

团 体 标 准

T/CNIA 0291—2025

温室气体 产品碳足迹量化 方法与要求 硅多晶

Greenhouse gas—Quantification method and requirement of
product carbon footprint—Polysilicon product

(此文本仅供个人学习、研究之用,未经授权,禁止复
制、发行、汇编、翻译或网络传播等,侵权必究)

2025-02-24 发布

2025-07-01 实施

中国有色金属工业协会 发布
中国有色金属学会

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。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)、全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分技术委员会(SAC/TC 203/SC 2)提出并归口。

本文件起草单位：四川永祥股份有限公司、中国大唐集团绿色低碳发展有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、新特能源股份有限公司、江苏中能硅业科技发展有限公司、新疆大全新能源股份有限公司、青海黄河水电公司新能源分公司。

本文件主要起草人：谭思宇、张铎、田野、贺东江、邱艳梅、王彬、杜小鹏、曹得芳、李素青、刘国霞、潘和平、宋波。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 硅多晶

1 范围

本文件规定了硅多晶产品碳足迹量化的方法与要求,包括量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹报告和声明等内容。

本文件适用于硅多晶产品的碳足迹量化。

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 12963 电子级多晶硅

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 25074 太阳能级多晶硅

GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 35307 流化床法颗粒硅

ISO/TS 14071 环境管理 生命周期评价 鉴定性评审过程和评审员能力;ISO 14044:2006 的附加要求和指南 (Environmental management—Life cycle assessment—Critical review processes and reviewer competencies; Additional requirements and guidelines to ISO 14044:2006)

3 术语和定义

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

3.1

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)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)和三氟化氮(NF₃)。

[来源:GB/T 24067—2024, 3.2.1]

3.2

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 GHG 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: 产品碳足迹研究报告中记录了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]

3.3

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 GHG 排放量和 GHG 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”的定义请参见 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表示。

[来源:GB/T 24067—2024, 3.1.2]

3.4

产品碳足迹绩效追踪 carbon footprint of a product performance tracking(CFP performance tracking)

比较同一组织的一个特定产品在一段时间内的产品碳足迹或产品部分碳足迹。

注: 包括计算一个特定产品碳足迹在一段时间内的变化,或具有相同功能单位或声明单位的替代产品之间产品碳足迹在一段时间内的变化。

[来源:GB/T 24067—2024, 3.1.11]

3.5

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 24067—2024, 3.2.4]

3.6

全球温度变化潜势 global temperature change potential(GTP)

用于衡量在选定时间点,全球平均地表温度在某温室气体脉冲排放下的变化,是相对于二氧化碳引起温度变化的系数。

注 1: 本文件中使用的“系数”即 GB/T 24040—2008 的 3.37 中定义的“特征化因子”。

注 2: 全球温度变化潜势是基于选定年份内温度变化得出的。

注 3: 源自第 1 工作组政府间气候变化专门委员会(IPCC)第五次评价报告(AR5),2013 年气候变化:物理科学基础。

[来源:GB/T 24067—2024, 3.2.3]

3.7

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent (CO₂e)

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强迫的单位。

注: 给定温室气体的二氧化碳当量等于该温室气体质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源:GB/T 24067—2024, 3.2.2]

3.8

温室气体排放量 greenhouse gas emission

在特定时段内释放到大气中的温室气体总量(以质量单位计算)。

[来源:GB/T 24067—2024, 3.2.5]

3.9

温室气体清除量 greenhouse gas removal

在特定时段内从大气中清除的温室气体总量(以质量单位计算)。

[来源:GB/T 24067—2024, 3.2.6]

3.10

温室气体排放因子 greenhouse gas emission factor emission facto

活动数据与温室气体排放相关的系数。

注：本文件中的排放因子指的是生命周期的足迹因子。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.7]

3.11

产品系统 product system

拥有基本流和产品流，同时具有一种或多种特定功能，并能模拟产品生命周期的单元过程的集合。

[来源：GB/T 24044—2008，3.28]

