



指南编号/Guideline No.:Z-XX(20250X)

船舶温室气体排放在线监测系统检验指南 (征求意见稿)

生效日期/Issued date: 2025 年 0X 月 XX 日

©中国船级社 China Classification Society

目 录

第 1 章	通则	1
1.1	目的.....	1
1.2	适用范围.....	1
1.3	定义.....	1
1.4	规范性引用文件.....	2
第 2 章	在线监测系统的设计和技术要求	3
2.1	一般要求.....	3
2.2	废气流量测量.....	4
2.3	温室气体成分浓度测量.....	5
2.4	温室气体排放量计算.....	7
2.5	计算机系统.....	10
2.6	安装要求.....	13
第 3 章	检验与发证	14
3.1	图纸资料.....	14
3.2	检验要求.....	15
第 4 章	型式试验	16
4.1	取样要求.....	16
4.2	试验项目.....	16
4.3	网络安全要求.....	18
4.4	其他试验项目.....	18
第 5 章	船舶检验	19
5.1	初次检验.....	19
5.2	营运中检验.....	20

第 1 章 通则

1.1 目的

1.1.1 本指南规定了船舶燃烧装置温室气体排放在线监测系统在设计、制造、布置安装、运行阶段的性能、功能、检验与试验要求，可作为船舶设计单位、制造厂、服务供应商、船东、检验单位等开展相关工作的指导性文件。

1.2 适用范围

1.2.1 本指南适用于船舶燃烧装置排放的温室气体的排放量在线监测、计算，其他种类气体的监测、计算与检验可参照执行。

1.3 定义

1.3.1 有关定义如下

(1) 温室气体 (Greenhouse Gas)

船舶燃料燃烧后排放到大气中，能够产生温室效应的气体，本指南仅包括二氧化碳 (CO₂)、氧化亚氮 (N₂O)、甲烷 (CH₄)。

(2) 船舶温室气体排放在线监测系统 (在线监测系统)

对船舶燃烧装置的废气质量流量和温室气体成分浓度进行连续、实时的自动监测、计算的软硬件设备。

(3) 响应时间

系统响应时间指从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。

(4) 精确度

分析仪与标定校准点的偏差与整个测量范围 (零位除外) 读数的比值。

(5) 零点漂移

30 秒间隔期内对零位气体的平均响应(包括噪声)。

(6) 量程漂移

在 30 秒间隔期内对量程气体的平均响应(包括噪声)。

(7) 线性度

测量仪器仪表给出与指定量而非影响量有线性关系的标示值的能力。

(8) 精密度

对校准或量程气体的 10 次重复响应的标准偏差的 2.5 倍。

(9) 重复性

在重复条件下的精密度。

(10) 噪声

对零点气体和校准或满量程气体在任一 10 秒的间隔期分析仪的峰间响应。

(11) 不确定度

根据所用到的信息, 表征被测量量值分散性的非负参数,

1.4 规范性引用文件

- (1) MEPC. 177 (58) 《船用柴油机氮氧化物排放控制技术规则修正案》决议
- (2) MEPC. 340 (77) 《2021 废气清洗系统导则》
- (3) MEPC 402 (83) 《船用柴油机甲烷 (CH₄) 和/或氧化亚氮 (N₂O) 台架和船上测量导则》
- (4) MEPC. 312 (74) 《MARPOL 公约电子记录簿使用导则》
- (5) MEPC. 352 (78) 2022 年营运碳强度指标和计算方法导则 (CII 导则, G1)
- (6) 中国船级社 《钢质海船入级规范》
- (7) ISO 8178-2 2021 《 Reciprocating internal combustion engines-Exhaust emission measurement Part 2:Measurement of gaseous and particulate exhaust emissions under field conditions》
- (8) ISO 20181 2023 《Stationary source emissions quality assurance of automated measuring systems》

