

团 体 标 准

T/CSNAME 236—2026

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 船用曲轴

Greenhouse gases—The quantification method and requirement for carbon footprint
of products—Marine crankshaft

2026 – 7 – 17 发布

2026 – 10 – 17 实施

中国造船工程学会 发 布

中国造船工程



目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号 3

5 量化目的 3

6 量化范围 3

 6.1 声明单位 3

 6.2 系统边界及核算范围 4

7 清单分析 5

 7.1 分析步骤 5

 7.2 数据收集 5

 7.3 数据审定 6

 7.4 数据分配 6

 7.5 取舍准则 6

8 量化方法 6

 8.1 通则 6

 8.2 产品碳足迹计算方法 6

 8.3 原材料碳排放 7

 8.4 辅料碳排放 7

 8.5 物料运输碳排放 7

 8.6 生产制造阶段 7

9 结果解释 7

10 产品碳足迹报告 7

附录 A （资料性） 产品碳足迹量化数据收集表 9

附录 B （资料性） 常用参数参考值 11

附录 C （资料性） 部分温室气体的全球变暖潜势 13

附录 D （资料性） 产品碳足迹研究报告（模板） 14

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》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。

本文件由中国造船工程学会船舶标准化专业委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件起草单位：上海船用曲轴有限公司、中船动力（集团）有限公司、上海电气上重铸锻有限公司、上海研途船舶海事技术有限公司。

本文件主要起草人：吴凡、陈保霖、王梦茹、周伟中、田新娜、艾海昆、黄铭瑞、黄勤超、陈玮雯。



温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 船用曲轴

1 范围

本文件规定了船用曲轴产品碳足迹量化目的、量化范围、清单分析、量化方法、结果解释、产品碳足迹报告等内容。

本文件适用于船用低速机（含低速柴油机及采用甲醇、氨等低碳/零碳燃料的发动机）半组合式曲轴产品从资源开采获取到产品生产出厂的碳足迹核算、评价和报告。其他类型船用曲轴可参照使用。

2 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 24040—2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架
- GB/T 24044—2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南
- GB/T 24050—2004 环境管理 术语
- GB/T 24067—2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
- GB/T 32150—2025 工业企业温室气体排放核算和报告通则

ISO 14026:2017 环境标志和声明 足迹信息沟通的原则、要求和指南 (Environmental labels and declarations — Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information)

3 术语和定义

GB/T 24040—2008、GB/T 24044—2008、GB/T 24050—2004、GB/T 32150—2025和GB/T 24067—2024界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

红套装配 shrink fit assembly

船用半组合式曲轴的核心装配工艺，指将曲拐上的红套孔加热至规定温度使其热膨胀，在热态下将常温的主轴颈精准套入红套孔，待曲拐冷却后，红套孔收缩与主轴颈形成过盈配合，从而实现曲拐与主轴颈的牢固连接，以传递船用柴油机运转所需扭矩的工艺过程。

3.2

生命周期 life cycle

产品相关的连续且相互连接的阶段，包括原材料获取或从自然资源中生成原材料至生命末期处理。

注：与产品相关的生命周期阶段包括原材料获取、生产、销售、使用和生命末期处理。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.4.2, 有修改]

3.3

产品碳足迹 carbon footprint of a product, CFP

产品系统中的温室气体排放量和温室气体清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一环境影响类型进行生命周期评价。

注1：产品碳足迹可用不同的图例区分和标示具体的温室气体排放量和清除量，产品碳足迹也可被分解到其生命周期的各个阶段。

注2：产品碳足迹的量化结果以每个功能单位的二氧化碳当量表示。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.1.1]

3.4

产品部分碳足迹 partial carbon footprint of a product

Partial CFP

在产品系统生命周期内的一个或多个选定阶段或过程中的温室气体排放量和温室气体清除量之和，并以二氧化碳当量表示。

注1：产品部分碳足迹是基于或由与特定过程或足迹信息模型有关的数据汇集而成，这些数据是产品系统的一部分，可作为产品碳足迹量化的基础。

注2：“足迹信息模型”的定义ISO 14026:2017, 3.1.4。

注3：产品碳足迹研究报告中记录了产品部分碳足迹的量化结果，以每个声明单位的二氧化碳当量质量表示。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.1.2]

