

T/XEEPIA

团 体 标 准

T/XEEPIA XXX—2025

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 乙烷

Greenhouse gases — Quantification requirements and methods of product carbon
footprint — Ethane

（征求意见稿）

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

新疆维吾尔自治区生态环境保护产业协会 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
5 量化范围	4
6 生命周期清单分析	5
7 产品碳足迹影响评价	10
8 产品碳足迹结果解释	11
9 产品碳足迹报告	11
附 录 A（资料性）乙烷生产典型工艺流程图示例	13
附 录 B（资料性）乙烷产品碳足迹活动数据收集表	14
附 录 C（资料性）数据质量评估	16
附 录 D（资料性）乙烷产品碳足迹相关排放因子数据库	18
附 录 E（资料性）温室气体全球变暖潜势	20
附 录 F（资料性）乙烷产品碳足迹报告（模板）	21
参 考 文 献	24

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。

本文件由中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司提出。

本文件由新疆维吾尔自治区生态环境保护产业协会归口。

本文件起草单位：中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司、新疆红杉科技技术服务有限公司、新疆疆碳环境科技服务有限公司、新疆维吾尔自治区生态环境保护产业协会。

本文件主要起草人：

本文件实施应用中的疑问，请咨询中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司、新疆红杉科技技术服务有限公司、新疆维吾尔自治区生态环境保护产业协会、新疆维吾尔自治区标准化研究院。

对本文件的修改意见建议，请反馈至新疆维吾尔自治区生态环境保护产业协会（乌鲁木齐市水磨沟区南湖西路215号）、中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司（新疆巴音郭楞蒙古自治州库尔勒市建设路辖区石化大道26号）、新疆红杉科技技术服务有限公司（乌鲁木齐市天山区人民路国际置地）、新疆维吾尔自治区标准化研究院（乌鲁木齐市新市区河北东路188号）。

新疆维吾尔自治区生态环境保护产业协会 联系电话：0991-4165463；邮编：830018

中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司 联系电话：0996-2138533；邮编：841000

新疆红杉科技技术服务有限公司 联系电话：0991-7882609；传真：0991-7882609；邮编：830002

新疆维吾尔自治区标准化研究院 联系电话：0991-2817441；传真：0991-2817472；邮编：830011

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 乙烷

1 范围

本文件规定了乙烷产品碳足迹量化目的、量化范围、生命周期清单分析、产品碳足迹影响评价及结果解释、产品碳足迹报告等方面的方法与要求。

本文件适用于乙烷（天然气/伴生气回收乙烷、石化/化工副产乙烷）产品碳足迹（CFP）和部分产品碳足迹（PCFP）的量化、评价与报告，其共生产品轻烃、液化石油气等产品碳足迹核算方法可参考本标准。

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。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件；凡是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（ISO 14025: 2006, IDT）

GB/T 24040—2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架（ISO 14040: 2006, IDT）

GB/T 24044—2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南（ISO 14044: 2006, IDT）

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 14067: 2018 温室气体 产品碳足迹量化要求及指南

PAS 2050: 2011 商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范

3 术语和定义

GB/T 24040—2008、GB/T 24044—2008、GB/T 24067—2024、GB/T 32150—2015、ISO 14067: 2018 和PAS 2050: 2011界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

乙烷 ethane

最简单的含碳碳单键的烷烃，分子式为 C_2H_6 ，属于低碳烃类，常温常压下为无色无味气体，微溶于水，易溶于有机溶剂（如苯、乙醚等），属于天然气凝析液（NGL）的核心组分。

[来源：《有机化学》（高等教育出版社）]

3.2

产品碳足迹 carbon footprint of a product

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。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.1.1]

3.3

从摇篮到大门 from the cradle to the gate

指产品从原辅物料获取到产品生产完成的过程。

[来源: ISO 14025:2006, 附录A.1, 有修改]

3.4

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地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内辐射的气态成分。

注: 本文件涉及的二氧化碳(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 32150-2015, 3.1]

3.5

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 32150-2015, 3.16]

3.6

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 32150—2015, 3.6]

3.7

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]

3.8

全球增温潜势 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度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

注: 根据政府间气候变化专门委员会(IPCC) 要求, 产品碳足迹计算必须使用100年全球升温潜能值(GWP100y)特征因子, GWP-100特征因子需优先采用IPCC最新公布数据。

[来源: GB/T 32150-2015, 3.15]

3.9

活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量表征值, 例如各种燃料的消耗量、原辅物料的使用量、产品产量、外购电量、外购蒸汽量等。

[来源: GB/T 32150-2015, 3.12]

3.10

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单元过程或活动的量化值。

注: 初级数据并非必须来自所评价的产品系统, 因为初级数据可能涉及其他与所评价的产品系统具有可比性的产品系统。

[来源: GB/T 24067—2024, 3.6.1]

3.11

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]

3.12

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.13]

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1：产品流指产品从其他产品系统进入到本产品系统或离开本产品系统而进入其他产品系统。

注2：基本流指取自环境，进入所研究系统之前没有经过人为转换的物质或能量，或者是离开所研究系统，进入环境之后不再进入人为转换的物质或能量。

[来源：GB/T 24044—2008, 3.28]

3.14

共生产品 symbiosis Products

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 24040-2008, 3.10]

3.15

功能单位 functional unit

基于产品系统性能用来量化的基准单位，也称为声明单位。

[来源：GB/T 24040-2008, 3.20]

3.16

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]

3.17

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 24044-2008, 3.34]

3.18

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做的规定。

[来源：GB/T 24040—2008, 3.18]

