

温室气体 产品碳足迹 量化方法与要求 有机硅产品

Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and
guidelines for quantification — Organosilicone products

2024 - 12 - 23 发布

2024 - 12 - 23 实施

目 次

目 次	I
前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品种类定义和描述	4
4.1 产品种类	4
4.2 产品描述	5
5 产品碳足迹量化目的和范围	5
5.1 量化目的	5
5.2 声明单位	6
5.3 系统边界及过程	6
5.4 取舍准则	7
6 清单分析	7
6.1 数据收集	7
6.2 数据质量要求	8
6.3 数据质量评价	8
6.4 数据审定	9
6.5 分配原则	9
7 产品碳足迹影响评价	10
7.1 通则	10
7.2 计算程序	10
8 产品碳足迹结果解释	10
9 产品碳足迹报告	10
附录 A （资料性） 产品碳足迹报告示例	11
参考文献	12

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。

本文件由中国化工情报信息协会提出并归口。

本文件起草单位：中国中化控股有限责任公司、中国化工信息中心有限公司、中国蓝星（集团）股份有限公司、江西蓝星星火有机硅有限公司、鲁西化工集团股份有限公司。

本文件主要起草人：顾蔚、陈懿楠、胡家祺、张华、张琪瑶、于宁、梨剑、王志强、陈磊、姜敏、张惠。

引 言

有机硅产品指含有 Si-C 键、且至少有一个有机基是直接和硅原子相连的有机硅化学品，兼备无机材料和有机材料的特点，具有耐高低温、抗氧化、耐辐射、介电性能好、难燃、憎水、粘温系数小、无毒无味以及生理惰性优异性能，广泛应用于电子电气、建筑、化工、纺织、轻工、医疗等行业，素有“工业味精”之称。有机硅分子结构中既有无机硅氧烷链，又含有有机基团，可以根据使用产品需要，改变硅原子有机基团，设计出各种不同分子结构。可以结合的有机基团包括烷基（甲基、乙基、长碳链）、苯基、乙烯基等。其中甲基有机硅单体最为重要，其用量占到整个单体总量的 90%以上，其次是苯基有机硅单体。在我国的有机硅工业中，甲基单体已接近国际水平，生产已迈向规模化、大型化。但特种单体如苯基单体、乙烯基单体与国外先进水平有一定差距。随着有机硅产品品种和用量的持续增长，其应用领域不断拓宽，形成了化工新材料界独树一帜的重要产品体系，且其中许多品种是其他化学品无法替代而又必不可少的。

本文件旨在通过提供明确和一致的产品碳足迹量化方法与要求，统一有机硅产品碳足迹核算相关原则，提升企业碳足迹量化水平，使同类型产品碳足迹结果更有可比性，促进产业链和行业的低碳发展。

温室气体 产品碳足迹 量化方法与要求 有机硅产品

1 范围

本文件规定了有机硅产品碳足迹量化的声明单位、系统边界、清单分析、影响评价、碳足迹报告等内容。

本文件适用于指导有机硅产品的碳足迹量化活动。有机硅下游产品如硅油、硅树脂、室温胶、高温胶、功能性硅油等碳足迹量化可参照使用。

本文件仅针对单一环境影响类型，即气候变化，不评价产品生命周期产生的其他潜在环境影响，也不评价产品生命周期内可能产生的社会和经济影响。

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 24024—2001 环境管理 环境标志和声明 I型环境标志 原则和程序

GB/T 24025—2009 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序

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 24067—2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 30530—2014 有机硅环体单位产品能源消耗限额

GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

ISO 14064—1 组织层面上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南（Greenhouse gases Part 1:Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals）

3 术语和定义

GB/T 24024—2001、GB/T 24025—2009、GB/T 24040—2008、GB/T 24044—2008、GB/T 24067—2024、GB/T 30530—2014、GB/T 32150—2015和ISO 14064—1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

