

## 产品碳足迹评价 通则

Carbon footprint assessment of products—General principles

2024 - 09 - 30 发布

2024 - 10 - 30 实施



## 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 评价原则 .....	4
5 工作流程 .....	4
6 产品碳足迹核算 .....	5
7 产品碳足迹报告 .....	8
8 产品碳足迹核查 .....	9
9 产品碳足迹披露 .....	9
附录 A（规范性） 数据质量评价 .....	11
附录 B（规范性） 循环再生材料再使用和再生利用的分配程序 .....	14
附录 C（资料性） 产品碳足迹贡献分析 .....	17
附录 D（资料性） 产品碳足迹评价报告模板 .....	19

## 前 言

本标准按照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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由浙江省生态环境厅提出并组织实施。

本标准由浙江省生态环境保护标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：浙江省生态环境低碳发展中心、杭州万泰认证有限公司、浙江省经济信息中心（浙江省价格研究所）、生态环境部环境规划院、浙江省标准化研究院、阿里云计算有限公司。

本标准主要起草人：任艳红、杨文敏、郭慧、黄炜、蒋建平、何俊、董战峰、王诚、倪微琪、朱东锋、蒋忠伟、肖相泽、杨威、罗彪、袁灿、刘亚珩。

# 产品碳足迹评价 通则

## 1 范围

本标准规定了产品碳足迹评价的评价原则、工作流程、产品碳足迹核算、产品碳足迹报告、产品碳足迹核查、产品碳足迹披露等内容。

本标准适用于指导产品碳足迹核算、评价、核查等技术规范编制工作，为各行业产品碳足迹评价活动提供参考。

## 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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 24021 环境管理 环境标志和声明 自我环境声明（II型环境标志）

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 27029 合格评定 审定与核查机构通用原则和要求

ISO 14064-3:2019 温室气体 第3部分：温室气体声明的审定与核查指南规范 (Greenhouse gases—Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements)

ISO 14065 环境信息审定与核查机构通用原则和要求 (General principles and requirements for bodies validating and verifying environmental information)

ISO 14067:2018 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南 (Greenhouse gases—Carbon footprint of products—Requirements and guidelines for quantification)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**产品 product**

任何商品或服务。

注1：商品按如下分：

- 服务（例如运输）；
- 软件（例如计算机程序、字典）；
- 硬件（例如发动机机械零件）；
- 流程性材料（例如润滑剂）。

注2：服务分为有形和无形两部分，它包括如下几个方面：

- 在顾客提供的有形产品（例如维修的汽车）上所完成的活动；
- 在顾客提供的无形产品（例如为纳税所进行的收入申报）上所完成的活动；
- 无形产品的支付（例如知识传授方面的信息提供）；

——为顾客创造氛围（例如在宾馆和饭店）。

软件由信息组成，通常是无形产品并可以方法、论文或序的形式存在。

硬件通常是有形产品，其量具有计数的特性。流程性材料通常是有形产品，其量具有连续的特性。

[来源：GB/T 24040—2008，3.9]

### 3.2

#### 生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处置。

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

[来源：GB/T 24040—2008，3.1，有修改]

### 3.3

#### 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：如无特别说明，本标准中的温室气体包括二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、氢氟碳化合物（HFCs）、全氟碳化合物（PFCs）、六氟化硫（SF<sub>6</sub>）与三氟化氮（NF<sub>3</sub>）。

[来源：GB/T 32150—2015，3.1]

### 3.4

#### 产品碳足迹 carbon footprint of a product (CFP)

基于仅考虑气候变化这一影响类型的生命周期评价，以二氧化碳当量表示的产品系统温室气体排放量与清除量之和。

[来源：ISO 14067:2018，3.1.1.1]

### 3.5

#### 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 24040—2008，3.32]

### 3.6

#### 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 24040—2008，3.34]

### 3.7

#### 功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

注：功能单位用来比较功能相同的不同产品或服务的碳足迹，例如干燥一双手、行驶一公里等。

[来源：GB/T 24040—2008，3.20，有修改]

### 3.8

#### 声明单位 declare unit

用来表达产品碳足迹的量化单位，通常是产品的重量、体积、面积或数量。

注：声明单位用来标识单个产品或服务的碳足迹，例如1吨棉纱、1米氨纶丝、1平方米坯布等。

[来源：ISO 14067:2018，3.1.3.8，有修改]

### 3.9

#### 产品碳足迹产品种类规则 carbon footprint of a product-product category rules (CFP-PCR)

对一个或多个产品种类进行碳足迹评价所遵循的一套原则、要求和指南。

注：产品种类规则包括符合ISO 14044规定的量化规则。

[来源：ISO 14067:2018, 3.1.1.10]

### 3.10

#### 初级数据 primary data

直接测量或者由直接测量数据计算得到过程或活动的相关数值。

注：初级数据并非必须来自所评价的产品系统，因为初级数据可能涉及其他与所评价的产品系统具有可比性的产品系统。初级数据可以包含温室气体排放因子和/或温室气体活动数据。

[来源：ISO 14067:2018, 3.1.6.1]

### 3.11

#### 次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

注：次级数据是经权威机构验证且具有可信度的数据，可来源于数据库、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，推荐使用本土化数据库。次级数据可以包括从代替过程或估计获得的数据。

[来源：ISO 14067:2018, 3.1.6.3]

### 3.12

#### 取舍准则 cut-off criteria

对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在评价范围之外所作出的规定。

[来源：GB/T 24044—2008, 3.18]

