



中 国 船 级 社

船用燃料全生命周期温室气体排放强度
计算与认证指南

**Lifecycle Greenhouse Gas (GHG) Emission
Intensity Calculation and Certification
Guidelines for Marine Fuels
2026**

中国船级社

2026 年 8 月

目 录

第 1 章 通 则	2
第 1 节 目的	2
第 2 节 依据	2
第 3 节 适用范围	2
第 4 节 定义	3
第 5 节 一般要求	4
第 2 章 船用燃料温室气体排放强度评估	6
第 1 节 船用燃料温室气体排放强度的计算	6
第 2 节 可持续性	11
第 3 节 船用燃料全生命周期标签(FLL)	15
第 3 章 船用燃料温室气体排放强度与可持续性的认证	17
第 1 节 一般要求	17
第 2 节 核查准备	17
第 3 节 核查实施	19
第 4 节 核查报告	20
第 5 节 声明文件的签发与变更	20
第 4 章 船舶年度温室气体燃料强度	22
第 1 节 船舶年度温室气体燃料强度的计算	22
第 2 节 船舶年度温室气体燃料强度的验证	23
附录 1 船用燃料温室气体排放强度声明	24
附录 2 可持续船用燃料声明	28
附录 3 船用燃料船端排放 (TtW) 排放默认值	30
附录 4 船用核查报告基本格式	31
附录 5 燃料全生命周期标签	32
附录 6 船舶年度温室气体燃料强度验证声明	35

第 1 章 通 则

第 1 节 目的

1.1.1 本指南旨在为船用燃料全生命周期温室气体排放、船用燃料上船前与船端产生的温室气体排放提供计算和认证依据；

1.1.2 本指南可帮助行业基于《2024年船用燃料全生命周期温室气体排放强度导则》(MEPC.391(81))要求，开展可持续船用燃料的评定；

1.1.3 本指南可帮助船东或船公司开展船舶年度温室气体燃料强度(GFI)的核算。

第 2 节 依据

1.2.1 IMO 海上环境保护委员会(MEPC)第 80 届会议以 MEPC.377(80)决议通过的《2023 年国际海事组织船舶温室气体减排战略》。

1.2.2 IMO 海上环境保护委员会(MEPC)第 81 届会议以 MEPC.391(81)决议通过的《2024 年船用燃料全生命周期温室气体排放强度导则》。

1.2.3 IMO 海上环境保护委员会(MEPC)第 83 届会议以 MEPC.402(83)决议通过的《船用柴油机甲烷(CH₄)和或氧化亚氮(N₂O)台架和船上测量导则》。

第 3 节 适用范围

1.3.1 本指南适用于已经实际生产和具有船舶应用各类燃料/能源，包括化石燃料、生物质燃料、非碳基燃料、电力及各类通过新技术生产的合成燃料等。

1.3.2 对尚无实际应用的船用燃料，亦可参照本指南方法进行燃料的全生命周期、及上船前和船端温室气体排放强度的计算和认证。

1.3.3 本指南适用于船舶年度温室气体排放强度的核算。

1.3.4 本指南中涵盖的温室气体仅包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)和氧化亚氮(N₂O)。本指南中全生命周期温室气体排放、上船前和船端温室气体排放、船舶年度温室气体燃料强度见本指南 1.4.1、1.4.2、1.4.3和1.4.4条定义。其中船端环节CH₄、N₂O排放的实测值获取、计算与验证，应符合

合 IMO《船用柴油发动机甲烷(CH₄)和/或氧化亚氮(N₂O)台架和船上测量导则》(MEPC.402 (83))的相关规定。

1.3.5 上船前排放的计入原则同联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, 简称IPCC)已明确的排放核算原则,已捕获(如采用船载CO₂捕集系统)并转移下船封存的温室气体排放可从船端排放中扣除。

第 4 节 定义

1.4.1 全生命周期排放(Lifecycle emission, 又称 Well-to-Wake emission, 简称 WtW emission): 系指船用燃料从原料获取直至完成能量转换实现船舶推进/运行整个生命过程中所产生的温室气体排放, 由上船前排放和船端排放两部分组成。

1.4.2 上船前排放(Well-to-Tank emission, 简称 WtT emission): 系指船用燃料从原料获取到加注至船舶这一过程中所产生(含泄漏)的温室气体排放, 包括原料获取、原料运输、燃料制备、燃料储运及分发加注过程中的排放。

1.4.3 船端排放(Tank-to-Wake emission, 简称 TtW emission): 系指船用燃料在船端完成能量转换以实现船舶推进/运行的过程中所产生(含泄漏)的温室气体排放。

1.4.4 船舶温室气体燃料强度(GHG Fuel Intensity, 简称 GFI): 系指以全生命周期为基础, 船上每单位能量在全生命周期内产生的温室气体排放量。以每单位能量二氧化碳当量克数(gCO_{2eq}/MJ)表示。

1.4.5 船舶达到的年度温室气体燃料强度(Attained annual GHG fuel intensity, 简称 GFI_{attained}): 系指在给定日历年内, 船上使用的所有燃料/能源按全生命周期(WtW)计算的加权平均温室气体燃料强度。以每单位能量产生的二氧化碳当量克数(gCO_{2eq}/MJ)表示。

1.4.6 温室气体后处理装置(Aftertreatment system for GHG): 系指船舶温室气体后处理装置。安装在船舶发动机排气流程后端的尾气净化装置, 主要用于处理船舶尾气中的 CO₂、CH₄ 和 N₂O, 从而减少船舶温室气体的排放。

1.4.7 二氧化碳当量(Carbon dioxide equivalent, 简称 CO_{2eq}): 系指用于根据 100 年全球变暖潜能值(GWP)汇总二氧化碳、甲烷和一氧化二氮排放量的公制测量方法, 通过将甲烷和一氧化二氮的量转换为 IPCC 第六次评估报告中给出的二氧化碳当量。

1.4.8 全球变暖潜势(Global warming potential, 简称 GWP): 系指将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。GWP 应采用 IPCC 评估报告¹中给出的数值, 详见表 1.4.7。根据不同报告需求可以选择使用基于 20 年和/或 100 年的温室气体的 GWP。

基于 20 年和 100 年的不同温室气体的 GWP 值 表 1.4.7

温室气体	GWP20	GWP100
CH ₄	84	28
N ₂ O	264	265

1.4.9 船用燃料(Marine fuel): 系指用于船舶推进和支持船舶运营过程中各能耗设备正常运转

¹ 见《联合国政府间气候变化专门委员会第六次评估报告 (IPCC AR6)》。

的能源，包括化石燃料、生物质燃料、非碳基燃料、电力及各类通过新技术生产的合成燃料等。

1.4.10 化石燃料(Fossil fuel): 系指煤、石油和天然气等埋藏在地下和海洋下的不可再生资源。

1.4.11 生物质燃料(Biomass fuel): 系指采用生物质为原料制成的碳基燃料。

1.4.12 非碳基燃料(Zero-carbon fuel): 系指成分中不含碳元素的燃料，如氢、氨等。

1.4.13 合成燃料(Synthetic fuels): 系指通过化学变化由一种或多种含能体转化而成的燃料，如电制合成甲醇等。

1.4.14 默认值(Default value): 系指本指南给出的用于燃料温室气体排放强度计算/核算的计算参数建议值或通过文献获得的用于燃料温室气体排放强度计算/核算的计算参数值。

1.4.15 真实值(Actual value): 系指通过实际核算获得的燃料在原料采集、运输、制备、分发、燃烧等全生命周期各环节中产生的温室气体排放强度值。针对船用柴油发动机 CH₄、N₂O 排放的实测值，其获取流程应符合 IMO MEPC.402 (83)决议的规定。

1.4.16 认证(Certification): 指按本指南要求对船用燃料温室气体排放强度和/或船舶温室气体燃料强度进行验证后签发证书的过程。

1.4.17 核查(verification): 为实现认证目的，对船用燃料温室气体排放强度和/或船舶温室气体燃料强度进行真实性/准确性核对确认的过程。

1.4.18 认证方(Verifier): 系指按照本指南要求进行燃料温室气体排放强度核算和认证的组织。如无特殊规定，本指南中认证方系指 CCS。

1.4.19 申请方(Client): 系指向认证方申请进行燃料温室气体排放强度核算和认证的组织或个人。申请方可以是温室气体排放责任方、温室气体方案管理者、船东、或者其他相关方。

1.4.20 核查报告(Verification report): 系指认证方向申请方出具的关于船用燃料温室气体排放强度核算认证过程和核查结论的正式书面文件。

1.4.21 保证水平(Assurance level): 系指对核查报告数据准确性所持的信心程度，表明信息核查的完整性程度。

1.4.22 可持续性(sustainability): 系指旨在为达成人类与地球长期和谐共生之目标，平衡经济、社会和环境需求的理念及发展模式。

1.4.23 可持续船用燃料(sustainable marine fuel): 系指满足可持续性指标，且全生命周期温室气体排放强度满足排放限值要求的船用燃料。

1.4.24 ZNZ 船用燃料(ZNZ marine fuel): 系指全生命周期温室气体排放强度满足 IMO 规定的 ZNZ 排放限值要求的可持续船用燃料。

第 5 节 一般要求

1.5.1 船用燃料全生命周期温室气体排放强度核算与认证可分为上船前和船端两部分进行。除化石燃料上船前温室气体排放强度外，对完成上船前温室气体排放强度核算和认证、船端温室气

