

团 体 标 准

T/ FSI 191—2025

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 无水氟化氢

Greenhouse gases — Methodology and requirements for
quantification of carbon footprint of products — Anhydrous
hydrogen fluoride

2025-10-31 发布

2025-12-31 实施

中国氟硅有机材料工业协会 发 布

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。

本文件由中国氟硅有机材料工业协会提出。

本文件由中国氟硅有机材料工业协会标准化委员会归口。

本文件起草单位：浙江省化工研究院有限公司、内蒙古三爱富万豪氟化工有限公司、蓝晨光成都检测技术有限公司、内蒙古永和氟化工有限公司、中蓝晨光化工研究设计院有限公司。

本文件主要起草人：徐娇、李嘉旭、王亦呈、刘芳铭、陈文亮、陈敏剑、温帅、孙彦波。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 无水氟化氢

1 范围

本文件规定了无水氟化氢碳足迹评价的术语和定义、评价范围、数据收集、数据分配、数据计算及数据质量分析的要求以及产品碳足迹信息披露等内容。

本文件适用于“萤石-硫酸法”制备的无水氟化氢产品碳足迹评价及不同形式的碳足迹信息交流。

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 7746 工业无水氟化氢

GB/T 24024—2001 环境管理 环境标志和生命 I型环境标志 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 24067—2024《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》

GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

ISO 14064-1:2018 温室气体 第一部分 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）

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）。

PAS 2050:2011 商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范（Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services）

3 术语和定义

GB/T 7746、GB/T 24040—2008、GB/T 24067—2024界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无水氟化氢 anhydrous hydrogen fluoride; AHF

主要作为制取电子级氢氟酸、氟化剂、氟卤烷烃及其他含氟产品等的原料，其品质应符合GB/T 7746中合格品要求。

3.2

产品碳足迹 carbon footprint of product; CFP

产品系统中的温室气体排放量和温室气体清除量之和，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别进行生命周期评价。

[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温室气体排放量和温室气体清除量之和，并以二氧化碳当量表示。

[来源： GB/T 24067—2024， 3.1.2]

3.4

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、云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：本文件中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）与三氟化氮（NF₃）

[来源： GB/T 24067—2024， 3.2.1]

3.5

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent; CO₂e

在辐射强迫上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

[来源： GB/T 24067—2024， 3.2.2]

3.6

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， 3.2.3]

3.7

生命周期 life cycle

指产品的一系列连续且相互联系的阶段，包括原材料获取或从自然资源中生成原材料以及生命末期处理。

[来源： GB/T 24067—2024， 3.4.2]

3.8

功能单位 functional unit

用来量化产品系统功能的基准单位。

[来源： GB/T 24067—2024， 3.3.7]

3.9

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 24067—2024， 3.3.8]

3.10

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]

3.11

输入 input

进入一个单元过程的产品、物质、能量流。

[来源：GB/T 24040—2008，3.21]

3.12

输出 output

离开一个单元过程的产品、物质、能量流。

[来源：GB/T 24040—2008，3.25]

3.13

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 24067—2024，3.3.3]

3.14

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]

3.15

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 24067—2024，3.3.6]

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的规定。

[来源：GB/T 24067—2024，3.4.1]

3.17

实质性贡献 material contribution

任何一个温室气体排放来源的贡献都超过了与被评估产品相关的预期温室气体排放总量的1%。

[来源：PAS 2050: 2011，3.31]

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，其中初级数据可来自所评价的产品系统或其他与所评价的产品系统具有可比性的产品系统，并包含温室气体排放因子。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.1]

3.19

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。次级数据可包括数据库和公开文献中的数据、国家清单中的缺省排放因子、计算数据、估计值或其他经主管部门验证的代表性数据，并包括从代替过程或估计获得的数据。

4 评价原则

依据本文件对无水氟化氢产品进行碳足迹计算与评价时，应遵循以下原则：

- a) 生命周期为基础：应考虑产品全生命周期中与碳足迹相关的所有因素，如果未覆盖生命周期的所有阶段，应对此进行说明；
- b) 完整性：产品碳足迹评价应包括对产品碳足迹有实质性贡献的所有温室气体的排放与清除；
- c) 一致性：在产品碳足迹评价的整个过程中应采用相同的假设、方法和数据，以得到与评价目标和内容相一致的结论；
- d) 准确性：碳足迹量化应具有准确性、可验证性、相关性且无误导性，尽量减少偏差和不确定性。

