

指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD20-2015



中国船级社

船舶废气清洗系统设计与安装指南

北京
2015年10月

目 录

第 1 章 通则.....	1
1.1 适用范围.....	1
1.2 附加标志.....	1
1.3 定义与缩写.....	1
1.4 目标和功能要求.....	2
1.5 风险分析.....	3
1.6 图纸资料.....	4
1.7 船上试验和检验.....	5
1.8 持证.....	6
第 2 章 系统设计与布置.....	7
2.1 一般要求.....	7
2.2 与燃油燃烧设备匹配.....	9
2.3 排气背压.....	9
2.4 旁通或其他等效措施.....	9
2.5 排气管互连.....	10
2.6 脱硫剂选用及其贮运.....	10
2.7 碱液/浆液制备与供应.....	12
2.8 洗涤水系统.....	13
2.9 脱硫渣系统.....	13
2.10 排气系统.....	14
2.11 海水/淡水系统.....	14
第 3 章 机械设备.....	15
3.1 脱硫塔.....	15
3.2 泵和风机.....	15
3.3 压力容器.....	16
3.4 旁通与隔离装置.....	16
3.5 洗涤水处理装置.....	16
第 4 章 控制、监测与安全保护.....	17
4.1 一般要求.....	17
4.2 控制、监测与安全系统.....	17
第 5 章 操作手册.....	19
5.1 一般要求.....	19
5.2 应急程序.....	19

前言

国际公约、相关地区及国家关于船舶 SO_x 排放控制的要求越来越多，公约及相关地区/国家法规关于燃油硫含量的限值要求见表 0。

注：为方便用户参考，表 0 仅列出了 MARPOL 公约附则 VI、欧盟法令（EU low sulphur directive 2005/33/EC）、CARB 法规（California Code of Regulation Titles 13 and 17）、香港规例《空气污染管制（远洋船只）（停泊期间使用燃料）规例》关于船舶使用燃油硫含量限值、实施日期及实施区域的部分要求，详细要求应以上述公约、法令/法规为准。

表 0-燃油硫含量限值要求一览表

公约/法规	燃油硫含量 (%m/m)	实施日期	实施区域
MARPOL 公约附则 VI	3.50	2012 年 1 月 1 日	SO _x 排放控制区外
	0.50 ¹	2020 年 1 月 1 日	
	1.00	2010 年 7 月 1 日	SO _x 排放控制区内 ²
	0.10	2015 年 1 月 1 日	
EU 法令	0.10	2010 年 1 月 1 日	欧盟港口 ³
CARB 法规	1.50 ⁴	2009 年 7 月 1 日	加利福尼亚水域 ⁶
	0.50 ⁵		
	1.00 ⁴	2012 年 8 月 1 日	
	0.50 ⁵		
香港规例	0.10 ⁴	2014 年 1 月 1 日	香港港口 ⁷
	0.10 ⁵		
香港规例	0.50	2015 年 7 月 1 日	香港港口 ⁷

注：

1. IMO 已成立专家组，对燃油全球市场供应和需求、燃油市场发展趋势等进行分析评估，以确定该硫含量燃油的可获得性，如判定届时船舶无法满足该要求，则硫含量 0.50% m/m 的燃油标准将于 2025 年 1 月 1 日实施。
2. MARPOL 公约附则 VI 第 14 条规定的排放控制区，目前包括：波罗的海海域、北海海域、北美海域、美国加勒比海海域（2014 年 1 月 1 日实施）。
3. 欧盟港口停泊（包括锚泊、系浮筒、码头靠泊）超过 2 小时的船舶不得使用硫含量超过 0.10% 的燃油。
4. Marine gas oil，对应 ISO 8217 标准规定的 DMA 级馏分油。
5. Marine diesel oil，对应 ISO 8217 标准规定的 DMB 级馏分油。
6. 加利福尼亚沿岸 24 海里海域及港口。
7. 香港港口停泊期间，船舶不得使用硫含量超过 0.50% 的燃油。

船舶废气中的 SO_x 是燃油中的硫燃烧后形成的污染物，通过燃油燃烧设备（如柴油机、锅炉等）自身技术改造很难达到 SO_x 排放控制目的，只能通过燃料前处理、废气后

处理或者替代燃料的方式进行控制，即：

- 燃料前处理方式，采用专门的工艺对燃油进行脱硫处理，船舶直接使用符合规定的低硫燃油。
- 废气后处理方式，通过安装废气处理装置，把废气中的 SO_x 清除，达到与使用低硫燃油等效的减排效果。
- 替代燃料，船舶使用天然气等清洁燃料，由于天然气燃料含硫量很低，燃烧后的 SO_x 排放也很低。

而随着全球排放控制区域越来越多，尤其是从 2020 年开始，全球航行船舶只能使用硫含量不超过 0.5% 的燃油，将导致低硫燃油的供应紧张，船舶营运的燃料成本压力剧增，废气后处理或者替代燃料成为船东和设计者考虑选择的主要替代方案。

