

指导性文件  
GUIDANCE NOTES  
GD23-2020



中国船级社

# 船舶废气再循环（EGR）系统应用指南 2020

2020年12月1日生效

北京

## 目 录

前言.....	1
第 1 章通则.....	2
1.1 适用范围.....	2
1.2 附加标志.....	2
1.3 定义与缩写.....	2
1.4 目标和功能要求.....	4
1.5 风险分析.....	5
第 2 章系统设计与布置.....	7
2.1 一般要求.....	7
2.2 与柴油机的兼容性.....	7
2.3 EGR 系统.....	7
2.4 柴油机增压扫气系统.....	8
2.5 洗涤水系统.....	8
2.6 排放水系统.....	9
2.7 碱液系统.....	9
2.8 残渣系统.....	11
2.9 海水/淡水系统.....	11
第 3 章系统设备.....	13
3.1 EGR 单元.....	13
3.2 压力容器.....	13
3.3 洗涤水处理装置.....	13
第 4 章控制、监测与安全保护.....	15
4.1 一般要求.....	15
4.2 控制、监测与安全系统.....	15
第 5 章检验与发证.....	18
5.1 图纸资料.....	18
5.2 检验.....	19
第 6 章操作手册.....	23
6.1 一般要求.....	23
6.2 应急程序.....	23

## 前言

国际公约、相关地区及国家关于船用柴油机的 NO<sub>x</sub> 排放控制要求越来越严格，促使工业界研究和应用各种减排技术，减少船舶的 NO<sub>x</sub> 排放。

为了满足 MARPOL 公约附则 VI 第 13 条 Tier III NO<sub>x</sub> 排放标准，目前在船上主要可以采用如下三种技术，即：

- (1) 选择性催化还原 (SCR)；
- (2) 废气再循环 (EGR)；
- (3) 清洁替代燃料。

EGR 是为了减少柴油机 NO<sub>x</sub> 排放或其他目的而采取的一种技术。

采用 EGR 减排技术的柴油机，一般通过旁通一部分废气，经处理与新鲜空气混合后进入气缸，降低燃烧室内氧浓度及燃烧温度，从而降低气缸内 NO<sub>x</sub> 的生成量。船舶营运时可根据实际运行区域的排放要求转换工作模式，如 Tier III 模式、Tier II 模式。而再循环废气在进入气缸之前，一般都需要进行冷却、清洁、脱硫（当使用的燃油硫含量较高时）等处理，为此还需要设置洗涤水循环、碱液供应（如需要）、洗涤水处理等附加的辅助系统。

船舶应用 EGR 技术时，相关系统和设备的运行、柴油机工作模式转换、化学物质的使用等可能会对船舶的安全运行产生影响，需要进行风险识别和评估，并采取合适的措施予以控制，以防止对船舶、重要设备（如柴油机）及船上人员的安全造成不可接受的危害。

本指南从船舶安全角度出发，规定了船舶为满足 NO<sub>x</sub> 排放要求而应用 EGR 技术时，相关系统与设备的设计、制造、安装布置、控制监测、检验试验等方面的要求，作为规范的补充，旨在为船舶设计、建造、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用柴油机 NO<sub>x</sub> 排放而安装的废气再循环系统（以下简称 EGR 系统）以及相关辅助系统。

注：对于新颖设计或为了其他目的而安装的废气再循环系统及相关辅助系统，可根据具体的设计确定本指南中的适用要求。

1.1.2 本指南规定了 EGR 系统及辅助系统设计、制造、安装布置、控制与监测、试验及检验等方面的要求。

1.1.3 本指南仅为相关规范的补充，EGR 系统及辅助系统除满足本指南要求外，还应符合 CCS《钢质海船入级规范》（以下简称 CCS《钢规》）或其他适用规范的有关规定。

1.1.4 如为保证 EGR 系统正常运行而设置了再循环废气处理用的辅助系统，则任何来自 EGR 辅助系统的排放水应符合 IMO《2018EGR 排放水排放指南》（MEPC.307（73）决议）的规定。

1.1.5 EGR 系统应与柴油机一起进行验证试验。

1.1.6 如 CCS 经主管机关授权签发 MARPOL 附则 VI 规定的 IAPP 证书，则还应按 CCS《船用柴油机氮氧化物排放试验及检验指南》的规定验证排放符合性。

### 1.2 附加标志

1.2.1 船舶为减少 NO<sub>x</sub> 排放而安装的 EGR 系统及相关辅助系统，如按本指南的适用要求进行设计、制造、安装布置、试验，且 NO<sub>x</sub> 排放符合性已按《船用柴油机氮氧化物排放试验及检验指南》的要求进行了验证，排放水符合 IMO《2018EGR 排放水排放指南》的规定，经检验合格后可授予 NEC（EGRS）附加标志。

### 1.3 定义与缩写

#### 1.3.1 定义

(1) 废气再循环 (Exhaust Gas Recirculation): 系指为减少柴油机 NO<sub>x</sub> 排放或其他目的，将柴油机排气中的一部分引回至气缸内的过程。

(2) EGR 系统 (Exhaust Gas Recirculation System): 系指为实现上述定义 (1) 的目的和过程，而另外安装或改装在柴油机上的相关设备、部件和系统，一般包括 EGR 单元、阀件、EGR 风机以及控制与监测报警系统等，统称为 EGR 系统，如图 1.3.1 (1) 所示。

