

T/XJZJXH

新疆维吾尔自治区质量检验检测协会团体标准

T/XJZJXH XXXX—XXXX

温室气体 产品碳足迹量化要求和指南 多 晶硅

Greenhouse gases - Product carbon footprint quantification requirements and
guidelines - Polysilicon

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 量化目的	4
5 量化范围	4
6 取舍准则	7
7 数据收集	7
8 分配和计算	9
9 产品碳足迹结果解释	10
10 产品碳足迹评价报告	10
11 评价结果有效期	11
12 保密性	11
13 产品碳足迹标识与声明	11
附录 A（资料性） 多晶硅生产工艺流程示例图	13
附录 B（资料性） 多晶硅产品碳足迹评价数据收集表	15
附录 C（资料性） 多晶硅产品碳足迹评价报告模板	17
附录 D（资料性） 全球变暖潜势	20
参考文献	21

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。

本文件由新疆维吾尔自治区计量测试研究院提出。

本文件由新疆维吾尔自治区质量检验检测协会归口。

本文件起草单位：新疆维吾尔自治区计量测试研究院。

本文件主要起草人：马君刚、刘思佳、马磊磊、曼丽丹·泽尔民别克、邓向瑞、武文晶、郭丽、蔡瑾焯、臧金亮、程帅。

本文件实施应用中的疑问，请咨询新疆维吾尔自治区计量测试研究院。

对本文件的修改意见建议，请反馈至新疆维吾尔自治区计量测试研究院（乌鲁木齐市河北东路188号）。

新疆维吾尔自治区计量测试研究院 联系电话：0991-3191509；传真：0991-3191522；邮编：830011

温室气体 产品碳足迹量化要求和指南 多晶硅

1 范围

本文件规定了多晶硅产品碳足迹量化的方法和要求，包括产品定义与描述、量化目的与范围、系统边界设定、数据收集要求、产品碳足迹结果解释及碳足迹报告等内容。

本文件适用于采用西门子法和流化床法（FBR法）生产的太阳能级与电子级多晶硅产品的碳足迹评价。其他多晶硅生产工艺可参照执行。

本文件的结果可用于企业内部温室气体排放管理、第三方核查、产品环境绩效改进以及绿色制造体系评价等。

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 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 24579 太阳能级多晶硅

ISO 14067:2018 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文件。

3.1 多晶硅 Polysilicon

由冶金级硅经提纯、氯化、还原沉积等工艺制得的高纯度结晶硅材料，可用于太阳能电池片和半导体器件制造。多晶硅生产工艺包括但不限于西门子法和流化床法（FBR法）。

3.2 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。

3.3 产品碳足迹 carbon footprint of a product

产品系统中的温室气体排放量与清除量之和，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。

3.4 功能单位 functional unit

用来量化产品系统功能的基准单位。

注：本文件的功能单位为1kg多晶硅产品。

3.5 生命周期 life cycle

产品相关的连续且相互连接的阶段，包括从原材料获取、能源生产、制造、分销、使用、再利用直至生命末期处理。

3.6 单元过程 unit process

进行生命周期清单分析中，为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

3.7 初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量计算得到的过程或活动的量化值，如工厂实际能耗、物料消耗量等。

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：初级数据可包含温室气体排放因子或温室气体活动数据。

3.8 次级数据 secondary data

不符合初级数据（3.7）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。

3.9 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或研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

3.10 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做的规定。

4 量化目的

开展多晶硅产品碳足迹量化的总体目的是识别并量化产品系统边界内的所有显著温室气体排放与清除，计算1kg多晶硅产品对全球变暖的潜在贡献（以CO_{2e}表示）。

开展产品碳足迹量化研究时，应明确说明以下问题：

- 应用意图，如企业内部碳管理、产品碳标签申报或绿色制造评价；
- 开展研究的理由，如识别高排放环节、优化能源结构、提升资源利用效率；
- 目标受众（如监管机构、行业协会、客户、公众）；
- 若需对外交流碳足迹结果，应符合 GB/T 24025 与 ISO 14026 的要求（如有）。

