**ICS** 47.080

**CCS** **U** 44

**中国船舶工业行业协会团体标准**

**T/CANSI** XX—20XX

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求

船用低速内燃机

**Greenhouse gases - Carbon footprint of products – Methods and requirements for quantification- Marine diesel internal combustion engines**

（征求意见稿）

2024.06.30

20XX-XX-XX发布 20XX-XX-XX实施

**中国船舶工业行业协会** 发 布

目  次

[前言 II](#_Toc10670)

[1 范围 1](#_Toc3109)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc9178)

[3 术语和定义 1](#_Toc11248)

[4 量化目的 1](#_Toc2817)

[5 量化范围 1](#_Toc6405)

[5.1 产品系统构成及主要技术参数 1](#_Toc31167)

[5.2 功能单位或声明单位 2](#_Toc20180)

[5.3 系统边界 2](#_Toc26578)

[6 生命周期清单分析 3](#_Toc7154)

[6.1 数据收集和确认 3](#_Toc8355)

[6.2 数据分配 4](#_Toc13024)

[6.3 取舍准则 4](#_Toc11043)

[6.4 清单计算 4](#_Toc7657)

[7 生命周期影响评价 4](#_Toc11996)

[8 生命周期结果解释 4](#_Toc3171)

[9 产品碳足迹报告 5](#_Toc7709)

[10 产品碳足迹声明 5](#_Toc6063)

前  言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会归口。

本文件起草单位：中船动力集团有限公司、中国船舶集团有限公司第七一一研究所、上海中船三井造船柴油机有限公司、中船动力研究院有限公司、中国船舶集团有限公司综合技术经济研究院、中国船舶集团有限公司第七一四研究所。

本文件主要起草人：XX。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 船用低速内燃机

* 1. 范围

本文件规定了船用低速内燃机（简称“船用低速机”）产品碳足迹种类规则的量化目的、量化范围、生命周期清单分析、生命周期影响评价、生命周期结果解释、产品碳足迹报告、产品碳足迹声明。

本文件适用于船用低速机，涵盖船用低速机、以及带燃料供给系统和/或排放后处理系统的船用低速机。其它船用装备可参照使用。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 24025 环境标志和声明 Ⅲ型环境声明 原则和程序（ISO 14025，IDT）