### 3.13

#### 分配 allocation

将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所评价的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

[来源：GB/T 24040—2008, 3.17]

### 3.14

#### 产品碳足迹核查 CFP verification

评价历史数据和信息陈述，以确定产品碳足迹信息是否实质性正确并符合核查准则。

[来源：ISO 14064-3:2019, 3.6.2, 有修改]

### 3.15

#### 产品碳足迹标签 CFP label

在产品或产品说明上标示出满足产品碳足迹披露要求、反映产品碳足迹相关信息的标签。

### 3.16

#### 产品碳足迹声明 CFP declaration

根据碳足迹产品种类规则或其他相关产品种类规则编制的反映产品碳足迹相关信息的声明。

### 3.17

#### 组织 organization

为实现目标，由职责、权限和相互关系构成自身功能的一个人或一组人。

注：组织包括但不限于个体经营者、公司、集团公司、商行、企事业单位、政府机构、合股经营的公司、公益机构、社团，或上述单位中的一部分或结合体，无论其是否具有法人资格、国营或私营。

[来源：GB/T 24001—2016, 3.1.4]

### 3.18

#### 输入 input

进入一个单元过程的产品、物质或能量流。

注：产品和物质包括原材料、中间产品和共生产品。

[来源：GB/T 24044—2008, 3.21]

### 3.19

#### 输出 output

离开一个单元过程的产品、物质或能量流。

注：产品和物质包括原材料、中间产品、共生产品和排放物。

[来源：GB/T 24044—2008，3.25]

### 3.20

#### 碳抵消 carbon offsetting

通过在所评价产品系统边界以外的过程中防止排放、减少或消除一定的温室气体排放量，以全部或部分补偿产品碳足迹或部分产品碳足迹的机制。

示例：在相关产品系统边界之外的投入，例如对可再生能源技术、能源效率措施、造林和（或）再造林的投入。

[来源：ISO 14067:2018，3.1.1.7]

## 4 评价原则

### 4.1 相关性

在产品碳足迹评价中，所选择的数据和方法适用于所评价系统引起的温室气体排放量和清除量的评估。

### 4.2 完整性

评价范围包括所有对产品系统有实质性贡献的温室气体排放量和清除量，评价结果全面反映利益相关方关注的产品碳足迹相关信息。

### 4.3 一致性

采用同样的假设、方法和数据，采用国际上已认可并已应用于具体产品种类的方法、标准和指南，使针对特定评价目标与范围得出的结论具有可比性。

### 4.4 准确性

产品碳足迹量化结果准确、可核查、相关且无误导，量化过程无重复计算，减少偏差和不确定性。

### 4.5 透明性

以公开、全面、易懂的信息表述方式处理和记录所有相关假设、方法、数据来源、计算等问题，以使产品碳足迹报告客观阐明相关内容。

### 4.6 公正性

以客观事实为依据，评价结果客观、公正、无偏见。

### 4.7 可溯性

对评价过程进行文件记录，使评价过程可追溯，为评价结果的符合性提供支撑。

## 5 工作流程

产品碳足迹评价的工作流程分为以下步骤（见图1）：

——产品碳足迹核算，主要包括确定评价目标与范围、数据收集与质量控制、产品碳足迹核算及碳

足迹结果评估；

- 产品碳足迹报告，主要包括报告内容、记录与保存；
- 产品碳足迹核查，主要包括核查内容、核查过程、核查方法及核查结论；
- 产品碳足迹披露，主要包括披露形式及披露内容。