3.19

生命周期解释 life cycle interpretation

生命周期评价中根据规定的目标和范围对清单分析或影响评价的结果进行评估以形成结论和建议的阶段。

[来源：GB/T 24044—2008, 3.5]

3.20

生命周期评价 life cycle assessment

对一个产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

[来源：GB/T 24044-2008，3.2]

4 量化目的

开展乙烷产品碳足迹量化的目的如下：

- a) 评价乙烷产品生产生命周期内相关活动带来的温室气体排放；
- b) 披露产品碳足迹信息；
- c) 识别乙烷产品生产关键排放环节，挖掘减排潜力；
- d) 为产品研发、技术改造、优化产品碳足迹和推动行业绿色低碳发展提供方向；
- e) 为乙烷产品碳足迹标识提供依据。

5 量化范围

5.1 产品信息

量化乙烷产品碳足迹时应介绍产品信息，应包括但不限于如下：

- a) 乙烷组分分析；
- b) 高位发热量；
- c) 产品工艺流程；
- d) 生产单位；
- e) 生产时间。

5.2 功能单位或声明单位

本文件乙烷产品的功能单位或声明单位为1吨乙烷产品，基准流以1吨为单位，报告中收集的所有定量输入和输出数据均应根据该基准流进行计算。

5.3 系统边界

乙烷产品碳足迹的量化以“摇篮到大门”为边界开展，涵盖原辅物料获取、工业生产、储运3个阶段，分别如下所示：

- a) 原辅物料获取阶段：包括原辅物料生产、原辅物料运输等环节；
- b) 工业生产阶段：包括乙烷生产相关的主要生产设施、辅助生产设施、附属生产设施，其中辅助生产系统包括动力、供电、供水、化验、机修、库房、运输等；附属生产系统包括生产指挥系统（厂部）和厂区内为生产服务的部门和单位，如职工食堂、车间浴室、保健站等。与生产无直接关系的活动或生产资料可不包括在系统边界内；
- c) 储运阶段：指乙烷产品厂内储存、运输等环节。