体排放强度核算和认证或全生命周期温室气体排放强度核算和认证的燃料,均可按照实际核算认证情况签发船用燃料温室气体排放强度声明。声明格式在附录1中给出。

1.5.2 对完成全生命周期温室气体排放核算与可持续认证,且全生命周期温室气体排放强度满足排放限值要求的船用燃料,可参照本指南签发可持续船用燃料声明。声明格式在附录2中给出。

1.5.3 对采用默认值进行温室气体排放强度计算/核算和认证的燃料,后续可根据真实值计算/核算结果申请船用燃料全生命周期标签的变更或换发。

1.5.4 在进行船用燃料温室气体排放强度核算和认证时,应充分考虑核算方法、输入数据、核查流程、核查工作的复杂性等可能引入的不确定性因素,并做好风险评估及应对。

1.5.5 对完成给定日历年内,船上温室气体燃料强度核算的船舶,可按照实际核算情况签发船舶年度温室气体燃料强度声明。声明格式在附录6中给出。

第2章 船用燃料温室气体排放强度评估

第1节 船用燃料温室气体排放强度的计算

2.1.1 全生命周期(WTW)排放

2.1.1.1 船用燃料的全生命周期排放强度计算公式如下：

$$GHG_{WTW} = GHG_{WtT} + GHG_{TtW}$$

其中，

GHG_{WTW} ——船用燃料全生命周期温室气体排放强度， $\text{gCO}_2\text{eq/MJ}$ ；

GHG_{WtT} ——船用燃料上船前温室气体排放强度， $\text{gCO}_2\text{eq/MJ}$ ；

GHG_{TtW} ——燃料在船端产生的温室气体排放强度， $\text{gCO}_2\text{eq/MJ}$ 。

2.1.2 上船前(WtT)排放

2.1.2.1 上船前温室气体排放强度计算公式如下：

$$GHG_{WtT} = e_{fecu} + e_l + e_p + e_{td} - e_{sca} - e_{ccs}$$

其中，

e_{fecu} ——来自原料开采或种植的排放， $\text{gCO}_2\text{eq/MJ}$ ；

e_l ——土地利用变化引起的碳储量变化的年排放， $\text{gCO}_2\text{eq/MJ}$ ；

e_p ——生产加工产生的排放，该值不应该为负值， $\text{gCO}_2\text{eq/MJ}$ ；

e_{td} ——运输和分配产生的排放， $\text{gCO}_2\text{eq/MJ}$ ；

e_{sca} ——通过改善农业管理从土壤碳积累中减少的排放， $\text{gCO}_2\text{eq/MJ}$ ；

e_{ccs} ——通过 CO_2 捕获和地质封存减少的排放， $\text{gCO}_2\text{eq/MJ}$ 。

2.1.2.2 原料开采或种植产生的排放 e_{fecu}

用于开采或种植原料的温室气体排放包括原料的收集、干燥和储存、废弃物处理以及消耗品(如化肥、植物保护产品、种子等)的生产的排放。这部分排放包括燃料燃烧排放、废弃物处理排放、消耗品产生的排放以及输入电力和热力的排放。

(1) 燃料燃烧排放主要包括原料开采和种植过程中机械设备以及原料干燥、储存等过程中使用的燃料产生的排放。此部分的计算可通过实测法或者物料平衡法计算。实测法是指通过实际检测废气排放量和浓度进行计算，物料平衡法是按照统计期内实际的燃料消耗量以及该种燃料的实测碳含量(或默认碳含量)为基准计算的燃烧过程的排放。

(2) 废弃物处理排放是指作物残茬或者在原料开采和种植过程产生的废弃物的处理(如焚烧等)产生的排放。该过程产生的排放计算可采用实测法，如检测条件不具备可采用废弃物质量和碳含量计算。通过实测得到的排放如包括了燃料燃烧和废物燃烧这两部分产生的排放，计算时要避免燃料燃烧部分的重复计算。

(3) 消耗品产生的排放主要是指在原料开采和种植过程中使用的化学品、化肥、种子、催化剂或其他相关产品的生产及储运过程中所产生的排放。可通过消耗品的实际数量 and 对应消耗品的排放因子进行计算。

(4) 输入电力和热力排放是指生产在原料开采和种植过程中用于机械设备以及原料的干燥、储存过程中消耗的电力和热力所产生的排放，其中不包括由 2.1.2.2 (1) 中的燃料消耗产生的电力和热力，以避免重复计算。

输入电力排放可根据实际消耗的电量及电网排放因子或实际排放情况进行计算。如电量可根据统计期内电表记录的读数或者电费结算凭证获取，电网排放因子可参考国家电网数据或者加工厂往年实测数据值获得。

输入热力排放包括输入蒸汽和热水的排放。可根据实际消耗的蒸汽和热水质量、监测得到的温度和对应的排放因子进行计算。如蒸汽和热水质量可根据每月实际记录数据值或者结算凭证上的数据统计，排放因子可参考公开数据、资料或者使用加工厂往年实测数据值获得。

2.1.2.3 土地利用变化引起的碳储量变化的年排放 e_l

土地利用变化是指从 IPCC 指南定义的林地、草地、湿地、聚居地或其他土地的其中一种土地覆盖类别到农田或多年生农田的变化。 e_l 仅适用于生物质燃料的排放计算。

$$e_l = \frac{(CS_R - CS_A) \times 3.664 + E_{n,CO_2}}{P \times 20} - e_B$$

其中，

CS_R ——参考土地利用的碳储量(在土地利用变化前)，包括土壤和植被。参考用地应为 2008 年 1 月或获得原料 20 年前的土地利用，以较晚者为准，g C；

CS_A ——实际土地利用的碳储量，包括土壤和植被。在碳储量累积超过一年的情况下，实际土地应为 20 年后或原料成熟时的土地利用，以较早者为准，g C；

P ——原料的生产能力，以每年的原料能量计，MJ；

3.664——转换系数，将碳(C)转换为 CO_{2eq} 排放；

E_{n, CO_2} ——生物质燃烧产生的非 CO_2 温室气体的排放量(如适用)，g CO_{2eq} ；

e_B ——如果从恢复的退化土地获得生物质，则可以获得额外的 29 g CO_{2eq} /MJ。

碳储量可参考公式 1 进行计算。

公式 1:

$$CS_A \text{ 或 } CS_R = SOC + C_{veg}$$

其中，

C_{veg} ——植被的地上和地下碳储量，包括死有机物；

SOC ——土壤有机碳的碳储量，按下式计算：

$$SOC = SOC_{ST} * F_{LU} * F_{MG} * F_i$$

式中：

SOC_{ST} ——表层土壤标准有机碳的碳储量；

F_{LU} ——土地利用系数；

F_{MG} ——土地管理实践系数；

F_i ——其他碳输入实践系数。

e_B 适用于严重退化的土地转为农业用途长达 20 年，并且碳储量稳步增加以及侵蚀现象显著减少的土地。严重退化的土地是指在很长一段时间内显著盐碱化或有机质含量显著降低并受到严重侵蚀(以土壤侵蚀、土壤质量或生物多样性显著丧失为特征)的土地。

2.1.2.4 生产加工产生的排放 e_p

生产加工的排放 e_p 应包括来自加工本身、产生的废弃物以及加工过程中使用的化学品和其他相关产品的生产储运相对应的排放。这部分排放包括燃料燃烧直接排放、工艺过程直接产生的排放、输入排放和废弃物处理排放，并需要扣除输出排放。

(1) 燃料燃烧直接排放是指用于主要生产装置和辅助生产装置的燃料燃烧产生的排放，可通过实测法或者物料平衡法获得。若已知燃料热值，也可以根据不同燃料的质量、热值和对应的二氧化碳排放因子进行计算。建议采用月平均或年平均生产消耗以及相关实际测算、测定数据进行计算与汇总。若缺乏实测数据，也可参考相关的公开数据或文献资料。

(2) 工艺过程直接排放是指在一些特定工艺过程中会直接产生的排放，如制氢、脱硫、催化剂烧结再生等，可根据特定的工艺参数或测量数据计算工艺过程中的排放量。除了实测法外，也可采用基于实际进料量和原料碳含量的物料平衡法计算其排放量，或者采用基于化学反应式的简便计算方法。对于煤制氢过程等会产生废渣的工艺制备过程，需要考虑扣除废渣之后再进行平衡法计算。

(3) 输入排放主要是指生产加工过程中的供电、供热(如蒸汽、热水等)，以及消耗品(例如催化剂)和其他相关产品生产储运等所产生的排放。输入电力、输入热力以及消耗品等的排放可分别按照 2.1.2.2 (4) 和 (3) 要求计算。

