



中 国 船 级 社

船舶废气清洗系统试验及检验指南

(报批稿)

中国船级社上海规范研究所

2010.9

说 明

《船舶废气清洗系统试验及检验指南》(以下简称指南)的制定主要依据 IMO 通过的《废气清洗系统导则 (2009)》(MEPC.184 (59) 决议)。CCS 根据产品认可、检验、发证程序要求,对《废气清洗系统导则 (2009)》的框架进行了调整,并增加了 EGC 系统检验发证的程序及基本要求。

指南中规定了 EGC 系统设计、试验、检验、发证及符合性验证等方面的要求。

目 录

第 1 章 通则	1
1.1 适用范围及目的	1
1.2 一般规定	1
1.3 定义、缩写和符号说明	2
第 2 章 检验与发证	3
2.1 一般规定	3
2.2 检验	3
2.3 检验申请	3
2.4 证书	3
第 3 章 EGC系统认可、检验和发证—方案A	5
3.1 一般要求	5
3.2 图纸资料	5
3.3 EGC系统认可	5
3.4 排放试验	6
3.5 发证	7
3.6 EGC系统技术手册 (ETM-A)	7
3.7 船上验证程序	8
第 4 章 EGC系统认可、检验和发证—方案B	10
4.1 一般要求	10
4.2 图纸资料	10
4.3 认可	10
4.4 排放测量	10
4.5 船上验证程序	10
4.6 EGC系统技术手册 (ETM-B)	11
第 5 章 排放测量、数据记录与处理设备	12
5.1 排放测量	12
5.2 数据记录与处理设备	12
第 6 章 船上监测手册 (OMM)	13
6.1 一般要求	13
6.2 监测手册	13
第 7 章 船舶排放符合性	14
7.1 SO _x 排放符合计划 (SECP)	14
7.2 符合性证明	14
第 8 章 洗涤水	15
8.1 洗涤水排放标准	15
8.2 洗涤水监测	16
8.3 洗涤水监测数据记录	17
8.4 洗涤水残渣	17
附录 1 SO _x 排放符合证书的格式	18
附录 2 SO ₂ /CO ₂ 比值方法	20
附录 3 洗涤水数据收集	24

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(以下简称本社)检验的船舶废气清洗(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 装置进行试验(包括试验台及船上)。

1.1.2 指南的制定依据 IMO 通过的《废气清洗系统导则(2009)》(MEPC.184(59)决议)。

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方法方面的要求。通过该方法证明安装 EGC 系统后的船舶 SO_x 排放满足 MARPOL 附则 VI 第 14.1 和 14.4 条的要求。

1.2 一般规定

1.2.1 对于馏分油或渣油这类碳氢燃料来说,燃油硫含量与废气排放中 $\text{SO}_2(\text{ppm})/\text{CO}_2(\% \text{ v/v})$ 的比值存在对应的关系,不同燃油硫含量限值所对应的 SO_2/CO_2 比值见表 1.2.1。

表 1.2.1 燃油硫含量限值与 SO_2/CO_2 比值的对应关系

$\text{SO}_2(\text{ppm})/\text{CO}_2(\% \text{ v/v})$	燃油硫含量限值($\% \text{ m/m}$)	备注
195.0	4.50	MARPOL 附则 VI 第 14.1.1
151.7	3.50	MARPOL 附则 VI 第 14.1.2
65.0	1.50	MARPOL 附则 VI 第 14.4.1
43.3	1.00	MARPOL 附则 VI 第 14.4.2
21.7	0.50	MARPOL 附则 VI 第 14.1.3
4.3	0.10	MARPOL 附则 VI 第 14.4.3

1.2.2 EGC 系统排放符合性通过测量 SO_2/CO_2 比值的方法进行验证。

1.2.3 SO_2/CO_2 比值法仅适用于石油馏分油或渣油, SO_2/CO_2 比值方法及应用见本指南附录 2。

1.2.4 EGC 系统的洗涤水排放出口应尽量远离船舶海水进口,洗涤水 pH 在各种工作条件下都应维持在合适的水平,而不会对船舶的防污底系统、螺旋桨、舵、以及其他易受酸性排放影响的部件产生破坏作用或者加速关键金属部件的腐蚀。

1.2.5 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。

1.2.6 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。

1.3 定义、缩写和符号说明

1.3.1 定义

- (1) 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;
- (2) 方案 A (Scheme A): 系指通过台架试验和参数检查, 证明 EGC 系统排放符合性的一种检验和发证方法, 见本指南第 3 章;
- (3) 方案 B (Scheme B): 系指通过对废气中 SO_x 排放进行连续监测, 证明 EGC 系统排放符合性的一种检验方法, 见本指南第 4 章;
- (4) 核准值 (Certified Value): 系指采用制造厂规定的最大硫含量燃油时, EGC 装置持续工作所能达到的 SO_2/CO_2 比值;
- (5) 就地 (*In Situ*): 系指在 EGC 系统的废气管内直接取样;
- (6) 负荷范围 (Load Range): 系指柴油机最大额定功率或锅炉最大蒸发率;
- (7) EGC 记录簿 (EGC Record Book): 系指用来记录营运过程中 EGC 装置操作参数、部件调整、维护和使用的记录簿。