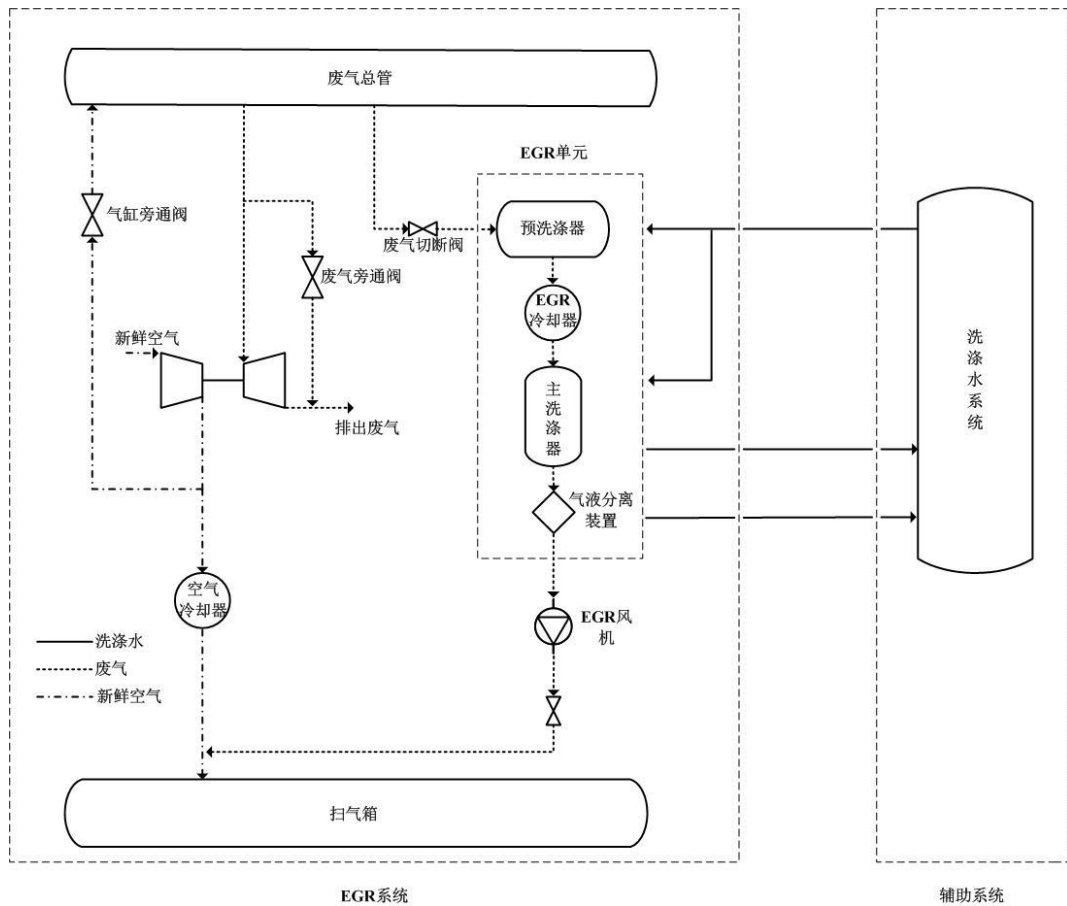


图 1.3.1 (1) 典型的 EGR 系统及辅助系统示意图

(3) 辅助系统 (Auxiliary System): 系指为再循环废气处理而设置的相关系统和设备, 如图 1.3.1 (2) 所示, 一般包括洗涤水、碱液供应、排放水、残渣、海水/淡水、控制与监测报警系统等。

注 1: 柴油机使用的燃料种类、硫含量等不同, 对再循环废气的处理要求也会不同, 用于废气处理的辅助系统可能会有不同的设计, 这种情况下, 可根据实际设计确定辅助系统应满足的适用要求。

注 2: 本指南中, 再循环废气脱硫所添加的碱性化学物质通常是指 NaOH, 且一般以一定浓度的水溶液形式在船上储存和使用, 指南中的相关要求都是基于 NaOH 溶液的特性制定的。如采用其他碱性化学物质, 申请者应评估该化学物质的特性, 识别储存、使用该化学物质可能存在的风险, 提交相关资料供本社考虑。

