

中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF 0468—2025

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 合成氨

Greenhouse gases—Quantification methods and requirements for carbon
footprint of products—Ammonia

(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)

2025-12-24 发布

2026-03-23 实施

中国石油和化学工业联合会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语与定义 1

4 量化目的 3

5 量化范围 3

6 清单分析 9

7 影响评价..... 11

8 结果解释..... 14

9 碳足迹报告..... 14

附录 A（资料性） 产品碳足迹量化数据收集表 15

附录 B（资料性） 典型氨醇联产工艺应用 PCR 分配示例 17

附录 C（资料性） 合成氨产品碳足迹评价报告模板 19

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：中国石油和化学工业联合会、河南心连心化工有限公司、中国氮肥工业协会、中国化工节能技术协会、晋能控股装备制造集团有限公司、中煤鄂尔多斯能源化工有限公司、中国石油集团安全环保技术研究院有限公司、四川美丰化工股份有限公司、山东华鲁恒升化工股份有限公司、新疆天业（集团）有限公司、安徽昊源化工集团有限公司、滨化集团股份有限公司、中国石油天然气股份有限公司乌鲁木齐石化分公司、大连理工大学、能建绿色氢氨新能源（松原）有限公司、宁夏和宁化学有限公司、谱尼测试集团股份有限公司、联合赤道国际认证（天津）有限公司、天津渤化碳资产管理有限公司、中国科学技术大学、河南省石油和化学工业协会。

本文件主要起草人：翁慧、苏建英、贾奕宸、李永亮、李森、杨丹琪、王立庆、程子防、张洋洋、徐文佳、范巍、孙永生、苏春生、焦仲青、梁海峰、刘心强、税勇、张杰、韦志浩、张燕丽、张强、陈财来、于信誉、韩福兴、李鹏、陈磊磊、张辰、杜文强、李昌伦、占敬敬、彭冲、杨哲林、张旭、王斌、郝金明、王嘉、宋薇、李霞、周奇彬、王琰、陈蕾、杨心名、马江涛、程晖、李荣、李少锋、周栩冰、赵栋普、董艳、王学磊、曹玲、李志海、赵晓毅。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 合成氨

1 范围

本文件规定了合成氨产品碳足迹量化方法与要求的范围、量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释和产品碳足迹报告等。

本文件适用于以煤炭、天然气、焦炉气、工业副产氢、生物质、可再生能源发电制氢、含碳氢废弃物等为原料生产的合成氨产品的部分碳足迹量化。

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 536 液体无水氨

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 24062 环境管理 将环境因素引入产品的设计和开发

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 32151.10 碳排放核算与报告要求 第10部分 化工生产企业

ISO 14044 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB 21344 化肥行业单位产品能源消耗限额

3 术语和定义

GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067、GB/T 32150、GB/T 32151 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

GHG

大气层中自然存在的和由人类活动产生的，能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生且波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

[来源：GB/T 24067，3.2.1]

3.2

产品碳足迹 carbon footprint of a product

CFP

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：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 24067，3.1.1]

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/T24067，3.1.2]

3.4

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 32150，3.6]

3.5

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 24067，3.2.6]

3.6

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。

3.7

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 24067，3.3.8，有修改]

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/T24067，3.3.4]

3.9

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 24044，3.10]

3.10

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 24067，3.6.1]

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 24067，3.6.3]

4 量化目的

开展合成氨产品碳足迹量化的目的是通过量化合成氨产品对全球变暖的潜在贡献，以二氧化碳当量表示，披露产品碳足迹信息，明确生命周期相关阶段或单元过程对产品碳足迹的影响程度；为合成氨产品贸易、下游生产和应用提供产品碳足迹核算的方法和依据；为产品研发、技术改造、降低产品碳足迹和推动行业发展提供方向。