乙烷产品生命周期系统边界见图1，乙烷生产典型工艺流程见附录A。

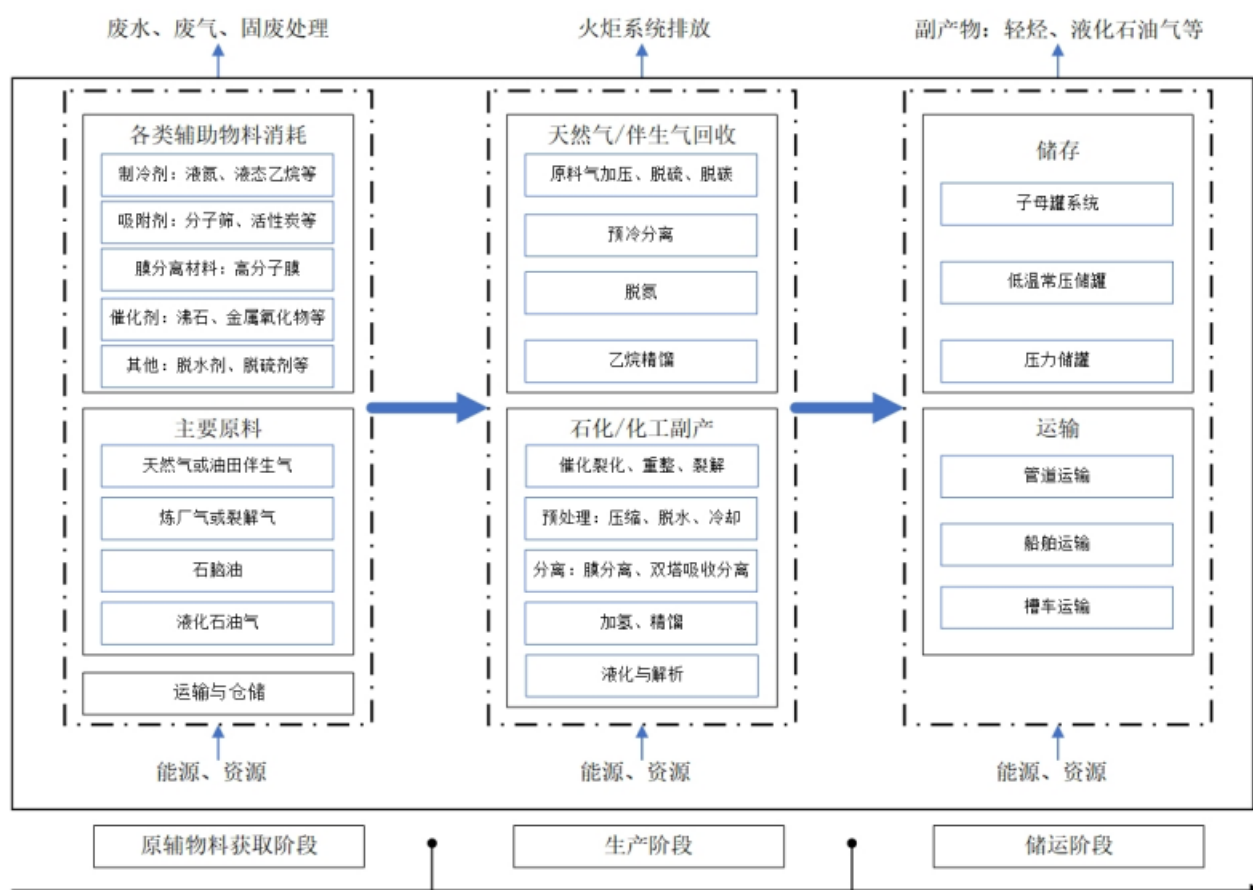


图 1 乙烷生产碳足迹系统边界图

5.4 取舍准则

乙烷产品碳足迹包括乙烷生产的所有单元过程，具体数据取舍准则如下：

- 辅助物料质量占总原辅物料消耗质量比例不足 0.01% 的物料可舍弃，累计舍弃的质量不超过 5%，所有舍弃的物质应在碳足迹报告中予以说明；
- 低于产品生命周期碳排放 1% 的单元过程可舍弃，累计不超过 5%，应对舍弃的单元过程在碳足迹报告中予以说明；
- 非生产目的的活动（如商务旅行、外出参会等），其相关碳排放可舍弃；
- 属于固定资产的设备设施，如压缩机、泵、管道、加热炉等，其产品碳足迹可舍弃；
- 属于固定资产的基础设施工程建设，如厂房、管线、场站等，其相关碳排放可舍弃。

6 生命周期清单分析

6.1 数据收集

6.1.1 数据收集要求

数据收集包括初级数据和次级数据，其中应优先收集初级数据，如原辅物料消耗量、能源消耗量、资源消耗量、主产品产量、副产品产量、废弃物处理量等；在初级数据无法收集时可使用次级数据。

初级数据的主要来源与优先顺序为：

- a) 直接监测或计量的数据;
 - b) 根据生产系统或报表得出的统计值;
- 使用次级数据应在报告中进行解释说明,数据的主要来源与优先顺序为:
- a) 由企业提供的经过第三方机构核证的产品碳足迹计算数据;
 - b) 政府、研究机构等正式公布的产品生命周期温室气体排放数据;
 - c) 同类生产条件、同类工艺类比值;
 - d) 经国际或政府认可的生命周期评价软件数据库;
 - e) 文献数据、行业内专家经验值;
 - f) 估算值或基于目标产品进行分配的数据。

6.1.1.1 活动水平数据收集要求

- a) 应按乙烷生产阶段分开收集,包括系统边界内相关阶段及过程各类耗材、能源、资源消耗、温室气体排放、废弃物处理等相关活动数据和温室气体排放因子数据;
- b) 应说明相关数据的收集过程、收集时间、数据获得方式和来源等详细信息;
- c) 开展碳足迹核算应建立数据管理体系(包括数据来源、数据获取时间及相关负责人等信息的记录管理),保留相关文件和记录,用于数据审查和质量评估;
- d) 系统边界内单元过程的划分宜考虑重要程度和数据收集难易程度等因素,难以划分的相关单元过程宜合并处理,以降低数据收集和拆分难度,提高各单元过程数据准确性;
- e) 原辅物料、能耗等数据应来自于单元过程产品的实际生产统计记录;
- f) 环境排放数据宜选择相关的环境监测报告,也可由排污因子或物料平衡公式计算获得。

除此之外,所收集数据应能完整覆盖量化周期,若未采用量化周期的数据或不能完全覆盖,应说明原因及处理方法。同时所提供的数据,无论初级数据还是次级数据,均需提供来源及佐证资料,初级数据还应保证重现性,例如:生产报表、发票、原始记录表格等。

除上述数据收集要求外,数据收集过程中应注意以下问题:

- a) 对于最重要的单元过程,尽可能收集和使用现场数据;
- b) 单一原辅物料应收集所有供应商的初级数据。对于无法取得初级数据的供应商,采用供应原辅物料数量50%以上的数据的平均值作为次级数据;
- c) 产品生产应收集所有地点的初级数据。对于无法取得初级数据的生产地点,采用生产总量超过总产量95%的具有代表性的主要生产地点数据平均值作为其它地点的次级数据;
- d) 原辅物料运输应收集所有路线的初级数据。对于无法取得初级数据的运输路线,采用运输量占总运输量50%以上的具有代表性的运输路线数据平均值作为其他路线的次级数据。

6.1.1.2 排放因子收集要求

依据数据质量要求,排放因子可以使用特征数据或通用数据,特征数据指来源于直接测量结果、供应商提供;通用数据包括地区公开发布的排放因子、行业平均数据、各类数据库、评价软件自带数据库等。对于乙烷产品系统边界中的大宗原辅物料和能源的上游生产过程,可采用生命周期背景数据,对于背景数据的选择,排放因子选用的优先次序为:

- a) 通过实测法获得的排放因子;
- b) 通过调研供应商获得的排放因子,如上游供应商提供的经第三方审核的生命周期结果;
- c) 区域排放因子;
- d) 国家排放因子;
- e) 国内公开发布的数据库,如中国产品全生命周期温室气体排放系数库(CPCD)、中国生命周期基础数据库(CLCD)等;