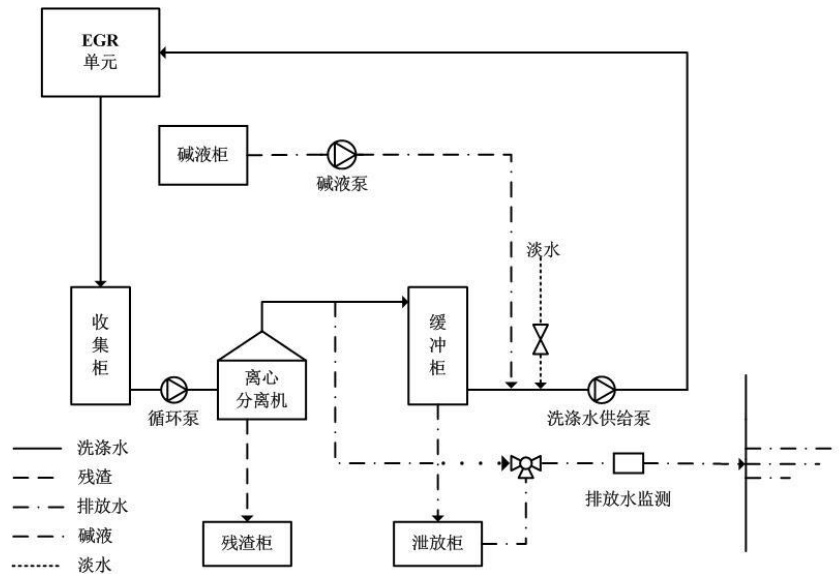


图 1.3.1 (2) 典型的 EGR 辅助系统示意图

(4) EGR 单元 (EGR Unit): 系指用于再循环废气与洗涤水混合进行冷却、洗涤、脱硫 (如适用) 等处理过程的装置。一般包括预洗涤器、冷却器、主洗涤器、气液分离装置等部件或设备。

(5) 洗涤水 (Washwater): 系指用来除去废气中的  $\text{SO}_x$ 、烟灰、颗粒物等而引入的清洗介质。

(6) 排放水 (Discharge water): 系指来自 EGR 辅助系统, 被排至舷外的任何水。

(7) 洗涤水处理装置 (Washwater Treatment Plant): 系指用于净化洗涤水使其适合于再循环废气洗涤或者达到排放水排放标准的装置。

(8) EGR 残渣 (EGR Residue): 系指通过处理装置从洗涤水中分离出来的物质, 或者不满足排放标准的排放水或其他来自 EGR 系统及辅助系统的残渣物。

(9) 碱液 (Alkali Solution): 系指氢氧化钠 (NaOH) 水溶液。

(10) EGR 风机 (EGR Blower): 系指用于再循环废气流动而设置的风机。

### 1.3.2 缩写与符号说明

(1) EGR (Exhaust Gas Recirculation): 废气再循环;

(2)  $\text{NO}_x$ : 氮氧化物;

(3)  $\text{SO}_x$ : 硫氧化物;

(4) NaOH: 氢氧化钠。

## 1.4 目标和功能要求

1.4.1 本指南旨在为 EGR 系统及相关辅助系统的设计、制造、布置、安装、

---

检验试验等提供安全标准,以尽可能地减少 EGR 及相关辅助系统的安装和运行对船舶、重要设备和船上人员安全造成不可接受的危害。

1.4.2 为实现上述目标, EGR 系统及相关辅助系统的设计、制造、安装布置等应满足如下功能要求:

- (1) 适应船舶营运的各种环境条件和工作条件;
- (2) EGR 系统应与柴油机相匹配,一方面保证安装 EGR 的柴油机 NO<sub>x</sub> 排放满足法规要求,另一方面保证 EGR 系统的安装和运行不会对柴油机的安全产生影响,或者可以采取适当的措施消除/减少这些影响;
- (3) 所使用的材料应与其接触的介质、工作环境相适应;
- (4) 考虑在各种工作模式、各种情况下,不会影响柴油机的持续可靠运行;
- (5) 尽可能地减少化学物质使用可能引起的相关危险;
- (6) 防止洗涤水倒灌柴油机;
- (7) 防止高温、运转设备等对船员和其他设备造成伤害;
- (8) 防止可燃、易爆、有毒气体的意外积聚或扩散;
- (9) 采取合适的控制、监测和安全保护以确保其安全可靠地运行;
- (10) 应针对潜在的火灾风险,采取合适的防火、探火和灭火措施;
- (11) 便于相关系统及设备的检查、维护及内部零部件更换。

## 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 EGR 系统及辅助系统设计、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 分析时一般应考虑如下可能的风险:

- (1) 环境条件、工作条件的适应性;
- (2) 对柴油机安全运行的影响;
- (3) 可燃、易爆、有毒气体的意外积聚或扩散;
- (4) 化学物质的泄漏和扩散;
- (5) 高温、运转设备等对船员或其他设备造成伤害;
- (6) 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。

---

## 第 2 章系统设计与布置

### 2.1 一般要求

2.1.1 构成 EGR 系统及辅助系统的机械设备、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 应按 CCS《钢规》第 3 篇第 1 章 1.3.6 的要求设有适当的防护措施，防止系统工作和维护时可能对船上人员造成的伤害。