目标受众包括合成氨产业链相关企业、消费者、政府部门和第三方机构等。

5 量化范围

5.1 产品说明

应明确合成氨产品执行或符合的标准，或双方约定其他标准或技术标准。本文件所指的合成氨产品，应指明符合 GB/T 536 标准要求，或双方约定的其他标准或合同指标。

5.2 声明单位

合成氨产品的声明单位采用 1 t 合成氨产品（折合纯度 100%），对产品系统边界范围内所有的原始数据的采集应按照相同的计算基准流（以吨为统计单位）。

5.3 系统边界及取舍准则

5.3.1 系统边界

合成氨产品生命周期碳足迹的系统边界包括合成氨的原材料/能源获取阶段、运输阶段、合成氨产品生产阶段，不包括合成氨出厂运输阶段、下游产品及终端产品生产阶段、终端产品使用阶段及其废弃阶段。不同生产工艺的合成氨产品碳足迹系统边界示意图见图 1～图 4。

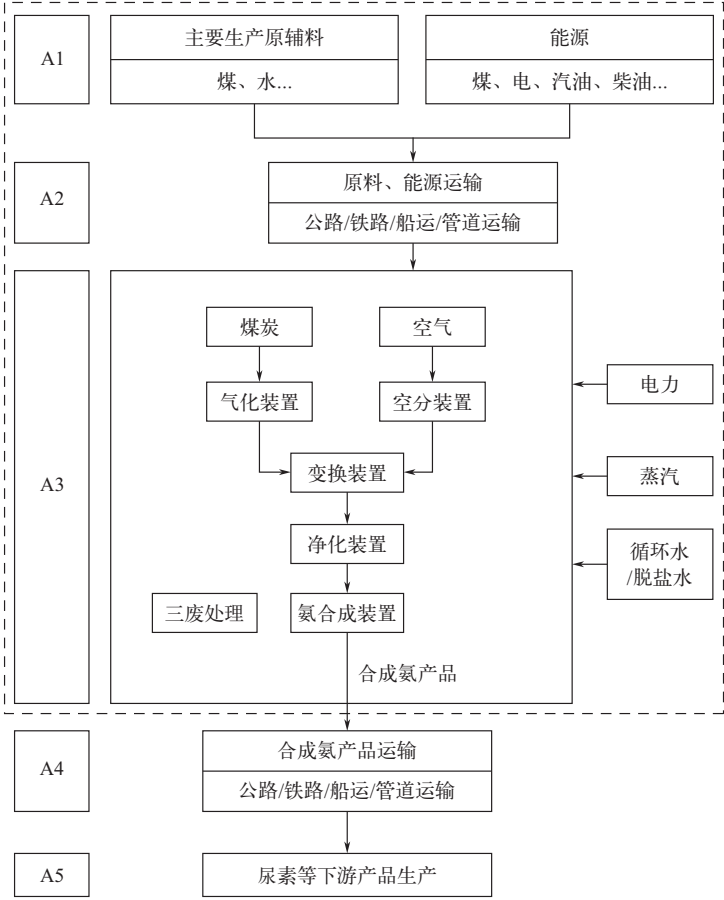


图 1 以煤为原料的合成氨产品系统边界流程图

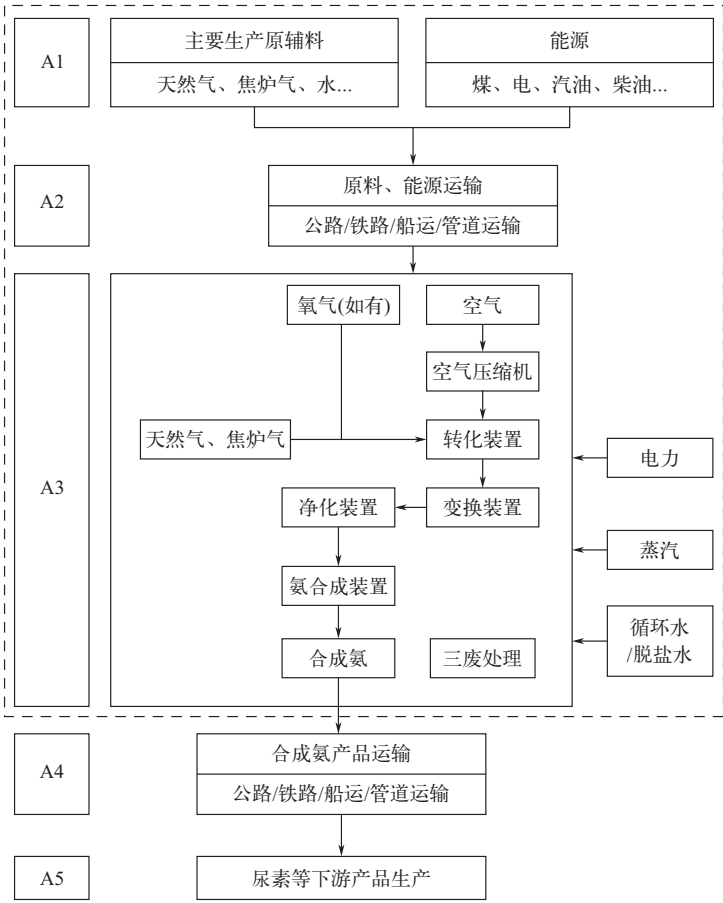


