

指南编号/Guideline No.: Z-16(202608)

中　国　船　级　社

船舶温室气体排放在线监测系统检验指南

2026

2026 年 8 月 1 日生效

北京

前　言

中国船级社（以下简称“本社”）船舶温室气体排放在线监测系统检验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、产品制造厂、服务供应商、航运公司、检验机构等开展相关工作的指导性文件。

如国际海事组织(IMO)对于船舶温室气体排放在线监测系统有新的技术要求，应按照最新要求执行。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求，但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由本社编写和更新，通过网址 http://www.ccs.org.cn 发布，使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 service@ccs.org.cn

历史发布版本及发布时间

本版本生效时间：第 1 版，2026 年 8 月 1 日

本文件为初次发布。

目 录

第 1 章 通则 4
1.1 适用范围 4
1.2 定义 4
1.3 缩略语 5
1.4 规范性引用文件 6
第 2 章 在线监测系统的设计和技术要求 8
2.1 一般要求 8
2.2 废气流量测量 9
2.3 温室气体成分浓度测量 10
2.4 温室气体排放量计算 11
2.5 计算机系统 13
2.6 安装要求 17
第 3 章 图纸资料与检验要求 19
3.1 图纸资料 19
3.2 检验要求 20
第 4 章 型式试验和单件/单批检验 21
4.1 试验前的准备 21
4.2 试验项目 21
4.3 网络安全要求 23
4.4 其他试验项目 23
4.5 单件/单批检验 23

第 1 章 通则

1.1 适用范围

1.1.1 本指南适用于船舶燃烧装置温室气体排放在线监测系统的产品检验。

1.2 定义

1.2.1 船舶燃烧装置

除船上焚烧炉之外的任何发动机、锅炉、燃气轮机或其他燃料燃烧设备。

1.2.2 温室气体（Greenhouse Gas）

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内辐射的气态成分，本指南主要针对船舶燃烧装置的燃料燃烧后排放到大气中，能够产生温室效应的气体，具体包括：二氧化碳（CO_2）、氧化亚氮（N_2O）、甲烷（CH_4）。

1.2.3 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。

1.2.4 响应时间

以取样探头作为基准点，从被测组分在基准点处开始变化到系统响应达到 90%最终读数的时间差，其中被测组分的变化至少达到满量程(FS)的 60%且气体切换装置应在 0.1s 内完成气体切换。

