

团 体 标 准

T/CCIASD 10015—2025

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 集装箱

Greenhouse gases—Quantification methods and requirements for
carbon footprint of products—Freight containers

2025-12-12 发布

2026-01-01 实施

中国集装箱行业协会 发 布
中国标准出版社 出 版

中国集装箱行业协会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 量化目的 3

5 量化范围 3

6 清单分析 5

7 影响评价 8

8 结果解释 12

9 产品碳足迹报告 13

10 产品碳足迹声明 14

附录 A（资料性）主要原材料碳足迹因子 15

附录 B（资料性）运输方式碳足迹因子 16

附录 C（资料性）主要化石燃料碳排放因子 17

附录 D（资料性）电力碳足迹因子与热力碳排放因子 18

附录 E（资料性）集装箱产品碳足迹报告模板 19

参考文献 22

中国集装箱行业协会

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。

本文件由中国集装箱行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：中国集装箱行业协会、弘景智业（北京）供应链咨询有限公司、中国船级社质量认证有限公司、中集集装箱（集团）有限公司、上海寰宇物流装备有限公司、新华昌集团有限公司、惠州胜狮能源装备有限公司、扬州日新通运物流装备有限公司、必维船级社（中国）有限公司、上海易碳数字科技有限公司。

本文件主要起草人：郝攀峰、倪树清、杨剑平、田双双、张中华、张瑜、吕顺茂、刘玉斌、吴景宾、何凌萍、周媛媛、孙东辉、崔海阔、王中兴、董志刚、鲁彩丽、唐永明、邵军、鞠桂良、蔡世文、周烨、陆韬。

中国集装箱行业协会

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 集装箱

1 范围

本文件规定了集装箱产品碳足迹量化的术语和定义、量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释以及产品碳足迹报告等内容。

本文件适用于集装箱产品的碳足迹和部分碳足迹量化。

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 1413 系列1集装箱 分类、尺寸和额定质量
- GB/T 1836 集装箱 代码、识别和标记
- GB/T 1992 集装箱术语
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 24025 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序
- GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架
- GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南
- GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- GB/T 35201 系列2集装箱 分类、尺寸和额定质量

3 术语和定义

GB/T 1413、GB/T 1836、GB/T 1992、GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067、GB/T 32150、GB/T 35201界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

集装箱 freight container

具备下列条件的货物运输设备：

- a) 具有足够的强度，在有效使用期内能反复使用；
- b) 适用于一种或多种运输方式运送货物，途中无需倒装；
- c) 设有供快速装卸的装置，便于从一种运输方式转到另一种运输方式；
- d) 便于箱内货物装满和卸空；
- e) 内容积大于或等于1m³（35.3ft³）。

注：此术语既不包括车辆也不包括一般包装。

[来源：GB/T 1992—2023，3.1]

3.2

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。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.1]

3.3

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。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.2]

3.4

温室气体 greenhouse gas; GHG

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：本文件涉及的温室气体包括二氧化碳（CO₂）、氢氟碳化物（HFCs）和全氟碳化物（PFCs）。

[来源：GB/T 32150—2015，3.1]

3.5

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent; CO₂e

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

[来源：GB/T 32150—2015，3.15]

3.6

全球变暖潜势 global warming potential; GWP

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强迫的影响与等量二氧化碳辐射强迫影响相关联的系数。

[来源：GB/T 32150—2015，3.2.4]

3.7

系统边界 system boundary

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.4]

3.8

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 24067—2024，3.3.6]

3.9

功能单位 functional unit

用来量化产品系统功能的基准单位。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.7]

3.10

声明单位 declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.8]

3.11**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。

[来源：GB/T 32150-2015，3.12]

4 量化目的

披露集装箱产品碳足迹或产品部分碳足迹，明确生命周期相关阶段或单元过程对产品碳足迹的影响，促进行业信息沟通，为产品研发、技术改造、产品绿色评价和推动行业发展提供依据。

5 量化范围**5.1 产品描述**

产品描述应便于用户清晰识别产品，描述内容应包括以下要素：

- 产品名称、品级/牌号；
- 批号；
- 型号、规格、尺寸；
- 分析检验结果；
- 出厂日期。

5.2 系统边界**5.2.1 边界设定**

集装箱产品碳足迹应量化集装箱产品在原材料获取阶段、生产阶段以及运输阶段中原材料运输过程的温室气体排放，宜量化集装箱产品在使用阶段、生命末期阶段以及运输阶段中除原材料运输外其他运输过程的温室气体排放。

