××××-××-××实施

××××-××-××实施

××××-××-××实施

××××-××-××实施

××××-××-××发布

××××-××-××发布

××××-××-××发布

××××-××-××发布

铝及铝合金阳极氧化膜与有机聚合物膜

第1部分:阳极氧化膜

Anodic oxide coatings and organic polymer coatings on aluminium and its alloys

Part 1: Anodic oxide coatings

（报批稿，2017.11.21）

ICS 25.220.01

H 60

ICS 77.150.10

H 61

ICS 77.150.10

H 61

ICS 77.150.10

H 61

××××-××-××实施

××××-××-××实施

××××-××-××实施

××××-××-××实施

××××-××-××发布

××××-××-××发布

××××-××-××发布

××××-××-××发布

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求

硅多晶

（草案稿）

**Greenhouse gases一Methodology and requirements for quantification of carbon footprint of products一Polysilicon**

团体标准

中华人民共和国国家标准

中华人民共和国国家标准

中华人民共和国国家标准

ICS 77.150.10

CCS M 04

ICS 77.150.10

H 61

ICS 77.150.10

H 61

ICS 77.150.10

H 61

T/CNIA ×××××—20××

××××

代替GB/T XXXXX-XXXX

GB/T XXXXX—××××

代替GB/T XXXXX-XXXX

GB/T XXXXX—××××

代替GB/T XXXXX-XXXX

中国有色金属工业协会

中国有色金属学会 

1. **目 次**

[目 次](#_Toc174037176) I

[前 言 II](#_Toc174037176)

[1 范围 1](#_Toc174037177)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc174037178)

[3 术语和定义 1](#_Toc174037179)

[4 量化目的 3](#_Toc174037196)

[5 量化范围 3](#_Toc174037197)

[6 清单分析 5](#_Toc174037210)

[7 影响评价 6](#_Toc174037215)

[8 结果解释 8](#_Toc174037218)

[9 产品碳足迹报告 8](#_Toc174037221)

[10 产品碳足迹声明 8](#_Toc174037222)

[附录A （资料性） 现场数据采集信息 10](#_Toc174037226)

[附录B （资料性） 次级数据采集信息 13](#_Toc174037227)

[附录C （资料性） 全球变暖潜势 14](#_Toc174037228)

[附录D （资料性） 温室气体排放因子缺省值 15](#_Toc174037229)

[附录E （资料性） 产品碳足迹报告（模板） 18](#_Toc174037230)

[参考文献 22](#_Toc174037231)

1. **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（TC 243）提出并归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX、XXX。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 硅多晶

1 范围

本文件规定工业硅产品碳足迹量化的相关术语、产品种类及描述、产品碳足迹量化界定、数据和数据质量、生命周期各阶段数据收集、产品碳足迹影响评价、产品碳足迹解释及研究报告等内容。

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，注明日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本文件。

GB/T 12963 电子级多晶硅

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 25074 太阳能级多晶硅

GB/T 32150 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

GB/T XXXX　温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

3 术语和定义

GB/T 24025、GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32150、GB/T XXXX界定的术语和定义适用于本文件。

GB/T XXXX-XXXX 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

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：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 XXXXX-XXX，3.2.1]

3.2

产品碳足迹 carbon footprint of a product

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 XXXXX-XXX，3.1.1]

3.3

产品部分碳足迹 partial carbon footprint of a product

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 XXXXX-XXX，3.1.2]

3.4

产品碳足迹绩效追踪 carbon footprint of a product 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 XXXXX-XXX，3.1.11]

3.5

全球变暖潜势 global warming potential

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 XXXXX-XXX，3.2.4]

3.6

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

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 XXXXX-XXX，3.2.2]

3.7

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 XXXXX-XXX，3.2.5]

3.8

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 XXXXX-XXX，3.2.6]