废气清洗系统是船舶运输领域应用较多的后处理技术，IMO 专门制定了《废气清洗系统导则（2009）》（MEPC.184(59) 决议）（以下简称《导则》，并于 2015 年批准通过了该导则修订案（MEPC.259(68)）。该导则规定了废气清洗系统排放符合性（包括废气排放和洗涤水排放）验证方法和检验程序，是 EGC 系统法定检验的主要依据。CCS 以该《导则》（2009）为基础，制定了《船舶废气清洗系统试验和检验指南》（2011）（以下简称《EGC 系统检验指南》）。

而废气清洗系统作为船上重要的防污染设备之一，除了满足法定的排放标准及符合性验证要求以外，还需要考虑系统运行安全有关的问题，即系统的操作和使用不会对船舶、重要设备及人员安全造成不可接受的危害。本指南从船舶安全角度出发，规定了废气清洗系统设计、制造、布置、控制监测、安装试验等方面的要求，作为规范的补充，旨在为船舶设计、建造/改造、检验、试验等提供指导。

第 1 章 通则

1.1 适用范围

1.1.1 本指南适用于为减少船上燃油燃烧装置 SO_x 排放而安装的湿式废气清洗系统（以下简称 EGC 系统），采用干式脱硫系统应经特殊考虑。

1.1.2 指南规定了 EGC 系统设计、制造、安装布置、控制监测及试验等方面的要求。

1.1.3 本指南仅为规范的补充，EGC 系统除满足本指南要求外，还应满足 CCS《钢质海船入级规范》或《国内航行海船建造规范》或《钢质内河船舶建造规范》（以下均简称 CCS《规范》）、CCS《散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》（以下简称 CCS《散化规范》）的有关要求。此类船舶尚应注意船旗国主管机关的有关规定（如有时）。

1.1.4 如 CCS 经主管机关授权签发 MARPOL 附则 VI 规定的 IAPP 证书，则按《EGC 系统检验指南》的规定验证 EGC 系统的排放符合性也属船级社管辖范畴。

1.2 附加标志

1.2.1 船舶为减少 SO_x 排放而安装的 EGC 系统，如按本指南的要求进行设计、制造、试验，且排放符合性已按《EGC 系统检验指南》的要求进行了验证，经检验合格后可授予 SEC (EGCS) 附加标志：

1.3 定义与缩写

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、锅炉或其他燃油燃烧设备。
- (2) 脱硫系统 (Desulfurization System): 系指用来脱除燃油燃烧装置废气中 SO_x 而设置的脱硫塔及配套辅助设备、仪表、管路等的总称。
- (3) 脱硫塔 (Scrubber): 系指脱硫工艺中脱除 SO_x 等有害物质的反应装置。

-
- (4) 脱硫剂 (Desulfurization Agent): 系指用来脱除 SO_x 等有害物质的各类反应剂, 如 NaOH 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 MgO 等。
 - (5) 脱硫渣 (Residue): 系指脱硫工艺中脱硫剂与 SO_x 等有害物质反应后生成的副产物、未反应的脱硫剂和杂质、及系统捕集的烟尘颗粒等混合物。
 - (6) 碱液/浆液 (Alkali Solution): 系指脱硫剂溶于水形成的碱性溶液, 本指南中碱液通常指氢氧化钠 (NaOH) 溶液, 浆液是指 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 溶液。
 - (7) 脱硫塔阻力 (Pressure Resistance of the Scrubber): 系指脱硫塔入口与出口废气的全压差, 单位 Pa。
 - (8) 湿式脱硫系统 (Wet Desulfurization System): 系指脱硫剂以水溶液或浆液状态与燃油燃烧装置的废气直接接触, 脱除废气中 SO_x 的系统。
 - (9) 干式脱硫系统 (Dry Desulfurization System): 系指脱硫剂以颗粒粉末状态与燃油燃烧装置的废气直接接触, 脱除废气中 SO_x 的系统。
 - (10) 增压风机 (Booster fan): 系指为克服脱硫系统烟气阻力而增加的风机。

1.3.2 缩写与符号说明

- (1) EGC (Exhaust Gas Cleaning): 废气清洗;
- (2) SCR (Selective Catalytic Reduction): 选择性催化还原;
- (3) MCR (Maximum Continuous Rating): 最大持续功率;
- (4) FOCU (Fuel Oil Combustion Unit): 燃油燃烧装置。
- (5) SO_x : 硫氧化物;
- (6) SO_2 : 二氧化硫;
- (7) CO_2 : 二氧化碳;
- (8) NaOH : 氢氧化钠;
- (9) $\text{Mg}(\text{OH})_2$: 氢氧化镁;
- (10) MgO : 氧化镁;
- (11) CARB (California Air Resources Board): 加利福尼亚空气资源委员会;
- (12) EU (European Union): 欧洲联盟 (简称欧盟)。

1.4 目标和功能要求

1.4.1 本指南旨在为 EGC 系统的设计、制造、船上安装布置、操作安全提供标准, 以尽可能地避免或减少 EGC 系统的安装和使用对船舶、重要设备和人员安全造成