1.3.2 缩写

- (1) EGC (Exhaust Gas Cleaning): 废气清洗;
- (2) UTC (Universal Time Co-ordinated): 世界协调时;
- (3) MCR (Maximum Continuous Rating): 最大持续功率;
- (4) SECP (SO_x Emissions Compliance Plan): SO_x 排放符合计划;
- (5) SECC (SO_x Emissions Compliance Certificate): SO_x 排放符合证书;
- (6) ETM-A (EGC System-Technical Manual for Scheme A): 方案 A 的 EGC 系统技术手册;
- (7) ETM-B (EGC System-Technical Manual for Scheme B): 方案 B 的 EGC 系统技术手册;
- (8) OMM (Onboard Monitoring Manual): 船上监测手册;
- (9) GNSS (Global Navigational Satellite System): 全球航行卫星系统。

1.3.3 符号说明

- (1) SO_x : 硫氧化物;
- (2) SO_2 : 二氧化硫;
- (3) CO_2 : 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) **产品发证检验：**申请采用方案 A 的 EGC 系统应进行产品发证检验，通过试验证明在 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 装置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 EGC 系统的排放测量与数据记录、船上监测手册、船舶排放符合性、洗涤水应符合本指南第 5、6、7、8 章的规定。

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) EGC 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 单件认可

单件 EGC 装置应按如下规定进行认可：

- (1) 应通过试验证明 EGC 装置能达到制造厂规定的排放核准值，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指南 3.6.1 (2) 中规定的参数范围内。
- (2) 如试验没有采用制造厂规定的最大硫含量燃油，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 装置的工作性能，并能证明：如采用制造厂规定的最大硫含量燃油，EGC 装置仍能达到 3.3.1 (1) 所述的核准值。这种情况，至少应按 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 装置上依次进行，可在两台相同型号的 EGC 装置上分别进行。
- (3) EGC 装置的最大和最小(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评估，证明这些参数变动或者参数变动的组合不会导致 EGC 装置的排放超过核准值。
- (4) 所获得的数据应与 ETM-A 一并提交本社批准。

3.3.2 批量生产 EGC 装置认可

如与 3.3.1 发证 EGC 装置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，经本社同意后，可不必对每台 EGC 装置进行试验，但按此布置生产的每台 EGC 装置发证，都应接受本社认为必要的检验，以保证每台 EGC 装置按 3.6.1（2）规定的参数操作时，排放不会超过核准值。

3.3.3 不同容量 EGC 装置的认可

不同容量 EGC 装置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 装置，可选择 3 个不同流量的 EGC 系统进行试验， 3 个 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 装置进行试验。
- （2） 如容量不同的 EGC 装置在设计上有很大差异，则不应采用该试验程序，除非能证明实际运行时，这些差异不会本质上改变 EGC 装置的性能。
- （3） 对容量不同的 EGC 装置，应通过试验或其他数据详细说明 EGC 装置对燃烧装置类型及 3.6.1（2）中所列参数变化的敏感性。
- （4） EGC 装置容量变化对洗涤水特性的影响应予以详细说明。
- （5） 获取的所有证明数据应与每个容量 EGC 装置的 ETM-A 一起提交本社批准。

3.4 排放试验

3.4.1 EGC 系统应按第 5 章 5.1 的要求进行排放试验。

3.4.3 每台安装在不同燃油燃烧设备上的 EGC 装置，在表 3.4.2 规定的负荷范围内，并按本指南 3.6.1（2）规定的条件运行时，都应能将排放减少至等于或小于规定的核准值。

表 3.4.2

燃油燃烧设备	负荷范围
主推进柴油机	25%-100%
辅助用柴油机	10%-100%
用于推进和辅助用途的发电柴油机	10%-100%
锅炉	10%-100% ①

注①：如锅炉的负荷调节比更小，则取锅炉的实际负荷范围

3.4.4 为了证明 EGC 系统的性能，试验时应至少选择 4 个负荷点进行排放测量。一个负荷点取 EGC 装置最大废气质量流量的 95%-100%，一个负荷点选在 EGC 装置最小废气质量流量的 ±5% 以内，另外 2 个负荷点应在最大和最小废气质量流量间等距离分布。试验时如系统无法连续进行，应增加试验负荷点，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。如果有证据显示存在排放峰值（低于最大废气质量流量并高于最小废气质量流量），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。