f) 国际排放因子或公开发布的数据库，如瑞士Ecoinvent数据库、美国生命周期清单数据库(USLCI)等；

g) 对于以上方法或数据库未查询到的物料碳足迹排放因子，可参考同类物料或类似物料取值。

所有背景数据都需透明可追溯，且数据的目标与范围定义、实景过程数据代表性、建模或计算方法、生命周期评价结果分析、数据质量评估和数据适用范围等信息需要有相应的记录。

6.1.2 数据质量要求

数据质量应满足以下要求：

a) 时间覆盖范围：应使用近一年度数据，若产品生产不足一年，应使用从生产初始至评价前的累计平均数据，并说明原因；

b) 地理覆盖范围：应反映原辅材料获取、运输、处理直至大门的所在地理位置；

c) 技术覆盖范围：应反映原辅材料获取、运输、处理、储运各个阶段所涉及的技术或技术组合；

d) 准确性：数据应满足测定或测量方法标准的要求，选择最高准确度的数据；

e) 代表性：应反映数据集（即时间覆盖范围、地理覆盖范围和技术覆盖范围等）是否代表生命周期各阶段真实情况进行的定性评价；

f) 完整性：数据应满足 5.3 和 5.4 的要求；

g) 一致性：数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径和处理规则；

h) 再现性：其他独立从业人员采用同一方法和数值信息时应重现相同的碳足迹结果。

6.2 数据收集内容

乙烷产品各单元过程活动数据收集的具体内容宜按表1执行，数据收集表实例参见附录B。

表 1 乙烷碳足迹数据收集内容汇总表

一、天然气/伴生气回收乙烷	
单元过程	数据收集内容
清管及分离计量单元	输入： ①原辅物料的使用量，如原料天然气、润滑油、滤芯等； ②原辅物料的运输工具和核定载重量、运输重量、运输距离； ③水、电力、蒸汽等使用量和输送方式。
	输出： ①废气、废水、固体废弃物的产生量和处理方式。
脱水、脱汞单元	输入： ①原辅物料的使用量，如分子筛、脱汞剂、阻垢剂、杀菌剂、还原剂等； ②原辅物料的运输工具和核定载重量、运输重量、运输距离； ③水、电力、天然气、热力等使用量和输送方式。
	输出： ①废气、废水、固体废弃物的产生量和处理方式； ②火炬系统排放。
乙烷脱水、脱碳单元	输入： ①原辅物料的使用量，如活化 MDEA 溶液、分子筛、阻垢剂、杀菌剂、还原剂等； ②原辅物料的运输工具和核定载重量、运输重量、运输距离； ③水、电力、天然气、蒸汽等使用量和输送方式。

	输出： ①废气、废水、固体废弃物的产生量和处理方式； ②火炬系统排放。 ③副产品产量。
乙烷回收单元	输入： ①原辅物料的使用量，如润滑油、滤芯等； ②原辅物料的运输工具和核定载重量、运输重量、运输距离； ③水、电力、天然气、蒸汽等使用量和输送方式。
	输出： ①废气、废水、固体废弃物的产生量和处理方式； ②火炬系统排放； ③副产品产量。
罐区及装车单元	输入： ①原辅物料的使用量，包括：密封材料、防腐材料、封堵剂、缓蚀剂等； ②原辅物料的运输工具和核定载重量、运输重量、运输距离； ③水、电力、天然气、蒸汽等使用量和输送方式。
	输出： ①废弃物（废水、废气、固废等）的产生量和处理方式。
碳清除单元	非生物过程捕集的 CO ₂ 地质封存量。
二、石化/化工副产乙烷	
催化裂化/延迟焦化/裂解单元	输入： ①原辅物料的使用量，如乙烷、石脑油、注硫剂、中和剂、阻聚剂、催化剂等； ②原辅物料的运输工具和核定载重量、运输重量、运输距离； ③水、电力、天然气、蒸汽等使用量和输送方式。
原料压缩与预处理单元	输出： ①废气、废水、固体废弃物的产生量和处理方式； ②火炬系统排放。
	输出： ①废气、废水、固体废弃物的产生量和处理方式； ②火炬系统排放。
低温冷凝与分馏单元	输入： ①原辅物料的使用量，如制冷剂、阻聚剂、干燥剂、解冻剂等； ②原辅物料的运输工具和核定载重量、运输重量、运输距离； ③水、电力、天然气、蒸汽、氮气等使用量和输送方式。
	输出： ①废气、废水、固体废弃物的产生量和处理方式； ②火炬系统排放。
脱甲烷塔/乙烷塔单元	输入： ①原辅物料的使用量，如阻聚剂、洗涤剂、干燥剂、清洗剂等； ②原辅物料的运输工具和核定载重量、运输重量、运输距离； ③水、电力、天然气、蒸汽、氮气等使用量和输送方式。

	输出： ①废气、废水、固体废弃物的产生量和处理方式； ②火炬系统排放； ③副产品产量。
加氢单元	输入： ①原辅物料的使用量，如催化剂、还原剂、钝化剂、阻聚剂、干燥剂、清洗剂等； ②原辅物料的运输工具和核定载重量、运输重量、运输距离； ③水、电力、天然气、蒸汽、氮气等使用量和输送方式。
	输出： ①废气、废水、固体废弃物的产生量和处理方式； ②火炬系统排放； ③副产品产量。
精馏单元	输入： ①原辅物料的使用量，如阻聚剂、分子筛、解冻剂/防冻剂、制冷剂； ②原辅物料的运输工具和核定载重量、运输重量、运输距离； ③水、电力、天然气、蒸汽、氮气等使用量和输送方式。
	输出： ①废气、废水、固体废弃物的产生量和处理方式； ②火炬系统排放； ③副产品产量。
碳清除单元	非生物过程捕集的 CO ₂ 地质封存量。

6.3 数据审定和质量评估

在数据收集过程中，应按6.1.2的要求对数据进行审定，并提供相应证据。

宜通过建立质量平衡、能量平衡或碳足迹因子的比较分析或其他适当的方法进行数据审定。

应使用数据可靠性、时间代表性、地理代表性和技术代表性4个评价指标评价数据质量，其中数据可靠性和时间代表性用于评价活动数据，技术代表性、地理代表性和时间代表性用于评价碳足迹因子。数据质量评估方法和数据质量等级参见附录C，宜避免采用质量评估后等级为四级和五级的数据。