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南（ISO 14067，IDT）

* 1. 术语和定义

GB/T 24067界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

* 1. 量化目的

本文件为量化船用低速机产品碳足迹提供要求，可适用于主机厂对船厂揭露船用低速机产品从“摇篮到大门”生命周期阶段的温室气体排放量和清除量。

* 1. 量化范围

## 5.1 产品描述

### 5.1.1 产品系统构成

船用低速机产品系统应由下列要素构成：

a）产品主体：船用低速机主要部件，包含固定件、受热件、运动件、喷射液压系统、扫排气系统、平台、管系、监测及控制系统；

b）配套系统：船用低速机配套使用的燃料供给系统及排放后处理系统；

c）配件：跟随船用低速机交付的工具及备件；

d）耗材：润滑剂、高温胶水等。

d）包装材料：用于包装使用的木箱及其它防护材料。

### 5.1.2 产品一般信息

船用低速机一般信息包括但不限于：

a）产品名称；

b）制造厂及地址；

c）生产地；

d）生产年份；

e）机型；

### 5.1.3 产品主要技术参数

船用低速机主要技术参数应至少包括：

a）缸数；

b）额定功率；

c）缸径；

d）冲程；

e）转速；

f）燃料类型；

g）燃料消耗率；

h）采取的减排措施；

i）满足的排放标准；

g）整机尺寸；

k）整机重量。

## 5.2 功能单位或声明单位

5.2.1 船用低速机的功能单位为台，同时应注明低速机的产品一般信息及主要技术参数。

5.2.2 基准流为生产特定型号的1台船用低速机所产生的碳排放量。

## 5.3 温室气体核算范围

船舶低速机产品碳足迹评价应包含以下三种温室气体：二氧化碳（CO2）、甲烷（CH4）、氧化亚氮（N2O）。

## 5.4 系统边界

### 5.4.1 产品阶段流程

船用低速机产品全生命周期流程如图1所示，从“摇篮到大门”生命周期阶段包含图1中原材料获取及产品制造这两个阶段。

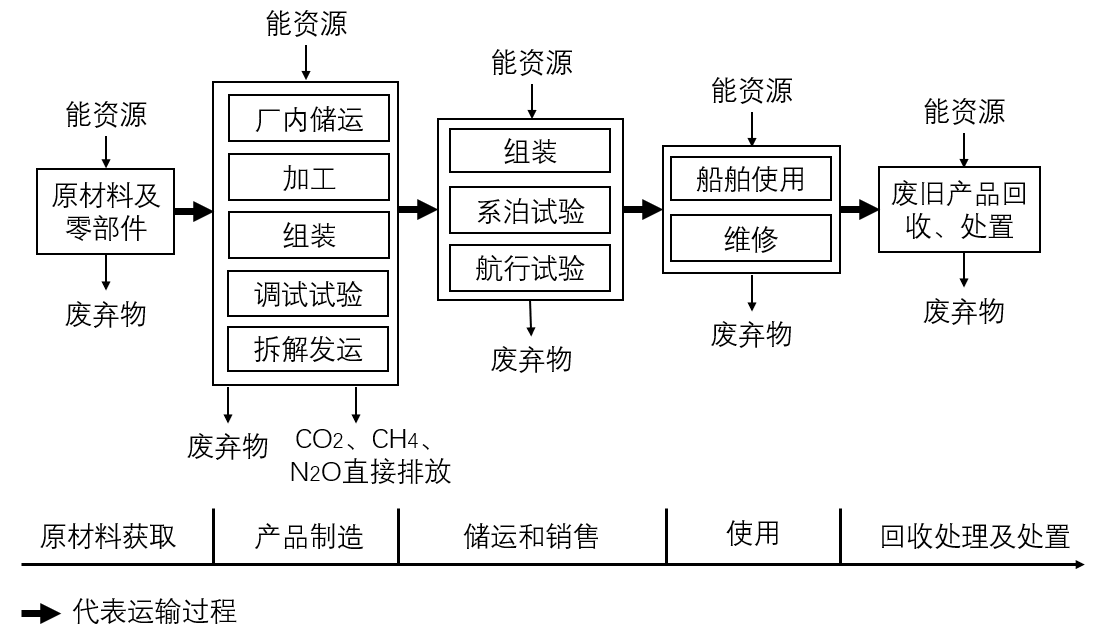


图1 船用低速机产品全生命周期流程图

### 5.4.2 原材料获取阶段

5.4.2.1 包含船用低速机产品主体、配套系统、配件、耗材、包装材料涉及的零部件和原材料的提取和加工。

5.4.2.2 包含零部件及原材料至主机厂的运输过程。

### 5.4.3 产品制造阶段

5.4.3.1 包含零部件及原料在厂内储存与运输、加工、组装、调试试验、拆解发运等过程。

5.4.3.2 包含生产过程中的温室气体（如焊接使用的CO2，动车试验烟气中的CO2、CH4、N2O）直接排放。

5.4.3.3 包含生产过程中的能资源（电力、热力、自来水、润滑油、燃料、压缩空气等）消耗与供应相关流程。

5.4.3.3 包含生产过程中的废弃物（如铁屑、废水等）运输与处理相关流程。

### 5.4.4 系统边界排除

产品系统边界应排除与产品生产无直接关联的过程，包括以下：

a）生产过程中的人力使用；

b）研发、设计、营销活动（图纸设计）；

c）辅助运营（办公室照明、空调、员工上班通勤等）

* 1. 生命周期清单分析

## 6.1 数据收集和确认

### 6.1.1 总体要求

6.1.1.1 应收集图1系统边界内所有单元过程的定性资料和定量数据。通过测量、计算或估算而收集到的数据，均可用于量化单元过程的输入和输出。应选取能实现目的和范围的初级数据和次级数据。

6.1.1.2 对于可能对研究结论有显著影响的数据，应说明相关数据的收集过程、收集时间以及数据质量的详细信息。

6.1.1.3 在收集现场数据和初级数据不可行的情况下，次级数据才能用于输入和输出，或用于重要性较低的过程。宜证明次级数据的适用性，并注明参考文件。

6.1.1.4 宜通过使用现有最高质量数据，尽可能地减少偏差和不确定性。

6.1.1.5 应在数据收集过程中对数据的有效性进行检查，以确认并提供证据证明数据质量要求符合GB/T 24067的规定。

6.1.1.6 数据确认可通过建立质量平衡、能量平衡和（或）排放因子的比较分析或其他适当的方法。由于每个单元过程都遵守物质和能量守恒定律，因此物质和能量的平衡能为单元过程描述的准确性提供有效的检查。