(4) 产生的废弃物的处理排放，可采用实测法获得，如检测条件不具备可采用废弃物质量和碳含量计算，或根据废弃物的实际处理方式，按照 2.1.2.4 进行计算。

(5) 输出排放的抵扣是指生产过程产生多余的供热和供电作为外部输出时，可根据输出量和排放因子换算出对应的排放，并从总排放中予以扣除。

(6) 生产过程中可能会产生副产品，副产品生产产生的排放不应计入燃料生产加工产生的排放。可使用基于能量含量的方式对生产加工产生的排放进行分配，即根据不同产品能量(MJ)占产品和副产品的总能量(MJ)的比例，将对应排放分配给产品和副产品。如不能根据能量含量进行分配(例如电解水制氢中产生的氧)，则可以考虑质量分配等方法。

2.1.2.5 运输和分配产生的排放 e_{td}

运输和分配排放主要分为原料、半成品和产品的运输分配排放。其他物料和能源的运输如作为输入进入系统边界时，应在船用燃料全生命周期其它阶段中报告。运输和分配阶段排放主要来源于交通运输工具消耗各类能源所产生的排放。考虑到各种运输方式(管路、铁路、水运或公路)使用的燃料不同，运输阶段排放应基于运输方式、不同运输方式的燃料类型、燃料的排放因子、运输距离、运输频率、运输货物总量和不同运输方式排放因子等数据获得。可以通过满载运输和空载运输(如适用)的燃料消耗总和乘以该运输方式的运输频率和该燃料的排放因子，或者通过运输的货物量乘以运输类型的总距离和该运输方式的排放因子计算得到。

2.1.2.6 通过改善农业管理从土壤碳积累中减少的排放 e_{sca}

农业改善管理是指在 IPCC 指南定义的“农田仍为农田”框架下考虑农业管理做法对排放的影响。农业管理的改善可以增加土壤中的 CO₂ 积累，即减少 CO₂ 排放，改进农业管理的做法包括但不限于：

- (1) 转向减少耕作或零耕作；
- (2) 改进作物轮作和/或覆盖作物，包括作物残茬管理；
- (3) 改进肥料或粪便管理(例如使用有机肥料)；
- (4) 使用土壤改良剂(例如堆肥、粪肥发酵等)。

e_{sca} 仅适用于生物质燃料的排放计算，通过农业管理改善前后从土壤碳积累中减少的排放可通过下式计算得到：

$$e_{sca} = \frac{(CS_A - CS_R)}{P \times 20} \times 3.664$$

其中，

CS_R ——参考土地利用的碳储量(在农业管理改善前)，包括土壤和植被，g C，计算方法见 2.1.2.3 条；

CS_A ——实际土地利用的碳储量，包括土壤和植被，g C，计算方法见 2.1.2.3 条；

P ——原料的生产力，以每年的原料能量计，MJ；

3.664——转换系数，将碳(C) 转换为 CO_{2eq} 排放。

2.1.2.7 通过 CO₂ 捕获和地质封存减少的排放 e_{ccs}

如果捕获的 CO₂ 被永久封存在地质储存场所或者矿化封存则可计入排放 e_{ccs} 扣除，反之则不需要计算。计算 e_{ccs} 时还需要计算捕获 CO₂ 时消耗的能量、运输和存储过程中消耗的能量和其他材料产生的排放。¹

2.1.3 船端(TtW)排放

2.1.3.1 船端温室气体排放强度计算公式如下：

$$GHG_{TtW} = [(1 - \frac{1}{100} (C_{slip_ship} + C_{fug})) \times (C_{fCO_2} + C_{fCH_4} \times GWP_{CH_4} + C_{fN_2O} \times GWP_{N_2O}) + \frac{1}{100} (C_{slip_ship} + C_{fug}) \times C_{sfx} \times GWP_{fuelx} - S_{Fc} \times e_c - S_{Fccu} \times e_{ccu}] / LCV$$

其中，

LCV ——燃料的低热值，MJ/g fuel；

S_{Fc} ——碳源因子，用于确定是否将生物质生长产生的排放信用额计入，取 0 或 1(燃料通过生物质制成取 1，否则取 0。对于混合燃料取加权平均值)，可参考燃料生命周期标签 FLL 取值；

e_c ——生物质生长产生的排放信用额，gCO_{2eq}/g fuel；

S_{Fccu} ——碳源因子，用于确定是否将捕捉利用的 CO₂ 排放信用额计入，取 0 或 1(燃料通过碳捕捉利用制成取 1，否则取 0。对于混合燃料取加权平均值)，可参考燃料生命周期标签 FLL 取值；

e_{ccu} ——使用捕获的 CO₂ 生产合成燃料产生的排放信用额，且未在上船前 e_{fcu} 和 e_p 中核算过，gCO_{2eq}/g fuel；

C_{slip_ship} ——逃逸系数，占交付给船舶的总燃料质量的百分比，%，按下式计算：

$$C_{slip_ship} = C_{slip} * (1 - C_{fug} / 100)$$

式中： C_{slip} ——能量转化器逃逸系数，逃逸的燃料占能量转换器消耗的燃料的百分比，%；

C_{fug} ——无组织排放系数，占交付给船舶的总燃料质量的百分比，%；

C_{fCO_2} ——CO₂ 排放因子，g CO₂/g fuel；

C_{fCH_4} ——CH₄ 排放因子，g CH₄/g fuel；

GWP_{CH_4} ——CH₄ 的全球变暖潜势；

C_{fN_2O} ——N₂O 排放因子，g N₂O/g fuel；

GWP_{N_2O} ——N₂O 的全球变暖潜势；

C_{sfx} ——逃逸温室气体的排放因子，g GHG/g fuel；

GWP_{fuelx} ——某种温室气体的全球变暖潜势；

2.1.3.2 燃料的低热值 LCV

单位质量燃料释放的能量，属于燃料的特有属性。可采用默认值计算，相关默认值在附录 3 中给出。当采用实测值计算 TtW 排放强度时，燃料低热值、元素分析等参数的实测，应符合 MEPC.402 (83)附录 2 中关于燃料特征参数的测定要求，确保与排放测量工况匹配。

2.3.3.3 碳源因子 S_{Fc} 、 S_{Fccu}

用以表征船用燃料原料的碳来源，根据燃料生命周期标签 FLL 确定。对于混合燃料，碳源因子 S_{Fc} 、 S_{Fccu} 按照混合原料质量的加权平均值计算。

¹ IPCC 指南规定，任何捕获的供以后使用的 CO₂ 不应在其捕获的部门中扣除，除非它在国家温室气体清单的其他地方进行了核算，与 CO₂ 捕获相关的排放应在捕获 CO₂ 的部门(例如固定燃烧或工业活动)下报告。

点源生物源和直接空气捕集(DAC)所捕获的碳的使用, 参数 SFccu 可设为 1。点源化石源捕集所捕获的碳, 如已计入国家排放清单, 则参数 SFccu 可设为 1, 否则为 0。

2.1.3.4 生物质生长产生的排放信用额 e_c

生物质生长过程中会吸收大气中的 CO₂, 用生物质制成的燃料排放的 CO₂ 即生物质生长时吸收的量。

2.1.3.5 碳捕捉利用产生的排放信用额 e_{ccu}

在燃料生产和利用过程中, 通过捕获的 CO₂ 用于生产合成燃料产生的排放信用额, 且这部分 CO₂ 未在上船前的 e_{fecu} 和 e_p 中核算过。

2.1.3.6 逃逸系数 C_{slip_ship}

逃逸燃料是指未被氧化而从能量转换器中逃逸的燃料, 包括从燃烧室/氧化过程和曲轴箱中逃逸的燃料。逃逸系数 C_{slip_ship} 表示为占交付给船舶的总燃料质量的百分比。

逃逸系数 C_{slip_ship} 应涵盖从燃烧室/氧化过程、曲轴箱(如适用)逃逸的未氧化燃料, 核算范围应符合 MEPC.402 (83) 的规定。船用柴油发动机的 $C_{slip-CH_4}$ 实测值, 应按 MEPC.402 (83) 规定的试验循环、测量方法与加权计算方式获取, 结果以发动机消耗的含甲烷燃料质量的百分比表示。

2.1.3.7 无组织排放系数 C_{fug}

无组织排放是指从油舱至能量转换器之间损失、泄漏、排放或以其他方式丢失的排放。无组织排放系数 C_{fug} 表示为占交付给船舶总燃料质量的百分比。考虑到目前测量的困难程度和复杂性, 暂时设为 0。