6.4 分配原则

在计算乙烷及其共生产品碳足迹时，应根据其占比将碳足迹结果进行分配，其分配应根据 GB/T 24040 及 GB/T 24044 中规定的分配程序。

a) 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输出数据的方式，尽量避免数据分配；

b) 生命周期清单分析时的数据分配以输入和输出之间的物质平衡为基础，一个单元过程分配的输入和输出总和应与其分配前的输入和输出总和相等；

c) 无法避免分配时，宜使用物理关系参数进行分配，如质量、流量、热量，无法找到物理关系时，可依据产品的经济价值进行分配。其共线过程按照分配系数进行分配；对于独立过程，全部分配给该产品；

d) 质量或体积占比≤1%的副产物，可不进行分配；

e) 若使用其他分配方法，应详细说明分配方法和选择该分配方法的原因。

分配方法按公式（1）计算。

$$AF_{\text{乙烷}} = \frac{M_{\text{乙烷}} \times P_{\text{乙烷}}}{M_{\text{乙烷}} \times P_{\text{乙烷}} + M_{\text{共生产品}} \times P_{\text{共生产品}}} \quad (1)$$

式中:

$AF_{\text{乙烷}}$ ——产品生产过程中乙烷的排放量分配系数, %;

$M_{\text{乙烷}}$ ——生产过程产生的乙烷的量, 单位为t。

$P_{\text{乙烷}}$ ——乙烷的高位热值或经济价值, 单位为GJ/t或元;

$M_{\text{共生产品}}$ ——生产过程产生的某共生产品的量, 单位为t。

$P_{\text{共生产品}}$ ——某共生产品的高位热值或经济价值, 单位为GJ/t或元。

6.5 特定 GHG 排放量和清除量的处理

6.5.1 土地利用变化

当被评估的单元过程与基准土地利用相比存在碳储量变化, 则应计入因土地利用变化而产生的GHG排放量和清除量, 评估周期一般为过去20年。目前经过评估, 该项可忽略。

6.5.2 特定 GHG 清除量的处理

若进行了非生物过程捕集的CO₂地质封存, 应计入GHG清除量, 并仅限于生产系统补集并封存的量。

7 产品碳足迹影响评价

7.1 乙烷产品碳足迹计算方法

乙烷产品的碳足迹计算公式如下:

$$CFP_{\text{乙烷}} = \frac{\sum_{j=1}^n CIP_j \times AF_j}{P_{\text{乙烷}}} \quad (2)$$

式中:

$CFP_{\text{乙烷}}$ ——乙烷产品的碳足迹, 单位为 tCO₂e/t;

CIP_j ——核算周期内j阶段的碳排放量, 单位为 tCO₂e, 其中包括:

$CIP_{\text{原辅物料获取阶段}}$ ——原辅物料获取阶段碳排放量, 单位为 tCO₂e;

$CIP_{\text{工业生产阶段}}$ ——工业生产阶段碳排放量, 单位为 tCO₂e;

$CIP_{\text{储运阶段}}$ ——储运阶段碳排放量, 单位为 tCO₂e;

AF_j ——核算周期内j阶段的分配系数, 参考公式(1)计算;

$P_{\text{乙烷}}$ ——核算周期内乙烷产量, 单位为t。

7.2 乙烷生产各环节碳排放计算方法

乙烷各个阶段的碳排放核算应包含原辅物料获取、能源与资源消耗、废弃物处理、运输及温室气体排放和清除等过程, 按公式(3)计算:

$$CIP = \sum_i (M_i \times CF_{M_i}) + \sum_i (E_i \times CF_{E_i}) + \sum_i (W_i \times CF_{W_i}) + \sum_i (R_i \times D_i \times CF_{T_i}) + \sum_i (AD_i \times EF_i \times GWP_i) - C_{\text{清除}} \quad (3)$$

式中:

CIP ——乙烷产品温室气体排放总量, 单位为 tCO₂e;

M_i —第 i 种辅料的消耗量;

CF_{M_i} —第 i 种辅料的碳足迹因子, $\text{tCO}_2\text{e}/\text{单位辅料消耗量}$;

E_i —第 i 种能源、资源的消耗量;

CF_{E_i} —第 i 种能源、资源的碳足迹因子, $\text{tCO}_2\text{e}/\text{单位能源消耗量}$;

W_i —第 i 种待处置废弃物的产生量;

CF_{W_i} —第 i 种待处置废弃物的碳足迹因子, $\text{tCO}_2\text{e}/\text{单位待处置废弃物消耗量}$;

R_i —第 i 种辅料、能源、资源的消耗量或待处置废弃物的产生量, 即 M_i 、 E_i 或 W_i ;

D_i —第 i 种辅料、能源、资源或待处置废弃物的平均运输距离, km ;

CF_{T_i} —第 i 种辅料、能源、资源或待处置废弃物的运输方式下, 单位消耗量或产生量运输距离的碳足迹因子, $\text{tCO}_2\text{e}/\text{单位消耗量或单位产生量}$;

AD_i —涉及温室气体直接排放的第 i 种活动的排放和清除相关数据, 单位根据具体排放源确定 (如 m^3 、 kg 、 kWh 、 km 等);

EF_i —涉及温室气体直接排放的第 i 种活动对应的温室气体排放因子, 表示单位活动释放的温室气体量;

GWP_i —第 i 种温室气体对应的全球变暖潜势值 (参见附录 E), 无量纲。

$C_{\text{清除}}$ —企业通过非生物过程清除的 CO_2 量 (如地质封存), tCO_2e 。

7.3 敏感度计算方法

敏感度即每一项输入和输出对碳足迹结果的贡献率, 计算公式如下:

$$S = \frac{A}{\text{CFP}} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

S —敏感度, 单位%;

A —每一项输入或输出的碳足迹, 单位为 tCO_2e ;

