

环保会 MEPC.340(77)决议
(2021 年 11 月 26 日通过)

2021 年废气清洗系统指南

海上环境保护委员会，

忆及国际海事组织公约第 38(a)条关于防止和控制船舶造成海洋污染的国际公约赋予海上环境保护委员会（本委员会）的职能，

还忆及在其第 58 届会议上，本委员会以 MEPC.176(58)决议通过了经修订的 MARPOL 附则 VI，其显著增强了硫氧化物（SO_x）的排放限值，

注意到 MARPOL 附则 VI 第 4 条，考虑到本组织制定的指南，允许使用在减排方面与 MARPOL 附则 VI 所要求的至少等效的替代符合方法，包括第 14 条所述的任何标准，

忆及在其第 59 届会议上，本委员会以 MEPC.184(59)决议通过了《2009 年废气清洗系统指南》，

还忆及在其第 68 届会议上，本委员会以 MEPC.259(68)决议通过了《2015 年废气清洗系统指南》（以下简称“2015 年 EGCS 指南”），

认识到需要对《2015 年 EGCS 指南》进行更新，

在其第 77 届会议上，**审议了**防止污染和响应分委会在其第 7 次会议上编制的《2015 年 EGCS 指南》的修正草案，

1. **通过**《2021 年废气清洗系统指南》（以下简称“2021 年 EGCS 指南”），其文本附于本决议附件；

2. **请**主管机关实施 2021 年 EGCS 指南，并将其应用于：2022 年 6 月 1 日或以后安放龙骨或处于类似建造阶段船舶上安装的废气清洗系统；或 2022 年 6 月 1 日以前安放龙骨或处于类似建造阶段船舶上安装的废气清洗系统，前提是该船的 EGCS 合同交付日期在 2022 年 6 月 1 日或以后，或者，如无合同交付日期，废气清洗系统的实际交付船舶日期在 2022 年 6 月 1 日或以后；或根据 MARPOL 附则 VI 第 4 条的规定允许使用废气清洗系统时，2022 年 6 月 1 日或以后对现有废气清洗系统进行的修改(见 2021 EGCS 指南第 4.2.2.4 或 5.6.3 条规定)；

3. **要求** MARPOL 附则 VI 的缔约国以及其他成员国政府使船东、船舶经营人、船厂、船用柴油机制造商和任何其他相关方注意 2021 年 EGCS 指南；

4. **请**主管机关按本指南附录 3 要求提供排放水数据收集，按 EGCS 指南早期版本批准的废气清洗系统进行相关取样时也应用该附录；

5. **同意**根据应用中所获得的经验继续对本指南进行审议；

6. **还同意**本指南取代 MEPC.259(68)决议通过的 2015 年 EGCS 指南。

附件

2021 年废气清洗系统指南

1 引言

1.1 MARPOL 附则 VI 要求船舶使用硫含量不超过第 14.1 或 14.4 条所规定的燃油。第 4 条允许经主管机关批准，使用在减排方面与附则要求至少等效的替代符合方法，包括第 14 条所述的标准。缔约国主管机关应考虑本组织针对第 4 条规定制定的替代方法的任何相关指南。

1.2 本指南的制定是为了按 MARPOL 附则 VI 第 4 条的规定对废气清洗系统(EGCS)进行测试、检验、发证和认可。

1.3 应以本指南作为符合表 1 所列相关排放比限值的基础，证明与 MARPOL 附则 VI 第 14 条相关规定的等效性。如果为符合上述附则第 4.4 条的规定，EGCS 的设计或操作需要进行本指南规定以外的额外控制时，主管机关应进行特殊考虑，并在提交 MARPOL 附则 VI 第 4.2 条所要求的通知时通知本组织。

第 14.1 和第 14.4 条中的燃油硫含量限值和相应的排放比限值 **表 1**

燃油硫含量 (% m/m)	排放比值 SO ₂ (ppm) / CO ₂ (% v/v)
0.50	21.7
0.10	4.3

注：上述排放比限值仅适用于使用石油提炼的馏分油或渣油。排放比值法基础的假定和依据见附录 2。

1.4 本指南本质上是建议性的，但请主管机关在实施 MARPOL 附则 VI 第 4 条的相关要求时以本指南为依据。

2 通则

2.1 目的

2.1.1 本指南旨在按 MARPOL 附则 VI 第 4 条规定 EGCS 的测试、检验、发证和验证标准，以确保其在使用中，在任何运行负荷点(包括瞬态运行期间)，都能提供与附则 VI 第 14.1 或第 14.4 条要求（如适用）等效的效果。

2.1.2 本指南描述了两套 EGCS 认可方案：方案 A（采用营运中连续运行参数监测和定期排放检查的系统认证）和方案 B（通过经批准的监测系统进行连续排放监测及定期运行参数检查）。

1. 在方案 A 中，EGCS 应经主管机关认可，并按第 4 节的规定进行性能测试、航行试验或其他类似的物理测试，以验证该系统在使用中可达到预期的性能；和

2. 在方案 B 中，EGCS 的废气监测系统应经主管机关认可，并应符合第 5 节的规定。经认可的废气监测系统应在 EGCS 运行时，持续显示排放比值，以验证是否符合适用的限值。

2.1.3 应按第 6 节的规定，视情况进行方案 A 或方案 B 相关的排放测试。

2.1.4 应按第 7 节的规定，视情况进行方案 A 或方案 B 相关的数据记录、保存及采用这些数据编制报告。

2.1.5 应按第 8 节的规定，视情况记录方案 A 或方案 B 相关的废气排放监测系统、运行参数、进水、洗涤水和排放水的详情。

2.1.6 对于使用 EGCS 清洗部分或全部废气以等效满足 MARPOL 附则 VI 第 14.1 和/或 14.4

要求的船舶，应有经批准的SO_x排放符合计划(SECP)，见第9节规定。

2.1.7 应按第 10 节的规定，实施同等适用于方案 A 和方案 B 的排放水监测。

2.2 适用范围

2.2.1 本指南适用于安装在船上燃油燃烧装置（不包括船上的焚烧炉）上应用的任何 EGCS。

2.2.2 就本指南而言，“EGCS”一词一般应理解为“湿式 EGCS”((但 2.2.3 规定除外)。

2.2.3 对于使用 2.3 中未定义的技术或操作模式的 EGCS，如无特定指南，也可视情况应用本指南。

2.2.4 本指南适用于：

- 1 2022 年 6 月 1 日或以后在安放龙骨或处于类似建造阶段的船舶上安装的 EGCS;或
- 2 2022 年 6 月 1 日以前安放龙骨或处于类似建造阶段的船舶上安装的 EGCS，前提是该船的 EGCS 合同交付日期在 2022 年 6 月 1 日或以后，或者，如无合同交付日期，EGCS 的实际交付船舶日期在 2022 年 6 月 1 日或以后；或
- 3 在 2022 年 6 月 1 日或以后对现有 EGCS 进行 4.2.2.4 或 5.6.3 中规定的修改。

2.3 缩写、定义和要求的文件

2.3.1 表 2 中的缩写和表 3 中的定义适用于本指南。

表 2 缩写

CL	闭式
CO ₂	二氧化碳
EGC	废气清洗
EGCS	废气清洗系统
ETM - A	EGCS-方案A的技术手册
ETM - B	EGCS-方案 B 的技术手册
MCR	最大连续功率
SECP	SO _x 排放符合计划
SECC	SO _x 排放符合证书
SO ₂	二氧化硫
SO _x	硫氧化物
OL	开式
OMM	船上监测手册
PAH	多环芳烃
PAH _{phe}	多环芳香烃作为菲等值(见表3)
UTC	协调世界时

表 3 定义

12 小时周期	以滚动的方式确定的连续 12 小时周期，在 EGCS 运行的每小时之后开始新的 12 小时周期。
泄放水	在闭环模式下运行的 EGCS 的洗涤水中去除的一定量的水溶液，以保持其所需的操作性能和效率。
核准值	在生产商规定的最大燃油硫含量和规定的运行参数范围内连续运行时，EGCS 核准的生产商规定的排放比值。只适用于方案 A。