3.5

产品系统 product system

通过物质和能量联系起来的，具有一种或多种特定功能的单元过程的集合。

[来源：GB/T 24050—2004, 4.1]

3.6

初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量的计算得到的过程或活动的量化值。

注1：初级数据并非必须来自所研究的产品系统，因为初级数据可能涉及其他与所研究的产品系统不同但具有可比性的产品系统。

注2：初级数据可以包括温室气体排放因子或温室气体活动数据。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.6.1]

3.7

次级数据 secondary data

不符合初级数据（3.6）要求的数据。

注1：次级数据是经权威机构验证且具有可信度的数据。来源于数据库、公开文献、国家排放因子、计算估算数据或其他具有代表性的数据。

注2：次级数据可包括从代替过程或估计获得的数据。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.6.3]

3.8

现场数据 site-specific data

从产品系统内部获得的初级数据。

注：所有现场数据均为初级数据，但不是所有的初级数据都是现场数据，因为数据可能是从不同产品系统内部获得的。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.6.2]

3.9

活动水平数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注：如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等。

[来源：GB/T 32150—2025, 3.12, 有修改]

3.10

单元过程 unit process

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分

[来源：GB/T 24044—2008, 3.34]

3.11

声明单位 declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

示例：质量（1kg粗钢）、体积（1L原油）。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.3.8]

4 符号

本文件所使用的符号见表1。

表1 符号定义表

序号	符号	符号定义	单位
1	AD_i	原材料 <i>i</i> 的重量	kg
2	CFP	船用曲轴产品每声明单位的碳足迹	kgCO ₂ e
3	E_{AUX}	辅料获取阶段碳排放量	kgCO ₂ e
4	E_{EN}	生产过程中消耗电力、热力等能源产生的间接碳排放	kgCO ₂ e
5	E_{FU}	生产过程中燃料燃烧产生的直接碳排放	kgCO ₂ e
6	E_m	第 <i>m</i> 种能源的消耗量	kWh或kg
7	E_{MF}	生产制造阶段碳排放量	kgCO ₂ e
8	E_{RM}	原材料获取阶段碳排放量	kgCO ₂ e
9	E_{TR}	物料运输阶段碳排放量	kgCO ₂ e
10	E_{WD}	生产过程废弃物处置产生的碳排放	kgCO ₂ e
11	EF_i	原材料 <i>i</i> 的碳排放因子	kgCO ₂ e/kg
12	EF_j	辅料 <i>j</i> 的碳排放因子	kgCO ₂ e/kg
13	EF_k	运输方式 <i>k</i> 的碳排放因子	kgCO ₂ e/(kg·km)
14	EF_m	第 <i>m</i> 种能源的碳排放因子	kgCO ₂ e/kWh或kgCO ₂ e/kg
15	EF_n	第 <i>n</i> 种燃料的碳排放因子	kgCO ₂ e/kg
16	EF_p	第 <i>p</i> 种废弃物处置的碳排放因子	kgCO ₂ e/kg
17	EF_s	第 <i>s</i> 种运输方式的碳排放因子	kgCO ₂ e/(kg·km)
18	F_n	第 <i>n</i> 种燃料的消耗量	m ³ 或kg
19	i	原材料类型	—
20	j	辅料类型	—
21	k	运输方式类型（公路、铁路、水路等）	—
22	L_{ps}	第 <i>p</i> 种废弃物采用第 <i>s</i> 种运输方式的运输距离	km
23	L_{rk}	物料 <i>r</i> 采用第 <i>k</i> 种运输方式的运输距离	km
24	m	能源类型（外购电力、外购热力等）	—
25	M_j	辅料 <i>j</i> 的重量	kg
26	n	燃料类型（汽油、柴油等）	—
27	p	废弃物类型（废钢铁、废液等）	—
28	r	物料类型（包括原材料、辅料及包装材料）	—
29	s	废弃物运输方式类型	—
30	W_p	第 <i>p</i> 种废弃物的产生量	kg
31	W_{rk}	物料 <i>r</i> 采用第 <i>k</i> 种运输方式的重量	kg

