

# T/CSPCI

## 团体标准

T/CSPCI 70021—2025

### 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 己二酸己二胺盐

Greenhouse gases—Carbon footprint of products quantification methods and requirements—Hexamethylene diamine adipate

(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)

2025-11-03 发布

2025-11-03 实施

中国石油化工信息学会 发布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 量化目的 ..... 4

    4.1 应用意图及目的 ..... 4

    4.2 目标受众 ..... 4

5 量化范围 ..... 4

    5.1 产品描述 ..... 4

    5.2 功能单位或声明单位 ..... 5

    5.3 系统边界 ..... 5

    5.4 取舍准则 ..... 5

6 清单分析 ..... 6

    6.1 数据收集和确认 ..... 6

    6.2 排放因子的选取 ..... 7

    6.3 数据质量 ..... 7

    6.4 数据分配原则 ..... 7

7 影响评价 ..... 8

    7.1 数据处理要求 ..... 8

    7.2 尼龙 66 盐产品碳足迹计算方法 ..... 8

8 结果解释 ..... 9

9 产品碳足迹报告 ..... 10

10 产品碳足迹声明 ..... 10

附录 A（资料性） 尼龙 66 盐产品碳足迹量化数据收集信息 ..... 11

附录 B（资料性） 部分缺省值 ..... 13

附录 C（资料性） 产品碳足迹报告（模板） ..... 16

附录 D（资料性） 计算示例 ..... 20

## 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。

本文件由中国石油化工信息学会标准处提出。

本文件由全国石油产品和润滑剂标准化技术委员会石油燃料和润滑剂分技术委员会（SAC/TC280/SC1）归口。

本文件起草单位：河南神马减碳技术有限责任公司、中石化（上海）石油化工研究院有限公司、河南神马尼龙化工有限责任公司、山东天力科技工程有限公司。

本文件主要起草人：张昌会、华东旭、穆倩楠、李晓叶、李迎春、李诚炜、王川、史红军、高先明、刘耀文、梁国林、王广润、蒋云龙、宋铭铭、姚鑫、代世磊。

# 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 己二酸己二胺盐

## 1 范围

本文件规定了己二酸己二胺盐（以下简称尼龙 66 盐）产品碳足迹的量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹报告编制、产品碳足迹声明。

本文件适用于尼龙 66 盐产品碳足迹量化。

本文件仅针对一个单一影响类别，即气候变化，不评价产品生命周期产生的其他方面环境潜在影响，也不评价产品生命周期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 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 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 24067—2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

ISO 14026 环境标志和声明 足迹信息交流的原则、要求和指南 (Environmental labels and declarations—Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information)

ISO/TS 14027: 2017 环境标志和声明 产品种类规则的制定 (Environmental labels and declarations—Development of product category rules)

## 3 术语和定义

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

### 3.1

**己二酸己二胺盐** **hexamethylene diamine adipate**

尼龙 66 盐 **nylon 66 salt**

以己二胺和己二酸为原料，经过中和与缩聚反应而制得的一种化学中间体，其分子式为  $C_{12}H_{26}O_4N_2$ ，结构式为  $[^+H_3N(CH_2)_6NH_3^+ \cdot ^-OOC(CH_2)_4COO^-]$ 。

### 3.2

**产品碳足迹** **carbon footprint of a 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温室气体排放量和清除量（见表 C.1），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

**产品碳足迹量化** quantification of the carbon footprint of a product; quantification of the CFP

确定产品碳足迹或产品部分碳足迹的活动。

注：产品碳足迹或产品部分碳足迹的量化属于产品碳足迹研究的一部分。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.6]

### 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、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.1]

### 3.5

**二氧化碳当量** carbon dioxide equivalent; CO<sub>2</sub>e

在辐射强度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度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.4]

### 3.7

**温室气体排放因子** greenhouse gas emission factor; GHG emission factor

活动数据与温室气体排放相关的系数。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.7]

### 3.8

**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]

### 3.9

**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而确定的最基本部分。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.6]

### 3.10

**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]

### 3.11

**声明单位** declared unit

用来量化产品碳足迹的基准单位。

示例：质量（1kg 尼龙 66 盐）。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.8]

## 3. 12

**过程排放 process emission**

在生产、废弃物处理处置等过程中除化石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. 13

**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。

注：“产品流”定义参见 GB/T 24040—2008, 3. 27。

[来源：GB/T 24067—2024, 3. 3. 2]

## 3. 14

**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研究范围之外所作出的规定。

[来源：GB/T 24064—2024, 3. 4. 1]

## 3. 15

**生命周期 life cycle**

产品相关的连续且相互连接的阶段，包括原材料获取或从自然资源中生成原材料至生命末期处理。

注 1：“原材料”定义见 GB/T 24040—2008, 3. 15。

注 2：与产品相关的生命周期阶段包括原材料获取、生产、销售、使用和生命末期处理。

注 3：本文件规定己二酸产品碳足迹量化过程仅统计原材料获取、生产。

[来源：GB/T 24067—2024, 3. 4. 2]

## 3. 16

**二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent; CO<sub>2</sub>e**

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势值。

[来源：GBT24067—2024, 3. 2. 2]

## 3. 17

**共生产品 co-product**

同一个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 24064—2024, 3. 3. 3]

## 3. 18

**分配 allocation**

将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

[来源：GB/T 24044—2008, 3. 15]