注:系统响应时间包括系统延迟时间和系统上升时间，包括管线传输时间和仪表响应时间。

1.2.5 精确度

测量值与标定校准点的偏差与整个测量范围（零点除外）读数的比值。

1.2.6 零点漂移

一段时间内的零点响应漂移，零点响应是指 30 秒间隔期内对零点气体的平均响应(包括

噪声)。

1.2.7　线性度

测量值与相应参考值的一致程度。

1.2.8　量程漂移

一段时间内的量程响应漂移，量程响应是指 30 秒间隔期内对量程气体的平均响应(包括噪声)。

1.2.9　精密度

对同一校准气体或量程气体连续进行 10 次重复测量所得到响应值的标准偏差的 2.5 倍。

1.2.10　重复性

在重复条件下的精密度。

1.2.11　噪声

对零点气体和校准或满量程气体在任意 10 秒的间隔期分析仪的峰间响应。

1.2.12　合成标准不确定度

由测量模型中各输入量的标准测量不确定度，获得的输出量的标准测量不确定度。在数学模型中的输入量相关的情况下，当计算合成标准不确定度时应考虑协方差。

1.2.13　扩展不确定度

合成标准不确定度与一个大于 1 的数字因子的乘积。

注 1:测量结果的取值区间在被测量值概率分布中所包含的百分数，被称为该区间的置信概率或置信水平。

注 2:为将置信水平与扩展不确定度定义的区间联系起来，需要对结果的概率分布及合成不确定度进行假设。区间的置信水平在假设的范围内是已知的。

1.3 缩略语

(1) FTIR：傅里叶变换红外（分析仪）

(2) NDIR：非分散红外（分析仪）

(3) NDUV：非色散紫外光（分析仪）

(4) HFID：加热式火焰离子探测器

(5) NMC：非甲烷截止器

(6) TDLAS：调谐半导体激光吸收光谱分析仪

(7) ECS：电化学传感器

(8) LIA：激光红外分析仪（含 TDLAS）

(9) MS：质谱仪

(10) PMD：顺磁探测器

(11) ZRDO：二氧化锆传感器

(12) UTC：协调世界时

(13) CEMS：连续排放监测系统

1.4 规范性引用文件

(1) MEPC.416(84) 《用于船用发动机 CH4/N2O 排放定量的连续排放监测系统（CEMS）指南》

(2) MEPC.177(58) 《船用柴油机氮氧化物排放控制技术规则》修正案

(3) MEPC.340(77) 《2021 废气清洗系统导则》

(4) MEPC 402(83) 《船用柴油机甲烷（CH_4）和/或氧化亚氮（N_2O）台架和船上测量导则》

(5) MEPC.312(74)《MARPOL 公约电子记录簿使用导则》

(6) MEPC.352(78)《2022 年营运碳强度指标和计算方法导则（CII 导则，G1）》

(7) 中国船级社《钢质海船入级规范》

(8) ISO 8178-2： 2021 往复式内燃机.废气排放测量.第 2 部分:现场条件下气体和颗粒废气排放的测量

(9) ISO 20181： 2023 固定源排放.自动测量系统的质量保证

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 在线监测系统，一般包括废气流量测量和温室气体采集、处理、成分分析的相关软硬件设备，例如：流量测量设备、取样管、伴热管线、预处理单元、分析单元、变送器（温度、压力、湿度等）等，以及用于数据集成、存储、分析和监测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 在线监测系统的设计应可靠、便于维护。

2.1.7 取样管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 取样管应考虑废气脏污的影响，并采取有效手段，例如：反吹净化等。

2.1.9 取样管的材质应选用耐高温、防腐蚀、不吸附且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。

2.1.10 在线监测系统及其组成设备为确保测量精度符合要求，应具有自校验/自校准功能。厂家应根据设备的原理、性能，提出合理的校验/校准运维方案，方案中应至少包含校准/校验周期和方法，校准/校验周期一般不得超过六个月。校准/校验周期的确定应综合考虑仪器设备的类型、磨损和漂移的趋势、预期使用程度和频次、使用环境条件（气候条件、振动、电磁辐射等）及同类仪器设备历史校准/校验结果趋势等因素。

2.1.11 扩展不确定度应在实验室环境下测得，扩展不确定度（k=2）应不超过 2%，计算参考 ISO/lEC Guide 98-3:2008，或者 GB/T27418—2017。

2.1.12 在线监测系统的设计，可采取包括数据中断报警等手段，以保障数据质量的准确性、时效性。

2.1.13　在线监测系统，可采用包括但不限于时间戳技术、数字签名技术、CA 证书技术等进行可信认证，防篡改、可追溯，确保数据的真实可靠。

2.1.14　在线监测系统的设计或布置，应考虑防止人为规避排放监测的行为，并采用风险评估的方法梳理可能规避排放监测的环节，并提出对应的防范措施，提交相关分析报告供本社审查。

2.1.15　在线监测系统的总系统响应时间应小于或等于 12.5s，且上升时间小于或等于 5s 或上升和下降时间都小于或等于 5s。系统具备信号对齐功能。

2.1.16　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。

2.2　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、涡街流量计等。

(2)　应能连续测量废气流量，测量单位应采用质量流量，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　空气和燃料测量法

包括空气质量流量和燃料质量流量的测量。应采用准确度符合表 2.2.5 要求的空气流量表和燃料流量表。瞬态废气流量等于经过时间校准的瞬态空气质量流量与瞬态燃料质量流量之和。

2.2.4　燃料流量和碳平衡法

2.2.5　包括采用碳平衡法，应按 MEPC 177(58)中附录 6 的规定通过燃料消耗量、燃料成分和排气浓度来计算排气质量流量。

2.2.6　进气空气和废气流量测量、燃料流量测量所用仪器仪表应满足表 2.2.5 的要求。

流量测量性能要求 表 2.2.5

项目	进气空气、废气流量测量	燃料流量测量	备注
线性度	0.98~1.02	0.98~1.02	10 个基准值
精确度	pt 的 2. 5% 或 max 的 1.5%	pt 的 2% 或 max 的 1.5%	（两者取最大值）
重复性	pt 的 1.25% 或 max 的 0.75%	pt 的 1% 或 max 的 0.75%	（两者取最大值）
噪声	max 的 1%	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。