3.12

共生产品 co-product

同一单元过程或产品系统中产出的两种或两种以上的产品。

[来源：GB/T 24044—2008，3.10]

3.13

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]

3.14

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(1 kg 粗钢)、体积(1 L 原油)。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.8]

3.15

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]

3.16

现场数据 site-specific data

在产品系统内部获得的初级数据。

注1：所有现场数据均为初级数据，但并不是所有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。

注2：现场数据包括场地内一个特定单元过程的温室气体排放量和温室气体清除量。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.2]

3.17

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

注1：次级数据是经权威机构验证且具有可信度的数据，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。

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]

4 量化目的

开展硅多晶产品碳足迹研究的目的是结合取舍准则(5.3)，通过量化产品生命周期或选定过程中所

有显著的碳排放量和清除量,核算硅多晶生产生命周期的碳排放总量,按贡献值识别重点过程排放环节,提出改进方案挖掘降碳潜力,为产品全过程持续减排提供技术策略,并为下游光伏产业、硅基半导体产业减碳政策制定提供数据支撑。

5 量化范围

5.1 声明单位

5.1.1 本文件涉及产品碳足迹的声明单位为符合 GB/T 12963、GB/T 25074、GB/T 35307 规定的 1 kg 硅多晶。

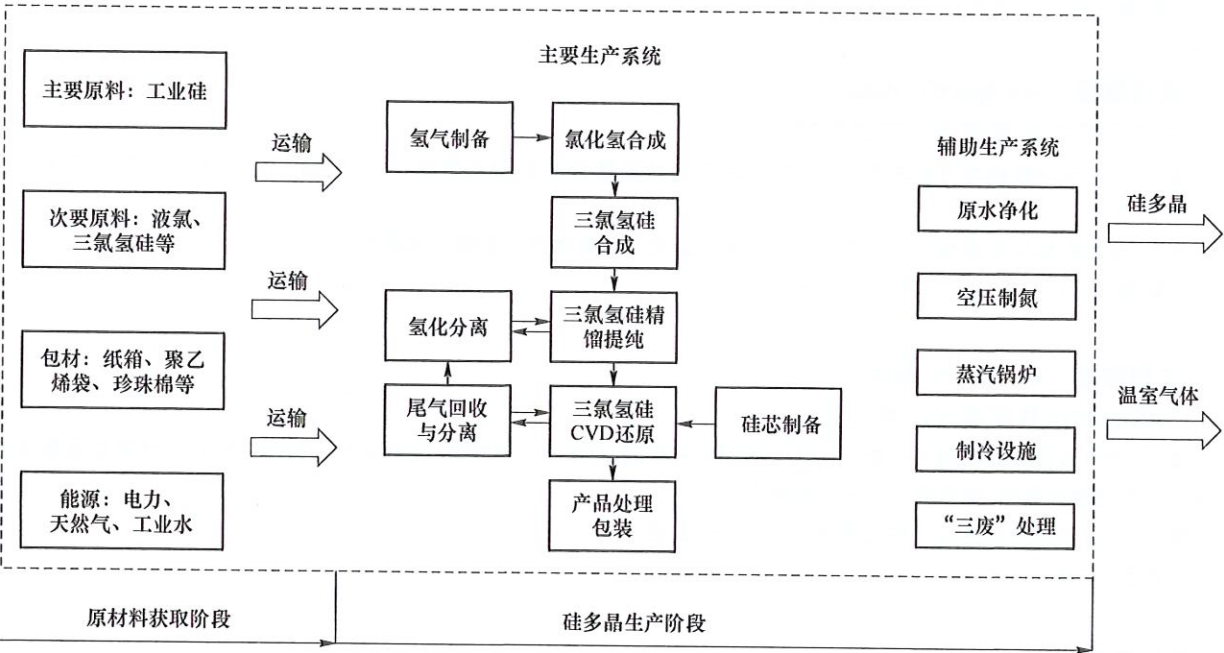
5.1.2 产品描述应使用户能够清晰识别产品,硅多晶产品按照 GB/T 12963、GB/T 25074、GB/T 35307 的要求进行描述,对其描述包括但不限于:

- a) 产品名称和定义;
- b) 产品批号和净重;
- c) 产品生产工艺;
- d) 应用方向;
- e) 分析检验结果及检验部门印记。

5.2 系统边界

5.2.1 边界设定

系统边界决定产品碳足迹评价所涵盖的单元过程。应确定纳入产品碳足迹评价的单元过程,以及对这些单元过程的评价应达到的详细程度。本文件设定的硅多晶产品“摇篮到大门”的生命周期系统边界如图 1 和图 2 所示,即从原材料获取到硅多晶产品离开制造商厂大门为止。



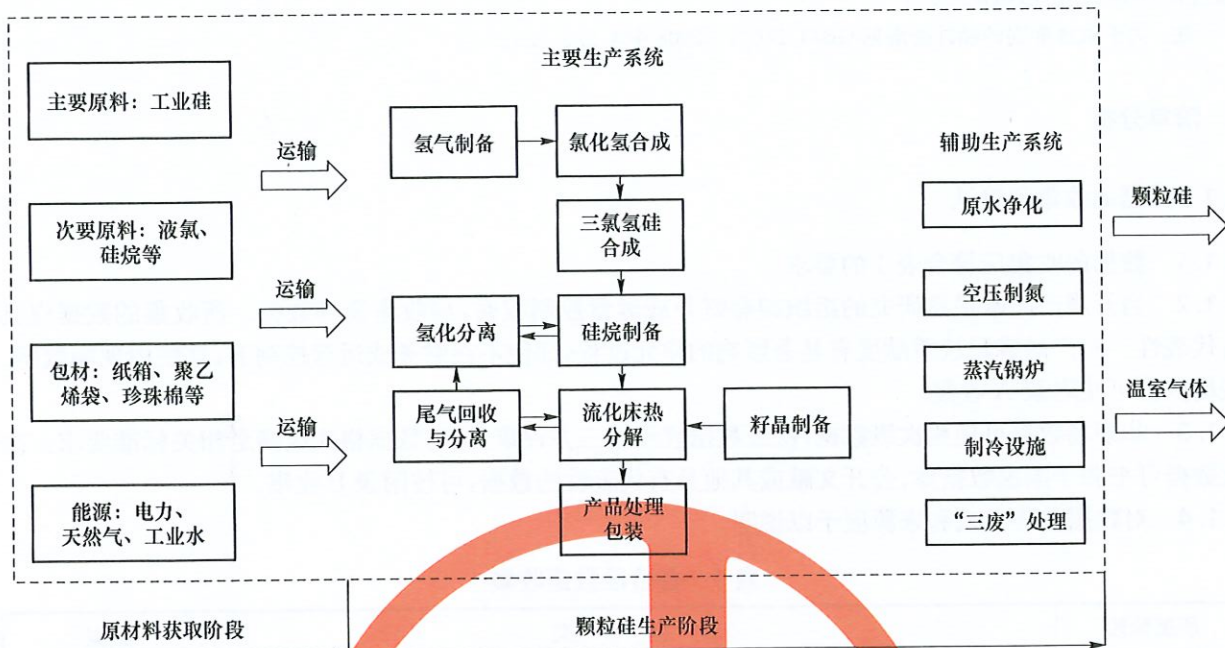


图2 流化床法颗粒硅产品生命周期系统边界图

5.2.2 原材料获取阶段

原材料获取阶段主要包括：

- 主要原料的获取和输送：工业硅；
- 次要原料的获取和输送：液氯、氯硅烷、硅烷气、三氯氢硅等；
- 包材的获取和输送：纸箱、聚乙烯袋、珍珠棉等；
- 能源的获取和输送：电、天然气、工业水等。