集装箱产品碳足迹量化的系统边界见图1。

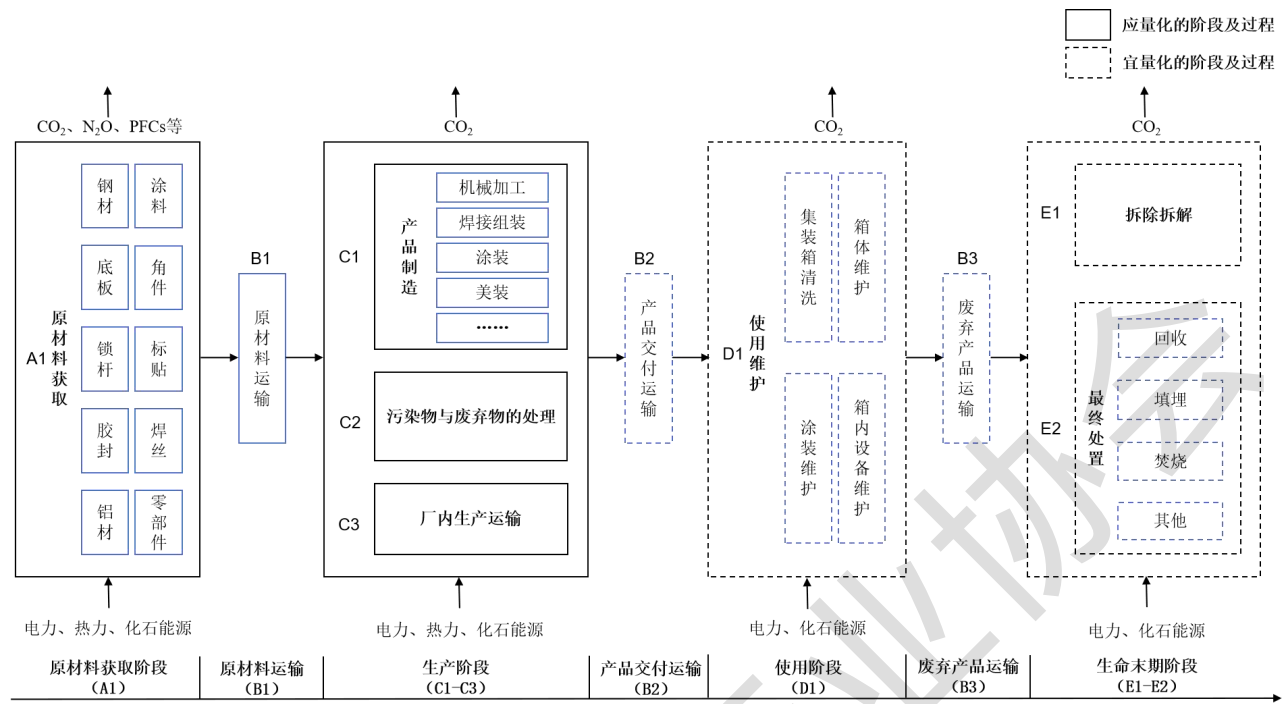


图 1 集装箱产品碳足迹量化系统边界图

5.2.2 原材料获取阶段

原材料获取阶段（A1）是从自然界提取材料时开始，到形成集装箱产品原材料的过程，包括钢材、涂料、底板、角件、锁杆、标贴、胶封、焊丝、铝材等集装箱生产原材料的原料开采、运输和生产过程。

5.2.3 运输阶段

运输阶段（B1-B3）包括原材料运输、产品交付运输以及废弃产品运输过程。

- a) 原材料运输（B1）：将原材料及罐装燃料运输至集装箱制造工厂的过程；
- b) 产品交付运输（B2）：将集装箱产品从集装箱制造工厂运输至集装箱初始使用场所的过程；
- c) 废弃产品运输（B3）：将废弃的集装箱产品从集装箱最终使用场所运输至集装箱拆解场所的过程。

5.2.4 生产阶段

生产阶段（C1-C3）从全部原材料进入集装箱制造工厂开始，至集装箱产品离开工厂时终止，包括以下过程：

- a) 产品制造（C1）：机械加工、焊接组装、涂装、美装、测试等集装箱全部生产工序；
- b) 污染物与废弃物的处理（C2）：产品制造阶段污染物的治理以及废弃物的处理过程；
- c) 厂内生产运输（C3）：原材料、能源、中间产品、最终产品、污染物与废弃物等在产品生产阶段的运输过程。

5.2.5 使用阶段

使用阶段（D1）从集装箱产品到达集装箱初始使用场所时开始，至集装箱产品废弃时终止，包括集装箱清洗、箱体维护、涂装维护、箱内设备维护过程。

5.2.6 生命末期阶段

生命末期阶段（E1-E2）从废弃的集装箱产品到达集装箱拆解场所开始，至集装箱拆解并完成最终处置为止，包括以下过程：

- a) 拆除拆解（E1）：将废弃集装箱产品拆除和拆解的过程；
- b) 最终处置（E2）：集装箱拆解后材料的最终处置，包括回收、填埋、焚烧等过程。

5.3 功能单位与声明单位

5.3.1 功能单位

集装箱产品碳足迹的功能单位为1个某具体规格的集装箱，除20英尺标准集装箱与40英尺标准集装箱外的其他箱型的功能单位，还需包括详细外部尺寸信息。功能单位宜包含参考使用寿命。