## 3. 19

**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. 20

**现场数据 site-specific data**

从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的。

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]

### 3.21

#### 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]

### 3.22

#### 温室气体排放因子 greenhouse gas emission factor; GHG emission factor

单位活动释放的温室气体量，用相关的二氧化碳当量与相关的活动单位表示。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.7]

## 4 量化目的

### 4.1 应用意图及目的

应用意图包括独立研究、比较研究和长期绩效追踪，如开展尼龙 66 盐产品碳足迹量化及报告工作，计算产品对全球变暖的潜在影响 [以二氧化碳当量 (CO<sub>2</sub>e) 表示]，披露尼龙 66 盐产品碳足迹信息；明确生命周期各阶段或单元过程对尼龙 66 盐产品碳足迹的重要程度。

本文件适用且不限于比较追踪产品生产过程中的隐藏排放；为产品研发、技术改造、优化产品碳足迹和推动行业发展提供评价方法及方向，推动尼龙 66 盐及其生产制造过程低碳化、尼龙 66 盐相关产业链碳足迹研究。

本文件有助于按照 ISO 14026 开展尼龙 66 盐产品碳足迹的信息交流。

### 4.2 目标受众

目标受众包括尼龙 66 盐产业链相关企业（包括但不限于生产商、经销商等）、认证公司等第三方服务机构、消费者、行业协会及政府管理部门等。

## 5 量化范围

### 5.1 产品描述

以下内容给出了产品相关信息。

- 尼龙 66 盐是己二酸己二胺盐的俗称，是生产尼龙 66 聚合物（聚酰胺）的单体，既可以用于塑料加工，也可用来制成纤维。尼龙 66 是最早研制成功的尼龙品种，是目前最主要的尼龙品种之一。目前国内外尼龙 66 盐的合成工艺均为己二酸、己二胺按等摩尔比反应，己二酸、己二胺的碳排放直接决定了合成后的尼龙 66 盐的碳排放。
- 产品等级，包括但不限于民用级、工业级、普通级等产品等级。
- 产品技术要求，包括但不限于尼龙 66 盐含量、溶液色度、溶液 pH 值、灰分、铁含量、总挥发碱等质量指标及其检验方法，依据尼龙 66 盐行业标准。

5.2 功能单位或声明单位

功能单位或声明单位必须是明确规定并且可测量的。本文件中尼龙 66 盐产品的声明单位设定为 1 千克 (kg) 尼龙 66 盐产品。

注：实际生产中，尼龙 66 盐直接产品通常为其水溶液（48%、50%、52%、62% 等含量），本文件在使用时将水溶液实际浓度折算为尼龙 66 盐纯物质进行计算。

5.3 系统边界

5.3.1 尼龙 66 盐产品碳足迹核算系统边界一般包括两种形式，见图 1。

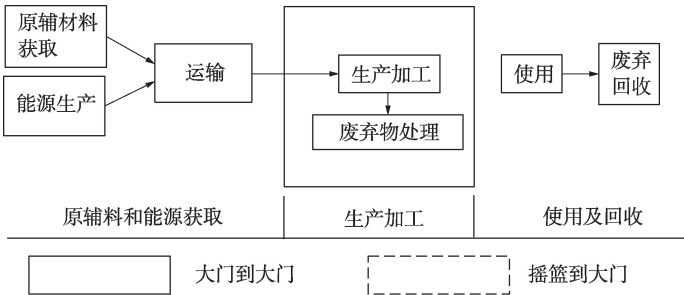


图 1 尼龙 66 盐产品碳足迹核算边界图

- a) 大门到大门：包括原辅材料/能源进入工厂大门、生产排放过程、边界范围内废弃物处理过程，直到产品离开工厂大门的产品碳足迹评价。
- b) 摇篮到大门：包括原材料及辅料整个开采获取、生产和运输、生产排放过程、边界范围内废弃物处理过程，直到产品离开工厂大门的产品碳足迹评价。

5.3.2 本文件规定了尼龙 66 盐生产摇篮到大门的系统边界及详细的碳足迹计算方法。

根据国内目前生产尼龙 66 盐的工艺情况，图 1 中生产加工阶段的工艺流程展开形式见图 2。

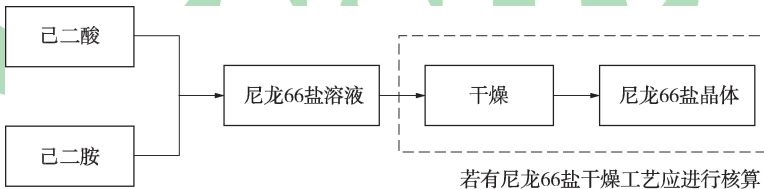


图 2 国内主要尼龙 66 盐生产流程图

5.3.3 尼龙 66 盐生产过程中所有与产品相关的直接和间接温室气体排放必须包括在“从摇篮到大门”的产品碳足迹计算中，包括化石或生物质清除、能源消耗（电力、蒸汽等外部热量，天然气等燃料消耗）、公辅工程、生产、厂内运输、工艺废弃物处理、废水处理、反应中消耗的催化剂以及所有与原材料消耗有关的温室气体排放。

5.4 取舍准则

量化尼龙 66 盐碳足迹时，应明确描述输入输出数据的取舍准则和假设，以及其对尼龙 66 盐产品碳足迹量化结果的影响。

选择取舍准则时可考虑物质质量、能量和环境影响重要性等因素。在产品碳足迹量化过程中，可舍弃产品碳足迹影响小于 1% 的生命周期阶段、过程、输入或输出等环节，但舍弃环节总的影响不应超过产品碳足迹总量的 5%。