5.2.3 产品生产阶段

硅多晶产品的生产工艺主要分为改良西门子法和流化床法。

a) 改良西门子法硅多晶产品生产过程包括：

- 主要生产系统：氢气制备、氯化氢合成、三氯氢硅合成、三氯氢硅精馏提纯、硅芯制备、三氯氢硅 CVD 还原、尾气回收与分离、氢化分离、产品处理包装等；
- 辅助生产系统：原水净化、空压制氮、蒸汽锅炉、制冷设施、厂内运输、“三废”处理等。

b) 流化床法颗粒硅产品的生产过程包括：

- 主要生产系统：氢气制备、氯化氢合成、三氯氢硅合成、硅烷制备、籽晶制备、流化床热分解、尾气回收与分离、氢化分离、产品处理包装等；
- 辅助生产系统：原水净化、空压制氮、蒸汽锅炉、制冷设施、厂内运输、“三废”处理等。

5.3 取舍准则

产品碳足迹研究应包括所研究系统的所有单元过程和流。当个别物质流或能量流对某一单元过程的碳足迹无显著贡献时，可将其作为数据排除项排除并应进行报告。应在目的和范围界定阶段确定一致的取舍准则，所选取舍准则对研究结果的影响也应在产品碳足迹研究报告中进行评价和描述。

在产品碳足迹量化过程中，可舍弃产品碳足迹影响小于 1% 的环节，但所有舍弃环节总的影响不应

超过产品碳足迹总量的 5%。

注：关于取舍准则的额外指南见 GB/T 24044—2008 中 4.2.3.3.3。

6 清单分析

6.1 数据的收集和确认

6.1.1 数据的收集应符合表 1 的要求。

6.1.2 当开展产品碳足迹研究的组织拥有财务或运营控制权时,应收集现场数据。所收集的数据应具有代表性。对产品碳足迹贡献度有显著影响的单元过程,即使不在财务或运营控制下,宜使用现场数据。现场数据可按附录 A 收集。

6.1.3 非现场数据可使用次级数据,次级数据宜经第三方评审,同时数据格式应满足相关标准要求。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,可按附录 B 收集。

6.1.4 对数据获得方式和来源应予以说明。

表 1 各阶段数据收集

所属阶段	数 据 种 类	数据
原材料获取阶段	主要原料工业硅的温室气体排放因子	宜使用现场数据,可使用次级数据
	次要原料三氯氢硅、硅芯、硅烷气、氯硅烷、液氯、包装袋等的温室气体排放因子	可使用次级数据
	煤、电、柴油、天然气等能源的温室气体排放因子	可使用次级数据
	原料与能源的运输量、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	工业硅、三氯氢硅、硅芯、硅烷气、氯硅烷、液氯、包装袋等主要原料和次要原料的消耗量	应使用现场数据
	煤、天然气、柴油等能源的消耗量	应使用现场数据
	煤、天然气、柴油等能源的低位发热量	宜使用现场数据,可使用次级数据
	废(污)水及废弃物处理过程的物料消耗量	应使用现场数据

6.2 数据质量要求

6.2.1 初级数据采集质量应满足以下要求：

- 完整性:根据数据取舍准则(5.3)的要求,检查是否有缺失的单元过程或输入输出物质。初级数据宜采集企业一个自然年内的生产统计数据,特殊情况下可根据企业实际运营情况予以确定。
- 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。
- 一致性:初级数据采集时同类数据应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

6.2.2 次级数据可参照附录 B 中表 B.2 进行数据质量评价。采集质量应满足以下要求：

- 代表性:优先选择与评估产品系统的时间代表性、地理代表性、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:对同类产品次级数据的选择应保持一致。

6.3 数据审定

数据采集过程中,应验证数据的有效性,通过物料平衡、能量平衡、与历史数据和相近工艺数据对比等方式,确认数据的准确性与合理性。对于异常数据,应分析原因,予以替换,替换的数据质量要求见 6.2。

