



指导性文件
GD 33-2022

中 国 船 级 社

船舶废气清洗系统 试验及检验指南

2022

2022年12月1日生效

北 京

出版说明

《船舶废气清洗系统试验及检验指南》(2022)的制定主要依据IMO通过的《2021废气清洗系统导则》(MEPC. 340(77)决议)。

指南适用于主管机关授权或申请中国船级社检验的船舶废气清洗系统(以下简称EGC系统),产品制造厂、造船厂或船东也可参照本指南对EGC系统进行试验(包括试验台及船上)。

指南的第1章规定了适用范围、SO₂/CO₂限值、与EGC系统布置及测试有关的安全要求、以及专业名词定义及缩写;第2章规定了与EGC系统有关的检验与发证要求;第3、4章分别规定了采用方案A、B时,EGC系统图纸提交、认可、试验、发证、技术手册、以及船上验证程序等方面的要求;第5章是EGC系统排放测量、数据记录与处理有关的通用要求;第6章对船上监测手册(OMM)的制定提出了要求;第7章规定了SO_x排放符合计划(SECP)制定及符合性验证要求;第8章规定了排放水参数限值、参数监测及监测设备、监测参数记录、EGC系统残渣处理、排放水监测系统认可、维护和检修记录、水取样点设计等方面的具体要求。指南的附录1、2、3、4、5、6分别给出了SO_x排放符合证书格式、排放比方法、排放水数据收集、标准海水滴定曲线、分析仪信息模板、EGC系统故障或监测仪器故障时的处理程序的要求。

中国船级社

目 录

前 言	1
第1章 通则	2
1.1 适用范围及目的	2
1.2 一般规定	2
1.3 应用	3
1.4 定义、缩写和符号说明	3
第2章 检验与发证	7
2.1 一般规定	7
2.2 检验	7
2.3 检验申请	7
2.4 证书	8
第3章 EGC系统认可、检验和发证—方案A	9
3.1 一般要求	9
3.2 图纸资料	9
3.3 EGC系统认可	9
3.4 排放限值	10
3.5 SECC发证检验	11
3.6 EGC系统技术手册(ETM-A)	11
3.7 船上验证程序	12
第4章 EGC系统认可、检验和发证—方案B	14
4.1 一般要求	14
4.2 图纸资料	14
4.3 认可	14
4.4 检验和发证	14
4.5 废气监测	14
4.6 EGC系统技术手册(ETM-B)	15
4.7 船上验证程序	16
第5章 排放测量、数据记录与处理设备	17
5.1 排放测量	17
5.2 数据记录与处理设备	18

第6章 船上监测手册(OMM)	19
6.1 一般要求.....	19
6.2 监测手册.....	19
第7章 船舶排放符合性	21
7.1 SO _x 排放符合计划(SECP)	21
7.2 符合性证明.....	21
第8章 排放水	22
8.1 排放水质量标准.....	22
8.2 排放水监测.....	25
8.3 排放水监测系统认可.....	26
8.4 排放水监测数据记录.....	26
8.5 EGC系统残渣.....	26
8.6 维护和检修记录.....	26
8.7 水取样点/阀的设计	26
附录1 SO_x 排放符合证书的格式	27
附录2 排放比	28
附录3 排放水数据收集	30
附录4 标准海水滴定曲线	38
附录5 分析仪信息模板	40
附录6 EGC系统故障或监测仪器故障时的处理程序	42

前 言

MARPOL 公约附则 VI 第 14 条要求船舶使用燃油的硫含量不超过第 14.1 或 14.4 条规定的限值，第 4 条规定：经主管机关批准，允许使用至少与附则 VI 要求（包括第 14 条规定的燃油硫含量标准）同样有效的减排替代符合方案。废气清洗系统作为一种替代排放符合方案，国际海事组织 (IMO) 专门制定了《废气清洗系统导则》，作为废气清洗系统排放符合性检验和试验的标准。

中国船级社依据 IMO《2021 废气清洗系统导则》(MEPC. 340(77) 决议)，制定了 CCS《船舶废气清洗系统试验及检验指南》(以下简称“本指南”)，用于废气清洗系统 (EGCS) 的试验、检验、发证和认可。

表 1 给出了 MARPOL 公约附则 VI 第 14.1、14.4 条规定的燃油硫含量对应的排放比限值，作为应用本指南验证 EGC 系统排放等效于 MARPOL 公约附则 VI 第 14 条相关规定的基礎。如为了满足 MARPOL 公约附则 VI 第 4.4 条的规定，EGC 系统的设计或操作超出了本指南规定时，应提交 CCS 特殊考虑。

燃油硫含量限值对应的排放比限值

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石油提炼的馏分油或渣油。排放比值方法的相关假定和依据详见本指南附录 2。

第1章 通则

1.1 适用范围及目的

1.1.1 本指南适用于主管机关授权或申请中国船级社(以下简称CCS)检验的船舶废气清洗系统(以下简称EGC系统),产品制造厂、造船厂或船东也可参照本指南对EGC系统进行试验(包括试验台及船上)。

1.1.2 本指南依据IMO《2021 废气清洗系统导则》(MEPC.340(77)决议)制定。

1.1.3 指南规定了EGC系统试验、检验、发证和排放符合性验证标准,确保EGC系统作为MARPOL公约附则VI第4条规定的排放符合替代方案,营运时任何工作负荷点(包括瞬态运行期间)其排放均等效于MARPOL附则VI第14.1和/或14.4条的要求(如适用)。

1.2 一般规定

1.2.1 本指南规定了两种EGC系统认可方案,即方案A(营运期间采用工作参数连续监测,并进行定期排放检查)、方案B(采用经认可的监测系统对排放进行连续监测,并进行定期工作参数检查):

(1) 采用方案A的EGC系统应经CCS认可,按本指南第3章的规定进行性能试验、船上试验或其他类似的试验,以验证EGC系统在使用过程中可达到预期的性能;

(2) 采用方案B的EGC系统,废气监测系统应经CCS认可,并符合本指南第4章的规定。经认可的废气监测系统应在EGC系统运行时,连续指示排放比值,以验证符合适用的排放限值。

1.2.2 方案A或方案B相关的排放测试(如适用),应满足本指南第5章5.1的要求。

1.2.3 方案A或方案B相关的数据记录、保存及报告编制,应满足本指南第5章5.2的适用要求。

1.2.4 方案A或方案B相关的废气排放监测系统、运行参数、进水、洗涤水和排放水详情,应按本指南第6章的适用要求进行记录。

1.2.5 对于使用EGC系统清洗部分或全部废气作为符合MARPOL附则VI第14.1和/或14.4排放要求替代方案的船舶,应编制SO_x排放符合计划(SECP)并经批准。SO_x排放符合计划应满足本指南第7章要求。

1.2.6 对于方案 A 和方案 B，EGC 系统的排放水监测均应满足本指南第 8 章要求。

1.2.7 EGC 系统排放水排放出口应尽量远离船舶海水进口。EGC 系统设计时，应考虑各种工作条件下酸性排放水和相关接触表面耐腐蚀能力之间保持必要的平衡。为避免海水箱、排水管道和船体因腐蚀过早失效，应选择合适的表面处理、保护涂层，以承受酸性排放水的腐蚀作用。

1.2.8 EGC 系统取样位置和为取样而设置的永久通道平台应保证监测可以安全地进行。

1.2.9 EGC 系统在船上进行操作、试验、检验时，应特别注意高温废气、测量设备布置、校准气体的压力容器使用和储存引起的安全问题。

1.2.10 如船上设有废气旁通，应采取适当措施防止废气通过风门泄漏到旁通管路。

1.3 应用

1.3.1 本指南适用于船上安装用于燃油燃烧装置（焚烧炉除外）的任何 EGC 系统。

1.3.2 除 1.3.3 所述情况以外，本指南中“EGC 系统”通常是指湿式 EGC 系统。

1.3.3 如 EGC 系统采用的技术或操作模式超出本指南 1.4 的定义范畴，且尚未制定专门的指南，也可视情应用本指南。

1.3.4 本指南适用于：

(1) 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 EGC 系统；或

(2) 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 EGC 系统，前提条件：该船的 EGC 系统合同交付日期在 2022 年 6 月 1 日或以后，或者如无合同交付日期，EGC 系统实际交付船舶日期在 2022 年 6 月 1 日或以后；或

(3) 2022 年 6 月 1 日或以后，对现有 EGC 系统进行了本指南第 3 章 3.6.4 或第 4 章 4.6.3 规定的改变。

1.4 定义、缩写和符号说明

1.4.1 定义

(1) 12 小时周期 (12-hour Period)：系指以滚动方式确定的一个连续 12 小时周期，在 EGCS 运行的每小时之后开始新的 12 小时周期；

(2) **泄放水 (Bleed-off Water)**: 系指闭式模式运行的 EGC 系统, 为保持其所需的工作性能和效率, 从其系统内洗涤水中除去的一部分水溶液;

(3) **核准值 (Certified Value)**: 系指 EGC 系统采用制造厂规定的最大硫含量燃油, 在规定的运行参数范围内连续运行时, 经核准所能达到的排放比值 (制造厂规定)。仅适用于方案 A;