第 2 章 在线监测系统的设计和技术要求

2.1 一般要求

- 2.1.1 系统组成：一般包括废气流量和温室气体成分采集、处理、分析的相关软硬件设备，以及用于辅助计算的参数（温度、压力、湿度、燃料流量等）数据集成、存储、分析与报警的计算机系统等。
- 2.1.2 在线监测系统应具备采集、计算、记录和监测报警等相应功能要求，各监测和计算分析功能指标能实现船舶温室气体排放数据收集与记录功能。
- 2.1.3 机械设备的设计工作条件应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 1 章第 2 节环境条件的要求。
- 2.1.4 电气设备的设计工作条件应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章第 1 节要求。
- 2.1.5 在线监测系统及其组成设备不应对被测量设备正常运行产生影响。
- 2.1.6 系统的设计应可靠、便于维护。
- 2.1.7 取样设备和预处理设备的设计与选型应充分考虑船舶废气的高温特性和腐蚀性。
- 2.1.8 取样设备应考虑废气脏污的影响，并采取有效手段，例如：反吹洗净化等。
- 2.1.9 在线监测系统及其组成设备应确保测量精度符合要求，应具有自校验/自校准功能。厂家根据设备的原理、性能，提出校准/校验周期和方法。
- 2.1.10 在线监测系统的合成标准不确定度应不超过 2%，合成标准不确定度的计算参考 ISO/IEC Guide 98-3:2008，或者 GB/T27418—2017。
- 2.1.11 系统的设计，采取包括数据缺失补全、数据中断报警、数据交叉验证等手段，以保障数据质量的准确性、时效性等。在系统出现故障时，明确采用备选方案，例如根据主机功率+工况系数估算排放量、排放因子法等

方法，补充缺失数据。

- 2.1.12 在线监测系统，可采用但不限于时间戳技术、数字签名技术、CA 证书技术等可信认证，确保数据的真实可靠，防篡改、防抵赖、可追溯。
- 2.1.13 在线监测系统的设计或布置，应考虑防止恶意的偷排行为，应全面梳理可能造成恶意偷排的环节以及对应的防范措施，提交对应的评估报告供本社批准。
- 2.1.14 系统制造商提交系统响应时间及其计算依据，并明确系统响应时间对数据结果的最终影响。系统响应时间，应满足 IMO 对其采样频率的基本要求。
- 2.1.15 系统应该具备 UTC 时间信号接口，或者系统时间能够按照 UTC 时间进行设置。
- 2.1.16 如 IMO 有最新要求，按照最新要求执行。

2.2 废气流量测量

2.2.1 废气流量测量可采用直接测量或间接测量的方法。

2.2.2 直接测量法

- (1) 直接测量法可采用超声波流量计、亚音速文丘里管、平均皮托管、热线风速计、涡街流量计，或其他测量原理，性能满足表 2.2.4 即可。
- (2) 应能连续测量废气流量，测量单位应采用质量流量或体积流量，采用体积流量测量应转换为质量流量。
- (3) 为保证测量精度，不同测量方法的使用条件和使用限制，在方案设计时，应充分考虑现场的工况。

2.2.3 间接测量法

- (1) 空气和燃料测量法
- (2) 燃料流量和碳平衡法

2.2.4 废气流量测量仪器设备直接测量法和间接测量法中涉及的仪器设备，现场验证的性能参数应满足表 2.2.4 的要求，若不具备现场测试条件，在

实验室测得的性能参数，应不低于表 2.2.4。

废气流量测量仪器设备性能要求 **表 2.2.4**

试验项目	标准	备注
线性度	0.98~1.02	10 个基准值
精确度	pt 的 2.5% 或 max 的 1.5%	
可重复性	pt 的 1.25% 或 max 的 0.75%	
噪声	max 的 1%	

注：

“pt” 为标准中预计的总量加权平均值；

“max” 为任何试验间隔期间，标准中预计的峰值，但不是设备量程的最大值。

2.2.5 被监测设备的液体燃料净质量流量消耗率，应通过直接测量获取，测量方式可采用质量流量法或体积流量 - 温度补偿法。

2.2.6 液体燃料中碳、氢、氮的质量分数可通过以下方式获取：

- (1) 对所用液体燃料的代表性样品进行分析；
- (2) 对于石油衍生燃料，采用表 2.2.6 规定的默认值；
- (3) 对于表 2.2.6 涵盖的液体燃料，采用经主管机关认可的默认值。

石油衍生燃料的默认成分值 **表 2.2.6**

燃料类型	碳 %	氢 %	氮 %
ULSFO ($S \leq 0.10\%$)	87.5 %	12.44 %	0.0 %
VLSFO ($0.10\% < S \leq 0.50\%$)	87.0 %	12.35 %	0.2 %
HSFO ($S > 0.50\%$)	85.0 %	11.90 %	0.4 %

2.2.7 为评估废气流量直接测量手段在安装时、之后每不超过 12 个月，或当数据分析显示有效性问题时，是否符合的允许偏差，应在排放设备常用负载范围内选取 4 个等间隔负载点，通过与碳平衡法计算结果进行对比，对各负载点的测量值进行交叉验证。用于执行该碳平衡法验证的 CO₂ 分析仪及其他测量设备无需永久安装，但需符合本章的相关要求。