6.4 数据分配

6.4.1 在系统边界设置或数据采集时,若发现至少有一个单元过程的输入和输出包含多个产品,则需要进行分配。

6.4.2 分配的原则如下:

- a) 优先通过细分单元过程避免数据分配;
- b) 若数据分配无法避免,应使用物理关系参数(如产量等)进行分配;
- c) 若物理关系参数不可行,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;
- e) 评价过程中涉及分配方法应在产品碳足迹报告中予以说明。

7 影响评价

7.1 通则

应通过排放或清除的 GHG 的质量乘以 IPCC 给出的 100 年 GWP(见附录 C),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 $\text{tCO}_2\text{e}/(\text{t 排放量})$ 计。

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 1: 产品碳足迹为所有 GHG 潜在气候变化影响的总和。

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,可反映长期升温。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 计算方法

7.2.1 产品碳足迹计算方法

在数据收集与确认完成后,将现场数据和非现场数据折算为统一的声明单位,进行产品碳足迹核算,计算方法见公式(1)。

$$\text{CFP} = \text{CFP}_{\text{原材料}} + \text{CFP}_{\text{生产}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

CFP ——产品碳足迹,单位为千克二氧化碳当量每千克($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$);

$\text{CFP}_{\text{原材料}}$ ——产品在原材料获取阶段产生的温室气体排放量,单位为千克二氧化碳当量每千克($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$),计算方法见公式(2);

$\text{CFP}_{\text{生产}}$ ——产品在生产阶段产生的温室气体排放量,单位为千克二氧化碳当量每千克($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$),计算方法见公式(3)。

7.2.2 原材料获取阶段

每声明单位产品在原材料获取阶段温室气体排放计算方法见公式(2)。

$$CFP_{\text{原材料}} = \left[\sum (M_j \times CEF_{i,j}) + \sum (M_j \times D_{j,k} \times TEF_{i,k}) \right] / P \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- M_j ——第 j 种原料或能源的消耗量,单位视原料或能源种类而定,电力消耗量应与电力属性对应;
- $CEF_{i,j}$ ——第 j 种原料或能源的第 i 种温室气体排放因子,单位视原料或能源种类而定,其中与电力相关的温室气体排放量应按照 GB/T 24067—2024 中 6.9.4.4 进行建模核算;
- $D_{j,k}$ ——第 j 种原料或能源(仅包含燃料)的第 k 种运输方式对应的加权运输距离,单位为千米(km);
- $TEF_{i,k}$ ——第 k 种运输方式对应的第 i 种温室气体排放因子,单位为千克二氧化碳当量每吨千米 [$\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{t} \cdot \text{km})$];
- P ——统计报告期内合格入库的硅多晶产量,单位为千克(kg),硅多晶应符合 GB/T 12963、GB/T 25074、GB/T 35307 相应规定。

7.2.3 产品生产阶段

每声明单位产品在生产阶段的温室气体排放计算方法见公式(3)。

$$CFP_{\text{生产}} = E_{\text{能源燃烧},i} + E_{\text{过程排放},i} + E_{\text{废弃物处理},i} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $E_{\text{能源燃烧},i}$ ——产品在生产阶段中能源燃烧产生的第 i 类温室气体排放量,按公式(4)计算,单位为千克二氧化碳当量每千克($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$);
- $E_{\text{过程排放},i}$ ——产品在生产阶段中生产过程产生的第 i 类温室气体排放量,按公式(5)计算,单位为千克二氧化碳当量每千克($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$);
- $E_{\text{废弃物处理},i}$ ——产品在生产阶段中废弃物处理产生的第 i 类温室气体排放量,按公式(6)计算,单位为千克二氧化碳当量每千克($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$)。