2.1.3 如系统运行时可能存在烟灰沉积、结垢等风险，应采取适当的措施予以控制。

2.1.4 EGR 系统应由柴油机制造者、设计者或者经授权的机构设计。

2.1.5 应采取必要的措施保证 EGR 系统不运行时，柴油机仍可持续运行。

2.1.6 系统的设计应保证柴油机在适用的工作模式下和工作模式转换时均可持续稳定运转。

2.1.7 安装 EGR 系统柴油机的轴系振动，应符合 CCS《钢规》第 3 篇第 12 章的有关规定，并应考虑适用的工作模式。

2.1.8 系统的安装、布置应便于操作和维护。

### 2.2 与柴油机的兼容性

2.2.1 EGR 系统应与拟安装的柴油机匹配，不会对柴油机的安全造成任何不利影响。

2.2.2 系统适用的燃料要求应予以明确，比如燃油种类、硫含量等，并包含在 EGR 技术规格书和操作手册中。

2.2.3 再循环废气量的调节范围应能保证柴油机 NO<sub>x</sub> 排放持续满足法规要求。

2.2.4 如设有再循环废气处理用辅助系统，其处理能力应能适应各种工况下的再循环废气量及工作参数。

### 2.3 EGR 系统

2.3.1 废气进入 EGR 单元前的排气管路应满足如下要求：

(1) 其材料、设计、制造、安装布置等应满足 CCS《钢规》第 3 篇有关柴油机排气系统的要求；

(2) 应设有再循环废气切断阀，并能通过 EGR 控制系统自动控制该阀的动作。所设切断阀应满足如下要求：

---

① 应能适应柴油机各个工况条件下的废气特性，如废气温度、灰尘、SO<sub>x</sub>等；

② 阀的工作状态应进行监测，并能正确指示阀门位置；

③ 应采取措施防止因灰尘积聚导致阀门卡死等故障；

④ 应采取措施防止废气泄漏；

⑤ 应为故障安全型，当发生故障时，应保证柴油机的连续运行。

2.3.2 再循环废气与空气混合进入气缸之前，应根据需要进行必要的冷却、脱硫、除湿等处理，保证不会对柴油机及其系统和部件造成损坏。

2.3.3 如采用洗涤水对废气进行处理，应采取有效的措施防止洗涤水进入柴油机。

2.3.4 用于废气处理的 EGR 单元，其设计应满足本指南第 3 章 3.1 的有关要求。

2.3.5 EGR 单元的废气进、出口温度，以及废气通过 EGR 单元的压降应予以监测。

2.3.6 应采取有效措施防止增压空气通过 EGR 回路倒流至柴油机废气侧。

2.3.7 应采取措​​施保证再循环废气能与增压空气进行充分混合。

2.3.8 EGR 单元后的排气管及部件应考虑可能的腐蚀风险。

## 2.4 柴油机增压扫气系统

2.4.1 柴油机在各种工作模式下运行、以及工作模式相互转换时，增压扫气系统均应能稳定可靠地工作，保证柴油机正常运行。

2.4.2 如柴油机增压-扫气系统设有废气旁通阀、增压空气旁通阀，应能通过控制系统自动控制这些阀的动作。

2.4.3 废气旁通阀和增压空气旁通阀应为故障安全型，发生故障时，应能保证柴油机能安全运行。阀的工作状态应进行监测，并能正确指示阀门的工作位置。

2.4.4 废气-增压空气混合后的氧气含量应进行测量，氧含量测量传感器应冗余设置，保证即使其中任一传感器故障，其余传感器仍能准确输出氧浓度参数用于 EGR 系统的控制。

2.4.5 如采用船上压缩空气进行氧传感器的校正，所使用的空气应满足产品制造厂的相关要求。

## 2.5 洗涤水系统

2.5.1 组成洗涤水系统的收集柜（如设有）、管路及其附件，应根据其接触介质的温度、酸碱度等特性选择合适的材料。如采用塑料管，应满足 CCS《钢规》第 3 篇第 2 章 2.4.3 及附录 1 中有关废气清洗系统洗涤水排放管路的要求。

2.5.2 洗涤水收集柜的容量应足以收集 EGR 单元及管路内的全部洗涤水。

2.5.3 洗涤水收集柜应设有液位指示装置。

2.5.4 应根据废气处理的需要，设必要的洗涤水冷却系统，EGR 单元的洗涤水进口温度应予以监测。

## 2.6 排放水系统

2.6.1 排放水舷外排放应满足 IMO《2018EGR 排放水排放指南》的要求。

2.6.2 除船舶废气清洗系统之外，EGR 辅助系统的排放水舷外排放系统不应与其他系统相连。排放管路、阀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。

2.6.3 应保证船舶在正常吃水和倾斜情况下（包括压载工况），舷外排放口始终处于舷外水面以下，并采取措施防止舷外水倒流。

2.6.4 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。舷外排放管路应设有必要的取样点，其布置应便于安全进行排放水取样。

## 2.7 碱液系统

2.7.1 碱液储存、加注、驳运相关的管系、舱柜、承滴盘或其他可能与碱液接触的任何部件，应选用合适的不锈钢或其他防腐材料或者喷涂合适的防腐涂层，铝、锌、铜或镀锌钢等应禁止使用。碱液管系应满足 I 级管系的相关要求。

2.7.2 应考虑船舶拟营运的航线、拟使用的燃油硫含量、再循环废气量等因素确定碱液储存柜的容量。

2.7.3 考虑到过高或过低的温度会对碱液特性产生不利影响，应根据船舶航线或作业区域以及适用的碱液存储温度范围，为碱液储存柜配备必要的加热和/或冷却系统。

2.7.4 碱液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，尽可能远离锅炉、蒸汽管、排气管等热源。防止碱液溢流或泄漏时滴落到热表面。

2.7.5 碱液储存柜应按 CCS《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）的出口应引至开敞甲板的安全位置，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。