2.2.7 被监测设备的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。

2.2.8 船舶燃料中碳、氢、氮的质量分数可通过以下方式获取：

(1) 对所用船舶燃料的代表性样品进行分析；

(2) 对于无实测值的船舶燃料，采用 MEPC177(58) 表 9 默认值。

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分析设备，也可以是组合式气体成分分析设备。

2.3.2 应选用适用的温室气体成分分析方法。

(1) CO_2 分析，CH_4 分析，N_2O 分析，可使用下表所列测量原理的仪器进行分析：

废气参考测量方法 表 2.3.2

气体	方法
CH_4	HFID+NMC、FTIR、LIA
N_2O	FTIR、LIA、NDIR、NDUV
CO_2	NDIR
H_2O	FTIR、MS、LIA
O_2	PMD、ECS、ZRDO

(2) 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。

(3) 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 预处理若采用热湿法，系统应具备加热、过滤、保温和反吹净化功能。其设置加热温度应与所选用的分析方法相匹配，其实际温度值应能够在机柜或系统软件中显示查询。

2.3.4 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一定范围内。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。

2.3.5 预处理设备的材质应使用不吸附和不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。

2.3.6 浓度测量仪器设备的性能参数在实验室测得，应满足表 2.3.6。

浓度测量仪器设备的性能参数要求 **表 2.3.6**

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%（100×10^{-6} 以上）；满刻度的±2%（其他）
噪声	不超过所有所用范围满刻度的 2%
零点漂移	零点响应漂移须小于所用最低范围满刻度的 2%（24 小时期间内），3%（24*7 小时期间内）。
量程漂移	量程响应漂移须小于所用最低范围满刻度的 2%（24 小时期间内），3%（24*7 小时期间内）。

2.3.7 校准运维方案应能够保障使用期间的性能参数满足表 2.3.6。

2.3.8 校准气体和零点与量程检查气体，应使用公认组织签发证书的气体标准物质，须遵守所有校准气体和零点与量程检查气体的有效期。生产厂声明的校准气体和零点与量程检查气体的有效期须予以记录。校准气体、零点与量程检查气体的选用应遵循 MEPC.177(58)附录 4 的要求，以及分析仪制造商的建议。

2.3.9 若一台分析仪需处理多个排气管路的废气样品，应采取手段，在满足采样频率要求下，以确保所分析的气流，能代表该分析仪输出至数据记录设备的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。以质量流量、质量浓度为计算单位。除本指南规定外，气体排放计算参考MEPC 177(58)；中间计算和结果复核参考MEPC.416(84)。

2.4.2　温室气体计算应包括成分温室气体成分排放量、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，筛查流程需符合厂家编写的用户说明规定。

2.4.4　由于（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，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)　温室气体成分质量浓度和体积浓度的换算：

$$C_i = C_{体积，i} * \frac{Mr_i}{22.414} * \frac{273.15}{273.15+T} * \frac{P}{101.325} \quad （1）$$

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浓度，g/m³；

$C_{体积，i}$——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浓度，%；

Mr_i——表示气体摩尔质量 i（CO_2 、CH_4 、N_2O）种温室气体的摩尔质量，g/mol；

T——表示烟道取样点的温度，℃；

P——表示烟道取样点的压力，kPa。

注：若排放并非以湿基测量，应按 MEPC 177(58)中 5.12.3 的规定换算为湿基。

(2)　温室气体成分排放量：

$$M_i = V * C_i * t \quad （2）$$

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；

V——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：

$$M = \sum_{i=1}^{n} M_i \quad （3）$$

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 年和 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：

$$M_{CO_2eq}=M_{CO_2}+GWP_{CH_4}*M_{CH_4}+GWP_{N_2O}*M_{N_2O} \quad (4)$$

其中：M_{CO_2eq}——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_{N_2O} ——氧化亚氮排放量，kg；

GWP_{CH_4}——甲烷全球变暖潜势（GWP）值；

M_{N_2O} ——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；如有最新要求，按照最新要求执行。

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

2.5 计算机系统

2.5.1 一般要求

2.5.2 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。

2.5.3 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。

2.5.4 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。为了证明与系统总响应有关的可接受更新和记录，系统应满足下列标准之一要求：

① 系统记录更新浓度的频率与平均上升时间的乘积应至少为 5。在任何情况下，平均上升时间应不大于 10s。

② 系统记录浓度的频率应至少为 2Hz。

(2) 测量的 CH_4 和 N_2O 浓度应使用 10^{-6} 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。

(3) 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。

(4) 数据存储空间应至少具备保留 42 个月的存储空间。

(5) 应具备数据导出功能，支持按航次、月度、年度导出，且包含原始测量值、计算过程、异常标注等信息。

(6) 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，需记录取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。

(7) 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（Em）和乙烷效率（Ee）（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。

(8) 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 Em 和 Ee 校正后的 CH_4浓度（如使用 NMC）。

② 绝对湿度值，以及该值是吸入空气的绝对湿度 Ha 还是增压空气湿度 Hsc（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，Nm^3/h）（如采用直接测量法）。