图2 以天然气、焦炉气为原料的合成氨产品系统边界流程图

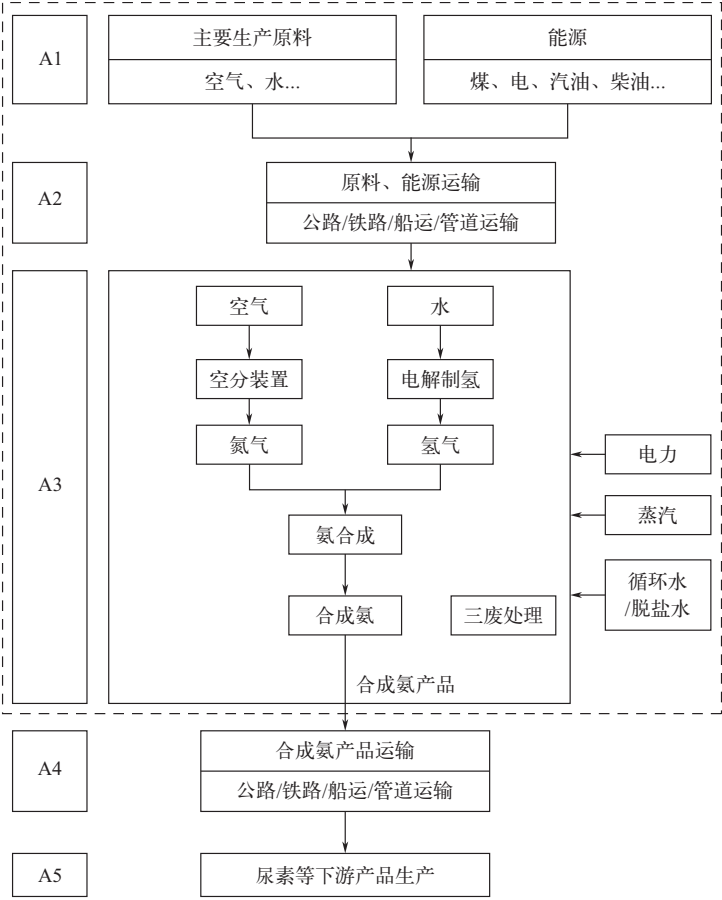


图3 以电解水制氢为原料的合成氨产品系统边界流程图

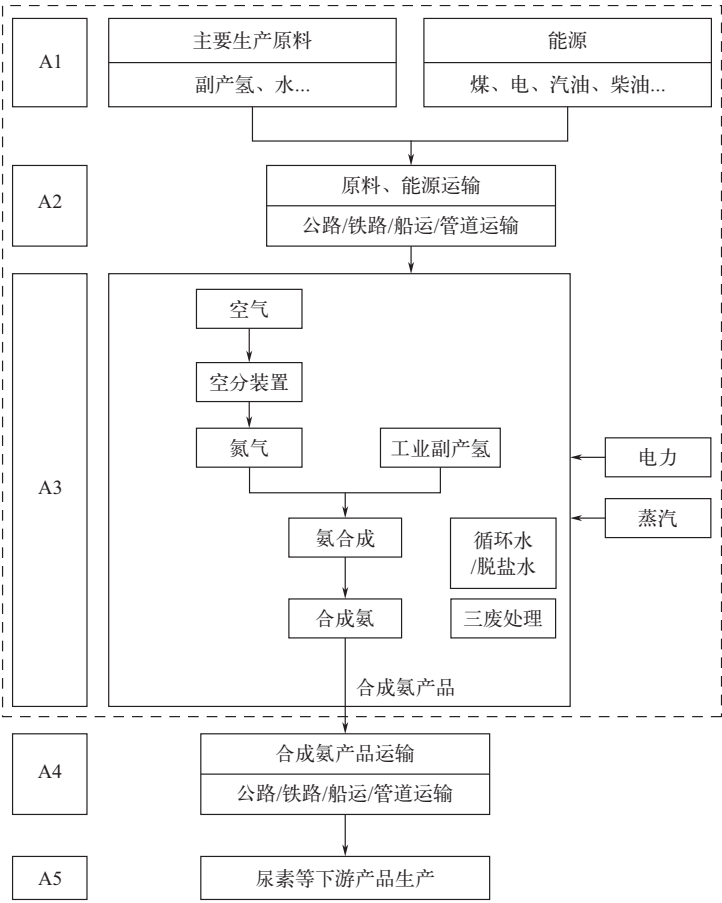


图 4 以工业副产氢为原料的合成氨产品系统边界流程图

5.3.2 生命周期各阶段的描述

合成氨产品生产阶段（A1~A3），具体描述如表 1：

表 1 合成氨产品生命周期各阶段的描述

原辅料及能源获取阶段（A1）		主要生产原料、辅料、能源的获取过程： 1) 煤（含石油焦、兰炭等）、生物质、天然气、焦炉气、工业副产氢、水、含碳氢废弃物等原料的收集、预处理、初加工、净化和提纯过程； 2) 转化催化剂、变换催化剂、氨合成催化剂、甲醇、石灰石、碱液等辅料获取过程； 3) 煤、电、汽油、柴油等能源获取过程
原辅料及能源运输阶段（A2）		煤（含石油焦、兰炭等）、生物质、天然气、焦炉气、工业副产氢、水、含碳氢废弃物等原料、各类辅料和能源等从产地到合成氨生产企业的运输或输送过程