2.1.3.8 排放因子 C_{fCO_2} 、 C_{fCH_4} 、 C_{fN_2O}

对于 CO₂, 排放因子 C_{fCO_2} 可基于燃料的化学分子式确定, 通过燃料化学分子式中碳(C)与燃料的摩尔比除以碳(C)与二氧化碳(CO₂)的摩尔比来计算。若为混合燃料, 可以采用如下的质量平衡法确定排放因子 C_{fCO_2} :

$$C_{fCO_2} = \frac{\sum_{i=fuel\ 1}^{fuel\ n} (C_{fCO_2_i} \times Mass\%_i \times LCV_i)}{\sum_{i=fuel\ 1}^{fuel\ n} (Mass\%_i \times LCV_i)}$$

CH₄ 和 N₂O 的排放因子 (C_{fCH_4} 和 C_{fN_2O}) 取决于能量转换器中的燃烧或转化过程, 是发动机和燃料共同决定的特定排放因子, 可通过默认值或者实测值获得。CH₄ 和 N₂O 的排放因子 (C_{fCH_4} 和 C_{fN_2O}) 是发动机与燃料共同决定的特定参数, 可采用本指南附录 3 给出的默认值, 或符合《船用柴油机甲烷(CH₄)和或氧化亚氮(N₂O)台架和船上测量导则》(MEPC.402 (83)) 要求的实测值。

2.1.3.9 逃逸温室气体的排放因子 C_{sfx}

逃逸温室气体需要考虑 CO₂、CH₄ 和 N₂O, 不同燃料和发动机导致逃逸气体排放因子有差异, 可通过实测值(根据实验室测试或直接排放测试)获得。

第 2 节 可持续性

2.2.1 应基于全生命周期通过以下 9 个主题/方面来评估船用燃料的可持续性：

2.2.1.1 碳源，制备可持续船用燃料的碳源来自生物源和/或工业碳捕获(除油气开采)和/或直接空气捕获。

2.2.1.2 电力/能源，制备可持续船用燃料的电力/能源来自可太阳能、风能、水能、生物能、地热能 and 海洋能等可再生能源和/或核能。

2.2.1.3 直接土地利用变化 DLUC，制备可持续船用燃料时最大限度地减少直接土地利用变化造成的排放。

注：仅适用于用生物质生产的燃料。

2.2.1.4 间接土地利用变化 ILUC，种植可持续船用燃料生产所需的生物质原材料而进行的土地利用与管理活动，最大限度地减少对燃料生产系统外的土地利用变化造成负面影响。

注：仅适用于用生物质生产的燃料。

2.2.1.5 水，可持续船用燃料的生产不能对水质和可用性造成负面影响。

2.2.1.6 空气，可持续船用燃料的生产不能对空气质量造成负面影响。

2.2.1.7 土壤，可持续船用燃料的生产不能对土壤健康造成负面影响。

2.2.1.8 废弃物和化学品，可持续船用燃料的生产需对废弃物和化学品采取严格管理和使用，不能对环境和人员造成负面影响。

2.2.1.9 生态保护，可持续船用燃料的生产不能对生物多样性和生态系统造成负面影响。

2.2.2 可持续船用燃料

2.2.2.1 可持续船用燃料要求

(1) 可持续船用燃料应基于全生命周期通过 2.2.1 中可持续性主题来评估其可持续性，并按 2.2.2.3 要求进行评定。

(2) 可持续船用燃料的全生命周期温室气体排放强度应不大于本文件 2.2.2.2 规定的温室气体排放强度限值。

2.2.2.2 可持续船用燃料温室气体排放强度限值

(1) 船用燃料全生命周期温室气体排放强度基线值(用 $GHG_{WtW,Ref}$ 表示)，取 93.3gCO₂eq/MJ。

(2) 可持续船用燃料(包括 ZNZ 燃料)全生命周期温室气体排放强度折减系数(用 Z 表示)，用于计算给定年份的排放限制，设定值见表 2.2.2.2。

相对于基线值的折减系数和限值

表 2.2.2.2

年份	可持续船用燃料(非ZNZ燃料)		ZNZ燃料	
	折减系数Z	排放强度限值 (gCO ₂ eq/MJ)	折减系数Z	排放强度限值 (gCO ₂ eq/MJ)
2025-2030	40	55.98	79.64 ^注	19
2031-2035	45	51.32		
2036-2040	65	32.66	85	14

注：2035年ZNZ燃料的折减系数Z为85。

(3) 全生命周期温室气体排放强度限值(用 $GHG_{WtW,lim}$ 表示)，按公式(1)计算：

$$GHG_{WtW,lim} = (1 - Z/100) * GHG_{WtW,Ref} \dots\dots\dots (11)$$

(4) 可持续船用燃料(含 ZNZ 燃料)的全生命周期温室气体排放强度实际值(用 GHG_{WtW} 表示)小于或等于当期排放强度限值,按公式(2)计算:

$$GHG_{WtW} \leq GHG_{WtW,lim} \dots\dots\dots (2)$$

2.2.2.3 可持续性指标评定要求

(1) 碳源

- ① 生产可持续船用燃料的碳源应来自于生物源和/或碳捕集。

注:碳捕集为空气中直接碳捕集或工业废气碳捕集,不能使用油气开采过程中捕集的碳源。

- ② 通过核查原料供应单、发票、合同、产品合格证明以及自我声明等材料,确认碳源符合上述①中所需考虑的因素。

(2) 电力/能源

- ① 制备可持续船用燃料的主要能源(燃料/能源制备直接所需,如电解水制氢,但不包括非燃料/能源制备设备的耗电、人员、场所办公等用电)应由太阳能、风能、水能、生物能、地热能和海洋能等可再生能源和/或核能的电力/能源提供,这些电力/能源可直连供应,也可通过已建立可信和可追溯的可再生能源/绿色电力认证体系的电力/能源网络传输获得。

- ② 通过查验电费/能源结算凭证、日常记录、自我声明、购电协议、可再生能源/绿色电力证书(如适用)等材料,走访工作现场,访谈相关人员,确认主要电力/能源的来源,确认是否符合上述①中所需考虑的因素。

(3) 直接土地利用变化

- ① 生产可持续船用燃料所需的生物质原材料,不应从高碳储量的土地制成,除非制定了可持续的土地管理计划和报告时间表,能确保不会对土壤碳储量产生负面影响。

- ② 通过查验原料来源、种植情况、环境影响评估报告、高碳储量土地管理计划(如适用)等,确认是否符合上述①中所需考虑的因素。

(4) 间接土地利用变化

- ① 基于风险的定性方法考虑间接土地利用变化,原料种植应最大限度地减少所评定的产品系统之外对土地使用或管理方面的负面影响,在不破坏现有土地利用的情况下提供额外原料生产。

- ② 当一个农业生产地区的生产力提高时,使用额外的产量而非整个生产应被视为低间接土地利用变化;高间接土地利用变化风险是指基于或取代粮食和饲料作物,从而导致原料生产区域大幅扩大,转移到高碳储量土地。

- ③ 通过查验环境影响评估报告、自我声明等材料,确认是否符合上述①和②中所需考虑的因素。

(5) 水

- ① 船用燃料的生产要证明采取举措维持水质、有效利用水资源,避免水资源(包括地表水、可再生水和化石/地下水)超出补给能力。

- ② 确保船用燃料是在完全符合当地、国家和地区有关水质和可用水量法规的设施中生产的。

- ③ 船用燃料的生产要确定可持续水管理战略和计划,并按制定的可持续水管理战略和计

划要求开展工作；签订具有法律效力的文件，承诺在适用情况下重新分配水资源，满足社会、文化或环境需求。

- ④ 船用燃料生产不应应对周围社区居民的用水安全和环境卫生等造成影响，并尊重原住民和当地社区的传统取水权。船用燃料的生产应提供对水环境影响的报告。
- ⑤ 通过查验环境影响评定报告、管理制度、应急预案、废水处理方案、废水排放监督监测方案、废水排放记录、废水处理记录、废水排放监测记录以及水污染物测试报告等材料，走访工作现场，访谈相关人员，必要时抽取水样进行测试，确认是否符合上述①~④中所需考虑的因素。

(6) 空气

- ① 船用燃料的生产需要最大限度地减少对空气质量的负面影响，并且是在符合船用燃料生产的国家和地区空气污染法律和法规的设施中生产的。船用燃料的生产应提供环境影响评估报告或相应检测数据。
- ② 船用燃料的生产应识别其生产活动相关的大气污染源，评估船用燃料的生产对空气质量的影响。
- ③ 船用燃料的生产应制定大气污染物排放管理方案，并对方案实施有效性进行年度评估。
- ④ 通过查验环境影响评定报告、管理制度、应急预案、废气处理方案、废气排放监督监测方案、废气排放记录、废气处理记录、废气排放监测记录、燃料储运过程中油气排放监测记录以及大气污染物测试报告等材料，走访工作现场，访谈相关人员，必要时抽取大气样品进行测试，确认是否符合上述①~③中所需考虑的因素。