3.4.5 负荷低于表 3.4.2 的规定值时，EGC 装置应能继续工作。对于燃油燃烧设备可能空

载工作的情况，在标准 O₂ 浓度条件下（柴油机 15.0%，锅炉 3.0%），SO₂ 排放浓度应不超过 50 ppm。

3.5 发证

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

3.5.2 每台 EGC 装置船上安装前或安装后，应能证明在 ETM-A 规定的工作条件和约束下，排放能达到制造厂规定的核准值。

3.5.3 满足 3.5.2 要求的 EGC 装置，本社将签发 SECC 证书，证书格式见附录 1。

3.5.4 设计和容量与 3.5.2 发证装置相同的批量生产 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。

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

3.5.6 对于仅处理烟道内部分废气的 EGC 装置，应经本社特别考虑，以确保在各种规定的工作条件下，系统下游的废气总排放值不超过核准值。

3.6 EGC 系统技术手册（ETM-A）

3.6.1 每台 EGC 装置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 装置的标识（制造厂、型号、序列号和其他必要的细节），包括装置和任何辅助系统的说明；

（2）EGC 装置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 燃油燃烧设备的功率、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，对于柴油机，应说明发动机是二冲程还是四冲程；

③ 最大和最小洗涤水流量、进口压力和进口水最小碱度（ISO 9963-1-2）；

④ 废气进口温度范围以及 EGC 系统运行时的最高和最低出口温度；

⑤ 燃油燃烧装置以 MCR 或 80% 的额定功率（取合适者）工作时，废气压差范围和最大的废气进口压力；

⑥ 提供足够中和剂所需的盐度或淡水成分；

⑦ EGC 装置设计和操作方面需考虑的其他因素。

（3）有关 EGC 装置或相关设备的任何要求或限制（保证排放不超过核准值）；

（4）为保持 EGC 装置性能所需的维修、保养、或调整，维修、保养和调整应在 EGC 记录簿中进行记录；

（5）系统排放超过适用的 SO₂/CO₂ 限值，或者洗涤水超出排放标准时的纠正措施；

-
- (6) 检验时使用的验证程序, 确认 EGC 装置按要求使用并保持性能 (见本指南 3.7);
 - (7) 系统工作范围内洗涤水特性变化;
 - (8) 洗涤水系统的设计要求;
 - (9) SECC 证书。

3.6.2 ETM-A 应经本社批准。

3.6.3 ETM-A 应保留在船上以备检验需要时提供。

3.6.4 如 EGC 装置的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-A 进行的修改应经本社批准。如对 ETM-A 内容的增加、删除或修改独立于最初批准的 ETM-A 文件, 则应与 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 装置的 ETM-A 都应包括一个验证程序, 按该程序进行检验时不需要专门的设备或深入了解系统, 如检验时需特殊的装置, 这些装置应作为系统的组成部分予以提供和维护。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: 如所有相关部件和操作值或设定值都在批准的范围内, 则认为 EGC 系统的性能满足要求, 而不必进行实际的废气排放测量。此外, 还要确认 EGC 装置是否适合于所要安装的燃油燃烧设备, 并作为 SO_x 排放符合计划 (SECP) 的组成部分。与《柴油机国际防止空气污染证书》(EIAPP 证书) 有关的技术档案 (如有), 或者由发动机制造厂或设计者或其他有资质机构签署的一份排气说明, 或者由锅炉制造厂或设计者或其他有资质机构签署的一份烟气说明, 可以用来判断 EGC 装置是否适合燃油燃烧设备。

3.7.2 验证程序中应包括所有可能影响 EGC 装置操作和性能的部件、操作值或设定。

3.7.3 验证程序应由 EGC 系统制造厂提交本社批准。

3.7.4 验证程序应包含 EGC 系统的文件核查和实物检查。

3.7.5 验船师应核实每台 EGC 系统按 ETM-A 的要求安装, 并备有要求的 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、操作值或设定的检查范围。如船上有多台 EGC 装置, 验船师可视情简化或减少船上检验的项目, 但对每种型号的 EGC 装置, 应至少完成其中一台的全部检验项目 (如相同型号的各台 EGC 装置工作方式相同)。

3.7.7 EGC 装置应设有系统工作时能自动记录运行参数的设施, 自动记录的频率应满足本指南 4.4.2 的要求, 记录参数至少包括: EGC 装置进口处的洗涤水压力和流量、EGC 装置前的废气压力和通过 EGC 装置后的压降、燃油燃烧设备的负荷、以及 EGC 装置前后的废气温度。数据记录系统应符合 5.2 和第 6 章的规定。如 EGC 装置按 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可作为数据记录的一部分。

3.7.8 采用方案 A 的 EGC 装置, 如未安装废气连续监测系统, 建议结合 3.7.7 中规定的参数检查, 每天对废气质量进行抽查 (考虑 SO₂/CO₂), 以验证其排放符合要求。如安装了废气连续监测系统, 仅需每天抽查 3.7.7 所列的参数, 以验证 EGC 装置操作正确。