7.2.3.1 化石燃料燃烧排放

产品在生产阶段中能源燃烧的温室气体排放计算方法见公式(4)。

$$E_{\text{能源燃烧},i} = \sum (FC_{j,k} \times NCV_j \times EF_{i,j,k}) / P \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $FC_{j,k}$ ——第 j 种化石燃料的第 k 种燃烧方式对应的消耗量,单位为吨(t)或万标立方米(10^4 Nm^3);
- NCV_j ——第 j 种化石燃料的平均低位发热量,单位为吉焦每吨(GJ/t)或吉焦每万标立方米($\text{GJ}/10^4 \text{ Nm}^3$);
- $EF_{i,j,k}$ ——第 j 种化石燃料的第 k 种燃烧方式对应的第 i 种单位热值温室气体排放因子,单位为千克二氧化碳当量每吉焦($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{GJ}$);
- P ——统计报告期内合格入库的硅多晶产量,单位为千克(kg),硅多晶应符合 GB/T 12963、GB/T 25074、GB/T 35307 相应规定。

7.2.3.2 过程排放

产品在生产阶段中能源作为原料分解的温室气体排放计算方法见公式(5)。

$$E_{\text{过程排放},i} = \sum (FC_i \times EF_{\text{能源原料},i}) / P \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- FC_i ——第 i 种化石燃料作为原料的消耗量,单位为吨(t);
 $EF_{\text{能源原料},i}$ ——第 i 种化石燃料作为原料分解的排放因子,单位为千克二氧化碳当量每吨($\text{kgCO}_2\text{e/t}$);
 P ——统计报告期内合格入库的硅多晶产量,单位为千克(kg),硅多晶应符合 GB/T 12963、GB/T 25074、GB/T 35307 相应规定。

7.2.3.3 废弃物处理排放

产品在生产阶段中废弃物处理的温室气体排放计算方法见公式(6)。

$$E_{\text{废弃物处理},i} = \sum (FC_i \times EF_{\text{废弃物处理},i}) / P \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- FC_i ——第 i 种废弃物的处置量,单位为吨(t);
 $EF_{\text{废弃物处理},i}$ ——第 i 种废弃物对应的处置温室气体排放因子,单位为千克二氧化碳当量每吨($\text{kgCO}_2\text{e/t}$);
 P ——统计报告期内合格入库的硅多晶产量,单位为千克(kg),硅多晶应符合 GB/T 12963、GB/T 25074、GB/T 35307 相应规定。

7.3 附加环境信息

除本文件 7.1 中涉及的产品碳足迹量化结果外,其他相关的重要信息,宜在附加环境信息中描述,如可再生能源电力消费量(由物理消纳电量和购买绿色电力证书对应电量两部分构成)。

注:物理消纳电量由市场化项目自发自用可再生能源电量、用户绿色电力交易结算电量、用户常规电力交易的可再生能源电量三部分组成。

8 结果解释

8.1 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 应根据产品碳足迹研究的目的是和范围进行结果解释,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。

9 产品碳足迹报告

产品碳足迹宜以报告、声明、证书和(或)标签的形式描述碳足迹量化结果,且应以每声明单位的二氧化碳当量进行表述(如 $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$)。若采用产品碳足迹证书和(或)产品碳足迹标签,宜同时出具产品碳足迹报告。如碳足迹量化结果应用于下游供应链,则应分别报送产品各生命周期阶段的量化结果,避免下游供应链碳足迹结果的重复计算。

依据本文件编制的产品碳足迹报告应符合 GB/T 24067—2024 中 7.1 的要求,报告模板见附录 D。

10 产品碳足迹声明

10.1 鉴定性评审

如果开展产品碳足迹研究的鉴定性评审,应按照 ISO/TS 14071 规定进行,有利于理解产品碳足迹报告,并提高结果的可信度。

10.2 可比性

产品碳足迹量化结果的对比,应在满足以下所有条件时进行:

- a) 产品功能、技术性能和用途是相同的;
- b) 功能单位是相同的,系统边界的选取是等同的;
- c) 数据的收集与确认是等同的(包括数据的描述、取舍准则、数据质量要求);
- d) 产品碳足迹的量化方法是相同的(包括数据审定、分配和产品碳足迹影响评价)。