5 量化目的

船用曲轴产品碳足迹量化的目的包括：

- a) 评价船用曲轴产品生命周期内相关活动对气候变化的潜在影响；
- b) 识别船用曲轴产品的关键排放环节，挖掘减排潜力；
- c) 用于生产者与上下游供应链或消费者之间的温室气体排放信息沟通；
- d) 绿色供应链管理、产品碳足迹信息发布、环保信息公开等；
- e) 支持企业低碳转型、碳减排认证与碳标签申请。

6 量化范围

6.1 声明单位

本文件以“1根曲轴”为声明单位。声明单位应包含下列信息：

- a) 单位数量：1根；

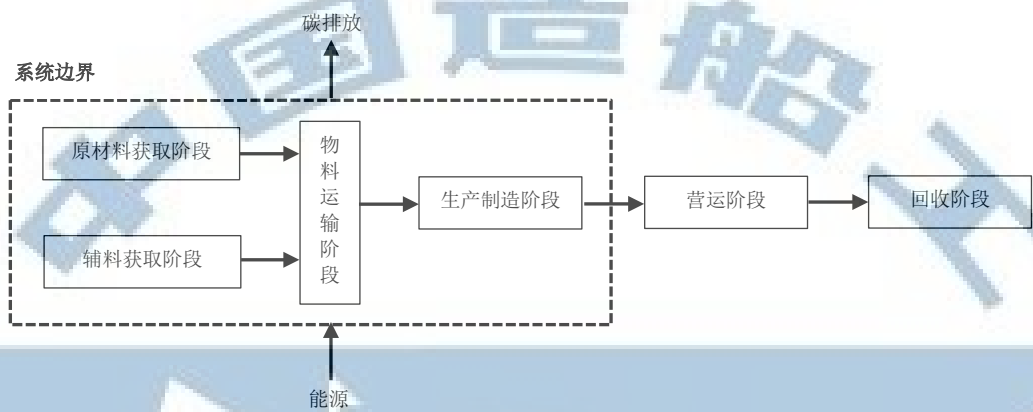
b) 核心性能：适配低速机的冲程类型、燃料类型等关键技术参数。

示例：“1根适配二冲程式船用低速柴油机的半组合式曲轴”。

6.2 系统边界及核算范围

6.2.1 系统边界

船用曲轴产品量化的系统边界为资源开采获取到产品生产出厂，包含原辅材料获取阶段、物料运输阶段、生产制造阶段。



注：虚线为系统边界内包含的单元过程。

图1 船用曲轴产品量化系统边界示意图

6.2.2 原材料阶段核算范围

原材料获取阶段从原材料开采时开始，在原材料产品离开其生产企业时终止。核算范围包含原材料资源获取和生产制造过程产生的碳排放。主要原材料为合金钢锻件、碳钢铸件（回收钢）等，包含轴颈与曲拐。

6.2.3 辅料阶段核算范围

辅料获取阶段从辅料开采时开始，在辅料离开其生产企业时终止。核算范围包含辅料的资源获取和生产制造过程产生的碳排放。主要辅料包含清洗剂、薄型防锈油、抗磨液压润滑油、冷却润滑油、切削液、液压导轨油、重负荷工业齿轮油、高效支撑油、包装材料等。

6.2.4 物料运输阶段核算范围

运输阶段核算范围包含原材料、辅料由上游供应商运输到曲轴生产企业产生的碳排放。

6.2.5 生产制造阶段核算范围

生产制造过程阶段从原材料、辅料进入曲轴产品生产制造企业开始，在曲轴产品离开生产制造企业时终止。核算范围包含下列工段：

- a) 轴颈、曲拐的锻造/铸造（如有）；
- b) 轴颈外形加工；
- c) 曲拐外形、红套孔等加工；
- d) 曲拐和轴颈红套装配；
- e) 红套装配后打磨；
- f) 曲轴精加工；
- g) 划线找正；
- h) 法兰孔、螺栓孔加工；
- i) 曲轴外观抛光、打磨；
- j) 曲轴清洁、防护；

k) 曲轴包装。

7 清单分析

7.1 分析步骤

应在量化范围确定后开展船用曲轴产品碳足迹研究的清单分析，包括下列步骤：

- a) 数据收集；
- b) 数据审定；
- c) 将数据关联到单元过程和声明单位；
- d) 系统边界调整；
- e) 数据分配。

7.2 数据收集

7.2.1 数据时间边界

船用曲轴产品碳足迹的活动水平数据宜以一个自然年为数据收集周期。

7.2.2 数据收集流程

7.2.2.1 对于船用曲轴产品系统边界内的所有单元过程，应收集纳入生命周期清单中的定性和定量数据。数据可通过测量、计算或估算得到，用来量化单元过程的输入和输出。数据收集的记录表可参考附录 A。