多晶硅碳足迹量化的结果可为企业制定节能降碳措施提供数据支撑，也可作为生命周期管理(LCA)与碳中和路径分析的重要基础。

5 量化范围

5.1 产品描述

产品描述应确保用户能够清晰识别产品。可参考 GB/T 24579 的要求进行描述，内容包括但不限于：

- a) 产品名称与纯度等级（如太阳能级或电子级多晶硅）；
- b) 主要技术指标（如电阻率、金属杂质含量）；
- c) 生产工艺类型（西门子法或 FBR 法）；
- d) 产品形态（棒状、碎块状或颗粒状）；
- e) 批号、出厂日期及检测部门信息。

5.2 声明单位

产品碳足迹研究应明确规定功能单位或声明单位。功能单位或声明单位应与产品碳足迹研究的目的和范围保持一致。功能单位或声明单位的主要目的是为相关的输入和输出数据的归一化提供参考基

准。因此应对功能单位或声明单位做出明确的定义并使其可量化。本文件涉及的多晶硅及相关产品以声明单位表示，规定如下：

多晶硅产品的声明单位为符合GB/T 24579规定的1kg多晶硅。

5.3 系统边界的设定

多晶硅产品系统边界为“从摇篮到大门（Cradle to Gate）”，即从原材料的开采到多晶硅产品的产出，包括腐蚀、化成等工序，还包括辅助材料和能源(燃料、电力)的生产、运输等上游环节。多晶硅产品的生命周期系统边界见图1,即从辅助材料和能源获取到多晶硅产品离开生产商厂门为止。多晶硅产品生产工艺流程示例图见附录A。在定义系统边界时，不包括任何与生产没有直接关系的生产资料（如下属公司、公司建筑物等）。5.4描述了产品生命周期各个阶段的具体要求。