生产阶段（A3）	煤/生物质制合成氨	1) 生产系统，包括原料预处理、气化/燃烧、净化、氨合成、氨储存等； 2) 辅助生产系统，包括空分、供热、供水、供气、供电、化验、机修、原辅料存储、厂内运输、三废处理（废气/废水/废渣/废催化剂）等； 3) 附属系统，厂区内的食堂、宿舍、浴室、建筑物、基建物资等
	天然气/焦炉气制合成氨	1) 生产系统，包括压缩、转化、变换、净化、氨合成、氨储存等； 2) 辅助生产系统，包括供热、供水、供气、供电、化验、机修、原辅料存储、厂内运输、三废处理（废气/废水/废催化剂）等
	工业副产氢制合成氨	1) 生产系统，包括储氢、氮氢压缩、氨合成、氨储存等； 2) 辅助生产系统，包括空分、供热、供水、供气、供电、化验、机修、原辅料处理与存储、厂内运输、三废处理（废气/废水/废催化剂）等
	电解水制氢制合成氨	1) 生产系统，包括电解水制氢、储氢、氮氢压缩、氨合成、氨储存等； 2) 辅助生产系统，包括空分、供热、供水、供气、供电、化验、机修、原辅料处理与存储、厂内运输、三废处理（废气/废水/废催化剂）等