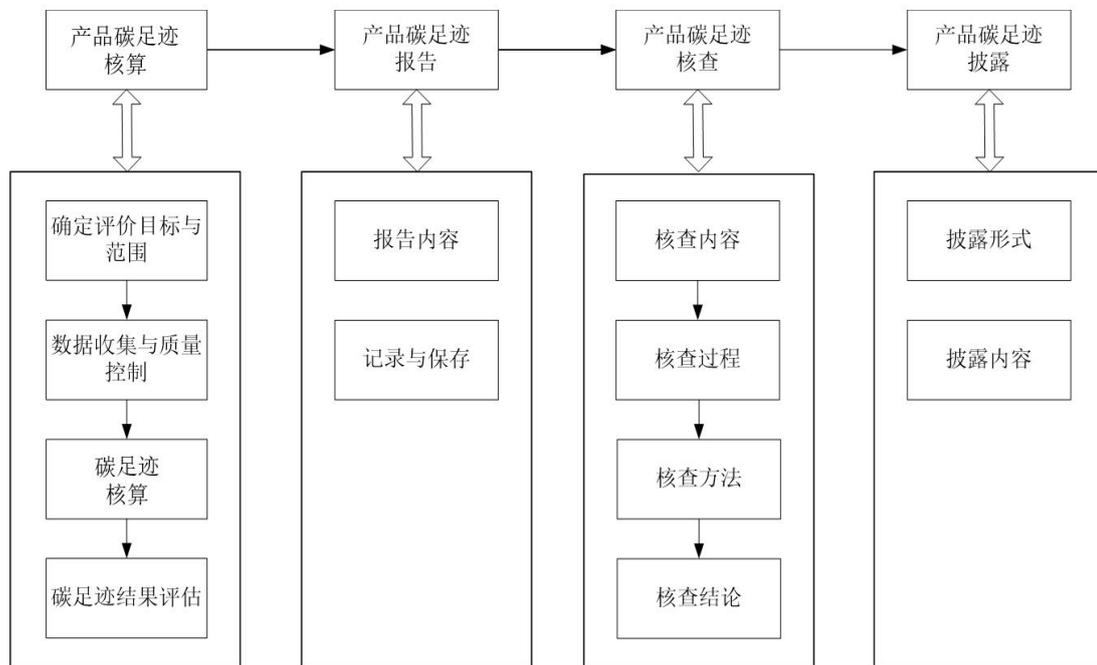


图1 产品碳足迹评价工作流程图示

## 6 产品碳足迹核算

### 6.1 确定评价目标与范围

#### 6.1.1 评价目标

开展产品碳足迹评价的总体目标应结合取舍准则,通过量化产品碳足迹评价所涵盖生命周期阶段所有实质性的温室气体排放与清除,以二氧化碳当量为单位计算产品对全球变暖的潜在影响,以及在不同阶段、不同过程、不同空间位置的影响构成。在确定产品碳足迹评价目标时,应明确以下内容:

- 应用意图;
- 开展评价的原因;
- 目标受众;
- 披露方式。

#### 6.1.2 评价范围

6.1.2.1 产品碳足迹的评价范围应明确目标产品、功能单位/声明单位、系统边界、取舍准则等内容。

6.1.2.2 目标产品的确定应满足以下要求:

- 每项产品应只针对同一企业同一产地生产的同一规格的产品;
- 对于同一企业不同规格的产品,或同一规格但不同产地的产品,应分别核算碳足迹;
- 对于同一企业同一产地生产的同一规格产品,如采用的工艺技术、生产设备、原燃料种类和供应商有差异时,在进行数据调查时,原则上应按产品比例进行加权平均。

- 6.1.2.3 确定目标产品后应对目标产品进行详细描述，以使目标受众能够明确识别产品。
- 6.1.2.4 功能单位/声明单位应与产品碳足迹评价目标一致。功能单位/声明单位需明确定义并可量化，提供与输入和输出相关的一个基准。
- 6.1.2.5 全生命周期阶段包括原材料获取、生产、分销、使用和生命末期阶段。根据不同的评价目标，确定产品碳足迹评价涵盖的生命周期阶段。
- 6.1.2.6 产品碳足迹评价应至少涵盖从原材料获取到产品离开生产组织的部分生命周期阶段。由具体的碳足迹产品种类规则确定产品碳足迹评价是否涵盖使用和生命末期阶段。面向消费者的终端产品，产品碳足迹评价宜涵盖使用和生命末期阶段。
- 6.1.2.7 产品碳足迹系统边界不应包括碳抵消，系统边界内的温室气体消除量可纳入系统边界内。
- 6.1.2.8 产品碳足迹评价应覆盖系统边界内所有单元过程、物质流和能量流。当个别物质流或能量流对某一单元过程的碳足迹无实质性贡献时，可将其作为数据排除项排除并进行报告。应按 GB/T 24044—2008 中 4.2.3.3.3 的要求在确定评价目标与范围时确定一致的取舍准则，所选取舍准则对评价结果的影响也应在产品碳足迹报告中描述。

## 6.2 数据收集与质量控制

### 6.2.1 数据收集

- 6.2.1.1 对于系统边界内的所有单元过程，应收集纳入生命周期清单中通过测量、计算或估算得到的定性和定量数据，以量化单元过程的输入和输出。
- 6.2.1.2 数据收集过程完整、可靠、准确是保证核算结果客观的前提。若存在相应的碳足迹产品种类规则，应按照产品种类规则的数据收集要求开展各生命周期阶段的数据收集工作。
- 6.2.1.3 当温室气体排放统计采用在线监测法时，在线监测系统应符合相关碳监测评估技术方法体系的要求。
- 6.2.1.4 产品碳足迹评价过程中获取的数据包括初级数据和次级数据，应优先选用初级数据。
- 6.2.1.5 初级数据应使用最近一年的平均数据，并满足以下要求：
  - 若产品生产不足一年，应使用从生产初始至评价时的累计平均数据；
  - 若产品生产周期超过一年，初级数据应使用最近一个生产周期的平均数据。

### 6.2.2 数据质量控制要求

开展产品碳足迹评价时，应选取能满足评价目标与范围的初级数据和次级数据。应从以下方面采取定性、定量相结合的方式评价数据质量。

- 时间代表性：即数据的年份和数据收集时间段。在选择数据可获得情况下，优先选择最近年份及最具代表性时间段的数据。
- 地理代表性：即收集数据的地理范围，例如地区、区域、国家。优先选择最具地域代表性的数据。若无法获取具有地理针对性的数据，则可使用通用数据或类似产品（或过程）的数据，并对数据差异的原因和合理性进行分析记录。
- 技术代表性：针对某项具体技术或组合技术，优先选择对所评价产品具有技术代表性的数据。

### 6.2.3 数据质量评价

应对单元过程、生命周期阶段及产品碳足迹中涉及的数据质量进行评价，数据质量评价应符合附录 A 的规定。

### 6.2.4 数据库的选用

- 6.2.4.1 产品碳足迹评价过程使用的数据库应满足以下要求：

——数据完整：数据库涵盖本标准规定的所有温室气体种类，数据库所提供的数据具有完整的全生命周期/部分生命周期碳足迹核算范围，数据库的每个数据集应有完整的文档和模型；