危害。

1.4.2 为实现上述目标，EGC 系统的设计、制造、安装布置等应能实现如下功能要求：

- (1) 适应船舶营运的环境条件和工作条件；
- (2) 能有效地处理与其连接燃油燃烧装置的废气 SO_x 排放；
- (3) 应尽可能地减少 EGC 系统安装和运行对燃油燃烧装置的影响，确保燃油燃烧装置能连续工作，且运行参数、功率输出等始终维持在设计范围以内；
- (4) 应防止可燃、易爆、有毒气体的意外积聚或扩散；
- (5) 应防止化学物质（如脱硫剂）泄露和扩散对船体结构或其他设备系统造成破坏；
- (6) 应防止低温、高温、运转设备等对船员或其他设备造成伤害；
- (7) 应针对潜在的火灾风险设置探火、防火和灭火措施；
- (8) EGC 系统的安装和布置应考虑对船体结构、船舶稳性和载重线的影响；
- (9) 应采取合适的控制、监测、安全保护系统以确保其安全可靠地运行。

1.5 风险分析

1.5.1 应采用公认的风险分析/评估方法（如 IEC/ISO 31010）对 EGC 系统设计、布置、操作有关的安全问题进行分析和评估，并考虑采取合适的措施对已识别的风险进行控制。

1.5.2 风险分析一般应考虑如下可能的风险：

- 环境条件与工作条件的适应性；
- 对燃油燃烧装置的安全运行影响；
- 可燃、易爆、有毒气体的意外积聚或扩散；
- 化学物质的泄露和扩散；
- 低温、高温、运动设备等对船员或其他设备造成伤害；
- 潜在的火灾风险。

1.5.3 风险分析报告一般应包含如下几个方面的内容：

- (1) 用于风险分析的标准和方法；

-
- (2) 分析时所做的各种假定和前提条件;
 - (3) 分析对象, 如系统、设备、操作等;
 - (4) 可能存在的风险;
 - (5) 产生风险的原因;
 - (6) 风险可能造成的影响;
 - (7) 防止或减轻风险危害所采取的措施及落实。

1.6 图纸资料

1.6.1 申请 EGC 系统型式认可时, 应向 CCS 提交如下图纸资料批准或备查:

- (1) 产品主要性能规格书, 主要包括但不限于如下内容:
 - 设计处理能力, 如 EGC 系统所能处理的最大废气和洗涤水量;
 - 工作条件及限制, 如 EGC 系统进口废气温度范围和压力范围、出口废气温度范围、压力损失、洗涤水进口压力与碱度、中和剂类型、系统运行控制参数及设定、适用的最大燃油硫含量等;
 - 主要性能与排放指标, 如中和剂消耗率、淡水/海水消耗率、处理后的废气硫碳比 (SO_2 (ppm) / CO_2 (%v/v))、洗涤水排放指标等。
- (2) 总图;
- (3) 脱硫塔结构图及细节, 包括连接结构、开孔、喷嘴、填料、除湿等结构布置;
- (4) 工作原理与流程图及说明;
- (5) 主要零部件的材料细节 (含接触介质对所用材料的腐蚀性评估);
- (6) 添加化学物质的详细资料, 包括其腐蚀、毒性、易燃、化学反应等, 以及其储存、驳运、处理、使用时的相关限制条件;
- (7) 控制、监测与安全保护系统图及说明, 包括基本控制策略、设定、废气和洗涤水排放监测位置等;
- (8) 电气系统图;
- (9) 型式试验大纲 (申请型式认可时);
- (10) 风险分析报告 (按 1.5 的规定, 备查);
- (11) 操作手册 (按第 5 章的规定, 备查);

-
- (12) 计算书（如 EGC 系统处理能力计算，备查）；
 - (13) 主要配套备件（如有时）清单、型号及技术参数（备查）；
 - (14) 铭牌图（备查）。
- 1.6.2 拟安装 EGC 系统的船舶，应向 CCS 提交如下图纸资料批准或备查：
- (1) 脱硫塔安装布置图，包括排气汇集装置（如适用）、旁通与隔离装置（如安装）；
 - (2) 脱硫塔安装基座及与船舶结构连接有关的详图；
 - (3) 系统对船舶稳性和载重线影响的评估资料；
 - (4) 脱硫剂加注、储存、驳运、制备等有关的布置细节，包括储存舱/柜的容量计算；
 - (5) 洗涤水和脱硫渣处理有关的舱柜/罐容积及布置；
 - (6) 系统相关舱柜的空气管、测量管和溢流管布置图；
 - (7) 主要管系图；
 - (8) 控制、监测与安全保护系统；
 - (9) 报警与显示点清单；
 - (10) EGC 系统紧急停机装置；
 - (11) 船上试验大纲；
 - (12) 证明 EGC 系统与燃油燃烧装置匹配详细资料（按 2.2 的规定，备查）；