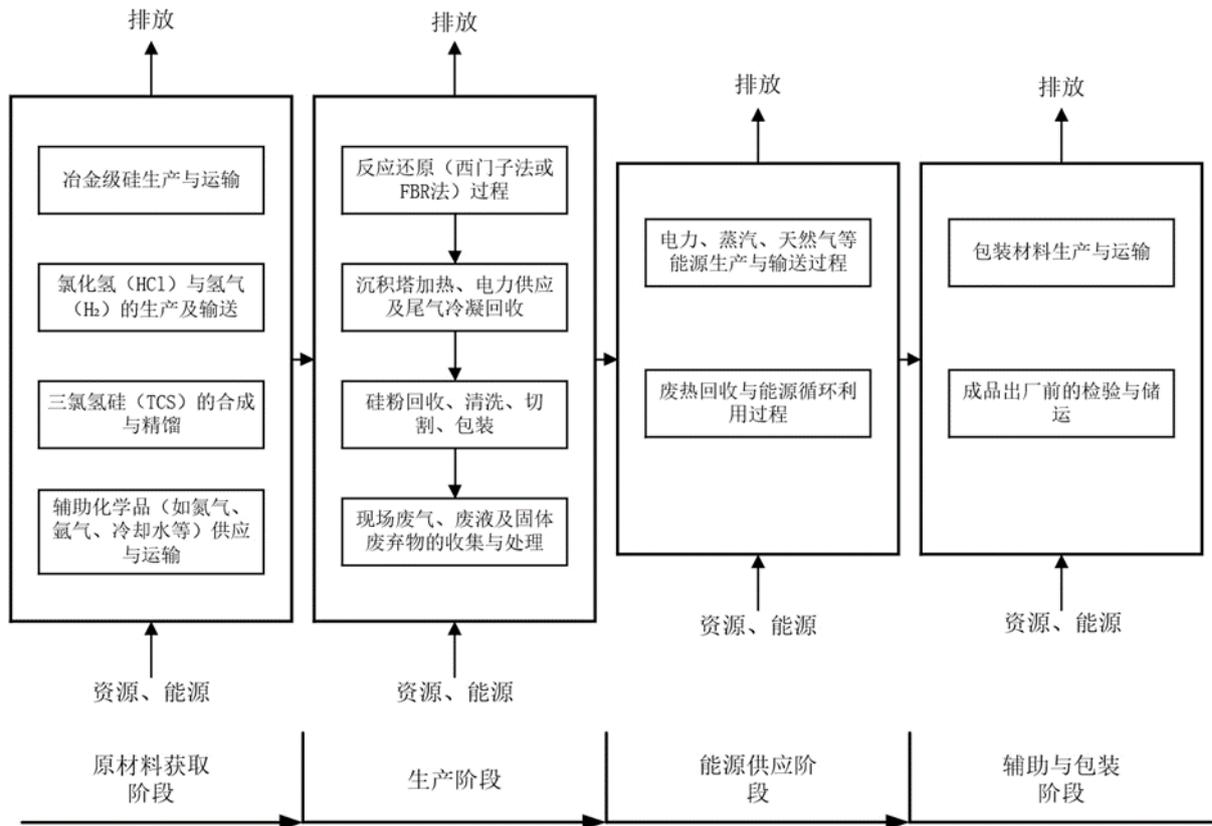


图1 多晶硅产品生命周期系统边界示意图

5.4 生命周期阶段

多晶硅产品生命周期阶段主要包括原材料获取与加工阶段、生产阶段、辅助与能源阶段、分销阶段四个部分。

5.4.1 原材料获取和加工阶段

原材料获取和加工阶段从自然资源开采或初级产品制备开始，至多晶硅生产所需的主要原料运抵工厂终止。进行产品碳足迹评价时，应包括以下过程：

- a) 冶金级硅生产：
 - 硅石 (SiO_2) 与还原剂（焦炭、煤）在电炉中高温还原生成冶金级硅；
 - 主要排放包括：电力消耗、燃料燃烧的 CO_2 、运输排放、炉气逸散；
 - 电力占该环节碳排放量的 70% 以上。
- b) 氯化氢 (HCl) 制备：
 - 氢气 (H_2) 与氯气 (Cl_2) 在燃烧室中反应生成 HCl；
 - 主要排放来源于燃料加热、电解氯气与氢气过程的间接电耗。

- c) 三氯氢硅（TCS）合成与精馏：
 - 冶金级硅与 HCl 在 300℃~350℃ 下反应生成 TCS、四氯化硅（SiCl₄）等；
 - 精馏塔分离纯化过程消耗大量电能与冷却水；
 - 典型排放：燃料燃烧产生 CO₂、冷却系统能耗、尾气中挥发性氯化物（VOCs）逸散。
- d) 辅助原材料制备与运输：
 - 包括氮气、氩气、纯水及包装材料的生产与运输；
 - 氩气制备与压缩为高耗电环节，应计入间接排放。

5.4.2 生产阶段

生产阶段指原料进入多晶硅生产系统起，至成品出厂止。是多晶硅碳足迹的关键阶段，其温室气体排放通常占总排放量的60%~80%。应纳入以下工序：

- a) 还原沉积过程：
 - 西门子法：TCS 在高温还原塔中分解沉积于硅棒表面，生成多晶硅；
 - FBR 法：TCS 在流化床中与氢气反应生成颗粒多晶硅；
 - 电力用于加热和维持沉积温度（1000~1150℃），是碳排放的最大来源；
 - 若采用清洁电力（光伏、电力市场绿证），应记录电源结构比例以便计算碳减排量。
- b) 尾气冷凝与回收：
 - 还原反应尾气经冷凝系统分离 SiCl₄、HCl 及 H₂；
 - SiCl₄与 HCl 可回收至 TCS 合成系统，形成闭环循环；
 - 应计入回收设备能耗与泵送电力消耗。
- c) 清洗与切割：
 - 成品硅棒或颗粒经去除杂质、表面清洗后切割包装；
 - 排放包括清洗用水、电力、压缩气体能耗及废水处理排放。
- d) 废弃物处理：
 - 包括废酸中和、硅粉收集与回收；
 - 硅粉若回收利用，可按物料能值比例扣减排放；
 - 废液（含氯硅酸）经碱液中和后排放或回用，应计入药剂消耗与处理能耗。
- e) 检测与包装：
 - 成品检验、称重、打包入库等活动；
 - 包装材料可使用再生塑料或铝箔包装，建议注明来源与回收率。