——方法科学：数据来源具有代表性，背景数据具有一致性，数据经评审确认；

——数据透明：数据库有公开的数据库指南，用于说明数据库开发的方法。

6.2.4.2 在数据库质量满足以上要求的基础上，数据库选用应遵循以下优先级：

- a) 本地数据库；
- b) 国家数据库；
- c) 国外数据库。

## 6.3 碳足迹核算

### 6.3.1 核算内容

以二氧化碳当量为单位量化评价目标与范围所涵盖生命周期阶段所有单元过程的温室气体排放与清除，获得全生命周期或部分生命周期的产品碳足迹。

### 6.3.2 核算方法

6.3.2.1 温室气体排放统计可采用核算法或在线监测法。

6.3.2.2 当采用核算法时，对识别的排放源及温室气体种类，根据生命周期阶段*i*单元过程*j*排放源*k*的活动数据、排放因子，结合相应温室气体的全球增温潜势(GWP)，获得温室气体排放量，计算见公式(1)。

$$CFP = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l \sum_{p=1}^7 (AD_{i,j,k,p} \times EF_{i,j,k,p} \times GWP_p) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

*CFP* ——系统边界内产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每功能单位/声明单位[kgCO<sub>2</sub>e/(功能单位/声明单位)]；

*AD<sub>i,j,k,p</sub>*——生命周期阶段*i*单元过程*j*排放源*k*温室气体*p*的活动数据，包括购买的原料、物料、能源和生产、运输、使用、生命末期等过程的量，单位依据活动数据的量化单位；

*EF<sub>i,j,k,p</sub>*——生命周期阶段*i*单元过程*j*排放源*k*温室气体*p*的排放因子，包括产品所有应计入的上游过程的排放与清除，单位为千克温室气体每单位数量(kg 温室气体/单位数量)；

*GWP<sub>p</sub>* ——温室气体*p*的全球变暖潜势值，需使用政府间气候变化专门委员会(IPCC)最新发布的气候评估报告(Assessment Report, AR)中的GWP值；

*i* ——生命周期阶段类型；

*j* ——单元过程类型；

*k* ——排放源类型；

*p* ——温室气体种类。

6.3.2.3 当采用在线监测法时，根据正常运行的在线监测系统对温室气体排放的种类、浓度和流量进行实时、连续测量，并根据排放口氧含量浓度对监测数据进行折标。结合相关温室气体种类的全球增温潜势(GWP)，获得温室气体排放量。

### 6.3.3 分配

6.3.3.1 在产品碳足迹核算过程中，以下几种情况下可能涉及分配：

——同一单元过程生产多个产品或主/副产品；

- 公用辅助设施的能源消耗分配到不同的生产线或单元过程；
- 废水和废弃物处理过程（包括委外处理）温室气体排放分配到不同的产品。

6.3.3.2 应按 GB/T 24044—2008 中 4.3.4 的要求进行分配，分配过程应满足以下要求：

- 尽可能避免分配，可通过进一步分割单元过程或者扩展产品系统来实现；
- 当分配不可避免时，工艺或产品系统的输入输出量优先使用多个产品的物理关系进行分配；
- 当无法单独建立物理关系或者采用物理关系不适用时，系统的输入输出宜采用其他关系进行分配，如根据经济价值进行分配，并提供所使用分配关系的依据及计算说明。

注1：物理关系包括数量、质量、体积或能源含量（如热值）等。

注2：经济价值分配宜根据稳定的市场价格计算，一般采用年度平均值，在价格高度波动（如>100%）的情况下，使用多年平均值，避免价格波动影响。

6.3.3.3 生产系统中使用的循环再生材料应采用以下方法计入产品的生命周期阶段：

- 不应考虑与“前一个生命周期”有关的生产过程；
- 应考虑为新用途制备二次材料所需的生产过程。

6.3.3.4 循环再生材料再使用和再生利用的分配程序应符合 GB/T 24044—2008 中 4.3.4.3 的要求，应符合附录 B 的规定。

## 6.4 碳足迹结果评估

### 6.4.1 碳足迹分析过程的可靠性评估

碳足迹分析过程的可靠性评估应符合 GB/T 24044—2008 中 4.5.3 的要求，主要从以下三方面进行评估：

- 完整性检查：评估生命周期清单数据，确保目标、范围、系统边界和质量标准完整，包括过程覆盖的完整性和输入/输出覆盖范围完整性；
- 敏感性检查：对碳足迹评价的每个阶段进行结构敏感性检查，包括目标与范围的定义、生命周期清单和排放因子影响评估；对重要输入、输出和方法选择进行敏感性分析，包括分配程序，以了解结果的敏感性和不确定性；
- 一致性检查：评估假设、方法和数据质量考虑因素在整个碳足迹评价中的一致性程度。

碳足迹分析过程的可靠性评估应用示例参见 GB/T 24044—2008 中附录 B.3。评估中发现的问题可用于后续碳足迹评价的迭代改进。

### 6.4.2 识别产品碳足迹的主要贡献阶段和单元过程

对产品碳足迹主要从以下两方面进行识别分析：

- 生命周期阶段；
- 单元过程。

产品碳足迹贡献分析方法和示例参见附录 C。

## 7 产品碳足迹报告

### 7.1 报告内容

产品碳足迹评价报告应包括对基本信息、目标与范围、数据收集与质量控制、产品碳足迹核算、评价结果及建议的描述，产品碳足迹评价报告模板参见附录 D。

### 7.2 记录与保存

对产品碳足迹评价的支撑资料应进行记录和保存，支撑材料应包括系统边界、单元过程、排放因子、活动数据来源、原材料的识别、碳存储、分配依据、取舍说明等。上述信息应以适于分析和核证的格式被记录和保存，至少保存三年。利益相关方所提供的可能包含生产活动的保密信息具有被保护的权利。