1.7 船上试验和检验

1.7.1 EGC 系统船上安装后应进行整合试验，确认相关系统及设备功能正常且工作稳定，主要工作参数控制在设计范围内。试验时应考虑各种运行工况和负荷条件。

1.7.2 试验项目应根据风险分析的结果确定，与系统运行有关的控制、报警、安全保护等应进行验证。

1.7.3 EGC 系统还应按《EGC 系统检验指南》的规定进行检验和试验。

注：EGC 系统的排放符合性检验属法定要求，如 CCS 经主管机关授权签发 IAPP 证书，则应按《EGC 系统检验指南》的规定验证 EGC 系统的排放性能。

1.8 持证

1.8.1 EGC 系统应经认可，系统及部件应按 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章的规定进行检验和发证。

第 2 章 系统设计与布置

2.1 一般要求

2.1.1 构成 EGC 系统的机械设备、电气设备及控制系统等，应分别按 CCS《钢规》第 3、4、7 篇规定的环境条件/工作环境进行设计、选型、布置。

2.1.2 EGC 系统相关管系、设备的材料应与其接触介质的特性及工作条件相适应。金属和非金属材料选择时一般应遵循如下原则：

- (1) 金属材料宜以碳钢材料为主。对金属材料表面可能接触腐蚀性介质的区域，应根据脱硫工艺不同部位的实际情况，衬以抗腐蚀性和耐磨损性的非金属材料；
- (2) 当以金属材料作为承压部件，所衬非金属材料作为防腐部件时，应充分考虑非金属材料 and 金属材料之间的黏结强度，同时，承压部件的自身设计应确保非金属材料能够长期稳定地附着在承压部件上。
- (3) 对于接触腐蚀性介质的某些部位，如果采用碳钢衬以非金属材料难以达到工程应用要求，应根据介质的腐蚀性和磨损性，采用以镍基材料为主的不锈钢。当经过充分论证后，部分区域也可采用具有抗腐蚀性的低合金钢。其适用介质条件见表 2-1。

表 2-1 镍基不锈钢适用介质条件

序号	材料成分	适用介质	备注
1	铁-镍-铬合金	净烟气、低温原烟气	
2	铁-镍-铬合金 铁-钼-镍-铬合金	pH 为 3-6，氯离子浓度 $\leq 60000\text{mg/L}$ 的浆液	两者使用条件有差异，实际选用时应注意。

- (4) 非金属材料主要可选用玻璃鳞片树脂、玻璃钢、塑料、橡胶、陶瓷类产品用于防腐蚀和磨损，其适宜的使用部位见表 2-2。对于含氟较高的烟气，防腐材料中不得含有玻璃成分。

表 2-2 主要非金属材料及使用部位

序号	材料名称	材料主要成分	使用部位
1	玻璃鳞片树脂	玻璃鳞片 乙烯基酯树脂 酚醛树脂 环氧树脂	脱硫后净烟气、低温原烟气段、脱硫塔、脱硫浆液箱/罐等内衬
2	花岗岩	二氧化硅	脱硫塔塔体、副塔、烟道、沉淀池、浆液池、滤液池等内衬
3	塑料	聚丙烯、聚乙烯、聚氨酯、聚氯乙烯等	脱硫液管道、除雾器、泵叶轮、泵体内衬
4	玻璃钢	玻璃纤维 乙烯基酯树脂 酚醛树脂	脱硫塔喷淋层、管道、箱罐 脱硫塔出口烟道 脱硫塔塔体
5	陶瓷	碳化硅、氮化硅	脱硫喷嘴、冷却降温喷嘴
6	橡胶	氯化丁基橡胶 氯化橡胶 丁苯橡胶	脱硫塔、管道、箱罐、水力旋流器等 的内衬 真空皮带机、输送皮带

- 2.1.3 可能积聚可燃、有毒或蒸汽的处所，应满足第 3 篇 1.3.4 的通风要求。
- 2.1.4 暴露于腐蚀环境的零部件及管系，应满足第 3 篇 1.3.5 的防腐蚀要求。
- 2.1.5 应按《钢规》第 3 篇第 1 章 1.3.6 的要求设有适当的防护措施，防止 EGC 系统工作和维护时可能对船上人员造成的伤害。
- 2.1.6 EGC 系统对船舶稳性和载重线的影响应进行评估，评估时需考虑 EGC 系统工作状态，计算与评估有关的详细资料应提交船级社批准。
- 2.1.7 EGC 系统应能在热态工况下投入工作，不会由于热冲击造成任何破坏。
- 2.1.8 如系统运行时可能出现烟灰沉积、结垢等，应考虑采取适当的措施予以清理。
- 2.1.9 EGC 系统的安装及运行应不会导致柴油机的 NO_x 排放超出柴油机 EIAPP 证