涉及保密需求的材料或环节，可以不披露具体信息，仅对使用量进行统计。

## 6 清单分析

### 6.1 数据收集和确认

#### 6.1.1 各阶段数据收集内容

##### 6.1.1.1 原辅料和能源获取阶段

原辅料和能源获取阶段应收集：

- a) 原辅料/能源种类及消耗量；
- b) 原辅料/能源温室气体排放因子数据；
- c) 原辅料/能源运输过程：运输方式、运输距离、载重等。

##### 6.1.1.2 生产阶段

生产阶段应收集现场数据：污水厌氧处理过程相关的数据。

##### 6.1.1.3 废弃物处理阶段

废弃物处理阶段应收集以下数据：

- a) 废弃物种类及处理量；
- b) 废弃物处理方式。

#### 6.1.2 初级数据的收集和确认

初级数据是通过测量、采访和调查，从组织直接获得的数据，包括输出的产品、副产品和废物，输入物料、净外购能源，以及内外部运输相关的数据。产品的主要生产过程数据应使用初级数据，如尼龙 66 盐生产阶段的原材料消耗量、能源消耗量等。初级数据具有代表性，宜反应所评价产品生产周期过程正常情况下的状况。

初级数据的来源包括但不限于：

- a) 直接的监测或记录；
- b) 产品、副产品、物料：生产实测、物料清单（包含物料材质信息）、领料、投料清单等；
- c) 废物：固体废物管理台账、危险废物转移联单、委托处置合同等；
- d) 净外购能源：结算发票、缴费清单、抄表记录等；
- e) 第三方机构检测结果。

初级数据的收集范围包括但不限于：

- a) 尼龙 66 盐产量、副产品产量，必要时，统计主副产品价格；
- b) 原辅料、添加剂的种类及消耗量；
- c) 原辅料、添加剂的运输方式（包括运输工具及耗能种类）和运输距离；
- d) 产品生产过程燃料、电力、蒸汽、水等能源工质消耗量；
- f) 能源的运输方式和运输距离；
- e) 废弃物的种类、处理方式及处理量，废水处理方式及处理量。

#### 6.1.3 次级数据的收集和确认

无法获取初级数据时，应根据 6.3 的数据质量要求，选择次级数据并在产品碳足迹评价报告中解释说明。次级数据包括基础原辅料、添加剂、能源和运输的碳排放或清除因子和其他计算参数。

应从以下数据来源选择次级数据：

- a) 由第三方证明符合本产品种类规则的数据，例如行业平均数据、基于文献研究的估算、协会公开的生产数据、政府统计、文献研究、工程研究和专利，也可以基于财务数据：它可以包括专家经验数据和其他通用数据；
- b) 基于符合 GB/T 24040—2008 和 GB/T 24044—2008 等标准，普及度较高的区域、国家或国际数据库。



对于可能对研究结论有显著影响的数据，应说明相关数据的收集过程、收集时间以及数据质量的详细信息。如果这些数据不符合 6.3 的要求，也应做出说明。

在数据收集过程中应对数据的有效性进行检查，以确认并提供证据证明数据符合 6.3 数据质量的要求。

## 6.2 排放因子的选取

结合尼龙 66 盐产业链的实际特点，在进行数据收集时充分考虑借助供应链上游数据支撑，包括上游产品数据和物流数据等。对于碳排放和清除量占产品（如，己二酸及己二酸尾气处理等）碳足迹比例较高的输入物料，宜采集上游供应商生产过程原始数据或由上游供应商提供符合产品碳足迹计算要求的产品碳足迹数值。

## 6.3 数据质量

在确定尼龙 66 盐产品碳足迹量化所使用的初级数据和次级数据时，应优先考虑以下方面：

- a) 覆盖范围：数据的覆盖范围与产品系统边界保持一致，且能够满足产品碳足迹量化的需要；
- b) 地域代表性：收集数据所在的地理区域，以及针对具有地理特性的产品的具体数据；
- c) 技术代表性：数据是否针对具体某项技术或一套混合技术，以及针对产品的具体技术数据；
- d) 时间代表性：数据的年份和收集数据的最短时间期限，以及针对具体被评价产品的时间数据；
- e) 准确性：数据采样范围应足够大，测量的周期性应足够长，当数据、模式和假设等存在多种选择时，应优先考虑最准确的数据；
- f) 完整性：数据采样范围应包含边界内完整的产品流和能源流，数据收集阶段应以完整性为准则，数据处理阶段考虑数据删减应满足 5.4 取舍准则要求；
- g) 一致性：数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等；
- h) 可再现性：有关方法和数据值的信息应能允许独立的专人再现研究的结果；
- i) 来源：当初级数据易于获取时，产品碳足迹的量化应优先使用初级数据；用于产品碳足迹量化的所有数据，其获得方式和来源均应予以说明；
- j) 不确定性：尽可能使用现有的质量最好的数据，以减少偏差和不确定性；
- k) 单位：数据汇总过程应注意数据单位的转换，采用因子应与相应的数据统计单位一致。