如设置碱液储存柜高液位报警装置替代溢流管，应满足如下要求：

(1) 碱液储存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围挡。

---

2.7.6 碱液储存柜应设有就地温度、液位指示装置。碱液储存柜内的碱液温度和液位应在 EGR 操作位置予以指示。

2.7.7 碱液系统中可能发生泄漏的位置应安装承滴盘，防止泄漏的碱液滴落或扩散到其他结构或设备处造成破坏。

2.7.8 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漏。

2.7.9 碱液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地通风，也可接受。加注接口或其他可能泄漏的位置应按本章 2.7.7、2.7.8 的要求设承滴盘，加注接头处应采取必要的防碱液飞溅措施。

2.7.10 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，还应能在储存柜所在处所外易于接近的安全位置进行操作。

2.7.11 碱液储存舱柜不应位于控制站、起居处所和服务处所。储存舱柜如设在单独处所内，所在处所应设有效的负压机械通风系统，通风次数不小于 6 次/h，并独立于控制站、起居处所和服务处所的通风系统。该通风系统应从处所外进行操作，其通风出口应尽可能远离控制站、起居处所和服务处所的通风进口。储存柜所在处所外靠近入口处应设有警告牌，并标明：进入该处所前应进行通风。

碱液储存柜如设在机舱内，如机舱通风系统能提供不小于 6 次/h 的持续通风（除非储存柜内碱液已清空并已进行充分通风），保证碱液储存柜周围的空气能有效流动，则允许不另设单独的通风系统。

与碱液储存舱柜相邻且经常有人员出入的围蔽舱室，如存在碱液泄漏到该围蔽舱室的风险，则该舱室也应满足上述要求。

2.7.12 碱液储存舱柜如与淡水舱柜、锅水舱柜、燃油舱柜、滑油舱柜相邻布置时，应以隔离空舱隔开。

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

2.7.14 碱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。

2.7.15 碱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。

2.7.16 如碱液管路穿过低温区域，应采取措施防止碱液结晶而导致管路堵

---

塞。

2.7.17 碱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，以尽量减小泄漏的风险。

2.7.18 碱液管系的设计和布置应防止碱液积聚，并设有排空及冲洗设施，当脱硫系统停止运行时能排空碱液并进行清洗。

2.7.19 为保护船上人员，船上应设有合适的人员保护装备，包括防护服、防护靴、手套、防化学物质护目镜或面具。船上配备的保护装备数量应与日常处理操作或发生泄漏时可能暴露于碱液的人员数量相适应，但无论如何不应少于两套。保护装备应存放在起居处所外易于接近的储物柜内。

应设有洗眼和安全淋浴的设施，洗眼和安全淋浴设施的位置和数量应基于详细的安装布置予以确定。至少如下位置应设有洗眼和安全淋浴站：

(1) 碱液驳运或处理泵位置附近。如同一层甲板有多个驳运或处理泵位置，则允许在该层甲板仅设一个洗眼和安全淋浴站，前提是从该层甲板上各碱液泵位置均能容易到达洗眼和安全淋浴站。

(2) 碱液加注站附近。如船舶左、右舷均设有加注接头，则应考虑在两舷侧各设置一个洗眼和安全淋浴站；

(3) 碱液系统中可能发生碱液溢出/泄放、以及需要周期维护的接头/部件附近。

## 2.8 残渣系统

2.8.1 EGR 废气处理过程产生的残渣应储存在指定的残渣柜。残渣应能排放到合适的岸上接收装置。

2.8.2 残渣柜的设计应考虑清洁方便，残渣柜如兼作碱液储存柜的溢流柜，则还应满足碱液储存柜的相关要求。

2.8.3 残渣柜、残渣管系及排岸设备的材料应依据残渣的腐蚀特性进行选择。

2.8.4 残渣柜的容量应依据预期产生的残渣量进行设计，计算时应考虑废气处理系统的类型、数量以及可排放残渣港口之间最长的航行时间等因素。如缺少准确数据，可按 30 天计算。

2.8.5 残渣柜应按 CCS《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。

2.8.6 残渣柜应设高位报警。

## 2.9 海水/淡水系统

2.9.1 为 EGR 系统服务的海水和/或淡水系统，应满足 CCS《钢规》第 3 篇第 1、2、3 章的有关要求。

---

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

2.9.3 海水/淡水泵的排量应足够供应 EGR 最大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 系统设备

### 3.1 EGR 单元

3.1.1 EGR 单元及其零部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 应采取合适的措施，保证 EGR 停止工作时能泄放 EGR 单元内的全部洗涤水。

3.1.3 应防止 EGR 单元内废气和/或洗涤水泄漏到其所在处所内。

3.1.4 应采取合适的措施防止 EGR 单元内的洗涤水倒灌至柴油机。

3.1.5 应采取合适的措施防止 EGR 单元内形成负压，以确保洗涤水顺利排出。

3.1.6 EGR 单元应设有水位显示与监测设施，当水位超出范围时发出报警。

3.1.7 应设有必要的检查孔、通道和平台，以方便进行零部件更换、检修、维护和清洁。

3.1.8 洗涤水喷淋系统的设计、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。

3.1.9 应设有必要的清洗设施，EGR 停止工作时对 EGR 单元进行清洗以防结垢。

3.1.10 应设有必要的气液分离装置，防止脱硫后的废气离开 EGR 单元时携带液滴。所分离出的洗涤水应泄放到指定的收集柜。

3.1.11 如 EGR 单元表面温度可能伤人时，应以栏杆或围护进行保护，当其表面温度可能超过 220℃ 时，其表面应设有有效的防护设施，以防触及可燃液体引起着火。如绝热设施的表面是吸油的或可能被油渗透，则应采用薄钢板或类似材料妥善包裹。