2.3 温室气体成分浓度测量

2.3.1 温室气体成分浓度测量（或成分分析）设备应适用于被测量气体，可以

是单一气体成分测量设备，也可以是组合式气体成分测量设备。

2.3.2 应选用适用的温室气体成分分析方法。

- (1) CO₂分析，宜优先采用非分散红外吸收法(NDIR)。
- (2) CH₄分析，宜优先采用加热式火焰离子探测器(HFID)来测量分批或连续取样的原排气或稀释排气中的碳氢化合物浓度。HFID分析仪所有暴露在排放物中的表面温度应保持为190℃±10℃。
- (3) N₂O分析，可使用FTIR分析仪、NDIR分析仪、激光红外分析仪或NDUV分析仪。
- (4) 可调谐激光吸收法、调谐半导体激光吸收光谱(TDLAS)分析仪及其他系统或分析仪，如果取得与上述设备等效的结果，经我社认可，可被接受。为建立等效情况，应证实通过使用公认的国内或国际标准进行定量分析的其他系统或分析仪所得的结果，与按上述的要求测量燃烧设备的废气排放浓度相当。对引入新系统的情况，等效的确定应基于ISO 5725-1和ISO 5725-2或其他可比的认可标准所述的重复性和再现性的计算。
- (5) 所选分析仪的量程应确保测量的排放值处于该量程的15% - 100%范围内。分析仪应具备根据测量浓度自动切换量程的功能，以始终保持测量值在所用量程的15% - 100%范围内；在此情况下，传输至数据记录设备的输出信号应进行适当标度或明确标注量程切换情况。

2.3.3 样品采集装置的材质应选用耐高温、防腐蚀和不吸附、不与气态污染物发生反应的材料，应不影响待测组分的正常测量。采样装置中的滤芯要易于更换，在实际运行过程中，系统要根据流量等信息，给出滤芯更换提醒。

2.3.4 预处理若采用热湿法，样品采集装置应具备加热、过滤、保温和反吹净化功能。其设置加热温度 $\geq 120^{\circ}\text{C}$ ，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。

2.3.5 预处理若采用冷干法，除湿设备的设置温度应保持恒定，冷凝器的设置和实际控制温度应保持在2~6℃。其实际温度值应该被实时监测。除湿设备除湿过程产生的冷凝液应采用自动方式通过冷凝液收集和排放装置

及时、顺畅排出。

- 2.3.6 采样泵应具备克服烟道负压的足够抽气能力，并且保障采样流量准确可靠、相对稳定，其内部的实际压力应该被实时监测，也可用其他手段监测进气泄露。
- 2.3.7 预处理设备的材质应使用不吸附和与气态污染物发生反应的材料。预处理设备及其部件应方便清理和更换。
- 2.3.8 浓度测量仪器设备的性能参数应满足表 2.3.8 的要求，若不具备现场测试条件，在实验室测得的性能参数，应不低于表 2.3.8。

浓度测量仪器设备的性能参数要求

表 2.3.8

试验项目	要求
精确度	读数的±2% 或满刻度的 1.5%
精密度	满刻度的±1%（100ppm 以上）；满刻度的±2%（其他）
噪声	所有所用范围满刻度的 2%
零位漂移	1 小时期间的零位响应漂移须小于所用最低范围满刻度的 2%。
量程漂移	在最低使用范围 1 小时期间的量程响应漂移须小于所用最低范围满刻度的 2%。

- 2.3.9 校准气体和零位与量程检查气体，须遵守所有校准气体和零位与量程检查气体的安全储存期限。生产厂声明的校准气体和零位与量程检查气体的有效期须予以记录。校准气和跨度气的选用应遵循分析仪制造商的建议。
- 2.3.10 若一台分析仪需处理多台排气管路的废气样品，应配备冲洗装置，且冲洗时间应足够长，以确保所分析的满足采样频率要求传输至数据记录设备的气流，能代表该分析仪输出信号所对应的排放废气。

2.4 温室气体排放量计算

- 2.4.1 温室气体排放量计算应采取连续测量计算的方式进行，在线监测系统连续监测废气流量与成分浓度，定期计算并累计单位时间排放量。
- 2.4.2 温室气体计算应包括成分温室气体排放量、温室气体总排放量、温室气

体碳当量排放，以及相应的排放强度等指标。

2.4.3 所有要求记录的测量数据和输入数据，在用于计算流程前均需进行有效性筛查。对每个数据项的筛查，应基于针对燃料类型、燃料混合比和负载持续制定的预期值范围，同时还需考虑环境条件及其他潜在影响因素，筛查流程需符合规定。