## 6.4 数据分配原则

在边界设置或数据收集时，若发现某一个过程的输入和输出包含多个产品，则总温室气体排放量需要在产品生命周期内进行分配。

分配的原则如下：

- a) 尽量避免进行数据分配：
  - 1) 将拟分配的单元过程划分为两个或多个子过程，并收集与这些子过程相关的输入和输出数据；
  - 2) 扩展产品系统，使其包括与共生产品相关的额外功能。
- b) 若分配不可避免，应优先使用物理关系参数（包括但不限于生产工时等）进行分配，即它们应该反映投入和产出因系统提供的产品或功能的数量变化而改变的方式。
- c) 无法找到物理关系时，以能反映它们之间非物理关系的方式将输入和输出数据在产品或功能之间进行分配：
  - 1) 投入和产出数据根据主产品和共生产品的经济价值比例分配；
  - 2) 投入和产出数据根据主产品和共生产品的质量比分配；
  - 3) 当主产品和共生产品的经济价值比大于 5 时按经济价值分配，当主产品和共生产品的经济

价值比小于等于 5 时按质量比分配。

d) 对系统中相似的输入和输出,应采用同样的分配程序。例如离开系统的可用产品(中间产品或废弃产品)的分配程序应和进入系统的同类产品的分配程序相同。

e) 若使用其他分配方法,须提供所使用参数的基础及计算说明。

f) 应由了解生产实际情况的人员根据 a) ~ e) 原则结合实际生产情况对数据进行分配。

## 7 影响评价

### 7.1 数据处理要求

活动数据提交单位可能不同,或与排放因子数据集的单位不一致。不同物理单位的活动数据(体积-质量或件数-质量)之间的转换需要与产品单位或材料的具体因子单位统一。

数据收集完成后,应将数据关联到单元过程和声明单位,并创建生命周期清单。

量化应以统一的声明单位作为该产品系统所有单元过程中物质流和能量流的共同基础,如:对产品系统边界范围内原材料的采集应以千克(kg)为统计单位,热值以兆焦(MJ)为统计单位,参考附录 A。

在此过程中如发现不合理的数据,应予以替换。在此过程中可对数据进行合理取舍,并遵循 5.4 中的取舍原则。

### 7.2 尼龙 66 盐产品碳足迹计算方法

尼龙 66 盐产品碳足迹为系统边界内各单元过程温室气体排放量和清除量之和,单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2</sub>e)。

尼龙 66 盐产品碳足迹核算方法见式(1):

$$CFP_{AH} = (E_{m\&e} + E_{tran} + E_{process} + E_{oth}) \times GWP_j \div P_y \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$CFP_{AH}$ ——产品碳足迹,单位为千克二氧化碳当量/千克尼龙 66 盐(kgCO<sub>2</sub>e/kg 尼龙 66 盐);

$E_{m\&e}$ ——原辅料及能源获取阶段每千克尼龙 66 盐产品的温室气体排放量,单位为千克二氧化碳当量/千克尼龙 66 盐(kgCO<sub>2</sub>e/kg 尼龙 66 盐);

$E_{tran}$ ——原辅料及外购能源运输阶段中每千克尼龙 66 盐产品的温室气体排放量,单位为千克二氧化碳当量/千克尼龙 66 盐(kgCO<sub>2</sub>e/kg 尼龙 66 盐);

$E_{process}$ ——己二酸生产阶段每千克尼龙 66 盐产品的温室气体排放量,主要指废弃物处理产生的温室气体排放量,单位为千克二氧化碳当量/千克尼龙 66 盐(kgCO<sub>2</sub>e/kg 尼龙 66 盐);

$E_{oth}$ ——每千克尼龙 66 盐产品可能产生其他的温室气体排放(例如系统内污水厌氧处理产生 CH<sub>4</sub>),单位为千克二氧化碳当量/千克尼龙 66 盐(kgCO<sub>2</sub>e/kg 尼龙 66 盐);

$GWP_j$ ——温室气体  $j$  的 GWP 值,见附录 B;

$P_y$ ——第  $y$  个报告期内尼龙 66 盐产量,单位为千克(kg)。

附录 D 给出了尼龙 66 盐产品碳足迹的计算示例。

#### 7.2.1 原材料获取阶段碳足迹

原辅料和能源获取阶段碳足迹计算方法见式(2):

$$E_{m\&e} = \sum_i (AD_{m/e,i} \times EF_{m/e,i}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$AD_{m/e,i}$ ——第  $i$  种原辅料/能源的活动数据,单位根据具体排放源确定,例如:原辅料单位为 kg,蒸汽单位为兆焦(MJ),化石燃料单位为兆焦(MJ),电力为千瓦时(kW·h);

$EF_{m/e,i}$ ——第  $i$  种原辅料/能源的温室气体排放因子，单位与原辅料/能源的消耗数据相匹配。

### 7.2.2 运输阶段碳足迹

运输阶段碳足迹计算方法见式 (3)：

$$E_{\text{tran}} = AD_{\text{tran},i} \times EF_{\text{tran},j} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$AD_{\text{tran},i}$ ——第  $i$  种原辅料/能源运输的活动数据，单位为吨千米 ( $t \cdot km$ )；

$EF_{\text{tran},j}$ ——第  $i$  种原辅料/能源第  $j$  种运输方式的温室气体排放因子，单位与运输活动数据单位相匹配；必要时，碳足迹排放因子次级数据的选择应保证运输方式、工具、载重等的符合性。