(4) **闭式模式 (Closed-loop Mode)**: 系指洗涤水多次通过 EGC 单元进行废气清洗的工作模式。为了保持洗涤水的工作性能和效率, 通常需调整其 pH 值, 比如向洗涤水中添加化学物质 (如 NaOH); 另外, 还需定期或连续地从系统中抽出少量的洗涤水。这些泄放水应进行处理以满足排放水标准 (除非已符合排放水标准), 或者应视为 EGC 系统残渣。

(5) **连续监测 (Continuous Monitoring)**: 系指在特定的频率下, 对选定的参数进行代表性测量以评估 EGC 系统符合性的过程和技术。

(6) **排放水 (Discharge Water)**: 系指来自 EGC 系统, 被排至舷外的任何水。

(7) **EGC 单元 (EGC Unit)**: 系指用来混合废气和清洗介质以清除废气中 SO_x 的反应装置。EGC 单元可以与一个或多个燃油燃烧装置相连。

(8) **EGC 系统电子数据记录或电子记录系统 (EGCS Electronic Data Recording or Electronic Logging System)**: 自动记录 EGC 系统使用中的运行参数。参数的记录不涉及任何用户输入。

(9) **EGCS 记录簿 (或电子记录簿) (EGCS Record Book (or Electronic Record Book))**: 系指用来记录 EGC 系统用户输入、部件调整、纠正和计划的维护和修理的记录簿。可以采用电子记录格式。

(10) **EGC 系统残渣 (EGCS Residue)**: 系指通过处理装置从洗涤水或泄放水中分离出来的物质、不满足排放标准的排放水或其他来自 EGC 系统的残渣物。

(11) **排放比值 (Emission Ratio)**: 系指废气中 SO_2 浓度 (ppm) 和 CO_2 浓度 (% v/v) 之间的比值, 即 SO_2 (ppm) / CO_2 (% v/v)。

(12) **废气清洗系统 (Exhaust Gas Cleaning System EGCS)**: 系指使用液体清洗介质减少燃油燃烧装置废气中 SO_x 污染物的整套系统, 包括一个或多个 EGC 单元、辅助系统、仪表、控制与监测报警系统等。EGC 系统按工作模式可分为开式、闭式、混合式几种类型, 混合式 EGC 系统既可在开式模式下运行, 也可在闭式模式下运行。几个 EGC 单元可利用一个共用的排气系统和排气监测系统, 也可利用一套共用的洗涤水、供水、水处理和 / 或舷外系统、排放水监测装置。

(13) **抽吸式取样系统 (Extractive Sampling System)**: 系指从废气流中抽取样品, 并通过加热管路将样品传送到测量仪器的系统。

(14) 燃油燃烧装置 (Fuel Oil Combustion Unit): 系指除船上焚烧炉之外的任何发动机、锅炉、燃气轮机或其他燃油燃烧设备;

(15) 进水 (Inlet Water): 系指进入船舶用作 EGC 单元清洗介质的水。

(16) 就地 (In Situ): 系指在废气流内直接取样;

(17) 负荷范围 (Load Range): 系指柴油机最小实际功率到最大额定功率或锅炉最小实际蒸汽量到最大蒸汽量之间的范围;

(18) 开式模式 (Open-loop Mode): 系指洗涤水 (通常是海水) 在作为排放水排放舷外之前, 仅单次通过 EGC 单元进行废气清洗的工作模式。

(19) 菲等值 (Phenanthrene equivalent): 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 ($254 \pm 10\text{nm}$), 检测波长在 310 nm 和 410 nm 之间 ($360 \pm 50\text{nm}$), 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。

(20) 洗涤水 (Washwater): 系指为降低 SO_x 而与废气流接触的清洗介质。

(21) 湿式 EGCS (Wet EGCS): 系指采用液体清洗介质的 EGC 系统。

1.4.2 缩写

(1) CL (Closed-Loop): 闭式;

(2) EGC (Exhaust Gas Cleaning): 废气清洗;

(3) EGCS (Exhaust Gas Cleaning System): 废气清洗系统;

(4) ETM-A (EGCS - Technical Manual for Scheme A): 方案 A 的 EGC 系统技术手册;

(5) ETM-B (EGCS - Technical Manual for Scheme B): 方案 B 的 EGC 系统技术手册;

(6) GNSS (Global Navigational Satellite System): 全球航行卫星系统

(7) MCR (Maximum Continuous Rating): 最大持续功率;

(8) SECP (SO_x Emissions Compliance Plan): SO_x 排放符合计划;

(9) SECC (SO_x Emissions Compliance Certificate): SO_x 排放符合证书;

(10) OL(Open-Loop): 开式;

(11) OMM(Onboard Monitoring Manual): 船上监测手册;

(12) PAH(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons): 多环芳烃;

(13) PAH_{phe}(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons as phenanthrene equivalents): 多环芳烃菲等值 (见本指南 1.4.1(19) 的定义);

(14) UTC(Universal Time Co-ordinated): 世界协调时。

1.4.3 符号说明

(1) SO_x: 硫氧化物;

(2) SO₂: 二氧化硫;

(3) CO₂: 二氧化碳。

第 2 章 检验与发证

2.1 一般规定

2.1.1 EGC 系统的认可、检验和发证有两种方案可以选择，即：方案 A 或方案 B。

2.1.2 产品制造厂或其他方申请采用方案 A 或方案 B 进行 EGC 系统的检验发证时，还应分别满足本指南第 3 章或第 4 章的有关要求。

2.2 检验

2.2.1 EGC 系统一般应包括如下检验：

(1) **SECC 发证检验：**申请采用方案 A 的 EGC 系统应进行 SECC 发证检验，证明在 ETM-A 规定的工作条件和约束下，EGC 系统的排放能达到制造厂规定的核准值，而该核准值应至少能保证船舶营运时的 SO_x 排放满足 MARPOL 附则 VI 第 14.1 条和 / 或 14.4 条的要求。如经检验合格，由本社签发 EGC 装置的《SO_x 排放符合证书》(SECC)，证书格式见附录 1。

(2) **安装和初次检验：**申请采用方案 A 或方案 B 的 EGC 系统，在船上安装后但尚未投入使用之前，都应进行安装和初次检验，确认每台 EGC 系统的证书及相关文件配备齐全，系统按 ETM-A 或 ETM-B 的规定进行安装，并按船上验证程序证明系统运行时的性能满足要求。该检验作为船舶初次检验的一部分，检验合格后应及时完成船舶《国际防止空气污染证书》(IAPP) 附件中 2.6 的填写。

(3) **营运中检验：**营运中检验作为 MARPOL 公约附则 VI 第 5 条要求的船舶检验的一部分，以确保船舶营运过程中 EGC 系统的排放符合性。这种检验包括年度检验、中间检验及换证检验，检验日期以船舶完成初次发证检验后签发 IAPP 证书的时间为准。

2.3 检验申请

2.3.1 EGC 系统制造厂、造船厂或船公司申请进行 2.2 条规定的检验时，申请方应以规定的表格或正式的信函向本社提出申请。

2.3.2 申请方应做好所有必要的检验前准备和安排，按本指南有关规定，积极配合，以使本社要求的工作能够顺利进行。申请方应如实地介绍、说明情况和提供有关文件，并对其真实性负责。

2.3.3 申请方应按本指南的有关要求，将申请文件（表格或函件）及有关技术文件提交本社审查或批准。

2.4 证书

2.4.1 EGC 系统经 2.2.1(1) 所述检验合格后，应签发《SO_x 排放符合证书》(SECC)。

2.4.2 EGC 系统经 2.2.1(2) 所述检验合格后，应及时完成船舶《国际防止空气污染证书》(IAPP) 附件中 2.6 的填写。

2.4.3 EGC 系统经 2.2.1(3) 所述检验合格后，应在船舶《国际防止空气污染证书》(IAPP) 上进行签署。

第3章 EGC 系统认可、检验和发证—方案 A

3.1 一般要求

3.1.1 申请采用方案 A 时，应按本章要求对 EGC 系统进行认可、检验和发证。

3.1.2 采用方案 A 的 EGC 系统可选择如下认可方式：

- (1) 单台 EGC 系统认可；
- (2) 批量生产 EGC 系统；
- (3) 产品范围的认可。

3.2 图纸资料

3.2.1 申请采用方案 A 时，应提交如下文件和资料批准：

- (1) SO_x 排放符合计划 (SECP)；
- (2) EGC 系统技术手册 (ETM-A)；
- (3) 船上监测手册 (OMM)；
- (4) EGCS 记录簿或电子记录系统；
- (5) 本社认为必要的其他文件和资料。

3.3 EGC 系统认可

3.3.1 单台 EGC 系统认可应满足如下要求：

(1) 应通过试验证明 EGC 系统能达到制造厂规定的排放比核准值，该核准值应至少保证船舶营运时的排放能满足 MARPOL 附则 VI 第 14.1 条和 / 或 14.4 条规定标准。试验时选择制造厂规定的最大硫含量燃油，且工作参数控制在本章 3.6.1(2) 中规定的参数范围内。