10.3 产品碳足迹绩效追踪

针对同一组织的某一特定产品,宜基于本文件针对连续的数据统计周期对产品碳足迹进行绩效追踪,以改进硅多晶产品碳足迹对全球变暖的潜在影响。

附录 A
(资料性)
现场数据采集信息

现场数据采集表见表 A.1 和表 A.2。

表 A.1 改良西门子法硅多晶数据采集表

基本信息	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		共 条,设计产能: / / (分线填写)			
	数据统计周期					
产品信息	产品种类 ^a /实际产量		种类 1: :产量 吨 种类 2: :产量 吨			
	执行产品标准					
	时段:××××年		起始月:××月		终止月:××月	
1. 产品产出						
产品类型	数量	单位	数据来源			备注
硅多晶						
2. 原辅料消耗						
原辅料类型	数量	单位	运输方式	运输距离(km)	数据来源	备注
工业硅						
三氯氢硅						
四氯化硅						
液氯						
氢气						
液氩						
3. 包装材料消耗						
包材类型 ^b	数量	单位	运输方式	运输距离(km)	数据来源	备注
包装纸箱						
聚乙烯袋						
珍珠棉						
铜板标签						
打包带						
木托盘						

表 A.1 改良西门子法硅多晶数据采集表(续)

4. 能源消耗				
能源类型	数量	单位	数据来源	备注
外购电网电力				
自发电(说明具体发电技术)				
天然气				
外购热力				
工业水				
5. 废水处理				
名称	数量	单位	数据来源	备注
废水排放量				
石灰				
PAM				
杀菌剂				
无水三氯化铁				
6. 固体废弃物处理				
废弃物类型	数量	单位	数据来源	备注
一般固废				
危险废物				
污泥				
注：企业根据实际情况填写，可对表格进行增删。				
a 按产品对应标准要求进行分类。				
b 包装材料请按重量进行统计。				

表 A.2 流化床法颗粒硅数据采集表

基本信息	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	共_____条,设计产能:_____/_____/_____(分线填写)
	数据统计周期	
产品信息	产品种类 ^a /实际产量	种类 1: _____;产量_____吨 种类 2: _____;产量_____吨
	执行产品标准	
时段:××××年		起始月:××月
		终止月:××月

表 A.2 流化床法颗粒硅数据采集表(续)

1. 产品产出						
产品类型	数量	单位	数据来源			备注
颗粒硅						
2. 原辅料消耗						
原辅料类型	数量	单位	运输方式	运输距离(km)	数据来源	备注
工业硅						
三氯氢硅						
四氯化硅						
天然气						
氢气						
硅烷气						
氯硅烷						
3. 包装材料消耗						
包材类型 ^b	数量	单位	运输方式	运输距离(km)	数据来源	备注
包装纸箱						
聚乙烯袋						
珍珠棉						
铜板标签纸						
打包带						
木托盘						
4. 能源消耗						
能源类型	数量	单位	数据来源			备注
外购电网电力						
自发电(说明具体发电技术)						
天然气						
外购热力						
5. 废水处理						
名称	数量	单位	数据来源			备注
废水排放量						
石灰						
PAM						
杀菌剂						
无水三氯化铁						

表 A.2 流化床法颗粒硅数据采集表(续)

6. 固体废弃物处理				
废弃物类型	数量	单位	数据来源	备注
一般固废				
危险废物				
污泥				
注：企业根据实际情况填写,可对表格进行增删。				
^a 按产品对应标准要求进行分类。 ^b 包装材料请按重量进行统计。				

附 录 B
(资料性)
次级数据采集信息

B.1 次级数据采集表见表 B.1。

表 B.1 次级数据采集表

次级数据		数据来源	数据获取方式	时间相关性	地理相关性	技术相关性
资源	工业硅					
	三氯氢硅					
	液氯					
	硅烷气					
	氯硅烷					
能源	煤					
	天然气					
	汽油					
	柴油					
	电力					
运输	公路运输					
	铁路运输					