有机硅产品 organosilicone products

有机硅产品指含有 Si-C 键、且至少有一个有机基是直接和硅原子相连的有机硅化学品及下游化学品，主要包括白炭黑、有机硅单体、有机硅环体、生胶、乙烯基硅油、107 胶、110 胶、六甲基二硅氮烷和六甲基二硅胺烷。

3.2

温室气体 greenhouse gases;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 1：温室气体种类可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）的最新评估报告。

注 2：多数情况下，水蒸气和臭氧的气候影响难以归因于特定的人为因素，因此通常不被单独列为公认的温室气体。

[来源：ISO 14064—1:2018，3.1.1]

3.3

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, 3.15]

3.4

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。

注: 二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源: GB/T 32150—2015, 3.16]

3.5

产品碳足迹 carbon footprint of a product;CFP

产品系统中的 GHG 排放量和 GHG 清除量之和, 以 CO₂e 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]

3.6

生命周期 life cycle

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

[来源: GB/T 24040—2008, 3.1]

3.7

生命周期评价 life cycle assessment;LCA

一个产品系统在其整个生命周期内的输入、输出和潜在环境影响的汇编与评估。

[来源: GB/T 24044—2008, 3.2, 有修改]

3.8

生命周期清单分析 life cycle inventory analysis;LCI

生命周期评价的阶段, 涉及产品整个生命周期内输入和输出的汇编和量化。

[来源: GB/T 24044—2008, 3.3]

3.9

产品种类 product category

具有同等功能的产品组群。

[来源: GB/T 24024—2001, 3.3]

3.10

产品种类规则 product category rules;PCR

对一个或多个产品种类进行产品碳足迹量化所必须满足的一套具体的规则、要求和指南。

[来源: GB/T 24025—2009, 3.5, 有修改]

3.11

过程排放 process emission

在生产、废弃物处理处置等过程中除燃料燃烧之外的物理或化学变化造成的温室气体排放。

[来源: GB/T 32150—2015, 3.8]

3.12

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（1t 107 胶）、体积（1L Hexamethyldisilazane 六甲基二硅氮烷）。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.8，有修改]

3.13

系统边界 system boundary

通过一组准则确定的属于产品系统的所有单元过程构成的边界。

[来源：GB/T 24040—2008，3.32]

3.14

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确定的最基本部分。

[来源：GB/T 24040—2008，3.34]

3.15

共生产品 co-product

同一个单元过程或产品系统中产生的两种或两种以上的产品。

[来源：GB/T 24040—2008，3.10]

3.16

取舍准则 cut-off criteria

对与单元过程或产品系统相关的物质或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]

3.17

分配 allocation

将过程或产品系统中的输入和输出流划分到被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]

3.18

初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量的计算而得到的过程或活动的量化值。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.1]

3.19

现场数据 site-specific data

从产品系统内部获得的初级数据。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.2]

3.20

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.3]

3.21

有机硅单体 methylchlorosilane

由硅粉和一氯甲烷在铜催化剂的作用下反应得到的混合物，主要组分为二甲基二氯硅烷（简称二甲）、甲基三氯硅烷（简称一甲）、三甲基氯硅烷（简称三甲）、甲基氢二氯硅烷（简称含氢单体）、低沸物和高沸物。

[来源：GB/T 30530—2014，3.1]

3.22

有机硅环体 dimethyl cyclosiloxane

二甲基二氯硅烷经水解、水解物经裂解、精馏而得到的产品，包括六甲基环三硅氧烷、八甲基环四硅氧烷、十甲基环五硅氧烷、二甲基环硅氧烷混合物及高环等。

[来源：GB/T 30530—2014，3.3]

3.23

107 胶 gum 107

107 胶通常指 α ， ω -二羟基聚二甲基硅氧烷，也称为 107 型室温硫化甲基硅橡胶，是一种无色透明粘稠状液体。107 胶以来自单体水解装置的低聚硅氧烷（水解物）为原料，经过聚合反应得到，具有良好的化学稳定性和耐候性。