(2) 如无法采用制造厂规定的最大硫含量燃油进行试验，允许选择两种低硫含量的燃油进行试验。两种燃油硫含量的差别应足以证明 EGC 系统的工作性能，并能证明：即使采用制造厂规定的最大硫含量燃油，EGC 系统仍能达到 3.3.1(1) 所述的核准值。这种情况，至少应按本章 3.4 的有关规定，分别用两种硫含量的燃油进行试验，试验不必在同一台 EGC 系统上依次进行，可在两台相同型号的 EGC 系统上分别进行。

(3) EGC 系统的最大和最小 (如适用) 废气质量流量应予以说明。设备制造厂应证明 3.6.1(2) 定义的其他参数变化所带来的影响, 这些参数变化产生的影响应通过试验或其他合适的方法进行予以评估。这些参数变动或者参数变动的组合不会导致 EGC 系统的排放超过核准值。

(4) 所获得的数据应与 ETM-A 一并提交 CCS 批准。

3.3.2 对于批量生产的 EGC 系统, 如与上述 3.3.1 发证 EGC 系统相似且名义质量流量相同, 制造厂可提交一份生产布置符合证明, 经本社验证该生产布置足以有效控制生产一致性, 可不必对每台 EGC 系统进行试验。按此布置生产的每台 EGC 系统都应接受 CCS 认为必要的检验, 以保证每台发证的 EGC 系统按 3.6.1(2) 规定的参数运行时, 排放不会超过核准值。

3.3.3 不同容量 EGC 系统的认可应满足下列要求:

(1) 对于设计相同但最大废气质量流量不同的 EGC 系统, 可选择三台不同流量的 EGC 系统分别进行试验, 三台 EGC 系统的流量分别取流量范围内的最高、最低和一个中间值, 而不必对所有流量的 EGC 系统进行试验。

(2) 如 EGC 系统容量不同但设计上有很大差异, 则不应采用上述 (1) 的试验程序, 除非能证明实际运行时, 这些差异不会本质上改变 EGC 系统的性能。

(3) 对于容量不同的 EGC 系统, 应通过试验或其他数据详细说明 EGC 系统对燃烧装置类型及 3.6.1(2) 中所列参数变化的敏感性。

(4) EGC 系统容量变化对洗涤水和排放水特性的影响应予以详细说明。

(5) 获取的所有支持性数据应与每台 EGC 系统的 ETM-A 一起提交 CCS 批准。

3.4 排放限值

3.4.1 每台 EGC 系统按本指南 3.6.1(2) 规定的条件运行时, 各个负荷点 (包括燃油燃烧装置怠速运行) 均应能将排放减少至等于或小于核准值。

3.4.2 为了证明 EGC 系统的性能, 经 CCS 同意, 应至少选择四个负荷点进行排放测量。一个负荷点取 EGC 系统最大废气质量流量的 95%~100%, 一个负荷点选在 EGC 系统最小废气质量流量的 $\pm 5\%$ 以内, 另外两个负荷点应等距离分布在最大和最小废气质量流量之间。如系统试验时无法连续进行, 应增加试验负荷点以证明系统性能在规定的废气质量流量范围内都能满足要求。如果有证据表明在规定的废气质量流量范围内存在排放峰值, 则需增加中间负荷点进行试验, 附加负荷点的数量应足以确定该排放峰值。

3.5 SECC 发证检验

3.5.1 SECC 证书的申请应由 EGC 系统制造厂、船东或其他有关方提出。

3.5.2 为了满足本章 3.3 的要求，每台 EGC 系统在船上安装前或安装后应经发证，证明在 ETM-A 规定的工作条件和限制条件下，其排放能达到制造厂规定的核准值 (EGC 系统能连续达到的排放比值)。

3.5.3 核准值应按本指南的规定确定。

3.5.4 经检验满足 3.5.2 要求的 EGC 系统，CCS 将签发 SECC 证书，证书格式见本指南附录 1。

3.5.5 设计和容量与 3.5.2 发证 EGC 系统相同的批量生产 EGC 系统，按本指南 3.3.2 的规定检验合格后可签发 SECC 证书，而无需按 3.5.2 的要求进行试验。

3.5.6 如 EGC 系统的设计与 3.5.2 发证 EGC 系统相同，但容量不同，应按本指南 3.3.3 的规定进行检验发证。

3.5.7 仅处理烟道内部分废气的 EGC 系统应经 CCS 特别考虑，以确保在各种规定的工作条件下，系统下游的废气总排放比值不超过核准值。

3.6 EGC 系统技术手册 (ETM-A)

3.6.1 每台 EGC 系统应备有一份由制造厂提供的技术手册 (ETM-A)，技术手册至少包括如下信息：

(1) EGC 系统标识 (制造厂、型号、序列号和其他必要的细节)，包括 EGC 系统和相关辅助系统的说明。对于包含多个 EGC 单元的系统，每个 EGC 单元都应标识；

(2) 拟发证 EGC 系统的工作限值或工作值范围，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) 废气质量流通容量；
- ③ EGC 系统核准的最大燃油硫含量；
- ④ 核准值；
- ⑤ 与 EGC 系统相连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 100% 负荷时的最大空气 / 燃油比，对于柴油机，应说明发动机是二冲程还是四冲程；
- ⑥ 最大和最小洗涤水流量、进口压力和进水最小碱度 (ISO 9963-1-2: 1994)；

- ⑦ 废气进口温度范围以及 EGC 系统运行时的最高和最低废气出口温度；
- ⑧ 废气通过 EGC 单元的最大压差和废气进口最高压力；
- ⑨ 提供足够中和剂所需的盐度或淡水成分；
- ⑩ 为确保 EGC 系统的最大排放比值不超过核准值，与之相关的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，适用于 EGC 系统或相关设备的任何要求或限制；

(4) 为确保 EGC 系统的最大排放比值不超过核准值，所必需的维修、保养、或调整要求，所进行的维修、保养和调整应在 EGC 记录簿中予以记录；

(5) EGC 系统的工作条件超出批准的范围或限值、排放比值超出核准值、排放水不满足排放标准时 (或预计可能发生)，应采取的纠正措施；

(6) 检验时使用的验证程序，确认 EGC 系统按要求使用并保持性能 (见本指南 3.7)；

(7) EGC 系统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、排放水控制相关的设计要求，包括：EGC 系统闭式模式工作产生的泄放水、临时储存的排放水；

(9) 当 EGC 系统在不符合要求的条件下运行，或者在本指南第 6 章 6.2.1(8) 规定的临时符合要求的条件下运行时，相关的报告程序应予以详细说明。

3.6.2 ETM-A 应经 CCS 批准。

3.6.3 船上安装 EGC 系统的 ETM-A 应保留在船上，检验需要时应能提供。

3.6.4 如 EGC 系统发生改变影响其排放性能 (包括废气排放和 / 或洗涤水排放)，为反映这些变化而对 ETM-A 进行的修改应经 CCS 批准。如对 ETM-A 内容的增加、删除或修改拟单独提交批准，该文件应与最初批准的 ETM-A 一起保存，并视为 ETM-A 的一部分。

3.7 船上验证程序

3.7.1 每台 EGC 系统的 ETM-A 都应包含船上检验期间使用的验证程序。按该程序进行检验不需要专门的设备或深入了解系统，如需特殊的设备，这些设备应设在船上，并作为 EGC 系统的组成部分予以维护。EGC 装置的设计应便于检查的顺利进行。验证程序判断符合性的依据是：如所有相关部件、工作参数值或设定值均在批准的范围之内，则认为 EGC 系统的性能满足要求，而不必进行废气排放连续监测。

3.7.2 所有可能影响 EGC 系统操作和性能的部件、工作参数值或设定值均应在验证程序中予以详细说明。

3.7.3 EGC 系统制造厂应提供验证程序，并经 CCS 批准。

3.7.4 验证程序应涵盖 EGC 系统相关的文件核查和实物检查内容。

3.7.5 验船师应核实每台 EGC 系统按 ETM-A 的要求安装，并持有 SECC 证书。

3.7.6 船上检验时，验船师可视情决定 ETM-A 中标识部件、工作参数值或设定值的检查范围。如 EGC 系统内包含多台 EGC 单元，验船师可视情简化或减少船上检验的项目，对于工作方式相同的多台 EGC 单元，至少应选择其中的一台完成全部检验项目。

3.7.7 EGC 系统应设有系统工作时能自动记录运行参数的设施，记录频率应满足本指南第 4 章 4.5.2 的要求，记录参数至少包括：EGC 单元进口处的洗涤水压力和流量、每台 EGC 单元前的废气压力和通过 EGC 单元后的压降、燃油燃烧装置的负荷、以及对应相关操作限值或工作值范围的 EGC 单元前后废气温度。数据记录系统应符合本指南第 5 章 5.2 和第 6 章的规定。如 EGC 系统按 ETM-A 文件中规定的速率消耗化学物质，则 EGC 记录簿中有关化学物质消耗的记录也作为数据记录的一部分。

3.7.8 采用方案 A 的 EGC 系统如未安装废气连续监测系统，应结合上述 3.7.7 中规定的连续监测参数，每天抽查所有排气出口的废气排放比值，以验证其排放符合要求。抽查时排放测量应在正常工作条件下进行，数据记录时长不少于 5 分钟，记录频率至少 0.1 赫兹。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。稳定后得到的排放值应予以记录，用来计算排放比值。如安装了废气连续监测系统，仅需每天抽查上述 3.7.7 所列的参数，以验证 EGC 系统操作正确。