7.2.2.2 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。如果这些数据不符合数据质量要求，也应作出说明。

7.2.2.3 数据收集流程如下：

- a) 根据船用曲轴产品系统边界，确定系统边界内的各个单元过程，识别各单元过程的排放源，明确数据需求范围；
- b) 根据数据需求编制单元过程输入和输出数据列表；
- c) 根据数据列表收集初级数据和次级数据；
- d) 评估收集的活动的水平数据和排放因子。

7.2.3 活动水平数据

活动水平等初级数据宜来源于企业的生产台账、统计报表、采购记录、发票、原始记录表格等现场数据。在现场数据不能获得的情况下，宜使用国家最新公布的数据或经评估的次级数据。引用次级数据宜考虑数据地理范围、时间范围和技术范围的优先性，并证明其适用性和可信度，注明数据来源。

7.2.4 排放因子

排放因子数据宜按下列优先顺序收集：

- a) 应优先使用现场数据或供应商提供的排放因子数据；
- b) 在现场数据不能获得的情况下，宜使用国家最新公布的数据和经评估的相关数据库数据；
- c) 在国家已公布数据不能获得时，宜使用公开发表的文献数据和行业统计推荐值。

排放因子的常用参考值可参考附录 B。

7.2.5 数据质量要求

产品碳足迹研究宜使用高质量数据，尽可能减少偏差和不确定性，数据质量的特征应包括定量和定性两个方面，量化过程中应规定下列数据质量要求：

- a) 覆盖范围：数据的覆盖范围与产品系统边界保持一致，且能够满足产品碳足迹量化的需要；
- b) 地理代表性：应优先收集数据所在的地理区域所针对产品的具体数据；
- c) 技术代表性：数据是否针对具体某项技术或一套混合技术，以及针对产品的具体技术数据；
- d) 时间代表性：数据的年份和收集数据的最小时间长度；

- e) 精度：当数据、模式和假设等多种选择时，应优先考虑最准确的数据；
- f) 完整性：数据采样范围应足够大，数据取舍应满足取舍准则；
- g) 一致性：数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等；
- h) 可再现性：有关方法和数据值的信息应能允许独立的专人再现研究的结果；
- i) 数据来源：当初级数据易于获取时，产品碳足迹的量化应优先使用初级数据。用于产品碳足迹量化的所有数据，其获得方式和来源均应予以说明；
- j) 不确定性：尽可能使用现有的质量最好的数据，以减少偏差和不确定性。

7.3 数据审定

7.3.1 在数据收集过程中应对数据收集的有效性进行检查，以确认并提供证据证明数据质量符合7.2.5的规定。

7.3.2 数据审定包括但不限于下列方法：

- a) 物料平衡、能量平衡分析；
- b) 历史数据对比（同工艺3年内数据）；
- c) 同类工艺数据横向对比；
- d) 对于异常数据，应分析原因，予以替换，替换的数据应满足7.2.5数据质量要求。