### 7.2.3 尼龙 66 盐生产加工阶段碳足迹

尼龙 66 盐生产阶段碳足迹计算方法见式 (4)：

$$E_{\text{process}} = AD_{w,i} \times EF_{w,j} \times GWP_j \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$AD_{w,i}$ ——第  $i$  种废弃物排放/处理的活动数据，单位为千克 ( $kg$ )；

$EF_{w,j}$ ——第  $i$  种废弃物排放/处理产生的温室气体  $j$  的排放因子。

### 7.2.4 其他温室气体排放

宜尽可能全面地考虑核算边界内的温室气体排放，其他温室气体排放主要有污水厌氧处理过程伴随甲烷 ( $CH_4$ ) 排放，计算方法见式 (5)：

$$E_{\text{oth}} = AD_{CH_4} \times GWP_{CH_4} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$AD_{CH_4}$ ——系统边界内污水厌氧处理产生的  $CH_4$  排放量，计算方法参考《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》；

$GWP_{CH_4}$ —— $CH_4$  的温室气体排放因子  $GWP$  值采用 IPCC 最新数据（见附录 B）。

## 8 结果解释

尼龙 66 盐产品碳足迹研究的生命周期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尼龙 66 盐产品碳足迹的量化结果，识别重大问题（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；
- 结论、局限性和建议的编制：计算结果的不确定性包括仪器测量的不确定性、运输的损耗、每批原料含水量变化、排放因子的季节差异等。

应按照产品碳足迹研究的目的和范围，对生命周期清单分析或生命周期影响评价的产品碳足迹的量化结果进行解释，解释应包括以下内容：

- 对产品碳足迹和各阶段碳足迹的说明；
- 对不确定性分析，包括取舍准则的应用或范围；
- 详细记录选定的分配程序；
- 描述空间系统的划分方法及空间格网粒度（如适用）；
- 说明产品碳足迹研究的局限性。

解释宜包括以下内容：

- 对重要输入、输出和方法学选择（包括分配程序）进行的敏感性检查，以理解结果的敏感性和不确定性；
- 替代使用情景对最终结果的影响评价；



- 不同生命末期阶段情景对最终结果的影响评价；
- 对建议的结果的影响评价；
- 空间系统的划分和空间格网分辨率选择对结果的影响评价（如适用）。

注：更多信息见 GB/T 24044—2008 中的 4.5。

## 9 产品碳足迹报告

尼龙 66 盐产品碳足迹研究报告的目的是记录产品碳足迹或产品部分碳足迹的量化结果，并说明该报告符合本文件的规定。

产品碳足迹研究报告中的结果可用于碳足迹信息交流（见 ISO 14026）。

应在尼龙 66 盐产品碳足迹研究报告中完整地、准确地、无偏向地、透明地、详细地记录和说明结果、数据、方法、假设和生命周期解释，以便相关方能够理解产品碳足迹固有的复杂性和所作出的权衡。

根据尼龙 66 盐产品碳足迹目的和范围，确定尼龙 66 盐产品碳足迹研究报告的类型和格式。尼龙 66 盐产品碳足迹研究报告应允许其结果和生命周期解释被用于与研究目的相一致的其他方面。

尼龙 66 盐产品碳足迹评价报告应包括：项目背景、计算目的、词汇表、计算范围、生产工艺流程图及描述、产品碳足迹计算的数据收集、产品碳足迹计算、产品生产过程碳足迹贡献识别、不确定性分析等内容（产品碳足迹报告示例见附录 C）。

## 10 产品碳足迹声明

关于尼龙 66 盐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。

考虑保密性原则，产品碳足迹评价组织发表产品碳足迹评价结果时，仅公布产品碳足迹报告首页内容，以供相关方参考，但应保证数据及碳足迹核算过程的溯源性。

附 录 A  
(资料性)  
尼龙 66 盐产品碳足迹量化数据收集信息

A.1 基本情况

表 A.1、表 A.2 给出了基本情况相应内容。

表 A.1 企业基本情况

项目	内容
企业简介	对碳足迹核算企业进行简要介绍
产品简介（被评价产品）	规格、型号、批次、用途、计量单位（功能单位）等
产品图片	插入图片
产品工艺流程及工艺流程图	应对产品工艺流程进行简要描述并附产品流程图
碳足迹声明系统边界	从摇篮到大门
评价期	一般定义为最近一年（例如 202×.1.1~202×.12.31）

表 A.2 产品信息及功能单位

产品名称	规格型号	声明单位	产量
精己二酸	若有	1kg 尼龙 66 盐	评价期内本产品产量，应为实际生产产量（注意单位换算）。
产品 2	若有		
注：表格内容仅供参考，根据实际情况填写。			

A.2 数据收集项目

数据收集信息见表 A.3~表 A.6。

表 A.3 原辅料获取阶段

原/辅料名称	规格型号	主要材质或成分	用量	使用工序
精己二酸	若有	己二酸	实际生产用量（若存在数据分配应遵循 6.2 原则）	
精己二胺	若有	己二胺	实际生产用量（若存在数据分配应遵循 6.2 原则）	
.....				