5 产品碳足迹评价

5.1 目标与范围

5.1.1 评价目标

确定产品碳足迹评价的具体目标时，应明确陈述以下方面：

- a) 应用意图；
- b) 开展该项研究的理由；
- c) 目标受众（即研究结果的接收者）；
- d) 结果是否用于向公众发布的对比论断。

5.1.2 评价内容

在碳足迹评价报告中需要详细描述无水氟化氢产品。产品描述内容至少包括以下内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品主要技术指标或参数；
- c) 产品质量证明文件；
- d) 产品工艺类型；
- e) 产品标志。

5.1.3 申明单位

1吨无水氟化氢。

5.1.4 系统边界的设定

无水氟化氢产品碳足迹评价的系统边界为从“摇篮”到“大门”，包括三个阶段：原辅材料获取、原材料运输和产品生产阶段。其生产工艺流程图参考图 1。

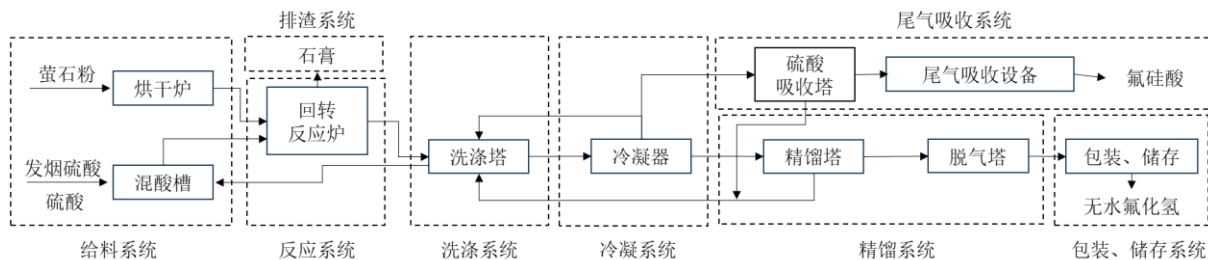


图 1 无水氟化氢产品生产工艺流程图

注：本图来源：GB/T 28603-2012，6.3

无水氟化氢产品碳足迹评价系统边界示例见图 2。

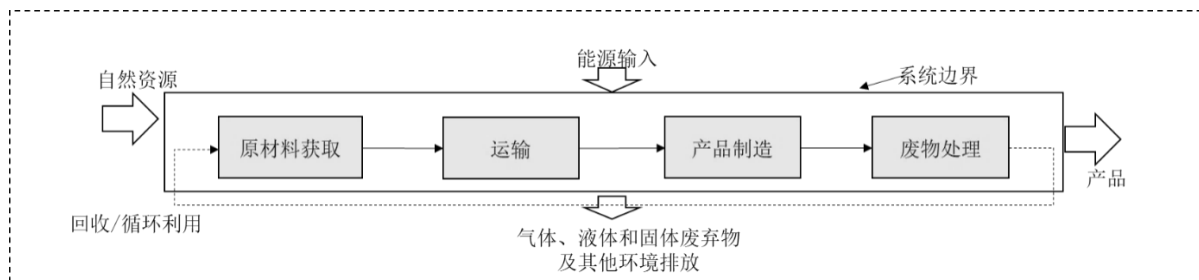


图 2 无水氟化氢产品碳足迹评价系统边界示意图

5.1.5 系统边界的排除

以下温室气体排放不应纳入系统边界：

- 各个过程和（或）预处理过程中的人力输入；
- 生产设备、建筑物和其他资本货物的制造；
- 员工生活、通勤、差旅等活动产生的能源消耗以及生活垃圾部分；
- 办公室、食堂、澡堂等生产相关服务设施所产生的能源消耗；
- 研究和开发活动。