2.4.4 由于排放装置、（如安装的）排放控制装置的存在导致时间滞后，且各类测量设备的响应时间可能不同，可能需要将所有数据对齐到同一时间基准。若一台分析仪需监测多台排放设备的废气排放，也需考虑信号对齐的必要性。若需进行信号对齐，操作手册中应详细说明对齐流程。

2.4.5 温室气体排放量计算

(1) 温室气体成分浓度质量比和体积比的换算：

$$C_i = C_{\text{体积}, i} * \frac{Mr_i}{22.4} * \frac{273}{273 + t} * \frac{P}{101.325}$$

式中： C_i ——表示废气中第 i (CO_2 、 CH_4 、 N_2O) 种温室气体成分的排放质量占比，%；

$C_{\text{体积}, i}$ ——表示废气中第 i (CO_2 、 CH_4 、 N_2O) 种温室气体成分的排放体积占比，%；

Mr_i ——表示气体摩尔质量，g/mol；

t ——表示烟道取样点的温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

P ——表示烟道取样点的压力，kPa。

(2) 单位时间温室气体成分排放量：

$$M_i = G * C_i * T$$

式中： M_i ——表示第 i (CO_2 、 CH_4 、 N_2O) 种温室气体成分的排放量，kg；

G ——表示废气排放流量，kg/h；

T ——表示单位计量周期，h。

(3) 温室气体总排放量：

$$M = \sum_{i=1}^n M_i$$

式中： M ——温室气体总排放量，kg；

M_i ——第 i (CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、) 种温室气体成分排放量，kg。

(4) 温室气体碳当量排放量

采用 20 年或 100 年全球变暖潜势 (GWP) 值评估碳当量， CO_2 全球变暖潜势 (GWP) 值为 1，计算公式：

$$M_{\text{CO}_2\text{eq}} = M_{\text{CO}_2} + \text{GWP}_{\text{CH}_4} \cdot M_{\text{CH}_4} + \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} * M_{\text{N}_2\text{O}}$$

其中： $M_{\text{CO}_2\text{-eq}}$ ——温室气体碳当量，kg；

M_{CO_2} ——二氧化碳排放量，kg；

M_{CH_4} ——甲烷排放量，kg；

$M_{\text{N}_2\text{O}}$ ——氧化亚氮排放量，kg；

GWP_{CH_4} ——甲烷全球变暖潜势 (GWP) 值；

$\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}$ ——氧化亚氮全球变暖潜势 (GWP) 值。

CH_4 和 N_2O 碳当量采用 IPCC 第 6 次评估报告给出的数值，见表 2.4.5。

基于 20 年和 100 年的不同温室气体的 GWP 值 表 2.4.5

温室气体	GWP20	GWP100
CO_2	1	1
化石 CH_4	82.5	29.8
非化石 CH_4	80.8	27.2
N_2O	273	273

2.4.6 排放强度计算

(1) 温室气体成分排放强度

$$CII_i = M_i / W$$

式中： CII_i ，第 i 种温室气体的排放强度，g/t·nm；

W ——为运输功，用船舶的载运能力航行距离的乘积表示，t·nm，计算公式：

$$W = C \times D$$

式中： C ——船舶载运能力，根据不同船型选用 DWT 或 GT 为计算单位；

D ——航行距离，nm。

注：散货船、液货船、集装箱船、气体运输船、LNG 船、滚装货船、杂货船、冷藏货船和兼用船，使用载重吨（DWT）作为载运能力；豪华邮轮、滚装货船（车辆运输船）及滚装客船的使用总吨（GT）作为载运能力。

(2) 温室气体碳当量排放强度：

$$CII_{CO_2eq} = M_{CO_2eq} / W$$

式中： CII_{CO_2eq} ——温室气体碳当量排放强度， $g_{CO_2eq} / t \cdot nm$ ；

M_{CO_2eq} ——温室气体碳当量， g_{CO_2eq} ；

W ——为运输功， $t \cdot nm$ 。

2.5 计算机系统

2.5.1 一般要求

计算机系统的相关硬件和软件应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章第 6 节“计算机系统”的适用要求。

2.5.2 数据采集

(1) 计算机系统应能自动采集废气流量测量和温室气体成分浓度测量设备相关参数，其他设备参数（如燃油流量计流量参数）可根据系统功能需求，对其他设备进行数据采集。

(2) 计算机系统可直接采集硬件设备数据发送端口发送的数据，也可以通过虚拟串口服务器或由其他数据集成平台获取。

2.5.3 数据采集周期及存储

(1) 在线监测系统应根据设备数据发送周期及系统功能设定要求，设定数据采集周期。数据采集系统须使用每分钟至少三次的取样频率。测量的 CH_4 和 N_2O 浓度应使用 ppm 或等效方式记录并至少精确到最接近整数位。测量的 CO_2 浓度应使用%或等效方式记录并精确到不少于小数点后两位。需记录适用报告间隔期内该计算或确定所用的平均测量值。