3.7.9 如采用 3.7.1 中规定的验证程序，制造厂无法保证两次检验期间 EGC 装置能达到或低于核准值，或者按 3.7.1 规定的程序进行检验时需要专门的设备或深入了解系统，则建议使用方案 B，连续监测每台 EGC 装置的废气排放，以确认其符合附则 VI 第 14.1 条和/或第 14.4 条的要求。

3.7.10 船东应保留 EGC 装置记录簿，记录 EGC 装置操作、维护、部件更换信息。记录格式由 EGC 制造厂提交本社批准。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数据确认 EGC 装置的正确操作。EGC 装置操作、维护、部件更换信息也可记录在批准的船舶计划维修系统中。

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 方案 B 用来证明燃油燃烧装置安装 EGC 装置后，在任何负荷点（包括瞬时操作期间）的排放均能达到或低于所要求的排放值（如 SECP 中声明的排放核准值），进而符合 MARPOL 附则 VI 第 14.1 和/或 14.4 条的要求。

4.1.3 EGC 系统的排放测量与数据记录、船上监测手册、船舶排放符合性、洗涤水应符合本指南第 5、6、7、8 章的有关规定。

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）EGC 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 采用方案 B，船舶安装 EGC 系统后的排放符合性通过连续监测废气来验证。监测系统应经本社认可，并确认监测结果足以证明排放符合要求。

4.4 排放测量

4.4.1 应在 EGC 装置后选择合适的位置测量废气成份（考虑计算 SO₂（ppm）/CO₂（%）比值），废气成份的测量应符合本指南 5.1 的适用要求。

4.4.2 应连续监测 SO₂（ppm）、CO₂（%），并记录在数据记录与处理设备，记录频率不低于 0.0035Hz。

4.4.3 如采用一台以上的分析仪测定 SO₂/CO₂ 比，这些仪器应调整到相近的采样次数、测量次数，并保持数据输出同步，以保证测得的 SO₂/CO₂ 比值能真实反映废气成份。

4.5 船上验证程序

4.5.1 应每天抽查 3.7.7 所列参数以验证 EGC 装置的操作正确，并在 EGC 记录簿或机舱日

志系统中进行记录。

4.5.2 数据记录系统应满足第 5 章 5.2 和第 6 章的要求。

4.6 EGC 系统技术手册 (ETM-B)

4.6.1 每台 EGC 装置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) 装置的标识 (制造厂、型号、序列号和其他必要的细节)，包括对装置和辅助系统的说明；
- (2) EGC 装置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 拟安装 EGC 装置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；对于柴油机，应说明发动机是 2 冲程还是 4 冲程；
 - ③ 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)；
 - ④ 废气进口温度范围以及 EGC 装置工作时的最高和最低废气出口温度；
 - ⑤ 燃油燃烧装置以 MCR 或 80% 额定功率 (取合适者) 工作时，废气的压差范围和最大进口压力；
 - ⑥ 提供足够中和剂所需的盐度或淡水成分；
 - ⑦ 其他有关 EGC 装置操作的必要参数；
- (3) 有关 EGC 装置或相关设备的任何要求或限定 (保证排放不超过核准值)；
- (4) 系统工作范围内洗涤水特性变化；
- (5) 洗涤水系统的设计要求。

4.6.2 ETM-B 应经本社批准。

4.6.3 ETM-B 应保留在船上，以备检验需要时提供。

4.6.4 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 进行的修改应经本社批准。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。

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》（2010）第 5 章和相关附录的规定进行。

5.1.2 CO₂ 应采用非扩散性红外分析仪（NDIR）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的。

5.1.3 分析仪的性能应满足 CCS《船用柴油机氮氧化物排放试验及检验指南》（2010）附录 4 中 1.6-1.10 的要求。

5.1.4 应在 EGC 装置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 可采用就地测量系统或抽吸采样系统进行监测。

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 如采用就地系统测量 SO₂，还应测量废气含水量，用来进行干湿修正。

5.1.9 如 EGC 装置会降低废气中 CO₂ 的浓度，CO₂ 浓度可在 EGC 装置的入口处测量，但应进行正确的修正。

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 数据记录和处理设备应按 UTC 时间和船舶位置（GNSS 确定）记录 3.7.7、4.4.2 和 8.3 要求的数据。

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），在此期间，如果装置发生了变化，船东仍应确保数据保留在船上，并在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）的制定应考虑每台符合要求且进行标识的 EGC 装置及相应的燃油燃烧设备。