5.4.3 辅助材料与能源阶段

该阶段包括为生产过程提供能源和公用工程的系统环节。

- a) 电力与蒸汽供应：
 - 电力为最主要的能源形式，若由外购火电提供，应使用区域平均排放因子（kg CO₂e/kWh）；
 - 蒸汽与热水用于精馏塔及尾气吸收塔，排放主要来源于天然气燃烧。
- b) 气体与冷却系统：
 - 包括制氮、制氩、压缩空气与冷却水循环；
 - 需记录电机、泵及制冷机组电力消耗。
- c) 设备运行与维护：
 - 包括设备加热、抽真空、仪表空气等；
 - 该环节虽占比低，但对系统总碳排放有累积影响。

5.4.4 分销阶段

该阶段指产品从工厂到客户（通常为拉晶或硅片生产企业）的运输与仓储过程。

- 运输方式包括公路、铁路或海运，应根据运输工具类型和吨公里距离计算排放；
- 若企业采用“从摇篮到大门”边界，可选择不计入分销排放，但应在报告中注明理由；
- 若产品需出口或长距离运输，应单独计算国际运输排放。

5.4.5 生命末期阶段

当研究范围扩展至“从摇篮到坟墓”时，生命末期阶段应包括：

- 多晶硅产品在使用后的回收再利用或废弃处理；
- 废硅料回炉再冶炼或填埋处置的能耗与排放；
- 包装材料回收、再生利用或焚烧排放。

此阶段的排放量通常占比小于2%，但若涉及循环再制造，应予以说明。

5.4.6 生命周期阶段的边界说明

多晶硅产品生命周期系统的总体边界如图A.1（附录A）所示。

边界内包括所有直接相关的物料、能源与排放流；

边界外不包括厂房建设、办公能耗及员工交通等非生产性活动。

系统边界的完整性应在报告中明示，并以流程图、输入输出清单或生命周期表格方式展示。

6 取舍准则

在开展多晶硅产品碳足迹量化时，不应将对结果有实质性影响的温室气体排放与清除排除在外。

评价应覆盖至少95%的生命周期排放与清除量。若某单元过程的温室气体排放量低于系统总排放量的1%，可予以舍弃，但累计不应超过5%。

取舍准则不适用于有毒有害物质；所有涉及有毒有害化学品（如氯化物、氢气等）的过程均应纳入评价范围。

舍弃的排放项应提供书面记录，说明舍弃理由、数据来源及潜在影响。

如无法量化某项排放，应说明其在总体排放中的相对比例及不确定性。

7 数据收集

7.1 数据描述

多晶硅产品的碳足迹量化需要收集现场数据和背景数据两类：

7.1.1 现场数据（初级数据）：

现场数据是多晶硅产品生产阶段各工序或单元的活动数据，是基于实际测量、统计等方式得到的生命周期清单数据，如产品生产阶段的原辅料和能源消耗量、水资源消耗量、产品产出量、废弃物排放量以及运输量（包括运输方式、运输距离）等。

7.1.2 背景数据（次级数据）：

背景数据是无法从现有产品系统中获得的，通常来源于现有的本土化或国际LCA数据库、经第三方权威机构认证的产品碳足迹（CFP）或环境产品声明（EPD）报告、公开发表的高质量学术文献等。

可量化背景数据为初级数据，如供应商或服务商提供基于现场数据计算得到的生命周期清单数据；背景数据不能量化则为次级数据，如外购原辅材料和燃料的上游排放因子、运输排放因子、废弃物处置排放因子等。

仅在收集初级数据不可行时，次级数据才能用于输入和输出，或用于重要性较低的过程。引用次级数据宜证明其适用性和可信度，并注明数据来源及选取思路。

7.2 数据质量要求

数据质量应尽量降低偏差和不确定性，评价应包含以下方面：

- a) 时间跨度：数据应为最近一至三年内的平均值；若产品生产不足一年，可使用自投产至评价前的累计数据；
- b) 地域跨度：优先使用与评价对象地理位置（新疆或国内同类型企业）一致的数据；
- c) 技术覆盖面：应反映所用工艺（西门子法、FBR法）的典型技术水平；
- d) 完整性：测量数据覆盖应 $\geq 95\%$ ；
- e) 一致性：方法学和边界应在所有工序中一致，数据可经独立复核；
- f) 准确性与精确性：尽量采用直接测量或校准仪表的数值，减少估算；