CFP —产品碳足迹, 单位为 tCO_2e 。

8 产品碳足迹结果解释

应根据产品碳足迹的目的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和敏感性分析;
- 详细记录选定的分配程序;
- 说明产品碳足迹的局限性 (如单一环境影响类型、方法的局限性等)。

9 产品碳足迹报告

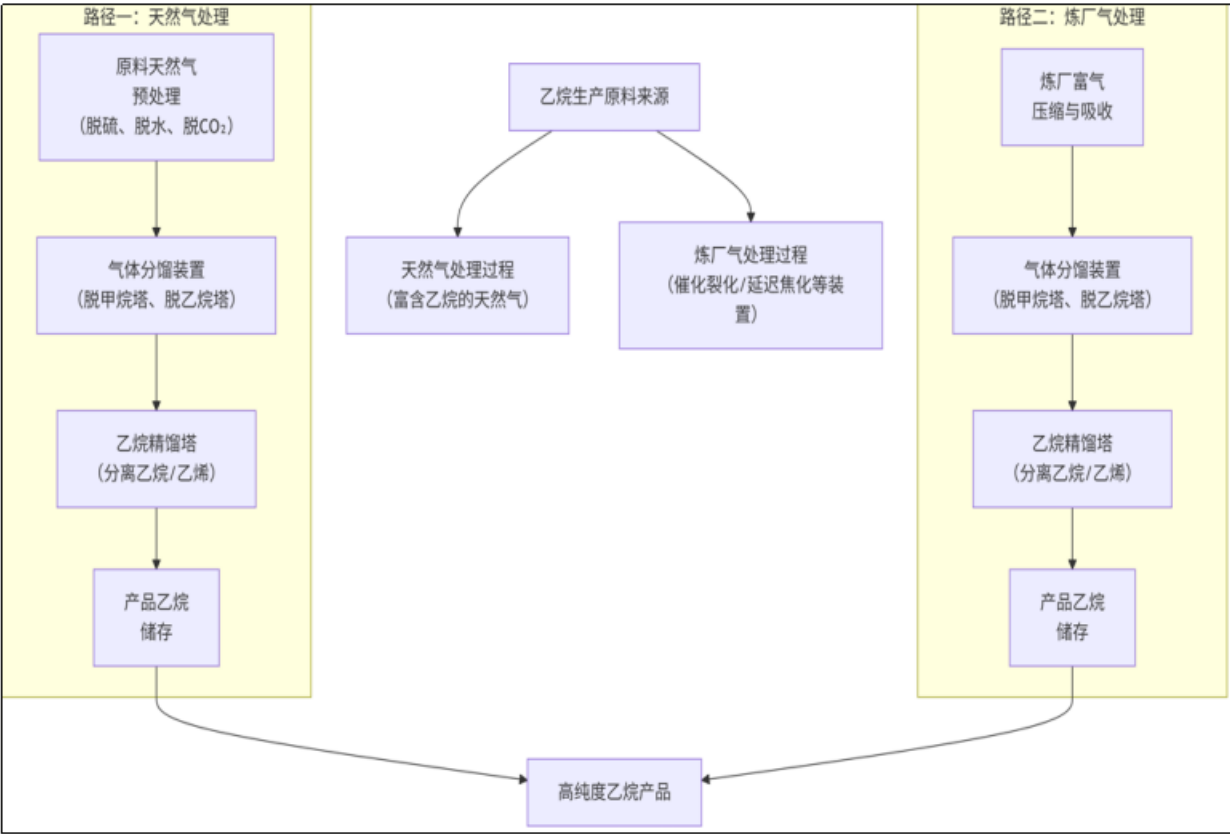
产品碳足迹评价报告应记录产品碳足迹的量化结果, 并符合本文件中的要求。报告应包括但不限于以下内容。

- 基本情况
 - 产品碳足迹评价委托方与评价方信息;
 - 报告日期;

- 3) 报告编号、编制人员与审核人员;
 - 4) 产品主要技术参数与产品包装信息;
 - 5) 产品碳足迹评价依据的标准。
 - b) 目的
 - 1) 开展研究的目的;
 - 2) 预期用途。
 - c) 评价范围
 - 1) 产品功能;
 - 2) 声明单位;
 - 3) 系统边界;
 - 4) 取舍准则;
 - 5) 生命周期各阶段的描述。
 - d) 清单分析
 - 1) 数据收集程序;
 - 2) 数据收集信息, 包括数据来源;
 - 3) 温室气体排放和清除时间;
 - 4) 代表性的时间段;
 - 5) 计算程序;
 - 6) 数据质量评价与对缺失数据的处理;
 - 7) 分配原则与程序。
 - e) 影响评价
 - 1) 影响评价方法;
 - 2) 特征化因子;
 - 3) 清单结果与计算;
 - 4) 结果的图示。
 - f) 结果解释
 - 1) 产品碳足迹评价结果;
 - 2) 敏感性分析和不确定性分析结果;
 - 3) 结论和局限性;
 - 4) 电力处理, 应包括关于电网排放因子计算和相关电网的特殊局限信息;
 - g) 结果对标分析
 - h) 碳足迹工作问题与工作建议
 - 1) 存在问题
 - 2) 工作建议
 - i) 验证: 提出碳足迹的组织应确保数据得到第三方独立验证, 验证信息应包含生产企业和第三方验证机构的相关信息。
- 乙烷产品碳足迹报告模板可参考附录F编制。

附 录 A
(资料性)
乙烷生产典型工艺流程图示例

乙烷生产典型工艺流程图见图A.1。



附 录 B
(资料性)