闭式模式	洗涤水几次通过EGC单元的EGCS运行模式。 为了使洗涤水保持其所需的操作性能和效率，通常必须调整其pH值，例如通过添加化学物质，如NaOH。此外，还定期或连续地从系统中抽出少量洗涤水。这些泄放水，除非符合排放水标准，否则需要处理以满足排放水标准，或被视为EGCS残留物。
连续监测	在特定的频率下，对选定的参数进行代表性测量来评估EGCS符合性的过程和技术。
排放水	从EGCS排放到舷外的水。
EGC 单元	将废气与清洁介质混合的装置。EGC单元可以有一个或多个燃油燃烧装置与之连接。
EGCS 电子数据记录，或电子记录系统	自动记录使用中的EGCS运行参数。参数的记录不涉及任何用户输入。
EGCS 记录簿(或电子记录簿)	EGCS的用户输入记录、部件调节、纠正和计划的维护和维修记录。可以采用电子记录格式。
EGCS 残渣	通过处理系统从洗涤水或泄放水中除去的物质、或不符合排放标准的排放水、或从EGCS中去除的其他残留物质。
排放比值	SO ₂ (ppm) / CO ₂ (% v/v)
废气清洗系统 (EGCS)	一种包括一个或多个EGC单元的系统,该系统基于一种使用湿式清洁介质来减少安装的燃油燃烧装置排出的废气中的SO _x 的技术,运行方式为开式或闭式模式。混合EGCS既可在开式模式下运行,也可在闭式模式下运行。几个EGC装置可以使用一个共同的排气系统和一个废气监测系统。几个EGC装置可以使用一个共同的洗涤水、供水、处理和/或舷外系统和排放水监测设备。
抽取式取样系统	从废气流中提取样品,并通过加热管路将样品传输到测量仪器的系统。
燃油燃烧装置	任何发动机、锅炉、燃气轮机或其他燃油燃烧设备(不包括船上的焚烧炉)。
进水	进入船舶作为EGC单元清洗介质的水。
就地	直接在废气流内测量。
负荷范围	从柴油机最小实际功率到最大额定功率或从锅炉最小实际蒸汽量到最大蒸汽量之间的范围。
开式模式	EGCS 的一种运行模式,这种模式下洗涤水(通常是海水),在作为排放水被排放到舷外之前只通过 EGC 单元一次。
菲等值	其对应于 PAH 监测装置产生的信号,激发波长在 244 nm 和 264 nm 之间(254±10nm),检测波长在 310 nm 和 410 nm 之间(360±50nm),该监测装置在接触包含一系列不同种类 PAH 的 EGCS 排放水时,在预期的测量范围内针对一组已知的菲浓度进行校准。
洗涤水	为降低SO _x 而与废气流接触的清洗介质。
湿式 EGCS	采用液体清洗介质的EGCS。

2.3.2 根据方案 A 和方案 B 认可的 EGCS 的相关文件见表 4。

表 4 方案 A 和方案 B 相关文件

文件	方案 A	方案 B
SECP	X	X
SECC	X	
ETM 方案 A	X	
ETM 方案 B		X
OMM	X	X

EGCS 记录簿或电子记录簿	X	X
----------------	---	---

3 安全注意事项

3.1 应注意废气处理和接近、测量设备以及纯气体和校准气体压力容器存储和使用相关的安全问题。取样位置和固定通道平台应确保能安全进行监测。在确定 EGCS 的出水口位置时，应注意现有海水进口位置。在所有运行条件下 EGCS 的设计应考虑低 pH 值水排放和与排放流接触表面的耐腐蚀性之间的必要平衡。为了避免海水箱、排水管道和船体渗透面漆过早失效，表面处理、保护涂层选择和敷设时应小心谨慎，以承受低 pH 排放水的腐蚀作用。

3.2 如果船上布置了废气管道的旁通管线，应采取适当措施防止废气通过风门泄漏到旁通管线。

4 方案 A — 使用参数和排放检查的 EGCS 认可、检验和发证

4.1 EGCS 的认可

4.1.1 一般要求

本指南中的方案 A 包括以下选项：

- .1 单个 EGCS 的认可；
- .2 系列制造的系统；和
- .3 产品范围的认可。

4.1.2 单个 EGCS 的认可

4.1.2.1 应验证 EGCS 能达到生产商规定的排放比值、核准值（例如系统能连续达到的排放比值），试验验证时采用生产商规定的最大硫含量（% m/m）燃油，且参数控制在 4.2.2.1.2 中所列的工作参数范围内。该核准值应至少适于船舶按 MARPOL 附则 VI 第 14.1 和/或 14.4 条的要求营运。

4.1.2.2 如果无法采用生产商规定的最大硫含量（% m/m）燃油进行试验，允许使用较低硫含量（% m/m）的两种测试燃油。所选择的两种燃油的硫含量差（% m/m）应足以证明 EGCS 的工作性能，并证明如果装置使用生产商规定的最大硫含量（% m/m）的燃油工作时，能满足核准值。在这种情况下，应按第 4.3 节的规定相应进行至少 2 次试验。这些试验无需连续进行，可在两台相同的 EGCS 上分别进行。

4.1.2.3 应说明系统的最大和最小（如适用）废气质量流量。设备生产商应证明 4.2.2.1.2 中定义的其他参数变化产生的影响。这些参数变化产生的影响应通过试验或其他合适的方法予以评估。这些参数的变化或这些参数变化的组合不应使 EGCS 的排放值超过核准值。

4.1.2.4 按本节所获得的数据应连同 ETM-A 一并提交主管机关认可。

4.1.3 系列制造的系统

4.1.3.1 对于质量流量与 4.1.2 试验验证 EGCS 一致且相似的 EGCS，为避免对每台 EGCS 进行试验，主管机关应基于设备生产商提交的信息，采取必要措施核实生产商已采取适当安排确保对生产布置的符合性进行有效控制。按此布置对每台 EGCS 进行的发证应接受主管机关认为必要的检验，以确保在按 4.2.2.1.2 规定的参数操作时，每台 EGCS 的排放比值不大于核准值。

4.1.4 产品范围的认可

4.1.4.1 对相同设计但最大废气质量流量不同的 EGCS，主管机关可以接受对 3 个不同流量 EGCS 进行的试验，只要 3 次试验在流量范围内的最高、最低和一个中间点分别进行，以替代按 4.1.2 节的规定对所有流量 EGCS 进行的试验。

4.1.4.2 如果不同容量的 EGCS 在设计上有很大差异，则不应使用该程序，除非主管机关认为在实际运行中这种差异不会本质上改变不同 EGCS 种类之间的性能。

4.1.4.3 对不同容量的EGCS，应详细说明EGCS对燃油燃烧装置类型变化及4.2.2.1.2中所列参数变化的敏感性。应以试验或其他相关数据为依据，说明其敏感度。

4.1.4.4 应详细说明EGCS容量变化对洗涤水和排放水特性的影响。

4.1.4.5 按本节规定获得的所有支持性数据应与每个系统的ETM-A一起提交主管机关批准。

4.2 检验和发证

4.2.1 EGCS 的发证程序

4.2.1.1 为了在船上安装前或安装后满足4.1的要求，每一EGCS应经发证，证明在经主管机关批准的EGCS技术手册（ETM-A）中规定的工作条件和限制下，能达到生产商规定的核准值（例如系统能连续达到的排放比值）。

4.2.1.2 应结合本指南的规定确定核准值。

4.2.1.3 满足4.2.1.1要求的每一EGCS应由主管机关签发SECC。SECC格式见附录1。

4.2.1.4 SECC的申请应由EGCS生产商、船东或其他有关方提出。

4.2.1.5 设计和流量与4.2.1.1发证EGCS相同的后续生产的EGCS，主管机关按本指南4.1.3节的要求检验合格后签发SECC，而无需按4.2.1.1要求进行测试。

4.2.1.6 如果EGCS的设计相同，但功率与4.2.1.1发证EGCS不同，主管机关可按本指南4.1.4节的规定接受该EGCS。

4.2.1.7 主管机关应特别考虑仅能处理其安装位置处的上游烟道内的部分废气的EGCS，以确保在所有规定的工作条件下，系统的废气下游总排放比值不超过核准值。

4.2.2 EGCS 技术手册“方案 A”（ETM-A）

4.2.2.1 每台EGCS应配备一份生产商提供的ETM-A。该ETM-A应至少包括下列内容：

- 1 系统标识（生产商、型号/类型、序列号和其他必要的细节），包括对系统和任何辅助系统的说明。如系统包含一个以上EGC单元，每个EGC单元都应进行标识；
- 2 发证EGCS的工作限定值或工作值范围，其应至少包括：
 - 1 最大和最小（如适用）废气质量流量；
 - 2 EGC单元最大和最小（如适用）废气质量流量额定容量；
 - 3 EGCS核准的最大燃油硫含量；
 - 4 核准值；
 - 5 拟连接EGCS的燃油燃烧装置的功率、类型和其他相关参数。对于锅炉，应给出在100%载荷时的最大空气/燃油比值。对于柴油机，应说明发动机是2冲程还是4冲程；
 - 6 最大和最小洗涤水流速，进口压力和最小进口水碱度（ISO 9963-1-2:1994）；
 - 7 EGCS工作时废气进口温度范围以及最大和最小废气出口温度；
 - 8 通过EGC单元最大废气压差和最大废气进口压力；
 - 9 提供足够中和剂所需的盐度或淡水成分；和
 - 10 为确保最大排放比值不超过核准值，与之相关的EGCS设计和操作方面的其他因素；
- 3 为确保系统的最大排放比值不超过核准值所必需的适用于EGCS或相关设备的任何要求或限定；
- 4 保养、检修或调整要求以使EGCS能保持最大排放比值不超过核准值。保养、检修和调整应在EGC记录簿中予以记录；
- 5 如果发生或预计会发生以下情况时，应采取的纠正措施：操作条件超出认可的范围或限制；排放水质不达标；或超过核准值；