6.1.2 手册应明确如何对监测进行检验。

6.2 监测手册

6.2.1 监测手册应至少包括如下方面的内容：

- (1) 用于评估 EGC 系统性能和洗涤水监测的传感器及其使用、维护和校准要求；
- (2) 废气排放测量和洗涤水监测的取样位置，以及必要辅助系统的细节，如样品传输、样品处理装置以及相关的使用或维护要求；
- (3) 分析仪及其使用、维护和校准要求；
- (4) 分析仪零位与量程检查程序；
- (5) 与监测系统正常功能或使用（证明符合性）相关的其他信息或数据。

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 EGC 装置清洗废气 SO_x (部分或全部)的所有船舶,都应备有一份本社批准的 SO_x排放符合计划 (SECP)。

7.1.2 SECP 应列出每个需要满足 MARPOL 附则 VI 要求的燃油燃烧设备。

7.1.3 采用方案 A 时,SECP 应说明如何通过连续监测数据证明 3.7.7 中规定的参数维持在制造厂推荐范围内;而采用方案 B 时,可通过检查每天的关键参数记录予以证明。

7.1.4 采用方案 B 时,SECP 应说明如何通过连续废气排放监测数据,证明船舶总的 SO_x(ppm)/CO₂(%) 比值低于本指南 1.2.1 给出的相应限值。采用方案 A 时,可通过检查每天的废气排放记录予以证明。

7.1.5 有些设备如小型发动机和锅炉,尤其是当这些设备位于远离主机器处所的位置时,可能无法安装 EGC 装置,这样的燃油燃烧设备也应列入 SECP 符合计划。对于这些不能安装 EGC 装置的燃油燃烧设备,则应使用符合 MARPOL 附则 VI 第 14.1 和/或 14.4 条要求的燃油。

7.2 符合性证明

7.2.1 采用方案 A 时,应满足下列要求:

- (1) SECP 应参考本指南第 3 章规定的 ETM-A、EGC 记录簿或机舱日志系统、OMM。维修保养也可在批准的船舶计划保养系统中进行记录。
- (2) 对于 7.1.2 所列的所有燃油燃烧设备,都应提供详细资料证明 3.6.1(2)规定的有关工作值和限值都能满足。
- (3) EGC 装置工作时,应按 3.7.7 的要求监测和记录参数以证明符合性。

7.2.2 采用方案 B 时,SECP 应参考本指南第 4 章规定的 ETM-B、EGC 记录簿或机舱日志系统、OMM。

第 8 章 洗涤水

8.1 洗涤水排放标准^①

8.1.1 当 EGC 系统在码头、港口或河口内工作时，应对洗涤水进行连续监测和记录。监测和记录参数包括 pH 值、PAH 值、混浊度和温度。在其它地区，只要 EGC 系统投入运行，连续监测和记录装置也要投入工作（短时间的维护和清洗除外）。排放水 pH 值、PAH 值、混浊度、硝酸盐含量、添加剂与其它化学物质应分别符合 8.1.2-8.1.6 的有关规定。

8.1.2 洗涤水 pH 值应符合以下要求之一，并记录在 ETM-A 或 ETM-B 中：

- (1) 排放洗涤水的 pH 值不小于 6.5（在舷外排放中测量），但在船舶机动操纵时，进口水、排放水之间的酸碱度允许相差最大不超过 2 pH 单位（分别在船舶进水口和舷外排放中测量）。
- (2) 船舶停靠港口进行 EGC 装置安装后交付试验期间，在舷外洗涤水排放水流中测量 pH 值，当离排放点 4 m 处的排放水流 pH 值等于或大于 6.5 时，记录船舶舷外监测点的排放水 pH 值，取得最小 6.5 时的舷外监测 pH 值将作为洗涤水排放 pH 限值。

8.1.3 洗涤水 PAH（多环芳烃）应符合下列要求，相应差值限值在 ETM-A 或 ETM-B 中予以说明：

- (1) 洗涤水连续最大 PAH 浓度应不超过进口水 PAH 浓度的 50 $\mu\text{g/L}$ 。洗涤水 PAH 浓度应在排放前测量，测量点安排在水处理设备下游，但在任何洗涤水稀释或其他药剂添加装置（如使用）的上游。
- (2) 上述 50 $\mu\text{g/L}$ 限值是流量为 45 t/MWh 的洗涤水通过 EGC 装置后的标准值（其中，MW 系指燃油燃烧装置的 MCR 或 80%额定功率）。表 8.1.3 中给出了洗涤水流量与 PAH 浓度差值限值的对应关系。

表 8.1.3 洗涤水 PAH 浓度限值

洗涤水流量 (t/MWh)	PAH 浓度差值限值 ($\mu\text{g/L}$)	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