乙烷产品碳足迹活动数据收集表

乙烷生产数据收集表见表 B.1。

表 B.1 乙烷产品碳足迹活动数据收集表

一、基本资料							
单位名称		数据时间范围					
数据收集部门		数据收集人员					
二、生产工艺流程（图或表）							
三、输入数据（原辅物料及能源消耗信息）							
类别	种类	数量	单位	数据获取方式	供货商名称	运输方式	运输距离 km
原辅物料消耗	如：原料天然气		10 ⁴ Nm ³				
	分子筛		t				
	脱汞剂		t				
	填料		t				
	润滑油		t				
	工业用水		t				
	活化 MDEA 溶液		t				
	阻垢剂		t				
	杀菌剂		t				
	还原剂		t				
	滤芯		t				
	干燥剂		t				

能源消耗	电（电网用量）		10 ⁴ kWh				
	电（自产新能源电量）		10 ⁴ kWh				
	天然气		10 ⁴ Nm ³				
	汽油		t				
	柴油		t				

水资源消耗	自然资源(江水、河水等)		t				
	自来水		t				
四、输出数据							
类别	种类	总产生量	单位	数据获取方式	处理方式	运输方式	运输距离 km

天然气及 产品	火炬气	长明灯		10 ⁴ Nm ³			
		检维修放空		10 ⁴ Nm ³			
	产品及副 产品	乙烷		t			
		轻烃		t			
		丙烷		t			
							
废弃物处置		废气		Nm ³			
		废液		t			
		固废		t			

附 录 C
(资料性)
数据质量评估

乙烷产品碳足迹量化数据质量评估见表 C.1。

表 C.1 乙烷产品碳足迹量化数据质量评估表

评分	活动数据		碳足迹因子		
	数据可靠性	时间代表性	技术代表性	地理代表性	时间代表性
5	实际测量值	原始数据为报告年份 1 年内数据	使用的技术与数据集范围内的技术完全相同	企业数据	碳足迹因子数据为报告年份 1 年内数据
4	基于部分测量数据	原始数据为报告年份 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	国内数据	碳足迹因子数据为报告年份 2 年内数据
3	计算值(合理方法计算)	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	亚洲数据	碳足迹因子数据为报告评价年份 4 年内数据
2	估算值(假设推导)	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	全球数据(专家判断相似性)	碳足迹因子数据为报告评价年份 6 年内数据
1	不合格估算	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	其他数据	碳足迹因子数据为报告评价年份 6 年以上数据, 或未指定时间有效期

数据评价指标包括 4 个：数据可靠性、时间代表性、技术代表性、地理代表性，并用 5 级分制来定义数据质量。其中数据可靠性和时间代表性用于评价活动数据，技术代表性、地理代表性和时间代表性用于评价碳足迹因子。该方法以计算每个数据的得分来判断数据质量，以计算单元过程所有数据的平均得分来判断工序数据的评价质量。对于质量较差的数据应进行敏感性分析或不确定性分析，检查说明产品生命周期忽略的过程、忽略的现场数据，以及主要的假设等相关因素可能对最终结果造成的影响，说明次级数据选择、初级数据收集与处理是否符合本文件的要求。

活动数据的数据质量标准得分计算方法见公式(C-1)。

$$DQR_{AD,i} = \frac{DQR_{AD,rel,i} + DQR_{AD,t,i}}{2} \quad (C-1)$$

式中：

$DQR_{AD,i}$ ——核算对象 i 的活动数据质量标准得分,无量纲单位；

$DQR_{AD,rel,i}$ ——核算对象 i 的活动数据可靠性质量标准评分,无量纲单位；

$DQR_{AD,i}$ ——核算对象 i 的活动数据时间代表性质量标准评分,无量纲单位。

碳足迹因子的数据质量标准得分计算方法见公式(C-2)。

$$DQR_{EF,i} = \frac{DQR_{EF,tech,i} + DQR_{EF,geo,i} + DQR_{EF,t,i}}{3} \quad (C-2)$$

式中:

$DQR_{EF,i}$ ——核算对象 i 的碳足迹因子数据质量标准得分,无量纲单位;

$DQR_{EF,tech,i}$ ——核算对象 i 的碳足迹因子技术代表性质量标准评分,无量纲单位;

$DQR_{EF,geo,i}$ ——核算对象 i 的碳足迹因子地理代表性质量标准评分,无量纲单位;

$DQR_{EF,t,i}$ ——核算对象 i 的碳足迹因子时间代表性质量标准评分,无量纲单位。

整体数据质量标准得分计算方法见公式(C-3)。

$$DQR = \sum \frac{DQR_{AD,i} + DQR_{EF,i}}{2} \times P_i \quad (C-3)$$

式中:

DQR ——整体数据质量标准得分,无量纲单位;

$DQR_{AD,i}$ ——核算对象 i 的活动数据质量标准得分,无量纲单位;

$DQR_{EF,i}$ ——核算对象 i 的碳足迹因子数据质量标准得分,无量纲单位;

P_i ——核算对象 i 的温室气体排放量占总排放量的比重, %。

数据质量质量评级见表 C.2。

表 C.2 数据质量评级表

数据等级	加权平均分数值范围	总体数据质量水平
第一级	$DQR > 4$	数据质量高
第二级	$3 < DQR \leq 4$	数据质量较高
第三级	$2 < DQR \leq 3$	数据质量一般
第四级	$1.5 < DQR \leq 2$	数据质量欠佳
第五级	$DQR \leq 1.5$	数据质量差