B.2 数据质量评价体系表见表 B.2。评价体系包括数据来源、数据获取方式、时间相关性、地理相关性与技术相关性 5 项评价指标,并在每项指标中用 5 分制来评价数据质量。通过计算每个数据的 5 项指标总分来表征输入输出数据的质量(最高 25 分),每个数据的数据质量宜大于 15 分。

表 B.2 数据质量评价体系表

数据质量 评价项	项目分值				
	5	4	3	2	1
数据来源	生产现场	行业统计数据	权威机构调研报告	文献	其他
数据获取方式	测量	计算	平均	估算	未知
时间相关性	≤1 年	>1 年, ≤5 年	>5 年, ≤10 年	>10 年, ≤15 年	>15 年, 或未知
地理相关性	本区域数据	包含本区域的 较大区域范围 平均数据	类似生产条件的 区域数据	稍微类似生产 条件的区域数据	未知或生产条件 完全不同的 区域数据
技术相关性	从生产链直接 获得的数据	代表相同工艺、 相同技术水平的 数据	代表相同工艺、 相近技术水平的 数据	代表相同工艺、 技术水平差距 较大的数据	未知或 不同工艺的数据

附 录 C
(资料性)
全球变暖潜势

全球变暖潜势推荐值见表 C.1。

表 C.1 部分温室气体的全球变暖潜势推荐值

序号	温室气体名称		化学分子式	全球变暖潜势值 ^a (100 年期水平)
1	二氧化碳		CO ₂	1
2	甲烷		CH ₄	27. 9
3	氧化亚氮		N ₂ O	273
4	氢氟碳化物	HFC-23	CHF ₃	14600
		HFC-32	CH ₂ F ₂	771
		HFC-41	CH ₃ F	135
		HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3740
		HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1260
		HFC-134a	CHF ₂ CF ₃	1530
		HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
		HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
		HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	164
		HFC-227ea	CF ₃ CH ₂ CF ₃	3600
		HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	8690
		HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	962
5	全氟化碳	PFC-14	CF ₄	7380
		PFC-116	C ₂ F ₆	12400
		PFC-218	C ₃ F ₈	9290
		PFC-31-10	C ₄ F ₁₀	10000
		PFC-C-318	<i>c</i> -C ₄ F ₈	10200
		PFC-41-12	<i>n</i> -C ₅ F ₁₂	9220
		PFC-51-14	<i>n</i> -C ₆ F ₁₄	8620
6	六氟化硫		SF ₆	24300
7	三氟化氮		NF ₃	17400
^a 数据来源于 2021 年 IPCC 第六次报告第七章。在相关机构公布最新数据后,采用最新的公布数据。				

附 录 D
(资料性)
产品碳足迹报告(模板)

产品碳足迹报告格式模板如下。

产品碳足迹报告(模板)

(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(如有):

(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_____为声明单位。

2. 系统边界

☐原材料获取阶段 ☐产品生产阶段
系统边界图如图 D.1 所示。

图 D.1 ** 产品生命周期系统边界图

注：具体产品生命周期系统边界图可参考本文件 5.2 章节中图 1 和图 2 制定。

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

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

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 D.1。

表 D.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/声明单位)
原材料获取			
产品生产阶段			

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(时间、地理、技术)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 D.2 和图 D.2 所示。

表 D.2 ** 产品生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹(kgCO ₂ e/声明单位)	百分比(%)
原材料获取		
产品生产阶段		
总计		

图 D.2 ** 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需根据附录 D 中表 D.2 编制，一般以饼状图或是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
- 4. 产品碳足迹绩效追踪(如有)

参 考 文 献

- [1] GB/T 51366—2019 建筑碳排放计算标准
- [2] ISO 14067: 2018 Greenhouse gases—Carbon footprint of product—Requirements and guidelines for quantification
- [3] PAS 2050: 2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emission of goods and service
- [4] European Commission. Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs). version 6.3, December 2017