3.7.9 记录 EGC 系统维护、修理 (包括部件更换) 信息的 EGC 系统记录簿应保留在船上。记录格式由 EGC 系统制造厂提交 CCS 批准。检验需要时应能提供该记录簿，并结合轮机日志和其他必要的信息确认 EGC 系统操作正确。作为替代，EGC 系统维护、修理 (包括部件更换) 信息也可记录在经 CCS 认可的船舶计划维护系统中，或者记录在经 CCS 认可的电子记录簿中。按完成最后一次记录时间算起，EGC 系统记录簿应在船上保存至少三年。

第 4 章 EGC 系统认可、检验和发证—方案 B

4.1 一般要求

4.1.1 申请采用方案 B 时，EGC 系统的认可、检验和发证应满足本章要求。

4.1.2 采用方案 B 的 EGC 系统，通过经认可的监测系统连续监测排放比值，并每天进行参数检查，以证明其符合 SECP 中规定的目标。后续检验或需要时也将应用该方法。

4.2 图纸资料

4.2.1 申请采用方案 B 时，应提交如下文件和资料批准：

- (1) SO_x 排放符合计划 (SECP)；
- (2) EGC 系统技术手册 (ETM-B)；
- (3) 船上监测手册 (OMM)；
- (4) EGCS 记录簿或电子记录系统；
- (5) 本社认为必要的其他资料。

4.3 认可

4.3.1 本章 4.6 规定的 ETM-B 技术案卷应经 CCS 批准。

4.4 检验和发证

4.4.1 EGC 系统的废气监测系统应进行安装和初次检验、年度 / 中间检验和换证检验，以证明其功能符合 OMM 规定。船上安装和初次检验时，EGC 系统应根据需要运行以验证废气监测系统的功能。

4.4.2 核查本章 4.2.1 所列图纸资料已批准，上述 4.4.1 规定的安装检验合格后，应及时完成船舶《国际防止空气污染证书》附件中 2.3、2.6 的填写。

4.5 废气监测

4.5.1 应在 EGC 单元后选择合适的位置测量排放比相关的废气成份，废气成份的测量应符合本指南第 5 章 5.1 的适用要求。测量位置通常应布置在 EGC 单元下游，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。

4.5.2 EGC 系统投入运行时，应连续监测 SO₂(ppm)、CO₂(%) 以及排放比值 (对应于适用的排放比限值，小数点后不小于一位)，并以不低于 0.035 Hz 的频率在数据记录和处理设备上予以记录。按 OMM 的要求进行气体分析仪及相关设备检修和维护期间，允许暂停上述监测。按照 OMM 的规定进行仪器零位和量程校准、漂移数据，应根据所使用的方法在数据记录系统中予以记录，或者手动输入到 EGC 系统记录簿。

4.5.3 如采用一台以上的分析仪测定排放比，这些仪器的采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能真实反映废气成份。

4.6 EGC 系统技术手册 (ETM-B)

4.6.1 每台 EGC 系统应备有一份由制造厂提供的技术手册 (ETM-B)，技术手册至少包含如下内容：

(1) 系统标识 (制造厂、型号、序列号和其他必要的细节)，包括对系统和辅助系统的说明。对于包含多个 EGC 单元的系统，每个 EGC 单元都应标识；

(2) EGC 系统工作限值或工作值范围，至少包括：

- ① 最大和最小 (如适用) 废气质量流量；
- ② EGC 系统设计工作条件下建议的最大燃油硫含量 (注：如不超过相关排放比值，可使用高硫含量的燃油)；
- ③ 与 EGC 系统相连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 100% 负荷时的最大空气 / 燃油比；对于柴油机，应说明发动机是二冲程还是四冲程；
- ④ 最大和最小洗涤水流速、进口压力和进口水最小碱度 (ISO 9963-1-2: 1994)；
- ⑤ 废气进口温度范围以及 EGC 系统工作时的最高和最低废气出口温度；
- ⑥ 废气通过 EGC 单元的最大压差和最大进口压力；
- ⑦ 提供足够中和剂所需的盐度或淡水成分；
- ⑧ EGC 系统操作相关的其他必要参数；

(3) 有关 EGC 系统或相关设备的任何要求或限定；

(4) EGC 系统的工作条件超出批准的范围或限值、排放比值超过最大允许排放比、排放水不满足排放标准时 (或预计可能发生), 应采取的纠正措施;

(5) 系统工作范围内洗涤水和排放水特性;

(6) 洗涤水处理和监测、排放水控制相关的设计要求, 包括: EGC 系统闭式模式工作产生的泄放水、临时储存的排放水;

(7) 当 EGC 系统在不符合要求的条件下运行, 或者在本指南第 6 章 6.2.1(8) 规定的临时符合要求的条件下运行时, 相关的报告程序应予以详细说明。

4.6.2 ETM-B 应保留在船上, 以备检验需要时提供。

4.6.3 如 EGC 装置发生改变影响排放性能 (包括废气排放和 / 或洗涤水排放), 为反映这些变化而对 ETM-B 进行的修改应经 CCS 批准。如对 ETM-B 内容的增加、删除或修改独立于最初批准的 ETM-B 文件, 则应与 ETM-B 一起保存, 并视为 ETM-B 的一部分。

4.7 船上验证程序

4.7.1 应每天抽查本指南第 3 章 3.7.7 所列参数以验证 EGC 系统的操作正确, 并在 EGC 记录簿或机舱日志系统中进行记录。

4.7.2 数据记录系统应满足本指南第 5 章 5.2 和第 6 章的要求。必要时应向 CCS 提供数据和相关报告, 以证明符合要求。

4.7.3 记录 EGC 系统维护、修理 (包括部件更换) 信息的 EGC 系统记录簿应保留在船上。记录格式由 EGC 系统制造厂提交 CCS 批准。检验需要时应能提供该记录簿, 并结合轮机日志和其他必要的信息确认 EGC 系统操作正确。作为替代, EGC 系统维护、修理 (包括部件更换) 信息也可记录在经 CCS 认可的船舶计划维护系统中, 或者记录在经 CCS 认可的电子记录簿中。按完成最后一次记录时间算起, EGC 系统记录簿应在船上保存至少三年。

第 5 章 排放测量、数据记录与处理设备

5.1 排放测量

5.1.1 除本指南规定外，排放测量应按 CCS《船用柴油机氮氧化物排放试验及检验指南》的规定进行。

5.1.2 CO₂ 应采用非扩散性红外分析仪 (NDIR) 及必要的附加设备 (如干燥器) 进行测量，SO₂ 测量应采用非扩散性红外线分析仪 (NDIR) 或非扩散性紫外线分析仪 (NDUV) 及必要的附加设备 (如干燥器)。其它的系统或分析仪如能取得与上述设备等效或更好的结果，经本社批准后可以使用。为接受其他 CO₂ 系统或分析仪，参考方法应满足 CCS《船用柴油机氮氧化物排放试验及检验指南》附录 7 的要求。

5.1.3 分析仪应按 OMM 的规定进行安装、操作、维护、检修和校准，上述工作的频次应确保分析仪工作性能满足 CCS《船用柴油机氮氧化物排放试验及检验指南》附录 7 中 1.6-1.10 的要求。

5.1.4 应在 EGC 单元下游选择具有代表性的地点进行 SO₂ 分析用废气取样。

5.1.5 SO₂ 和 CO₂ 的取样可采用就地测量系统或抽吸采样系统。

5.1.6 抽取的 SO₂ 分析用废气样品应进行充分的保温，以防止其中的水蒸汽冷凝后发生 SO₂ 流失。

5.1.7 如抽取的废气样品需要在分析前进行干燥，所采取的干燥方式应不会导致样品中的 SO₂ 流失。

5.1.8 应在相同含水量的基础上 (如同为干式或者相同湿度) 对 SO₂ 和 CO₂ 值进行比较。

5.1.9 当经证明 EGC 单元会降低废气中 CO₂ 的浓度时，如能提供正确的修正方法，允许在 EGC 单元的入口处测量 CO₂ 浓度，这种情况，SO₂ 和 CO₂ 值应在干式基础上进行比较。如采用湿基测量，则测点处的废气含水量也应同时测量，用于将湿基浓度修正至干基浓度。用于干基 CO₂ 浓度计算的干湿修正因子，可按 CCS《船用柴油机氮氧化物排放试验及检验指南》5.7.1.2(2) 的规定计算。

5.1.10 应按照分析仪制造商的建议以及 OMM 规定的时间间隔，验证抽吸取样系统不会漏进外部气体。系统初始启动时应进行漏气检查，并符合 OMM 的规定，检查发现项应在 EGCS 记录簿中予以记录。

5.1.11 SO₂ 和 CO₂ 分析仪的量程校准气体应为 SO₂ 和 / 或 CO₂ 和氮气的混合物，混合浓度应超过所使用测量范围全量程的 80%。用于 CO₂ 量程校准的气体应满足 CCS《船用柴油机氮氧化物排放试验及检验指南》附录 8 校准气体的要求。CCS 也可接受 OMM 规定的其他等效布置。