附 录 D
(资料性)
乙烷产品碳足迹相关排放因子数据库

表 D.1 碳足迹电力排放因子

类别	排放因子 (kgCO ₂ e/kWh)
全国碳足迹电力排放因子	0.6205
燃煤发电	0.9440
燃气发电	0.4792
水力发电	0.0143
核能发电	0.0065
风力发电	0.0336
光伏发电	0.0545
光热发电	0.0313
生物质发电	0.0457

注：上述数据为生态环境部公布的2023年电力碳足迹因子数据值，[公告2025年 第3号]。

表 D.2 乙烷产品主要原辅物料碳足迹排放因子

序号	清单	排放因子	单位	数据年份	地理特征	因子来源
1	甲醇	1.634	kgCO ₂ e/kg	2014	中国	CPCD
2	润滑油	5.26	kgCO ₂ e/kg	2015	全球	CPCD
3	新鲜水	0.000168	kgCO ₂ e/kg	2019	中国	CPCD
4	乙二醇	3.38	kgCO ₂ e/kg	2012	中国	CPCD
5	还原剂（硫酸亚铁）	0.134	kgCO ₂ e/kg	2024	全球	CPCD
6	MDEA溶液（活性剂）	0.495	kgCO ₂ e/kg	2018	欧洲	CPCD
7	缓蚀阻垢剂	2.86	kgCO ₂ e/kg	2023	美国	CPCD
8	表面活性剂	0.495	kgCO ₂ e/kg	2018	欧洲	CPCD
9	柴油	0.65	kgCO ₂ e/kg	2024	中国	CPCD
10	汽油	0.634	kgCO ₂ e/kg	2024	中国	CPCD
11	其他固废及危物	2.51	kgCO ₂ e/kg	2024	国外数据库	ecoinvent 3.11
12	废液	0.0022	kgCO ₂ e/kg	2011	全国/数据库	CPCD
13	活性炭	0.18	kgCO ₂ e/kg	2005	中国	CPCD
14	滤芯（不锈钢）	3.15	kgCO ₂ e/kg	2019	中国	CPCD
15	分子筛（硅铝酸盐）	0.786	kgCO ₂ e/kg	2022	中国陕西	CPCD
16	脱汞剂（活性氧化铝+硫化铜）	0.704	kgCO ₂ e/kg	2016	中国	CPCD
17	填料（瓷球：氧化铝）	0.704	kgCO ₂ e/kg	2016	中国	CPCD
18	汽油（消耗）	3095.9	kgCO ₂ e/kg	2023	全国/数据库	GB/T 32151.16-2023
19	柴油（消耗）	3042.5	kgCO ₂ e/kg	2023	全国/数据库	GB/T 32151.16-2023
20	天然气（消耗）	2.162	kgCO ₂ e/kg	2023	全国/数据库	GB/T 32151.16-2023

21	天然气（原料）	700	kgCO ₂ e/万 Nm ³	2025	全国/数据库	CPCD
----	---------	-----	--	------	--------	------

表 D.3 不同类型运输碳足迹排放因子

原辅料运输方式	单位	碳排放因子
公路货运	kgCO ₂ /(t·km)	0.170
货船运输	kgCO ₂ /(t·km)	0.004
铁路运输	kgCO ₂ /(t·km)	0.010
注：数据来源为生态环境部环境规划院公布的中国产品全生命周期温室气体排放系数库。		

附 录 E
(资料性)
温室气体全球变暖潜势

部分温室气体的全球变暖潜势见表E.1

表E.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	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	CH ₂ FCF ₃	1530
HFC-143	CH ₃ FCHF ₂	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	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》。

附 录 F
(资料性)
乙烷产品碳足迹报告 (模板)

乙烷产品碳足迹报告

产品名称: _____

产品规格型号: _____

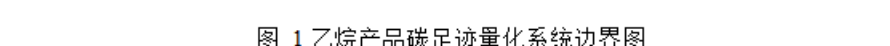
生产者名称: _____

报告编号: _____

出具报告机构: _____ (盖章)

日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

表 F.1 乙烷产品碳足迹报告

一、概况			
1、生产者信息			
生产者名称		生产厂区地址	
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、功能单位或声明单位	以_____为功能单位或声明单位		
2、系统边界	☐原辅物料获取阶段 ☐工业生产阶段 ☐储运阶段 每阶段均包含原辅物料生产、获取、运输、仓储、使用、能源消耗、三废处理等过程。 系统边界图：  图 1 乙烷产品碳足迹量化系统边界图		
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			
3、清单结果及计算（根据实际情况选择核算边界范围）			
表 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	碳足迹（tCO ₂ e/t）
原辅物料获取阶段			
工业生产阶段			

储运阶段			
从“摇篮到大门”			
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			
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 _____kgCO ₂ e/t。			
表 2 _____生命周期各阶段碳排放情况			
生命周期阶段	碳足迹（tCO₂e/t）	百分比（%）	
原辅物料获取阶段			
工业生产阶段			
储运阶段			
从“摇篮到大门”			
图 2 乙烷产品各生命周期阶段碳排放分布图 （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、不确定性分析			
4、电力处理情况（如涉及可再生能源电力使用）			
5、改进建议			

参 考 文 献

- [1] GB/T 24025—2009 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序 (ISO 14025: 2006, IDT)
 - [2] GB/T 24040—2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架 (ISO 14040: 2006, IDT)
 - [3] GB/T 24044—2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南 (ISO 14044: 2006, IDT)
 - [4] GB/T 24067—2024 温室气体 产品碳足迹量化要求和指南
 - [5] GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
 - [6] PAS2050: 2011 商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范
 - [7] 《中国石油天然气生产企业温室气体排放核算方法与报告指南》(发改办气候〔2014〕2920号)
 - [8] 《陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)》(发改办气候〔2015〕1722号)
-