3.24

110 胶 gum 110

110 胶通常指 110 甲基乙烯基硅橡胶，也称为 110 生胶，是一种无色透明、具有一定粘度的胶粘剂。110 胶具有良好的耐候性、耐寒性、抗电性、强度和硬度。

4 产品种类定义和描述

4.1 产品种类

4.1.1 覆盖产品范围

本文件适用于常见的有机硅产品，主要包括：白炭黑、有机硅环体（DMC、D4、D5）、有机硅线性体、生胶、乙烯基硅油、107 胶、110 胶、HMDS（Hexamethyldisilazane 六甲基二硅氮烷）、HMDZ（Hexamethyldisilane 六甲基二硅胺烷）等。

4.1.2 产业链示意图

有机硅产业链示意图见图1。

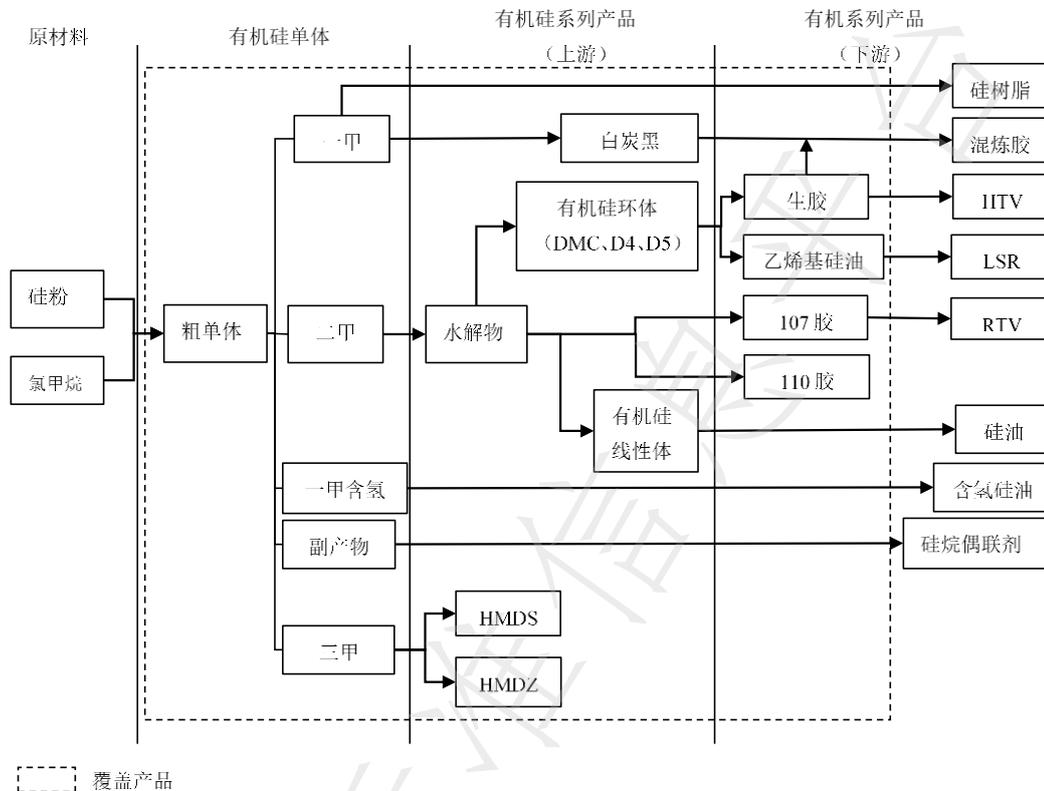


图1 有机硅产业链示意图

4.2 产品描述

产品描述应使得用户能够明确地识别产品，包括但不限于：

- 产品名称、类别；
- 产品等级，如优等品、一等品、合格品；工业级、医用级、食用级、电子级等产品等级；
- 产品技术要求，通常涵盖原料选择（纯度、催化剂）、生产过程控制（反应温度、压力、投料比等）、产品质量检测（外观、硬度、粘度、化学稳定性等）、最终产品性能（耐高温性、绝缘性、环保性等）多个方面；
- 产品质量标准；
- 产品质量证明书，包括生产企业名称、详细地址、产品名称、产品等级、批号、生产日期、生产许可证编号等；
- 产品安全要求，如必须携带的安全性标志和信息标签、化学品安全技术说明书等；
- 产品包装、运输及储存要求。