5.2 数据记录与处理设备

5.2.1 数据记录与处理设备应满足 CCS《电气电子设备型式认可试验指南》的有关要求。

5.2.2 数据记录与处理设备应耐用、只读以防篡改。

5.2.3 EGC 系统投入运行时，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本指南第 3 章 3.7.7、第 4 章 4.5.2、第 8 章 8.4 规定的的数据 (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 MARPOL 公约附则 VI 第 14.3 条规定的排放控制区以内或以外。该设备还应能实现如下功能：

(1) 根据船舶营运所在的水域，自动设定或预先设定船舶航行水域适用的排放比限值 (仅适用于方案 B 的 EGC 系统)；

(2) 自动设定或预先设定适用的舷外排放水 pH 限值；

(3) 自动设定适用的 PAH 限值；

(4) 记录任何滚动 12 小时期间 PAH 差值高于设定限值 100% 以上超过 15 分钟的累计时间；

(5) 预先设定适用的混浊度限值；

(6) 记录任何滚动 12 小时期间，滚动平均混浊度差值高于设定限值 20% 以上超过 15 分钟的累计时间；

(7) 记录预先设定和设定的限值。

5.2.4 记录和处理设备应能按规定的时间周期准备报告。

5.2.5 数据记录应保留不少于 18 个月 (从记录日期算起)，如在此期间设备发生了变化，应确保数据仍保留在船上，检验需要时能提供这些数据。

5.2.6 记录与处理设备应能以容易读取的格式下载一份数据记录和报告的备份，以备检查需要时能提供数据和报告的备份。

第 6 章 船上监测手册 (OMM)

6.1 一般要求

6.1.1 船上监测手册 (OMM) 的制定应考虑船上安装的每台 EGC 系统及相应的燃油燃烧装置，每台 EGC 系统应进行标识，并验证其符合性。

6.2 监测手册

6.2.1 监测手册应至少包括如下内容：

(1) 对于废气抽吸取样系统，气体样品抽取位置、分析仪布置和工作范围等详细信息、所有必要的辅助部件或要求 (包括但不限于：取样探头组件、样品输送管路、样品处理装置)；

(2) 对于就地废气分析仪，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) 对于进水和排放水监测，包括水样抽取位置、分析仪的位置和布置、以及所有必要的辅助服务 (例如样品输送管路、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。本指南附录 5 提供了最少应包含信息的模板；

(5) 废气分析仪的零位和量程检查程序、水分析仪校准 (包括洗涤水、排放水和进水) 及参照材料、以及规定的检查周期；

(6) 本指南第 3 章 3.3.7 或第 4 章 4.5.2 规定的工作参数测量仪表；

(7) 分析仪、相关辅助设备和工作参数测量仪表的安装、操作、调整、维护、检修和校准要求和程序；

(8) 单一监测装置失效情况下可表明临时符合性的方法。考虑到所记录的排放比值瞬时超标和 / 或单独峰值并不一定意味着排放超标，因此不应视为违反相关法规要求 (详见本指南附录 6)；

(9) 数据记录系统及系统操作、数据留存、生成报告类型；

(10) 表明分析仪、辅助设备部件或工作参数传感器故障的数据或其他指示，以及故障排查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、证明其符合性相关的其他信息或数据；

(12) 如上述 (1)~(11) 所述信息需参考其他的程序说明文件 (比如生产商的文件)，这些参考文件也应视为 OMM 的一部分。

6.2.2 OMM 应明确 EGC 系统、工作参数测量仪表、废气及排放水监测系统的检验要求，以核实：

(1) EGC 系统符合适用的 ETM-A 或 ETM-B 的规定；

(2) 工作参数仪表按批准的 OMM 要求安装和使用；

(3) 废气、排放水监测系统按批准的 OMM 要求使用；

(4) 已按要求实施了检查、维护、检修、校准和调整，且相关工作已在 EGCS 记录簿中予以记录；

(5) 工作参数仪表、废气和排放水监测系统运行正常。

6.2.3 对于方案 B，按本指南第 4 章 4.4 的规定进行安装和初次检验期间，如需要 EGC 系统运行以证明监测系统的功能，OMM 应详细说明系统运行的工作条件。所提出的工作条件应能验证监测系统的工作情况，并在此工作条件下实施相关的检验。工作条件包括：

(1) 所连接燃油燃烧装置的负荷点；

(2) 给定负荷点的最小运行时间。

6.2.4 OMM 应经 CCS 批准，并保留在安装 EGC 系统的船上，检验需要时应能提供。

第 7 章 船舶排放符合性

7.1 SO_x 排放符合计划 (SECP)

7.1.1 为满足 MARPOL 附则 VI 第 14.1 和 14.4 条的排放要求，而采用等效的 EGC 系统清洗废气中 SO_x(部分或全部)的所有船舶，均应备有一份 CCS 批准的 SO_x 排放符合计划 (SECP)。

7.1.2 SECP 应列出每台需要满足 MARPOL 附则 VI 第 14.1 和 / 或 14.4 条要求的燃油燃烧装置。

7.1.3 SECP 应列出每一燃油燃烧装置、以及与其连接的 EGC 系统 (方案 A 和 / 或方案 B)，并说明船舶在各种航行水域航行时使用 EGC 系统的计划 (如仅在排放控制区以内、仅在排放控制区以外、或所有航行水域)。

7.1.4 SECP 应针对 EGC 系统或相关设备发生故障时，船舶为符合本指南要求而采取的行动和记录提出建议，并按本指南附录 6 的要求通知相关方。

7.2 符合性证明

7.2.1 EGC 系统采用方案 A 时，应满足下列要求：

(1) SECP 的编制应参考 (而不是复制) 本指南第 3 章规定的 ETM-A、EGC 记录簿或机舱日志系统、OMM 等相关文件资料。

(2) 本章 7.1.2 所列的所有燃油燃烧装置，均应提供详细资料证明 EGC 系统的功率和限制符合本指南第 3 章 3.6.1(2) 的规定。

(3) EGC 系统投入运行时，应按本指南第 3 章 3.7.7 的要求监测和记录参数以证明符合性。

7.2.2 EGC 系统采用方案 B 时，SECP 的编制应参考 (而不是复制) 本指南第 4 章规定的 ETM-B、EGC 记录簿或机舱日志系统、OMM 等相关文件资料。

第8章 排放水

8.1 排放水质量标准^①

8.1.1 EGC 系统的排放水排入海前，应分别符合本章 8.1.2~8.1.7 规定的衡准。

8.1.2 排放水 pH 值应符合以下要求之一，并在 ETM-A 或 ETM-B 中予以记录：

(1) 船舶舷外排放位置测量的排放水 pH 值应不小于 6.5，但在船舶机动操纵时，允许进口水和排放水之间的 pH 差值最大不超过 2 pH 单位。

(2) 船舶静止状态下，确保距离舷外排放点 4 m 处的排放水流 pH 值达到 6.5 时，在舷外排放点处监测的放水 pH 值，该值作为舷外排放水 pH 限值，并在 ETM-A 或 ETM-B 案卷中予以记录。舷外排放水 pH 限值可直接测量得到，或者采用 CCS 批准的计算方法（如计算流体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 ETM-A 或 ETM-B 案卷中：

- ① 所有连接到同一出口的 EGC 单元，采用系统认可（方案 A）或船上使用（方案 B）时允许的最大硫含量燃油，且以满负荷或实际可能的最高负荷运行；
- ② 如采用硫含量低的燃油和 / 或试验负荷低于最大负荷，排放水的羽流特性应能得到充分证明，羽流的混合比率应基于海水的滴定曲线确定。混合比率用来证明排放水的羽流特性，并且可证明即使 EGC 系统采用认可（方案 A）或使用（方案 B）时允许的最大硫含量燃油，且以满负荷或实际可能的最高负荷运行时，排放水舷外 pH 限值仍然可以满足；
- ③ 对于排放水流量随 EGC 系统废气流量变化而变化的情况，部分负荷的特性也应进行评估，确保在任何负荷条件下均能满足舷外排放水 pH 限值；
- ④ 应以碱度为 2200 $\mu\text{mol/l}$ 、pH 值 8.2^②的海水为基准，如试验条件与基准海水不同，经 CCS 同意，可以使用修正的滴定曲线（基准海水滴定曲线见本指南附录 4）；

① 排放水质量标准可根据将来获得的排放水成份及其影响数据（包括相关的科研成果），并考虑 GESAMP 提供的建议做进一步的修订。有关自愿收集排放水数据的建议见本指南附录 3。

② 基于 EGC 系统使用后提供的海水特性影响数据，基准海水的碱度和 pH 值数据可在 IMO《2021 废气清洗导则》通过后两年内进行修改，用于新的 EGC 系统。

- ⑤ 如采用计算方法确定舷外排放水 pH 限值，应提交详细资料以进行验证，包括但不限于：支持性科学公式、排放点技术规格、排放水排放量、排放点和 4m 位置处的预计 pH 值、滴定和稀释数据。

8.1.3 排放水 PAH(多环芳烃)应符合下列要求，相应的限值在 ETM-A 或 ETM-B 中予以说明：

(1) 排放水连续最大 PAH 浓度应不超过进口水 PAH 浓度的 50 μg/L。排放水 PAH 浓度应在排放前测量，测量点安排在水处理设备(包括任何药剂添加装置(如使用))的下游，但在任何洗涤水稀释(如通过稀释控制 pH)的上游。

