

团 体 标 准

T/CCIASD 10020—2025

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 集装箱粉末涂料

Greenhouse gases—Quantitative methods and requirements for carbon footprint of
products—Powder coatings for container

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国集装箱行业协会 发布

中国集装箱行业协会

目 次

前 言III

引 言IV

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1

5 量化范围2

6 清单分析4

7 影响评价7

8 结果解释9

9 产品碳足迹报告10

10 产品碳足迹声明11

附录 A（资料性） 集装箱粉末涂料产品常用执行标准12

附录 B（资料性） 产品碳足迹量化数据收集表13

附录 C（资料性） 次级数据采集要求166

附录 D（资料性） 数据质量评价方法177

附录 E（资料性） 产品碳足迹报告（模版）188

附录 F（资料性） 常见温室气体全球变暖潜势（GWP）244

附录 G（资料性） 碳足迹因子缺省值255

参考文献27

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这些专利的责任。

本文件由中国集装箱行业协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

中国集装箱行业协会

引 言

碳排放统计核算是做好碳达峰碳中和工作的重要基础，加快建立重要产品的碳足迹标准、产品碳标识认证制度，对促进产业绿色低碳转型具有重要作用。

本文件基于《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067）中确定的产品碳足迹量化要求和指南，制定集装箱粉末涂料产品碳足迹国家标准，旨在为集装箱粉末涂料产品碳足迹提供具体的量化方法和要求。

为便于国内国际交流，根据联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）的有关要求，本系列文件的量值以“国际量值单位 + 物质（元素）”或“物质（元素）+ 国际量值单位”的形式表示，如 t C 表示吨碳，t CO₂ 表示吨二氧化碳，t CO₂e 表示吨二氧化碳当量、t CH₄ 表示吨甲烷，N m³ 表示标准状况下的立方米等。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 集装箱粉末涂料

1 范围

本文件系统地规定了集装箱粉末涂料产品碳足迹量化的科学方法与严格要求，其内容涵盖量化目的、范围划定、清单分析、影响评价、结果解析、报告编制以及声明规范等多个关键环节。

本文件精准适用于集装箱粉末涂料产品的碳足迹量化。考虑到不同集装箱粉末涂料产品在生产工艺、原材料构成及应用场景上的相似性，其他类似产品在进行碳足迹量化时，亦可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

本文件引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本文件。

GB/T 1992 集装箱术语
GB/T 2705 涂料产品分类、命名和型号
GB/T 3560 绿色产品评价 涂料
GB/T 5206 色漆和底漆 术语和定义
GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南
GB/T 24020 环境管理 环境标志和声明 通用原则
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 24050 环境管理术语
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
JT/T 810 集装箱涂料
PAS 2050 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范
ISO 14067 温室气体 产品碳足迹 量化要求及指南

3 术语和定义

GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067、GB/T 32150、GB/T 5026、JT/T 810 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

集装箱粉末涂料 powder coatings for container

集装箱用粉末涂料

一种以固体树脂、颜料、填料及助剂等经熔融挤出粉碎后制成的固体粉末态的涂料，其分散介质是空气，通过静电喷涂、流化床或热熔敷等无溶剂施工方式，一次性成膜并加热固化，最终形成连续、致密、零 VOCs 排放的防护装饰性涂层，专用于钢质通用集装箱箱体箱内、外侧、底架的长期防腐和耐候防护。

4 量化目的

本文件用于量化集装箱粉末涂料产品碳足迹量化的目的是通过量化集装箱粉末涂料全生命周期或选定过程的所有显著的温室气体排放量，计算产品对全球变暖的潜在贡献，并分析不同阶段和不同材料的贡献构成，以二氧化碳当量 CO_2e 表示，基于本文件开展碳足迹量化的目的包括但不限于以下方面：

- a) 用于产品碳足迹量化研究；
- b) 提出集装箱粉末涂料在原材料获取、生产、运输和销售、涂装和使用、生命末期处理等阶段减少温室气体排放的改进方案和建议；
- c) 为公众提供产品声明或信息披露提供产品碳足迹量化结果。

5 量化范围

5.1 产品说明

依据集装箱粉末涂料对应的产品标准描述产品系统及其功能，包括产品名称、产品规格、产品定义、产品性能、用途等，集装箱粉末涂料产品的常用执行标准见附录 A。

5.2 功能单位

当系统边界为“A-E”时应使用功能单位。功能单位应包括但不限于以下信息：

- 单位数量产品的计量，集装箱粉末涂料按功能和用途分为底漆、内面漆、外面漆和底架漆等，以千克（kg）为单位进行计量；
- 产品名称及型号；
- 产品批号或规格参数；
- 出产日期。

5.3 声明单位

当系统边界为“A-B”时属于产品部分碳足迹，应使用声明单位。声明单位应包括但不限于以下信息：

- 单位数量产品的计量，集装箱粉末涂料按功能和用途分为底漆、内面漆、外面漆和底架漆等，以千克（kg）为单位进行计量；
- 产品名称及型号；
- 产品批号或规格参数；
- 出产日期。

5.4 系统边界

5.4.1 边界设定

集装箱粉末涂料产品碳足迹应量化集装箱粉末涂料产品在原辅料与能源获取阶段与生产阶段的温室气体排放，即集装箱粉末涂料产品的碳足迹核算边界为“摇篮—大门”。集装箱粉末涂料产品碳足迹量化的系统边界如图 1 所示，产品部分碳足迹至少应涵盖原材料获取阶段（A）与产品生产阶段（B）；产品分销阶段（C）、涂装和使用阶段（D）、生命末期阶段（E）为可选阶段。本文件的量化范围覆盖集装箱粉末涂料产品部分生命周期阶段。