5.1.6 取舍准则

无水氟化氢产品碳足迹研究包括所研究系统的所有单元过程和流。所涉及的数据的取舍应遵循以下原则：

- 原材料投入、工艺过程、能源消耗等排放活动都必须包括在产品碳足迹中；
- 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（术语 3.17）时，可将其作为数据排除项排除；
- 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%，且应在碳足迹报告中予以说明；
- 在输入和对产品碳足迹的影响不明确的情况下，应使用通用数据进行总体计算，确定是否可以应用取舍（迭代方法）。

5.1.7 生命周期阶段

5.1.7.1 原辅材料获取

无水氟化氢的原辅材料获取阶段包括：生产上游的石化产品生产过程，萤石矿开采过程及上游供应链的运输过程。

5.1.7.2 原辅材料运输

原辅材料运输阶段应包括生产无水氟化氢所需的原辅材料从供应商到产品生产企业的运输过程。

5.1.7.3 产品生产阶段

无水氟化氢的生产阶段应包括以下单元：

- a) 生产过程中燃料、电力、蒸汽、循环水等能源消耗；
- b) 生产过程中温室气体的逃逸；
- c) 生产过程中废弃物处理。

5.2 数据收集

5.2.1 单元过程的划分

5.2.1.1 单元过程的划分原则是保持核算边界内生产过程的完整性、数据的可获得性和可核查性。单元过程不等同于生产工序，可根据数据的可得性和完整性，把多个工序划分为一个单元过程。各单元过程输入的原材料和能量，以及输出的中间产品、副产品和废弃物的量需要可获取。

5.2.1.2 单元过程的划分还要能够计算各个单元过程温室气体排放，以及跟单元过程温室气体排放对排放的贡献率，用来支持产品、技术和管理的改进。

5.2.1.3 宜画出需要获取的单元过程流程示意图，用于企业数据收集和计算。每个单元过程都应单独收集数据。单元过程流程示意图至少应当包括以下几点：

- a) 所定义的生命周期阶段；
- b) 每个生命周期阶段各单元过程的输入和输出的原材料/能量和产品/废弃物；
- c) 明确从系统边界内排除的任何过程。

5.2.2 数据收集信息种类

数据的收集信息种类可参考附录 A。

5.2.2.1 原辅材料获取阶段数据

原辅材料获取阶段需要收集定义生命周期内企业生产无水氟化氢的全部原材料消耗量，应对数据的获得方式及来源予以说明。

原材料消耗数据来源包括但不限于生产日报/月报/年报、库存记录、原材料用量统计台账等，数据应采用初级数据。

原材料排放因子宜采用实测法测定，如果难以实现，可采用相关数据库数据。

5.2.2.2 原辅材料运输阶段数据

原材料运输阶段需收集定义生命周期无水氟化氢生产所有原材料的运输数据。应收集初级数据的项目包括：

- a) 进入生产企业的原料、辅料、包装材料的运输方式；
- b) 每种运输方式的运输数量和重量；
- c) 每种运输方式的吨公里数；
- d) 每种运输方式的燃料消耗量，或其它可计算获得燃料消耗量的数据。

原辅材料运输相关的温室气体排放与清除因子可收集次级数据。

5.2.2.3 产品生产阶段数据

下列项目应收集初级数据：

- a) 各原辅料的投入量；
- b) 包装材料投入量；
- c) 电力、蒸汽、燃料等能源消耗量；
- d) 水消耗量；
- e) 废水和废弃物的产生量。

下列项目可收集次级数据：

- a) 能源、水消耗相关的温室气体排放因子与清除因子；
- b) 废水和废弃物处理相关的温室气体排放与清除因子；
- c) 生产过程中的温室气体排放因子。

5.3 数据分配

如果条件允许，宜避免分配。若共生产品的比例非常小（质量或体积≤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（质量）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×单价，产值根据多年平均价格（可比价格）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。

d) 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。

5.4 数据计算

以申明单位为基准的温室气体排放总量应包括原材料获取阶段、产品生产阶段、产品运输阶段涉及的所有单元过程，计算公式见公式（1）：

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

式中：

CFP——产品碳足迹，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$E_{\text{原材料}}$ ——原材料获取阶段温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 $E_{\text{运输}}$ ——原辅材料运输阶段温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 $E_{\text{生产}}$ ——产品生产阶段温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）。

各阶段的碳足迹为该阶段不同单元过程的排放总量之和，计算见公式（2）：

$$E_s = \sum_{i=1}^n AD_{s,i} \times EF_{s,i} \times GWP_{s,i} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