**3.9**

温室气体排放因子 greenhouse gas emission factor

活动数据与温室气体排放相关的系数。

注：温室气体排放因子包括现场温室气体排放因子和生命周期温室气体排放因子。

[来源：GB/T XXXXX-XXX，3.2.7]

3.10

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 XXXXX-XXX，3.3.2]

3.11

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 XXXXX-XXX，3.3.3]

3.12

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 XXXXX-XXX，3.3.4]

3.13

声明单位 declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

[来源：GB/T XXXXX-XXX，3.3.8]

3.14

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 XXXXX-XXX，3.6.1]

3.15

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（3.1.2.5）和温室气体清除量。

[来源：GB/T XXXXX-XXX，3.6.2]

3.16

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 XXXXX-XXX，3.6.3]

4 量化目的

开展硅多晶产品碳足迹研究的总体目的是结合取舍准则，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，按贡献值分析产品的碳排放热点，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 产品描述

依据硅多晶对应的产品标准描述产品系统及其功能，同时清晰描述产品名称、产品定义、产品执行标准、产品生产工艺、应用方向等信息。

5.2 系统边界

5.2.1 边界设定

硅多晶产品“从摇篮到大门”的碳足迹量化范围，主要包含原料和能源获取阶段、原料和能源运输阶段，硅多晶生产阶段。

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。硅多晶产品生命周期的系统边界如图1和图2所示，即从工业硅等获取到硅多晶产品离开制造商厂门为止。



图1 改良西门子法硅多晶产品生命周期系统边界图



图2 流化床法硅多晶产品生命周期系统边界图

5.2.2 原料和能源获取阶段

原料和能源获取阶段主要包括：

1. 主要原料获取过程：如工业硅加工过程的能源、资源、耗材投入和废弃处理等相关过程；
2. 次要原料获取过程：如三氯氢硅、硅芯、氯硅烷、硅烷气、液氯的加工等过程；
3. 包装材料的生产过程；
4. 天然气、电、柴油等能源产品的提取、精炼过程。

5.2.3 原料和能源运输阶段

原料和能源运输阶段主要包括原料、能源等从产地到硅多晶产品生产企业的运输和输送。

5.2.4 硅多晶生产阶段

硅多晶产品的生产工艺主要分为改良西门子法、流化床法：

* + - * 1. 改良西门子法硅多晶产品生产过程包括：

主要生产系统：三氯氢硅合成、三氯氢硅精馏提纯、四氯化硅氢化、还原、还原尾气干法回收、产品包装、硅芯制备、氢气制备等；

辅助生产系统：纯水、脱盐水、氮气、压缩空气、蒸汽锅炉、空调设备、厂内运输、“三废”处理等。

* + - * 1. 流化床法颗粒硅产品的生产过程包括：

主要生产系统：三氯氢硅合成、硅烷制备、流化床反应、产品冷却、产品脱气、产品包装、氢气回收等；

辅助生产系统：纯水、脱盐水、压缩空气、蒸汽锅炉、空调设备、厂内运输、“三废”处理等。

5.3 声明单位

硅多晶碳足迹量化的声明单位为“生产1t某生产工艺某类别的硅多晶”，如生产1t改良西门子法太阳能级硅多晶、生产1t流化床法太阳能级颗粒硅。

5.4 取舍准则

所涉及的物质和能量数据的取舍应遵循如下准则：

1. 所有的能源输入均需列出，包括使用的含能废弃物；
2. 应列出主要的原料及辅料输入，若符合c）和d）要求则可忽略；
3. 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；
4. 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。
5. 道路与厂房等基础设施的建设、各工序设备的制造、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均可忽略。

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不低于50%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** |
| 原料和能源获取阶段 | 1. 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 |
| 1. 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 |
| 1. 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 |
| 原料和能源运输阶段 | 1. 原料与能源的运输量、运输距离、运输方式； | 应使用现场数据； |
| 1. 不同运输方式的温室气体排放因子 | 可使用次级数据； |
| 硅多晶生产阶段 | 1. 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 |
| 1. 煤、天然气、柴油（固定源和移动源）等能源的消耗量； | 应使用现场数据 |
| 1. 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 |
| 1. 制冷剂逸散量； | 应使用现场数据 |
| 1. 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：