(2) 上述 50 μg/L 限值是排放水(为 pH 值控制进行任何稀释前)流量 45 t/MWh 对应的标准值(其中，MW 系指 EGC 系统排放水 PAH 测点处所有连接燃油燃烧装置 MCR 或 80% 额定功率的总和)。如传感器分开安装在单独的测量单元时，PAH 限值对应于主排放管路流量(排放水被旁通前)。表 8.1.3 中给出了排放水流量对应的 PAH 浓度限值。根据表 8.1.3，对单位 MW 流量(t/h) 较低的排放水对应的 PAH 浓度限值应调高(反之亦然)。

排放水 PAH 浓度限值

表 8.1.3

排放水流量(为控制 pH 值进行稀释前) (t/MWh)	PAH 浓度限值 (μg/L PAHphe 等值)	测量技术
0~1	2250	紫外线*
2.5	900	紫外线*
5	450	荧光 ^①
11.25	200	荧光
22.5	100	荧光
45	50	荧光
90	25	荧光

注*：经 CCS 同意，允许采用替代测量技术。

注^①：流量大于 2.5t/MWh 时，应采用荧光测量技术。

(3) 考虑到 EGC 系统非正常起动的情况，允许在任何滚动 12 h 运行周期内，累积 15 min 排放水连续 PAH 浓度超过表 8.1.3 规定限值的一倍以内。

8.1.4 排放水混浊度 / 悬浮颗粒物应符合下列要求：

(1) 排放水处理系统的设计应尽可能地减少悬浮颗粒物，包括重金属和灰份。排放水混浊度的测量点应布置在处理设备(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，测量的混浊度应符合下列衡准。混浊度限值应在 ETM-A 或 ETM-B 中予以记录。

(2) 排放水连续最大混浊度应不超过进口水混浊度的 25 FNU 或 25 NTU 或其他等效单位。当进口水混浊度很高时, 测量仪器的精度及进出口混浊度测量时间的延迟将可能导致这种差值限值方法不可靠, 因此所有混浊度差值的读数应取 15 min 内的滚动平均值, 最大差值为 25 FNU 或 NTU。

(3) 允许在任何滚动 12 h 运行周期内, 累计 15 min 排放水连续混浊度超过上述排放限值的 20%。

8.1.5 排放水硝酸盐含量应符合下列要求:

(1) 排放水处理系统应防止硝酸盐的排放超过清除废气中 12% NO_x 所对应的硝酸盐量或 60 mg/l(洗涤剂排放速率为 45t/MWh 时的标准值), 取大者。MW 系指所连接燃油燃烧装置 MCR 或 80% 额定功率的总和。

(2) 安装和初次检验后运行的前三个月内和每次换证检验前的三个月内, 每台 EGC 系统的排放水应进行取样分析硝酸盐含量, 验船师可根据情况要求提取附加的样本并进行分析。硝酸盐排放数据和分析证书应作为 EGC 记录簿的一部分保留在船上, 检查需要时应能提供。有关取样、储存、处理、分析方面的要求应在适用的 ETM-A 或 ETM-B 文件中予以详细说明。为了保证硝酸盐排放速率的评估结果具有可比性, 取样程序应考虑本章 8.1.5(1) 的规定, 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。硝酸盐分析应根据 Grasshoff 等编著的《海水分析方法》一书所述的标准海水分析方法进行。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)。

(3) 如基于工程分析证明 EGC 系统设计及排放水的硝酸盐浓度具有相似性, 经 CCS 同意, 具有相似设计的 EGC 系统所收集的排放水硝酸盐浓度数据可以作为上述 (2) 取样、分析和量化要求的替代方法。

8.1.6 如 EGC 系统采用化学物质、添加剂、制剂或系统中有相关化学物质产生, 则应对排放水进行额外的评估。排放水评估可考虑 IMO 压载水相关指南 (如 MEPC.169(57) 决议 - 使用活性物质的压载水管理系统认可程序 (G9)), 确定是否需要满足附加的排放水质量衡准。如 EGC 系统仅使用了以下化学物资, 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 (Na_2CO_3);
- (2) 经认可的船用油水分离设备中使用的絮凝剂。

8.1.7 船上临时储存的排放水应满足如下要求:

(1) EGC 系统产生的任何排放水，如计划在 ETM-A 或 ETM-B 规定的储存柜 (专门设计用于临时存储排放水) 临时储存后再排放舷外，则应按本章 8.2.1 的规定进行监测 / 记录，且无论其流速如何，均应符合下列排放水标准：

- ① pH 值，见本章 8.1.2 的规定；
- ② PAH, PAHphe(菲等效) 最大不超过 50 $\mu\text{g/L}$ (为控制 pH 而进行的任何稀释前)；
- ③ 混浊度，不大于 25 FNU 或 25 NTU 或等效单位 (为控制 pH 而进行的任何稀释前)。

(2) 如无法证明符合上述规定，临时储存的排放水应视为 EGC 系统残渣。

8.2 排放水监测

8.2.1 当 EGC 系统在港口、避风港或河口运行，或者临时储柜内的排放水进行排放时，排放水应进行连续监测和记录。监测和记录的参数应包括 pH、PAH、混浊度和温度。在其他水域，除了按 OMM 规定进行监测设备维护、清洁期间以外，当 EGC 系统运行时监测和记录设备也应持续运行。船上临时储柜内的排放水舷外排放期间，监测设备不应进行维护或清洁。为了监测混浊度需要对取样的排放水进行除气处理的 EGC 系统，应确保除气过程中排放水中颗粒物不会沉淀，从而会低估实际的混浊度值。

8.2.2 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。

校准周期应保证监测设备能满足上述性能要求。校准和校准检查应按照监测设备制造商的规定进行。

8.2.3 pH 电极和 pH 计应具有 0.1pH 的分辨率和温度补偿。pH 电极的性能和精度应至少满足 BS 2586 标准或 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。对于满足其他可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，且至少确保同等水平，则可视为等效设备。

8.2.4 PAH 监测设备应至少能监测本章表 8.1.3 规定限值两倍的 PAH 浓度。应证明监测设备能准确测量适用工作范围内的排放水浑浊度，且偏差不超过 5%。

8.2.5 如排放水排放流量较低而 PAH 浓度较高时，应采用紫外线监测技术或其它等效技术。

8.2.6 混浊度监测设备应满足 ISO 7027 标准规定的要求。混浊度计应能识别混浊度定量测量失效状态。

8.3 排放水监测系统认可

8.3.1 排放水监测系统应经 CCS 认可。

8.4 排放水监测数据记录

8.4.1 数据记录系统应符合本指南第 5 章 5.2 和第 6 章的要求，并按本章 8.2.1 的规定，以不小于 0.0111 Hz 的频率连续记录排放水的 pH 值、PAH 和混浊度。

8.4.2 按 OMM 规定，校准和仪器漂移数据应根据所使用的方法在数据记录系统予以记录，或者手动输入 EGCS 记录簿。

8.5 EGC 系统残渣

8.5.1 EGC 系统产生的残渣不得排放入海或在船上焚烧，而应排放至岸上接收设施。

8.5.2 安装 EGC 系统的每艘船舶，应在 EGC 系统记录簿中记录残渣的储存和处理，包括储存和处理的日期、时间和位置。

8.6 维护和检修记录

8.6.1 本指南第 3 章 3.7.9 或第 4 章 4.7.3 规定的 EGCS 记录簿，也可用于记录洗涤水 / 排放水监测系统、以及相关辅助部件的维护和检修 (按 OMM 的规定，包括部件更换)。

8.7 水取样点 / 阀的设计

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

附录 1 SO_x 排放符合证书的格式

Form:
格式:xxxxx

中国船级社
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

编号
No. _____

SO_x 排放符合证书
SO_x EMISSION COMPLIANCE CERTIFICATE (SECC)
废气清洗系统认可证书
CERTIFICATE OF APPROVAL FOR EXHAUST GAS CLEANING SYSTEMS

本证书系根据国际防止船舶造成污染公约 73/78（以下简称公约）经修订的 1997 议定书的规定，经政府授权，由中国船级社颁发。

Issued under the provisions of the Protocol of 1997, as amended, to amend the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 related thereto under the authority of the Government of:

by China Classification Society

兹证明:

This is to certify:

下列废气清洗（EGC）系统已按本指南中方案 A 的要求进行了检验。

That the exhaust gas cleaning (EGC) system listed below has been surveyed in accordance with the requirements of the specifications contained under Scheme A in the Guidelines.

本证书仅对下列的 EGC 有效。

This Certificate is valid only for the EGC system referred to below:

系统制造厂 System manufacturer	型号 Model/type	序列号 Serial number	经认证该 EGC 系统可等效于: This EGCS is certified as providing following equivalency:		EGC 系统和方案 A 技术手册 (ETM-A)批准号 EGC System Technical Manual for Scheme A (ETM-A) approval reference
			燃油硫含量限值 Fuel oil sulphur limit values:	允许使用的最大 硫含量燃油: Maximum sulphur content of fuel oils to be used:	
			0.10%	____%/n/a*	
			0.50%	____%	

Note *: Delete as applicable.