- .6 检验时使用的验证程序以确保系统按要求使用并保持系统性能(见4.4节);
- .7 工作负荷范围内洗涤水和排放水特性;
- .8 洗涤水处理和监测以及排放水控制的设计要求, 包括: 闭环EGCS工作产生的泄放水或临时储存在EGCS内的排放水; 和
- .9 详细说明在不符合条件下运行, 或按 8.2.8 所述的暂时符合条件下运行的报告程序。

4.2.2.2 ETM-A应经主管机关批准。

4.2.2.3 ETM-A应被保留在安装EGCS的船上以备检验需要时提供。

4.2.2.4 反映EGCS变化(影响空气和/或水排放性能)的ETM-A修正应经主管机关批准。

如果对ETM-A内容的增加、删除或修正独立于最初批准的ETM-A, 则其应与ETM-A一并留存, 并应视为ETM-A的一部分。

4.2.3 营运中检验

4.2.3.1 主管机关应对EGCS进行安装检验, 以及初次检验、年度/中间检验和换证检验。

4.2.3.2 根据MARPOL附则VI第10条规定, 对EGCS也可进行港口国控制检查。

4.2.3.3 在使用前, 每一EGCS应有一份由主管机关签发的SECC。

4.2.3.4 在 4.2.3.1 要求的安装检验之后, 应及时填写船舶《国际防止空气污染证书》附件的 2.3 和 2.6 节。

4.3 排放限值

4.3.1 按4.2.2.1.2条操作时, 每一EGCS应能在任何负荷点(包括燃油燃烧装置怠速运转时)将排放减少至等于或小于核准值。

4.3.2 为证明其性能, 经主管机关同意后, 应在至少4个负荷点进行排放测量。一个负荷点应在装置拟核准的最大废气质量流量的95%至100%, 一个负荷点应在装置拟核准的最小废气质量流量的 $\pm 5\%$ 以内。其他两个负荷点应在最大和最小废气质量流量之间等距离分布。如果系统工作时发生间断, 应在主管机关同意后增加负荷点的数量, 以证明在所述废气质量流量范围内能保持要求的性能。如果有证据表明排放峰值低于最大废气质量流量且高于最小废气流量(如适用), 则应进行附加中间负荷点测试。附加测试的数量应足以确定排放峰值。

4.4 证明符合性的船上验证程序

4.4.1 对于每一EGCS, ETM-A应包括按要求进行检验时使用的验证程序。该程序不应要求专门设备或对系统有深入了解。如果要求特殊设备, 这些设备应作为系统的组成部分予以提供和维护。EGCS的设计应便于要求的检查。该验证程序的依据是: 如果所有相关构件和操作值或设定值在认可范围内, 可假定EGCS的性能符合规定, 无需进行实际连续废气排放监测。

4.4.2 验证程序中应包括可能影响EGCS操作及其满足核准值的能力的所有构件和操作值或设定值。

4.4.3 验证程序应由EGCS生产商提供并经主管机关批准。

4.4.4 验证程序应包括EGCS的文件核查和实物检查。

4.4.5 验船师应验证每一EGCS按ETM-A的要求安装, 并备有一份要求的SECC。

4.4.6 根据主管机关的决定，验船师应选择检查一个或所有确定的构件、操作值或设定值。如果EGCS中有一台以上的EGC单元，主管机关可视情简化或减少船上检验的范围，但船上每种型号的EGC单元至少应有一台完成所有检验项目，条件是预期其他EGC单元以相同方式操作。

4.4.7 EGCS应包括系统使用时的自动记录设备。该设备应至少按本指南5.4.2规定的频率自动记录EGC单元进口处的洗涤水压力和流速、EGC单元前的废气压力和通过EGC单元的压降、燃油燃烧装置负荷以及对应相关操作限制或操作值范围条件下的EGC单元前后的废气温度。数据记录系统应符合本指南第7节和第8节的要求。如系统按ETM-A规定的速率消耗化学品，EGC记录簿中的消耗记录也可用于此目的。

4.4.8 根据方案A，如果未安装废气连续监测系统，应结合4.4.7中规定的连续参数监测，在正常工作条件下对每一排向大气的出口，每天抽查排放比值，抽查时间不少于5分钟，记录频率至少为0.1Hz，以验证符合性。开始记录前废气读数应稳定。校准程序的读数应自动记录或记录在校准协议中。稳定后得到的用来确定排放比值的排放值，应予以记录。如果安装了废气连续监测系统，仅需每天抽查4.4.7中所列的参数，以验证EGC装置的正常操作。

4.4.9 船上应留存一份记录系统的维护和运行的EGCS记录簿，包括对等替换。检验时，应按要求出示该EGCS记录簿，并可随同轮机日志和其他所需数据一并接受检查，以确认EGCS的正常操作。记录格式应由EGCS生产商提交，并经主管机关批准。作为替代方法，该信息可记录在经主管机关认可的船舶计划维护记录系统中。作为替代方法，该信息可记录在经主管机关认可的电子记录簿中。在最后一次记录后，EGCS记录簿应在船上保存至少三年。

5 方案B — 使用连续监测排放比值的EGCS认可、检验和发证

5.1 一般要求

5.1.1 方案B规定了连续监测排放比值方法的认可要求，辅以每日的参数检查，后续检验或需要时将应用该方法，以证明符合SECP中规定的目标。

5.2 认可

5.2.1 本指南中规定的ETM-B技术案卷应经主管机关批准。

5.3 检验和发证

5.3.1 主管机关应对EGCS的废气监测系统进行安装检验，以及初次检验、年度/中间检验和换证检验，以证明其功能如OMM所述。根据需要，安装或初次检验的范围应包括EGCS的运行，以证明废气监测系统的功能。

5.3.2 2.3.2所列文件获得批准并完成5.3.1所述的安装检验后，应及时填写船舶《国际防止空气污染证书附件》的2.3和2.6节。

5.4 废气监测

5.4.1 排放比值的废气成分应在EGC单元后的适当位置测量，该测量应符合第6节的适用要求。合适的位置可以是在EGC单元的下游，但在外部环境空气或其他额外空气或气体与废气混合之前。

5.4.2 当EGCS运行时，针对适用的排放比限值，应以不低于0.0035 Hz的速率在数据记录和处理设备上连续监测并记录SO₂(ppm)和CO₂(%)，以及不小于小数点后一位的排放比值。按OMM的要求进行气体分析仪及相关设备的检修和维护期间可暂停此项监测。按OMM所

述，应根据所使用的方法，通过数据记录系统记录零位和量程校验、校准和仪器漂移数据，或手动输入EGCS记录簿。

5.4.3 如果使用一台以上的分析仪测定排放比值，这些分析仪的取样和测量次数应调整至基本一致，并保持数据输出同步，以保证测得的排放比值完全代表废气成分。

5.5 证明符合排放限值的船上验证程序

5.5.1 数据记录系统应符合第7节和第8节的要求。必要时，应向主管机关提供数据和相关报告，以证明符合要求，同时也可能根据MARPOL附则VI第10条规定接受港口国控制检查。

5.5.2 需要每天抽查4.4.7中所列的参数，以验证EGCS的正常操作，并应记录在EGCS记录簿或轮机日志系统中。

5.6 EGCS 技术手册“方案 B” (ETM-B)

5.6.1 每一EGCS应配备一份生产商提供的ETM-B。该ETM-B应至少包括下列内容：

- 1 系统的标识（生产商、型号/类型、序列号和其他必要的细节）包括对系统和任何辅助系统的说明。如系统包含一个以上 EGC 单元，每个 EGC 单元都应进行标识；
- 2 系统设计的工作限定值或工作值范围，其应至少包括：
 - 1 最大和最小（如适用）废气质量流量；
 - 2 EGCS设计工作条件下的建议最大燃油硫含量（注：如不超过相关排放比值，可使用更高硫含量的燃油）；
 - 3 拟连接EGCS的燃油燃烧装置的功率、类型和其他相关参数。对于锅炉，应给出在100%负荷时的最大空气/燃油比值。对于柴油机，应说明发动机是2冲程还是4冲程；
 - 4 最大和最小洗涤水流速，进口压力和最小进口水碱度（ISO 9963-1-2:1994）；
 - 5 EGCS工作时废气进口温度范围以及最大和最小废气出口温度；
 - 6 通过EGC单元的最大废气压差和最大废气进口压力；
 - 7 提供足够中和剂所需的盐度或淡水成分；和
 - 8 EGCS操作方面的其他必要参数；
- 3 适用于 EGCS 或相关设备的任何要求或限定；
- 4 如果发生或预计会发生以下情况时，应采取的纠正措施：工作条件超出批准的范围或限制；排放水质不达标；或超过最大许用排放比值；
- 5 工作负荷范围内洗涤水和排放水特性；
- 6 洗涤水处理和监测以及排放水控制的设计要求，包括：闭环 EGCS 工作产生的泄放水或临时储存在 EGCS 内的排放水；和
- 7 详细说明在不符合条件下或 8.2.8 所述的暂时符合条件下工作的报告程序。