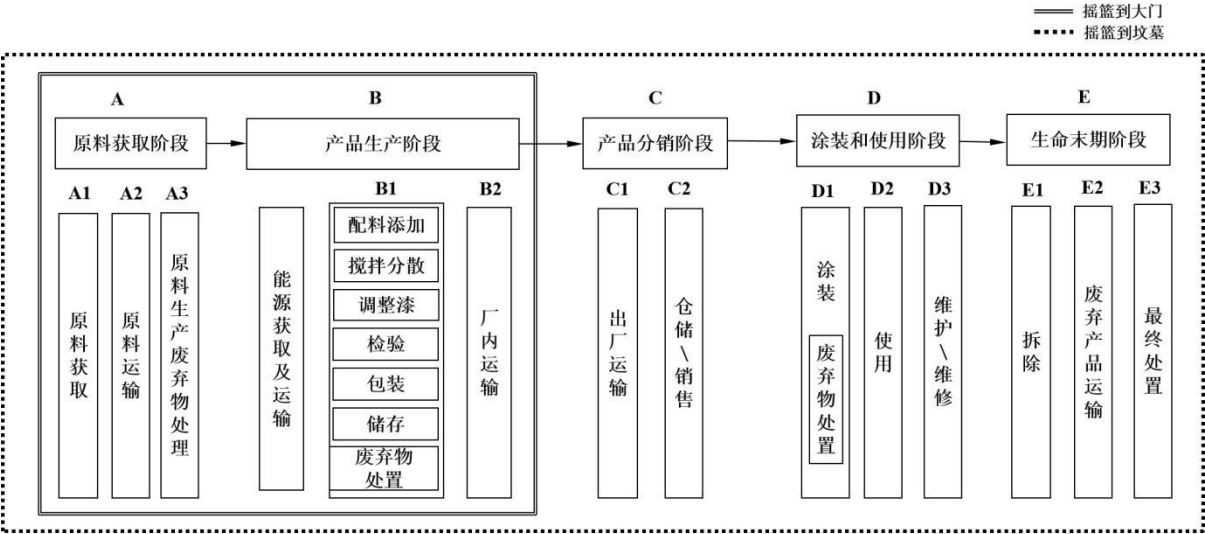


图 1 集装箱粉末涂料产品碳足迹量化系统边界图

5.4.2 生命周期各阶段描述

5.4.2.1 原料获取阶段（A）

从自然界初级资源提取开始的原材料的开采过程，涵盖原材料的加工处理、原材料生产过程中产生的废弃物的处理，以及将其运输至涂料制造工厂的过程，包括：

- a) 原料获取（A1）：树脂、颜料、填料、助剂（适用时包括包装材料等）等主要、次要原料的开采、加工或生产过程；
- b) 原料运输（A2）：将原料（适用时包括包装材料等）从产地运输到集装箱涂料制造工厂的过程；
- c) 原料生产废弃物处理（A3）：原料生产过程中产生的废弃物处置，包括上游原料采选的所有基本流。

5.4.2.2 产品生产阶段（B）

从全部原材料、中间产品进入涂料制造工厂开始，到产品生产完成入库时终止，包括生产产品的直接相关过程、辅助过程以及废弃物排放处理过程等，包括：

- a) 产品制造（B1）：
 - 集装箱粉末涂料产品生产包括但不限于原材料准备、预混合、挤出、冷却、压片、粗破碎、细磨粉、过筛、检验、包装与入库等过程；
 - 集装箱粉末涂料产品制造使用能源，如电力、天然气等的开采、加工或生产、运输、燃烧过程；
 - 集装箱粉末涂料产品制造产生污染物治理、固体废物、液体废弃物的处置过程；
- b) 厂内运输（B2）：集装箱粉末涂料产品制造过程中的原料、能源、产品、固体废物等在涂料工厂内部的运输过程。

5.4.2.3 产品分销阶段（C）

最终产品从集装箱粉末涂料制造厂运输至下游经销商或集装箱制造厂指定地点的过程，运输过程中的碳排放计算需考虑运输距离、运输工具的能耗特性等因素。还应考虑分销过程中的仓储销售环节能耗。包括：

- a) 出厂运输（C1）：产品出厂后运输至交付地点；
- b) 仓储/销售（C2）：产品中间储存、中转、销售过程。

5.4.2.4 涂装和使用环节（D）

涂装环节包括涂料涂覆、工艺选择、设备能耗、涂料挥发及环境影响控制：

- a) 涂装（D1）：集装箱粉末涂料涂装采用两涂两烤工艺，先喷涂环氧粉末底漆，预固化后降温，再喷涂聚酯粉末面漆。包括富锌车间底漆、环氧粉末底粉和聚酯粉末面粉。

- b) 使用（D2）：使用产品的过程，从产品正常投入使用开始，到产品废弃时终止；
- c) 维护/维修（D3）：产品使用过程中对产品的运行维护、维修的过程。

5.4.2.5 生命末期阶段（E）

产品废弃后拆除开始、运输到回收处理或处置地点，到产品回归到自然或经过处置分配到另一个产品系统终止。适用时，考虑废弃产品再生循环或能量回收带来的碳减排效益，包括：

- a) 拆除（E1）：涂料产品从集装箱体拆除。一般情况下，涂料产品在该阶段使用人工拆除或焚烧，产生一定的环境影响，因此需考虑计算该部分排放；
- b) 废弃产品运输（E2）：将废弃产品运输到回收利用或处置场地；
- c) 最终处置（E3）：依据相关要求进行废弃产品处置，包括填埋及相关预处理过程，利用废弃产品进行再生循环等过程。一般情况下集装箱粉末涂料产品无需进行预处理。