7.4 数据分配

数据分配应按照GB/T 24067—2024中6.4.6的规定进行。

在边界设置和数据收集时，应避免进行数据分配。若发现至少有一个过程的输入和输出包含多个产品，则总碳排放量需进行分配。分配的原则如下：

- 优先使用物理关系分配（质量/能量占比）；
- 如无法建立物理关系，则根据经济价值分配；
- 若使用其他分配方法，应提供所使用参数的基础及计算说明。

分配指标的选择原则如下：

- 可以较为准确地量化目标曲轴产品的加工量；
- 具备目标曲轴产品和全厂层面的数据统计基础。

7.5 取舍准则

船用曲轴产品碳足迹量化应包括系统边界内的所有单元过程，不应将对产品碳足迹有实质性贡献的温室气体排放与清除排除在外，取舍准则应符合下列要求：

- a) 所有能源输入均应列出；
- b) 所有的原辅料输入均应列出；
- c) 可舍弃产品碳足迹影响小于1%的环节，但舍弃环节总的影响不应超过产品碳足迹总量的5%；
- d) 道路、工厂等基础设施，生产设备和生活设施相关的建设运维活动，厂区生活配套，设计研发等业务活动，以及员工通勤、差旅产生的碳排放可予以忽略；
- e) 在系统边界范围内环境影响类型（固废、废液、废气等）的已知排放数据不应忽略；
- f) 舍去部分应有书面数据记录并说明取舍原因。

8 量化方法

8.1 通则

若核算过程中涉及甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）等非CO₂温室气体排放，应通过排放或清除的温室气体的质量乘以政府间气候变化委员会（IPCC）给出的100年全球变暖潜势（GWP）（见附录C），来计算产品系统每种温室气体排放和清除的潜在气候变化影响，单位为每千克排放量的千克二氧化碳当量。产品碳足迹为所有温室气体潜在气候变化影响的总和。若IPCC更新发布了最新GWP，应使用最新数值，否则应在报告中说明。当产品系统仅涉及二氧化碳排放时，可直接采用二氧化碳排放质量作为气候变化影响结果，无需进行GWP折算。

8.2 产品碳足迹计算方法

船用曲轴产品碳足迹计算公式见式（1）：

$$CFP = E_{RM} + E_{AUX} + E_{TR} + E_{MF} \quad (1)$$

8.3 原材料碳排放

原材料获取阶段碳足迹计算公式见式（2）：

$$E_{RM} = \sum_i (AD_i \times EF_i) \quad (2)$$

注：原材料的碳排放因子优先选用供应商提供的数据。如无法提供，则选用主管部门最新发布的数据或相关计算方法进行计算。

8.4 辅料碳排放

辅料获取阶段碳足迹计算公式见式（3）：

$$E_{AUX} = \sum_j (M_j \times EF_j) \quad (3)$$

注1：辅料的碳排放因子优先选用供应商提供的数据。如无法提供，则选用主管部门最新发布的数据或相关计算方法进行计算。

8.5 物料运输碳排放

物料运输碳排放量采用公式（4）计算：

$$E_{TR} = \sum_r \sum_k (W_{rk} \times L_{rk} \times EF_k) \quad (4)$$

8.6 生产制造阶段

红套装配等生产制造阶段碳足迹计算公式见式（5）：

$$E_{MF} = E_{EN} + E_{FU} + E_{WD} \quad (5)$$

其中

$$E_{EN} = \sum_m (E_m \times EF_m) \quad (6)$$

$$E_{FU} = \sum_n (F_n \times EF_n) \quad (7)$$

$$E_{WD} = \sum_p (W_p \times EF_p) + \sum_p \sum_s (W_p \times L_{ps} \times EF_s) \quad (8)$$

9 结果解释

9.1 产品碳足迹研究的生命周期解释应包括以下步骤：

- 根据生命周期清单分析和生命周期影响评价的产品碳足迹量化结果，识别关键环节（可包括生命周期阶段、单元过程）；
- 完整性、一致性和敏感性分析；
- 结论、局限性和建议的编制。

9.2 应根据产品碳足迹研究的目的是和范围，对生命周期清单分析或生命周期影响评价的产品碳足迹的量化结果进行解释，解释应包括以下内容：

- 对产品碳足迹和各阶段的碳足迹进行说明；
- 不确定性分析，包括取舍准则的应用或范围；
- 详细记录选定的分配程序；
- 说明产品碳足迹研究的局限性。

9.3 结果解释宜包括以下内容：

- 对重要输入、输出和方法学选择（包括分配程序）的敏感性检查，以理解结果的敏感性和不确定性；
- 替代使用情景对最终结果的影响评价；
- 评估建议对结果的影响。

10 产品碳足迹报告

10.1 应在产品碳足迹研究报告中完整、准确、不带偏向、透明、详细地记录和说明结果、数据、方法、假设和生命周期解释，以便相关方能够理解产品碳足迹固有的复杂性和所做出的权衡。