^① 洗涤水排放标准可根据将来获得的排放水份及其影响数据，做进一步的修订。

洗涤水流量 (t/MWh)	PAH 浓度差值限值 ($\mu\text{g/L}$)	测量技术
45	50	荧光
90	25	荧光

注①：流量大于 2.5t/MWh 时，应采用荧光测量技术。

(3) 考虑到存在 EGC 装置非正常起动的情况，允许每 12 h 运行周期内有一个 15 min 的时间段，洗涤水连续 PAH 浓度超过上述限值一倍以内。

8.1.4 洗涤水混浊度/悬浮颗粒物应符合下列要求，并在 ETM-A 或 ETM-B 中记录混浊度限值：

- (1) 洗涤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。
- (2) 洗涤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。洗涤水混浊度应在排放前测量，测量点安排在水处理设备下游、但在洗涤水稀释装置或其它药剂添加装置的上游。
- (3) 允许每 12 h 运行周期内有一个 15 min 的时间段，洗涤水连续混浊度超过上述排放限值的 20%。

8.1.5 洗涤水硝酸盐含量应符合下列要求：

- (1) 洗涤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 (洗涤水排放速率为 45t/MWh 时的标准值)，取大者。
- (2) 每次换证检验时，应能提供每个 EGC 系统检验前 3 个月的舷外硝酸盐排放数据，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 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 8.1.5 (1)，明确洗涤水流量与硝酸盐排放浓度限值的对应关系，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。
- (3) 所有的系统都应测量排放水中的硝酸盐含量，如通常的硝酸盐量均高于排放上限的 80%，应在 ETM-A 或 ETM-B 中进行记录。

8.1.6 如废气清洗系统采用化学物质、添加剂、制剂或系统中有相关化学物质产生，则应对洗涤水进行评估。洗涤水评估可考虑相关的指南（如 MEPC.126(53) 决议-使用活性物质的压载水管理系统认可程序 (G9)），如必要，可另外制定洗涤水排放标准。

8.2 洗涤水监测

8.2.1 pH 值、油含量（PAH 浓度测量）和混浊度应连续监测和记录，监测与记录设备除满足本指南 5.2 的要求外，还应满足 8.2.2-8.2.5 规定的性能标准。

8.2.2 pH 电极和酸碱计应具有 0.1pH 的分辨率和温度补偿。pH 电极应至少符合 BS 2586 标准或等效标准的要求，酸碱计应达到或超过 BS EN ISO 60746-2:2003 的要求。

8.2.3 PAH 监测设备应至少能监测表 8.1.3 规定限值两倍的 PAH 浓度。正常工作范围内，PAH 监测设备应能准确地工作且偏差不超过 5%。

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

8.2.5 混浊度监测设备应满足 ISO 7027:1999 或 USEPA 180.1 的要求。

8.3 洗涤水监测数据记录

8.3.1 数据记录系统应符合本指南 5.2 和第 6 章的要求，并连续记录洗涤水的 pH 值、PAH 和混浊度。

8.4 洗涤水残渣

8.4.1 EGC 装置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。

8.4.2 安装 EGC 装置的每艘船舶，应在 EGC 日志中记录洗涤水残渣的储存和处理，包括储存和处理的日期、时间和位置。EGC 日志可作为已有日志簿或电子记录系统的一部分。

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 UNIT 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2008年MEPC.176(58)决议修订的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 by resolution MEPC.176(58) in 2008, 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）装置已按本指南中方案 A 的要求进行了检验。

That the exhaust gas cleaning (EGC) unit 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 装置有效。

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

装置制造厂 Unit manufacturer	型号 Model/type	序列号 Serial number	EGC 装置和技术手册认可号 EGC System Unit and Technical Manual approval number

本证书的副本应与 EGC 系统技术手册一起，一直保留在安装上述 EGC 装置的船上。

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

经政府授权安装在船上的 EGC 装置，在整个使用生命周期内按照本指南 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 unit subject to surveys in accordance with section 2.2 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 SO₂/CO₂ 比值方法

- 1 通过采用 SO₂/CO₂ 比值方法，可直接监测废气排放以验证符合本指南表 1.2.1 所列的排放限值。如 EGC 系统在废气清洗过程中吸收 CO₂，则应在清洗前测量 CO₂ 浓度，然后用清洗前 CO₂ 浓度和清洗后 SO₂ 浓度计算 SO₂/CO₂ 比值。对于常规的低碱性清洗系统，实际上废气清洗过程并没有吸收 CO₂，CO₂、SO₂ 浓度都可安排在废气清洗后测量。
- 2 对于碳氢类馏分油和渣油，碳的质量百分比非常接近，而氢含量会有所不同，因此可认为：对于给定的碳消耗量，硫的消耗与燃料中的硫含量是成比例的，也就是说，SO₂/CO₂ 比是一个定值。
- 3 通过计算燃料中硫和碳的质量比（本附录表 1），可以证明硫含量 1.5% 燃料所对应的 SO₂/CO₂ 限值为 65（ppm/%），表 1 中的硫、碳质量比用来计算废气中相应的 SO₂ 和 CO₂ 浓度（本附录表 2），摩尔质量（MW）用来把质量分数转换为摩尔分数。从表 2 可以看出：硫含量 1.5% 的燃料，CO₂ 浓度从 8% 变换成 0.5% 时，绝对的 SO₂ 浓度发生了变化，但废气的 SO₂/CO₂ 比值并没有变化，说明过量空气变化对 SO₂/CO₂ 比值没有影响。SO₂/CO₂ 比值与燃油/空气比无关，说明在任何工作点都可以应用 SO₂/CO₂ 比值方法（包括无制动功率输出的工况）。