### 6.1.2 原材料获取阶段

6.1.2.1 根据产品制造清单确定原材料获取阶段的零部件核算范围。

6.1.2.2 燃料供给系统和排放后处理系统可作为主机的配套系统向上游供应链追溯碳足迹数据，或参照低速机产品其它零部件进行碳排放量核算。

6.1.2.3 对零部件核算范围内重量占比较高的，以及生产过程中涉及大量焊接、铸造、锻造等碳排放量高的加工过程的零部件向上游供应链追溯碳足迹数据，对此类零部件生产过程进行实景调研，获取现场数据。

6.1.2.4 在收集现场数据和初级数据不可行时，可采取以下两种方式之一对零部件碳排放量进行核算：

a）按零部件制造清单，根据原材料材质、原材料制造工艺选取适合的原材料碳排放因子，由零部件重量乘以原材料碳排放因子获得零部件碳排放量，即忽略零部件制造过程碳排放。

b)通过数据库、文献查阅等方式获取零部件碳足迹次级数据。应确保系统边界一致，即采用零部件“从摇篮到大门”的碳足迹数据。

6.1.2.5 供应链至主机厂的零部件运输过程碳排放量可根据运输方式、运输工具选用适合的碳排放因子数据。

### 6.1.3 产品制造阶段

6.1.3.1 应按原材料在厂内储存与运输、加工、组装、检验、调试试验、拆解发运划分单元过程，对每个单元过程消耗的能资源、产生的废弃物进行实景调研，获取现场数据。

6.1.3.2 加工单元过程产生的碳排放量应按零部件分别核算，每个零部件根据生产工艺按工序分别核算。加工过程中，针对零部件的检验（如探伤、水压试验、气密试验等检验活动）应包含在加工过程内。

6.1.3.3 厂内储存与运输产生的碳排放量不必分摊至零部件，可根据数量、质量、工时等分配原则分摊至机型。

6.1.3.4 组装、调试试验、拆解发运产生的碳排放量不必分摊至零部件，但应根据各单元过程的生产工艺按工序分别核算。

## 6.2 数据分配

6.2.1 涉及各机型船舶低速机产品的能资源消耗和废弃物排放的分配，可采用物理属性（例如质量、数量、工时等）进行分配。

6.2.2 针对某一型号低速机产品的所有厂内储存和运输产生的碳排放可合并核算，不必分摊到各零部件、各生产工序。

## 6.3 取舍准则

产品制造阶段，零部件重量＜1%整机重量时，以及含稀贵或高纯成分的零部件重量＜0.1%整机重量时，可忽略该零部件的上游生产数据；总共忽略的物料重量不应超过整机重量的5%。

## 6.4 清单计算

船用低速机产品从“摇篮到大门”生命周期阶段的碳足迹包含原材料获取和产品制造阶段的碳足迹，按下式汇总求和。

EGHG，摇篮到大门=EGHG，原材料获取+EGHG，产品制造 （1）

式中：

EGHG，摇篮到大门——船用低速机产品从“摇篮到大门”生命周期阶段的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

EGHG，原材料获取——船用低速机产品原材料获取阶段的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

EGHG，产品制造——船用低速机产品制造阶段的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）。

### 6.4.1 原材料获取阶段清单计算

EGHG，原材料获取=EGHG，产品主体+EGHG，配套系统+EGHG，配件+EGHG，耗材+EGHG，包装材料+EGHG，原材料运输 （2）

式中：

EGHG，产品主体——船用低速机产品主体所含的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

EGHG，配套系统——船用低速机配套系统所含的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

EGHG，配件——船用低速机配件所含的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

EGHG，耗材——船用低速机生产过程中分摊使用的耗材所含的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

EGHG，包装材料——船用低速机生产过程中分摊使用的包装材料所含的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

EGHG，原材料运输——船用低速机零部件及原材料从供应链至主机厂运输过程的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）。

