱分析法
- [3] HJ 57 固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法
- [4] HJ 629 固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法
- [5] HJ 1045 固定污染源烟气（二氧化硫和氮氧化物）便携式紫外吸收法测量仪器技术要求及检测方法
- [6] HJ 1131 固定污染源废气 二氧化硫的测定 便携式紫外吸收法
- [7] HJ 870 固定污染源废气 二氧化碳的测定 非分散红外吸收法
- [8] HJ 76 固定污染源排放烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）连续监测系统技术要求及检测方法
- [9] HJ 477 污染源在线自动监控（监测）数据采集传输仪技术要求
- [10] HJ 653 环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续自动监测系统技术要求及检测方法
- [11] HJ 654 环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统技术要求及检测方法
- [12] HJ 656 环境空气颗粒物（PM_{2.5}）手工监测方法（重量法）技术规范
- [13] HJ 692 固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法
- [14] HJ 693 固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法
- [15] HJ 1132 固定污染源废气 氮氧化物的测定 便携式紫外吸收法
- [16] HJ 845 在用柴油车排气污染物测量方法及技术要求（遥感检测法）
- [17] HJ/T 397 固定源废气监测技术标准
- [18] QX/T 272 大气二氧化硫监测方法 紫外荧光法