5.3.3 取舍准则

在合成氨产品碳足迹量化过程中，可舍弃影响小于 1 % 的环节，如可再生能源的机械和设备制造、生物质原料的收集获取，但系统边界内舍弃环节总的影响不宜超过碳足迹总量的 5 %。在此前提下，合成氨产品碳足迹的计算，还应满足如下要求：

- a) 以各项输入物料占产品质量的比例为依据，普通物料重量小于 1 % 产品重量时，可忽略其上游生产数据，总共忽略的物料重量不超过 5 % 产品重量；
- b) 上游环境足迹较高的原材料及辅料输入，即使输入质量 ≤ 总质量的 1 %，也应纳入产品碳足迹计算；

6 清单分析

6.1 数据收集和确认

6.1.1 数据收集原则

量化合成氨产品碳足迹时应将系统边界划分为不同的单元过程，详细描述各单元过程的范围，明确说明各单元过程导致温室气体排放的输入数据和输出数据。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，宜合并相关单元过程。

合成氨产品应收集包括原料及辅料获取阶段、原料及辅料运输阶段、合成氨生产阶段内每一个单元过程的数据，包括初级数据和次级数据。

合成氨产品生产阶段的单元过程可根据企业实际生产情况确定，合成氨产品生产阶段的数据应为现场数据，并披露数据来源，所收集的数据应具有代表性；宜采用全年数据，生产期不足一年或非连续生产时，宜采用开工以来的生产数据。

6.1.2 初级数据

初级数据包括输出的产品、副产品和废弃物，输入原料及辅料、净外购能源，内外部运输相关的数据，数据来源包括但不限于以下内容。

- 原料及辅料：生产实测、物料清单（包含物料材质信息）、领料/投料清单等。
- 废弃物：固体废物管理台账、危险废物转移联单、委托处置合同等。
- 净外购能源：结算发票、缴费清单、抄表记录等。
- 运输：运输台账、发票等凭证。

6.1.3 次级数据

次级数据包括基础原材料、能源和运输的碳排放或清除因子和其他计算参数，数据来源包括，但不限于：

- 政府公开发布的行业平均值；
- 生命周期清单数据集；
- 科技文献和学术论文；
- 行业协会报告；
- 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。

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。

6.1.4 将数据关联到单元过程和功能单位或声明单位

合成氨产品碳足迹量化过程中的数据收集种类及来源可参考表 2，数据收集记录表可参考附录 A。

表 2 合成氨产品碳足迹包含的单元过程、数据收集种类及来源

阶段	数据种类	数据来源
原辅料及能源获取阶段	煤、生物质、天然气、焦炉气、工业副产氢、水等物耗	宜使用初级数据， 可使用次级数据
	转化催化剂、变换催化剂、氨合成催化剂、甲醇、石灰石、碱液等物耗	
	煤、电、汽油、柴油等物耗	
原辅料及能源运输阶段	各批次采购的运输方式，如货车、铁路、水路、管道运输等； 各批次采购的运输总量、运输距离、载重	应使用初级数据
	运输过程中所消耗燃料的种类及消耗量	应使用初级数据
	各类运输方式碳足迹因子	可使用次级数据
生产阶段	原料消耗量（煤炭、生物质、天然气、焦炉气、工业副产氢、水等）	应使用初级数据
	原料含碳量、原料低位热值、碳氧化率、工业副产氢的排放因子	宜使用初级数据， 可使用次级数据
	催化剂装填量、使用年限	应使用初级数据
	辅料消耗量（甲醇、石灰石、碱液等）	应使用初级数据
	燃料消耗量（煤、天然气、柴油等）	应使用初级数据
	燃料含碳量、燃料低位热值、碳氧化率	宜使用初级数据， 可使用次级数据
	各单元过程水消耗量（新鲜水、脱盐水、循环水、除氧水等）	应使用初级数据
	各单元过程电力消耗量	应使用初级数据
	各单元过程净输入蒸汽消耗量、压力、温度	应使用初级数据
	厂内原辅料、能源、产品、副产品等运输总量，所消耗燃料的种类及消耗量	应使用初级数据
	厂内原辅料、合成氨存储	应使用初级数据
	废水产生量	应使用初级数据
	废渣、废催化剂产生量及处理方式	应使用初级数据
	废渣含碳量	宜使用初级数据， 可使用次级数据
	电力碳足迹因子，蒸汽、工业水及气体、废弃物处理过程等的排放因子	可使用次级数据
	合成氨产品产量	应使用初级数据
	副产品种类及产量	应使用初级数据
	副产品的排放因子	可使用次级数据