5.5 取舍原则

所涉及的物质（能量）数据的取舍应遵循如下准则：

- a) 所有的能源输入均需列出，包括使用的含能废弃物；
- b) 主要废水、废气、废渣的排放均应列出；
- c) 涂料生产设备和建筑设施相关的环境影响不予考虑；
- d) 应列出主要的原料及辅料输入，若符合 e) 和 f) 要求则可忽略；
- e) 忽略的单项物质（能量）流或单元过程对产品碳足迹的贡献均不得超过 1%，如生产设备维修耗材等；
- f) 所有忽略的物质（能量）流与单元过程对产品碳足迹贡献总和不超过 5%，且应在产品碳足迹报告中予以说明；
- g) 无实质性贡献的情况包括但不限于道路与厂房等基础设施的建设、各工序设备的制造、厂区内员工的交通、餐食；行政、管理、研发、市场部门的活动等；对设备、机器、厂房的及生活设施安装和维护的消耗和排放等均忽略。

6 清单分析

6.1 数据选择

应收集产品系统边界范围内每一个单元的数据，包括初级数据和次级数据。

初级数据包括输入的原辅材料、能源；输出的产品、废弃物；运输产生的能耗等。初级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。

次级数据包括原材料、电力、运输的碳足迹因子，燃料燃烧的排放因子及其他技术参数。次级数据的来源优先使用最新的国家或行业主管部门公开发布的碳足迹数据库，也可选取由上游供应商提供的符合产品碳足迹计算要求的产品碳足迹数值、生命周期数据库、科技文献和论文公布数据、行业协会报告等。

6.2 数据收集

6.2.1 数据的收集应符合表 1 的要求。数据收集应优先使用初级数据，即采用直接计量、检测获得的初级数据，如原料消耗量、燃料消耗量和电力消耗量。如果无法获得初级数据，可使用次级数据，即通过初级数据折算获得的数据，如根据年度购买量及库存量的变化确定的数据、根据财务数据折算的数据等。如果使用次级数据，应保证次级数据的地区范围、时间范围和技术范围与所研究的范围一致，并注明参考文件。

6.2.2 当开展产品碳足迹研究的组织拥有运营控制权时，应收集现场数据。所收集的数据应具有代表性。现场数据收集可参照附录 B。

6.2.3 非现场数据可使用次级数据（附录 C），次级数据宜经第三方评审，同时数据格式应满足国家相关标准要求。次级数据可来源于国家数据库、公开文献或其他具有代表性的数据库。

6.2.4 对数据获得方式和来源予以说明。

表 1 各阶段数据收集要求

所属阶段	数据种类	数据类型
原材料获取阶段 (A)	主要原料，如树脂、固化剂等获取的温室气体排放因子	宜使用现场数据
	次要原料，如填料、颜料、助剂等获取的温室气体排放因子	宜使用现场数据
	原、辅料的运输量、运输距离、运输方式	应使用现场数据
	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
产品生产阶段 (B)	主要原辅料的消耗量	应使用现场数据
	主要原辅料的成分	宜使用现场数据
	电力、天然气等能源和物料的消耗量	应使用现场数据
	电力、天然气等能源和物料的温室气体排放因子	可使用次级数据
	电力、天然气等能源和物料的运输量、运输距离、运输方式	应使用现场数据
	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
	电力、天然气等能源燃烧过程的温室气体排放因子	可使用次级数据
	废弃物的产生量、处置方式	应使用现场数据
产品分销阶段 (C)	废弃物的产生量、处置方式对应的温室气体排放因子	可使用次级数据
	产品运输至下游经销商或消费者所在地的运输量、运输距离、运输方式	宜使用现场数据
	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
	分销阶段所用的能源和物料的消耗量	宜使用现场数据
涂装和使用阶段 (D)	分销阶段所用的能源和物料的消耗量的温室气体排放因子	可使用次级数据
	涂装、使用、维护、维修过程所用能源与物料的消耗量	可使用次级数据
	涂装、使用、维护、维修过程所用能源与物料的温室气体排放因子	可使用次级数据
生命末期阶段 (E)	产品回收运输至回收处理/处置地的运输量、运输距离、运输方式	可使用次级数据
	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
	焚烧、填埋等处置方式的处置量	可使用次级数据
	焚烧、填埋等处置方式的温室气体排放因子	可使用次级数据

6.3 数据质量要求

为确保数据的准确性、完整性和代表性，需对收集到的数据进行严格的核实与验证。对于关键数据，如原材料的碳排放因子、生产过程中的能源消耗等，必要时应进行现场调研或委托第三方专业机构进行核查，以保证数据的可靠性。

6.3.1 初级数据质量要求

初级数据质量应满足以下要求：

- a) 准确性。初级数据中的能源、原料消耗数据应来自企业实际生产统计记录，能源和原料获取数据优先来自上游供应商；碳排放数据优先选择核查报告，或由排放因子或物料平衡公式计算获得。所有初级数据均应转换为以功能单位（声明单位）为基准，且应详细记录相关的初级数据、数据来源、计算过程等；
- b) 一致性。为了保证一致性，所有包括各工艺的消耗和排放的初级数据，均统一进行监测和统计。报告中尽量使用相同的碳足迹因子库，对于无法直接获取的次级数据，则使用其他因子库中近似数据进行替代；
- c) 完整性。为完整的报告受核查产品在生命周期过程中的碳足迹影响，报告中初级数据与次级数据均需计算，确保无缺失的过程与数据。初级数据宜采集企业一个自然年或连续 12 个月内的生产统计数据。