表 A.4 运输

原/辅料名称	年运输量/吨	运输距离	运输方式/能源种类	单车载重
精己二酸	实际生产用量（若存在数据分配应遵循 6.2 原则）			
精己二胺	实际生产用量（若存在数据分配应遵循 6.2 原则）			
蒸汽	实际生产用量（若存在数据分配应遵循 6.2 原则）		管道	
.....				
<p>注 1：运输方式一般常见有“航空”“水运”“火车”“汽运”等，能源种类常见有“航空煤油”“柴油”“汽油”“电力”“生物柴油”“乙醇”等。</p> <p>注 2：运输距离是从原材料始发地到工厂的平均距离，同一种物料有不同的始发地的，应按照各始发地的发货量进行加权平均，不确定的情况下，可以按照运输方式直接从地图上估算。</p> <p>注 3：单车载重一般为汽运时每次运输时的单车装载重量，其他运输方式直接填写平均每批次发货重量。</p> <p>注 4：外购蒸汽等能源的运输应进行统计。</p> <p>注 5：表格内容仅供参考，根据实际情况填写。</p>				

表 A.5 能源消耗

能耗种类	单位	年消耗量	使用工序
电（标注电压）	kW · h		
可再生能源电力（若有）	kW · h		
天然气	m <sup>3</sup>		
柴油	kg		
厂内专用移动源（例：叉车）	kg		
自来水	kg		
蒸汽（提供压力、温度）	GJ		
压缩空气	m <sup>3</sup>		
.....			
<p>注 1：各种能源按照实际消耗填写，单位根据能源物质种类确定，例如电力的单位为 kW · h，热力的单位为 MJ 等，其他的单位为 m<sup>3</sup> 等。</p> <p>注 2：能源物质的年消耗量以实际生产统计数据为准，应按照各种产品的实际消耗统计，无法分产品统计的按照产品的产量进行合理拆分。</p> <p>注 3：表格内容仅供参考，根据实际情况填写。</p>			

表 A.6 废弃物处理阶段

厌氧污水处理的排放		
处理量	进水 COD 浓度	出水 COD 浓度
<p>注 1：工业废水厌氧处理常有甲烷排放，应进行统计计算，计算方法参考《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》。</p> <p>注 2：表格内容仅供参考，根据实际情况填写。</p>		

附录 B  
(资料性)  
部分缺省值

相关参数缺省值见表 B.1~表 B.5。

表 B.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 GWP
二氧化碳	CO <sub>2</sub>	1
甲烷	CH <sub>4</sub>	27.9
氧化亚氮	N <sub>2</sub> O	273
注：部分温室气体的全球变暖潜势来源于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 IPCC 第六次评估报告的贡献》。		

表 B.2 2024 年全国电力平均碳足迹因子

范围	因子/（kgCO <sub>2</sub> /kW·h）
全国	0.5777
注：电力相关碳足迹因子应采用生态环境部最新发布的数据。	

表 B.3 2024 年主要发电类型电力碳足迹因子

发电类型	因子/（kgCO <sub>2</sub> /kW·h）
燃煤发电	0.9240
燃气发电	0.4503
水力发电	0.0141
核能发电	0.0065
风力发电	0.0324
光伏发电	0.0520
光热发电	0.0312
生物质发电	0.0404
注：电力相关碳足迹因子应采用生态环境部最新发布的数据。	

表 B.4 饱和蒸汽热焓值

压力/MPa	温度/℃	焓/（kJ/kg）	压力/MPa	温度/℃	焓/（kJ/kg）
0.001	6.98	25138	1.00	179.88	2777.0
0.002	17.51	25332	1.10	184.06	2780.4
0.003	24.10	2545.2	1.20	187.96	2783.4
0.004	28.98	2554.1	1.30	191.6	2786.0
0.005	32.90	2561.2	1.40	195.04	2788.4

表 B.4 饱和蒸汽热焓值

压力/MPa	温度/℃	焓/ (kJ/kg)	压力/MPa	温度/℃	焓/ (kJ/kg)
0.006	36.18	2567.1	1.50	198.28	2790.4
0.007	39.02	2572.2	1.60	201.37	2792.2
0.008	41.53	2576.7	1.40	204.3	2793.8
0.009	43.79	2580.8	1.50	207.1	2795.1
0.010	45.83	2584.4	1.90	209.79	2796.4
0.015	54.00	2598.9	2.00	212.37	2797.4
0.020	60.09	2609.6	2.20	217.24	2799.1
0.025	64.99	2618.1	2.40	221.78	2800.4
0.030	69.12	2625.3	2.60	226.03	2801.2
0.040	75.89	2636.8	2.80	230.04	2801.7
0.050	81.35	2645.0	3.00	233.84	2801.9
0.060	85.95	2653.6	3.50	250.33	2801.3
0.070	89.96	2660.2	4.00	250.33	2799.4
0.080	93.51	2666.0	5.00	263.92	2792.8
0.090	96.71	2671.1	6.00	275.56	2783.3
0.10	99.63	2675.7	7.00	285.8	2771.4
0.12	104.81	2683.8	8.00	294.98	2757.5
0.14	109.32	2690.8	9.00	303.31	2741.8
0.16	113.32	2696.8	10.0	310.96	2724.4
0.18	116.93	2702.1	11.0	318.04	2705.4
0.20	120.23	2706.9	12.0	324.64	26848
0.25	127.43	2717.2	13.0	33081	26624
0.30	133.54	2725.5	14.0	336.63	26383
0.35	138.88	27325	15.0	342.12	2611.6
0.40	143.62	27385	16.0	34732	25827
0.45	147.92	27438	17.0	35226	2550.8
0.50	151.85	27485	18.0	356.96	2514.4
0.60	158.84	2756.4	19.0	361.44	2470.1
0.70	164.96	2762.9	20.0	365.71	2413.9
0.80	170.42	2768.4	21.0	369.79	2340.2
0.90	175.35	2773.0	22.0	373.68	21925
注：数据取值来源于《中国石油化工企业温室气体排放核算方法与报告指南》。					