5 产品碳足迹量化目的和范围

5.1 量化目的

产品碳足迹量化目的是明确产品生命周期内各阶段显著温室气体排放和清除量之和，来计算和反映产品对全球变暖的潜在影响，以CO₂e表示。明确有机硅产品碳足迹有利于：

- 掌握产品在原材料获取、原材料储运、生产加工等环节的温室气体排放情况，为提出减排方案提出依据；
- 满足客户构建绿色供应链的相关要求；
- 为公众提供产品声明或信息披露提供产品碳足迹结果；

d) 满足相关法律法规和标准要求。

5.2 声明单位

声明单位必须是明确规定并且可测量的计量单位，本文件以质量作为量化产品部分碳足迹的基准单位。有机硅产品的声明单位为1吨（t）。

5.3 系统边界及过程

5.3.1 系统边界

有机硅产品的生命周期系统边界分为六个阶段：原材料获取，原材料储运，生产加工，产品销售，产品使用和废弃处理，如图2所示。

本文件为针对摇篮到大门边界类型的详细规则，主要涉及原材料获取、原材料储运、生产加工环节的碳足迹量化。

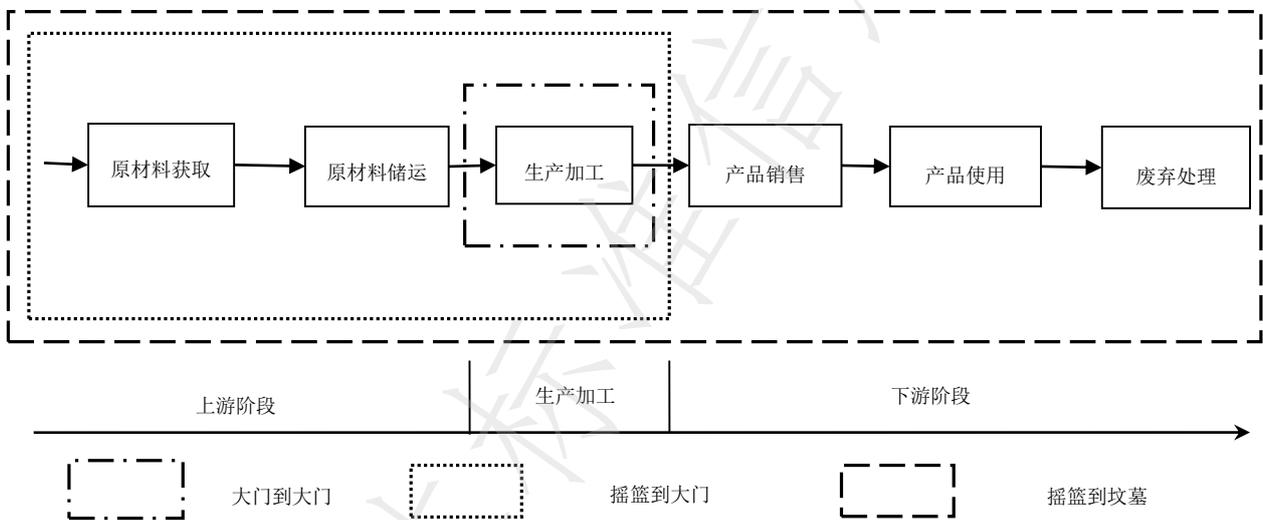


图2 有机硅产品系统边界示意图

5.3.2 涵盖阶段

5.3.2.1 原材料获取

原材料获取阶段应包括有机硅产品生产过程中使用的原材料和包装材料的提取与加工的单元过程。

5.3.2.2 原材料储运

原材料储运阶段应包括以下过程：

- 有机硅产品原材料和包装材料从供应商到生产现场的运输过程；
- 有机硅产品原材料和包装材料在运输过程中的储存，如照明、制冷、供暖、湿度和其他环境控制过程。

5.3.2.3 生产加工

生产加工阶段的单元过程应包括但不限于以下排放：

- 生产过程中燃料、电力、蒸汽、循环水等能源消耗过程；
- 碳酸盐使用导致的工艺过程排放；
- 原材料、中间产品等在生产阶段的储存、短距离输送过程；
- 生产过程中相关废弃物处理，例如酸性水、酸性气、废渣的处理等；
- 生产相关设施的照明、制冷、供暖、湿度和其他环境控制过程。

5.3.3 系统边界排除

以下单元过程宜排除在系统边界外：

- a) 各过程中的人力输入；
- b) 生产设备、建筑物和其他资本货物的制造；
- c) 员工生活、通勤等活动产生的能源消耗；
- d) 办公室、食堂、澡堂等生产相关服务设施所产生的能源消耗；
- e) 研究和开发活动；
- f) 人、畜力提供的运输。

5.4 取舍准则