5.6.2 安装EGCS的船上应保留ETM-B，以备检验需要时提供。

5.6.3 反映 EGCS 变化(影响空气和/或水排放性能)的 ETM-B 修改应经主管机关批准。如果对 ETM-B 内容的增加、删除或修改独立于最初批准的 ETM-B，则其应与 ETM-B 一并留存，并应视为 ETM-B 的一部分。

5.7 证明符合性的船上验证程序

5.7.1 船上应留存一份记录OMM所述排放监测和辅助部件的维护和检修的EGCS记录簿，包括对等替换。记录簿的格式应经主管机关批准。检验时，应按要求出示该EGCS记录簿，并可随同轮机日志和其他所需数据一并接受检查，以确认EGCS的正常操作。作为替代

方法,该信息可记录在经主管机关认可的船舶计划维护记录系统中。作为替代方法,该信息可记录在经主管机关认可的电子记录簿中。在最后一次记录后,EGCS记录簿应在船上保存至少三年。

6 排放试验

6.1 除本指南另有规定外,排放试验应按《2008年NO_x技术规则》的要求进行。

6.2 CO₂测量应使用非扩散红外(NDIR)原理工作的分析仪及其他必要的附加设备(例如干燥器)。SO₂测量应使用非扩散红外(NDIR)或非扩散紫外(NDUV)原理工作的分析仪及其他必要的附加设备(例如干燥器)。如能取得与上述设备相同或更好结果,经主管机关批准,可使用其他系统或分析仪原理。如使用其他CO₂系统或分析仪原理,参考方法应符合《2008年NO_x技术规则》附录III的要求。

6.3 分析仪应按 OMM 给出的要求进行安装、操作、维护、检修和校准,其频率应确保分析仪在工作的任何时候都符合《2008年NO_x技术规则》附录 III 的 1.7 至 1.10 的要求。

6.4 SO₂废气样品应从EGC装置下游代表性的取样点获得。

6.5 应使用就地或抽取式取样系统监测SO₂和CO₂。

6.6 用于测量SO₂的抽取废气样品应进行充分的保温,以避免取样系统中水蒸气冷凝导致SO₂流失。

6.7 如果抽取的废气样品需要在分析前干燥,所采取的相关措施应确保不会导致分析样品中的SO₂流失。

6.8 应在相同剩余水含量的基础上(即同为干式或相同湿度)比较SO₂和CO₂的值。

6.9 当经证明 EGC 单元会降低 CO₂ 浓度时,如能提供正确的修正方法,可在 EGC 单元进口测量 CO₂ 浓度。在这种情况下,SO₂ 和 CO₂ 的值应在干式基础上进行比较。如按湿基测量,还应确定各测点处废气中的水含量以修正读数至干基值。用于 CO₂ 干基值计算的干/湿修正因数,可以根据《2008年NO_x技术规则》的 5.12.3.2.2 计算。

6.10 应按照分析仪生产商的建议和 OMM 规定的间隔,验证抽取式取样系统无进气泄漏。应核实系统在初始启动时没有进气,符合 OMM 要求,检查发现项应记录在 EGCS 记录簿中。

6.11 SO₂ 和 CO₂ 分析仪的校准气体应是 SO₂ 和/或 CO₂ 和氮气的混合物,浓度应超过所使用测量范围全量程的 80%。用于 CO₂ 的量程气体应符合《2008年NO_x技术规则》附录 IV 第 2 节的要求。主管机关可接受 OMM 规定的其他同等布置。

7 数据记录和处理设备

7.1 记录和处理设备的设计应耐用、只读并防篡改。

7.2 EGCS在工作时,记录和处理设备应按协调世界时(UTC)和全球导航卫星系统(GNSS)确定的船舶位置记录4.4.7、5.4.2和10.3所述的数据(如适用),包括系统内任何相关舱柜的舷外排放,以及船舶当时是否在第14.3条规定的排放控制区以内或以外。该设备还应能:

- .1 (仅对于方案B)对应第14.3条的规定,根据船舶营运所在海域自动设定或预先设定排放比限值;
- .2 自动设定或预先设定适用的舷外pH限值;
- .3 自动设定适用的PAH限值;
- .4 记录在任何滚动12小时内PAH差值高于设定限值100%以上超过15分钟的累计时间;
- .5 预设适用的混浊度限值;
- .6 记录任何滚动12小时内,滚动平均混浊度差值高于设置的限值20%以上超过15分钟

的累计时间;和

.7 记录预设和设定限值。

7.3 记录和处理设备应能在规定的时间内写出报告。

7.4 数据应从记录之日起保留不少于 18 个月。如果在此期间装置发生变化,应确保船上仍保留要求的数据,并在检查需要时可供使用。

7.5 设备应能以易读取的格式下载一份已记录的数据和报告副本,清晰说明不符合的时间阶段。该数据和报告副本应在主管机关或港口国控制当局检验需要时可供使用。

8 船上监测手册 (OMM)

8.1 船上监测手册 (OMM) 的编制应包括每台安装的 EGCS 及相应的燃油燃烧装置,设备应进行标识,并证明符合性。

8.2 船上监测手册应至少包括:

- .1 对于抽取式废气取样系统,抽取气体样品的位置、分析仪的详细信息/布置/工作范围\所有必要的辅助部件或要求(包括但不限于样品探头总成、样品传输线和样品处理装置);
- .2 对于原位废气分析仪,其在排气管道中的位置和布置、工作范围及所有必要的辅助部件或要求;
- .3 对于进水和排放水的监测,包括抽取水样的位置、分析仪的位置和布置,以及任何必要的辅助服务(例如样品传输线和样品处理装置)的详细信息;
- .4 用于监测废气、进水、排放水的分析仪,其检修、维护和校准要求。附录5提供了最少应包括的信息模板;
- .5 废气分析仪的零位和量程检查程序和洗涤水、排放水和进水分析仪的校准以及所使用的参考材料,以及这些检查要求的周期;
- .6 4.4.7或5.5.2中所述的拟使用的工作参数仪表;
- .7 分析仪、相关辅助设备和工作参数测量仪的安装、操作、调整、维护、检修和校准的要求和程序;
- .8 在单一监测装置失效的情况下可临时表明持续符合性的方法,考虑到排放比值中记录输出的瞬时排放超标和/或单独峰值并不一定意味着不符合规定的超标排放,因此不应被视为违反要求;
- .9 数据记录系统及其如何操作、数据留存和该系统可产生的报告类型;
- .10 表明分析仪、辅助设备中的某项元件或工作参数传感器故障的数据或其他显示、以及应采取的故障查找和纠正措施相关的指导建议;
- .11 与监测系统正常工作或使用、其证明符合性相关的其他信息或数据;和
- .12 如果上述.1至.11中所述信息涉及对程序的详细描述,则可参考附加文件(例如生产商的文件),这些文件应被视为OMM的一部分。

8.3 OMM应规定如何对EGCS、工作参数测量仪表、废气及排放水监测系统进行检验,以核实:

- .1 EGCS符合ETM-A或ETM-B(按适用);
- .2 船上工作参数仪表按批准的OMM要求安装和使用;
- .3 船上废气和排放水监测系统按批准的OMM要求使用;
- .4 已按要求进行检查、维护、检修、校准和调整,并按要求将这些活动记录在EGCS记录簿中; 和
- .5 工作参数仪表及废气和排放水监测系统运行正常。

8.4 对于方案B,如果在安装或初次检验期间,需要运行EGCS以证明监测系统的功能,

根据5.3.1的规定, OMM应详细说明能证明监测系统工作情况以及在检验时应使用的操作条件。操作条件说明可包括:

- .1 所连接燃油燃烧装置的负荷点; 和
- .2 给定负荷点的最小工作时间。

8.5 OMM应:

- .1 经主管机关批准; 和
- .2 保留在安装EGCS的船上, 以便检验需要时提供。

9 船舶符合性

9.1 SO_x 排放符合计划 (SECP)

9.1.1 为满足MARPOL附则VI第14.1或14.4条要求而采用经认可的等效装置EGCS (清洗部分或全部废气) 的所有船舶, 均应备有一份经主管机关批准的船舶SECP。