(7) 土壤

- ① 船用燃料的生产需要证明维持或增强了土壤健康，包括实施了农业和林业原料生产或残留物收集的最佳管理做法，以物理、化学或生物方法维持或增强土壤健康。同时需证明船用燃料是在符合国家和地区土壤健康的法律和法规的设施中生产的。
- ② 船用燃料的生产应在项目开始及生产过程中定期监测与土壤质量有关的指标，包括有机碳、养分、保水力，盐化、土壤紧实度变化、重金属，多环芳烃等污染物，缓冲性变化，土壤酸化及微生物群和微动物群变化等。
- ③ 通过查验环境影响评定报告、土地相关信息、土壤污染物监测记录、土壤污染风险管理制度、应急预案、土壤成分测试报告以及自我声明等材料，走访工作现场，访谈相关人员，必要时抽取土壤样品进行测试，确认是否符合上述①~②中所需考虑的因素。

(8) 废弃物和化学品

- ① 船用燃料的生产需要证明已负责任地对废弃物和化学品进行管理和适用，包括采取了措施以确保在储存、处理步骤中最大限度减少生产加工中产生的废弃物和使用的化学品；鼓励废弃物和化学品的再利用或再循环；制定了程序以最大限度减少使用既不可回收又不可生物降解的材料。
- ② 确保船用燃料的生产设施完全遵守地方、国家和区域的废物及化学品管理法规。
- ③ 船用燃料的生产应提供生物质能废弃物可能对空气、土壤、水和生物多样性的影响清单，并提出降低影响的方案。
- ④ 对于自建污染处理设施的船用燃料的生产商，处理设施与主体设施同时设计、同时施工、同时投产使用；对废弃物收集、储存、运输的场所、设备和设施进行定期维护。

对于将污染物处理外包的船用燃料的生产商，选择有资质的污染处理企业。

- ⑤ 通过查验综合利用和无害化等废弃物处理措施以及各类废弃物暂存措施的管理制度、应急预案、实施方案、处理记录、测试报告以及自我声明等材料，走访工作现场，访谈相关人员，必要时抽取环境样品进行测试，确认是否符合上述①～③中所需考虑的因素。
- ⑥ 通过查验储存和使用化学品的管理制度、应急预案、台账及进出库记录，走访储存和使用现场，访谈相关人员，确认是否符合上述①～③中所需考虑的因素。

(9) 生态保护

- ① 船用燃料的生产要能证明维持或增强了生物多样性和生态系统保护。船用燃料的原料不是来自因其生物多样性、保护价值或生态系统服务而受到对该地区有管辖权的国家保护的地区。有证据表明该项目不会妨碍保护目的，选择低入侵风险的原料进行种植并采取适当的控制措施以防止外来物种和微生物的失控传播。
- ② 通过查验环境影响评定报告，走访生产经营场所，确认是否符合上述①中所需考虑的因素。

第 3 节 船用燃料全生命周期标签(FLL)

2.3.1 燃料全生命周期标签(FLL)是用来收集和传递船用燃料温室气体与可持续性信息的一项技术工具。FLL 是《燃油交付单》(BDN)的配套文件, BDN 用于记录 MARPOL 附则 VI 要求的船用燃料物理属性信息。FLL 与 BDN 可供上下游相关方(燃料生产商/供应商、船东、核查机构、主管机关/认可组织)使用, 用于核验、核对燃料供应量, 以及燃料物理指标、温室气体排放、可持续性相关指标。

2.3.2 每一批交付至船舶的燃料均需单独出具一份 FLL。若交付燃料未附带 FLL, 则该燃料的 WtT 温室气体排放强度, 需取在该品类化石燃料最差排放路径的基准值。

2.3.3 每份 FLL 均包含 WtT 数据, 该数据可结合附录 3 给出的默认 TtW 排放值, 或经认证的实际 TtW 值, 核算燃料 WtW 排放强度。

2.3.4 FLL 所载信息来源多元: 对于 WtT 排放数据, 化石燃料取自 BDN, 非化石燃料取自可持续性证明文件。若可持续性证明文件有细分分项 WtT 排放数据, FLL 中须分项列明。

2.3.5 可持续性证明文件: 指符合本指南 2.2.1 可持续性要求的证明材料。

2.3.6 FLL 文档模板详见附录 4, 各参数解释如下。

2.3.6.1 唯一序列号 (Unique serial number): 唯一识别编码, 用于全流程溯源追踪。

2.3.6.2 签发日期 (Date of issue): FLL 出具日期, 须与文档时间戳保持一致。

2.3.6.3 供应商详情 (Supplier details)

(1) 名称 (Name): 填写 FLL 主体全称

(2) 地址 (Address): 填写 FLL 主体实体地址

(3) 认证体系 (Certification system): 该经济运营商取得资质的可持续燃料认证体系

(4) 认证编号 (Certificate number): 认证体系颁发给持证运营商的唯一证书编码

2.3.6.4 接收方详情 (Recipient details)

(1) 名称 (Name): 燃料采购方全称

(2) 地址 (Address): 燃料采购方实体地址

(3) 船名 (Ship name): 接收燃料的船舶名称

(4) 国际海事组织船舶编号 (IMO number): 接收燃料的船舶 IMO 编号

2.3.6.5 燃料详细信息 (Detailed fuel information): 燃料的各不同组分应分不同行进行记录。对于非混合燃料, 通常仅需填写一行信息。若为 100% 化石燃料, 可持续性证明文件编号字段应留空。对于混合燃料, 低温室气体排放组分与化石燃料组分的信息须分行填报。若混合燃料包含多批次低温室气体排放燃料(每一批次均对应独立的可持续性文件或路径代码), 每一批次均应单独成行填报。

(1) IMO 燃料类型 (IMO fuel type): 为 MEPC.391(81)决议附录 1/2 中规定的燃料类型

(2) IMO 燃料路径代码 (IMO fuel pathway code): 为 MEPC.391(81)决议附录 1/2 中给出的燃料路径代码

(3) 原料类型 (Type of Feedstock/Raw Material): 配套可持续证明文件载明的原料品类

(4) 数量 (Quantity): 公吨, 保留 3 位小数

(5) 能量 (Energy): 燃料总热值, MJ, 无小数位

- (6) 密度 (Density) : 15°C下燃料组分密度, kg/m³, 保留 3 位小数
- (7) 燃料的低热值 (LCV) : MJ/g fuel, 保留 4 位小数
- (8) 船用燃料上船前温室气体排放强度 (WtT GHG) : 基于 GWP100 计算得到的燃料上船前温室气体排放强度, gCO₂eq/MJ, 保留 2 位小数

2.3.6.10 排放信用额 (Emission credits)

- (1) 生物质生长产生的排放信用额 e_c , gCO₂eq /g fuel
- (2) 使用捕获的 CO₂生产合成燃料产生的排放信用额 e_{ccu} , gCO₂eq /g fuel

2.3.9.11 温室气体排放详细数据 (Detailed GHG emission information) : 本板块数据取自配套可持续证明文件。采用默认排放数值的燃料: 仅需填报总 WtT 温室气体排放强度; 采用实测核算数值的燃料: 如可持续证明文件载有分项排放数据, 须分项填报。

第3章 船用燃料温室气体排放强度与可持续性的认证

第1节 一般要求

3.1.1 认证方应按照本指南提供的方法，基于申请方提供的数据和报告信息，并经现场核查，开展燃料的温室气体排放强度核算和可持续性认证，可签发“船用燃料温室气体排放强度声明”和“可持续性船用燃料声明(如适用)”。

3.1.2 燃料温室气体排放强度的认证应基于充分和适当的证据，应遵循相关性、完整性、一致性、准确性和透明性原则。认证核查活动、发现、结论应真实公正地呈现和报告。认证中的重大问题、意见分歧、解决方案及最终结论应予以说明与记录。

3.1.3 申请方应先向认证方提交燃料温室气体排放强度核算和可持续性认证申请，并同时提交燃料温室气体排放强度计算报告、可持续性证明文件及相关支持性数据及文件。认证方应根据申请方要求做好核算和认证核查准备工作、编制核查计划并组织实施。认证方在核查结束后及时编制核查报告，并经过内部技术评审，根据报告结论签发“船用燃料温室气体排放强度声明”和“可持续性船用燃料声明(如适用)”。认证方开展船用燃料全生命周期温室气体排放核算和可持续性认证核查的流程如下：

- (1) 核查准备；
- (2) 核查实施；
- (3) 核查报告编制；
- (4) 证书签发/变更。

第2节 核查准备

3.2.1 核查范围

在开展核查工作之前，申请方应与认证方就燃料温室气体排放的核算范围在本指南要求范围内达成一致，如有必要，还需提供相应支持性文件，包括但不限于：

- (1) 核查边界与核算依据的一致性证明；
- (2) 核查所覆盖燃料的批次信息和覆盖时间范围；
- (3) 识别涉及的排放源，如生产设备，相关活动，相关产品及工艺过程等；
- (4) 识别出的排放源在本指南框架下的排放量化方法或免除说明；
- (5) 副产品及各排放环节中涉及到的原料、材料等的排放边界和计算方法；
- (6) 计算中涉及的默认值的出处和对实测方法描述。