E_s ——产品第 s 个生命周期阶段的碳足迹，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）
 i ——该生命周期各阶段单元过程编号，i=1、2、3、...n；
 $AD_{s,i}$ ——该生命周期阶段 j 单元过程活动数据；
 $EF_{s,i}$ ——该生命周期阶段 j 单元过程活动排放因子；
 $GWP_{s,i}$ ——相应的全球增温潜势值（GWP）。

5.5 数据质量分析

5.5.1 数据质量分级

根据数据代表差异性，采用 5 级定分制来定义数据质量。数据质量等级 1-5 级分别对应分值为 5 分、4 分、3 分、2 分、1 分。

表 1 数据质量分级表

数据质量等级	数据质量定性描述	数据质量定量得分
5 级	卓越的	5
4 级	非常好的	4
3 级	好的	3
2 级	公平的	2
1 级	差的	1

5.5.2 数据质量评分表

应按照表 2 和表 3 分别对活动数据和排放因子数据的质量从数据准确性（P）、时间代表性（TiR）、技术代表性（TeR）、地理代表性（GeR）4 个方面进行数据质量评分。

表 2 活动数据质量评分表

数据得分	数据准确性（P）	时间代表性（TiR）	技术代表性（TeR）	地理代表性（GeR）
5	实际测量值	原始数据为报告评价年份数据	使用的技术与数据集范围内的技术完全相同	企业数据
4	基于部分测量数据或国家/国际标准的计算	原始数据为报告评价年份 2 年内数据	使用的技术包括在数据集范围内的技术组合中	省内数据

3	相同工艺、设备的经验排放数据	原始数据为报告评价年份 4 年内数据	使用的技术仅部分包含在数据集范围内	国内数据
2	国内相关数据：省内数据、相关文献、行业内专家经验的估算值等	原始数据为报告评价年份 6 年内数据	使用的技术与数据集范围中包含的技术类似	亚洲数据
1	国际相关数据	原始数据为报告评价年份 6 年以上数据，或未指定时间有效期	使用的技术不同于数据集范围中包含的技术	国际数据，但根据专家判断，估计有足够的相似性

表 3 排放因子数据质量评价表

数据得分	数据准确性 (P)	时间代表性 (TiR)	技术代表性 (TeR)	地理代表性 (GeR)
5	测量或质量平衡获得的排放因子	报告发布日期在数据集的时间有效期内	使用的技术与数据集范围内的技术完全相同	建模的过程发生在企业
4	供应商提供的排放因子	报告发布日期不晚于数据集有效期后 2 年	使用的技术包括在数据集范围内的技术组合中	建模的过程发生在省内
3	区域排放因子	报告发布日期不晚于数据集有效期后 4 年	使用的技术仅部分包含在数据集范围内	建模的过程发生在国内
2	国内排放因子	报告发布日期不晚于数据集有效期后 6 年	使用的技术与数据集范围中包含的技术类似	建模的过程发生在亚洲
1	国际排放因子	报告发布日期在数据集的时间有效期后 6 年以上，或未指定时间有效期。	使用的技术不同于数据集范围中包含的技术	建模的过程不发生在亚洲，但根据专家判断，估计有足够的相似性

活动数据质量评分

活动数据质量评分按公式 (3) 计算。

$$DQR_{ADi} = \frac{P_{ADi} + TiR_{ADi} + TeR_{ADi} + GeR_{ADi}}{4} \dots \dots \dots (3)$$

式中：

- i ——单元过程编号；
- DQR_{ADi} ——活动数据质量评分；
- P_{ADi} ——准确性对应得分；
- TiR_{ADi} ——时间代表性对应得分；
- TeR_{ADi} ——技术代表性对应得分；
- GeR_{ADi} ——地理代表性指标对应得分。

5.5.3 排放因子质量评分

排放因子质量标准评分按公式（4）计算。

$$DQR_{Efi} = \frac{PE_{fi}+TiR_{Efi}+TeR_{Efi}+GeR_{Efi}}{4} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- i*——单元过程编号；
- DQR_{Efi}*——排放因子质量评分；
- PE_{Efi}*——准确性对应得分；
- TiR_{Efi}*——时间代表性对应得分；
- TeR_{Efi}*——技术代表性对应得分；
- GeR_{Efi}*——地理代表性指标对应得分。