合成氨产品部分碳足迹量化过程中的数据种类及来源可参考表 2，数据收集表可参考附录 A。

6.2 数据审定

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质量。

数据审定可通过建立质量平衡、能量平衡或排放因子的比较分析或其他适当的方法。由于每个单

元过程都遵守物质和能量守恒定律，因此物质和能量的平衡可为单元过程描述的准确性提供有效的检查。

6.3 数据质量要求

量化合成氨产品碳足迹时应使用数据可靠性、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。

6.4 分配原则

产品碳足迹的量化应尽量避免分配，可通过将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，或扩展产品系统的方式避免分配。若不可避免分配，应根据情况，按照以下要求进行分配，优先采用优先级高的分配方式。

- a) 一个单元过程同时产出主产品和共生产品（或副产品），而投入的原材料、辅料及能源没有分开的情况，宜采用以下分配方法分配。
 - 符合国家已发布的具体产品碳足迹量化标准要求的情形，按照国家已经发布的具体产品碳足迹量化标准中的分配方法。
 - 合成氨联产甲醇、乙二醇等，两个产品消耗的原料按照消耗粗煤气的质量分配法分配。粗煤气质量无法获取时，合成氨与粗甲醇（折 100%）单位产品消耗原料按 1 : 1.06 的比例分摊共用的原料。
 - 空分过程产生氮气、氧气、氩气、粗氩氪等产品，部分产品外售。将各气体按照折算系数折算成高压氧气，各气体产品消耗的蒸汽、电力，按照折算后的高压氧气的质量分配法分配。
- b) 输入渠道有多种，而输出只有一种的情况，宜采用可测量的物理关系进行分配。
 - 合成氨生产废水处理消耗的能源按照废水的质量分配法分配。
 - 合成氨生产废气处理消耗的能源按照废气的质量分配法分配。

6.5 废弃物处理及回收

合成氨生产系统产生的废弃物，其处理、处置与回收过程中的温室气体排放，必须按科学合理的比例分配给合成氨产品或副产品，并计入产品碳足迹。核算时应遵循以下原则。

- a) 废弃物在系统内进行回收利用，如气化细渣返回系统利用，无需进行分配。
- b) 废弃物在系统外进行回收利用，但其固有特性（如化学特性或物理特性等）未发生变化，如煤气化粗渣外售作为建筑材料，无需进行分配。
- c) 废弃物在系统外进行回收利用，且其固有特性发生改变，此时共享单元过程宜采用以下顺序进行分配顺序：物理属性、经济价值、回收材料的后续使用的次数，并参照 GB/T 24067 附录 D 进行计算。