1. 完整性。根据数据取舍准则（5.4）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；
2. 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；
3. 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 次级数据可按表B.2进行数据质量评价。采集质量应满足以下要求：

1. 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；
2. 完整性。应涵盖系统边界规定的所有单元过程；
3. 一致性。同一机构对同类产品次级数据的选择应保持一致。

6.3 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，替换的数据应满足数据质量要求（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：

1. 优先通过细分单元过程避免数据分配；
2. 若数据分配无法避免，则应使用物理关系参数（如产量等）进行分配；
3. 若质量分配法不可行，则可采用经济价值分配法；
4. 对于闭环里循环使用的共生产品，不需要分配；
5. 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。

7 影响评价

7.1 计算方法

7.1.1 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）。

（1）

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *CFPGHG* | — | 产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每声明单位（kg CO2 e/声明单位）； |
| *CFPA1,i* | — | 产品在原料和能源获取阶段的产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e），计算方法见公式（2）； |
| *CFPA2,i* | — | 产品在原料和能源运输阶段的产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e），计算方法见公式（3）； |
| *CFPA3,i* | — | 产品在产品生产阶段的产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e），计算方法见公式（4）。 |

7.1.1 原料和能源获取过程

原料和能源获取过程温室气体排放计算方法见公式（2）。

（2）

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Mj* | — | 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； |
| *CEFi,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，其中使用的电力排放因子应为电力生命周期碳足迹因子。 |

7.1.3 原料和能源运输过程

原料和能源运输过程温室气体排放计算方法见公式（3）。

（3）

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Mj* | — | 第*j*种原料或能源（仅包含燃料）消耗量，单位为吨（t）； |
| *Dj,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）； |
| *TEFi,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每千米[kgCO2e/(t km)]。 |

7.1.4 产品生产过程

每声明单位产品生产过程的温室气体排放计算方法见公式（4）。

（4）

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | — | 产品生产阶段中能源燃烧产生的第*i*类温室气体排放量，按式（5）计算，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）； |
|  | — | 产品生产阶段中能源作为原料产生的第*i*类温室气体排放量，按式（6）计算，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）； |
|  | — | 产品生产阶段中制冷剂逸散产生的第*i*类温室气体排放量，按式（7）计算，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e） |
|  | — | 产品生产阶段中废弃物处理产生的第*i*类温室气体排放量，按式（8）计算，单单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）； |

产品生产阶段中能源燃烧的温室气体排放计算方法见公式（5）。

（5）

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | — | 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（104Nm3）； |
|  | — | 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（GJ/104Nm3）； |
|  | — | 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（kgCO2e/GJ）。 |
| 注：燃烧方式包括固定源燃烧和移动源燃烧。 | | |

产品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（6）。

（6）

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | — | 第*i*种化石燃料作为原料的消耗量，单位为吨（t）； |
|  | — | 第i种化石燃料作为原料分解的排放因子，单位为（kgCO2e /t）； |

产品生产阶段中制冷剂的逸散的温室气体排放计算方法见公式（7）。

（7）

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | — | 第i种制冷剂的逸散量，一般为核算时间范围内的制冷剂充装量，单位为t； |
|  | — | 第i种制冷剂的温室气体潜势，详见附录C，单位根据制冷剂类型确定。 |

产品生产阶段中废弃物处理的温室气体排放计算方法见公式（8）。

（8）

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | — | 第i种废弃物的处置量，单位为t； |
|  | — | 第i种废弃物对应的处置排放因子，详见附录D，单位为kgCO2e/t。 |

7.2 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，如通过市场化交易购入使用的非化石能源电力消费量。