10.2 船用曲轴产品碳足迹报告应包括但不限于以下内容（参考格式见附录D）：

- a) 概况，包括但不限于以下内容：
 - 1) 生产者信息；
 - 2) 产品信息；
 - 3) 量化方法（依据的标准）。
- b) 量化目的：
 - 1) 开展研究的目的；
 - 2) 预期用途。
- c) 量化范围，包括但不限于以下内容：
 - 1) 声明单位；
 - 2) 系统边界；
 - 3) 取舍原则；
 - 4) 时间范围。
- d) 清单分析，包括但不限于以下内容：
 - 1) 数据来源说明；
 - 2) 分配原则和程序；
 - 3) 清单结果及计算；
 - 4) 数据质量评价（可选项）。
- e) 影响评价，报告中提供按本文件碳足迹的量化方法计算的碳足迹。
- f) 结果解释：
 - 1) 结果说明；
 - 2) 假设和局限性说明（可选项）；
 - 3) 敏感性分析和不确定性分析结果；
 - 4) 改进建议
- g) 其他需说明情况。

附录 A
(资料性)
产品碳足迹量化数据收集表

A.1 原辅材料碳排放

原辅材料输入清单见表A.1。

表A.1 原辅材料输入清单

原辅材料名称		单位	重量	数据来源
原材料	合金钢锻件	kg		
	碳钢铸件（回收钢）	kg		
辅料	清洗剂	kg		
	薄型防锈油	kg		
	抗磨液压油	kg		
	冷却润滑油	kg		
	切削液	kg		
	液压导轨油	kg		
	重负荷工业齿轮油	kg		
	高效支撑油	kg		
包装材料	油纸	kg		
	泡沫	kg		
	橡胶	kg		
	钢丝绳	kg		
	花螺栓	kg		
	防锈油	kg		
	清洗剂	kg		
	钢板	kg		
注：如有其他原辅材料，需列入该表。				

A.2 物料运输碳排放

物料运输输入清单见表A.2。

表A.2 物料运输输入清单

物料名称		重量（kg）	运输距离（km）	数据来源
原材料	合金钢锻件			
	碳钢铸件（回收钢）			
辅料	清洗剂			
	薄型防锈油			
	抗磨液压油			
	冷却润滑油			
	切削液			
	液压导轨油			
	重负荷工业齿轮油			
	高效支撑油			
包装材料	油纸			
	泡沫			
	橡胶			
	钢丝绳			
	花螺栓			
	防锈油			

表 A.2 物料运输输入清单（续）

物料名称		重量（kg）	运输距离（km）	数据来源
废弃物	清洗剂			
	钢板			
	废钢铁			
	废液			
注：如有其他物料、能源运输，需列入该表。				

A.3 生产制造过程碳排放

生产制造过程能耗输入及废弃物清单见表A.3。

表A.3 生产制造过程能耗输入及废弃物清单

温室气体排放源	名称	单位	数据	数据来源
化石燃料燃烧 （如有）	天然气	m ³		
	汽油	kg		
	柴油	kg		
间接排放	外购普通电力	kWh		
	外购绿电（光伏等）	kWh		
	外购热力（蒸汽）	kg		
温室气体直接逃逸 （如有）	CO ₂	kg		
	甲烷	kg		
废弃物	废钢铁	kg		
	废液	kg		
	废气	kg		
注：如有其他排放源，需列入该表。				