5.5.4 碳足迹结果质量评分

碳足迹结果质量评分按公式（5）计算。

$$DQR_{CFP} = \sum \frac{DQR_{ADi}+DQR_{Efi}}{2} \times C_i \% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- i*——单元过程编号；
- DQR_{CFP}*——碳足迹结果数据质量评分；
- DQR_{ADi}*——活动数据质量评分；
- DQR_{Efi}*——排放因子质量评分；
- C_i%*——该过程排放占比。

5.5.5 整体数据质量分级

根据表4所列出的五个级别对整体碳足迹结果质量进行评级。

表 4 整体数据质量标准的数据质量等级评分（DQR）

评价等级	DQR 分值区间	总体数据质量水平
五级	DQR ≤ 1.5	质量差
四级	1.5 < DQR ≤ 2.0	公平质量
三级	2.0<DQR≤ 3	质量好
二级	3<DQR≤ 4	质量很好
一级	DQR>4	卓越品质

对于质量较差的数据须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。

5.6 结果的记录和保存

产品碳足迹评价报告（模板见附录B）及其支撑资料，包括但不限于系统边界、单元过程、排放因子、活动数据来源、原材料的识别、碳存储、分配的依据、关于排除的说明等。记录应该至少保存三年。

6 产品碳足迹信息披露

企业可选择以下方式的一种或多种进行无水氟化氢产品碳足迹信息披露：

a) 产品碳足迹评价报告；

b) 产品碳足迹标识（碳标签）；

c) 产品碳足迹声明。

若采用产品碳标签或产品碳足迹声明，须同时出具产品碳足迹评价报告。

附 录 A

(资料性)

无水氟化氢产品碳足迹评价数据收集表

无水氟化氢产品碳足迹评价数据收集表见表 A.1。

表 A.1 无水氟化氢产品碳足迹评价数据收集表

0. 产品基本信息								
企业简介								
产品介绍（无水氟化氢）								
工厂地址								
报告期								
单元过程描述		主要工艺描述（建议包含工艺流程文字叙述、反应方程式等，并附上工艺流程图）						
		主要生产设备						
		年额定产能						
产品产量			t	经济价值			RMB/t	
副产品产量（若有）			t	经济价值			RMB/t	
1.原材料获取阶段								
名称	CAS号	消耗量	消耗量单位	排放因子	排放因子单位	排放因子来源	数据来源	备注
原材料 1			t		tCO2e/t			
原材料 2			t		tCO2e/t			
原材料 3			t		tCO2e/t			
辅料 1			t		tCO2e/t			
辅料 2			t		tCO2e/t			
包装（若有）	/		t		tCO2e/t			
备注： （1）数据来源——如原材料入库表、采购台账、估算等 （2）原材料碳排放因子（即原材料产品碳足迹）请联系原材料供应商提供，并在备注中附上供应商所在地与供应商对接人联系方式								
2. 原材料运输阶段								
名称	车辆类型（如汽油、柴油）	活动数据	活动数据单位 AD	排放因子	排放因子单位	排放因子来源	数据来源	备注
原材料 1			t·km		tCO2e/(t·km)			
原材料 2			t·km		tCO2e/(t·km)			
原材料 3			t·km		tCO2e/(t·km)			
辅料 1			t·km		tCO2e/(t·km)			

					km)			
辅料 2			t·km		tCO ₂ e/(t·km)			
其他			t·km		tCO ₂ e/(t·km)			
备注：								
(1) 原材料运输的活动数据=每次运输量*每次运输距离*运输次数								
(2) 运输距离尽量按照实际的测量估计								
3. 能源和公用工程								
类别	/	消耗量	消耗量单位	排放因子	排放因子单位	排放因子来源	数据来源	备注
生产用电	/		KWh					
压缩空气用电	/		KWh					
冷冻用电	/		KWh					
气站（如氮气）用电	/		KWh					
其他公辅设施用电	/		KWh					
天然气	/		m ³ or t					
生产用蒸汽量	/		t or kWh or m ³					
分摊的公用设施使用的蒸汽量	/		t or kWh or m ³					
焚烧处理废水/废液使用的燃料	/		t or m ³					
焚烧处理废气使用的燃料	/		t or m ³					
叉车使用的燃料	/		t or m ³					
备注：								
(1) 燃料使用请注明燃料类型								
(2) 数据来源——生产台账/实测/缺省								
4. 三废处理（废气，液/固废，废水）								
类别	/	产生量	产生量单位	排放因子	排放因子单位	排放因子来源	数据来源	备注
分摊的废水处理所需电量	/		kWh					
分摊的废水（原水）中的 TOC 量	/		t					
分摊的废水污泥的处理	/		t					