表 B.5 过热蒸汽热焓值

单位为 kJ/kg

温度	压力											
	0.01 MPa	0.1 MPa	0.5 MPa	1 MPa	3 MPa	5 MPa	7 MPa	10 MPa	14 MPa	20 MPa	25 MPa	30 MPa
0 ℃	0	0.1	0.5	1	3	5	7.1	10.1	14.1	20.1	25.1	30
10 ℃	42	42.1	42.5	43	44.9	46.9	48.8	51.7	55.6	61.3	66.1	70.8
20 ℃	83.9	84	84.3	84.8	86.7	88.6	90.4	93.2	97	102.5	107.1	111.7
40 ℃	167.4	167.5	167.9	168.3	170.1	171.9	173.6	176.3	179.8	185.1	189.4	193.8
60 ℃	2611.3	251.2	251.2	251.9	253.6	255.3	256.9	259.4	262.8	267.8	272	276.1
80 ℃	2649.3	335	335.3	335.7	337.3	338.8	340.4	342.8	346	350.8	354.8	358.7
100 ℃	2687.3	2676.5	419.4	419.7	421.2	422.7	424.2	426.5	429.5	434	437.8	441.6
120 ℃	2725.4	2716.8	503.9	504.3	505.7	507.1	508.5	510.6	513.5	517.7	521.3	524.9
140 ℃	2763.6	2756.6	589.2	589.5	590.8	592.1	593.4	595.4	598	602	605.4	603.1
160 ℃	2802	2796.2	2767.3	675.7	676.9	678	679.2	681	683.4	687.1	690.2	693.3
180 ℃	2840.6	2835.7	2812.1	2777.3	764.1	765.2	766.2	767.8	769.9	773.1	775.9	778.7
200 ℃	2879.3	2875.2	2855.5	2827.5	853	853.8	854.6	855.9	857.7	860.4	862.8	856.2
220 ℃	2918.3	2914.7	2898	2874.9	943.9	944.4	945.0	946	947.2	949.3	951.2	953.1
240 ℃	2957.4	2954.3	2939.9	2920.5	2823	1037.8	1038.0	1038.4	1039.1	1040.3	1041.5	1024.8
260 ℃	2996.8	2994.1	2981.5	2964.8	2885.5	1135	1134.7	1134.3	1134.1	1134	1134.3	1134.8
280 ℃	3036.5	3034	3022.9	3008.3	2941.8	2857	1236.7	1235.2	1233.5	1231.6	1230.5	1229.9
300 ℃	3076.3	3074.1	3064.2	3051.3	2994.2	2925.4	2839.2	1343.7	1339.5	1334.6	1331.5	1329
350 ℃	3177	3175.3	3167.6	3157.7	3115.7	3069.2	3017.0	2924.2	2753.5	1648.4	1626.4	1611.3
400 ℃	3279.4	3278	3217.8	3264	3231.6	3196.9	3159.7	3098.5	3004	2820.1	2583.2	2159.1
420 ℃	3320.96	3319.68	3313.8	3306.6	3276.9	3245.4	3211.0	3155.98	3072.72	2917.02	2730.76	2424.7
440 ℃	3362.52	3361.36	3355.9	3349.3	33219	3293.2	32623	3213.46	3141.44	3013.94	2878.32	2690.3
450 ℃	3383.3	33822	3377.1	3370.7	3344.4	3316.8	3288.0	3242.2	3175.8	3062.4	2952.1	2823.1
460 ℃	3404.42	3403.34	3398.3	3392.1	3366.8	3340.4	3312.4	3268.58	3205.24	3097.96	2994.68	2875.26
480 ℃	3446.66	3445.62	3440.9	3435.1	3411.6	3387.2	3361.3	3321.34	3264.12	3169.08	3079.84	2979.58
500 ℃	3488.9	3487.9	3483.7	3478.3	3456.4	3433.8	3410.2	3374.1	3323	3240.2	3165	3083.9
520 ℃	3531.82	3530.9	3526.9	3521.86	3501.28	3480.12	3458.6	3425.1	3378.4	3303.7	3237	3166.1
540 ℃	3574.74	3573.9	3570.1	3565.42	3546.16	3526.44	3506.4	3475.4	3432.5	3364.6	3304.7	3241.7
550 ℃	3593.2	3595.4	3591.7	3587.2	3568.6	3549.6	3530.2	3500.4	3459.2	3394.3	3337.3	3277.7
560 ℃	3618	3617.22	3613.64	3609.24	3591.18	3572.76	3554.1	3525.4	3485.8	3423.6	3369.2	3312.6
580 ℃	3661.6	3660.86	3657.52	3653.32	3636.34	3619.08	3601.6	3574.9	3538.2	3480.9	3431.2	3379.8
600 ℃	3705.2	3704.5	3701.4	3697.4	3681.5	3665.4	3649.0	3624	3589.8	3536.9	3491.2	3444.2
注：数据取值来源于《中国石油化工企业温室气体排放核算方法与报告指南》。												

附 录 C  
(资料性)  
产品碳足迹报告 (模板)