9.1.2 SECP应列出可能使用符合MARPOL附则VI第14.1和/或14.4条要求燃油的每一个燃油燃烧装置。

9.1.3 SECP应列出使用本指南方案A和/或B的每一燃油燃烧装置及与其连接的EGCS标识, 说明该排放控制是持续实施还是仅在MARPOL附则VI第14.3条给出的排放控制区以内或仅在以外实施。

9.1.4 SECP应建议对EGCS或相关设备发生故障时为符合本指南要求而采取的行动进行记录, 并按MEPC.1/Circ.883/rev.1要求通知相关船旗国和港口国主管机关。

9.2 符合性证明

9.2.1 方案 A

9.2.1.1 SECP应参照 (而非复制) 方案A规定的ETM-A、EGCS记录簿或机舱日志系统和OMM。

9.2.1.2 对于按9.1.3列出的所有燃油燃烧装置, 应提供详细资料证明经认可的EGCS功率和限定值均满足4.2.2.1.2的要求。

9.2.1.3 当EGCS运行时, 应按4.4.7的要求监测和记录相关参数, 以证明其符合性。

9.2.2 方案 B

9.2.2.1 SECP应参照 (而非复制) 方案B规定的ETM-B、EGCS记录簿或机舱日志系统和OMM。

10 排放水

10.1 排放水质量衡准^①

10.1.1 EGCS排放水在排放入海前, 应符合以下10.1.2-10.1.7规定的衡准。

10.1.2 pH 衡准

10.1.2.1 排放水pH值应符合以下要求之一, 并应记录在适用的ETM-A或ETM-B中:

- .1 船舶舷外排放测得的排放水 pH 值应不小于 6.5, 但在机动操纵航行时, 允许进水和舷外排放水 pH 差值最大不超过 2 pH 单位。
- .2 在舷外监测点的 pH 排放限值, 是指船舶静止状态时距舷外排放点 4 m 处确保 pH 不小于 6.5 取得的值, 将作为舷外 pH 排放限值记录在 ETM-A 或 ETM-B 中。舷外 pH 排放限值可通过直接测量, 或采用主管机关同意的计算方法 (计算流体动力学或其他科学方法建立的经验公式) 确定, 计算方法应满足如下条件, 并记录在

① 排放水质量衡准应考虑未来可获得有关排放水含量及其影响的更多数据、相关研发成果以及GESAMP的建议予以评审。有关自愿收集排放水数据的建议见附录3。

ETM-A 或 ETM-B 中:

- .1 所有连接同一出口的 EGC 单元都满负荷（或最高可用负荷）运行，且使用该系统核准（方案 A）或船上使用（方案 B）的最大硫含量燃油。
- .2 如果使用较低硫含量的试验用燃油，和/或试验负荷低于最大值，为证明排放水羽流性能，必须根据海水的滴定曲线建立羽流混合比例。应使用混合比例证明排放水羽流性能，以及如 EGCS 以 EGCS 核准（方案 A）或船上使用（方案 B）的最高燃油硫含量和负荷运行时，仍能满足舷外 pH 排放限值。
- .3 如果排放水流速随 EGCS 气体流速变化而变化，还应评估由此对部分负荷性能的影响，以确保在任何负荷下满足舷外 pH 排放极限值。
- .4 应以海水碱度 2.2 mmol/L 和 pH 值 8.2 为基准^②；如试验条件与基准海水不同，经主管机关同意，可应用经修正的滴定曲线（基准海水状况的滴定曲线示例见附录 4）；和
- .5 如采用以计算为基础的方法，应提交详细资料以进行验证，包括但不限于支持性的经验公式、排放点的规格、排放水排放流速、排放点和 4 m 位置处的预计 pH 值、滴定和稀释数据。

10.1.3 PAH（多环芳烃）

10.1.3.1 排放水 PAH 应符合以下衡准。相应限值应在 ETM-A 或 ETM-B 中予以规定。

10.1.3.2 排放水中的最大连续 PAH 浓度应不大于进口水 PAH 浓度以上 50 $\mu\text{g/L}$ PAH_{phe}（菲等值）。就本衡准而言，排放水的 PAH 浓度应在排放前测量，测量点布置在水处理设备下游（包括任何反应剂添加装置（如使用）），但在任何用来控制 pH 值进行稀释（如使用）的上游。

10.1.3.3 上述 50 $\mu\text{g/L}$ 限值是排放水流速为 45 t/MWh 时对应的 PAH 标准值（为控制 pH 进行稀释之前，其中，MW 系指 EGCS 排放水 PAH 的测点处所有相连接燃油燃烧装置的 MCR 之和）。如果传感器安装在一个单独测量单元，PAH 限值适用于旁通水的主排放管路的流量。应根据下表，对每 MWh 流速（t/h）较低的洗涤水调高该限值（反之亦然）。

表5 排放水 PAH 浓度衡准

具体排放水流速（为控制 pH 值进行稀释前）（t/MWh）	排放浓度限值（ $\mu\text{g/L}$ PAH _{phe} 等值）	测量技术
0 - 1	2250	紫外线*
2.5	900	— " —*
5	450	荧光 ^③
11.25	200	— " —
22.5	100	— " —
45	50	— " —
90	25	— " —

*：经主管机关同意，可采用替代测量技术。

10.1.3.4 考虑到 EGCS 的异常启动的因素，允许在任何滚动 12 h 内的累计 15 min 期间，连续 PAH_{phe} 浓度超过上述极限达到 100%。

10.1.4 混浊度/悬浮颗粒

10.1.4.1 洗涤水处理系统应设计成能最大限度减少悬浮颗粒，包括重金属和灰。排放水在处理设备（包括任何反应剂添加）之后、但在任何其他稀释装置（如使用）上游的混浊

② 对于经修正的本指南通过后 2 年内的新装置，这些数值可以根据废气清洁系统使用而对海洋环境状态影响的进一步输入进行修订。

③ 对于任何流速 > 2.5 t/MWh，应使用荧光技术。

度应符合下列衡准。极限值应记录在ETM-A或ETM-B中。

10.1.4.2 排放水的最大连续混浊度应不大于进口水混浊度以上25 FNU(福尔马肼浊度单位)或25 NTU(混浊度单位)或等效单位。但是在进口混浊度高时,测量仪器的精度、以及进口与出口测量的延时会导致差值限值的使用不可靠。因此所有混浊度差值读数应为最大15 min内的滚动平均值,最大值为25 FNU或NTU。

10.1.4.3 在任何滚动12 h内的累计15 min期间,连续混浊度排放限值可能超过20%。

10.1.5 硝酸盐

10.1.5.1 洗涤水处理系统应防止硝酸盐的排放超过从废气中清除 12% NO_x 的对应量,或超过排放水流量 45 t/MWh 对应的标准值 60 mg/l,取较大者, MW 系指燃油燃烧装置的 MCR 或 80%额定功率。

10.1.5.2 安装/初次检验后运行的前三个月内和每次换证检验之前的三个月内,每个 EGCS 的排放水应抽取样本分析硝酸盐含量,并将结果提供给主管机关。但是,主管机关可根据其判断要求额外的取样和分析。硝酸盐排放数据和分析证书应作为 EGCS 记录簿的一部分留存船上,港口国控制或其他相关方检查需要时应能提供。关于取样、存储、处理和分析的要求应在适用的 ETM-A 或 ETM-B 中详细说明。为确保硝酸盐排放率的评估具有可比性,取样程序应考虑到 10.1.5.1 的要求,其中规定需要明确排放水流量对应的硝酸盐含量标准值。硝酸盐的排放数据应表示为进口水和排放水浓度的差值。硝酸盐的试验方法应采用 ISO 13395:1996、ISO 10304-1:2007、美国 EPA 353.2 或其他国际公认的等效试验标准(适用于海水)。

10.1.5.3 如基于工程分析证明EGCS设计及排放水中硝酸盐浓度具有相似性,经主管机关同意,具有相似设计的EGCS收集的排放水硝酸盐浓度数据可以作为10.1.5.2取样、分析和量化要求的替代方法。

10.1.6 洗涤水和排放水添加剂和其他物质

10.1.6.1 对于使用化学品、添加剂、制剂或有相关化学品产生的EGCS技术,要求额外评估排放水。评估可考虑相关指南(如《使用活性物质的压载水管理系统认可程序(G9)》(MEPC.169(57)决议)),以确定是否适用附加的排放水质量衡准。如果只使用以下化学品,且排放水的pH值不超过8.0,则无需进行额外评估:

- .1 中和剂(腐蚀性物质),如氢氧化钠(NaOH)或碳酸钠(Na₂CO₃);和
- .2 经认可的船用油水分离设备使用的絮凝剂。

10.1.7 来自临时储柜的排放水

10.1.7.1 EGCS产生的任何排放水,在按ETM-A或ETM-B规定专门设计用于其存储的储柜中临时存储后再排放舷外时,应按10.2.1进行监测/记录,并且无论其流速如何,应符合下列排放水标准:

- (1) pH值,见10.1.2的规定;
- (2) PAH,在任何稀释以控制pH之前,PAH_{phe}(菲等效)最高可达50 µg/L;
- (3) 混浊度,在进行任何稀释以控制pH值之前,不大于25 FNU(福尔马肼浊度单位)或25 NTU(混浊度单位)或等效单位。