### 3.2 压力容器

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

### 3.3 洗涤水处理装置

3.3.1 如设有洗涤水处理装置，其处理后的洗涤水应满足 IMO《2018EGR 排放水排放指南》的要求。

3.3.2 洗涤水处理能力应能满足设计工况下 EGR 系统正常运行的需要。

3.3.3 应按 IMO《2018EGR 排放水排放指南》的要求设置排放水监测系统。

3.3.4 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。

3.3.5 滤器（如设有）的安装和布置应保证当进行清洗或更换时，不会中断 EGR 系统的运行。

3.3.6 洗涤水处理后产生的残渣应按本指南第 2 章 2.8 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 EGR 系统及辅助系统相关的控制、监测及安全系统，除满足本章要求外，还应符合 CCS《钢规》第 7 篇第 1、2 章的规定。对于具有自动化附加标志的船舶，还应满足 CCS《钢规》第 7 篇第 3、4 章的适用要求。

4.1.2 用于 EGR 系统的控制、监测报警和安全保护的计算机系统应满足 CCS《钢规》第 7 篇第 2 章第 6 节 II 类计算机系统的适用要求。

4.1.3 EGR 系统的电控系统可集成到柴油机电控系统，EGR 辅助系统的电控系统可集成到机舱控制系统，也可设计为单独的电控系统。

4.1.4 柴油机非 EGR 模式运行时，EGR 相关的控制、监测及安全保护系统仍应保持正常工作，除非 EGR 相关的控制、监测及安全保护系统停止工作不会影响船舶及重要设备的安全运行。

4.1.5 EGR 系统及辅助系统除按本章 4.2 的要求设置监测、报警和安全保护外，还应满足 IMO《2018EGR 排放水排放指南》的排放水监测要求。

4.1.6 如采用电子记录簿，还应满足 MARPOL 公约附则 VI 及《MARPOL 电子记录簿使用指南》(MEPC.312(74)决议)的要求。

### 4.2 控制、监测与安全系统

4.2.1 为保证 EGR 系统及相应燃油设备的工作参数始终维持在规定范围以内，EGR 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 EGR 系统及辅助系统一般应按表 4.2 的要求设置监测、报警及指示，也可根据实际设计，通过风险分析确定具体的监测、报警与安全保护项目。EGR 系统控制站应设有相关的报警和指示。

4.2.3 就地控制站和集控室（如设有）应设有 EGR 紧急停机装置，用来停止 EGR 系统的运行。EGR 系统停机不应影响柴油机的可靠运行。

4.2.4 当遥控系统（如设有）发生故障或应急情况下，EGR 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。且非经人工复位，该系统不应再自动重新起动。

4.2.6 对于具有自动化附加标志的船舶，驾驶室也应设有 EGR 紧急停机装置，并按表 4.2 的要求设置驾驶室控制站的报警方式。

表4.2 EGR相关系统的监测报警及安全保护

监测项目	指示	报警	EGR自动停机 <sup>③</sup>	驾驶室控制站报警方式 <sup>⑤</sup>
EGR风机	运行	停止工作 <sup>①</sup>		R <sup>④</sup>
EGR切断阀、废气旁通阀、增压空气旁通阀、废气-空气混合阀(如设有)	工作位置			
EGR切断阀、废气旁通阀、增压空气旁通阀、废气-空气混合阀的动力源	运行	失效	×	G <sub>a</sub>
EGR单元废气进口温度	×	高		Y
EGR单元废气出口温度	×	高		Y
		过高	×	G <sub>a</sub>
废气通过EGR单元的压降	×	高		Y
		过高	×	G <sub>a</sub>
柴油机进气含氧量	×	低/高		Y
		过低/过高	×	G <sub>a</sub>
扫气箱氧传感器故障		×		Y
洗涤水泵和/或碱液泵	运行	停止工作 <sup>①</sup>		R <sup>④</sup>
洗涤水和/或碱液供应压力	×	低 <sup>①</sup>		R <sup>④</sup>
		过低	×	G <sub>a</sub>
洗涤水和/或碱液供应温度	×	高		Y
EGR单元水位 (如适用)	×	高		Y
		过高	×	G <sub>a</sub>

监测项目	指示	报警	EGR自动停机 <sup>③</sup>	驾驶室控制站报警方式 <sup>⑤</sup>
碱液储存柜温度	×	低/高		Y
碱液储存柜液位	×	低/高		Y
碱液承滴盘液位（如适用）	×	高 <sup>②</sup>		Y
EGR残渣柜液位	×	高		Y
控制、报警及安全系统电源	工作	失效		Y
EGR紧急停机	×	×	X	G <sub>a</sub>

注：×——适用。

- ① 如设有备用风机、泵，则应自动起动，否则应自动停止 EGR 系统工作，并自动切换至 Tier II 模式，保证柴油机连续运行；
- ② 探测到碱液泄漏后报警，并自动切断碱液供应；
- ③ 自动停止 EGR 系统工作，并自动切换至 Tier II 模式，保证柴油机连续运行；
- ④ 如设有备用风机、泵并自动起动，否则应设 G<sub>a</sub>报警；
- ⑤ 适用于具有自动化附加标志的船舶，本列中的符号及其含义见 CCS《钢规》第 7 篇第 3 章 3.10.1.2。