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：

1. 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）；
2. 完整性、一致性和敏感性分析的评估；
3. 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和范围进行结果解释，解释应包括以下内容：

1. 说明产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
2. 分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；
3. 详细记录选定的分配程序；
4. 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。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 XXXX第7章的要求，报告模板见附录E。

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：

1. 产品功能、技术性能和用途是相同的；
2. 功能单位是相同的，系统边界的选取是等同的；
3. 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）；
4. 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，以改进水泥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、A.2。

表A.1 改良西门子法硅多晶数据收集表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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[[1]](#footnote-1)）/实际产量 | | | 种类1： ：产量 吨。  种类2： ：产量 吨。  ... | | | | | |
| 执行产品标准 | | |  | | | | | |
| 时段：XXXX年 | 起始月：XX月 | | | | | | 终止月：XX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 | |  |  |  | |  | |  |  |
| 4、能源消耗 | | | | | | | | | |
| 能源类型 | | 数量 | 单位 | | 数据来源 | | | | 备注 |
| 电力 | |  |  | |  | | | |  |
| 天然气 | |  |  | |  | | | |  |
| 外购热力 | |  |  | |  | | | |  |
| 5、制冷剂逸散 | | | | | | | | | |
| 制冷剂类型 | | 数量 | 单位 | | 数据来源 | | | | 备注 |
| 氟利昂R22 | |  |  | |  | | | |  |
| 氟利昂R23 | |  |  | |  | | | |  |
| R134a | |  |  | |  | | | |  |
| …… | |  |  | |  | | | |  |
| 6、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 | |  |  | |  | | | |  |
| 7、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 | |  |  | |  | | | |  |
| a 企业根据实际情况填写，可对表格进行增删。  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收集表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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[[2]](#footnote-2)）/实际产量 | | 种类1： ：产量 吨。  种类2： ：产量 吨。  ... | | | | | | | |
| 执行产品标准 | |  | | | | | | | |
| 时段：XXXX年 | | | | | 起始月：XX月 | | | 终止月：XX月 | | |
| 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 |
| 电力 |  |  | | | |  | | | |  |
| 天然气 |  |  | | | |  | | | |  |
| 外购热力 |  |  | | | |  | | | |  |
| 5、制冷剂逸散 | | | | | | | | | | |
| 制冷剂类型 | 数量 | 单位 | | | | 数据来源 | | | | 备注 |
| 二氧化碳 |  |  | | | |  | | | |  |
| 氟利昂R22 |  |  | | | |  | | | |  |
| 氟利昂R23 |  |  | | | |  | | | |  |
| R134a |  |  | | | |  | | | |  |
| …… |  |  | | | |  | | | |  |
| 6、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 |  |  | | | |  | | | |  |
| 7、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 |  |  | | | |  | | | |  |
| a 企业根据实际情况填写，可对表格进行增删。  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

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 | 区域相关性 | 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 |  |  |  |  |  |

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 | | CO2 | 1 |
| 2 | 甲烷 | | CH4 | 27.9 |
| 3 | 氧化亚氮 | | N2O | 273 |
| 4 | 氢氟碳化物 | HFC-23 | CHF3 | 14600 |
| HFC-32 | CH2F2 | 771 |
| HFC-41 | CH3F | 135 |
| HFC-125 | CHF2CF3 | 3740 |
| HFC-134 | CHF2CHF2 | 1260 |
| HFC-134a | CHFCF3 | 1530 |
| HFC-143 | CH2FCHF2 | 364 |
| HFC-143a | CH3CF3 | 5810 |
| HFC-152a | CH3CHF2 | 164 |
| HFC-227ea | CF3CHFCF3 | 3600 |
| HFC-236fa | CF3CH2CF3 | 8690 |
| HFC-245fa | CHF2CH2CF3 | 962 |
| 5 | 全氟化碳 | PFC-14 | CF4 | 7380 |
| PFC-116 | C2F6 | 12400 |
| PFC-218 | C3F8 | 9290 |
| PFC-31-10 | C4F10 | 10000 |
| PFC-C-318 | c-C4F8 | 10200 |
| PFC-41-12 | n-C5F12 | 9220 |
| PFC-51-14 | n-C6F14 | 8620 |
| 6 | 六氟化硫 | | SF6 | 24300 |
| 7 | 三氟化氮 | | NF3 | 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，应采用最新的公布数据。 | | | | |