EGHG，产品主体=EGHG，部件1+EGHG，部件2+…+EGHG，部件n （3）

EGHG，部件=EGHG，零件1+EGHG，零件2+…+EGHG，零件n （4）

式中：

EGHG，部件——船用低速机产品主体部件所含的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

EGHG，零件——船用低速机产品主体零件所含的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；可向上游供应链追溯碳足迹数据、或通过数据库、文献查阅获得碳足迹数据、或根据以下公式计算：

∑EGHG，零件=∑（M材料i×EF材料i） （5）

式中：

M材料i——零件中第i种材料所占的质量（kg）；

EF材料i——第i种材料的碳排放因子（kgCO2e/kg）；

EGHG，配套系统和EGHG，配件参考EGHG，产品主体的计算公式。

∑EGHG，耗材=∑（Ma耗材i×EF耗材i） （6）

式中：

Ma耗材i——第i种耗材所分摊的用量（kg）；

EF耗材i——第i种耗材的碳排放因子（kgCO2e/kg）。

EGHG，包装材料参考EGHG，耗材的计算公式。

EGHG，原材料运输=∑（M运输i×EF运输i） （7）

式中：

M运输i——第i种零部件或原材料的运输质量（kg）；

S运输i——第i种零部件或原材料的运输距离（km）；

EF运输i——第i种零部件或原材料的运输碳排放因子（kgCO2e/（kg.km））。

### 6.4.2 产品制造阶段清单计算

EGHG，产品制造=EGHG，厂内储运+EGHG，加工+EGHG，组装+EGHG，调试试验+EGHG，拆解发运 （8）

式中：

EGHG，厂内储运——船用低速机产品零部件及原材料分摊的厂内储存及运输的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；包含厂内叉车、平板车、行车等运输、起吊过程使用的电力及燃料的碳排放量；

EGHG，加工——在厂内加工的零部件加工过程的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；包含加工过程中使用的用能设备电力、自来水、废水及铁屑处理过程产生的碳排放，按加工零部件分开核算。

EGHG，组装——船用低速机预装及总装过程的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；包含组装过程中使用的用能设备电力产生的碳排放；

EGHG，调试试验——船用低速机产品制造过程中检验、试验产生的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

EGHG，拆解发运——船用低速机产品发运前拆解打包过程的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

EGHG，厂内储运=∑（ADj×EFj）,j=电、燃料 （9）

EGHG，加工=∑GHG，零件i加工，i=机座、机架、缸盖、气缸体、活塞杆、十字头销、连杆、管件… （10）

EGHG，零件i加工=∑（ADj×EFj）+∑Mco2,i,j=电、燃料、自来水、废水处理、铁屑处理 （11）

EGHG，组装=∑（ADj×EFj）,j=电 （12）

EGHG，调试试验=∑（ADj×EFj）+∑Mco2,j+∑MCH4,j×GWPCH4+∑MN2O,j×GWPN2O,

j=电，柴油、液化天然气、甲醇、氨等燃料 （13）

EGHG，拆解发运=∑（ADj×EFj）,j=电 （14）

式中：

ADj为第j种能资源消耗的量或废弃物处理的量，单位为：电（kWh）,燃料、自来水、废水、铁屑（kg)；

EFj为第j种能资源或废弃物处理过程的碳排放因子，单位为：电（kgCO2e/kwh)，燃料、自来水、废水、铁屑（kgCO2e/kg）；

Mco2,i为第i种零部件加工过程中焊接导致的CO2直接排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

Mco2,j为船用低速机产品试车过程中使用第j种燃料燃烧导致的CO2直接排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

MCH4,j为船用低速机产品试车过程中使用第j种燃料燃烧导致的CH4直接排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

MN2O,j为船用低速机产品试车过程中使用第j种燃料燃烧导致的N2O直接排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

GWPCH4为CH4的全球变暖潜势值，无量纲；

GWPN2O为N2O的全球变暖潜势值，无量纲；

* 1. 生命周期影响评价

应对低速机产品从“摇篮到大门”的碳足迹计算结果按照阶段、过程、零部件层次、工序等结构展开显示各过程的碳足迹数据，体现碳足迹计算结果的累积过程，从而便于识别碳排放量占比较高的过程。

* 1. 生命周期结果解释

生命周期解释应包括以下内容：

1. 根据生命周期清单分析和生命周期影响评价的碳足迹量化结果，识别重大问题（可包括生命周期阶段、单元过程或流）；
2. 对各单元过程中采用的情景假设进行描述。

c）对数据完整性进行说明。列出数据缺失或忽略的物料、活动；对上游供应链提供的零部件碳足迹完整性进行说明。

d）结论、局限性和建议。

* 1. 产品碳足迹报告

产品碳足迹研究报告可参考GB/T 24067《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》给出的模版，或使用本文附录A模板，低速内燃机零部件。