- g) 可再现性：对其他独立人员采用同一方法学和数据值信息重现产品碳足迹评价结果的程度的定性评价；
- h) 数据来源：初级数据或次级数据；
- i) 信息的不确定性，如：
 - 1) 参数（如排放因子、活动数据）的不确定性；
 - 2) 情景（如使用阶段情景或生命末期阶段情景）的不确定性；
 - 3) 模型的不确定性。

注：数据质量的相关要求是产品碳足迹—产品种类规则的强制部分。产品碳足迹评价过程中，使用能获取到的、高质量的数据，有利于减少偏向性和不确定性。

7.3 初级数据与次级数据要求

7.3.1 初级数据要求

应从企业实际控制的单元过程获取，如能源计量表、物料台账、排污监测记录等。初级数据应能反映工艺的代表性生产周期。

示例：

- 冶金级硅消耗量（kg/t 产品）
- 电力消耗量（kWh/kg 产品）
- 氢气与氯化氢用量（Nm³/kg 产品）
- 尾气回收量及效率（%）
- 废酸及硅粉排放量（kg/t 产品）

7.3.2 次级数据要求

若无法获取初级数据，可采用次级数据。

应根据7.2的数据质量要求，选择最相关的次级数据来源。来源应优先为国家统计数据、行业数据库或经第三方认证的产品碳足迹（CFP）报告。

若数据存在不确定性，应在报告中定量说明其影响范围。

7.4 数据时间边界与抽样

7.4.1 数据的时间边界要求

数据应覆盖具有代表性的时间段，反映全年生产波动。

若某阶段排放季节性差异较大（如冬季取暖期电耗增加），应以全年加权平均值作为计算依据。

7.4.2 数据的抽样要求

同一企业存在多条生产线或多个厂区时，可选择代表性生产线的样本数据。

样本应覆盖至少 50% 的总产能。

如供应商众多，可选择供应量前 50% 的企业数据进行加权平均。

7.5 各阶段数据收集要求

7.5.1 原材料获取和加工阶段

- a) 应收集初级数据，包括：
 - 1) 冶金级硅、氢气、氯化氢、三氯氢硅投入量；
 - 2) 电力、蒸汽、燃料、水的消耗量；
 - 3) 包装与运输距离、方式、载重及运输燃料类型；
 - 4) 废气（如 HCl、SiCl₄）排放量与处理方式。
- b) 可采用次级数据，包括：
 - 1) 原料生产与运输排放因子；
 - 2) 电力及能源系统排放系数；
 - 3) 废弃物处置排放因子。

7.5.2 生产阶段

- a) 应收集初级数据，包括：
- 1) 还原塔电力消耗 (kWh/kg 产品)；
 - 2) 反应塔冷却水量与循环次数；
 - 3) 氢气循环回收率 (%)；
 - 4) 硅粉回收量与再利用比例；
 - 5) 废气 (SiHCl₃、H₂、HCl) 处理量。
- b) 可采用次级数据，包括：
- 1) 设备运行期间的排放因子 (kg CO₂e/kWh)；
 - 2) 废气燃烧或吸收系统的排放估算系数。

7.5.3 辅助材料与能源阶段

包括制氮、制氩、压缩空气及蒸汽系统能耗，应收集电力、天然气及水的年消耗量，计算对应的CO₂e排放。

7.5.4 辅助材料与能源阶段

应收集多晶硅从厂区至客户的运输距离、方式、燃料类型和吨公里能耗；若不在系统边界内，应在报告中说明。

8 分配和计算

8.1 分配原则

若单元过程产生多个产品或副产物，应尽量避免分配；无法避免时，应按以下顺序：

- a) 优先采用物理关系（如质量、能量含量）进行分配；
- b) 无法建立物理关系时，可按经济价值分配。

多晶硅生产中常见的副产物包括：

- 副产氯化氢 (HCl)；
- 副产氢气 (H₂)；
- 尾气冷凝回收的 SiHCl₃与 SiCl₄。

若副产物被回收再利用，应根据其能源替代效益扣减系统排放量。

8.2 计算方法和公式

数据收集完成后，应对多晶硅产品系统中每一单元过程的温室气体排放与清除进行量化，汇总获得以二氧化碳当量 (kgCO₂e) 表示的多晶硅产品碳足迹。多晶硅产品系统温室气体排放量计算方法见公式 (1)。

$$CFP_{GHG} = \sum[\sum(AD_i \times EF_{LCA,i,j}) \times GWP_j] \dots\dots\dots (1)$$