6.3.2 次级数据质量要求

次级数据质量应满足以下要求：

- a) 代表性。优先选择与评估产品系统的时间代表性、区域代表性、技术代表性相近的数据，其次选择近年代表国内及行业平均生产水平公开的生命周期评价数据，最后选择国外同类技术数据；
- b) 完整性。应涵盖系统边界规定的所有单元过程；
- c) 一致性。同一机构对同类产品次级数据的选择应保持一致。

6.4 数据选择要求

6.4.1 活动水平数据选择

活动水平数据选择原则如下：

- a) 优先采用直接计量、检测获得的初级数据（涵盖原材料、辅料、能源消耗量等）；
- b) 其次可采用：
 - 通过初级数据折算获得的数据（如根据年度购买量及库存量的变化确定的数据，根据财务数据折算的数据等）；
 - 按照地理范围、时间范围和技术范围类型选择公开的通用数据；
 - 基于 GB/T 24040、GB/T 24044 等相关标准且经第三方专业机构验证的生命周期评价报告与数据库数据；
- c) 以上数据均不可获得时可采用来自相似单元过程的替代数据，并论证数据的相似性。

6.4.2 碳足迹因子选择

碳足迹因子选择原则如下：

- a) 优先采用企业通过生命周期评价方法且经第三方专业机构验证获得的碳足迹因子；
- b) 其次可采用：
 - 国家正式公布的产品碳足迹因子；
 - 基于 GB/T 24040、GB/T 24044 等相关标准且经第三方专业机构验证的生命周期评价报告、碳足迹报告、文献、数据库中提供的基于我国实际的产品碳足迹因子参考值；
- c) 以上数据均不可获得时可采用国外数据库的替代数据，同时论证数据的可行性。

6.5 数据审定

- 6.5.1 在数据采集过程中应验证数据的有效性，以确认并提供证据证明其符合本文件规定的的数据质量要求。
- 6.5.2 数据审定宜通过建立质量平衡、能量平衡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可为单元过程描述的准确性提供有效的检查。
- 6.5.3 对于异常数据应分析原因予以替换，替换的数据应满足数据质量要求。
- 6.5.4 数据质量评估方法参照附录 D。

6.6 数据分配

6.6.1 分配原则

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

- a) 优先使用物理关系参数（包括但不限于生产量、生产工时等）进行分配；
- b) 无法找到物理关系时，则依经济价值进行分配；
- c) 若使用其他分配方法，须提供所使用参数的基础及计算说明。
- d) 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；
- e) 当同时有几种备选的分配程序时，应通过敏感性分析，说明选用不同分配程序在结果上的差别。

6.6.2 分配程序

分配程序应符合 GB/T 24067的6.4.6的要求。分配程序一般按以下程序进行：

- a) 优先采集细分单元过程避免数据分配混淆，优先采集各设施、各时间段数据；如：对原始收集的数据，需在已划分单元过程的基础上进一步拆解，从而排除那些与系统功能无关的单元；扩展系统边界，把原来排除在系统功能的单元包括进来；
- b) 若数据分配无法避免，则优先使用物理关系参数分配法，如产品品种、产品产量、接收量、发出量、消耗量等；
- c) 若使用质量分配法不可行，则可采用经济价值分配法；
- d) 对于闭环里循环使用的共生产品，不需要分配。如使用的利废原料来自于本产品系统，即涂料生产加工过程中产生的废弃物等再次回用于生产过程，温室气体排放因子按 0 计算。如使用的利废原料来自于不同产品系统，温室气体排放因子宜依据上游产品系统边界的分配原则计算；
- e) 评价过程中涉及分配方法应在产品碳足迹报告中予以明确说明。

6.7 清单计算

对应数据清单，对集装箱粉末涂料产品系统中每一单元过程与功能单位进行量化，数据收集及处理应符合本章节要求，汇总得到实现单位声明单位所需的系统边界内输入、输出数据。

7 影响评价

7.1 总体要求

7.1.1 评价过程严格遵循相关的国际标准和国内法规要求，确保评价结果的科学性、可靠性和可比性，以便评估产品对环境的影响。采用生命周期评价方法对产品碳足迹进行全面的影响评价，重点考虑 GWP 这一关键环境影响类别。应通过排放或清除的 GHG 的质量乘以 IPCC 给出的 100 年 GWP（见附件 F），来计算产品系统每种 GHG 排放和清除的潜在气候变化影响，以 kg CO₂e 计。

注 1：产品碳足迹为所有 GHG 潜在气候变化影响的总和。

7.1.2 若 IPCC 修订了 GWP，应使用最新数值，否则应在报告中说明。除 GWP100 外，还可以使用 IPCC 提供的其他时间范围的 GWP 和 GTP，但宜单独报告。

注 2：GWP100 代表短期的气候变化影响，可反映变暖速度。100 年 GTP 代表长期的气候变化影响，可反应长期温度上升情况。与其他时间范围相比，选择 100 年的时间范围并无任何科学依据。该时间范围是国际公约的一个价值判断，它权衡了不同时间范围内可能发生的影响。

7.2 产品碳足迹核算

7.2.1 概述

集装箱粉末涂料的产品碳足迹宜包括原材料获取阶段、产品生产阶段、产品分销阶段、涂装和使用阶段、生命末期阶段涉及的所有单位过程。在数据收集与确认完成后，将初级数据和次级数据折算为统一的功能单位，进行产品碳足迹计算，集装箱粉末涂料的产品碳足迹计算方法见公式（1）：

$$CFP_{GHG} = \sum_i (CFP_i \times GWP_i) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