10.1.7.2 如无法证明符合本节规定时,拟排放的水应视为EGCS残渣。

10.2 排放水监测

10.2.1 当EGCS在港口、避风港或河口运行时,或从临时储柜进行任何排放时,排放水的监测和记录应持续进行。监测和记录的值应包括pH、PAH、混浊度和温度。在其他区域,当EGCS运行时,除OMM规定的短时间维护和清洁监控设备以外,监控和记录设备也应持续运行。当排放水从船上临时储柜排放到舷外时,不应监测设备进行维护或清洁。为

监测混浊度而对取样的排放水进行除气处理的EGCS，应确保在除气过程中颗粒不会沉降，因为这样会低估实际的混浊度值。

10.2.2 排放水监测设备的允许偏差不应超过以下范围：

- (1) **pH**: 0.2 pH 单位；
- (2) **PAH**: 使用名义标准试验浓度的 5%。该名义浓度值应不小于所使用刻度范围的 80%；
- (3) 混浊度: 2FNU 或 NTU。

校准周期应保证能满足上述性能要求。校准和校准检查应按照生产商的规定进行。

10.2.3 pH电极和pH计应具有0.1pH单位的分辨率和温度补偿。电极的性能和精度应至少满足BS 2586或ASTM D1293-18中定义的要求，pH计应达到或超过IEC 60746-2:2003或其他国际公认等效标准规定的要求。对于满足其他已接受标准或有效技术规格要求的pH电极或pH计，如果这些标准或技术规格符合BS 2586或ASTM D1293-18或IEC标准，且至少确保同等要求水平，则被认为是等效设备。

10.2.4 PAH监测设备应至少能监测上表规定的排放浓度限值两倍的PAH浓度。应证明设备能准确测量适用的工作范围内的排放水混浊度，且偏差不超过5%。

10.2.5 对于排放速率较低而PAH浓度较高的应用，应采用紫外线监测技术或其他等效技术（工作范围可靠）。

10.2.6 混浊度监测设备应满足ISO 7027中规定的要求。当混浊度无法可靠地定量测量时，混浊度计应进行标识。

10.3 排放水监测系统认可

10.3.1 排放水监测系统应经主管机关认可。

10.4 水监测数据记录

10.4.1 数据记录系统应符合第7节和第8节的要求，并按10.2.1的规定，以不小于0.0111 Hz的频率持续记录pH、PAH和混浊度。

10.4.2 OMM规定校准和仪器漂移数据应根据所使用的方法，通过数据记录系统予以记录或手动输入EGCS记录簿。

10.5 EGCS 残渣

10.5.1 EGCS产生的残渣应排放至岸上适当的接收设施。EGCS残渣不得排放入海或在船上焚烧。

10.5.2 安装EGCS的每艘船舶应在EGCS记录簿中记录EGCS残渣的存储和处理，包括残渣存储和处理的日期、时间和位置。

10.6 维护和检修记录

10.6.1 4.4.9或5.7.1规定的EGCS记录簿也可用于记录OMM规定的洗涤水和排放水监测系统、以及辅助部件的维护和检修，包括对等替换。

10.7 水取样点/阀的设计指导

10.7.1 每个取样点应该设在能代表主要洗涤水或排放水流的位置，并且易于人员接近。取样提取点应顺着水流方向打开。

附录 I
SO_x排放符合证书格式

主管机关名称
SO_x排放符合证书
废气清洗系统认可证书

经_____

（国家全称）

政府授权，由_____

（按本公约规定经授权的适任人员或组织的全称）

根据经 1978 年议定书修订的《1973 年国际防止船舶造成污染公约》的经修正的 1997 年议定书的规定签发：

兹证明：下列废气清洗系统(EGCS)已按 MEPC.YYY(ZZ)决议通过的《20XX 年废气清洗系统指南》方案 A 的规定进行检验。

本证书仅对下列 EGCS 有效：

系统生产商	型号/类型	序列号	经核准该 EGCS 提供如下等效：		EGCS-方案 A 技术手册 (ETM-A)认可参考号
			燃油硫含量限值	拟使用燃油的最大硫含量	
			0.10%	___%/n/a*	
			0.50%	___%	

*不适用者划去。

安装上述 EGCS 的船上应一直保留一份本证书的副本。

经本政府授权安装在船上的 EGCS，在整个生命周期内按本指南第 4.2 节和经修订的 MARPOL 附则 VI 第 5 条的规定接受检验时，本证书有效。

签发于_____

（发证地点）

年/月/日_____

（发证日期）

（经正式授权发证的官员签字）

（主管当局盖章或钢印）

附录 II

排放比值

1 本附录旨在对应用本指南 2.3 定义的排放比值（作为证明与 MARPOL 附则 VI 第 14 条中燃油硫含量限值等效的衡准）的背景予以说明。另外，本指南 1.3 给出的排放比限值的基础也予以说明。

2 通过燃烧产生动力的燃油中的碳成份主要以二氧化碳(CO₂)的形式排出该系统。虽然总有一部分碳可能在该系统内形成沉积物，被混到直接接触的润滑油中或者在废气中以一氧化碳或气态或颗粒碳氢化合物的形式排出，但总的来说这些形式的碳数量与二氧化碳的流量相比并不显著。这同样适用于所有的燃烧系统：内燃机、锅炉和燃气轮机。

3 同样，用于燃烧的燃油中的硫成份在高温废气中主要以二氧化硫(SO₂)的形式从该系统中排出。虽然总有部分硫成份可能会以硫化合物的形式残留在系统中，或在废气中以其他硫化合物形式存在，但这些与 SO₂ 的流量相比并不显著。

4 因此，尽管废气中的 CO₂ 浓度会根据所使用的过量空气比而变化，但 CO₂ 与 SO₂ 浓度的比值将由所使用燃油的碳/硫比确定。本指南适用范围内的废气清洁系统主要是用来减少废气中的 SO₂ 含量而非 CO₂ 含量，因此，EGC 单元后废气的 SO₂/CO₂ 比值将反映系统在从废气中去除 SO₂ 的有效性¹。EGCS 后的 SO₂/CO₂ 比值（即排放比值），将基本上与使用低硫燃油（而不使用 EGCS）所获得的值相对应。

5 石油提炼的液体燃油的主要成分是碳、氢和硫，在某些情况下还有氮和氧。实际比例在每种情况下都不一样。为了得到不同燃油硫含量限值对应的排放比值，采用《2008年NO_x技术规则》6.4.11.1.2 (表 9)中给出的燃油成分作为下述表1中的基础。馏分油和渣油的给定成分都省略了硫含量，但硫含量是给定值的总和与100%之差，因此馏分油的硫含量为0.20%，渣油的硫含量为2.60%。为了估算其他硫含量燃油的碳和氢比例，假定所有燃油的碳/氢比和“氮+氧”含量不变。表1计算了硫含量均为1.50%的馏分油和渣油的碳含量，本指南之前的版本中也使用了这一值。

6 根据得出的碳含量和选定的硫含量值，可以得到表 2 所示的燃油中硫与燃油中碳的摩尔比，以及相应的 SO₂ 和 CO₂ 的比值。石油提炼的液体燃油的一个特点是：尽管其物理属性(如粘度和密度)有很大的差异，但馏分油和渣油的碳成分差异很小。因此，采用同一 SO₂/CO₂ 比值代表所有这些燃油是合理的；在本例中，取 65 对应于使用硫含量为 1.50%的燃油所获得的排放比值²。使用 1.50%硫含量值作为这些计算的基础，因为这是 1997 年通过的 MARPOL 附则 VI 文本（后续进行了修订）中规定的排放控制区的原始限值。

7 基于 1.50%硫含量对应的排放比值，可得到 MARPOL 附则 VI 第 14 条规定的各种硫含量限值对应的排放比值（见表 3）。

表 1 燃油碳含量值
馏分油-从石油中提炼

碳	给定值	% m/m	86.2	
	计算值	% m/m		85.08
氢	给定值	% m/m	13.6	

	计算值	% m/m		13.42
硫		% m/m	0.2	1.50
氮+氧		% m/m	0	0
碳/氢比			6.338	6.338

渣油-从石油中提炼

碳	给定值	% m/m	86.1	
	计算值	% m/m		87.08
氢	给定值	% m/m	10.9	
	计算值	% m/m		11.02
硫		% m/m	2.60	1.50
氮+氧		% m/m	0.40	0.40
碳/氢比			7.899	7.899

表 2: 1.50%硫含量燃油的排放比值

			馏分油	残余燃油
燃料	碳	% m/m	85.08	87.08
	硫	% m/m	1.50	1.50
	碳	mol/kg	70.90	72.57
	硫	mol/kg	0.469	0.469
	S/C 比	mol/mol	0.00661	0.00646
废气排放比值		SO ₂ ppm / CO ₂ %	66.12	64.60
			65	