式中：

CFP_{GHG} ——产品碳足迹或产品部分碳足迹，单位为每功能单位千克二氧化碳当量 (kgCO₂e/功能单位)；

AD_i ——系统边界内，各功能单位中第*i*种活动的GHG排放和清除相关数据（包括初级数据和次级数据），单位根据具体排放源确定；

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

GWP_j ——温室气体*j*的GWP值，数值可参考政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第一工作组评价报告“自然科学基础” (The Physical Science Basis) 中提供的数据。

计算说明：

排放因子 (EF) 应采用国家发布或IPCC推荐值；

若燃料、气体存在多种来源，应采用加权平均排放因子；

各阶段CO₂e应累加至产品功能单位。

9 产品碳足迹结果解释

9.1 概述

结果解释应包括显著环节识别、完整性检查、一致性与敏感性分析、结论与局限性说明。

9.2 显著环节分析

多晶硅碳足迹的主要来源为：

- a) 电力消耗（约占总排放量 60%~70%）；
- b) 氢气与氯化氢生产（约 20%）；
- c) 包装与运输（约 5%）；
- d) 其他辅助环节（制氮、制氩等）。

显著环节的识别可通过敏感性分析确定，即改变输入参数±10%，观察结果变化率。

9.3 完整性与一致性分析

- a) 验证所有工序均在系统边界内；
- b) 方法、单位及计算公式在不同环节间应保持一致；
- c) 若采用估算数据，应说明假设条件。

9.4 显著环节分析

应评估主要排放因子的敏感性，例如电力排放因子、电耗波动、氢气回收率变化等。结果不确定性宜采用±%形式给出。

9.5 结论与建议

碳足迹结果可用于：

- a) 识别减排重点（提高能效、优化回收系统、采用清洁电力）；
- b) 支撑绿色供应链管理与碳披露；
- c) 为行业制定基准值与碳标签标准提供依据。

结论部分应指出数据局限性与改进方向。

10 产品碳足迹评价报告

10.1 一般要求

产品碳足迹评价结果与结论应完整、准确、不带偏向性。报告应透明说明计算方法、数据来源、假设条件及局限性，确保结果可重复、可追溯。

报告应允许其结果用于与评价目的相符的其他用途，如产品环境绩效披露、碳标签认证或生命周期管理。

10.2 报告内容

产品碳足迹评价报告应记录产品碳足迹的量化结果，并陈述在评价目标和内容确定阶段内所做的决定以及证明产品碳足迹评价符合本文件中的要求。报告应包括以下内容：

- a) 基本情况
 - 1) 产品碳足迹评价委托方与评价执行方；
 - 2) 报告编号与发布日期；
 - 3) 声明报告依据本标准（DB65/T XXXX—2025）进行的；
 - 4) 其他补充要求的参考资料。
- b) 评价目标
 - 1) 开展评价的原因与目标；
 - 2) 目标受众与应用场景；
 - 3) 评价的预期用途。

- c) 评价范围
 - 1) 产品说明，包括功能和技术参数；
 - 2) 功能单位；
 - 3) 系统边界说明；
 - 4) 取舍准则；
 - 5) 生命周期各阶段的描述。
- d) 生命周期清单分析
 - 1) 活动数据与数据来源；
 - 2) 主要单元过程清单；
 - 3) 纳入范围的温室气体种类与数量；
 - 4) 排放因子与时间、地理边界说明；
 - 5) 分配原则与方法。
- e) 影响评价与结果
 - 1) 各生命周期阶段碳排放量；
 - 2) 总碳足迹计算结果 (kgCO_{2e}/kg 产品)。
- f) 评价结果解释与结论
 - 1) 主要排放环节及原因分析；
 - 2) 不确定性与假设说明；
 - 3) 改进建议。
- g) 附录与数据支撑材料
 - 1) 原始数据表格；
 - 2) 排放因子来源说明；
 - 3) 核查与验证记录。

注：报告模板见附录C。

11 评价结果有效期

产品碳足迹评价结果有效期因产品生命周期特性的不同而不同，一般不超过三年。当出现以下任一情况时，原评价结果应立即失效，并重新开展碳足迹评价：

- a) 工艺变更导致碳排放变化超过 10%，且持续超过三个月；
- b) 产品配方、能源结构或主要原料来源发生实质变化；
- c) 行业或国家排放因子更新，导致结果偏差超过 5%。