---

## 第 5 章 检验与发证

### 5.1 图纸资料

5.1.1 应将下列 EGR 系统相关图纸资料提交批准或备查：

(1) 产品技术规格书，主要包括但不限于如下内容：

- EGR 单元设计处理能力；
- 工作条件及限制，如燃料种类、硫含量、适用的工作模式、工作模式转换条件及限制等；
- 主要指标，如 EGR 率等。

(2) EGR 系统总图；

(3) EGR 单元结构图及细节，包括连接结构、开孔、喷嘴、填料、除湿等结构布置；

(4) EGR 系统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) 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、氧浓度监测位置等；

(7) 电气系统图；

(8) 试验大纲；

(9) 风险分析报告（按本指南第 1 章 1.5 的规定，备查）；

(10) 操作手册（按本指南第 6 章的规定，备查）；

(11) 计算书（如对再循环废气进行冷却、脱硫的能力计算等，备查）；

(12) CCS 认为必要的其他图纸和资料。

5.1.2 应将下列 EGR 辅助系统船上安装相关的适用图纸资料提交批准或备查：

(1) 布置图，包括加注站、相关系统及设备、储存舱/柜的布置及信息（备查）；

(2) 废气处理所使用的化学物质详细资料，包括其腐蚀性、毒性、可燃性、化学反应等，以及其储存、驳运、处理、使用时的相关限制条件（备查）；

(3) 碱液储存舱/柜的容量计算（备查）；

(4) 相关舱柜的空气管、测量管和溢流管布置图；

(5) 主要管系图；

(6) 控制、监测与安全保护系统；

(7) 报警与显示点清单；

(8) 船上试验大纲；

(9) CCS 认为必要的其他图纸和资料。

5.1.3 除上述要求以外，还应满足 IMO《2018EGR 排放水排放指南》的图纸资料提交要求。

## 5.2 检验

5.2.1 EGR 系统及辅助系统除应按本指南第 1 章 1.1.6 的规定进行相关法定检验外，一般应包括如下船级检验：产品检验、初次检验、营运中检验。

5.2.2 **产品检验**：安装 EGR 系统及辅助系统（如适用）的首台柴油机应按本指南第 1 章 1.1.5 的规定进行检验和试验验证，主要包括：

(1) 按本章 5.1.1 的要求提交图纸资料供 CCS 批准或备查；

(2) 柴油机安装 EGR 系统及辅助系统（如适用）后，应通过试验验证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。试验应考虑预期的使用燃料、工作模式和运行工况。试验要求如下：

① 试验应按 CCS《钢规》第 3 篇第 9 章附录 4 中 2.2 的规定进行；

② 负荷试验应在适用的工作模式下进行；

③ 在不同负荷条件下进行工作模式之间的转换试验；

④ 在适用的工作模式下验证规定的最低转速及调速器试验；

⑤ 通过整合试验，验证 EGR 系统及辅助系统（如适用）工作涉及的所有机械、液压、电子系统的反应与各种工作模式的预计相一致，试验范围可根据风险分析结果确定；

⑥ 试验完成后，除了按 CCS《钢规》第 3 篇第 9 章附录 4 中 2.3 的规定进行拆检之外，还应对 EGR 单元进行拆检，检查内部结构的结垢、脏堵、腐蚀等状况，包括洗涤水喷嘴、换热器（如设有）、气液分离装置等。

注：安装 EGR 系统的柴油机排放符合性验证属于法定检验范围，按本指南第 1 章 1.1.6 的要求执行。

(3) 后续生产的 EGR 型柴油机应按 CCS《钢规》第 3 篇第 9 章附录 6 的规定进行工厂接受试验，并考虑如下附加要求：

① 所有负荷试验应在适用的工作模式下进行；

② 通过整合试验，验证 EGR 系统及辅助系统（如适用）工作涉及的所有机械、液压、电子系统的反应与各种工作模式的预计相一致，试验范围可根据风险分析结果确定。

5.2.3 **初次检验**：EGR 系统及辅助系统在船上安装后但尚未投入使用之前，都应进行初次检验，确认每台系统证书及相关文件配备齐全，系统按批准的图纸资料进行安装，并按船上试验程序验证系统运行时的性能满足要求。主要包括：

- 
- (1) EGR 系统与船舶结构的连接件检验；
  - (2) 相关管系根据 CCS《钢规》第 3 篇第 1、2、4、9 章和本指南要求进行检验；
  - (3) 确认电路的连续性和安装符合要求；
  - (4) 系统仪器仪表检验；
  - (5) 安全阀检验；
  - (6) 控制系统、监测、安全保护系统和紧急停车装置有效性检验；
  - (7) 按批准的试验大纲验证相关系统及设备船上安装及连接妥当后，系统之间兼容且工作稳定，包括控制、监测和安全保护系统的功能有效性；
  - (8) 按 CCS《钢规》第 3 篇第 9 章附录 6 的规定进行船上试验，负荷试验应在适用的工作模式下进行，在不同负荷下验证工作模式之间的转换。每个负荷点适用工作模式的总试验时间不应少于 CCS《钢规》第 3 篇第 9 章附录 6 的规定；
  - (9) 应尽可能采用柴油机制造厂声明的最大硫含量燃油进行试验以确认相关系统和设备可稳定有效地运行。如试验时无法获得制造厂声明的最大硫含量燃油，允许使用所能获得的低硫含量燃油进行船上试验，但应提交相关材料证明：即使采用所声明的最大硫含量燃油，EGR 相关的系统和设备仍能按设计预期的要求稳定运行。