量								
分摊的委外 填埋的固废 量	/		t					
分摊的委外 焚烧的固废 量	/		t					
5. 生产过程中直接温室气体排放								
类别	全球 变暖 潜能 GWP	产生量	产生量单 位	排放因 子	排放因子 单位	排放因子 来源	数据来 源	备注
生产过程中 其它温室气 体排放（若 有）			t					

附 录 B
(资料性)
氟化工产品碳足迹评价 无水氟化氢 报告框架

无水氟化氢碳足迹评价报告框架见表 B.1。

表 B.1 无水氟化氢碳足迹评价报告框架

一、报告摘要

包括但不限于对目标范围定义和相关假设、系统边界阶段说明、数据质量声明、评价结果、改进建议的描述。

二、基本信息

1.1 企业基本信息

1.2 产品主要信息

1.3 生产工艺

三、评价范围

3.1 功能单位

3.2 系统边界

3.3 生命周期各阶段各单元情况

四、评价原则

4.1 分配原则

4.2 取舍原则

五、数据收集

5.1 各阶段数据情况

5.2 数据质量评价

六、碳足迹核算结果

6.1 原辅材料获取阶段

6.2 原辅材料储运阶段

6.3 生产加工阶段

6.4 生命周期结果

七、碳足迹结果的解释

7.1 碳足迹贡献分析

7.2 碳足迹相关重点单元识别

八、结论与建议

8.1 碳足迹贡献分析

8.2 碳足迹包括但不限于对重点环节提出温室气体减排改进建议

附录 C (资料性) AHF 产品碳足迹计算案例

本文件附录 C 以 AHF 产品为例展示企业碳足迹计算核心过程，需注意案例中涉及的所有数据及其来源均为假设，不反映企业真实生产情况，所得结果不代表该类产品碳足迹真实水平，仅供参考使用。

假设案例企业产品碳足迹核算周期内 AHF 产品产量为 1000 吨，产品碳足迹计算功能单位是 1 吨 AHF 产品。

1、目标与范围

AHF 为氟化工基础原料，下游用途广泛、复杂，因此其碳足迹计算系统边界宜为摇篮到大门，即涵盖原材料获取、原材料储运与生产加工阶段，**根据 5.1.4 系统边界的设定**来进行系统划分。

- (1) 原材料获取阶段包含企业为生产 AHF 所需所有原材料的提取或加工过程，如萤石粉、硫酸等；
- (2) 原材料储运阶段包含上述所有原材料从供应商大门到案例企业大门的运输与储存过程；
- (3) 生产加工阶段包含从原材料进厂后至 AHF 产品出厂中间所有发生在案例企业内与该产品相关的生产加工过程，如反应、冷凝、精馏、废水处理、废物处置过程及公辅设施的使用等。