书中的规定值。

2.1.10 EGC 系统的结构设计、布置应便于安装、操作和维护。

2.1.11 如废气系统除安装 EGC 系统以外，还安装了其他后处理装置（如 SCR），则船上安装时应考虑这些后处理系统之间的兼容性。

2.2 与燃油燃烧设备匹配

2.2.1 每一拟安装的 EGC 系统，应能有效地处理与其相连燃油燃烧装置最大持续功率（MCR）工况下的废气排放。对于柴油机，MCR 是指其额定功率，对于锅炉，是指额定蒸发量或额定热功率。

2.2.2 对于 EGC 系统与多台燃油燃烧装置相连的情况，如实际营运时并非所有与之相连的燃油燃烧装置同时工作，EGC 系统的废气处理能力可按实际工作时最大可能的废气排放量之和确定，而不必考虑所有装置同时运行工况。

2.2.3 各种工况及运行模式下，EGC 系统应与所连接燃油燃烧装置匹配，相关资料应提交船级社批准。

2.3 排气背压

2.3.1 EGC 系统船上安装后，在各种运行条件下排气背压应能始终维持在燃油燃烧装置制造厂规定的范围内。

2.3.2 如需安装风机以维持所需背压，风机的设置应考虑当其失效时，燃油燃烧装置仍能持续工作。对于多台燃油燃烧装置共用 EGC 系统的情况，风机的设置应考虑所有相连燃油燃烧装置的背压要求。

2.3.3 应采取合适的措施减少风机（如设有）因腐蚀、脏堵而影响其正常工作的风险。

2.4 旁通或其他等效措施

2.4.1 EGC 系统的设计与布置应保证当 EGC 系统故障或正常停止工作时，燃油燃烧装置仍能正常运行。

2.4.2 如设有旁通装置，应设有正确指示其工作状态的装置。旁通装置应工作可靠，任何情况下应保证燃油燃烧装置能安全运行。

2.4.3 如不设旁通，应确保即使 EGC 系统停止工作，燃油燃烧装置产生的高温排气也能顺利排出，而不会对 EGC 系统及其构件造成破坏。这种情况下，EGC 系统的设计还应考虑高温排气直接冲刷后灰尘积聚、结碳等风险。

2.5 排气管互连

2.5.1 一般情况下，船上各个燃油燃烧装置的排气管应相互独立，不允许相互连接。如设计者充分考虑了潜在风险，并采取有效隔离装置防止排气倒流至停止工作的燃油燃烧装置，经本社同意，允许多个燃油燃烧装置的排气管连接至同一 EGC 系统进行排气处理。

2.5.2 应采取有效措施，防止隔离装置处于关闭状态时起动被隔离的燃油燃烧装置。

2.5.3 隔离装置应工作可靠，任何情况下发生故障，应保证燃油燃烧装置能安全运行。

2.6 脱硫剂选用及其贮运

2.6.1 选用氧化镁 (MgO) 作脱硫剂时，氧化镁含量宜大于 85% 或者满足 EGC 系统制造厂的规定，酸不溶物宜小于 3% (干基)。

2.6.2 脱硫剂的贮运、制备系统应设有必要的扬尘污染控制措施。

2.6.3 当采用粉状脱硫剂时，物料装卸区的布置应考虑风向。

2.6.4 应采取必要的措施防止脱硫剂贮存时吸潮、变质与板结。

2.6.5 脱硫剂储存舱/柜的容量设计，应考虑船舶拟营运的航线、拟使用的燃油硫含量、燃油设备的燃油消耗率等因素确定。

2.6.6 如脱硫剂会对人员造成伤害，船上进行脱硫剂加注、碱液/浆液制备等可能发生危险的作业时，相关工作人员应使用合适的保护装备 (包括大围裙、长袖橡胶手套、抗化学性材料制成的连体工作服、抗化学性材料的贴肉护目镜和/或面罩)，保护身体的任何部位免受伤害。船上应至少备有 3 套保护装备，这些装备应保存在起居处所外易于到达的专用储存柜内。脱硫剂加注总管及泵附近还应备有洗眼药水和洗眼器。

2.6.7 脱硫剂储存舱柜及泵不应位于控制站、起居处所和服务处所。脱硫剂储存

舱柜及泵所在处所应设有机械通风，通风次数应不小于 8 次/h；处所的通道应能从开敞甲板直接进入。脱硫剂储存处所及入口旁，应张贴小心和应急响应有关的安全及操作指示。

2.6.8 采用氢氧化钠（NaOH）溶液（以下简称碱液）做脱硫剂时，还应满足如下要求：

- (1) 碱液储存、驳运相关的管系、舱柜、承滴盘或其他可能与溶液接触的任何部件，禁止使用铝、锌、铜或镀锌钢等材料。
- (2) 碱液储存及输运过程中应维持在规定温度范围内，为此应设有合适的温度控制措施，防止温度低时发生氢氧化钠结晶，或者温度高时导致材料过度腐蚀。
- (3) 储存柜的布置应考虑其他加热舱柜或设施传热产生的影响。当发生溢流或泄漏时，不会滴落到可燃或加热表面。尤其是不能布置在锅炉上方或者与蒸汽管很近。
- (4) 储存柜应按钢规第 3 篇第 3 章第 10 节的要求装设空气管、溢流管和液位测量装置。空气管和测量管（如设有）的出口应引至开敞的安全位置，并采取必要措施防止对人员可能造成的伤害。溢出的碱液应引向适合的溢流柜或其他舱柜。