示例1：1个20英尺标准通用集装箱，参考使用寿命15年。

示例2：1个外部尺寸（长宽高）为6058mm×2550mm×2896mm的35t敞顶集装箱，参考使用寿命15年。

5.3.2 声明单位

集装箱产品部分碳足迹的声明单位为生产1个某规格的集装箱，除20英尺标准集装箱与40英尺标准集装箱外的其他箱型的声明单位，还需包括详细外部尺寸信息。

示例1：生产1个20英尺标准通用集装箱。

示例2：生产1个外部尺寸（长宽高）为6058mm×2550mm×2896mm的35t敞顶集装箱。

5.4 取舍准则

集装箱产品碳足迹量化过程中，除钢材、铝材、涂料、底板、角件、锁杆、胶封、焊丝及标贴的输入和所有能源的输入外，可舍弃产品碳足迹或产品部分碳足迹影响小于1%的过程、输入或输出环节，舍弃的物质和环节总的影响不应超过集装箱产品碳足迹或产品部分碳足迹总量的5%。所有舍弃的物质和环节应在产品碳足迹报告中予以说明。

6 清单分析

6.1 数据选择

应收集集装箱产品系统边界范围内全部单元过程的数据，包括活动水平数据和排放因子数据。

活动水平数据的来源包括但不限于：热、电计量器具记录，购买记录、台账、结算发票；物料清单、领料清单，委托处置合同，运输方式、运输距离、运输工具等。活动水平数据测量仪表须经法定计量机构检定或校准合格，符合GB 17167中4.3-4.4关于能源计量器具配备率与准确度等级的要求。活动水平数据的使用遵循以下原则：

- a) 优先采用直接计量、统计、检测获得的初级数据；
- b) 其次采用通过初级数据分配、折算获得的数据。

排放因子数据包括国家或行业主管部门公开发布的排放因子数据，供应商提供的通过生命周期评价方法且经第三方专业机构验证的产品碳足迹数据，行业协会统计发布的本行业排放因子数据以及其他排放因子数据库数据等。排放因子数据的使用遵循以下原则：

- a) 优先采用供应商提供的经第三方专业机构验证的、基于生命周期评价方法的产品碳足迹数据；
- b) 其次，采用国家或行业主管部门公开发布的排放因子数据；
- c) 再次，采用经评估的排放因子数据源中的相关数据；
- d) 以上数据均无法获取时，可采用本文件附录提供的排放因子缺省值。

6.2 数据收集

6.2.1 原材料获取阶段数据收集

原材料获取阶段数据收集应包括下列内容：

- 钢材、涂料、底板、角件、锁杆、标贴、胶封、焊丝、铝材、零部件等原材料的消耗量，计量单位为吨（t）或千克（kg）；
- 钢材、涂料、底板、角件、锁杆、标贴、胶封、焊丝、铝材、零部件等原材料的碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）；
- 各原材料的组分信息。

6.2.2 运输阶段数据收集

原材料运输过程数据收集应包括下列内容：

- 原材料及罐装燃料的运输量，计量单位为吨（t）；
- 原材料及罐装燃料的运输距离，计量单位为千米（km）；
- 原材料及罐装燃料的运输方式；
- 原材料及罐装燃料的供应商信息；
- 各类运输方式的碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每吨每千米 $[\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{t}\cdot\text{km})]$ 。

产品交付运输过程数据收集应包括下列内容：

- 交付产品的运输量，计量单位为吨（t）；
- 交付产品的运输距离，计量单位为千米（km）；
- 交付产品的运输方式；
- 接收产品的收货方信息；
- 各类运输方式的碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每吨每千米 $[\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{t}\cdot\text{km})]$ 。

废弃产品运输过程数据收集应包括下列内容：

- 废弃产品的运输量，计量单位为吨（t）；
- 废弃产品的运输距离，计量单位为千米（km）；
- 废弃产品的运输方式；
- 废弃产品的接收方信息；
- 各类运输方式的碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每吨每千米 $[\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{t}\cdot\text{km})]$ 。

6.2.3 生产阶段数据收集

生产阶段数据收集应包括下列内容：

- 该批次集装箱产品的数量与生产时间；
- 生产阶段电力的消耗量，计量单位为千瓦时（kWh）；
- 电力的类型与来源；
- 各类电力的碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）；
- 生产阶段天然气、柴油等燃料的消耗量，计量单位为标准立方米（ Nm^3 ）或千克（kg）；
- 天然气、柴油等燃料产品的上游排放因子与燃烧碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每标准立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e/Nm}^3$ ）或千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）；
- 热力的消耗量，计量单位为吉焦（GJ）；
- 热力的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每吉焦（ $\text{kgCO}_2\text{e/GJ}$ ）。

6.2.4 使用阶段数据收集

使用阶段数据收集应包括下列内容：

- 集装箱产品的使用寿命；
- 集装箱清洗、箱体维护、涂装维护以及箱内设备维护过程中消耗的材料种类及消耗量，计量单位为千克（kg）；
- 各类材料的碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）；
- 集装箱清洗、箱体维护、涂装维护以及箱内设备维护过程中电力的消耗量，计量单位为千瓦时（kWh）；
- 本阶段电力的碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）；
- 集装箱清洗、箱体维护、涂装维护以及箱内设备维护过程中天然气、柴油等燃料的消耗量，计量单位为标准立方米（ Nm^3 ）或千克（kg）；
- 本阶段天然气、柴油等燃料产品的上游排放因子与燃烧碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每标准立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e/Nm}^3$ ）或千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）。