CFP_{GHG} ——产品碳足迹或产品部分碳足迹，单位为千克 CO₂e 每功能单位或声明单位（kg CO₂e/功能单位或声明单位）；

CFP_i ——每功能单位（声明单位）系统边界内第 i 类温室气体排放总量，单位为千克（kg），计算方法见公式（2）；

GWP_i ——第 i 类温室气体的 GWP 值，采用 IPCC 给出的 100 年 GWP 值，见附录 F。

$$CFP_i = CFP_{Ai} + CFP_{Bi} + CFP_{Ci} + CFP_{Di} + CFP_{Ei} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

CFP_{Ai} ——每功能单位（声明单位）在原料获取阶段的第 i 类温室气体排放量，单位为千克（kg），计算方法见公式（3）；

CFP_{Bi} ——每功能单位（声明单位）在产品生产阶段的第 i 类温室气体排放量，单位为千克（kg），计算方法见公式（4）；

CFP_{Ci} ——每功能单位（声明单位）在产品分销阶段的第 i 类温室气体排放量，单位为千克（kg），计算方法见公式（5）；

CFP_{Di} ——每功能单位（声明单位）在涂装和使用阶段的第 i 类温室气体排放量，单位为千克（kg），计算方法见公式（6）；

CFP_{Ei} ——每功能单位（声明单位）在生命末期阶段的第 i 类温室气体排放量，单位为千克（kg），计算方法见公式（7）。

7.2.2 原料获取阶段（A）

每功能单位（声明单位）在原料获取阶段的第 i 类温室气体排放量按照公式（3）计算：

$$CFP_{Ai} = \sum (M_{A1j} \times CEF_{A1i,j}) + \sum (M_{A2j,k} \times D_{A2j,k} \times TEF_{i,k}) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

M_{A1j} ——每功能单位（声明单位）第 j 种原料和物料的消耗量，单位视原料种类和物料种类而定；

CEF_{A1ij} ——第 j 种原料和物料的第 i 种温室气体排放因子，单位视原料种类与物料种类而定；

$M_{A2j,k}$ ——每功能单位（声明单位）第 j 种原料和物料第 k 种运输方式的运输量，单位视原料种类和物料种类而定；

$D_{A2j,k}$ ——第 j 种原料和物料的第 k 种运输方式的运输距离，单位为千米（km）；

$TEF_{i,k}$ ——第 k 种运输方式的第 i 种温室气体排放因子，单位为千克每吨每千米[kg/(t·km)]。

7.2.3 产品生产阶段（B）

集装箱粉末涂料的产品生产阶段温室气体排放包括生产消耗能源的获取、运输和使用，生产过程中废弃物的处置以及产品厂内运输耗能。每功能单位（声明单位）在生产阶段的第 i 类温室气体排放量按照公式（4）计算：

$$CFP_{B,i} = \sum (M_{B1j} \times CEF_{B1i,j}) + \sum (M_{B2j,k} \times D_{B2j,k} \times TEF_{i,k}) + \sum (M_{B3j} \times CEF_{B3i,j}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

M_{B1j} ——每功能单位（声明单位）产品生产阶段第 j 种能源和物料消耗量，单位视能源种类和物料种类而定；

$CEF_{B1i,j}$ ——第 j 种能源和物料的第 i 种温室气体排放因子，单位视能源种类和物料种类而定；

$M_{B2j,k}$ ——每功能单位（声明单位）产品生产阶段第 j 种能源和物料第 k 种运输方式的运输量，单位视能源种类和物料种类而定；

$D_{B2j,k}$ ——第 j 种能源和物料的第 k 种运输方式的运输距离，单位为千米（km）；

M_{B3j} ——每功能单位（声明单位）在产品生产阶段废弃物第 j 种方式的处置量，单位视废弃物种类而定；

$CEF_{B3i,j}$ ——第 j 种处置方式的第 i 种温室气体排放因子。

7.2.4 产品分销阶段（C）

每功能单位（声明单位）集装箱粉末涂料在产品分销阶段的第 i 类温室气体排放量按公式（5）计算：

$$CFP_{Ci} = \sum (M_{C1k} \times D_{Ck} \times TEF_{i,k}) + \sum (M_{C2k} \times CEF_{Ci,j}) + \sum (M_{C3j,k} \times D_{Cj,k} \times TEF_{i,k}) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

M_{C1k} ——每功能单位（声明单位）在产品分销阶段第 k 种运输方式运输量，单位为吨（t）；

D_{Ck} ——每功能单位（声明单位）在产品分销阶段第 k 种运输方式的运输距离，单位为千米（km）；

M_{C2k} ——每功能单位（声明单位）产品分销阶段第 j 种能源和物料的消耗量，单位视能源与物料种类而定；

$CEF_{Ci,j}$ ——第 j 种能源和物料的第 i 种温室气体排放因子，单位视能源与物料种类而定；

$M_{C3j,k}$ ——每功能单位（声明单位）分销阶段第 j 种能源和物料第 k 种运输方式的运输量，单位视能源和物料种类而定；

$D_{Cj,k}$ ——第 j 种能源和物料第 k 种运输方式的运输距离，单位为千米（km）。

7.2.5 涂装和使用阶段（D）

每功能单位（声明单位）集装箱粉末涂料在涂装和使用阶段的第 i 类温室气体排放量按公式（6）计算：

$$CFP_{Di} = \sum (M_{D1j} \times CEF_{D1i,j}) + \sum (M_{D2j,k} \times D_{D2j,k} \times TEF_{i,k}) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