3.2.2 核查资料

3.2.2.1 申请方需提供的数据和文件资料包括但不限于：

- (1) 主要能耗设备清单；
- (2) 企业/船舶能源统计报表及采购凭证，包含供应商和买方公司名称及地址；

- (3)燃料类型、燃料生产国；
 - (4)燃料生产过程所涉及相关物料输入输出及原料来源、运输等证明；
 - (5)燃料装载日期；
 - (6)燃料装载地点或物流设施/分销基础设施入口点；
 - (7)燃料交付地点/物流设施/分销基础设施出口点；
 - (8)燃料质量或体积，燃料的能量含量。能量含量的计算需采用附录 3 中的换算系数；
 - (9)主要计量设备的检定/校准证书；
 - (10)依据本指南编写的燃料温室气体排放强度计算报告及相关支持性文件，包括默认值或实际温室气体排放因子；
 - (11)各排放环节既往的碳排放核查报告(如有)；
 - (12)已经核查的相关企业排放检测计划和/或报告(如有)；
 - (13)已经核查的燃料生产排放报告(如有)；
 - (14)船舶信息(如适用)；
 - (15)船舶主辅机等能耗设备排放试验报告(如适用)；
 - (16)可持续性证明材料；
 - (17)认证方认为的核查所需的其他信息。
- 3.2.2.2 当 TtW 排放采用 CH₄/N₂O 实测值时，申请方需额外提供：
- (1)按 MEPC. 402 (83) 第 2 条要求编制的完整《CH₄ 和/或 N₂O 文件》(含发动机信息、取样位置信息、测量方法、测试数据、减排装置文件等)；
 - (2)经主管机关验证的《CH₄ 和/或 N₂O 排放值声明》(如有)；
 - (3)符合 MEPC. 402 (83) 附录 2 要求的发动机试验报告、测量设备校准证书、燃料特征检测报告；
 - (4)船上测量的工况验证、数据溯源文件(如适用)。

3.2.3 风险评估

在开展核查工作之前，认证方应基于申请方提交材料进行风险评估，充分了解核查的复杂性，识别出发生错误或不符合标准的风险，以确保核查活动能够实现排放核算的既定目标。风险评估应考虑的因素包括：

- (1)燃料温室气体排放强度计算报告及其支持文件中故意错报的可能性；
- (2)排放源对温室气体排放强度计算的影响；
- (3)遗漏潜在重要排放源的可能性；
- (4)量化方法与核算边界的复杂程度；
- (5)温室气体排放测算数据的选择、质量和来源；
- (6)参考文件的完整性和真实性；
- (7)企业用于监测和报告温室气体数据的管理能力等。

3.2.4 核查计划编制

在核查工作启动前，认证方应编制核查计划，说明核查活动内容及时间，必要时可对计划进行修改。就核查计划的内容及其修改，认证方应与申请方保持良好的沟通。核查计划的编制应充分考虑核算边界、所收集到的核查资料和风险评估结果。核查计划内容应至少包括：

- (1)核查人员与职责；
- (2)核查内容与计划时间；
- (3)核查的依据和标准；
- (4)需要申请方所协调配合的人员要求。

核查实施前，认证方应将核查计划提供给申请方进行确认，并在现场核查工作开展之前通知申请方相关人员。

第 3 节 核查实施

3.3.1 文件评审

认证方应对申请方提供的相关文件资料进行评审，以核查燃料温室气体排放的计算遵循本指南中规定的计算方法并且满足本指南规定的可持续性指标评定要求，计算过程正确、严谨，计算参数取值准确、透明。燃料温室气体排放强度计算报告中的计算参数应优先选取真实值或实测值。

当 TtW 排放采用 CH₄、N₂O 实测值时，认证方应重点评审实测全流程与 MEPC. 402 (83) 的符合性，包括试验循环、测量规程、仪器校准、数据计算、排放边界的合规性，以及数据的完整性、可追溯性。

3.3.2 现场核查

现场核查应充分考虑核查的场所与设施、核查的情景与内容，在风险评估的基础上按核查计划严格实施，对比实际充分论证数据和文件的可靠性，以降低核查风险。初始核查应在现场进行。核查内容与方式包括但不限于：

- (1) 燃料制备各环节主要涉及的耗能设备验证；
- (2) 燃料全生命周期各环节用能与监测计量器具验证；
- (3) 燃料全生命周期各环节耗能设备的实际运转情况；
- (4) 计算过程涉及所有数据的验证。

现场核查过程中，申请方应按照核查计划协助收集所有与核查相关的信息(如热力来源，物料来源，能耗证明等)。能源消耗量应使用能源消耗原始记录作为数据源，采用财务结算凭证数据作为交叉校核文件。针对收集的数据，应建立特定的参数进行评估，并通过阈值判定数据的合理性。

当采用船上实测值核算 TtW 排放时，现场核查应覆盖 MEPC. 402 (83) 规定的船上测量全流程，包括发动机运行工况、取样系统布置、测量设备安装与校准、数据采集与记录过程的符合性验证。

3.3.3 核查发现及处理

核查过程中，当发现以下问题时，应当形成问题清单，认证方应与申请方及时就此进行沟通确认并形成解决方案：

- (1) 采用的计算方法不符合相关准则要求；
- (2) 核算边界、设施规模和排放源等信息与实际情况不一致；
- (3) 数据不完整或计算错误等。

对于信息不充分或者不清晰以至于不能够确定温室气体排放计算是否符合要求的情况，认证方应提出澄清要求，申请方应尽力协助并予以明确。

第 4 节 核查报告

3.4.1 认证方应结合核查发现，根据核查过程形成核查结论，并编制《燃料全生命周期温室气体排放强度与可持续性核查报告》。报告模板见附录 4。核查报告内容应包括：

- (1) 核查范围；
- (2) 核查依据；
- (3) 核查过程与方法；
- (4) 核查发现(包含纠正措施，实测值符合 MEPC.402 (83) 导则的验证结论)；
- (5) 核查结论；
- (6) 支持性附件；
- (7) CH₄/N₂O 排放实测值与 MEPC.402 (83)导则的符合性评审结果。

3.4.2 认证方和申请方均应将核查报告以及必要证据等文件保存至少 7 年。

第 5 节 声明文件的签发与变更

3.5.1 签发

对申请方首次申请燃料温室气体排放强度认证的情况，认证方在根据本指南要求完成排放核算和认证后，依据核查报告结论签发“船用燃料温室气体排放强度声明”和“可持续性船用燃料声明(如适用)”。

3.5.2 有效期

“船用燃料温室气体排放强度声明”和“可持续性船用燃料声明”的有效期自完成核查日期起不超过 5 年，期间应接受年度核查。

3.5.3 年度核查

在有效期内，“船用燃料温室气体排放强度声明”和“可持续性船用燃料声明”应按照以下要求完成年度核查：

- (1)年度核查应在完成核查日期之后的每年周年日前或后 3 个月内进行；
- (2)核查应根据本指南第 3.3.2 条或 3.3.3 条要求进行，以验证构成本指南第 2 章评估要素的场景有效实施；
- (3)完成年度核查后，应根据本指南第 3.4 条要求编制核查报告，并做年度签署。

3.5.4 换发

在“船用燃料温室气体排放强度声明”和“可持续性船用燃料声明”到期日之前 3 个月内应完成文件的换发。换发核查要求同年度核查，完成换发核查后，应根据本指南第 3.4 条要求编制核查报告，并换发声明文件，有效期同本指南 3.5.2 条要求。

3.5.5 变更

在有效期内，如果因为技术、工艺或设备升级、能源更换、计算参数更新等原因，改变了燃料温室气体排放强度的计算值或可持续性指标，申请方应申请变更。变更的核查内容与范围，将根据更新后场景由认证方和申请方沟通确定。在完成排放核算和认证后，认证方应对核查报告进行更新，并依据更新后的核查报告结论重新签发“船用燃料温室气体排放强度声明”和“可持续性船用燃料声明(如适用)”。有效期及核查要求同本指南第 3.5.2 和 3.5.3 条要求。

3.5.6 失效

出现下列情况之一，“船用燃料温室气体排放强度声明”和“可持续性船用燃料声明”将失效：

- (1)在规定的时间内未申请进行年度核查；
- (2)因为技术、工艺或设备、能源更换、计算参数等更新变化，燃料全生命周期、上船前和船端温室气体排放强度值中的一项或多项超过其标定值 5%；
- (3)存在未解决的核查发现；
- (4)其他可能影响有效性的情形。

第 4 章 船舶年度温室气体燃料强度

第 1 节 船舶年度温室气体燃料强度的计算

4.1.1 一般要求

船舶达到的年度温室气体燃料强度（Attained annual GFI）应基于全生命周期（WtW）排放进行计算。

4.1.2 计算要求

4.1.2.1 船舶达到的年度温室气体燃料强度计算应按下式计算：

$$GFI_{attained} = \frac{GHG}{Energy_{Total}} = \frac{\sum_{j=1}^n EI_j \times Energy_j - C_{GRA}}{\sum_{j=1}^n Energy_j - E_{GRA}}$$