6.2.5 生命末期阶段数据收集

生命末期阶段数据收集应包括下列内容：

- 拆除拆解等生命末期过程中电力与燃料的消耗量，电力计量单位为千瓦时（kWh），天然气计量单位为标准立方米（ Nm^3 ），柴油等油料计量单位为千克（kg）；
- 本阶段电力的碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）；
- 天然气、柴油等燃料产品的上游排放因子与燃烧碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每标准立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e/Nm}^3$ ）或千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）。
- 回收利用、填埋、焚烧等最终处置方式的处置量，计量单位吨（t）；
- 回收利用、填埋、焚烧等最终处置方式的排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/t}$ ）。

6.3 数据质量要求

开展集装箱产品碳足迹量化工作的组织宜建立数据管理系统，数据收集与处理过程应遵循以下要求：

- a) 时间范围：活动水平数据的产生时间距碳足迹报告生效时间不宜超过3年，能源活动数据的时间跨度宜为1年；
- b) 完整性：活动水平数据应覆盖系统边界内全部单元过程，并根据取舍准则（见5.4）的要求，检查是否有缺失的单元过程或输入输出物质；
- c) 准确性：活动水平数据应源自企业实际生产统计记录，能源和原材料获取数据宜优先采用上游供应商提供的数据，所有活动水平数据应转换为以功能单位或声明单位为基准；
- d) 一致性：同类活动水平数据应保持数据来源、统计口径、处理规则的统一，同一机构对同类产品排放因子数据的选取应保持一致；
- e) 代表性：优先采用在时间、技术与地域代表性与评估产品系统相近的数据，若无此类数据，则依次选用能够代表国内及行业平均生产水平的近期公开生命周期评价数据，或国外同类技术数据；
- f) 不确定性说明：对具有不确定性的信息，应就其采信依据进行专项说明。

6.4 数据审定

在数据收集过程中应对数据的有效性进行检查，确认并提供证据证明数据质量符合6.3的规定。数据审定可通过建立物料平衡、能量平衡、碳平衡、与历史数据和相近工艺数据对比等方式，确认数据的合理性。数据审定可参考行业平均值、检验标准值等常规数据进行交叉审定。对于异常数据，应分析原因并予以替换，替换的数据应满足6.1-6.3要求。

6.5 数据分配

6.5.1 分配原则

边界设置或数据收集时，应避免进行数据分配。若发现一个过程的输入和输出包含多个产品，则需要对该过程分配。分配的原则如下：

- a) 优先使用国际标准箱单位（TEU）统计分配与生产工时分配等物理关系参数分配；
- b) 无法找到物理关系时，则依经济价值进行分配；
- c) 一个单元过程分配的输入、输出的总和应与其分配前的输入、输出相等。

6.5.2 分配程序

分配程序按照以下步骤进行处理：

- a) 收集的数据存在多类型、多批次产品时，优先使用国际标准箱单位（TEU）或生产工时统计，建立潜在的物理关系；
- b) 无法通过国际标准箱单位（TEU）或生产工时建立物理关系的数据时，采用经济价值建立分配关系；
- c) 依据产品物料清单（BOM），将输入数据划分到不同类型、不同批次的产品中。

6.6 清单分析结果

应依据数据清单，对集装箱产品系统中每一单元过程的输入、输出数据进行收集和处理。该过程须按6.1-6.5的规定执行，汇总获得实现单位功能单位或单位声明单位所需的全部输入、输出数据。

7 影响评价

7.1 产品碳足迹计算

集装箱产品碳足迹为单位功能单位或声明单位系统边界内各阶段碳足迹之和，计算见公式（1）：

$$CFP_{GHG} = (CFP_A + CFP_B + CFP_C + CFP_D + CFP_E) / Q \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- CFP_{GHG} —— 某规格某批次集装箱产品碳足迹或产品部分碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每功能单位或声明单位（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{功能单位或声明单位}$ ）；
- CFP_A —— 该规格该批次集装箱产品原材料获取阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ），计算方法见公式（2）；
- CFP_B —— 该规格该批次集装箱产品运输阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ），计算方法见公式（3）；
- CFP_C —— 该规格该批次集装箱产品生产阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ），计算方法见公式（7）；
- CFP_D —— 该规格该批次集装箱产品使用阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ），计算方法见公式（12）；
- CFP_E —— 该规格该批次集装箱产品生命末期阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ），计算方法见公式（13）；
- Q —— 该规格该批次集装箱产品的数量，单位为个。

7.2 原材料获取阶段碳足迹

集装箱产品原材料获取阶段温室气体排放量计算见公式（2）：

$$CFP_A = \sum_i (M_{A,i} \times CEF_{A,i}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

- $M_{A,i}$ —— 第*i*种原材料的消耗数据，单位根据原材料确定，如千克（kg）；
 $CEF_{A,i}$ —— 第*i*种原材料的碳足迹因子，单位与该原材料相匹配，如千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg），无法获得原材料碳足迹因子时，可按附录A取值。