M_{D1j} ——每功能单位（声明单位）涂装和使用阶段第 j 种能源和物料消耗量，单位视燃料种类和物料种类而定；

$CEF_{D1i,j}$ ——第 j 种能源、物料及废弃物的第 i 种温室气体排放因子，单位视燃料种类和物料种类而定；

$M_{D2j,k}$ ——每功能单位（声明单位）产品涂装和使用阶段第 j 种能源、物料的第 k 种运输方式的运输量，单位视燃料种类和物料种类而定；

$D_{D2j,k}$ ——第 j 种能源和物料的第 k 种运输方式的运输距离，单位为千米（km）。

7.2.6 生命末期阶段（E）

集装箱粉末涂料产品生命末期阶段包括拆除后以填埋、焚烧或循环等方式处置，每功能单位（声明单位）在生命末期阶段的第 i 类温室气体排放量按公式（7）计算：

$$CFP_{Ei} = \sum (M_{E1j} \times CEF_{E1i,j}) + \sum (M_{E2j,k} \times D_{E2j,k} \times TEF_{i,k}) + \sum (M_{E3j} \times CEF_{E3i,j}) \dots \dots (7)$$

式中：

M_{E1j} ——每功能单位（声明单位）产品生命末期阶段第 j 种能源和物料的消耗量，单位视能源与物料种类而定；

$CEF_{E1i,j}$ ——第 j 种能源和物料获取的第 i 种温室气体排放因子，单位视能源与物料种类而定；

$M_{E2j,k}$ ——每功能单位（声明单位）产品生命末期阶段第 j 种能源和物料第 k 种运输方式的运输量，单位视能源和物料种类而定；

$D_{E2j,k}$ ——第 j 种能源和物料第 k 种运输方式的运输距离，单位为千米（km）；

M_{E3j} ——每功能单位（声明单位）在生命末期阶段第 j 种方式的处置量，单位为吨（t）；

$CEF_{E3i,j}$ ——第 j 种处置方式的第 i 种温室气体排放因子，单位为千克每吨（kg/t）。

7.3 碳抵消

碳抵消不在集装箱粉末涂料产品碳足迹量化的范围内。

注 1：本条款部分改编自 GB/T 24044 的第 4.2.3.3 节。

注 2：与碳抵消无关的 GHG 清除量可纳入产品系统边界内。

8 结果解释

8.1 解释步骤

产品碳足迹研究的生命周期结果解释阶段应包括以下步骤：

- 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 结果解释步骤

按照产品碳足迹研究目的和范围，对产品碳足迹影响评价的量化结果进行解释，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、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。

8.2.2 结果解释必要内容

结果解释应包括以下内容：

- 说明产品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。

8.2.3 结果解释可选内容

结果解释可包括以下内容：

- 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) 评估不同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

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

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

量化范围应包含以下信息：

- a) 产品功能说明和技术参数；
- b) 声明单位及基准流；
- c) 系统边界；
- d) 取舍准则；
- e) 生命周期各阶段描述。

9.1.4 清单分析

清单分析应包含以下信息：

- a) 数据收集信息；
- 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选取和数据质量评价。

9.1.5 影响评价

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) 产品碳足迹计算；
- d) 结果图示。

9.1.6 结果解释

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局限信息；
- d) 披露和证明相关信息的选择并说明理由。

9.1.7 补充说明

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

集装箱粉末涂料产品碳足迹量化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。

中国集装箱行业协会

附 录 A
(资料性)
集装箱粉末涂料产品常用执行标准

集装箱粉末涂料产品常用执行标准见表 A.1。

表 A.1 集装箱粉末涂料常用执行标准

序号	标准名称	标准编号
1	《危险货物运输包装通用技术条件》	GB 12463-2009
2	《粉尘防爆安全规程》	GB 15577-2018
3	《涂装作业安全规程 粉末静电喷涂工艺安全》	GB 15607-2023
4	《工业防护涂料中有害物质限量》	GB 30981-2020
5	《涂装作业安全规程》	GB 6514-2023
6	《涂料产品包装通则》	GB/T 13491-1992
7	《色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定》	GB/T 1771-2007
8	《粉末涂料及其涂层的检测标准指南》	GB/T 21776-2008
9	《粉末涂料》	GB/T 21782-2008
10	《热固性和热塑性粉末涂料》	HG/T 2006-2022
11	《集装箱涂料》	JT/T 810-2011
12	《含异氰脲酸三缩水甘油酯（TGIC）的粉末涂料密闭生产技术要求》	T/CNCIA 02020-2024
13	《集装箱箱体用粉末涂层质量规范》	T/GDMES 0041-2023

附 录 B
(资料性)
产品碳足迹量化数据收集表

现场数据采集信息见表 B.1-B.6。

表 B. 1 企业及产品信息采集

企业 信息	企业名称	
	企业所属省份	
	企业地址	
	联系人及联系方式	
	生产线数量/设计产能	
	数据统计周期	
产品 信息	产品名称	
	产品执行标准	
	产品功能	
	主要性能指标	
	产品介绍	
	产品图片	

表 B. 2 原辅料生产过程数据清单

名称	型号、规格	每功能单位 产品消耗量	单位	原料产地	运输方式	运输距离
原辅料 A						
原辅料 B						
原辅料 C						
原辅料 D						
.....						