一般来说，产品碳足迹研究量化应包括生产有机硅产品体系的所有原材料投入、工艺过程、能源消耗等排放活动。但当个别排放源或原材料在某一单位过程中的碳足迹无显著贡献时，可基于实际情况将其排除在外，并将舍弃的数据清单及原因在产品碳足迹报告中予以说明。

在产品碳足迹量化过程中，若单一排放源排放量 $<1\%$ ，可被舍弃；但所舍弃的排放量之和不应超过总排放量的 5% 。

6 清单分析

6.1 数据收集

6.1.1 收集范围

6.1.1.1 原材料获取

- a) 产品原材料和包装材料的种类及消耗量；
- b) 原材料和包装材料提取与加工过程中其他可能存在的温室气体排放活动；
- c) 相应活动过程的碳排放因子。

6.1.1.2 原材料储运

- a) 产品原材料和包装材料从供应商到生产现场的运输质量和运输距离；
- b) 产品原材料和包装材料的运输车辆类型、能耗类型、车辆载重等特定数据；
- c) 原材料和包装材料在运输过程中的储存所产生的能源消耗量；
- d) 相应活动过程的碳排放因子。

如供应商超过 3 个，可简化并在报告中注明。在无法获得特定数据的情况下，可做出合理假设，并在报告中论证假设的合理性。

6.1.1.3 生产加工

- a) 产品生产过程燃料、电力、各等级蒸汽、循环水、新鲜水、除盐水等能源工质消耗量；
- b) 碳酸盐使用导致的温室气体排放量；
- c) 原材料、中间产品等在生产阶段的储存、厂内短距离输送过程的能源消耗量；
- d) 生产过程中的污水量及其 COD 浓度，污水及废弃物处理过程的温室气体排放量；
- e) 生产辅助设施的照明、制冷、供暖、湿度和其他环境控制过程的能源消耗量；
- f) 相应活动过程的碳排放因子。

6.1.2 初级数据

初级数据的主要来源包括：

- a) 直接测量或记录值，如采购记录、台账等；
- b) 基于直接测量的计算值；
- c) 供应商直接提供的数据；
- d) 第三方机构检测结果。

6.1.3 次级数据

次级数据的主要来源包括：

- a) 数据库中的数据；
- b) 政府机构或协会核准发布的数据；
- c) 文献研究的公开数据；
- d) 其他通过在原始源直接测量或基于直接测量的计算、估计以外的方式获得的单元过程或活动的量化值。

6.1.4 排放因子

排放因子是单位活动过程的温室气体排放量，与活动数据相乘可得到温室气体排放量。排放因子可能为初级数据，也可能为次级数据，其主要来源包括：

- a) 企业根据活动过程的原始活动数据计算值；
- b) 供应商直接提供的数据；
- c) 数据库中的数据；
- d) 政府机构或行业协会公开发布的数据；
- e) 其他渠道获取的排放因子。