附录D  
（资料性）  
温室气体排放因子缺省值

温室气体排放因子缺省值见D.1~ D.6。

D.1. 原辅材料生命周期温室气体排放因子

硅多晶产品原辅材料的上游生产生命周期温室气体排放因子缺省值如表D.1所示。

表D.1 硅多晶原辅材料上游生产生命周期温室气体排放因子

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 原辅材料 | 上游生产生命周期温室气体排放因子  （kgCO2e/m3，kgCO2e/kg） | 原辅材料 | 上游生产生命周期温室气体排放因子  （kgCO2e/m3，kgCO2e/kg） |
| 工业硅 | 19.62 | 纯水 | 15.35 |
| 三氯氢硅 | 4.35 | 工业水 | 12.32 |
| 四氯化硅 | 4.06 | 片碱 | 1.59 |
| 天然气 | 0.017 | 分散剂 | 4.39 |
| 氢气（天然气） | 13.80 | 垫片 | 2.40 |
| 氢气（电解水） | 6.46 | 液氩 | 1.55 |
| 石墨制品 | 1.36 | 消泡剂 | 3.66 |
| 无水氯化铜 | 3.31 | 裂解催化剂 | 0.52 |
| 制冷剂 | 15897.73 |  |  |

D.2 包装材料生命周期温室气体排放因子

硅多晶产品包装材料的上游生产生命周期温室气体排放因子缺省值如表D.2所示。

表D.2 硅多晶包装材料上游生产生命周期温室气体排放因子

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 原辅材料 | 上游生产生命周期温室气体排放因子  （kgCO2e/m3，kgCO2e/kg） | 原辅材料 | 上游生产生命周期温室气体排放因子  （kgCO2e/m3，kgCO2e/kg） |
| 包装纸箱 | 1.61 | 铜板标签纸 | 5.78 |
| 聚乙烯袋 | 2.50 | 打包带 | 4.72 |
| 珍珠棉 | 3.04 | / | / |

D.3 原辅材料及包装材料运输生命周期温室气体排放因子

硅多晶产品原辅材料和包装材料的运输生命周期温室气体排放因子缺省值如表D.3所示。

表D.3 运输生命周期温室气体排放因子

|  |  |
| --- | --- |
| 运输方式类别 | 生命周期温室气体排放因子[kgCO2e/(t·km)] |
| 轻型汽油货车运输（载重2t） | 0.334 |
| 中型汽油货车运输（载重8t） | 0.115 |
| 重型汽油货车运输（载重l0t） | 0.104 |
| 重型汽油货车运输（载重18t） | 0.104 |
| 轻型柴油货车运输（载重2t） | 0.286 |
| 中型柴油货车运输（载重8t） | 0.179 |
| 重型柴油货车运输（载重10t） | 0.162 |
| 重型柴油货车运输（载重18t） | 0.129 |
| 重型柴油货车运输（载重30t） | 0.078 |
| 重型柴油货车运输（载重46t） | 0.057 |
| 电力机车运输 | 0.010 |
| 内燃机车运输 | 0.011 |
| 铁路运输（中国市场平均） | 0.010 |
| 液货船运输（载重2000t） | 0.019 |
| 干散货船运输（载重2500t） | 0.015 |
| 集装箱船运输（载重200T EU） | 0.012 |