表 B.3 原辅料生产过程数据清单

能耗与排放		单位	总消耗量（排放量）	单位消耗量（排放量）
能源	电力	千瓦时（kw·h）		
	水	立方米（m ³ ）		
	天然气	立方米（m ³ ）		
	汽油	千克（kg）		
	柴油	千克（kg）		
	其他			
废气	颗粒物	千克（kg）		
	其他			
废水	化学需氧量	千克（kg）		
	BOD ₅	千克（kg）		
	悬浮物	千克（kg）		
	其他			
固废	一般固废	千克（kg）		
	危险固废	千克（kg）		

表 B.4 涂料产品生产过程数据清单

能耗与排放		单位	总消耗量（排放量）	单位消耗量（排放量）
能源	电力	千瓦时（kw·h）		
	水	立方米（m ³ ）		
	天然气	立方米（m ³ ）		
	汽油	千克（kg）		
	柴油	千克（kg）		
	其他			
废气	颗粒物	千克（kg）		
	其他			
废水	化学需氧量	千克（kg）		
	BOD ₅	千克（kg）		
	悬浮物	千克（kg）		
	其他			
固废	一般固废	千克（kg）		
	危险固废	千克（kg）		

表 B.5 涂料分销过程数据清单

配送过程	运输方式 （火车、货车、轮船、飞机等）	运输距离 （km）	单位产品 运输距离（km/kg）
出发地 1-目的地 1			
出发地 2-目的地 2			
出发地 3-目的地 3			
出发地 4-目的地 4			
.....			

表 B.6 涂料喷涂和使用过程数据清单

能耗与排放		单位	总消耗量（排放量）	单位消耗量（排放量）
能源	电力	千瓦时（kw·h）		
	水	立方米（m³）		
	天然气	立方米（m³）		
	汽油	千克（kg）		
	柴油	千克（kg）		
	其他			
废气	颗粒物	千克（kg）		
	其他			
废水	化学需氧量	千克（kg）		
	BOD ₅	千克（kg）		
	悬浮物	千克（kg）		
	其他			
固废	一般固废	千克（kg）		
	危险固废	千克（kg）		

附 录 C
(资料性)
次级数据采集要求

次级数据采集信息见表 C.1。

表 C.1 次级数据采集表

次级数据		数据来源	数据获取方式	时间代表性	地理代表性	技术代表性
资源	电力					
	天然气					
	水					
	利废原料					
						
能源	电力					
	汽油					
	柴油					
	天然气					
						
运输	公路运输					
	水路运输					
	铁路运输					
						

附录 D
(资料性)
数据质量评价方法

数据质量评价体系包括数据来源可靠性、时间代表性、技术相关性、地理代表性4项评价指标。每项指标中用5分制来表征数据质量，其中1代表数据质量最好，5代表数据质量最差。数据质量等级（Data Quality Rating, DQR）公式计算如下：

$$DQR = \frac{TiR+TeR+GeR+SoR}{4}$$

- 式中：
- TiR ——数据在时间代表性维度的分值；
 - TeR ——数据在技术代表性维度的分值；
 - GeR ——数据在地理代表性维度的分值；
 - SoR ——数据在数据来源代表性维度的分值。

数据质量等级（DQR）见表 D.1。初级数据应满足数据质量等级（DQR）≤2，其他次级数据应满足数据质量等级（DQR）≤3，其中 TeR 应≤4。

表 D.1 数据质量评价体系

分值	TiR	TeR	GeR	SoR
1	碳足迹的基准年在次级数据库有效期内	建模技术和碳足迹的核算边界一致	建模过程发生在碳足迹有效的国家	现场调查或测量得到的原始数据
2	碳足迹的基准年超出次级数据库有效期≤2 年	建模技术包含在碳足迹的核算边界内	建模过程发生在碳足迹有效的地理区域（如欧洲、亚洲等）	来自权威的、定期更新的数据，如政府主管部门发布的数据
3	碳足迹的基准年超出次级数据库有效期≤3 年	建模技术仅部分包含在碳足迹的核算边界内	建模过程发生在碳足迹有效的地理区域之一，或者数据集覆盖多个区域	来自一般文献或专著的不定期更新的数据
4	碳足迹的基准年超出次级数据库有效期≤4 年	建模技术类似于碳足迹核算边界	建模过程发生在一个国家，国家不包括在碳足迹有效的地理区域中，但据专家判断估计有足够的相似之处	基于文献或经验的推论、估计或假设的数据
5	碳足迹的基准年超出次级数据库有效期>4 年	建模技术不同于碳足迹核算边界	建模过程发生与碳足迹有效的国家不同的国家	无根据的估算与假设的数据

附 录 E
(资料性)
产品碳足迹报告 (模版)

产品碳足迹报告格式模版如下:

产品碳足迹报告 (模版)

(报告编号: _____)

产品名称: _____

产品规格型号: _____

生产者名称: _____

编制人员: _____

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：_____

统一社会信用代码：_____

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：_____

产品执行标准：_____

产品功能：_____

主要性能指标：_____

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. 功能单位或声明单位

以_____为功能单位或声明单位。

2. 系统边界

将系统边界界定为：原材料获取阶段、产品生产阶段、产品分销阶段、涂装和使用阶段、生命末期阶段。



图 1 ** 产品碳足迹量化系统边界

3. 取舍原则

采取的取舍准则以_____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

初级数据：_____；

次级数据：_____。

2. 分配原则与程序

分配原则：_____；

分配程序：_____。

3. 清单结果及计算

各生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 1。

表 1 **产品生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段	活动数据	排放因子	温室气体量 (kg/功能单位或声明单位)
原材料获取阶段			
产品生产阶段			
产品分销阶段			
涂装和使用阶段			
生命末期阶段			