6.2 数据质量要求

6.2.1 总体要求

产品碳足迹量化宜尽可能使用降低偏向性和不确定性的高质量数据。应选取能满足产品碳足迹量化目的和范围的初级数据和次级数据，数据应具有时间、地理和技术代表性。

6.2.2 初级数据质量要求

- a) 代表性：宜按照产品实际生产情况收集评价期内的生产统计数据。如果产品涉及多条生产线或多项生产技术，则初级数据应为多条生产线或多项技术的产量加权平均值；
- b) 完整性：宜完整覆盖本文件中确定的所有需要填报的初级数据；
- c) 准确性：初级数据中的原材料、包装材料、能源消耗数据宜来自产品实际生产统计记录和现场测试报告，温室气体排放数据宜来自环境监测报告，也可以由排污因子或物料平衡公式计算获得；
- d) 再现性：宜提供初级数据相关的原始数据、折算系数、计算过程等证明材料；
- e) 一致性：宜保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

6.2.3 次级数据质量要求

次级数据只能用于初级数据无法获取时，或用于次要过程。企业应证明次级数据的合理性并在报告中注明。

- a) 代表性：宜优先选用国内最新的平均数据，其次选用国内行业的平均数据，也可选用研究文献数据。如果没有符合要求的国内数据，可以选择同类技术的国外数据集作为次级数据；
- b) 完整性：宜完整覆盖本文件中确定的所有需要填报的次级数据；
- c) 一致性：若次级数据更新，则产品碳足迹信息也应同步更新。

6.3 数据质量评价

产品碳足迹数据质量的特征应包括以下方面：

- a) 时间覆盖范围：数据的年份和所收集数据的最小时间长度；
- b) 地理覆盖范围：为实现产品碳足迹研究目的，所收集的单元过程数据的地理位置；
- c) 技术覆盖范围：具体的技术或技术组合；
- d) 精度：对每个数据值的可变性的度量(例如方差)；
- e) 完整性：测量或测算的流所占的比例；
- f) 代表性：反映实际关注人群对数据集(即时间覆盖范围、地理覆盖范围和技术覆盖范围等)关注程度的真实情况进行的定性评价；
- g) 一致性：对研究方法学是否能在敏感性分析的不同组成部分中统一应用而进行的定性评价；

- h) 再现性：对其他独立从业人员采用同一方法学和数值信息重现相同研究结果的定性评价；
- i) 数据来源；
- j) 信息的不确定性。

数据质量评估应采用两步法：

- 根据上述 a)~d) 项的要求，对产品碳足迹研究的数据质量进行分析；
- 根据上述 a)~d) 项的要求，对数据进行评价。

开展产品碳足迹研究的组织宜建立数据管理系统，保留相关文件和记录，进行数据质量评价，并持续提高数据质量。

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，企业宜通过建立质量平衡、能量平衡或其他适当的方法检查每个单元活动过程的平衡性：

- a) 质量平衡：判断单元活动过程输入的原材料及辅料的质量与产品、副产品及排放的质量是否平衡；
- b) 能量平衡：计算工序使用的能源与历史数据的平衡情况。

6.5 分配原则

6.5.1 一般分配原则

产品碳足迹研究应包括确认与其他产品系统共享的单元过程，并按照以下步骤进行处理：

- a) 如果条件允许，应通过将工艺划分为两个或多个子过程，并收集与子过程相关的数据来避免分配；
- b) 如果分配不可避免，应根据物理关系如产品产量进行分配；
- c) 如果不能建立物理关系或将其用作分配的基础，则按照经济价值等非物理关系进行分配。

6.5.2 共生产品分配原则

6.5.2.1 通用原则

在产品的生产或系统的运行过程中可能存在共生产品，若共生产品的比例非常小（质量或体积 $\leq 1\%$ ），则无需将系统的输入与输出分配至共生产品；若共生产品的比例不可忽略，则共生产品的分配应遵循以下规则：