## 8 产品碳足迹核查

### 8.1 概述

当产品碳足迹报告或其中的部分资料被用于任何形式的对外披露时，包括与其他组织生产的功能单位相同产品的碳足迹进行比较时，宜开展产品碳足迹核查。

### 8.2 核查内容

产品碳足迹核查需要确定整个评价过程（包括数据收集方法、核算方法、评价方法等）符合本标准或特定产品碳足迹产品种类规则的规定，碳足迹核算和评价结果公正、准确。

### 8.3 核查过程

核查过程主要包括核查策划、核查活动执行、核查活动完成、独立复核和出具核查意见，核查过程应符合 ISO 14064-3:2019 的要求。核查机构应符合 GB/T 27029 及 ISO 14065 的要求。

### 8.4 核查方法

核查宜采用以下方法：

- 文件评审：查阅相关文件和资料，主要包括产品碳足迹评价报告、评价技术内容和计算中使用的主要数据等；
- 现场审验：查看现场排放设施和监测设备的运行情况，询问现场工作人员，应多采用开放式提问，获取更多关于评价过程的信息；初级数据的验证应调研数据所涉及的生产现场；
- 模型验证：模型验证可以在生产现场或远程开展，通过重新计算验证或抽样以确认评价结果的准确性。应核查碳足迹核算使用的模型（软件）、建模结构、基础数据等，确认与产品碳足迹报告的一致性。

### 8.5 核查结论

8.5.1 当文件、数据或现场信息证明该产品碳足迹评价过程及报告内容均无实质性错误，且符合相关准则要求时，核查结论为“通过核查”。

注：根据 ISO 14064-3:2019 中的 3.6.17，实质性错误指可能对利益相关方决策产生影响的一个或若干个累计的误差、遗漏或错误解释。

8.5.2 当文件、数据或现场信息证明该产品碳足迹评价过程及报告内容均无实质性错误，但不完全符合相关准则要求需进行修改时，核查结论为“整改确认后通过核查”。

8.5.3 当文件、数据或现场信息证明该产品碳足迹评价过程及报告内容存在实质性错误，或不符合相关准则要求时，核查结论为“不通过核查”。

8.5.4 当无法根据已收集文件、数据或现场信息得出核查结论，如信息不透明或没有充分的文件、数据与记录，无法出具核查结论时，可不出具核查结论。

## 9 产品碳足迹披露

### 9.1 披露形式

产品碳足迹披露应符合国家或地方的法律法规及有关规定。产品碳足迹披露可采用以下一种或多种形式：

- 产品碳足迹报告；
- 产品碳足迹标签；
- 产品碳足迹声明；
- 其他披露形式。

若采用产品碳足迹标签、产品碳足迹声明或其他披露形式，应同时出具产品碳足迹报告。

## 9.2 披露内容

9.2.1 披露内容应包括经核查的产品碳足迹的目标产品、产品信息、功能单位、系统边界、温室气体排放量化结果、核查机构和有效期等信息。

9.2.2 产品碳足迹声明应明确所采用的符合性评价的类型，声明类型包括以下三种：

- 独立的第三方核查：组织应委托独立的第三方机构按本标准要求对产品碳足迹评价结果进行核查，经核实证明符合本标准要求；
- 其他方核证：若组织委托独立的第三方机构以外的其他方进行产品碳足迹评价结果的核证，则组织应确保其他方核证机构有能力满足相关规定与要求；
- 自我声明：产品制造商对产品碳足迹评价结果进行验证，声明产品碳足迹评价符合本标准要求，自我声明应符合 GB/T 24021 的要求。

附 录 A  
(规范性)  
数据质量评价

### A.1 数据质量评分

根据数据代表性差异对单元过程输入数据、单元过程碳排放、生命周期阶段碳排放和产品碳足迹的数据质量进行评分，设定分值分别为1分、2分、3分、4分、5分，具体评分要求见表A.1。对于质量较差的数据应进行敏感性分析或不确定性分析，例如通过敏感性检查说明产品生命周期忽略的现场数据可能对最终结果造成的影响，说明现场数据的选择与处理、数据库数据是否符合本标准的要求。

表 A.1 数据质量评分表

指标		分值				
		1分	2分	3分	4分	5分
初级数据	技术代表性 (U <sub>1</sub> )	准确反映该单元过程的技术	可以代表该单元过程的技术	/	/	/
	地理代表性 (U <sub>2</sub> )	准确反映该单元过程的地区位置	大致反映该单元过程的地区位置	/	/	/
	时间代表性 (U <sub>3</sub> )	1年以内	2年以内	2年以上	/	/
	精确度 (U <sub>4</sub> )	数据经外部验证	数据经内部验证	其他情况	/	/
	数据来源 (U <sub>5</sub> )	自动连续量测	定期量测(含抄表)	自行推估	/	/
次级数据	技术代表性 (U <sub>6</sub> )	数据对应的技术与实际使用的技术完全相同	数据对应的技术包括在实际使用的技术中	数据对应的技术只有部分包括在实际使用的技术中	数据对应的技术与实际使用的技术类似	数据对应的技术与实际使用的技术不同
	地理代表性 (U <sub>7</sub> )	来自产品生产地的数据	来自包含产品生产地本地的较大区域范围的平均数据	来自生产条件和生产水平相似区域的数据	中国平均数据	其他国的数据
	时间代表性 (U <sub>8</sub> )	与时间无关或1年以内	2年以内	4年以内	6年以内	数据年代未知或6年以上
注：生产地一般指设区市，如杭州市；较大区域一般指省级行政区、自治区，如浙江省；相似区域一般指地理区域，如华东地区。						