6.6 特定温室气体排放与清除

合成氨产品碳足迹核算中关于化石碳和生物碳、产品中的生物碳、电力、飞机运输 GHG 排放量等方面参考 GB/T 24067 6.4.9 的要求。

7 影响评价

7.1 通则

在数据收集与确认完成后，将现场数据和非现场数据按每吨合成氨产品折算，每吨合成氨产品碳

足迹按式 (1) 计算：

$$CFP_{\text{合成氨}} = (E_{\text{原材料及辅料获取}} + E_{\text{原辅料运输}} + E_{\text{生产}}) / Q_{\text{合成氨}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$CFP_{\text{合成氨}}$ ——合成氨产品碳足迹，单位为吨二氧化碳当量每吨合成氨 (tCO₂e/t)；

$E_{\text{原材料及辅料获取}}$ ——原材料及辅料获取阶段的温室气体排放量与清除量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)，计算方法见式 (2)；

$E_{\text{原辅料运输}}$ ——在原材料及辅料运输阶段的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)，计算方法见式 (3)；

$E_{\text{生产}}$ ——在产品生产阶段的温室气体排放量与清除量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)，计算方法见式 (4)；

$Q_{\text{合成氨}}$ ——合成氨产量，单位为吨 (t)。

7.2 原材料及辅料获取阶段

合成氨产品原材料及辅料获取过程的温室气体排放量与清除量按式 (2) 计算：

$$E_{\text{原材料及辅料获取}} = \sum (M_j \times CEF_{i,j}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$E_{\text{原材料及辅料获取}}$ ——原材料及辅料获取阶段的第 i 类温室气体排放量与清除量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

M_j ——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；

$CEF_{i,j}$ ——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。

7.3 原材料及辅料运输阶段

原材料及辅料运输阶段的温室气体排放量按式 (3) 计算：

$$E_{\text{原辅料运输}} = \sum_{i=1, k=1}^n (AD_i \times D_{i,k} \times EF_{\text{trans},k}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$E_{\text{原辅料运输}}$ ——原材料及辅料运输阶段的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

AD_i ——第 i 种原辅料消耗量，单位为吨 (t)；

$D_{i,k}$ ——第 i 种原辅料的第 k 种运输方式对应的加权运输距离，单位为千米 (km)；

$EF_{\text{trans},k}$ ——第 k 种运输方式的温室气体排放因子，单位与活动数据匹配。

7.4 合成氨产品生产阶段

7.4.1 通则

每吨合成氨产品阶段的温室气体排放量和清除量按式 (4) 计算。

$$E_{\text{生产}} = E_{\text{燃烧},i} + E_{\text{过程},i} + E_{\text{电}} + E_{\text{热}} + E_{\text{废}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$E_{\text{生产}}$ ——合成氨产品生产阶段的第 i 类温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

$E_{\text{燃烧},i}$ ——合成氨产品生产阶段化石燃料燃烧产生的第 i 类温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

$E_{\text{过程},i}$ ——合成氨产品生产阶段由生产过程产生的第 i 类温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

$E_{\text{电}}$ ——合成氨产品生产阶段的净购入使用电力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳

当量 (tCO₂e)；

$E_{\text{热}}$ ——合成氨产品生产阶段的净购入使用热力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

$E_{\text{废}}$ ——合成氨产品生产阶段的废弃物处理过程所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

7.4.2 消耗燃料产生的温室气体排放

合成氨生产阶段消耗燃料产生的温室气体排放量按照公式 (5) 计算。

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (AD_{\text{fuel},i} \times EF_{\text{fuel},i}) \quad \dots\dots\dots (5)$$

$E_{\text{燃烧}}$ ——合成氨产品生产阶段化石燃料燃烧产生的第 i 类温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

$AD_{\text{fuel},i}$ ——第 i 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；

$EF_{\text{fuel},i}$ ——第 i 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。

7.4.3 净外购电力产生的温室气体排放

合成氨生产阶段净外购电力产生的温室气体排放量按照公式 (6) 计算。

$$E_{\text{电}} = AD_{\text{ele},i} \times EF_{\text{ele},i} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$E_{\text{电}}$ ——合成氨生产阶段净外购电力产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