7.3 运输阶段碳足迹

7.3.1 运输阶段碳足迹计算

集装箱运输阶段温室气体排放量计算见公式（3）：

$$CFP_B = CFP_{B1} + CFP_{B2} + CFP_{B3} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

- CFP_{B1} —— 原材料及罐装燃料运输产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e），计算方法见公式（4）；
 CFP_{B2} —— 产品交付运输产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e），计算方法见公式（5）；
 CFP_{B3} —— 废弃产品运输产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e），计算方法见公式（6）；

7.3.2 原材料运输产生的温室气体排放

集装箱产品原材料及罐装燃料运输产生的温室气体排放量计算见公式（4）：

$$CFP_{B1} = \sum_{i,j} (M_{B1,i} \times D_{B1,i,j} \times TEF_{B1,j}) \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中：

- $M_{B1,i}$ —— 第*i*种原材料或罐装燃料的运输量，单位根据原材料确定，如吨（t）；
 $D_{B1,i,j}$ —— 第*i*种原材料或罐装燃料的第*j*类运输方式的运输距离，单位为千米（km）；
 $TEF_{B1,j}$ —— 原材料或罐装燃料运输第*j*类运输方式对应的碳足迹因子，单位与该运输环节相匹配，如千克二氧化碳当量每吨每千米[kgCO₂e/(t·km)]，取值可参考附录B。

7.3.3 产品交付运输产生的温室气体排放

集装箱产品交付运输产生的温室气体排放量计算见公式（5）：

$$CFP_{B2} = \sum_j (M_{B2} \times D_{B2,j} \times TEF_{B2,j}) \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中：

- M_{B2} —— 集装箱产品交付运输的运输量，单位为吨（t）；
 $D_{B2,j}$ —— 集装箱产品交付运输的第*j*类运输方式的运输距离，单位为千米（km）；
 $TEF_{B2,j}$ —— 集装箱产品交付运输第*j*类运输方式对应的碳足迹因子，单位与该运输环节相匹配，如千克二氧化碳当量每吨每千米[kgCO₂e/(t·km)]，取值可参考附录B。

7.3.4 废弃产品运输产生的温室气体排放

废弃集装箱产品运输产生的温室气体排放量计算见公式（6）：

$$CFP_{B3} = \sum_j (M_{B3} \times D_{B3,j} \times TEF_{B3,j}) \dots\dots\dots(6)$$

式中：

- M_{B3} —— 废弃集装箱产品的运输量，单位根据原材料确定，如吨（t）；
 $D_{B3,j}$ —— 废弃集装箱产品第 j 类运输方式的运输距离，单位为千米（km）；
 $TEF_{B3,j}$ —— 废弃集装箱产品第 j 类运输方式对应的碳足迹因子，单位与该运输环节相匹配，如千克二氧化碳当量每吨每千米[$\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{t}\cdot\text{km})$]，取值可参考附录B。

7.4 生产阶段碳足迹

7.4.1 生产阶段碳足迹计算

集装箱生产阶段碳足迹计算见公式（7）：

$$CFP_C = E_{\text{fuelC}} + E_{\text{elecC}} + E_{\text{thermC}} + E_{\text{pro}} \dots\dots\dots(7)$$

式中：

- E_{fuelC} —— 集装箱生产阶段消耗燃料产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ），计算方法见公式（8）；
 E_{elecC} —— 集装箱生产阶段消耗电力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ），计算方法见公式（9）；
 E_{thermC} —— 集装箱生产阶段消耗热力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ），计算方法见公式（10）。
 E_{pro} —— 保温集装箱生产阶段聚氨酯化学发泡过程产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ），计算方法见公式（11）；

7.4.2 消耗燃料产生的温室气体排放

集装箱生产阶段消耗燃料产生的温室气体排放量是指燃料加工获取等上游过程及其燃烧过程的温室气体排放量之和，计算方法见公式（8）：

$$E_{\text{fuelC}} = \sum_k [FC_{C,k} \times (EF_{C1,k} + EF_{C2,k})] \dots\dots\dots(8)$$

式中：

- $FC_{C,k}$ —— 生产阶段第 k 种燃料的消耗数据，单位根据燃料确定，如千克（kg）或标准立方米（ Nm^3 ）；
 $EF_{C1,k}$ —— 生产阶段第 k 种燃料上游排放因子，单位与燃料相匹配，如千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$ ）或千克二氧化碳当量每标准立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{Nm}^3$ ），依据排放因子数据使用原则选取（见6.1）；
 $EF_{C2,k}$ —— 生产阶段第 k 种燃料燃烧排放因子，单位与燃料相匹配，如千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$ ）或千克二氧化碳当量每标准立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{Nm}^3$ ），主要化石燃料燃烧碳排放因子可参考附录C计算获取。

7.4.3 消耗电力产生的温室气体排放

消耗电力产生的温室气体排放量计算方法见公式（7）：

$$E_{\text{elecC}} = \sum_l (EL_{C,l} \times EEF_{C,l}) \dots\dots\dots(9)$$

式中：

- $EL_{C,l}$ —— 生产阶段第 l 种来源的电力消耗量，单位为千瓦时（kWh）；
 $EEF_{C,l}$ —— 生产阶段第 l 种来源的电力碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kWh}$ ），电力碳足迹因子可参考表D.1取值。