本证书的副本应一直保留在安装上述 EGC 系统的船上。

A copy of this Certificate shall be carried on board the ship fitted with this EGC System at all times.

经政府授权安装在船上的 EGC 系统，在整个使用生命周期内按照本指南第 2 章 2.2 和 MARPOL 公约附则 VI 第 5 条的规定接受检验时，本证书是有效的。

This Certificate is valid for the life of the EGC System subject to surveys in accordance with section 2.2, Chapter 2 of the Guidelines and regulation 5 of the revised MARPOL Annex VI, installed in ships under the authority of this Government.

发证地点

Issued at _____

发证日期

Issued on _____

中国船级社验船师

Surveyor to China Classification Society

附录 2 排放比

1.1 本附录旨在对应用排放比方法证明 EGC 系统与 MARPOL 附则 VI 第 14 条中燃油硫含量限值等效的背景予以说明。另外，对燃油硫含量限值对应的排放比限值也予以说明。

1.2 对于通过燃油燃烧产生动力的燃油燃烧装置，燃油中的碳成份主要以二氧化碳 (CO₂) 形式排出燃烧系统。虽然一部分碳以其他形式 (如在系统内沉积、混入到润滑油、生成一氧化碳或气态或颗粒碳氢化合物等) 排出，但总体来说，这些形式的碳数量与二氧化碳相比并不显著。内燃机、锅炉和燃气轮机等各种燃烧系统均具有上述类似特点。

1.3 用于燃烧的燃油，其硫成份在高温废气中主要以二氧化硫 (SO₂) 的形式从燃烧系统排出。虽然部分硫成份可能会以硫化物的形式残留在系统中，或在废气中以其他硫化物形式存在，但这些形式的硫数量与 SO₂ 相比并不显著。

1.4 虽然废气中的 CO₂ 浓度会随着燃烧系统的过量空气比而变化，但燃烧后产生的废气 CO₂ 与 SO₂ 浓度比值将由燃油的碳 / 硫比确定。本指南中，EGC 系统主要是用来减少废气中的 SO₂ 含量而非 CO₂ 含量，EGC 单元后的废气 SO₂/CO₂ 比值将反映 EGC 系统清洗废气中 SO₂ 的有效性。EGC 系统后废气的 SO₂/CO₂ 比值 (即排放比值) 基本上与使用低硫燃油 (而不使用 EGC 系统) 所获得的值相对应^①。

1.5 石油提炼的液体燃油主要成份包括碳、氢和硫，某些情况下还有氮和氧。每种燃油的实际成份比例可能都存在差异。为了得到不同燃油硫含量限值对应的排放比值，本指南统一采用 CCS《船用柴油机氮氧化物排放试验及检验指南》第 6 章表 6.4.11.1 规定的燃油成份作为本附录表 1.5 数据计算的基础。馏分油和残渣油的成份都省略了硫的含量，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%，残渣油的硫含量为 2.60%。为了估算其他硫含量燃油的碳、氢比例，假定所有燃油的碳 / 氢比、“氮 + 氧”含量不变。表 1.5(1)、(2) 分别计算了 1.50% 硫含量馏分油和残渣油的碳含量。本指南之前版本也使用了 1.50% 硫含量值作为计算的基础。

馏分油碳含量 表 1.5(1)

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

① 如果处理系统也用来减少废气中的 CO₂ 含量，基本原则仍然适用，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

残渣油碳含量

表 1.5(2)

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

1.6 根据计算的碳含量和选定的硫含量值, 可得到燃油的硫、碳摩尔比, 以及相应的 SO_2 和 CO_2 的比值, 如表 1.6 所示。对于石油提炼的液体燃油, 尽管其物理特性 (如粘度和密度) 有很大的差异, 但馏分油和残渣油的碳成分差异很小, 所有燃油采用同一 SO_2/CO_2 比值是合理的, 因此, 选取 65 作为 1.50% 硫含量燃油所对应的排放比值。使用 1.50% 硫含量值作为排放比计算的基础, 主要是考虑 1.50% 硫含量是 1997 年通过的 MARPOL 附则 VI (后续进行了修订) 中规定的排放控制区的最初限值。

1.50% 硫含量燃油对应的排放比值

表 1.6

			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
废气的排放比		SO_2 ppm / CO_2 %	66.12	64.60
			65	

1.7 基于 1.50% 硫含量对应的排放比值计算, 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, 详见表 1.7。

各种燃油硫含量对应的排放比值^①

表 1.7

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

① 排放比值仅适用于石油提炼的液体燃油。对于其他燃油, 则需要根据燃油的特定成份确定排放比值, 并经 CCS 批准。

附录 3 排放水数据收集

1 引言

1.1 本指南规定的排放水质量衡准拟用于 EGC 系统设计的初步标准。该衡准将考虑未来获得的更多水排放及其影响数据以及 GESAMP 的建议予以评审。

1.2 主管机关应提供相关数据收集。为收集排放水相关数据，提请船东与 EGC 系统生产商共同考虑本附录第 2、3 节的适用要求对 EGC 系统进行取样和分析。

1.3 认可试验期间或交付试验后应进行取样，后续取样间隔一般为 12 个月。

2 取样程序

为评估排放水中物质的含量及其影响，建议按本附录 2.4.1 所列参数进行样品分析。

2.1 取样准备

2.1.1 本节规定了取样前的准备建议。

2.1.2 EGC 系统应设有取样点，以便对以下水流进行取样：

- (1) 进水口；
- (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、处理和运输准备要求如下：

(1) 取样设备。取样前应准备好取样设备和取样容器。取样设备可以从水分析实验室订购。设备应在取样前订购，并考虑船舶预期的航程。

表 2.1.3 列出了所需取样瓶物理特性的推荐要求，考虑了 ISO 5667-3 和适用的分析标准，其他等效标准也可以使用。另外，样品提取后，对样品储存、运送时间等也进行了说明。

取样瓶准备建议

表 2.1.3

参数	取样瓶材料	容量	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℃)	8 天
总金属	PE	500 mL	ISO 17294-2	HNO ₃ 酸	冷却 (4℃) / 暗处	1 个月
溶解金属	PE	500 mL	ISO 17294-2	无防腐剂	冷却 (4℃) / 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℃) / 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℃) / 暗处	4 天

取样前，每个取样瓶应贴标签，通过该标识可追溯到相应的取样点、取样参数、EGC 系统运行模式和 EGC 系统负荷等信息。

(2) 样品储存和保存的准备。为了确保正确的储存和保存样品，船舶需指定一个适当的处所用于存放样品和冰袋，最好放在一个阴凉、没有阳光直射处所内的密闭容器里。

(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。

(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：防护眼镜 / 护目镜、护听器、手套、防护服和安全鞋。

(5) 人员资质和职责。取样人员要接受良好的培训，掌握如下取样知识：

- ① 系统如何工作、采样点的位置；
- ② 如何处理冲洗时收集的冲洗水。

取样人员应能胜任样本提取工作，清楚地知道取样点的位置以及如何安全地处理收集的冲洗水。

(6) 取样前信息准备。建议取样前填写本附录 3.1 提供的模板。

2.2 收集

2.2.1 取样时间表。建议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水的信息（如 OL/CL、进口 / 出口等）、取样时间。通过这种方式，后期可以追溯到连续记录的 EGC 系统控制参数。取样应在 EGC 系统最大废气流量 50% 以上运行时进行（见本指南第 3 章 3.6.1(2) ②、第 4 章 4.6.1(2) ①）。

2.2.2 取样瓶充装。为防止取样过程中水样污染，建议采取以下措施：

- (1) 使用实验室准备的取样瓶；
- (2) 取样前和取样过程中，水流和发动机负荷应保持稳定；
- (3) 取样前，使用最少 10 升取样水冲洗取样阀，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，充装间隙不应关闭取样阀；
- (5) 取样点应避免使用任何碳氢化合物成份的清洁剂；
- (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，建议填写本附录 3.2 提供的模板。

2.3 运输

运输过程中使用的取样设备应符合本附录 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，并能装下足够数量的冰袋。

2.3.2 样品运输。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。样品移交港口代理之前，应尽快把冰袋放进箱子里。

2.3.3 托管链。应采用正式的托管流程链，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 实验室信息。应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 认可实验室按 EPA、ISO 或等效的试验程序进行。实验室分析的方法应在实验室 ISO 17025 认可范围以内。

2.4.1 为保证实验室结果的可比性，建议采用表 2.4.1 所列分析方法。

样品分析方法

表 2.4.1

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 萘 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 GC FID 分析	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	船上测量后记录 pH 值	船上测量后记录 pH 值
注*：分析方法已包含了制备方法。		

3 取样数据提交模板

取样数据模板使用说明：

- (1) 所提交的取样数据应含本附录中第 1、2 节提供的信息以及本附录 2.4 所列的分析结果；
- (2) 建议采用以下模板提交取样数据。

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 燃油燃烧装置细节 应考虑每个与 EGC 系统连接的燃油燃烧装置详细信息。		
连接 EGC 系统的燃油燃烧装置数量		
燃油燃烧装置的生产商		
燃油燃烧装置类型 (ME、AE、二 / 四冲程、锅炉)		
以 MW 表示的 EGC 系统容量		
3.1.3 EGC 系统总体信息		
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		
EGC 系统改装或新建		
安装日期		
ETM-A 或 ETM-B		
备注:		