### A.2 单元过程输入数据的数据质量

单元过程输入初级数据的数据质量得分由公式(A.1)计算得到。

$$U_{i,p} = \frac{U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5}{5} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

$i$  ——单元过程输入数据的编号；  
 $U_{i,p}$  ——单元过程第*i*个输入的初级数据质量得分；  
 $U_1$  ——输入的初级数据在技术代表性方面对应得分；  
 $U_2$  ——输入的初级数据在地理代表性方面对应得分；  
 $U_3$  ——输入的初级数据在时间代表性方面对应得分；  
 $U_4$  ——输入的初级数据在精确度方面对应得分；  
 $U_5$  ——输入的初级数据在数据来源方面对应得分。  
 单元过程输入次级数据的数据质量得分由公式（A.2）计算得到。

$$U_{i,s} = \frac{U_6+U_7+U_8}{3} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：  
 $U_{i,s}$  ——单元过程第*i*个输入的次级数据质量得分；  
 $U_6$  ——输入的次级数据在技术代表性方面对应得分；  
 $U_7$  ——输入的次级数据在地理代表性方面对应得分；  
 $U_8$  ——输入的次级数据在时间代表性方面对应得分。  
 单元过程第*i*个输入数据的数据质量得分由公式（A.3）计算得到。

$$U_i = \frac{U_1+U_2+U_3+U_4+U_5+U_6+U_7+U_8}{8} \dots\dots\dots (A.3)$$

### A.3 单元过程碳排放数据质量

单元过程碳排放的数据质量得分由公式（A.4）计算得到。

$$U_{unit.i} = \frac{\sum_n (U_i \times C_i)}{\sum_n C_i} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：  
 $unit.i$  ——单元过程编号；  
 $n$  ——单元过程所包含的输入数量；  
 $C_i$  ——单元过程第*i*个输入产生的碳排放量。

### A.4 生命周期阶段碳排放数据质量

生命周期阶段碳足迹的数据质量得分由公式（A.5）计算得到。

$$U_{stage.i} = \frac{\sum_n (U_{unit.i} \times C_{unit.i})}{\sum_n C_{unit.i}} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：  
 $stage.i$  ——生命周期阶段编号；  
 $n$  ——生命周期阶段所包含的单元过程数量；  
 $C_{unit}$  ——第*i*个单元过程碳排放量。

### A.5 产品碳足迹数据质量

根据目标和范围定义的产品碳足迹的数据质量得分由公式（A.6）计算得到。

$$U_{cfp} = \frac{\sum_n (U_{stage.i} \times C_{stage.i})}{\sum_n C_{stage.i}} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

$n$  ——产品碳足迹所包含的生命周期阶段数量；

$C_{stage.i}$  ——第*i*个生命周期阶段的碳排放量。

#### A.6 产品碳足迹数据质量分级

产品碳足迹数据质量等级共分五级，根据上述公式（A.1）～（A.6）计算得到产品碳足迹或生命周期阶段的数据质量得分确定，具体定义见表A.2。

表 A.2 产品碳足迹数据质量等级表

评价等级	一级	二级	三级	四级	五级
分值区间	得分 $\leq 1.5$	$1.5 < \text{得分} \leq 2.0$	$2.0 < \text{得分} \leq 3.0$	$3.0 < \text{得分} \leq 4.0$	得分 $> 4.0$
等级描述	数据质量高	数据质量较高	数据质量一般	数据质量欠佳	数据质量差

## 附录 B

## (规范性)

## 循环再生材料再使用和再生利用的分配程序

## B.1 概述

根据GB/T 24040—2008和GB/T 24044—2008的要求，以及ISO/TR 14049:2012中的示例，本附录规定了产品碳足迹评价中循环再生材料再使用和再生利用时关于分配的可能程序或替代程序。

## B.2 再使用和再生利用的分配问题

GB/T 24044—2008中4.3.4.1和4.3.4.2的分配原则和程序也适用于再使用和再生利用的情况。

再使用和再生利用的分配过程中应考虑物质固有属性的变化，应识别初始产品系统和后续产品系统的系统边界并对其进行解释，确保遵守GB/T 24044—2008中4.3.4.2中所述的分配原则，主要基于以下考虑：

——在再使用和再生利用过程中（包括物质、能量回收和其他过程），有关原材料获取和加工或产品最终处置的单元过程的输入输出可能是多个产品系统共有；

——再使用和再生利用可能会改变材料在后续使用中的固有特性；

——应特别注意对回收利用过程系统边界的确定。

再使用和再生利用是一个分配问题，原材料的提取、加工过程以及产品的最终处置（包括回收利用）过程相关的温室气体排放量可能由提供回收材料的初始产品系统和使用回收材料的后续系统共同贡献。

## B.3 闭环分配程序

闭环分配程序适用于闭环产品系统，也适用于回收利用材料的固有特性未发生变化的开环产品系统。在这种情况下，由于是用次级材料取代初级材料，因此不必进行分配。例如循环再生材料在产品系统的生命末期被回收，并再次用于同一产品系统（替代了初级材料），这样可以避免分配。

当循环再生材料与初级材料具有相同的固有属性（例如颜色、气味、状态、熔点、沸点、硬度等），闭环分配程序也可适用于开环产品系统，产品终端处置单元过程（包括回收过程）的温室气体排放量分配给提供回收材料的产品，离开产品系统的循环再生材料带有与相关初级材料获取温室气体排放量相对应的回收信用额度。