(2) 采集数据应能定期进行自动备份，并具备快速恢复能力，数据备份可采用磁盘阵列、多硬盘、光盘刻录、移动介质存储等方式。

(3) 数据存储空间应满足主管机关年度能耗数据核算与核查要求，以备主管机

关核查验证需求，建议至少具备保留 2 年的存储空间。

(4) 数据存储设备至少应记录以下内容：

- ① 操作手册所要求成分浓度测量仪器的零点和量程检查结果，包括零点漂移或量程漂移的评估及合格性判断，以及后续对零点/量程值的重置操作。若经我社批准的零点/量程检查替代方案，需记录能证明该方案功能有效性（确保漂移不超过所用量程满刻度 2%）的数据。
- ② 若采用抽取式采样系统的废气分析仪，需记录采样管路泄漏测试的测量值、评估结果及合格/不合格判定。
- ③ 若抽取式采样系统配备样品气体干燥器，需记录适用报告间隔期内干燥器出口的样品气体温度平均值。
- ④ 计算过程中使用的其他测量数据，或用于指示在线监测系统及其组件运行状态的其他测量数据。
- ⑤ 采用经主管机关认可或批准的、不同于本指南规定的替代流程或补充流程时使用的其他测量数据。
- ⑥ 因维护期导致所需数据无法传输至数据记录设备的时间段。

(5) 数据存储设备应记录以下输入数据及其适用的时间范围：

- ① 零点气和量程气的成分数据，以及各自的有效期。
- ② 确定的液体燃料成分数据（如适用）。
- ③ 确定的气体燃料成分数据（如适用）。
- ④ NMC 的甲烷效率（ E_m ）和乙烷效率（ E_e ）（如使用 NMC）。
- ⑤ 计算流程中使用的其他输入数据。
- ⑥ 采用经我社认可或批准的、不同于本指南规定的替代流程或补充流程时使用的其他输入数据。
- ⑦ 应具备上传和存储测试证书或其他文件副本的功能，①~⑥所述输入数据应来源于这些证书或文件。

(6) 数据存储设备应记录每个报告间隔期内确定的以下中间计算值：

- ① 经 E_m 和 E_e 校正后的 CH_4 浓度（如使用 NMC）。
- ② 绝对湿度值，以及该值是 H_a 还是 H_{sc} （如使用）。
- ③ 干湿校正系数（如使用）。

- ④ 废气质量流量（单位：千克/小时，kg/h）（如采用碳平衡法）。
- ⑤ 参考条件下的废气体积流量（单位：标准立方米/小时，Nm³/h）（如采用直接测量法）。
- ⑥ Cslip-CH₄值（甲烷逃逸率）（如采用甲烷逃逸率直接计算法）。
- ⑦ 采用经我社认可或批准的、不同于本指南规定的替代流程或补充流程时产生的相关计算值。

(7) 由于《MARPOL 公约》规定需针对特定情形记录一系列信息，经批准的电子记录簿系统应仅允许在记录条目完整的情况下保存。建议在条件允许时，安装可自动录入必填数据的技术设备，以确保数据准确性。若设备发生故障，由船长核实后，应允许手动录入，并记录数据来源的变更。自动录入的数据值应采取保护措施，防止被篡改或伪造；系统应自动记录任何试图篡改或伪造数据的行为。

(8) 若发现测量值或输入值超出预期范围，需评估其是否为有效、具有代表性的值。若该值虽超出预期范围但仍有效，则应在计算流程中使用，并记录相关说明；若该值无效，则需记录该结论、故障原因及采取的解决措施。测量数据筛查还应用于滤除不反映实际测量参数的信号尖峰。若在计算前从数据中剔除此类尖峰，需记录相关操作说明。

(9) 在满足我社关于船用产品网络安全要求基础上，特别需要注意的是，为体现数据录入（自动录入和手动录入）与审批流程的不同阶段，电子记录簿应为每一条目设置状态字段，明确该条目所处的核实阶段。例如，用户在系统中保存某一条目后，该条目应标注“待核实”或“等待确认”；船长核实该条目后，系统应自动标注“已核实”。若某一条目在船长核实后被修改，电子记录簿应自动将该条目状态恢复为“待核实”或“需重新核实”，并通知船长该条目需重新核实。