**5.2.4 营运中检验：** 营运中检验作为船舶检验的一部分，EGR 相关系统的营运中检验应随船舶一起进行，以确保船舶营运过程中 EGR 相关系统的排放和安全符合性。营运中检验包括年度检验、中间检验及特别检验（检验周期应分别满足 CCS《钢规》第 1 篇第 5 章第 2 节 5.2.1、5.2.2、5.2.4 的要求）。

(1) **年度检验**项目应至少包括：

①文件检查。检查 EGR 记录簿，以确保 EGR 系统及辅助系统等的正常运行。确认船上备有操作手册、IMO《2018EGR 排放水排放指南》要求的相关文件。

②仪表、控制、监测和安全系统检查。应确认 EGR 系统及辅助系统的仪表、控制、监测和安全设备（包括紧急停车装置、指示器和报警器）正常运转。

③EGR 系统管系和机械设备检查。应检查所有与废气再循环有关的管系和机械设备（包括废气管道、风机、废气切断阀、废气旁通阀（如设有）、增压空气旁通阀（如设有）等相关遥控阀）。应确认在系统紧急关闭时停止泵、风机等。如适用，应检查排气系统的旁通、隔离装置。确认绝缘布置的完整性和有效性。

④洗涤水处理、碱液和残渣系统检查。确认所有与洗涤水处理、碱液注入或残渣收集有关的储罐、管道、软管、泵、过滤器、分离器、过滤装置、计量系统和设备处于正常运行状态。

⑤承滴盘、溢流装置和绝缘检查。应检查承滴盘、溢流装置、防护罩或隔热

---

层的状态，以保护人员或船舶免受危险或腐蚀性化学物质或系统温度的影响。

⑥电气设备检查。应检查与 EGR 系统及辅助系统运行或监测相关的电气设备，以确认其继续适合使用和安装区域。

⑦老化或渗漏检查（无需去除绝缘层）：

a. 外观检查：EGR 系统所有零部件的外观检查，包括洗涤器、EGR 冷却器、管道、储气罐、鼓风机、隔热材料、阀门、泵、承滴盘、重要零部件的安装基座和附件等。

b. 设备运行检查：确认所有旋转件和往复运转件（排气鼓风机，水处理泵，通风风扇等）正常运行。

c. 控制阀件检查：验证排气或水处理系统中所有远程操作或自动控制的阀件是否正常运转。

d. 系统运行检查：在最大 EGR 率的工作状态下检查 EGR 系统及辅助系统。多模式系统应在所有操作模式下尽可能进行测试。

⑧个人防护装备检查。应确认所需个人防护设备和设施在船上并处于正常状态。

⑨安全指示检查。确认安全指示的位置。

⑩备件检查。根据设备冗余要求，确认备件在船上并可用。

（2）**中间检验**项目在 5.2.4（1）年度检验项目基础上还应包括：

① 视情对 EGR 单元进行拆检；

② 视情对故障安全型阀门进行功能测试。

（3）**特别检验**项目在 5.2.4（1）年度检验项目基础上还应包括：

①视情对 EGR 系统配置的所有舱底水泵、水处理泵以及碱液泵进行拆检。

②视情对 EGR 系统配置的鼓风机、重要排气扇及其相关原动机进行拆检。

③对排放水排舷外阀进行拆检。

④EGR 单元内部检查。

⑤确认所有遥控和自动控制阀可正常操作。如设有减压阀，应进行功能测试。并随机选择控制阀进行拆检和调试。

⑥控制执行器检查。视情对所有机械、液压和气动控制执行器及其动力系统进行检查和测试。

⑦电气设备检查。应包括电缆及其支撑结构的外观检查、电动机和驱动器绕组绝缘电阻测试。

⑧仪表、控制、监测和安全系统检查。通过船坞试验确认自动控制功能、报警、安全保护系统是否正常运行。主要包括：指示和报警系统的功能测试（包括校验 15PPM 报警功能）；安全保护系统（紧急停机装置）的功能测试；手动控制

---

功能检查；自动切换装置功能检查。

---

## 第 6 章 操作手册

### 6.1 一般要求

6.1.1 船上应备有 EGR 系统及辅助系统操作手册，明确系统操作、检查、维护、安全等方面的程序和计划。

6.1.2 手册一般应至少包括如下内容：

- (1) 系统的操作、检查、测试、维护有关的程序与计划；
- (2) 监测与安全保护系统测试和维护有关的程序与计划；
- (3) 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。

### 6.2 应急程序

6.2.1 应针对 EGR 系统及其辅助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，如紧急切断、洗涤水/碱液泄漏等方面的操作程序 and 责任人安排，以尽可能减少对船舶及相关柴油机的安全运行产生的影响。