⑥ Cslip-CH_4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。

(9) 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。

(10) 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。

(11) 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。为便于统一记录日期、位置等数据，在线监测系统在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。

2.5.5 排放数据分析

(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) 在线监测系统可按年度计算并生成以下指标值：

① 温室气体成分排放量

① 温室气体碳当量排放量

③ 燃料消耗量

2.6 安装要求

2.6.1 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、电磁辐射的影响，使得能在摇摆、振动、冷热交替、强气流、灰尘沉积、腐蚀性空气及振动等恶劣环境下能正常工作。

2.6.2 取样管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，探头指向圆心。保证废气试样从管直径 10%至 90%内的区域抽取。

2.6.3 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（取最下游者）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游 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，取样管的其他位置选取应由我社认可。

2.6.4 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。经我社认可，已表明和上述方法有关的其他方法可以采用。

2.6.5 取样位置不得在不同柴油机的废气气流汇合的下游。

2.6.6 CH_4 取样管处的废气温度应与其分析方法适配；其他测量气体的取样管（与 CH_4 取样管分开）处应至少为 70℃。

2.6.7 取样管数量，应能保证连续监测和监测精度需求；

2.6.8 废气流量测量设备应合理布置，测量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。对于位置不满足上述规格短废气系统的其他位置选取应由我社认可。

2.6.9 测量/取样管布置，不应影响燃烧装置的常规工况运行，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。

2.6.10 安装在分析仪柜中的连接件和管路应由不锈钢或 PTFE 材料制造。

2.6.11 取样管路应尽可能短。

2.6.12　废气流量测量设备/取样管的安装不应使排气背压超过燃烧装置制造厂规定的范围内。

2.6.13　废气流量测量设备/取样管的开孔应做好密封，避免烟气外泄。

第 3 章 图纸资料与检验要求

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) 软件控制程序；

(5) 校准运维方案（校准计划(含自校准、自校验)，校准周期等）；

(6) 防止人为规避排放监测分析报告；

(7) 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）。

(8) 硬件说明（包括主要硬件配置的详细情况：硬件单元、模块间的连接及与其他系统间的接口等。）

3.1.3 按照《船舶网络安全指南》第 3 章规定的要求提供资料。

3.1.4 工艺性文件、系统调试及功能和试验大纲等，均应提交我社现场验船师审查。

3.2 检验要求

3.2.1 在线监测系统的产品检验，一般应包括设计认可，型式认可和单件/单批检验。

3.2.2 应对在线监测系统及其组成设备进行产品图纸审查、型式试验，取得船用产品型式认可证书。

3.2.3 认可后的单件/单批检验应由本社验船师根据本社规范规定，按照批准的产品检验计划进行检验，经检验合格后由本社颁发船用产品证书。

第 4 章 型式试验和单件/单批检验

4.1 试验前的准备

(1) 典型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，对于产品的主要零部件（如分析单元、流量测量设备等）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

序号	试验项目	试验依据
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。若制造厂出具振动、高温条件下仪器保持其标称性能的分析报告，经本社接受后，可在稳定、常温条件下进行表 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	零点漂移	MEPC.177(58), 附 录 3, 1.9
3	量程漂移	MEPC.177(58), 附 录 3, 1.10
4	响应时间	ISO 8178-1 2020
5	噪声	MEPC.177(58), 附 录 3, 1.8
6	泄漏试验/保压试验	MEPC.177(58), 附 录 4, 4
7	精密度/重复性	MEPC.177(58), 附 录 3, 1.7
8	校准	MEPC.177(58), 附 录 4, 5.5
9	干扰检查	MEPC.177(58), 附 录 4, 9

注：响应时间测量应注明取样管线长度。

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。若制造厂出具振动、高温条件下仪器保持其标称性能的分析报告，经本社接受后，可在稳定、常温条件下进行表 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	ISO 8178-1 2020
3	噪声	MEPC.177(58), 附 录 3, 1.8
4	重复性	ISO 5725-1 和 ISO 5725-2

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）	防脏污措施效应试验
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	防止人为规避排放监测措施检查	
13	系统响应时间检查	
14	时间信号接口检查	
15	数据存储空间检查	

4.3 网络安全要求

4.3.1　宜满足网络安全等级 SL0，可按 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。

4.5 单件/单批检验

4.5.1　取得 CCS 型式认可后，工厂按认可条件生产的在线监测系统可向 CCS 申请进行单件/单批检验。

4.5.2　认可后的单件/单批检验项目应满足表 4.2.2、4.2.3 和 4.2.4 的要求，并在检验完成后提交相应的试验报告。