- a) 价格最高的产品单价/价格最低的产品单价的比例 ≤ 5 ，应依据物理规律进行分配。如采用质量法进行分配，以主产品产量/生产线总产量的比值进行分配；
- b) 价格最高的产品单价/价格最低的产品单价的比例 > 5 ，应采用经济法进行分配，以主产品产值/生产线总产值的比值进行分配。产值=产量 \times 单价，产值根据多年平均价格计算而来，以消除波动；
- c) 在产品未经出售或几乎无法确定市场价格的情况下（如内部使用的中间体），将根据各产品的物理关系（如质量）进行分配。

6.5.2.2 特殊说明

部分有机硅产品生产过程中会产生共生产品副产酸，副产酸一般存在三种去向：直接外售、处理后排放、进入废酸车间进行资源化利用：

- a) 若副产酸直接外售，则应依据共生产品分配原则将系统的输入与输出分配主产品和副产酸；
- b) 若副产酸处理后直接排放，且过程中并未产生任何有经济价值的产品，则可认为副产酸最终转变为废物，系统所有温室气体排放过程都应记为主产品的碳足迹；
- c) 若副产酸进入废酸车间与碳酸盐反应生产有经济价值的其他副产品 A，则投入的碳酸盐、碳酸盐使用过程导致的温室气体排放、废酸车间的能源消耗在归因时可认为与主产品无关，废酸处理单元过程的温室气体排放均应全部分配至副产品 A。主产品应与进入废酸车间前的副产酸依据共生产品分配原则进行分配。

7 产品碳足迹影响评价

7.1 通则

不同温室气体对气候变化的影响不同，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专门委员会（IPCC）给出的 100 年 GWP 来确定产品系统中每种温室气体的潜在气候变化影响。产品碳足迹为所有温室气体潜在气候变化影响之和。

7.2 计算程序

产品碳足迹计算方法见公式（1）。

$$E_{\text{GHG}} = \sum_j [\sum_i (AD_i \times EF_{i,j}) \times GWP_j] \quad (1)$$

式中：

E_{GHG} ——产品碳足迹，以吨二氧化碳当量每声明单位（t CO₂e/声明单位）计；

AD_i ——系统边界内，各声明单位中第 i 中 GHG 的活动数据，单位根据具体排放源确定；

$EF_{i,j}$ ——第 i 种活动对应的温室气体 j 的排放系数，单位与 GHG 活动数据匹配；

GWP_j ——温室气体 j 的 GWP 值。

8 产品碳足迹结果解释

产品碳足迹结果解释应包括以下内容：

- a) 对产品碳足迹和各生命周期阶段碳足迹的说明；
- b) 不确定性分析，取舍的范围；
- c) 选定的分配程序；
- d) 产品碳足迹量化的结论，如识别排放高的环节。

9 产品碳足迹报告

产品碳足迹信息披露可采取报告及标签的形式披露。

产品碳足迹报告模板参见附录 A，包括以下内容：

- a) 基本信息；
- b) 核算原则；
- c) 量化目的与范围；
- d) 清单分析；
- e) 影响评价；
- f) 结果解释；
- g) 结论；
- h) 参考文献。

附录 A
(资料性)
产品碳足迹报告示例

产品碳足迹报告示例见表 A.1。

表 A.1 产品碳足迹报告

1. 基本信息
1.1 企业简介
1.2 产品介绍
1.3 生产工艺
2. 核算原则
2.1 核算依据
2.2 补充性要求
3. 量化目的和范围
3.1 温室气体种类
3.2 时间期限和地理边界
3.3 声明单位
3.4 系统边界
3.5 取舍准则
4. 清单分析
4.1 数据来源与收集
4.2 分配原则与程序
4.3 数据质量评价
5. 影响评价
5.1 影响类型和因子选择
5.2 产品碳足迹结果计算
6. 结果解释
6.1 原材料获取阶段
6.2 原材料储运阶段
6.3 生产加工阶段
6.4 生命周期结果
8. 结论
9. 参考文献

参考文献

[1] ISO 14067: 2018 Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication

[2] PAS 2050: 2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services