如果材料在产品生命周期内损失，那么从自然资源中生产这种材料所产生的温室气体排放量分配到产生循环再生材料的产品系统中。

闭环产品系统包括从产品报废到生产循环再生材料的所有过程，直至循环再生材料与初级材料具有相同的固有属性。由于不需要对循环再生材料进行进一步的预处理，因此产品最终处置的所有单元过程（包括回收过程）都分配至产生循环再生材料的产品系统中。

闭环分配程序中与原材料获取和报废相关的温室气体排放量均可按照公式（B.1）计算：

$$E_M = (1 - R) \times E_V + E_{EoL} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$E_M$  ——在闭环分配程序的情况下，原材料获取和报废处理相关的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$R$  ——材料回收率，单位为百分比（%）；

$E_V$  ——从初级材料中提取或生产产品所需原材料产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化

碳当量 (kgCO<sub>2</sub>e)；

$R \times E_V$  ——回收信用额度，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO<sub>2</sub>e)；

$E_{EoL}$  ——生命末期处理（作为产出回收利用材料产品系统的一部分）相关的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO<sub>2</sub>e)。

注：该方法等同于温室气体议定书《产品生命周期核算与报告标准》中的闭环近似法。

#### B.4 开环分配程序

开环分配程序适用于材料被回收利用输入到其他产品系统且其固有特性发生改变的开环产品系统。初级材料和循环再生材料可能具有不同的化学成分和结构（例如再生纸中纤维的长度）或更高的溶解杂质浓度等。

共享单元过程的分配程序宜采用如下顺序（如果可行并且以此作为分配的基础）：

- a) 物理关系，包括数量、质量、体积或能源含量（如热值）等；
- b) 经济价值，例如废料和再利用物质的市场价值与初级材料市场价值的比值；
- c) 循环再生材料的后续使用次数（见 ISO/TR 14049:2012）。

开环再利用和回收的共享单元过程是指原材料提取和加工过程，以及产品的生命末期处理过程。

最终处置/再利用和回收的单元过程的排放量可通过过程分割（取决于相关产品和材料类别）来避免分配。一种可能的过程分割方式是将与最终处置/再利用和回收相关的温室气体排放量分成计入所评价产品系统生命末期处理相关的温室气体排放量和为达到初级材料质量要求对循环再生材料预处理产生的温室气体排放量。

尽量避免在所评价系统和使用循环再生材料的后续系统之间，以及与提取原材料和加工原材料单元过程间进行分配，例如通过系统扩展避免分配。如果无法避免分配，则采用 GB/T 24044—2008 中 4.3.4.3.4 的规定。

当采用基于物理性质的分配时，需要证明所选择物理参数的合理性，即需要证明提供循环再生材料的产品系统（通常是未知的）和后续产品系统之间的物理关系（参考 GB/T 24044—2008 中 4.3.4.2 的规定）。

当采用选择分配系数 A 进行分配时，该系数为废旧材料或循环再生材料的全球市场价格与初级材料的全球市场价格之间的比率，通常是一个较长时期内（例如五年）的平均值。如果存在此类全球市场价格，则可以选择该方案。如果循环再生材料的市场价值与初级材料相同（即使其固有属性与原生材料不同），则分配系数 A=1。如果循环再生材料是免费提供，则分配系数 A=0，这种情况下需要说明采用市场价值分配的合理性。

市场价格比率变化较大时，市场价值分配不适用。如果在敏感性分析中使用不同比率，该分配方法适用。

如果可确定并证明循环再生材料后续使用次数的合理性，利用次数可应用于分配（参见 ISO/TR14049:2012）。

在文献中，有时会在不提供进一步证明的条件下，对所有材料任意分配一个系数（例如 A=0.5）。如果分配标准（例如物理性质、经济价值、后续使用次数）既不可行也不适用，则该系数是合理的。

当产品完全由初级材料组成，在开环回收利用情况下，与原材料获取和报废处理相关的温室气体排放量可按照公式 (B.2) 计算：

$$E_M = (1 - R \times A) \times E_V + E_{EoL} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$E_M$  ——在开环回收情况下，与原材料获取和报废处理相关的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO<sub>2</sub>e)；

- R ——回收率，单位为百分比（%）；
- A ——分配系数；
- $E_V$  ——开采或从自然资源生产产品所需原材料产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；
- $E_{\text{EoL}}$  ——报废处理（作为产出循环再生材料产品系统的一部分）的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$R \times A \times E_V$ ——回收利用信用额度。

$A = 0$ 时，即循环再生材料市场价值可忽略、可免费获得循环再生材料时，不给予回收信用额度。

当循环再生材料进入一个新产品系统时，如果循环再生材料所在旧产品系统已获得回收信用额度，则该材料会给新产品系统带来环境负担，参见与回收信用额度相关的公式（B.1）和（B.2）。

当产品完全由循环再生材料组成时，在开环回收情况下，与原材料获取和报废回收处理相关的温室气体排放量可以按照公式（B.3）计算：

$$E_M = E_{\text{PP}} + E_{\text{EoL}} + (1 - R) \times A \times E_V \quad \dots\dots\dots \text{(B.3)}$$

式中：

$E_{\text{PP}}$ ——为达到初级材料质量要求，对循环再生材料预处理产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）。