产品碳足迹研究报告格式模板如下。

(封面页/若需要)

××公司

己二酸己二胺盐产品碳足迹报告

产 品 名 称:

产品规格型号:

生产者名称:

报 告 编 号:

CSPCI

出具报告机构 (若有): \_\_\_\_\_ (盖章)

日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_ 月 \_\_\_\_ 日

一、概况

1. 生产者信息

生产者名称: \_\_\_\_\_  
地址: \_\_\_\_\_  
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: \_\_\_\_\_  
产品功能: \_\_\_\_\_  
产品介绍: \_\_\_\_\_  
产品图片: \_\_\_\_\_

3. 量化方法

依据标准: \_\_\_\_\_

二、量化目的

三、量化范围

1. 声明单位

以 1 kg 己二酸己二胺盐（尼龙 66 盐） 为声明单位。

2. 系统边界

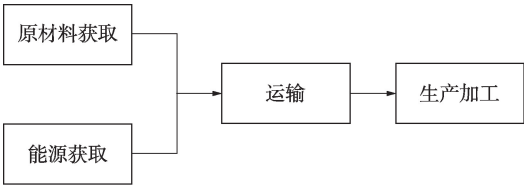


图 C.1 系统边界图 (示例)

3. 取舍准则

4. 时间范围

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 C. 1。

表 C. 1 尼龙 66 盐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	温室气体排放量 (kg/声明单位)
原/辅材料				
能源消耗				
运输	能源			
	原/辅材料			
废物处理	固体废弃物处理			
	废水处理			
氧化亚氮排放				

4. 数据质量评价

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

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 1 kg 尼龙 66 盐产品，从摇篮到大门生命周期碳足迹为\_\_\_\_\_ kgCO<sub>2</sub>e。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 尼龙 66 盐生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹/ (kgCO <sub>2</sub> e/kgAH)	百分比/%
原/辅材料		
能源使用		
运输		
废弃物处理		

注：尼龙 66 盐产品生命周期阶段碳排放分布图一般以饼状图表示各生命周期阶段的碳排放况。

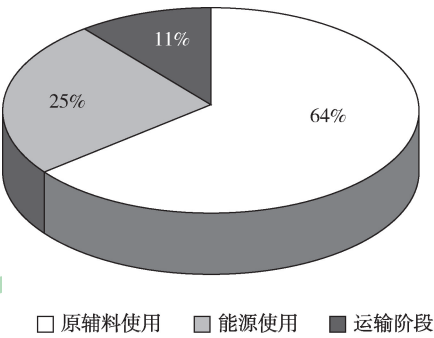


图 C.2 尼龙 66 盐各生命周期阶段碳排放分布图（示例）

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（可选项）

附 录 D  
(资料性)  
计算示例

D.1 概述

以某企业为例，该厂尼龙 66 盐产品碳足迹按 D.2~D.6 给出的方法进行计算。

D.2 原料获取阶段排放

尼龙 66 盐装置原料主要为己二酸、己二胺。

原料带入 CO<sub>2</sub> 排放量按式 (2) 进行计算，计算结果见表 D.1。

表 D.1 尼龙 66 盐装置原料获取阶段排放汇总

序号	进料	活动数据/ (kg/kg 尼龙 66 盐)	碳足迹因子/ (kgCO <sub>2</sub> e/kg)	原料获取阶段隐含碳排放/ (kgCO <sub>2</sub> e)
1	己二酸	0.557	6.2829	3.4996
2	己二胺	0.443	5.3775	2.3822
总计				5.8818

D.3 消耗能量排放

按式 (2) 计算能量消耗带来的碳排放，计算结果见表 D.2。

表 D.2 净消耗蒸汽排放

序号	名称	活动数据/ (kg 尼龙 66 盐)	碳足迹因子/ (kgCO <sub>2</sub> e/活动数据)	能源消耗隐含碳排放量/ (kgCO <sub>2</sub> e)
1	电 (kW·h/kg)	0.002476	0.5777	0.0014
2	氮气 (Nm <sup>3</sup> /kg)	2.064	0.1112	0.2295
3	高纯水 (kg/kg)	0.913	0.000528	0.0005
4	循环水 (kg/kg)	0.15	0.000211	0.0000
5	45℃水 (kg/kg)	2.613	0.003517	0.0092
6	60℃水 (kg/kg)	1.023	0.003689	0.0038
7	低压蒸汽 (MJ/kg)	0.1378	0.2533	0.0349
总计				0.2794

D.4 运输阶段排放

运输阶段碳排放按式 (3) 进行计算，计算结果见表 D.3。

表 D.3 运输阶段排放

序号	名称	运输方式及 能源种类	单车载重/ t	活动数据/ (t·km/kg 尼龙 66 盐)	碳足迹因子/ (kgCO <sub>2</sub> e/t·km)	运输阶段隐含排放/ (kgCO <sub>2</sub> e)
1	己二酸	燃油罐车/汽油	30	0.003342	0.1885	0.00063
2	己二胺	燃油罐车/汽油	30	0.0007974	0.1885	0.00015
总计						0.00078

D.5 废弃物处理阶段排放

该厂未提供相关数据。

D.6 计算结果

尼龙 66 盐摇篮到大门碳排放量按式 (1) 计算，结果如下：

$$CFP_{AH} = 5.8818 + 0.2793 + 0.00078 = 6.16188 \text{tCO}_2\text{e}$$