12 保密性

在产品碳足迹评价过程中，企业提供的相关资料（包括能源消耗、配方、生产工艺等）可能涉及商业秘密。

评价机构及各利益相关方应签署保密协议，确保信息仅用于碳足迹核算与验证，不得泄露。

公开披露的报告中，应避免包含涉及企业核心技术、生产成本等敏感信息。

13 产品碳足迹标识与声明

13.1 产品碳足迹标识

企业可依据本标准结果，在产品或包装上使用碳足迹标识。标识应清晰展示产品碳足迹值及功能单位（例如：“本产品碳足迹：72.5 kgCO_{2e}/kg”）。

标识样式宜符合GB/T 24025要求，可包含：

- 标识图案；
- 量化值与单位；
- 核查机构或认证编号；
- 评价周期。

13.2 产品碳足迹声明

关于产品碳足迹评价结果符合本文件的声明应在产品碳足迹评价报告等主要文件或产品的包装上呈现，且应由开展产品碳足迹评价的组织发表。

声明应确定所进行的符合性评价的类型，包括以下两种：

a) 独立第三方认证

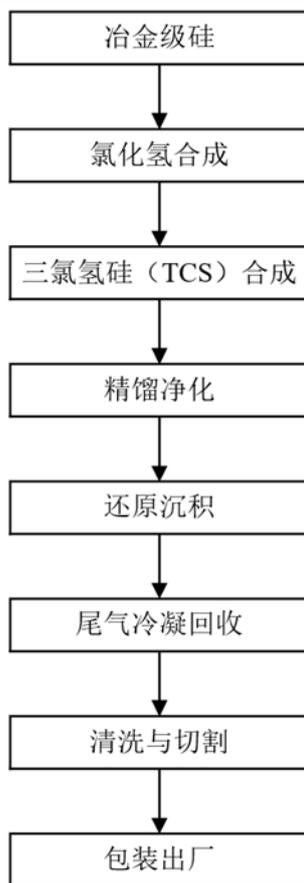
若组织拟证明其产品碳足迹评价结果经独立核实且被证明为符合本文件中的要求，则该产品碳足迹评价结果应由具备资质的独立机构依据本标准对评价结果进行核查与认证。

b) 其他方核证

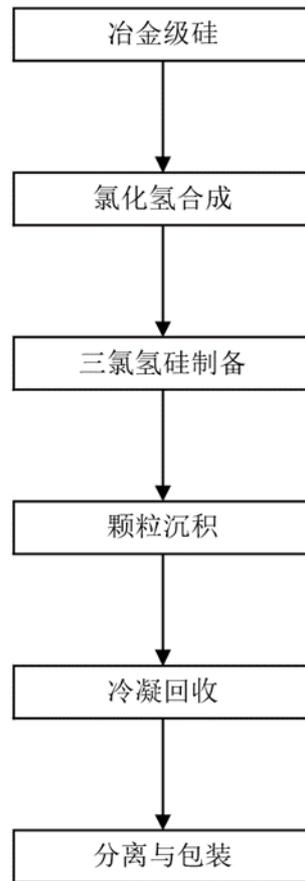
企业可委托具备技术能力的机构核证结果，需注明核证方名称与核证日期。

所有声明应真实、可验证，并标明标准编号“DB65/T XXXX—2025”。

附录 A
(资料性)
多晶硅生产工艺流程示例图



图A.1 西门子法多晶硅产品生产工艺流程图



图A.2 流化床法（FBR 法）多晶硅产品生产工艺流程图

附录 B

(资料性)

多晶硅产品碳足迹评价数据收集表

多晶硅产品碳足迹数据收集模板见表B.1~表B.5。

表B.1 原材料投入表 (**阶段)

序号	项目	原材料用量					运输信息 (从生产地到加工地)					
		消耗量	单位	材料	重量	用途	运输距离 (单位: km)	运输 重量	运输 工具	载重	燃料 类型	百公里 油/电耗
1												
2												
3												
...												