当产品由初级材料和循环再生材料组成时，在开环回收情况下，与原材料获取和报废回收处理相关的温室气体排放量可以按照公式（B.4）计算：

$$E_M = C \times E_{\text{PP}} + (1 - C) \times E_V + E_{\text{EoL}} + (C - R) \times A \times E_V \quad \dots\dots\dots \text{(B.4)}$$

式中：

C——循环再生材料占原材料的比例，单位为百分比（%）。

仅当进入新产品系统循环再生材料的分配系数与离开旧产品系统循环再生材料的分配系数相同时，公式（B.3）和公式（B.4）适用。否则，需要扩大计算范围，使用两个不同的分配系数。

**附录 C**  
(资料性)  
**产品碳足迹贡献分析**

### C.1 识别最相关生命周期阶段

在产品的所有生命阶段中，至少应包括本标准6.1.2中规定的生命周期阶段。

最相关生命周期阶段是指将每个阶段对产品碳足迹的贡献从大到小进行加和，各阶段的贡献之和至少达到80%的阶段。允许在最相关的生命周期阶段列表中添加更多的生命周期阶段，但不能删除其中的任何生命周期阶段。

如表C.1的示例所示，按照对产品碳足迹贡献率由大到小排序，其中原材料获取、生产、分销三个阶段的贡献率之和为84%（超过80%），则这三个阶段被识别为与该产品碳足迹最相关的生命周期阶段。

**表 C.1 不同生命周期阶段对碳足迹的贡献分析（示例）**

生命周期阶段 (LCS)	贡献率
原材料获取阶段	46.3%
生产阶段	21.2%
分销阶段	16.5%
使用阶段	5.9%
生命末期阶段	10.1%
最相关的生命周期阶段的贡献之和	84%

如果产品“使用阶段”的碳足迹贡献率占比在50%以上，最相关生命周期阶段的贡献率之和至少达到“使用阶段”的碳足迹贡献率与除“使用阶段”外的其他所有生命周期阶段80%的碳足迹贡献率之和。

### C.2 识别最相关的单元过程

在不同生命周期阶段发生的相同过程（如运输、用电）应分别核算，发生在同一生命周期阶段的相同过程应合并计算。碳足迹报告中应报告最相关过程的列表，及其相应的生命周期阶段（可能是一个或多个生命周期阶段）和贡献率。

将各单元过程对产品碳足迹的贡献率从大到小排序，并从大到小累加直到贡献率首次超过80%，此时累计的单元过程就是最相关的单元过程。

如表C.2的示例所示，按照对产品碳足迹贡献率由大到小排序，B、C、E、G四个单元过程的贡献率之和为86.4%（超过80%），则这四个单元过程为与该产品碳足迹最相关的单元过程。

**表 C.2 各生命周期阶段不同单元过程对碳足迹的贡献分析（示例）**

生命周期阶段	单元过程	贡献率
原材料获取阶段	过程A	4.9%
	过程B	41.4%
生产阶段	过程C	18.4%
	过程D	2.8%
分销阶段	过程E	16.5%
使用阶段	过程F	5.9%

表 C.2 各生命周期阶段不同单元过程对碳足迹的贡献分析（示例）（续）

生命周期阶段	单元过程	贡献率
生命末期阶段	过程G	10.1%
最相关单元过程的贡献率之和	/	86.4%

如果产品“使用阶段”的碳足迹贡献率占比在50%以上，最相关单元过程的贡献率之和至少达到“使用阶段”的碳足迹贡献率与除“使用阶段”外其他所有生命周期阶段80%的碳足迹贡献率之和；最相关单元过程清单包括“使用阶段”单元过程和除“使用阶段”外其他所有生命周期阶段确定的最相关单元过程，如下表C.3所示。

表 C.3 选择在哪个生命周期阶段级别上确定最相关过程的标准

使用阶段对产品碳足迹的贡献率	在哪个生命周期阶段级别上确定最相关的过程
$\geq 50\%$	除“使用阶段”外的其他所有生命周期阶段
	使用阶段
$< 50\%$	全生命周期阶段

附 录 D  
(资料性)  
产品碳足迹评价报告模板

产品碳足迹评价报告模板见表D.1。

表 D.1 产品碳足迹评价报告（模板）

××××产品碳足迹评价报告
<p><b>一、基本信息</b></p> <p>1.1 产品基本信息 包括但不限于对产品名称、规格、型号和功能描述。</p> <p>1.2 制造商基本信息</p> <p>1.3 联系人信息</p> <p><b>二、目标与范围</b></p> <p>2.1 评价目标</p> <p>2.2 评价范围 包括但不限于对目标产品、功能单位/声明单位、系统边界、取舍准则的描述</p> <p><b>三、数据收集与质量控制</b></p> <p>3.1 原材料获取阶段</p> <p>3.2 生产阶段</p> <p>3.3 分销阶段</p> <p>3.4 使用阶段</p> <p>3.5 生命末期阶段</p> <p>3.6 数据质量评价</p> <p><b>四、产品碳足迹核算</b></p> <p>包括但不限于对产品碳足迹核算数据、核算方法、核算结果的描述。</p> <p><b>五、评价结果及建议</b></p> <p>5.1 产品碳足迹评价结果 包括但不限于碳足迹分析过程的可靠性评估、识别产品碳足迹主要贡献阶段和单元过程、本次评价的局限性以及未来的改进措施的描述。</p> <p>5.2 产品碳足迹改进建议 包括但不限于对重点环节提出温室气体减排改进建议。</p> <p><b>六、其他需要说明的情况</b></p>