如设置舱柜高液位报警装置替代溢流管，应符合如下要求：

- ①舱柜设计压力应考虑舱柜底部至空气管出口处液体高度产生的静压力；和
 - ②空气管头开口下端应设有合适的碱液承滴盘。
- (5) 储存柜应设有就地温度、液位指示装置，并应在有人值班控制站显示。
 - (6) 可能发生泄露的位置应安装承滴盘，防止泄露的碱液滴落或扩散到其他结构或设备处造成破坏。
 - (7) 承滴盘应设有泄放装置，将承滴盘内的碱液泄放到溢流柜或其他适合的舱柜，泄放管路上应安装止回阀；或者作为替代，设有泄漏监测装置及快速关闭阀，当发生泄漏时可快速地自动切断碱液，采用该设计布置时，承滴盘的容量应能足够容纳可能的泄露。
 - (8) 加注站应位于开敞甲板，且远离任何点火源，其布置应保证一旦加注站发生泄漏不会导致碱液与其他非兼容的材料接触或混合。封闭或半封闭的加

注站如设有效通风，也可接受。加注接口或其他可能泄露的位置应按 2.6.8 (6)、(7) 的要求设承滴盘。

(9) 如从储存柜引出的管路一旦破坏，会导致碱液逸出，则应在储柜上设有一个快速关闭阀，该阀除能就地关闭外，还应能在储存柜所处外易于接近的安全位置进行操作。

2.6.9 如采用氢氧化镁 ($Mg(OH)_2$) 溶液 (以下简称浆液) 做脱硫剂，还应根据浆液的特性及危险性，遵循同等安全原则考虑满足 2.6.8 的相关要求。

2.7 碱液/浆液制备与供应

2.7.1 采用固体脱硫剂时，应设有必要的碱液/浆液制备系统，将固体脱硫剂配制成一定浓度的碱液/浆液供脱硫装置使用。

2.7.2 碱液/浆液制备系统应设有脱硫剂计量装置，配制的碱液/浆液浓度应满足脱硫系统的要求，并控制在工艺允许的范围内，碱液/浆液的浓度和消耗量宜纳入自动控制系统。