表B.2 能源、资源消耗数据表 (**阶段)

序号	项目	消耗量	单位	用途	数据来源	数据范围	备注
1	电力						
2	蒸汽						
3	天然气						
4	煤						
5	柴油						
6	水						
...	...						

表B.3 三废处理数据表 (**阶段)

序号	项目	产生量	单位	处理方式	数据来源	数据范围	备注
1	废弃物						
2	废气						
3	废水						
...	...						

表B.4 分销阶段数据收集表

成品（含包装）		始发地	目的地	运输距离 (km)	运输方式	运输工具载重	单次运量		燃料类型	百公里油/电耗
重量 (kg)	体积 (m3)						数量	单位		

表B.5 生命末期阶段数据收集表

废弃物信息			处理方式	处置量		处理过程能耗（如有）			运输信息（从废弃物产生到处理地）	
名称	类型	来源		数量	单位	能耗类型	用量	单位	运输距离km	运输方式

附录 C
(资料性)
多晶硅产品碳足迹评价报告模板

产品名称: _____
企业名称: _____
报告编号: _____
评价依据: _____

评价结论: _____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), 从_____ (填写某生命周期阶段)到_____ (填写某生命周期阶段)的此生命周期碳足迹为_____kgCO₂e。

批准人: _____ (签名)
评价机构: _____ (盖章)
批准日期: _____年_____月_____日

A.1 概况

A.1.1 生产者信息

生产单位：_____

单位地址：_____

法定代表人：_____

授权人（联系人）：_____

联系电话：_____

企业概况：_____

A.1.2 产品信息

产品名称：_____

产品功能：_____

产品介绍：_____

产品图片：_____

A.2 产品碳足迹评价目标

披露产品生命周期碳足迹对于产品生产企业的发展而言具有重要意义。企业对产品生命周期温室气体排放进行评价后，可根据评价结果采取有效可行的措施来减少供应链中的碳排放，这样不仅可降低企业能耗，还可节约生产成本并提高企业效益。

披露碳足迹，对消费者而言可使其掌握产品的温室气体排放数据，了解其做出的购买决定对温室气体排放产生的影响。

A.3 产品碳足迹评价结果

A.3.1 功能单位

A.3.2 系统边界

对_____碳足迹的计算涵盖了从_____到_____此生命周期的各个阶段，属于_____（填写“从摇篮到坟墓”和“从摇篮到大门”两者之一）模式，确定生命周期包括以下_____个阶段：

——原材料和能源获取阶段

——产品制造阶段

——产品分销阶段

——产品使用阶段

——生命末期

据此建立_____系统边界如图C.1：

图C.1 _____系统边界图

A.3.3 时间范围

_____年度。

A.3.4 数据来源

活动数据：_____；

排放因子：_____。

A.3.5 清单及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表C.1。

表C.1 _____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
原材料和能源获取		
产品制造(含包装)		
产品分销(含运输)		
产品使用		
生命末期		

A.3.6 结果说明

_____ (每功能单位的产品)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C.2和图C.2所示。

表C.2

生命周期阶段	碳足迹kgCO ₂ e/功能单位	百分比(%)
原材料		
生产		
分销		
生命末期		
总计		

图C.2 _____各生命周期阶段碳排放分布图

附 录 D
(资料性)
全球变暖潜势

部分温室气体的全球变暖潜势见表 D.1。

表D.1 部分温室气体的全球变暖潜势

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
氢氟碳化物 (HFCs)		
HFC-23	CHF ₃	14600
HFC-32	CHF ₂ F	771
HFC-41	CH ₃ F	135
HFC-125	C ₂ HF ₅	3740
HFC-134	CHF ₂ C HF	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 F ₄	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
六氟化硫	SF ₆	25200
注：部分温室气体的全球变暖潜势来源于政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 《气候变化报告2021：自然科学基础第一工作组对政府间气候变化专门委员会第六次评估报告的贡献》。		

参 考 文 献

- [1] GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架
 - [2] GB/T 24025-2009 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序
 - [3] GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架
 - [4] GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南
 - [5] GB/T 24067-2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
 - [6] ISO 14067:2018 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification
 - [7] 政府间气候变化专门委员会（IPCC）第一工作组第六次评价报告“自然科学基础”（The Physical Science Basis）（2021）
-