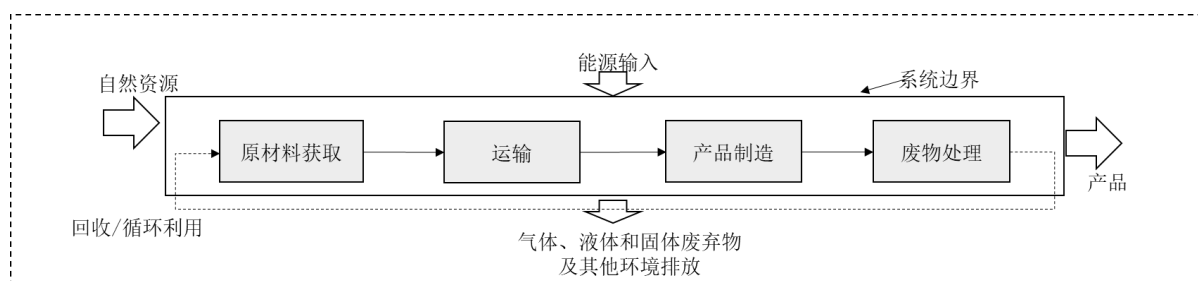


图 C.1 AHF 产品系统边界

2、数据收集

2.1.1 原材料获取阶段数据收集

原材料获取阶段需收集企业 AHF 产品生产涉及的全部原材料消耗量。例如案例企业的原材料包括萤石粉、98%硫酸、105%硫酸等。原材料消耗数据来源包括但不限于生产日报/月报/年报、库存记录、原材料用量统计台账等；单位产品消耗量为生产 1 吨产品所消耗的原材料量，即 1 吨 AHF 产品生产对应消耗的原材料质量，这里需注意 AHF 生产时会产生共生产品氟石膏、氟硅酸，因此应先依据 **5.3 数据分配**的共生产品分配原则将萤石粉、硫酸的总消耗量分配至 AHF，再计算单位产品消耗量。碳排放因子的选择依据 **5.5.3 排放影子质量评分**要求进行选取。

表 C.1 原材料获取阶段数据收集

原材料	消耗量(t)	数据来源	单位产品消耗量 (t 原材料/t 产品)	碳排放因子 (tCO ₂ e/t)	排放因子来源
萤石粉	2247	采购台账	2.247	0.0872	CLCD-China 0.9 数据库
98%硫酸	1557	采购台账	1.557	0.185	CLCD-China 0.9 数据库
105%硫酸	1125	采购台账	1.125	0.46	CLCD-China 0.9 数据库

2.1.2 原材料储运阶段数据

原材料运输阶段需收集 AHF 产品碳足迹计算时间范围内所有原材料的运输数据，包括购买量、运输方式、运输距离、车型等基础信息。由于不同运输方式、运输工具产生的碳排放具有差异，运输过程的碳排放因子将依据运输方式、车型、车辆载重等选择。

表 C.2 原材料运输数据收集

原材料	购买量 (t)	数据来源	运输方式	运输距离 (km)	数据来源	车型	碳排放因子 (kgCO ₂ e/t•km)	排放因子来源	碳排放 (tCO ₂ e/t)
萤石粉	2247	采购台账	货车	396	采购台账	30t 柴油	0.049	CLCD-China 0.9 数据库	0.019404
98% 硫酸	1557	采购台账	货车	197	采购台账	30t 柴油	0.049	CLCD-China 0.9 数据库	0.009653
105% 硫酸	1125	采购台账	货车	209	采购台账	30t 柴油	0.049	CLCD-China 0.9 数据库	0.010241

2.1.3 生产加工阶段数据

案例企业 AHF 生产过程中涉及的温室气体排放过程为：

- (1) 化石燃料燃烧排放：天然气/烟煤/柴油燃烧（产品生产、运输）；
- (2) 电力消耗温室气体排放：生产设施、公辅设施消耗的电力（含三废处理消耗）；
- (3) 热力消耗温室气体排放：三废处理、生产设施、公辅设施消耗的热力（含三废处理消耗）。
- (4) 化石燃料、电力、热力的消耗量应先依据 **5.3 数据分配** 的共生产品分配原则将总消耗量分配至 AHF，再计算单位产品消耗量。案例企业涉及固废处置，但由于固废委外处理等原因排放数据不易得，因此依据 **5.1.6 取舍原则** 舍弃该排放源。

表 C.3 化石燃料燃烧排放

燃料名称	消耗量(m³)	数据来源	单位产品消耗量 (m³/t 产品)	碳排放因子 (tCO ₂ e/m³)	数据来源
天然气	98235	生产台账	98.235	0.002162	《氟化工企业温室气体排放核算方法与报告指南》

表 C.4 电力消耗温室气体排放

消耗量 (KWh)	数据来源	单位产品消耗量 (MWh/t 产品)	碳排放因子 (tCO ₂ e/MWh)	数据来源
53613	结算发票	0.0536	0.5703	环办气候函〔2023〕