附 录 B
(资料性)
常用参数参考值

常用参考值见表B. 1~B. 4。

表B. 1 原辅材料碳排放因子

原辅材料名称		碳排放因子	单位
原材料	合金钢锻件	宜优先选用供应商提供的数据，如无法提供，则选用主管部门最新发布的数据或采用相关计算方法进行计算	kgCO ₂ e/kg
	碳钢铸件（回收钢）		kgCO ₂ e/kg
辅料	清洗剂	1.10	kgCO ₂ e/kg
	薄型防锈油	4.29	kgCO ₂ e/L
	抗磨液压油	1.72	kgCO ₂ e/kg
	冷却润滑油	1.72	kgCO ₂ e/kg
	切削液	1.72	kgCO ₂ e/kg
	液压导轨油	1.72	kgCO ₂ e/kg
	重负荷工业齿轮油	1.72	kgCO ₂ e/kg
	高效支撑油	1.72	kgCO ₂ e/kg
包装材料	油纸	0.79	kgCO ₂ e/kg
	泡沫	2.97	kgCO ₂ e/kg
	橡胶	3.17	kgCO ₂ e/kg
	钢丝绳	2.04	kgCO ₂ e/kg
	花螺栓	2.04	kgCO ₂ e/kg
	防锈油	4.29	kgCO ₂ e/L
	清洗剂	1.10	kgCO ₂ e/kg
	钢板	0.37	kgCO ₂ e/kg

注：数据来源于 Ecoinvent 数据库、生态环境部环境规划院《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》。

表B. 2 运输碳排放因子

运输物料名称	碳排放因子	单位
道路交通（平均）	0.074	kgCO ₂ e/(kg·km)
柴油货车运输（32吨以上）	0.107	kgCO ₂ e/(kg·km)
铁路（平均）	0.007	kgCO ₂ e/(kg·km)
内燃机列车	0.007	kgCO ₂ e/(kg·km)
水路（平均）	0.012	kgCO ₂ e/(kg·km)
集装箱船	0.010	kgCO ₂ e/(kg·km)

注：数据来源于 Ecoinvent 数据库、生态环境部环境规划院《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》。

表B. 3 电网排放因子

电网碳排放因子名称	时间	碳排放因子	单位
全国电力平均碳足迹因子	2024	0.5777	kg CO ₂ e/ kWh
光伏发电	2024	0.0520	kg CO ₂ e/ kWh
风力发电	2024	0.0324	kg CO ₂ e/ kWh
光热发电	2024	0.0312	kg CO ₂ e/ kWh
核能发电	2024	0.0065	kg CO ₂ e/ kWh
水力发电	2024	0.0141	kg CO ₂ e/ kWh
生物质发电	2024	0.0404	kg CO ₂ e/ kWh

注：数据来源于生态环境部《关于发布 2024 年电力碳足迹因子数据的公告》。电网碳排放因子未来将根据政府主管部门发布的官方数据进行更新。

表B. 4 能源及耗能工质碳排放因子

排放源	碳排放因子	单位
汽油	3.871	kgCO ₂ e/kg
柴油	3.701	kgCO ₂ e/kg
注：数据来源于生态环境部环境规划院《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》。		



附 录 C
(资料性)

部分温室气体的全球变暖潜势

在计算用于碳排放全球变暖潜势值时，应参照表C.1中的规定。

表D.1 部分温室气体的全球变暖潜势

气体名称	化学分子式	100年的GWP（截至出版时）
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273

注：数据来源于政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估报告（AR6）。全球变暖潜势值未来将根据 IPCC 发布的官方数据进行更新。



附 录 D
(资料性)
产品碳足迹研究报告 (模板)

船用曲轴产品碳足迹研究报告模板见图D. 1~图D. 2。

产品碳足迹研究报告 (模板)

产品名称: _____

产品规格型号: _____

生产者名称: _____

报告编号: _____

出具报告机构: (若有) _____ (盖章)