式中：

$GFI_{attained}$ 表示船舶达到的年度温室气体燃料强度，单位为 gCO_2eq/MJ ；

GHG 表示修正后的船舶年度温室气体排放当量，单位为 gCO_2eq ；

$Energy_{Total}$ 表示修正后的船舶年度内消耗的能源总量，包括但不限于船用燃油、岸电输入电力，以及风帆、光伏等装置提供的能源，单位为 MJ ；

j 表示第 j 种船用燃料/能源；

n 表示船用燃料/能源的种类数；

EI_j 表示第 j 种船用燃料的温室气体强度，单位为 gCO_2eq/MJ ；

$Energy_j$ 表示第 j 种船用燃料的能量，单位为 MJ ；

C_{GRA} 为船舶温室气体后处理装置减排的净 CO_2 当量，单位为 gCO_2eq ；其中 $C_{GRA} = R_{CO_2} + R_{CH_4} + R_{N_2O}$ ， R_{CO_2} 为 CO_2 处理装置所捕集并交付至经认可机构有效封存的 CO_2 总量，单位为 gCO_2eq ； R_{CH_4} 为 CH_4 后处理装置所处理 CH_4 的 CO_2 当量，单位为 gCO_2eq ； R_{N_2O} 为 N_2O 后处理装置所处理 N_2O 的 CO_2 当量，单位为 gCO_2eq 。

E_{GRA} 为船舶温室气体后处理装置年度的运行总能耗，单位为 MJ ；其中 $E_{GRA} = E_{CO_2} + E_{CH_4} + E_{N_2O}$ ， E_{CO_2} 表示 CO_2 处理装置运行消耗的能量，单位为 MJ ； E_{CH_4} 表示 CH_4 后处理装置运行消耗的能量，单位为 MJ ； E_{N_2O} 表示 N_2O 后处理装置运行消耗的能量，单位为 MJ 。

第 2 节 船舶年度温室气体燃料强度的验证

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 CCS 可根据公司申请，对提交的船舶年度 Attained GFI 报告进行验证，签发“船舶达到的年度温室气体燃料强度验证声明”。

4.2.2 Attained GFI 的验证

4.2.2.1 船舶应根据本指南第 4.2 条的要求计算上一年度从 1 月 1 日至 12 月 31 日 12 个月期间的 Attained GFI，并在每年 3 月 31 日之前按本指南要求向 CCS 提交。

4.2.2.2 为了验证 Attained GFI，公司申请时，应随船舶所用燃料的认证文件、与计算营运碳强度相关的文件、温室气体减排后处理装置运行数据（如适用）、零碳能源使用情况（如适用）等一并提交。

4.2.3 签发验证声明

4.2.3.1 按照本指南 4.2.2 条要求完成 GFI 验证后，CCS 将于每年 5 月 31 日之前签发“船舶达到的年度温室气体燃料强度验证声明”，有效期为签发日历年至下一日历年前五个月。样本见附录 6。

4.2.3.2 如果 CCS 在 Attained GFI 验证中发现任何实质差异，将要求公司予以澄清或更正。如果差异或差异的汇总可能对报告总数值影响超过 $\pm 5\%$ ，则差异被视为实质差异。如有这种情况，在实质差异得到澄清或更正后，再签发验证声明。

附录 1 船用燃料温室气体排放强度声明



中国船级社

CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

船用燃料温室气体排放强度声明

Marine Fuels GHG Emission Intensity Statement

兹证明：应申请方申请，署名验船师根据中国船级社《船用燃料全生命周期温室气体排放强度计算与认证指南》的要求，基于 GWP100，对下述燃料的温室气体排放强度进行了核算和认证，相关内容如下：

1、燃料信息¹

燃料名称		批次编号	
生产厂商		生产日期	
生产产地			
加注地			
燃料制备路径			
备 注			

2、船舶信息

船 名			
IMO 编号		船舶登记号	
主机型号		主机数量	
辅机型号		辅机数量	
其他能耗设备说明			
温室气体后处理装置说明			

¹ 对混合燃料可视情况增加燃料信息列表。

3、核算方法

上船前排放	
核算方式	默认值计算/真实值计算/混合计算
GWP 取值 ¹	(GWP20 和/或 GWP100)
默认值计算参数选取说明 (如有)	
船端排放	
核算方式	默认值计算/真实值计算/混合计算
GWP 取值	(GWP20 和/或 GWP100)
默认值计算参数选取说明 (如有)	
真实值计算说明 (如有)	含实测方法依据、试验类型 (台架/船上)、发动机型号、主管机关验证情况、CH ₄ /N ₂ O 分项排放结果。

4、可持续性主题符合性

可持续性主题	符合情况	
碳源	☐ 符合	☐ 不符合
电力/能源	☐ 符合	☐ 不符合
直接土地利用变化 DLUC	☐ 符合	☐ 不符合
间接土地利用变化 ILUC	☐ 符合	☐ 不符合
水	☐ 符合	☐ 不符合
空气	☐ 符合	☐ 不符合
土壤	☐ 符合	☐ 不符合
废弃物和化学品	☐ 符合	☐ 不符合
生态保护	☐ 符合	☐ 不符合

5、燃料温室气体排放强度

燃料上船前 (WtT) 温室气体排放强度: gCO_{2eq}/MJ

燃料船端 (TtW) 温室气体排放强度: gCO_{2eq}/MJ

¹ 根据实际情况填写计算对应的 GWP 值。

燃料全生命周期（WtW）温室气体排放强度：

gCO_{2eq}/MJ

本声明有效期至 _____，基于核查完成日期

签发日期： _____ 验 船 师：

签发地点： _____ 单位公章：

年度核查签证栏

兹证明，已按本指南第 2 章第 2.1.1 条要求，进行了船用燃料温室气体排放强度年度核查，并符合本指南的要求。

第 1 次年度核查	签署： (验船师，单签公章)
	地点：
	日期：
第 2 次年度核查	签署： (验船师，单签公章)
	地点：
	日期：
第 3 次年度核查	签署： (验船师，单签公章)

	地点:
	日期:

第 4 次年度核查	签署: (验船师, 单签公章)
	地点:
	日期:

附录 2 可持续船用燃料声明



中国船级社

CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

可持续船用燃料声明

Sustainable Marine Fuels Statement

兹证明：应申请方申请，署名验船师根据中国船级社《船用燃料全生命周期温室气体排放强度计算与认证指南》的要求，基于 GWP100，对下述燃料的温室气体排放强度和可持续性主题/内容进行了验证，符合本社可持续船用燃料要求，相关内容如下：

1、燃料信息¹

燃料名称		批次编号	
生产厂商		生产日期	
生产产地			
加注地			
燃料制备路径			
备 注			

2、船舶信息

船 名			
IMO 编号		船舶登记号	
主机型号		主机数量	
辅机型号		辅机数量	
其他能耗设备说明			
温室气体后处理装置说明			

¹ 对混合燃料可视情况增加燃料信息列表。

3、可持续性主题符合性

可持续性主题	符合情况	
碳源	☐ 符合	☐ 不符合
电力/能源	☐ 符合	☐ 不符合
直接土地利用变化 DLUC	☐ 符合	☐ 不符合
间接土地利用变化 ILUC	☐ 符合	☐ 不符合
水	☐ 符合	☐ 不符合
空气	☐ 符合	☐ 不符合
土壤	☐ 符合	☐ 不符合
废弃物和化学品	☐ 符合	☐ 不符合
生态保护	☐ 符合	☐ 不符合

4、可持续性燃料阈值

可持续燃料阈值： gCO_{2eq}/MJ

ZNZ 燃料阈值： gCO_{2eq}/MJ

5、燃料温室气体排放强度

燃料上船前温室气体排放强度： gCO_{2eq}/MJ

燃料船端温室气体排放强度： gCO_{2eq}/MJ

燃料全生命周期温室气体排放强度： gCO_{2eq}/MJ

6. 结论

可持续船用燃料	☐ 符合	☐ 不符合
ZNZ 船用燃料	☐ 符合	☐ 不符合

本声明有效期至 _____，基于核查完成日期

签发日期： _____ 验 船 师： _____

签发地点： _____ 单位公章： _____

附录3 船用燃料船端排放(TtW)排放默认值

燃料类型	能量转换器	低热值 LCV (MJ/g fuel)	CO ₂ 排放因子 C_{fCO_2} (g CO ₂ /g fuel)	CH ₄ 排放因子 C_{fCH_4} (g CH ₄ /g fuel)	N ₂ O 排放因子 C_{fN_2O} (g N ₂ O/g fuel)	逃逸系数 C_{slip} (燃料质量的百分比%)
重燃油 HFO	所有内燃机	0.0402	3.114	0.00005	0.00018	—
轻燃油 LFO	所有内燃机	0.0412	3.151	0.00005	0.00018	—
船用柴油 /船用轻 柴油 MDO/ MGO	所有内燃机	0.0427	3.206	0.00005	0.00018	—
液化天然 气 LNG	LNG 奥托 循环模式 (双燃料中 速)	0.048	2.75	0	0.00011	3.5
	LNG 奥托 循环模式 (双燃料低 速)					1.7
	LNG 狄塞 尔循环模式 (双燃料低 速)					0.15
	稀燃火花点 火					2.6
	蒸汽轮机和 锅炉					0.01
液化石油 气 LPG	所有内燃机	丙烷 0.0463 丁烷 0.0457	丙烷 3.00 丁烷 3.03	0.00005	0.00018	—