(10) 为便于统一记录日期、位置等数据，在线监测系统设计时应使录入字段及数据格式要求尽可能与国际海事组织（IMO）其他电子报告要求及船上其他系统保持一致。

2.5.4 排放与能效/能耗数据分析

(1) 在线监测系统应能按分钟、小时、天、月、航次、航行轨迹等自动计算/展示单位时间以下温室气体指标：

- ① 温室气体成分质量浓度

- ② 废气流量（质量）
- ③ 温室气体成分排放量
- ④ 温室气体碳当量排放量

(2) 在线监测系统应能按分钟、小时、天、月、航次、航行轨迹等自动计算/展示单位时间以下能效指标：

- ① 温室气体成分排放强度
- ② 温室气体碳当量排放强度
- ③ 燃料温室气体成分排放强度
- ④ 燃料温室气体碳当量排放强度

(3) 在线监测系统应能按年度计算并生成以下能效/能耗指标值：

- ① 温室气体成分排放量
- ② 温室气体成分排放强度
- ③ 温室气体碳当量排放量
- ④ 温室气体碳当量排放强度
- ⑤ 燃料消耗量
- ⑥ 燃料温室气体成分排放强度
- ⑦ 燃料温室气体碳当量排放强度

2.6 安装要求

2.6.1 分析仪安装位置应能承受分析仪的重量。

2.6.2 取样探头应采取适当方式予以固定，应为不锈钢材料制成的直管段，且一端封闭。

2.6.3 气体排放物的取样管应安装在发动机、涡轮增压器或最后一个后处理装置（取最下部者）的出口之后至少 10 倍于排气管直径处，但同时至少在废气系统出口的上部 0.5m 或 3 倍于排气管直径（取大者）处。对于位置不满足上述规格的短废气系统，取样管的其他位置应由我社认可。

2.6.4 CH₄取样管处的废气温度应至少为 190℃，在其他测量气体的取样管（与 CH₄取样管分开）处应至少为 70℃。

- 2.6.5 对于带有旁通排气支管的多气缸发动机，取样管进口应充分处于下风口以确保试样能代表从所有气缸排出的平均废气排放。对于带有不同支管组的多气缸发动机，允许分别从每组废气管处取样并计算平均废气排量。另外，允许从一组中取样以代表平均废气排量，条件是能向我社证明其他组的排放是相同的。经主管机关认可，已表明和上述方法有关的其他方法可以采用。对于废气排放计算，必须采用总废气质量排量。
- 2.6.6 取样位置不得在不同柴油机的废气气流汇合的下游。
- 2.6.7 如果废气成分受到任何废气后处理系统的影响，则试样必须在该设备的下风口取得。
- 2.6.8 废气试样应从管直径 10%至 90%内的区域抽取。
- 2.6.9 应使排气温度、压力及安装环境和振动对测量的影响最小化，应保护气体分析仪，以免受冷、热、温度变化、强气流、灰尘沉积、腐蚀性空气及振动的影响，应提供足够的空气环流，以免热量积聚。
- 2.6.10 若安装在分析仪柜中，样品通路（取样管路、预滤纸和阀门）应由不锈钢或 PTFE 材料制造。此外，取样管路应尽可能短。
- 2.6.11 连接件和管子不应使排气背压超过制造厂规定的最大排气阻力。

第 3 章 检验与发证

3.1 图纸资料

3.1.1 申请型式认可时，下列图纸和技术资料应提交 CCS 批准：

- (1) 产品主要性能规格表；
- (2) 总装配图；
- (3) 主要零部件图；
- (4) 系统工作原理图；
- (5) 安装布置要求。

3.1.2 申请型式认可时，下列图纸/技术资料应提交 CCS 备查：

- (1) 产品使用说明书/操作手册；
- (2) 产品铭牌、出厂合格证等样本；
- (3) 重要零部件清单；
- (4) 出厂试验大纲；
- (5) 软件控制程序；
- (6) 校准运维方案（校准计划(含自校准、自校验)，校准周期等)；
- (7) 风险分析报告；
- (8) 偷排风险评估报告；
- (9) 软件说明（包括软件版本号、软件模块功能描述、控制/逻辑流程图、软件维护及更新说明）。