2.7.3 采用氧化镁作为脱硫剂时，制备的浆液细度应至少保证 200 目 90% 的过筛滤，否则应设置预处理系统。

2.7.4 碱液/浆液制备能力应按设计工况下脱硫剂消耗量的 150% 设计，并应设有足够容量的储罐，容量不低于脱硫系统设计工况下 2h 的碱液/浆液消耗量。

2.7.5 应采取合适的措施防止碱液/浆液制备时因放热可能导致的危害。

2.7.6 碱液/浆液储罐应设有防沉淀装置，如加装浆叶式搅拌器、气力/水力搅拌装置等。

2.7.7 应至少设有 2 台碱液/浆液供应泵，其中任 1 台应能供应脱硫系统设计工况下需要的碱液/浆液，另外 1 台备用。

2.7.8 碱液/浆液的供应能自动控制进行，保证系统的脱硫效率持续满足设计要求。

2.7.9 碱液/浆液管系应独立于船上其他管系，且不应设在或通过起居处所、服务处所、控制站。

2.7.10 碱液/浆液管系不应布置在锅炉上方或者靠近蒸汽管路、废气系统、需要绝热的热表面或其他点火源。

2.7.11 碱液/浆液管路的接头应尽量少，除了一些必要的阀及设备采用法兰连接以外，直接连接的管路应全部采用焊接，以尽量减小泄露的风险。

2.7.12 碱液/浆液制备与供应系统中可能发生泄露的位置应安装承滴盘，防止泄露的碱液/浆液滴落或扩散到其他结构或设备处造成破坏。

2.7.13 管系选用的阀及附件应适合工作介质的特性。

2.7.14 碱液/浆液管路上应安装合适的过滤装置，其布置应能保证滤器清洗时，仍能不间断地供应碱液/浆液。

2.7.15 碱液/浆液管系应设有排空及冲洗设施，当脱硫系统停止运行时，及时排空并清洗。

2.8 洗涤水系统

2.8.1 洗涤水管路及其附件，应综合考虑其接触介质的温度、酸碱度等特性选择合适的材料。如采用塑料管，应符合钢规第3篇第2章2.4.3的要求。

2.8.2 洗涤水系统应至少设两台循环泵，循环泵的入口应设有过滤装置。

2.8.3 洗涤水系统应设有必要的冷却系统，保证洗涤水进脱硫塔的温度始终维持在设计范围之内。

2.8.4 洗涤水舷外排放系统不应与其他系统相连，排放管路及附件应考虑防腐措施，如应用了不同的金属材料，还应考虑防止电化腐蚀。

2.8.5 应保证船舶在正常航行吃水情况下，舷外排放口始终处于舷外水面以下，并采取有效的措施防止舷外水倒流。

2.8.6 洗涤水舷外排放口应尽量远离海水吸入口，并应考虑船舶推进特征，防止对螺旋桨或推进器、船体外板等造成腐蚀。舷外排放口的布置应便于洗涤水取样。

2.9 脱硫渣系统

2.9.1 废气清洗过程产生的脱硫渣应储存在指定的脱硫渣柜，并与机舱的残渣柜分开。脱硫渣应能排放到合适的岸上接收装置。

2.9.2 脱硫渣柜的材料应依据脱硫系统残渣的腐蚀特性进行选择。

2.9.3 脱硫渣柜的设计应考虑清洁方便，脱硫渣柜如兼作脱硫剂储存柜的溢流柜，则有关脱硫剂储存柜的要求也要满足。

2.9.4 脱硫渣柜的容量应依据预期产生的脱硫渣量进行设计，计算时应考虑脱硫装置的类型、数量以及可排放脱硫渣港口之间最大的航行时间等因素。如缺少准确数据，可按 30 天计算。

2.9.5 脱硫渣柜应按《钢规》第 3 篇第 3 章第 10 节的要求设空气管和液位测量装置，空气管和测量管（如设有）的出口应位于开敞的安全位置。

2.9.6 脱硫渣柜应设高位报警。

2.10 排气系统

2.10.1 排气系统除满足本指南要求外，其材料、设计、制造、安装布置等还应满足《钢规》第 3 篇第 1、2、4、9 章的有关要求。

2.10.2 有关排气旁通、隔离的要求见本指南 2.4、2.5。

2.10.3 排气系统上安装的脱硫塔及其构件应满足本指南 3.1 的要求。

2.10.4 脱硫装置排气入口处应充分考虑温度、湿度变化而可能造成的腐蚀。

2.10.5 脱硫塔的排气进口温度应能维持在脱硫系统设备厂规定的范围以内。

2.10.6 脱硫塔后的排气管及部件应采取必要的防腐措施，并设必要的冷凝水排放设施。

2.10.7 应采取适当的措施防止脱硫后排气中的水蒸气发生冷凝，如适当的加热、排气管隔热等。

2.11 海水/淡水系统

2.11.1 为废气脱硫装置服务的海水和/或淡水系统应满足 CCS《钢规》第 3 篇第 1、2、3 章的有关要求。

2.11.2 如 EGC 系统的海水/淡水系统与船上其他系统相连，则应设有可靠的防倒流设施。

2.11.3 海水/淡水泵的排量应足够供应脱硫系统最大工作负荷条件下所需的海水/淡水量而不会影响船舶其他重要辅助系统的正常运行。

第 3 章 机械设备

3.1 脱硫塔

3.1.1 脱硫塔及其构件应采用耐腐蚀不锈钢材料或其他耐腐蚀材料制成，能承受可能接触介质的酸碱腐蚀及温度变化。

3.1.2 脱硫塔的壳体、支撑构件等应能承受船舶设计工况下可能遇到的载荷，包括船舶摇摆产生的动态载荷。

3.1.3 脱硫塔及其内部结构设计应考虑防磨、防腐、防冲刷。

3.1.4 应设有可靠的泄放设施，当 EGC 系统不工作或紧急需要时，可迅速将系统内的洗涤液泄放到指定舱柜。

3.1.5 脱硫塔应密闭，防止废气和/或洗涤水泄漏到处所内。

3.1.6 脱硫塔烟道入口段的设计应考虑废气倒流和颗粒物沉积的可能。

3.1.7 脱硫塔如设计有工作液位，则应采取措施保证塔内洗涤水液位维持在规定范围内，并应设有水位显示与监测设施，当水位超出范围时发出报警。

3.1.8 为防止脱硫塔内的洗涤水倒灌至燃油燃烧装置，脱硫塔应按《钢规》第 3 篇第 3 章第 10 节的要求设置溢流装置。溢流管应按洗涤水泵最大排量的 1.25 倍确定其尺寸。