注：— 表示不适用。

附录 4 船用核查报告基本格式

船用燃料全生命周期温室气体排放强度与可持续性核查报告

1. 概述

1.1 核查范围

1.2 核查准则

2. 核查过程和方法

2.1 核查计划

2.2 文件评审

2.3 现场核查

3. 核查发现

3.1 计算方法、数据与指南的符合性

3.2 测量设备校准的符合性

3.3 温室气体排放计算过程及结果

3.4 对监测计划的核查

3.5 质量管理体系

3.6 发现项及处理结果

3.7 CH₄/N₂O 实测值合规性专项核查发现

4. 核查结论

4.1 报告、核查认证与指南的符合性

4.2 燃料全生命周期温室气体排放强度结果

4.3 核算和报告边界变化(含设施变化)情况(如适用)

4.4 核查过程未覆盖到的问题的描述

5. 参考文件

附录 5 燃料全生命周期标签

燃料全生命周期标签							
序列号			签发日期			BDN 编号 ¹	
供应商详情			接收方详情		燃料信息		
名称			名称			发货/装货点地址	
地址			地址			接收/收货点地址	
认证体系 ^{2*}			船名			收货日期	
认证编号 ^{2*}			IMO 编号			产品名称 ³	
			合同编号**				
燃料详细信息 ⁴							
	IMO 燃料类型 ⁵		IMO 燃料路径代码 ⁶		原料类型	原料原产国	燃料生产国
认证燃料 1							
认证燃料 2							
认证燃料 3							
认证燃料 4							
化石燃料			原始单份可持续性证明文件是否包含多种原料： ⁷ ☐ 是 ☐ 否				
	数量 (公吨)	能量 (兆焦)	15° C 下的密度 (千克/立方米)	低热值 (兆焦/千克)	井到油箱温室气体排放 (克二氧化碳/兆焦)	可持续性证明文件编号 ⁸	
认证燃料 1							
认证燃料 2							
认证燃料 3							
认证燃料 4							
化石燃料							
批次汇总							

注：*为必填项；**为可选但建议填写项。

可持续性主题符合性	
根据本指南第 2 节的可持续性主题	

排放信用	
生物质生长产生的排放信用(e_c , 单位: 克 CO ₂ /克燃料) ⁹	
与生物质生长排放信用相关的碳源因子(SFc, 取值为 0 或 1) ¹⁰	
利用捕获的 CO ₂ 作为碳库存生产合成燃料所产生的排放信用(e_{ccu} , 单位: 克 CO ₂ /克燃料) ¹¹	
与利用捕获 CO ₂ 作为碳库存相关的碳源因子(S _{Fccu} , 取值为 0 或 1) ¹²	

温室气体详细排放信息¹³

认证燃料 1

GHG _{WtT} (gCO _{2eq} /MJ)												
	=		+		+		+		−		−	

认证燃料 2

$GHG_{WtT}(\text{gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ})$		e_{fecu}		e_1		e_p		e_{td}		e_{sca}		e_{ccs}
	=		+		+		+		−		−	

认证燃料 3

GHG _{WtT} (gCO _{2eq} /MJ)												
	=		+		+		+		−		−	

认证燃料 4

$GHG_{WtT}(\text{gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ})$	e_{fecu}	e_1	e_p	e_{td}	e_{sca}	e_{ccs}				
	=		+		+		−		−	

温室气体排放详细信息

- 1) 对于将货物本身用作燃料而因此可能不具备燃油交付单(BDN)的船舶, 应依据其船舶燃油消耗数据收集计划中的规定, 使用其他文件予以替代。此类船舶的燃料生命周期标签可能需在确定所用燃料数量后方可最终完成。
- 2) 对于仅含化石燃料的燃料, 无需由经认证的经济运营商签发燃料生命周期标签, 故上述相关字段应留空。对于含可持续组分的燃料, 燃料生命周期标签应由签发可持续性证明文件的同时经认证经济运营商签发, 并应填写相应信息。
- 3) 产品名称系指燃油交付单上所载明的供应产品名称。
- 4) 燃料的不同组分应分别记录于各行。对于非混合燃料, 通常仅需记录一行信息。对于含有多个批次低碳燃料的混合燃料(每批均具有各自的可持续性文件或路径代码), 每一批次均应分别记录于单独行。

- 5) IMO 燃料类型应按照 MEPC.391(81)决议《2024 年船用燃料全生命周期温室气体排放强度导则》(含修正案)附录 1/2 中的规定填写。
- 6) IMO 燃料路径代码应按照 MEPC.391(81)决议《2024 年船用燃料全生命周期温室气体排放强度导则》(含修正案)附录 1/2 中的规定填写。
- 7) 当单份可持续性证明中包含多种原料时,为确保燃料生命周期标签与可持续性证明文件的对应关系,燃料生命周期标签中以下字段仅需填写该可持续性证明文件所列的第一种原料:IMO 燃料类型、IMO 燃料路径代码、原料类型、原料原产国、燃料生产国。但相应“认证燃料”行中的数量、能量、密度、低热值及并到油箱温室气体值应反映原始可持续性证明文件的数值,即该可持续性证明文件所包含所有原料的汇总值,而非仅指燃料生命周期标签“详细燃料信息”首部分所代表的单一原料。
- 8) 该编号系指随附的可持续性证明文件编号;若以合规证明代替可持续性证明提供给接收方,则该编号指底层可持续性证明文件的编号。
- 9) e_c 生物质生长产生的排放信用额(单位: gCO_2/g 燃料)。
- 10) S_{Fc} 碳源因子,用于确定生物质生长所产生的排放信用是否被计入 TtW(油箱到尾流)值的计算中(以 0 或 1 表示)。若 e_c 值大于 0,则 S_{Fc} 值应予以填写。
- 11) e_{ccu} 使用捕获的 CO_2 生产合成燃料产生的排放信用额(该信用未在 e_{fecu} 和 e_p 中计及)(单位: gCO_2/g 燃料)。
- 12) S_{Fccu} 碳源因子,用于确定用已捕获的 CO_2 作为碳库存生产合成燃料所产生的排放信用是否被计入 TtW 值的计算中(以 0 或 1 表示)。若 e_{ccu} 值大于 0,则 S_{Fccu} 值应予以填写。
- 13) GHG_{WtT} 燃料供应与使用全过程的温室气体排放总量(单位: gCO_2 当量/MJ),按下式计算:

$$\begin{aligned}
 &= e_{fecu} && \text{来自原料开采或种植的排放(单位: } \text{gCO}_2 \text{ 当量/MJ)} \\
 &+ e_1 && \text{土地利用变化引起的碳储量变化的年排放(单位: } \text{gCO}_2 \text{ 当量/MJ)} \\
 &+ e_p && \text{生产加工产生的排放(单位: } \text{gCO}_2 \text{ 当量/MJ)} \\
 &+ e_{td} && \text{运输和分配产生的排放(单位: } \text{gCO}_2 \text{ 当量/MJ)} \\
 &- e_{sca} && \text{通过改善农业管理从土壤碳积累中减少的排放(单位: } \text{gCO}_2 \text{ 当量/MJ)} \\
 &- e_{ccs} && \text{通过 } \text{CO}_2 \text{ 捕获和地质封存减少的排放(单位: } \text{gCO}_2 \text{ 当量/MJ)。该信用应正确反映通过捕获和封存燃料提取、运输、加工及分配过程中所排放的 } \text{CO}_2 \text{ 而避免} \\
 &&& \text{的排放量。但在计算上述信用时,须扣除 } \text{CO}_2 \text{ 捕获}(e_{cc})\text{、运输至最终封存地}(e_t)\text{及注入等过程所产生的一切排放。该要素应按以下公式计算:}
 \end{aligned}$$

$$e_{ccs} = C_{sc} - e_{cc} - e_t - e_{st} - e_x$$

附录 6 船舶年度温室气体燃料强度验证声明



中国船级社

CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

船舶年度温室气体燃料强度验证声明

GHG Fuel Intensity Statement

.....年船舶年度温室气体燃料强度声明

提交数据所针对的日历年时间段

开始日期(年/月/日)

结束日期(年/月/日)

船舶概况:

船名

船舶编号或呼号

IMO 编号^②

船籍港

总吨位

兹声明: 报告期内, 船舶的年度温室气体燃料强度GFI为:gCO₂ eq/MJ;

本验证声明有效期至(年/月/日).....

签发于

(声明签发地点)

(年/月/日).....

(签发日期)

(签发人签名)

(CCS盖章或钢印)