3.1.3 拟安装在线监测系统的船舶，应将下列在线监测系统船上安装相关的图纸资料提交备查：

- (1) 布置图，包括废气流量测量设备、燃料流量测量设备、成分浓度分析仪的布置及信息；
- (2) 产品铭牌、出厂合格证等样本；
- (3) 重要零部件清单；

3.1.4 按照《船舶网络安全指南》第 3 章规定的要求提供资料。

3.2 检验要求

3.2.1 在线监测系统的检验，一般应包括如下：型式认可和单件单批检验。

3.2.2 船舶检验包括初次检验、营运中检验。

3.2.3 型式认可和单件单批检验：应按本指南进行型式认可和单件单批检验。

3.2.4 在线监测系统及其组成设备包括：废气流量测量设备、温室气体成分浓度测量设备、计算机系统、预处理单元（如含有）、伴热管线（如含有）、采样探头等，同时也应对这些设备进行试验，取得船用产品型式认可证书。

第 4 章 型式试验

4.1 取样要求

(1) 试验样品的选取应具有技术代表性，且能覆盖申请产品型式认可的产品范围，对于产品的主要元器件（如计算机、显示器等）来自不同的制造方，可分别抽取样品进行型式认可试验。

(2) 产品型式试验前应进行外观标识及完整性检查，确认产品外观无损伤，标识清晰，产品各个模块齐全，确认软件名称和版本。

(3) 产品性能试验应能确认产品/系统符合本指南第2章对产品/系统的技术要求。具体试验方法应结合产品技术文件（技术条件、说明书等）的内容制定。

4.2 试验项目

4.2.1 系统整体型式试验的环境试验和电磁兼容试验项目见表 4.2.1。

环境试验和电磁兼容试验项目

表 4.2.1

序号	试验项目	试验依据
1	外观检查	GD019-2024, 2.1; 产品图纸
2	绝缘电阻测量	GD019-2024, 2.3
3	能源波动试验	GD019-2024, 2.4
4	电源故障试验	GD019-2024, 2.5
5	倾斜和摇摆试验	GD019-2024, 2.6
6	振动试验	GD019-2024, 2.7
7	高温试验	GD019-2024, 2.8
8	低温试验	GD019-2024, 2.9
9	交变湿热试验	GD019-2024, 2.10
10	恒定湿热试验	GD019-2024, 2.11
11	盐雾试验 Kb	GD019-2024, 2.12
12	盐雾试验 Ka	GD019-2024, 2.13
13	耐电压试验	GD019-2024, 2.14
14	外壳防护试验	GD019-2024, 2.15
15	滞燃试验	GD019-2024, 2.16
16	电磁兼容试验	
16.1	传导发射测试	GD019-2024, 3.2

16.2	外壳端口辐射骚扰测量	GD019-2024, 3.3
16.3	静电放电抗扰度试验	GD019-2024, 3.4
16.4	射频电磁场辐射抗扰度试验	GD019-2024, 3.5
16.5	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	GD019-2024, 3.6
16.6	浪涌抗扰度试验	GD019-2024, 3.7
16.7	低频传导抗扰度试验	GD019-2024, 3.8
16.8	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	GD019-2024, 3.9

4.2.2 成分浓度测量仪器的功能性能试验

除进行本指南表 4.2.1 规定的试验项目外,还应在振动、高温条件下进行表 4.2.2 所列的功能性能试验。

成分浓度测量仪器功能性能型式试验项目表

表 4.2.2

序号	试验项目	试验依据
1	精确度	MEPC.177(58), 附录 3, 1.6
2	零漂	MEPC.177(58), 附录 3, 1.9, 1.10
3	量程漂移	MEPC.177(58), 附录 3, 1.9, 1.10
4	响应时间	
5	噪声	MEPC.177(58), 附录 3, 1.8
7	泄漏试验/保压试验	MEPC.177(58), 附录 4, 4
8	精确度/重复性	MEPC.177(58), 附录 3, 1.7
9	校准	MEPC.177(58), 附录 4, 5.5

4.2.3 废气流量测量仪器的功能性能试验

除进行本指南表 4.2.1 规定的试验项目外,还应在振动、高温条件下进行表 4.2.3 所列的功能性能试验。

废气流量测量仪器性能型式试验项目表

表 4.2.3

序号	试验项目	试验依据
1	精确度	MEPC.177(58), 附录 3, 1.6
2	线性度	
3	噪声	MEPC.177(58), 附录 3, 1.7
4	可重复性	