从表 2 还可以看到，硫含量均为 1.5% 的馏分油与渣油，废气排放的 SO₂/CO₂ 比值有点变化，这是因为两种燃料的氢碳原子比 (H:C) 存在较大的差异。图 1 显示了 SO₂/CO₂ 比值对燃料氢碳原子比 (H:C) 和硫含量的敏感程度，可以得出，燃料中硫含量小于 3.00% 时，馏分油和渣油的 S/C 比差值小于 5.0%。

对于非石油燃料油，MARPOL 附则 VI 第 14.1 和/或 14.4 条规定的硫含量所对应的 SO₂/CO₂ 比值应经本社批准。

表1：船用馏分油和渣油的燃料特性*

	碳	氢	硫	其它	C	H	S	燃料 S/C	废气 SO ₂ /CO ₂
燃料种类	% (m/m)	% (m/m)	% (m/m)	% (m/m)	mol/kg	mol/kg	mol/kg	mol/mol	ppm/% (v/v)
馏分油	86.20	13.60	0.17	0.03	71.8333	136	0.0531	0.00074	7.39559
渣油	86.10	10.90	2.70	0.30	71.7500	109	0.8438	0.01176	117.5958
馏分油	85.05	13.42	1.50	0.03	70.8750	134.2	0.4688	0.006614	66.1376
渣油	87.17	11.03	1.50	0.30	72.6417	110.3	0.4688	0.006453	64.5291

* 表中燃料特性来源于 MEPC.103(49) 决议：船上 NO_x 检验程序指南-直接测量和监测方法。

表 2: 对应于 1.5%硫含量燃料的排放计算

	S (% (m/m))	CO ₂ (%)	SO ₂ (ppm)	排放的 SO ₂ /CO ₂ (ppm/%)	排放的 S/C (m/m)
馏分油	0.17	8	59.1	7.4	0.00197
渣油	2.70	8	939.7	117.5	0.03136
馏分油	1.5	8	528.5	<u>66.1</u>	<u>0.01764</u>
渣油	1.5	8	515.7	<u>64.5</u>	<u>0.01721</u>
馏分油	1.5	0.5	33.0	<u>66.1</u>	<u>0.01764</u>
渣油 1.5	1.5	0.5	32.2	<u>64.5</u>	<u>0.01721</u>

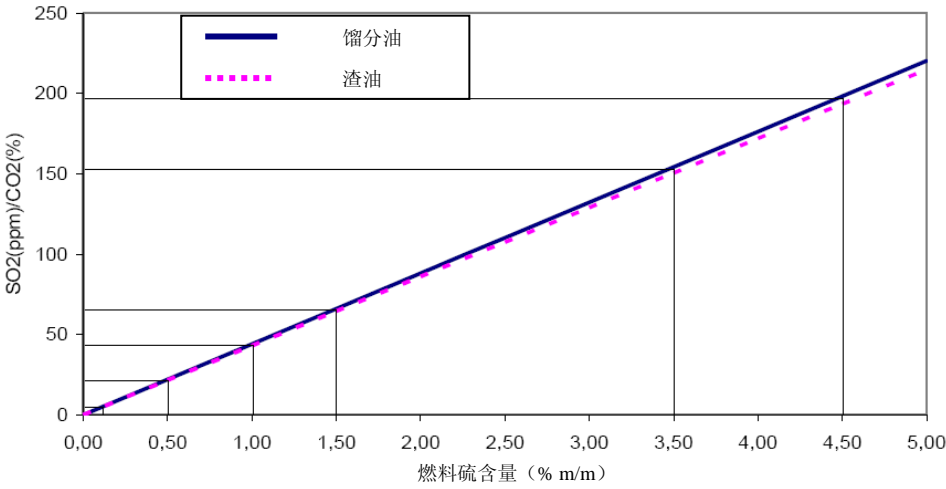


图 1 废气排放中 SO₂/CO₂ 比值与燃料硫含量的关系

- 4 对于硫含量 1.5%的馏分油和渣油来说，SO₂/CO₂ 限值 65 与 6.0 g/kWh SO₂ 排放限值间的对应关系，可通过两种燃料的 S/C 质量比相似得以证明。计算时取船用柴油机的平均燃油消耗率 200 g/kWh 作为柴油机的单位燃油消耗量。燃料的硫、碳质量比 $\left(\frac{S}{C}\right)_{fuel}$ 按下式计算：

$$\left(\frac{S}{C}\right)_{fuel} = \frac{SO_{2,BSFC} * (MW_S / MW_{SO_2})}{BSFC * C_{fuel}}$$