表 3 对应于燃油硫含量的排放比值²

燃油硫含量 % m/m	排放比值
1.50	65
0.50	21.7
0.10	4.3

注1. 如果处理系统也用来减少CO₂含量，核心原则仍然适用，但为评估SO₂减排的有效性，应使用处理前废气中的CO₂值，即在处理装置的上游测量CO₂。

注2. 给定的排放比值仅适用于石油提炼的液体燃料油。对于其他燃油，则需要根据燃油的特定成分确定排放比值，并经主管机关批准。

附录3 排放水数据收集

1 引言

1.1 排放水质量衡准拟作为实施 EGCS 设计的初步标准。该衡准将考虑未来获得的更多排放含量及其影响数据以及 GESAMP 的建议予以评审。

1.2 主管机关应提供相关数据收集。为此，请船东与EGCS生产商共同考虑本附录第2和3节的适用要求对EGCS进行取样和分析。

1.3 可在认可试验期间或交付试验后不久进行取样，后续取样间隔约为12个月。

2 建议的取样程序

2.1 为评估排放水含量及其影响，建议按本附录2.4.1所列参数进行样品分析。

2.1 准备

2.1.1 本节描述了任何取样前的准备建议。

2.1.2 EGCS应设有取样点，以便对下列水流进行取样：

- .1 进水口（背景）；
- .2 EGC 单元后经处理的水（如适用），但在任何稀释前；和
- .3 处理和稀释后的排放水。

2.1.3 取样、处理和运输准备

2.1.3.1 取样设备

取样前应准备好取样设备和预先准备好的取样容器。设备可以从进行分析的实验室订购。设备应在取样前订购，并考虑到船舶的行程。

下表列出了所需取样瓶的推荐物理特性。它考虑了 ISO 5667-3 和适当的分析标准，但也可以使用其他等效标准。该表还进一步说明了提取样品时应如何储存以及最迟何时需要送到实验室进行分析。

参数	取样瓶材料	容量	规定了样本分析方法	防腐剂	储存温度	分析前允许保存的最长时间
NO ₂ ⁻ /NO ₃ ⁻	PE	250 mL	ISO 10304-1	无防腐剂	冷冻 (≤ -18°C)	8天
总金属	PE	500 mL	ISO 17294-2	HNO ₃ 酸	冷却 (4°C) / 暗处	1个月
溶解金属	PE	500 mL	ISO 17294-2	无防腐剂	冷却 (4°C) / 暗处	1个月
PAHs	琥珀玻璃 与PTFE密封	2 L (OL), 1 L (CL)	DIN EN 16691 或EPA 8270	无防腐剂	冷却 (4°C) / 暗处	7天
烃油指数 (GC-FID 分析)	玻璃	1L	ISO 9377-2	矿物酸pH<2	冷却 (4°C) / 暗处	4天

取样前取样瓶应贴标签，通过每个取样瓶的标识可追溯到相应的取样点、取样参数、

EGCS 运行模式和 EGCS 负荷。

2.1.3.2 样品储存和保存的准备

为了确保正确的储存和保存，船员需要指定一个适当的船上处所存放样品和冰袋，最好放在一个阴凉、没有阳光直射的处所内的密闭容器里。

2.1.3.3 运输准备

如果样品需要用冰袋运输，冰袋应在取样前冷冻至少 48 小时。

建议与目的港的港口代理提前安排样品装运。

2.1.3.4 取样人员的准备

为确保人员的健康和安全，建议佩戴以下装备：

2.1.3.4.1 防护眼镜/护目镜、护耳器、手套、防护服和安全鞋。

2.1.3.5 人员资质和职责

取样人员要受过良好的培训。他们应该意识到：

.1 系统是如何工作的和采样点的位置;和

.2 如何处理冲洗时收集的冲洗水。

取样人员应能提取样本，并应知道取样点的位置，以及如何安全地处理收集的冲洗水。

2.1.3.6 取样前信息

建议在取样前完成 3.1 的模板。

2.2 收集

2.2.1 取样时间表

建议在与船员协商提前制定取样时间计划，并考虑样本送实验室分析的最晚时间。取样计划应包含可以识别取样瓶盛装何种水的信息(如OL/CL, 进口/出口等) 以及取样的时间。通过这种方式，后期可以追溯到连续记录的EGCS控制参数。应在EGCS在最大废气流量50%以上运行时进行取样(4.2.2.1.2.1 / 5.6.1.2.1)。

2.2.2 充装取样瓶

为防止取样过程中的污染，建议采取以下措施：

.1 使用实验室准备的取样瓶；

.2 在取样前和取样过程中，水流和发动机负荷应保持稳定；

.3 取样阀在取样前应用最少 10 升的取样水冲洗，冲洗后或取样完成前不应关闭或触摸取样阀；

.4 充装多个取样瓶时，在充装间隙取样阀不应关闭；

.5 应避免在取样点使用任何以碳氢化合物为基础的清洁剂；和

.6 取样瓶充装至瓶口处，然后关紧以避免空气进入瓶内。

2.2.3 取样时的信息

取样时，建议填写 3.2 的模板。

2.3 运输

运输过程中使用的取样设备应符合上述 2.1.3.1 的规定。

2.3.1 运输容器

应使用绝热和防漏的运输箱。运输箱应由实验室提供，其应能装下足够数量的冰袋。

2.3.2 运输到实验室

样品应尽快运输到实验室。运输箱应按照当地水样运输和处理的要求贴有标签。

把样品交给港口代理之前，应尽快把冰袋放进箱子里。

2.3.3 托管链

需要一个正式的托管流程链，并有记录。

由于这些水样的商业价值为零，所以通常不需要报关。

2.3.4 来自实验室的信息

考虑实验室提供的任何信息。

2.4 样品准备和分析

样本分析应由 ISO 17025 认可实验室采用 EPA、ISO 或等效的试验程序进行。实验室中使用的方法需要在实验室 ISO 17025 认可的范围以内。

2.4.1 为保证实验室结果的可比性，建议采用以下方法：

参数	样品分析推荐方法	样品准备推荐方法
多环芳烃(PAH): 16种EPA PAH: 萘 萘烯 蒽 苯并(a) 蒽 苯并(a)芘 苯并(b)荧蒽 苯并(g,h,i)芘 苯并(k)荧蒽 蒎 二苯并 (a,h) 蒽 荧蒽 芴 茚并 (1,2,3) 芘 苯 菲 芘 总计16种PAH	EN 16691:2015 或 ISO 28540:2011 (目前正在考虑 将EN16691认可为ISO) 或 EPA 8270	* * EPA 3510; 或 EPA 3511; 或 EPA 3520。
油品详细分析 (GC FID)	ISO 9377-2:2000	*
碳氢化合物油指数测定		
硝酸盐和亚硝酸盐(NO ₃ ⁻ /NO ₂ ⁻)	ISO 10304-1:2007 或 ISO 15923-1:2013 或 ISO 13395:1996 或 EPA 353.2	* * * *

总金属: -镉 -铜 -镍 -铅 -锌 -砷 -铬 -钒 -硒	ISO 17294-2:2016 或 EPA 200.8 或 EPA 200.9	ISO 15587-1:2002 * *
溶解金属: -镉 -铜 -镍 -铅 -锌 -砷 -铬 -钒 -硒	ISO 17294-2:2016 或 EPA 200.8 或 EPA 200.9	ISO 17294-2:2016和过滤0.45 μm + HNO ₃ EPA 200.8 和过滤 0.45 μm + HNO ₃ EPA 200.9 和过滤 0.45 μm + HNO ₃
排放水pH值应在船上即时测量确定	船上测量后记录pH值	船上测量后记录pH值

* 制备方法包含在分析方法中。

3 提交取样数据的推荐模板

向主管机关提交的取样数据应包括根据第 1 和第 2 段提供的信息以及 2.4 所述的分析结果。

建议使用以下模板向主管机关提交取样数据。

3.1 数据模板第1部分 取样前的信息		
参数	值	单位
3.1.1 船舶信息		
船名		
IMO 编号		
船舶建造日期		年-月-日
3.1.2 燃烧装置详情		
应考虑每个与EGCS连接的燃油燃烧装置详情。		
连接EGCS燃烧装置的数量		
燃烧装置的生产商		
燃烧装置类型（ME、AE、2/4冲程、锅炉）		
以MW表示的EGCS容量		
3.1.3 EGCS总体信息		
生产商名称		

系统名称		
气流数量		单个/多个
系统操作模式		开式/闭式/混合
洗涤水处理类型		
EGCS改装或新建		
安装日期		
ETM-A或ETM-B		
备注:		

3.2 关于每种操作模式的取样信息(OL 和/或 CL)		
参数	值	单位
3.2.1 取样时的船舶信息		
巡航速度		节
开始取样日期和时间		UTC
停止取样的日期和时间		UTC
开始取样时的船位		GPS
取样结束时的船位		GPS
天气状况（取样时）		平静/恶劣
3.2.2 EGCS 操作		
EGCS 负荷		%
系统操作模式	开式/闭式	
洗涤水处理类型（如有）		
添加的处理用化学品		名称
取样时处理用化学品剂添加速率		l/m ³
取样期间供应EGCS的洗涤水平均流速		m ³ /h
取样期间稀释水平均流速(如果给定或相关)		m ³ /h
3.2.3 燃烧装置操作		
EGCS接入的燃烧装置总负荷		MW
总燃料消耗量		t/h
燃料硫含量（BDN数据）		
燃料粘度(如有)		
备注:		