7.4.4 消耗热力产生的温室气体排放

消耗热力产生的温室气体排放量计算方法见公式（8）：

$$E_{\text{thermC}} = TH_C \times HEF_C \dots\dots\dots (10)$$

式中：

TH_C —— 生产阶段消耗的热力量，单位为吉焦（GJ）；

HEF_C —— 生产阶段热力碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每吉焦（ $\text{kgCO}_2\text{e/GJ}$ ），热力碳排放因子可参考表D.2取值。

7.4.5 保温集装箱聚氨酯化学发泡产生的温室气体排放

保温集装箱聚氨酯化学发泡产生的温室气体排放量计算方法见公式（11）：

$$E_{\text{pro}} = \frac{44}{18} \times wf \times MJ \dots\dots\dots (11)$$

式中：

wf —— 聚醚组合料的含水率，%；

MJ —— 每功能单位或声明单位聚醚组合料的消耗量，单位为千克（kg）。

注：计算 E_{pro} 时仅考虑化学发泡过程，不需要考虑物理发泡过程。

7.5 使用阶段碳足迹

集装箱使用阶段碳足迹计算见公式（12）：

$$CFP_D = \sum_i (M_{D,i} \times CEF_{D,i}) + \sum_k [FC_{D,k} \times (EF_{D1,k} + EF_{D2,k})] + \sum_l (EL_{D,l} \times EEF_{D,l}) \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$M_{D,i}$ —— 使用阶段第*i*种材料的消耗数据，单位根据原材料确定，如千克（kg）或吨（t）；

$CEF_{D,i}$ —— 使用阶段第*i*种材料的碳足迹因子，单位与该原材料相匹配，如千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ），无法获得材料碳足迹因子时，可按附录A取值。

$FC_{D,k}$ —— 使用阶段第*k*种燃料的消耗数据，单位根据燃料确定，如千克（kg）或标准立方米（ Nm^3 ）；

$EF_{D1,k}$ —— 使用阶段第*k*种燃料上游排放因子，单位与燃料相匹配，如千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）或千克二氧化碳当量每标准立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e/Nm}^3$ ），依据排放因子数据使用原则选取（见6.1）；

$EF_{D2,k}$ —— 使用阶段第*k*种燃料燃烧排放因子，单位与燃料相匹配，如千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）或千克二氧化碳当量每标准立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e/Nm}^3$ ），主要化石燃料燃烧碳排放因子可参考附录C计算获取。

$EL_{D,l}$ —— 使用阶段第*l*种来源的电力消耗量，单位为千瓦时（kWh）；

$EEF_{D,l}$ —— 使用阶段第*l*种来源的电力碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ），电力碳足迹因子可参考表D.1取值。

7.6 生命末期阶段碳足迹

集装箱生命末期阶段碳足迹计算见公式（13），

$$CFP_E = \sum_k [FC_{E,k} \times (EF_{E1,k} + EF_{E2,k})] + \sum_l (EL_{E,l} \times EEF_{E,l}) + \sum_m (M_{E,m} \times CEF_{E,m}) \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$FC_{E,k}$ —— 生命末期阶段第*k*种燃料的消耗数据，单位根据燃料确定，如千克（kg）或标准立方米（ Nm^3 ）；

- $EF_{E1,k}$ —— 生命末期阶段第 k 种燃料上游排放因子，单位与燃料相匹配，如千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）或千克二氧化碳当量每标准立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e/Nm}^3$ ），依据排放因子数据使用原则选取（见6.1）；
- $EF_{E2,k}$ —— 生命末期阶段第 k 种燃料燃烧排放因子，单位与燃料相匹配，如千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）或千克二氧化碳当量每标准立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e/Nm}^3$ ），主要化石燃料燃烧碳排放因子可参考附录C计算获取。
- $EL_{E,l}$ —— 每功能单位或声明单位生命末期阶段第 l 种来源的电力消耗量，单位为千瓦时（ kWh ）；
- $EEF_{E,l}$ —— 生命末期阶段第 l 种来源的电力碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ），电力碳足迹因子可参考表D.1取值；
- $M_{E,m}$ —— 生命末期阶段第 m 种方式（包含回收利用、焚烧、填埋等处置方式）处置量，单位为吨（ t ）；
- $CEF_{E,m}$ —— 生命末期阶段第 m 种处置方式的排放因子，单位为千克二氧化碳当量每吨（ $\text{kgCO}_2\text{e/t}$ ）。

7.7 附加环境信息

除7.1-7.6中涉及的产品碳足迹或产品部分碳足迹量化结果外，其他相关的重要信息（如集装箱用竹木底板的生物碳含量）宜在附加环境信息中声明。竹木底板中生物碳含量的声明应满足以下要求：