式中：

BSFC -单位燃油消耗量，取 200g/kWh；

$SO_{2,BSFC}$ —假定 BSFC 为 200g/kWh 的柴油机,燃烧 1.5%硫含量燃油后废气排放中的 SO_2 限值,取 6.0, g/kWh;

MW_s —硫的摩尔质量,取 32.065 g/mol;

MW_{SO_2} — SO_2 的摩尔质量,取 64.064 g/mol;

C_{fuel} —1.5%硫含量燃料中碳的质量百分比含量,馏分油取 85.05%,渣油取 87.17%(见表 1);

按上式可计算出 1.5%硫含量馏分油和渣油的硫、碳质量比 S/C 分别为: 0.01765、0.01723。从排放计算表 2 可看出: 计算出的硫、碳质量比 S/C 相差都在 0.10%以内,说明 SO_2/CO_2 限值 65 与 6.0 g/kWh SO_2 排放限值之间存在一一对应的关系。

上述计算用到的两个数值: SO_2 排放限值 6.0 g/kWh、柴油机单位燃油消耗量 200g/kWh,均来自 MARPOL 公约附则 VI 的有关规定。

5 燃料燃烧后,废气排放中 SO_2/CO_2 比值的计算方法如下:

完全燃烧:

$$\frac{SO_2(ppm)}{CO_2(\%)} \leq 65$$

非完全燃烧:

$$\frac{SO_2(ppm)}{CO_2(\%) + (CO(ppm)/10000 + (THC(ppm)/10000)} \leq 65$$

注: 以上计算用到的气体浓度,均应取含水量相同时的测量值;如测量时含水量不同,应转换成相同含水量的浓度值(如:全湿、全干)。

6 以下是采用 SO_2/CO_2 (^①ppm/%) 比值方法验证船舶 SO_x 排放符合 Marpol 公约附则 VI 要求的基础:

- (1) SO_2/CO_2 限值可以用来确定燃油燃烧器(不产生机械动力)的排放符合性;
- (2) SO_2/CO_2 限值可用来确定各种功率输出工况下(包括怠速工况)的排放符合性;
- (3) 采用 SO_2/CO_2 限值方法,仅需要在一个取样位置测量两种气体浓度;
- (4) 运用该方法时,不需要测量转速、扭矩、废气流量或燃油流量等发动机参数;
- (5) 如测量两种气体浓度的样品含水量相同(如全湿、全干),则 SO_2/CO_2 比值计算时

^① ppm 系指“百万分之”,假定理想气体,气体分析仪基于摩尔单位测量的 ppm 气体浓度。实际上是指每个摩尔物质总量中所含某气体成分的微摩尔数($\mu\text{mol/mol}$)。

-
- 不需要进行干湿换算；
- (6) 采用该方法可以完全将燃油燃烧装置的热效率与 EGC 装置分开；
 - (7) 不需要知道燃料特性；
 - (8) 由于在同一位置仅进行 2 次测量，两台分析仪进行联调就可以尽可能地降低发动机或 EGC 装置的瞬态影响。
 - (9) SO_2/CO_2 限值与废气稀释量无关。EGC 装置内的水蒸发可能会稀释废气，但这种稀释可作为废气取样预处理系统的一部分。

附录 3 洗涤水数据收集

本指南给出的洗涤水排放标准为 EGC 系统设计提供初步的参考,将来如能获得更多洗涤水成分及其影响方面的数据,可进一步修订洗涤水排放标准。因此,需要主管机关进一步提供相关数据,并提请船东和 EGC 制造厂对进口水、洗涤水(在洗涤塔后,所有水处理系统前)、排放水进行取样和分析。

应在 EGC 系统认可试验时或交付使用后马上进行一次洗涤水取样,之后的两年运行期内,以大约 12 个月的间隔再进行取样(总计至少 3 个样本)。取样与分析应按 EPA 或 ISO 试验要求进行,样本分析由专门的实验室完成,分析参数包括:pH 值、PAH、硝酸盐、亚硝酸盐、镉、铜、镍、铅、锌、砷、铬、钒。试验的范围可根据情况调整。

提交的取样数据应至少包括洗涤水排放流量、排放稀释(如适用)、发动机功率以及燃料规格等信息。

对于提交了上述洗涤水信息的船舶,将来如实施更严格的洗涤水排放标准,可建议免除其现有装置的排放符合性要求。主管机关应将这些信息提交 IMO,并由 IMO 以合适的方式进行分发。