3.2.4 取样时每个取样点的在线监测读数			
监测装置	pH	PAHphe µg/L 或 ppb	混浊度 FNU或NTU

进口(如有), 取样期间的平均读数			
排放点, 取样期间的平均读数(出口)		不适用	不适用
稀释前, 取样期间的平均读数	不适用		

3.2.5 实验室报告的化验结果				
问题	回答		评论	
样品到达时温度是否满意?	是/否			
取样瓶和运输箱是否由实验室准备?	是/否			
方法是否在实验室ISO 17025认可范围内?	是/否			
样品到达实验室的日期和时间				
分析日期和时间				
参数	瓶子标识	制备方法	分析方法	结果 +单位
多环芳烃 碳氢化合物(PAH): 16 种EPA PAH: 萘 萘烯 蒽 苯并(a) 蒽 苯并(a)芘 苯并(b)荧蒽 苯并(g,h,i)芘 苯并(k)荧蒽 蒎 二苯并 (a,h) 蒽 荧蒽 芴 茚并(1,2,3)(c,d)芘 苯 菲 芘				
碳氢化合物油指数 (GC-FID 分析)				
硝酸盐和亚硝酸盐(NO ₃ -/NO ₂ -)				
总金属: -镉 -铜 -镍 -铅 -锌 -砷				

-铬 -钒 -硒				
溶解金属: -镉 -铜 -镍 -铅 -锌 -砷 -铬 -钒 -硒				

3.2.6 瓶子标识清单或托管链 (COC)

取样点	PAH 参数	金属参数	X 参数
出口	#1瓶 + 时间戳	#2瓶 +时间戳 印章	等
排放点	# 瓶+ 时间戳	# + 时间戳	等
等	等	等	等

附录 4

标准海水滴定曲线

1 本附录阐述了化学平衡模型和相应的滴定曲线，如下图所示(图1为纯海水)。平衡模型可包括向海水中另外添加碱(如NaOH)产生的影响。

2 图1中的滴定曲线是利用海水的化学平衡模型得到的，该平衡模型包括无机碳、硼酸、硫酸盐、氟化物和溶解的SO₂，平衡常数是盐度(离子强度)和温度的函数。平衡反应pKa值在很多海洋学文献中都可以查到，例如：《海洋化学导论》(迈克尔·E.Q·皮尔森，剑桥大学出版社(2013))、《SO₂的溶解度和H₂SO₃在NaCl溶液中的分解》(F·米勒罗、P·赫尔歇、G·强生和J·张，《大气化学期刊》，8(1989))。pH值基于NBS标度。

3 计算曲线的基础：

- .1 释放的CO₂留存在溶液中，即没有强制剥离CO₂;
- .2 EGCS中10%溶解的S(IV)氧化至 S(VI);
- .3 海水碱度2.2 mmol/L;
- .4 海水盐度35 psu;
- .5 海水pH值8.2;和
- .6 海水温度32°C。

4 拟合方程。基于EM曲线的拟合经验公式，可得到纯海水的拟合公式如下：

$$pH = 3.84 - 0.2308 \cdot SO_2 + \frac{1.403}{\left(0.0403 + \exp(2.966 \cdot (SO_2 - 0.189))\right)} + \frac{9.947}{\left(4.605 + \exp(4.554 \cdot (SO_2 - 1.588))\right)}$$

其中，变量SO₂定义为在mmol/kg海水中吸收的SO₂。

“拟合方程”用于确定稀释系数。

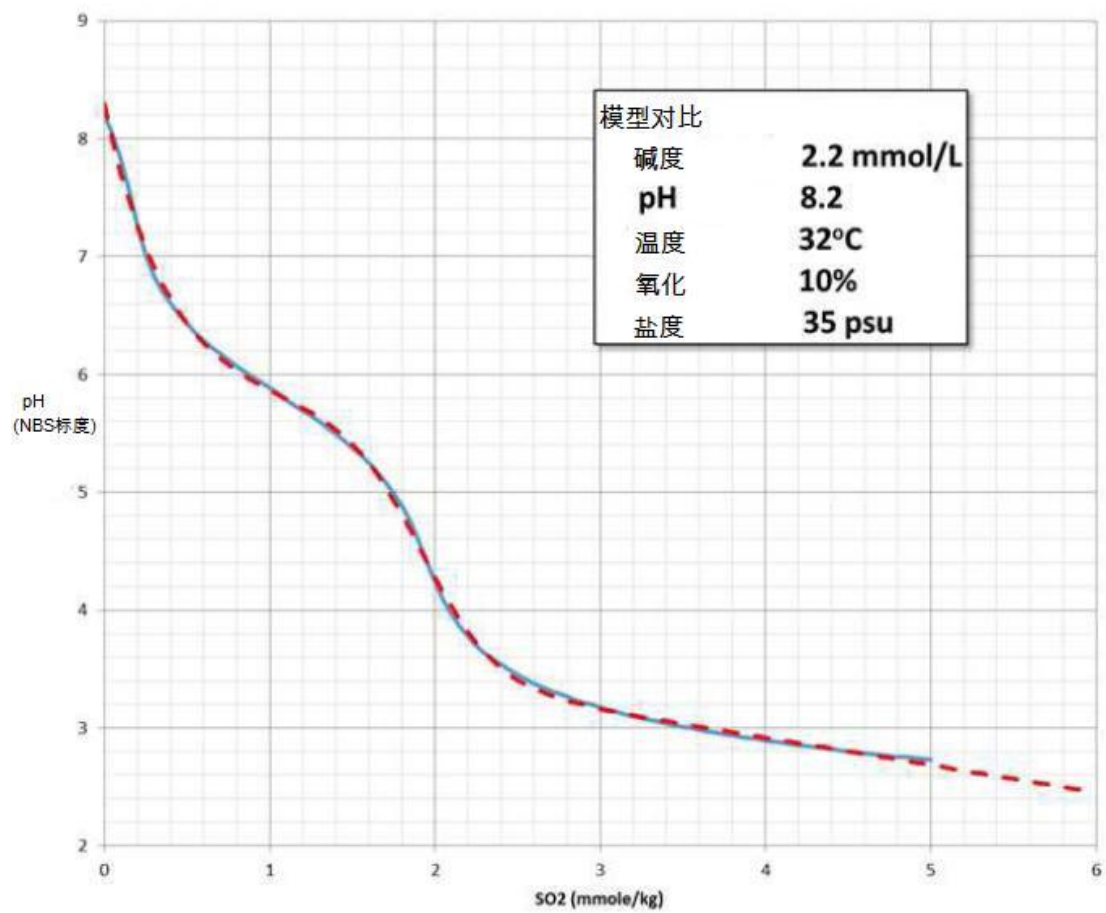


图 1 – 纯海水滴定曲线

附录 5

分析器信息模板

根据本指南 8.2 规定, OMM 中至少应包含一些特定信息以便于检验和检查。

8.2.4 要求提供相关监测系统所使用的废气和排水分析仪资料。为了统一应提供的布置、详细说明等相关资料, 本附录提供了 OMM 中使用的标准模板。标准模板给出了应提供的最少信息, 主管机关可能要求提供额外信息。

用户可自愿使用下述标准模板, 标准模板有助于 OMM 的所有使用者。

废气

SO ₂ / CO ₂ 测量		
通用信息如下		
分析仪	SO ₂	CO ₂
分析仪生产商		
型号参考		
船上标识参考		
布置	就地/抽取式	就地/抽取式
探头位置		
探头说明	(即: 探头长度、单/多孔/加热过滤器/加热泵)	(即: 探头长度、单/多孔/加热过滤器/加热泵)
最大测量范围	ppm	%
使用的测量范围	ppm	%
零位校准气体规格		
量程校准气体规格		
以下工作安排细节: 检修; 维护; 校准。	任务/间隔	任务/间隔
额外信息		
仅对于抽取式系统:		
应用	单个或多个废气管道(如果是多个废气管道, 应说明取样的废气管道、采样顺序、停留和吹扫时间)	单个或多个废气管道(如果是多个废气管道, 应说明取样的废气管道、采样顺序、停留和吹扫时间)
样品管加热(如果是-保持温度℃)	是/否	是/否
样品管详情	长度、内径	长度、内径
冷却器/干燥器: 生产商 型号参考		
补充信息		

水监测

pH/PAH/混浊度*	
应用	进口海水/排放水*
分析仪生产商	
型号参考	
船上标识参考	
布置	就地/旁通*
传感器位置	
最大测量范围/单位	
使用的测量范围/单位	
校准液-规格/浓度/单位	
以下工作安排细节:	任务/间隔
检修;	
维护;	
校准。	
补充信息	

注*不适用者划去。