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、数据代表性和准确性。

五、影响评价

1. 影响类型和特征化因子选择

一般选择 IPCC 给出的 100 年 GWP。

2. 产品碳足迹结果计算

3. 附加环境信息（如有）

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 X 功能单位/X 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 **产品生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹（kg CO ₂ e/功能单位或声明单位）	百分比（%）
原材料获取阶段（A）		
产品生产阶段（B）		
产品分销阶段（C）		
涂装和使用阶段（D）		
生命末期阶段（E）		
总计		



图2 ** 产品各生命周期阶段碳排放分布图

注：具体产品生命周期阶段碳排放分布图一般以饼状或柱状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）

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

4. 产品碳足迹绩效追踪（如有）

参考文献

附录 F
(资料性)
常见温室气体全球变暖潜势 (GWP)

温室气体全球变暖潜势见表 F.1。

表 F.1 部分 GHG 的 GWP 参考值

气体名称	化学分子式	100 年的 GWP
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273
三氟化氮	NF ₃	17400
六氟化硫	SF ₆	25200
氢氟碳化物 (HFCs)		
HFC-23	CHF ₃	14600
HFC-32	CH ₂ F ₂	771
HFC-41	CH ₃ F	135
HFC-125	C ₂ HF ₅	3740
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1260
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄	1530
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3600
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	8690
全氟碳化物(PFCs)		
全氟甲烷(四氟甲烷)	CF ₄	7380
全氟乙烷(六氟乙烷)	C ₂ F ₆	12400
全氟丙烷	C ₃ F ₈	9290
全氟丁烷	C ₄ F ₁₀	10000
全氟环丁烷	C ₄ F ₈	10200
全氟戊烷	C ₅ F ₁₂	9220
全氟己烷	C ₆ F ₁₄	8620

注：部分 GHG 的 GWP 来源于 IPCC 《气候变化报告 2021：自然科学基础第一工作组对 IPCC 第六次评估报告的贡献》。

附录 G
(资料性)
碳足迹因子缺省值

碳足迹因子缺省推荐值参照表 G.1-G.3。

表 G.1 常用化石燃料相关参数缺省值

燃料品种		计量单位	低位发热量 (GJ/t, GJ/10 ⁴ N·m ³)	单位热值 含碳量 (tC/GJ)	燃料碳 氧化率 (%)
固体燃料	无烟煤	t	26.700 ^a	0.0275 ^d	98 ^d
	烟煤	t	23.067 ^a	0.02618 ^d	98 ^d
	褐煤	t	11.9 ^a	0.0280 ^d	98 ^d
	型煤	t	17.460 ^b	0.0254 ^d	98 ^d
	洗精煤	t	26.344 ^c	0.0254 ^d	98 ^d
	焦炭	t	28.435 ^c	0.0294 ^d	98 ^d
	石油焦	t	32.5 ^a	0.0275 ^d	98 ^d
液体燃料	原油	t	41.816 ^c	0.0201 ^d	98 ^d
	燃料油	t	41.816 ^c	0.0211 ^d	98 ^d
	汽油	t	43.070 ^c	0.0189 ^d	98 ^d
	汽油—移动	t	43.07 ^c	0.0189	98 ^d
	柴油—固定	t	42.652 ^c	0.0202	98 ^d
	柴油—移动	t	42.652 ^c	0.0202	98 ^d
	煤油	t	43.070 ^c	0.0196 ^b	98 ^d
	液化天然气	t	51.498 ^e	0.0153 ^b	98 ^d
	液化石油气	t	50.179 ^c	0.0172	98 ^d
	焦油	t	33.453 ^c	0.0220 ^a	98 ^d
	炼厂干气	t	45.998 ^c	0.0182 ^d	98 ^d
气体燃料	天然气-固定	10 ⁴ N·m ³	389.31 ^c	0.0153	99 ^d
	天然气-移动	10 ⁴	389.31 ^c	0.0153	99 ^d
	高炉煤气	10 ⁴ N·m ³	33.00 ^b	0.0708 ^a	99 ^d
	转炉煤气	10 ⁴ N·m ³	84.00 ^b	0.0496 ^b	99 ^d
	焦炉煤气	10 ⁴ N·m ³	179.81 ^c	0.0136 ^d	99 ^d
a 数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》及 2019 年修订版。 b 数据取值来源为《中国温室气体清单研究》。 c 数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2023》。 d 数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南（试行）》。 e 数据取值来源为 GB/T 2589《综合能耗计算通则》。					

表 G.2 全国电力平均碳足迹因子缺省值

区域	因子 (kg CO ₂ e/kWh)
全国	0.6205
数据来源：生态环境部、国家统计局关于发布 2023 年电力二氧化碳排放因子的公告。如有更新，参考最新版本。	

表 G.3 运输过程碳足迹因子缺省值

名称	排放因子 (kgCO ₂ e/(t·km))
运输过程-公路	0.076
运输过程-铁路	0.0065
运输过程-水路	0.020
运输过程-航空	1.404
数据来源：中国产品全生命周期温室气体排放系数库。	

参 考 文 献

- [1] GB/T 24025《环境标志和声明 III 型环境声明 原则和程序》
 - [2] GB/T 24067《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》
 - [3] 《中国能源统计年鉴 2023》
 - [4] 《2006年IPCC国家温室气体清单指南》
 - [5] 《省级温室气体清单指南（试行）》
 - [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. Cambridge University Press, 2021; 7 SM24-35
 - [7] ISO/TS 14027-2017 Environmental labels and declarations - Development of product category rules
 - [8] ISO 14067:2018 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification
-