——当系统边界为“A-E”时，不应单独声明产品中的生物碳含量；

——当系统边界仅包括部分生命周期阶段，如“A-C”时，应单独记录产品中的生物碳含量，但不计入碳足迹量化结果，并在产品碳足迹报告中说明其生物碳含量。

含生物碳的部品（如集装箱用竹木底板）生物碳含量计算方法见公式（12）：

$$CS = \frac{44}{12} \times cf \times \frac{M_\omega}{100 + \omega} \times 100 \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中：

- CS —— 竹木底板碳储量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；
- cf —— 竹木底板的含碳率；
- M_ω —— 含水率为 ω 时竹木底板的质量，单位为千克（ kg ）；
- ω —— 竹木底板的干基含水率，%。

8 结果解释

8.1 解释步骤

集装箱产品碳足迹结果解释应包括以下步骤：

- 根据产品碳足迹的清单分析和产品碳足迹影响评价的量化结果，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程或物质流、能量流）；
- 完整性、一致性和敏感性分析的评估；
- 结论、局限性和建议的编制。

8.2 解释内容

8.2.1 必要信息

集装箱产品碳足迹结果解释应包括以下内容：

- 说明产品碳足迹、产品部分碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
- 分析不确定性，包括取舍准则的应用；

- c) 详细记录选定的分配程序；
- d) 说明产品碳足迹研究的局限性。

8.2.3 可选信息

集装箱产品碳足迹结果解释宜包含以下信息：

- a) 分析重要输入、输出和方法学选择（包括分配程序）的敏感性，以了解结果的敏感性和不确定性；
- b) 评估替代使用情景对最终结果的影响评价；
- c) 评估生命末期阶段情景对最终结果的影响评价；
- d) 评估建议对结果的影响；
- e) 描述地理格网的划分方法及地理格网的尺度要求原则（如适用）。

9 产品碳足迹报告

9.1 报告内容

9.1.1 基本情况

集装箱产品碳足迹报告基本情况应包含以下信息：

- a) 委托方与评价方信息；
- b) 报告信息；
- c) 依据的标准；
- d) 使用的产品种类规则或其他补充要求的参考资料（如有）。

9.1.2 量化目的

集装箱产品碳足迹报告量化目的应包含以下信息：

- a) 开展研究的目的；
- b) 预期用途。

9.1.3 量化范围

集装箱产品碳足迹报告量化范围应包含以下信息：

- a) 产品说明，包括功能和技术参数；
- b) 功能单位或声明单位以及基准流；
- c) 系统边界；
- d) 取舍准则和取舍说明；
- e) 生命周期各阶段描述。

9.1.4 清单分析

集装箱产品碳足迹报告清单分析应包含以下信息：

- a) 数据收集信息，包括数据来源；
- b) 重要的单元过程清单；
- c) 纳入范围的温室气体清单；
- d) 分配原则与程序；
- e) 数据说明，包括有关数据的决定和数据质量评价。

9.1.5 影响评价

集装箱产品碳足迹报告影响评价应包含以下信息：

- a) 影响评价方法；
- b) 特征化因子；
- c) 产品碳足迹或产品部分碳足迹计算；
- d) 附加环境信息（可选）；
- e) 结果图示（可选）。

9.1.6 结果解释

集装箱产品碳足迹报告结果解释应包含以下信息：

- a) 结论和局限性；
- b) 敏感性分析和不确定性分析结果；
- c) 电力处理，包括关于电网排放因子计算和相关电网的特殊局限信息；
- d) 在产品碳足迹研究中披露和证明相关信息项的选择并说明理由。

9.1.7 补充说明

集装箱产品碳足迹报告补充说明应包含研究中使用的产品种类规则或其他补充要求的参考资料。

9.2 报告模板

集装箱产品碳足迹报告模板可参考附录E。

10 产品碳足迹声明

可按照 GB/T 24025 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。应用本文件得到的产品碳足迹，其声明的发布应符合国家或地方的有关规定。

附 录 A
(资料性)

主要集装箱原材料碳足迹因子缺省值

主要集装箱原材料碳足迹因子缺省值见表 A.1。

表 A.1 主要集装箱原材料碳足迹因子缺省值

项目	碳足迹因子/ (kgCO ₂ e/kg)
热轧钢板	2.63
冷轧钢板	2.73
不锈钢板	4.08
热轧型钢	2.58
不锈钢棒材、角材、型材	4.30
铝板材	12.11
铝型材	12.04
铝合金棒材和杆材	9.80
竹木底板	0.03
角配件套装	2.31
锁杆组件	3.02
铆钉等五金零部件 (钢、铁)	4.10
铆钉等五金零部件 (铝合金)	9.80
标贴	0.14
钢制打砂磨料	2.34
注：数据来源为中国集装箱行业协会行业碳数据集，如该数据库有更新，参考最新数值。	

附 录 B
(资料性)
运输方式碳足迹因子

运输方式碳足迹因子见表 B.1。

表 B.1 运输方式碳足迹因子

运输方式类别	碳足迹因子/[kgCO ₂ e/ (t·km)]
公路运输	0.076
铁路运输	0.010
水路运输	0.020
航空运输	1.404
注： 数据来源为生态环境部环境规划院碳达峰碳中和研究中心等联合发布的中国产品全生命周期温室气体排放系数库。	