				332号《生态环境部办公厅关于做好2023-2025年部分重点行业企业温室气体排放报告与核查工作的通知》
--	--	--	--	--

表 C.5 热力消耗温室气体排放

消耗量 (GJ)	数据来源	单位产品消耗量 (GJ/t 产品)	碳排放因子 (tCO ₂ e/GJ)	数据来源
1509	生产台账	1.509	0.11	《中国化工生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》

表 C.6 生产过程中直接温室气体排放

类别	单位产品产生量(tCO ₂ e)	数据来源
原料中碳酸盐使用	0.0121	企业温室气体排放报告

3、产品碳足迹结果

表 C.7 AHF 产品碳足迹计算

生命周期阶段	生命周期清单	单位产品消耗量 (t 或 MWh 或 m ³ 或 GJ/t)	碳排放因子 (tCO ₂ e/t 或 MWh 或 GJ)	单位产品碳排放量 (tCO ₂ e/t)	各阶段小计 (tCO ₂ e/t)
原材料获取	萤石粉	2.247	0.087	0.195	1.001
	98%硫酸	1.557	0.185	0.288	
	105%硫酸	1.125	0.460	0.518	
原材料储运	萤石粉	0.065	0.019	0.001	0.0017
	98%硫酸	0.045	0.009	0.0004	
	105%硫酸	0.032	0.010	0.0003	
生产加工	天然气	98.235	0.002	0.1965	0.4055
	电力	0.054	0.570	0.031	
	热力	1.509	0.110	0.166	
	过程排放	/	/	0.012	
合计					1.4082

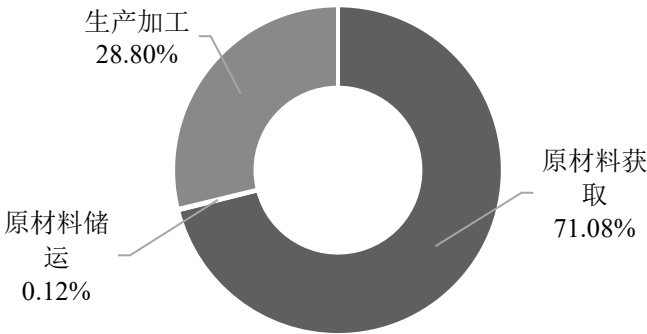


图 C.2 AHF 产品各阶段碳排放占比

4、数据质量分析

根据 AHF 产品摇篮到大门生命周期各阶段温室气体排放的统计结果，依据 **5.5 数据质量分析** 1 吨 AHF 产品的碳足迹不确定性分析结果见下表，根据评分，本产品碳足迹相关数据质量满足一级要求（满分 5 分，得分 ≥ 4 为一级）。

表 C.8 数据不确定性分析结果

阶段	种类	活动数据得分				平均	排放因子得分				平均	单位产品碳排放量	过程碳排放占比	DQR
		P	TiR	TeR	GeR		P	TiR	TeR	GeR				
原材料获取	萤石粉	5	5	5	5	5	3	3	4	3	3.25	0.195	13.85%	0.571
	98%硫酸	5	5	5	5	5	3	3	4	3	3.25	0.288	20.45%	0.843
	105%硫酸	5	5	5	5	5	3	3	4	3	3.25	0.518	36.78%	1.517
原材料储运	萤石粉	5	5	5	5	5	4	4	3	5	4	0.001	0.07%	0.003
	98%硫酸	5	5	5	5	5	4	4	3	5	4	0.0004	0.03%	0.001
	105%硫酸	5	5	5	5	5	4	4	3	5	4	0.0003	0.02%	0.0009
生产加工	天然气	5	5	5	5	5	3	5	4	5	4.25	0.1965	13.95%	0.645
	电力	5	5	5	5	5	3	5	4	5	4.25	0.031	2.20%	0.101
	热力	5	5	5	5	5	3	5	4	5	4.25	0.166	11.79%	0.545
	过程排放	4	5	4	5	4.5	5	5	4	5	4.75	0.012	0.85%	0.039
整体数据质量评分														4.2659

注：数据准确性（P）、时间代表性（TiR）、技术代表性（TeR）、地理代表性（GeR）、碳足迹结果质量评分（DQR）。