3.2 EGC 系统各种操作模式相关的取样信息 (OL 和 / 或 CL)		
参数	值	单位
3.2.1 取样时的船舶信息		
航速		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 EGC 系统操作		
EGC 系统负荷		%
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 EGC 系统的洗涤水平均流速		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 燃油燃烧装置操作		
EGC 系统接入的燃油燃烧装置总负荷		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	PAH _{phe}	
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				
样品分析日期和时间				
参数	取样瓶标识	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 葱 苯并 (a) 葱 苯并 (a) 芘 苯并 (b) 荧葱 苯并 (g,h,i) 芘 苯并 (k) 荧葱 蒽 二苯并 (a,h) 葱 荧葱 芴 茚并 (1,2,3)(c,d) 芘 萘 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 取样瓶标识清单或托管链 (COC)			
取样点	PAH 参数	金属参数	X 参数
进口	#1 号瓶 + 时间戳	#2 号瓶 + 时间戳	——
排放点	# 瓶 + 时间戳	# 瓶 + 时间戳	——
——	——	——	——

附录 4 标准海水滴定曲线

1.1 本附录阐述了化学平衡模型和相应的滴定曲线，纯海水的滴定曲线如图 1.1 所示。化学平衡模型可包含海水额外添加碱（如 NaOH）的影响。

1.2 图 1.1 中，滴定曲线是基于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、以及所溶解的 SO_2 ，平衡常数是盐度（离子强度）和温度的函数。平衡反应 pKa 值可在海洋学文献中查到，比如：《海洋化学导论》（迈克尔·E·Q·皮尔森，剑桥大学出版社（2013））、《 SO_2 的溶解度和 H_2SO_3 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 值以 NBS 标度表示。

1.3 滴定曲线计算条件如下：

- (1) 释放的 CO_2 留存在溶液中，即没有强制剥离 CO_2 ；
- (2) EGC 系统中 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；
- (6) 海水温度 32°C。

1.4 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：

$$\text{pH} = 3.84 - 0.2308 \cdot \text{SO}_2 + \frac{1.403}{(0.0403 + \exp(2.966 \cdot (\text{SO}_2 - 0.189)))} + \frac{9.947}{(4.605 + \exp(4.554 \cdot (\text{SO}_2 - 1.588)))}$$

式中：变量 SO_2 定义为海水中吸收的 SO_2 ，mmol/kg。

上述拟合方程用于确定稀释系数。

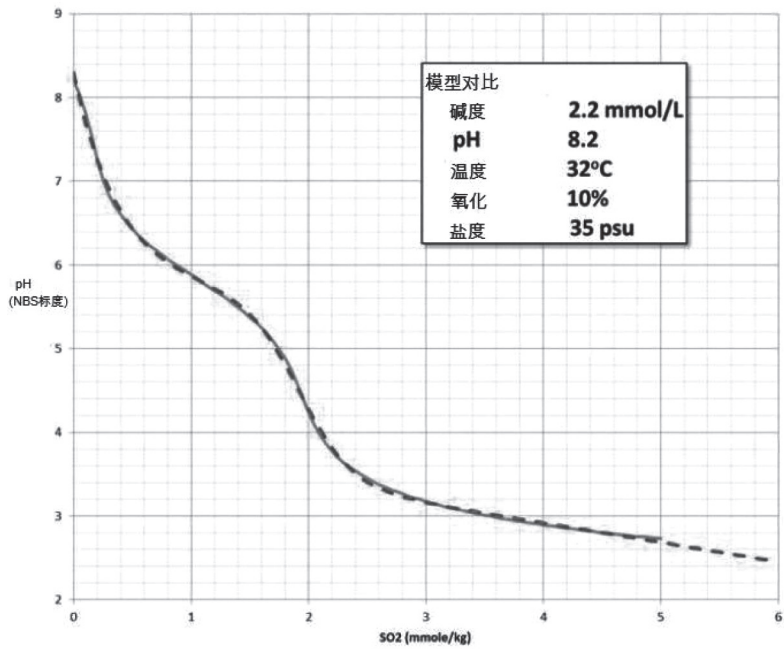


图 1.1 纯海水滴定曲线

附录 5 分析仪信息模板

模板使用说明如下：

(1) 根据本指南第 6 章 6.2 的规定，OMM 中至少应包含分析仪检验和检查的相关信息。本指南第 6 章 6.2.2 要求提供相关监测系统所使用的废气、排放水分析仪资料。

(2) 为保证统一提供上述信息、资料，本附录提供了标准模板。标准模板列出了应提供的最少信息，CCS 可根据情况要求提供其他信息。

(3) 用户可自愿使用本附录提供的标准模板，该标准模板也有助于 OMM 的所有使用者。

(1) 废气分析仪

SO₂ / CO₂ 测量 通用信息：		
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	(如探头长度、单 / 多孔 / 加热过滤器 / 加热泵)	(如探头长度、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		
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 (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 (多个废气管道，应说明取样废气管道、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		

(2) 水监测仪

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。	

附录 6 EGC 系统故障或监测仪器故障时的处理程序

1 系统故障

1.1 系统故障是指导致 EGC 系统排放超标的任何情况，但以下情况除外：

(1) 本附录 2.1、2.2 所述的短时间临时排放超标；

(2) 按本附录 3.1、3.2、3.3 所述，单一传感器故障时能证明 EGC 系统排放持续合规的临时指示。

1.2 故障发生（例如触发报警）后，船舶应尽可能采取措施识别和排除故障。

1.3 船上人员应按照 EGC 系统技术手册或 EGC 系统制造商提供的其他文件中规定的程序识别和解决故障。

1.4 EGC 系统制造商规定的故障诊断流程中，应详细说明如何在合理的时间内判断是否系统本身工作不正常、系统故障是否必须通过调整和 / 或修理予以解决。诊断程序应详细说明触发监测报警的事件、系统故障相关的其他证据（例如泵流量）、以及识别和解决故障的流程。故障诊断流程应至少包括下列内容：

(1) 船舶人员用于识别故障的清单；

(2) 识别故障后，解决故障所能采取的纠正措施清单。

1.5 EGC 系统故障事件应在 EGCS 记录簿中予以记录，包括故障开始的日期和时间、持续时间、解决办法、采取的纠正措施、以及任何必要的后续行动。

1.6 无法纠正的系统故障视为系统瘫痪。如 EGC 系统无法在一小时内恢复到合规状态，船舶应转换至合规燃油。如船上未备有合规燃油或没有足够数量的合规燃油，应向相关机关（包括船旗国主管机关和相关的港口国机关）提交加装合规燃油或进行修理的行动方案，并征得其同意。

2 短期超标

2.1 短期临时排放超标是指短时间内最大适用的排放比超标。短期超标可能是由于废气流量突然变化或 EGC 系统传感器动态响应不足导致的。传感器测取读数和 EGC 系统响应之间的时间差也可能触发连续排放监测设备报警。排放比记录输出的短时间排放超标和 / 或单独的峰值并不一定意味着排放超标，因此不应视为不符合排放要求。

2.2 EGC 系统制造商应在 EGC 系统技术手册中详细说明可能导致短期临时排放超标的典型工作条件和超标限制。

3 传感器故障证明持续合规的临时指示

3.1 发动机运行时使用的燃油硫含量不变,且洗涤水流量/发动机负荷的比率恒定情况下,根据本指南,所有监测参数之间(如排放比值、洗涤水 pH 值等)都是相互关联、互相影响的,当其中一个参数发生重大改变时,其他参数也会发生相应变化。

3.2 这种参数之间的相互关联性可作为仪器故障的指示:即如果单一传感器信号发生偏离或甚至不显示,可通过其他参数的变化判断传感器信号变化是否由传感器本身故障引起的,或者 EGC 系统本身的性能是否已发生改变。如果其他参数仍处于正常状态,可能说明仅仅是传感器本身发生了故障,并非废气和排放水排放不达标。

3.3 如果废气排放比或排放水监测仪器(pH、PAH、混浊度)发生了故障,船舶应保留能证明 EGC 系统持续合规的相关临时指示记录。文件记录及行动应至少包括(但不限于)如下内容:

(1) 故障发生时手动或自动记录的数据,用于确认 EGC 系统性能相关的所有其他参数值与故障发生之前一致;

(2) 故障开始时,记录相关燃油燃烧装置使用的各种燃油硫含量;

(3) 船上人员应在日志中记录监测设备故障,采用方案 A 的 EGC 系统,应记录所有可表明运转正常的参数。该记录可作为证明合规性的替代文件,直至故障被纠正;

(4) 应尽实际可行对发生故障的监测设备进行修理或更换。

4 报告

4.1 EGC 系统故障持续 1 小时以上或重复故障,应向船旗国主管机关和港口国主管机关报告,船舶为解决故障所采取的行动应予以说明。船旗国主管机关和港口国主管机关可考虑这些信息和其他相关信息,确定 EGC 系统发生故障时应采取的适当行动。一旦船舶在特殊情况下需要在不合规情况下继续其预定航程,应通知相关港口国以便根据公约要求决定采取适当的行动。