* 1. 产品碳足迹声明

可按照GB/T 24025-2009的规定开展产品碳足迹声明或信息交流，使具有同样功能的产品之间进行比较。

附录A

（资料性）

船用低速内燃机产品碳足迹研究报告（模板）

1. **概况**
2. **制造厂信息**

制造厂名称：

制造厂地址：

生产地址：

生产年份：

1. **产品信息**

产品名称：

产品型号：

1. **产品主要技术参数**

缸数：

额定功率：

缸径：

冲程：

转速：

燃料类型：

燃料消耗率：

采取的减排措施：

满足的排放标准：

整机尺寸：

整机重量：

1. **量化范围**
2. **功能单位或声明单位**

单位：台

1. **系统边界**

口原材料获取阶段 口生产阶段 口分销阶段 口使用阶段 口生命末期阶段  
系统边界图：

1. **取舍准则**

采用的取舍准则以…为依据，具体规则如下：

1. **时间范围**

…年度

1. **清单分析**
2. **数据来源说明**
3. **分配原则与程序**
4. **清单结果与计算**
   1. **原材料获取阶段**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **部件名称** | **质量** | **产地（国家）** | **原材料碳排放量**  **(kgCO2e)** | **运输过程碳排放量(kgCO2e)** |
| **产品主体** | | | | |
| XX部件 |  |  |  |  |
| XX部件 |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |
| **配套系统** | | | | |
| XX燃料供给系统 |  |  |  |  |
| XX排放后处理系统 |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |
| **配件** | | | | |
| XX工具 |  |  |  |  |
| XX备件 |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |
| **耗材** | | | | |
| 润滑剂 |  |  |  |  |
| 高温胶水 |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |
| **包装材料** | | | | |
| 木箱 |  |  |  |  |
| 遮盖布 |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |

* 1. **产品制造阶段**

**厂内储存与运输：**

|  |  |
| --- | --- |
| **类型** | **碳排放量(kgCO2e)** |
| 电力 |  |
| 燃料 |  |

**加工过程：**

1. **XX部件加工**

|  |  |
| --- | --- |
| 部件名称：  部件号： | |
| **类型** | **碳排放量(kgCO2e)** |
| 电力 |  |
| 燃料 |  |
| 自来水 |  |
| CO2环境排放 |  |
| 废水处理 |  |
| 铁屑处理 |  |
| … |  |

**2）XX部件加工**

…

**组装过程：**

|  |  |
| --- | --- |
| **类型** | **碳排放量(kgCO2e)** |
| 电力 |  |
| … |  |

**调试试验过程：**

|  |  |
| --- | --- |
| **类型** | **碳排放量(kgCO2e)** |
| 电力 |  |
| 燃料 |  |
| CO2环境排放 |  |
| CH4环境排放 |  |
| N2O环境排放 |  |
| 废水处理 |  |
| … |  |

**拆解发运过程：**

|  |  |
| --- | --- |
| **类型** | **碳排放量(kgCO2e)** |
| 电力 |  |
| … |  |

1. **影响评价**
2. **全球增温潜势**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **气体名称** | **化学分子式** | **100年的GWP** |
| 二氧化碳 | CO2 | 1 |
| 甲烷 | CH4 | 27.9 |
| 氧化亚氮 | N2O | 273 |

注：来源于气候变化专门委员会（IPCC）《气候变化报告2021：自然科学基础 第一工作组对政府间气候变化专门委员会第六次评估报告的贡献》

1. **碳足迹结果计算**
2. **结果解释**
3. **结果说明**

XX公司生产的1台XX型号低速内燃机，从摇篮到大门生命周期阶段碳足迹为XX kgCO2e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如下表和下图所示。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **生命周期阶段** | **碳足迹（kgCO2e/台)** | **百分比（%）** |
| 原材料获取 |  |  |
| 产品制造 |  |  |
| 总计 |  |  |

一般以饼状图或是柱形图表示各生命周期阶段的碳排放情况。

1. **假设和局限性说明**
2. **数据完整性说明**
3. **改进建议**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_