4.2.4 系统整体除进行本指南表 4.2.1 规定的试验项目外,还应进行表 4.2.4 所列的功能性能试验。

系统功能型式试验项目表

表 4.2.4

序号	试验项目	备注
1	监测报警	监测项目含通信故障报警、数据缺失报警等； 功能参考我社《E13 监测报警（显示）系统》
2	安全保护	
3	报警阈值设定检查	
4	历史记录查询检查	
5	软件版本检查	
6	防废气高温特性和腐蚀性检查（排气管高温试验）	例如不经过伴热管线直接安装在排气管；使用对温度敏感的超声波换能器等
7	防废气脏污检查（脏污试验）	模拟船舶烟道脏污环境，验证取样探头脏污后对精度的影响
8	自校验/自校准功能检查	
9	合成标准不确定计算检查	
10	数据质量保障检查	
11	数据可信认证检查（防篡改功能验证）	
12	恶意偷排措施检查	
13	系统响应时间检查	
14	时间信号接口检查	

4.3 网络安全要求

4.3.1 应根据网络安全等级 SL0，按 CCS 批准的产品网络安全试验大纲，在 CCS 或经 CCS 认可的试验机构完成相关测试验证。

4.4 其他试验项目

4.4.1 我社认为有必要，或者图纸/技术条件规定进行的其他试验项目。

第 5 章 船舶检验

5.1 初次检验

5.1.1 初次检验：在线监测系统在船上安装后但尚未投入使用之前，都应进行初次检验，确认每台系统证书及相关文件配备齐全，系统按批准的图纸资料进行安装，并按船上试验程序验证系统运行时的性能满足要求。主要包括：

(1) 证书核查，包括：

- ① 按 CCS《钢规》第 1 篇第 3 章的要求核查在线监测系统以及主要零部件（当在线监测系统不是整体供货时）的船用产品证书，并注意在线监测系统主要零部件的型号和规格是否满足船用产品证书的要求；
- ② 按 CCS《钢规》第 1 篇第 3 章的要求核查管材、阀件和船舶电缆的产品持证情况；

(2) 安装检查，包括：

- ① 在线监测系统及其组成设备的安装，按照批准的安装布置要求进行。当不按照批准安装布置要求安装时，所采取的方案，应符合设备制造厂家的安装方案，该方案应取得我社认可；
- ② 在线监测系统及其组成设备的安装位置应尽量避免环境光线、电磁辐射、振动、高温热源、盐雾、风浪干扰影响；
- ③ 废气流量测量设备采样点应合理布置，测量/采样点位置应位于废气排放烟道下游远端气体污染物混合均匀的垂直管段，避开烟道弯头和断面急剧变化的涡流区部位，所采样品具有代表性。测量设备安装不应影响被测量设备工况运营，如可能导致的被测量设备排气背压超过允许范围；计量设备的安装、使用和校验应符合相关标准和设备制造方的使用说明；
- ④ 对于废气排放烟道下游安装有组合锅炉/经济器的能耗设备，测量/采样点位置应选择安装在锅炉/经济器之后，以便经济地监测锅炉排放的废气；

- ⑤ 测量/采样点位数量，应能保证废气连续监测和监测精度需求；
- ⑥ 测量/采样点位布置，不应影响能耗设备常规工况运营，应避免烟尘积聚、水汽凝结，便于吹扫、校验与校核等日常维护保养。核查与审批图纸中的设备安装布置图保持一致。
- ⑦ 烟道测量/采样点位开孔应做好密封，避免烟气外泄，供电线缆、气源管线铺设到位，安装规范。

5.1.2 根据批准的试验大纲，验证在线监测系统及其组成设备满足设计功能要求，包括：

- (1) 采样点及管线密封性（泄漏试验/保压试验）；
- (2) 功能性检查。

5.2 营运中检验

5.2.1 在线监测系统及其设备应纳入船舶维护保养计划。

5.2.2 应按照制造厂确定的维护周期进行系统维护保养，检查系统各项功能，及时进行设备校验/校准，保障系统功能的完整性和可靠性。可通过软件版本号检查、审计报告检查等方式，船上验证温室气体排放量计算符合产品检验时的设置。

5.2.3 做好维护保养记录、软件系统升级应经验证方同意并做好记录。

5.2.4 在线监测系统应结合国际防止空气污染证书以及入级证书执行特别检验、中间检验、年度检验以及附加检验。相关检验要求如下：

- (1) 对排气系统进行外观检查，查明无老化或泄漏的情况。并确认旁通装置（如有时）、排气管汇集装置、隔离装置（和/或气体密封风机）、隔离装置与燃油燃烧装置间的启动联锁功能等情况正常；
- (2) 对各管路系统、阀和附件、隔热和绝缘材料等进行外观检查；
- (3) 确认系统相关的电气设备得到维护保养，并处于良好工作状态；
- (4) 确认监测数据记录保存正常，记录保存 18 个月；
- (5) 核查在线监测系统的校准/校验记录。