日期: _____年____月____日

图 D. 1 船用曲轴产品碳足迹研究报告封面

一、概况

1、生产者信息：

生产者名称：_____

地址：_____

法定代表人：_____

授权人（联系人）：_____

联系电话：_____

企业概况：_____

2、产品信息

产品名称：_____

产品功能：_____

产品性能指标：_____

产品介绍：_____

产品图片：_____

生产工艺流程：_____

3、量化方法

依据标准：_____

二、量化目的

三、量化范围

1、声明单位

以 1 根_____ 为声明单位。

2、系统边界

将系统边界定为原辅材料获取阶段碳排放、物料运输阶段碳排放、生产制造阶段碳排放。

3、取舍准则

采用的取舍准则以_____为依据，具体规则如下：

4、时间范围

船用曲轴产品以_____为时间边界。

四、清单分析

应编制船用曲轴产品边界内的所有材料/能源输入、输出清单，作为碳排放核算的依据。如果数据清单有特殊情况、异常点或其它问题，应在报告中明确说明。

数据收集时间段应予以报告。

清单数据中未包含的过程数据需要予以报告，或者根据取舍准则的规定进行调整。

图 D.2 船用曲轴产品碳足迹研究报告正文

15

1、数据来源说明

初级数据：_____

次级数据：_____

2、分配原则与程序

分配依据：_____

分配程序：_____

具体分配情况如下：

3、清单结果及计算

3.1 原辅材料碳排放计算

原辅料阶段碳排放计算说明见表 1。

表 1 原辅材料碳排放清单

原辅材料名称		重量 (kg)	碳排放因子 (kgCO ₂ e/kg)	碳排放 (kgCO ₂ e)	数据来源
原材料	合金钢锻件				
	碳钢铸件 (回收钢)				
辅料	清洗剂				
	薄型防锈油				
	抗磨液压油				
	冷却润滑油				
	切削液				
	液压导轨油				
	重负荷工业齿轮 油				
	高效支撑油				
包装材料	油纸				
	泡沫				
	橡胶				
	钢丝绳				
	花螺栓				
	防锈油				
	清洗剂				
钢板					

注：如有其他原辅材料，需列入该表。

3.2 物料运输碳排放计算

物料运输阶段碳排放计算说明见表 2。

图 D.2 船用曲轴产品碳足迹研究报告正文（续）

表 2 原辅材料运输碳排放清单

物料名称		重量 (kg)	运输距离 (km)	运输方式	碳排放因子 (kgCO ₂ e/kg·km)	碳排放 (kgCO ₂ e)	数据来源
原材料	合金钢锻件						
	碳钢铸件 (回收钢)						
辅料	清洗剂						
	薄型防锈油						
	抗磨液压油						
	冷却润滑油						
	切削液						
	液压导轨油						
	重负荷工业 齿轮油						
	高效支撑油						
包装材料	油纸						
	橡胶						
	钢丝绳						
	花螺栓						
	防锈油						
	清洗剂						
废弃物	钢板						
	废钢铁						
	废液						

注：如有其他物料、能源运输，需列入该表。

3.2 生产制造过程排放计算

生产制造阶段碳排放计算说明见表 3。

表 3 生产制造阶段碳排放清单

温室气体排放源	名称	单位	数量	碳排放因子		碳排放 (kgCO ₂ e)	数据来源
				数据	单位		
化石燃料燃烧 (如有)	天然气	m ³					
	汽油	kg					
	柴油	kg					
间接排放	外购普通电力	kWh					
	外购绿电 (光伏等)	kWh					
	外购热力 (蒸汽)	kg					
温室气体直接 逃逸 (如有)	CO ₂	kg					
	甲烷	kg					
废弃物	废钢铁	kg					
	废液	kg					
	废气	kg					

注：如有其他排放源，需列入该表。

4、数据质量评价（可选项）

数据质量可从定性和定量两个方面对报告使用的初级数据和次级数据进行评价，具体评价内容包括：数据来源、完整性、数据代表性（时间、地理、技术）和准确性。

图 D.2 船用曲轴产品碳足迹研究报告正文（续）

五、影响评价

1、影响类型和特征因子选择

一般选择 ICPP 给出的 100 年 GWP。

2、产品碳足迹结果计算

六、结果解释

1、结果说明

_____公司（填写产品生产者的全名）生产的_____（填写所评价的产品名称，每功能单位的产品），从_____（填写某生命周期阶段）到_____（填写某生命周期阶段）生命周期碳足迹为_____kgCO₂e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 4 和图 1 所示。

表 4 生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹（kgCO ₂ e/功能单位）	百分比(%)
原辅材料获取		
物料运输阶段		
生产制造阶段		
总计		

图1 XX生命周期各阶段碳排放分布图

一般以饼状图或柱形图表示各生命周期阶段的碳排放情况。

2、假设和局限性说明（可选项）

结合量化情况，对范围、数据选择、情景设定等相关的假设和局限进行说明。

3、改进建议

图 D.2 船用曲轴产品碳足迹研究报告正文（续）