3.1.9 如塔内洗涤水酸碱度作为脱硫过程控制的重要参数，则应设有洗涤水 pH 监测设施。

3.1.10 应设有必要的人孔/检查孔、通道和平台，以方便塔内零部件更换、检修、维护和清洁。

3.1.11 喷淋系统的设计、布置应考虑结垢、堵塞、磨损等风险，并考虑设有合适的冲洗设施。

3.1.12 应设有必要的气液分离装置，防止脱硫后的废气离开脱硫塔时携带液滴。

3.2 泵和风机

3.2.1 对 EGC 系统连续运行重要的泵和风机，应冗余配置，当其中任一泵和风机停止工作时，其余泵和风机的排量仍能满足 EGC 系统设计工作条件下运行需要。

3.3 压力容器

3.3.1 EGC 系统使用的压力容器应按《钢规》第 3 篇第 6 章的规定进行设计、制造、安装和试验。

3.4 旁通与隔离装置

3.4.1 废气旁通和隔离装置应满足 2.4、2.5 的要求，并按《钢规》第 1 篇第 3 章规定进行认可和检验。

3.5 洗涤水处理装置

3.5.1 EGC 系统应设有专门的洗涤水处理装置，对脱硫后的洗涤水进行氧化、沉淀、分离等处理以达到《EGC 系统检验指南》规定的排放标准。

3.5.2 洗涤水处理装置应足以处理 EGC 系统设计工况下的脱硫渣量。

3.5.3 应按《EGC 系统检验指南》的要求设置洗涤水排放监测系统，洗涤水排放前应进行检测，合格后方可排放。

注：《EGC 系统检验指南》第 8 章规定了 pH、PAH、混浊度、硝酸盐等洗涤水排放标准，并规定了上述排放指标的监测与记录要求。

3.5.5 洗涤水处理装置及其部件应设有合适的压力泄放装置以防止可能的超压。

3.5.6 滤器的安装和布置应保证当进行清洗或更换时，不会中断 EGC 系统的运行。

3.5.7 洗涤水处理后产生的残渣应按指南 2.9 的规定进行储存和处理。

第 4 章 控制、监测与安全保护

4.1 一般要求

4.1.1 脱硫装置的控制、监测及安全系统除满足本章要求外，还应符合 CCS《规范》第 7 篇第 1、2 章的规定。

4.1.2 脱硫装置除按本章 4.2 的要求设置监测、报警和安全保护外，还应按《EGC 系统检验指南》的要求进行设置。

4.2 控制、监测与安全系统

4.2.1 为保证 EGC 系统及相应燃油设备的工作参数始终维持在的规定范围以内，脱硫系统应能实现自动控制运行，并设有手动操作的设施。

4.2.2 应根据风险分析的结果确定 EGC 系统的监测与安全保护项目，一般可按表 4.2.2 的要求设置监测、报警及指示，EGC 系统控制站应设有相关的报警和指示。

4.2.3 应在 EGC 系统就地控制站和集控室（如设有）设紧急停机装置，用来停止系统运行，并打开废气旁通装置（如安装）。EGC 系统停机不应影响燃油燃烧装置的可靠运行。

4.2.4 当遥控系统发生故障（如设有）或应急情况下，EGC 系统应能实现就地控制和监测，系统安全操作所需的重要参数及设备工作状态，应在就地控制站设有指示。

4.2.5 安全停机保护动作触发时，应在正常工作控制位置及就地控制站发出报警，并能指示导致停机的故障，且除非系统进行人工复位，否则系统不能自动重新启动。

表4.2.2 监测报警及安全保护

监测项目	指示	报警	自动停机及旁通 ^①
废气增压风机（如设有）	运行	停止工作 ^②	
废气旁通或隔离装置（如设有）	工作位置		
废气旁通或隔离装置动力源	运行	失效	
脱硫塔废气进口温度	X	高	
脱硫塔废气出口温度	X	高	X(过高)

废气通过EGC装置的压降 ^③	X	高	X (过高)
洗涤水泵和/或碱液/浆液泵	运行	停止工作 ^②	
洗涤水和/或碱液/浆液供应压力	X	低 ^②	X (过低)
洗涤水和/或碱液/浆液供应温度	X	高	
脱硫塔水位 (如适用)	X	高	X (过高)
碱液储存柜温度	X	低/高	
碱液储存柜液位	X	低/高	
碱液系统承滴盘液位 (如适用)	X	高 ^④	
脱硫渣柜液位	X	高	
控制、报警及安全系统电源	工作	失效	
紧急停机	X	X	X

注:

- ① EGC 装置如不适合干式条件下工作, 停机后废气应自动旁通;
- ② 如设有备用风机、泵, 则应起动, 否则应自动停机, 并旁通废气;
- ③ 背压超过燃油燃烧装置允许的最大值之前应发出报警;
- ④ 按 2.6.8 (7) 的要求, 探测到碱液泄漏后报警, 并自动切断碱液供应。

第 5 章 操作手册

5.1 一般要求

5.1.1 船上应备有 EGC 系统操作手册，明确系统操作、检查、维护、安全等方面的程序和计划。

5.1.2 手册一般应至少包括如下几方面的内容：

- (1) EGC 系统的操作、检查、维护有关的程序与计划；
- (2) 监测与安全保护系统的日常测试和维护有关的程序与计划；
- (3) 系统运行拟使用的化学物质加注、储存及使用有关的特别说明；
- (4) 系统运行有关的工作条件和限制条件；
- (5) 应急程序。

5.2 应急程序

5.2.1 应针对 EGC 系统操作使用过程中可能发生的故障制定相应的应急程序，如紧急停机、废气旁通与隔离、洗涤水/碱液泄漏等方面的操作程序和责任人安排，以尽可能减少对船舶及相关燃油燃烧设备安全运行产生的影响。