D.4 化石能源温室气体排放因子

D.4.1 化石燃料燃烧温室气体排放因子

包括化石燃料上游生产过程的生命周期温室气体排放，以及化石燃料作为燃料燃烧的现场温室气体排放，如表D.4.1所示。

表D.4.1 常见化石燃料燃烧温室气体排放因子

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 燃料种类 | 上游生产生命周期温室气体排放因子  （kgCO2e/m3，kgCO2e/kg） | 燃料燃烧现场温室气体排放因子  （kgCO2e/m3，kgCO2e/kg） |
| 天然气 | 0.64 | 2.16 |
| 汽油 | 0.81 | 2.93 |
| 柴油 | 0.67 | 3.17 |

D.4.2 化石燃料作为原料温室气体排放因子

包括化石燃料上游生产过程的生命周期温室气体排放，以及化石燃料作为原料分解的现场温室气体排放，如表D.4.2所示。

表D.4.2 常见化石燃料作为原料温室气体排放因子

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 燃料种类 | 上游生产生命周期温室气体排放因子  （kgCO2e/m3，kgCO2e/kg） | 原料分解现场温室气体排放因子  （kgCO2e/m3，kgCO2e/kg） |
| 天然气 | 0.64 | 2.18 |
| 汽油 | 0.81 | 2.99 |
| 柴油 | 0.67 | 3.20 |

D.5 外购蒸汽生命周期温室气体排放因子

根据硅多晶生产过程中使用的蒸汽类型，从表D.5中选择对应的蒸汽类型上游生产的生命周期温室气体排放因子。

表D.5 外购蒸汽上游生产温室气体排放因子

|  |  |
| --- | --- |
| 蒸汽参数 | 上游生产生命周期温室气体排放因子（kgCO2e/MJ） |
| 余热蒸汽 | 0 |
| 其他蒸汽 | 0.0689 |

D.6 废弃物处置生命周期温室气体排放因子

根据硅多晶生产过程中产生的废弃物类型，从表D.6中选择对应的废弃物类型下游处置过程的生命周期温室气体排放因子。

表D.6 各类废弃物下游处置过程生命周期温室气体排放因子

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 废弃物类型 | 下游处置过程生命周期温室气体排放因子  （kgCO2e/kg） | 废弃物类型 | 下游处置过程生命周期温室气体排放因子（kgCO2e/kg） |
| 废水 | 15.32 | 危废 | 0.21 |
| 固废 | 0.05 | 污泥 | 0.13 |

附录E  
（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

口原材料获取阶段 口生产阶段 口分销阶段 口使用阶段 口生命末期阶段

系统边界图：

图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/声明单位） |
| 原料与能源获取 |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 原料和能源运输阶段 |  |  |  |
|  |  |  |
| 硅多晶生产阶段 |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

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 CO2e/声明单位） | 百分比（%） |
| 原料与能源获取 |  |  |
| 原料和能源运输阶段 |  |  |
| 硅多晶生产阶段 |  |  |
| 总计 |  |  |

图 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E中表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. Good practice guidance for calculation of primary aluminium and precursor product carbon footprints – Aluminium carbon footprint good practice guidance v2.0.
2. ISO 14026:2017 Environmental labels and declarations - Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information.
3. ISO/TS 14027:2017 Environmental labels and declarations - Development of product category rules.
4. ISO/TS 14067:2018 Greenhouse gases-Carbon footprint of products-Requirements and guidelines for quantification and communication.
5. The aluminium sector greenhouse gas protocol – greenhouse gas emissions monitoring and reporting by the aluminium industry .
6. PAS 2050:2008 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse emissions of goods and services.
7. ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works — Core rules for environmental product declarations of construction products and services.
8. WRI 和 WBCSD《温室气体议定书：产品寿命周期核算与报告标准》， 世界资源研究所和世界可持续发展工商理事会，2011年
9. IPCC《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》，由国家温室气体清单计划 Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds) 编制， IGES， 日本， 2006年

1. ） 按产品对应标准要求进行分类 [↑](#footnote-ref-1)
2. ） 按产品对应标准要求进行分类 [↑](#footnote-ref-2)