附录 C
(资料性)
主要化石燃料燃烧碳排放因子

主要化石燃料燃烧排放因子按表 C.1 选取。

表 C.1 主要化石燃料燃烧碳排放因子

燃料品种		低位发热值	单位热值含碳量	碳氧化率	化石燃料碳排放因子 (kgCO ₂ /kg) 或 (kgCO ₂ /Nm ³)
液体燃料	汽油	43.070 GJ/t ^②	0.0189 tC/GJ ^①	98% ^①	2.93
	柴油	42.652 GJ/t ^②	0.0202 tC/GJ ^①	98% ^①	3.10
	煤油	43.070 GJ/t ^②	0.0196 tC/GJ ^①	98% ^①	3.03
	液化天然气	51.498 GJ/t ^③	0.0172 tC/GJ ^①	98% ^①	3.18
	液化石油气	50.179 GJ/t ^②	0.0172 tC/GJ ^①	98% ^①	3.10
气体燃料	天然气	389.31 GJ/10 ⁴ Nm ³ ^②	0.0153 t C/GJ ^①	99% ^①	2.16

注：数据来源①《省级温室气体清单编制指南（试行）》；②《中国能源统计年鉴 2023》③ GB/T 2589-2020《综合能耗计算通则》。

附 录 D
(资料性)
电力碳足迹因子与热力碳排放因子

全国电力碳足迹因子见表 D.1。

表 D.1 全国电力碳足迹因子

项目	碳足迹因子/ (kgCO ₂ e/kWh)
全国	0.5777
燃煤发电	0.9240
燃气发电	0.4503
水力发电	0.0141
核能发电	0.0065
风力发电	0.0324
光伏发电	0.0520
光热发电	0.0312
生物质发电	0.0404
注： 数据来源为生态环境部、国家统计局、国家能源局联合发布的《2024 年全国电力碳足迹因子》，若该数据有更新，参考最新数值。	

热力碳足迹因子参考值见表D.2。

表 D.2 热力碳排放因子

项目	碳排放因子/ (tCO ₂ /GJ)
热力	0.110
注： 数据来源为生态环境部发布的《2021、2022 年度全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案》，若该数据有更新，参考最新数值。	

附 录 E

(资料性)

集装箱产品碳足迹报告参考模板

集装箱产品碳足迹报告格式模板如下。

报告编号：_____

集装箱产品碳足迹报告（模板）

产品名称：_____

产品规格：_____

企业名称：_____

企业地址：_____

出具报告机构：（若有）_____（盖章）

日期：_____年_____月_____日

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：

产品规格：

产品功能：

产品介绍：

产品图片：

3.量化方法

依据标准：

二、量化目的

三、量化范围

1.功能单位或声明单位

_____。

2.系统边界

☐原材料获取阶段 ☐原材料运输阶段 ☐生产阶段 ☐使用阶段 ☐生命末期阶段

系统边界图：

图 1 系统边界图

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

_____年度。

四、清单分析

1.数据来源说明

活动水平数据：_____；

排放因子数据：_____。

2.数据质量要求

数据质量可从定性和定量两个方面对报告使用的活动水平数据和排放因子数据进行要求，具体内容包
括：数据来源、完整性、数据代表性（时间、地理、技术）和准确性

3.数据收集与清单计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 1。

表 1 集装箱碳排放清单说明

生命周期阶段	活动水平数据	排放因子	碳足迹（kgCO ₂ e/功能单位或声明单位）
原材料获取阶段			
运输阶段			
生产阶段			
使用阶段			
生命末期阶段			

五、影响评价

1.影响评价方法

2.影响类型和特征化因子选择

一般选择联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）给出的 100 年全球变暖潜势（GWP）。

3.产品碳足迹结果计算

4.附加环境信息

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，每声明单位的产品），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 2 和图 2 所示：

表 2 生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹（kgCO ₂ e/功能单位或声明单位）	百分比（%）	备注
原材料获取阶段			
运输阶段			
生产阶段			
使用阶段			
生命末期阶段			
总计			

图 2 集装箱产品各生命周期阶段碳排放分布图

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

参 考 文 献

- [1] GB/T 2589-2020 《综合能耗计算通则》
 - [2] LY/T 3436-2025 《木竹产品碳足迹评价指南》
 - [3] ISO 14026:2017 环境标志和声明 足迹信息交流的原则、要求和指南 (Environmental labels and declarations-Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information)
 - [4] ISO 14067:2018 温室气体 产品碳足迹 量化要求及指南 (Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification)
 - [5] GHG Protocol: Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard 温室气体核算体系：产品生命周期核算与报告标准
 - [6] IPCC.Climate Change 2021:The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Richard P.Allan., Paola A. Arias., Sophie Berger., Josep G. Canadell., Christophe Cassou., Deliang Chen., Annalisa Cherchi., Sarah L. Connors., Erika Coppola., Faye Abigail Cruz., et al., Cambridge University Press 2021,pp 7SM24-35.
 - [7] 朱吕民, 刘益军. 聚氨酯泡沫塑料 (第3版)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013:239
-