AD_{fuel} ——净外购电量，单位为兆瓦时 (MW·h)；

$EF_{\text{fuel},i}$ ——电力碳足迹因子，单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时 [tCO₂e/(MW·h)]。

7.4.4 净外购热力产生的温室气体排放

合成氨生产阶段净外购热力产生的温室气体排放量按照公式 (7) 计算。

$$E_{\text{热}} = AD_{\text{therm}} \times EF_{\text{therm}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

$E_{\text{热}}$ ——合成氨生产阶段净外购热力产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

AD_{therm} ——净外购热力量，单位为吉焦 (GJ)；

EF_{therm} ——电力碳足迹因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦 (tCO₂e/GJ)。

7.4.5 处置废弃物产生的温室气体排放

合成氨生产阶段处置废弃物产生的温室气体排放量按照公式 (8) 计算。

$$E_{\text{废弃物处置}} = \sum_{i=1}^n (AD_{\text{waste},i} \times EF_{\text{waste},i}) \quad \dots\dots\dots (8)$$

$E_{\text{废弃物处置}}$ ——合成氨生产阶段燃料消耗产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

$AD_{\text{waste},i}$ ——第 i 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；

$EF_{\text{waste},i}$ ——第 i 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。

7.4.6 生产过程产生的温室气体排放

合成氨生产阶段过程排放量按照公式 (9) 计算。

$$E_{\text{过程}} = \{ \sum_r (AD_r \times CC_r) - [\sum_p (AD_p \times CC_p) + \sum_w (AD_w \times CC_w)] \} \times \frac{44}{12} \quad \dots\dots (9)$$

式中：

$E_{\text{过程}}$ ——合成氨生产阶段产生的过程排放，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2e ）；

r ——原料种类，如具体品种的化石燃料、具体名称的碳氢化合物、碳电极以及二氧化碳原料；

AD_r ——原料 r 的投入量，对固体或液体原料，单位为吨（ t ）；对气体原料，单位为万标立方米（ 10^4Nm^3 ）；

CC_r ——原料 r 的含碳量，对固体或液体原料，单位为吨碳每吨（ tC/t ）；对气体原料，单位为吨碳每万标立方米（ $\text{tC}/10^4\text{Nm}^3$ ）；

p ——流出核算边界的含碳产品种类，包括各种主产品、联产产品、副产品等；

AP_p ——碳产品 p 的产量，对固体或液体产品，单位为吨（ t ），对气体产品，单位为万标立方米（ 10^4Nm^3 ）；

CC_p ——碳产品 p 的含碳量，对固体或液体产品，单位为吨碳每吨（ tC/t ），对气体产品，单位为吨碳每万标立方米（ $\text{tC}/10^4\text{Nm}^3$ ）；

w ——流出核算边界且没有计入产品范畴的其他含碳输出物，如炉渣、粉尘、污泥等含碳的废弃物；

AD_w ——其他含碳输出物 w 的输出量，单位为吨（ t ）；

CC_w ——其他含碳输出物 w 的含碳量，单位为吨碳每吨（ $\text{tC/t } w$ ）。

8 结果解释

应根据合成氨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：

- 说明合成氨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范围；
- 详细记录选定的分配程序；
- 说明合成氨产品碳足迹研究的局限性。

9 碳足迹报告

合成氨产品碳足迹研究中应记录产品碳足迹的量化结果，具体内容如下：

- 与 GHG 排放和清除的主要生命周期阶段相关联，包括每个生命周期阶段的绝对和相对贡献量；
- 化石 GHG 的排放量和清除量；
- 合成氨产品的生物碳含量（如有）；
- 合成氨产品碳足迹报告模板见附录 C。

附 录 A
(资料性)
产品碳足迹量化数据收集表

A.1 概述

在本附录中的数据收集表可作为资料性示例使用，用来说明从报送地点收集的有关单元过程的信息的性质。

选用数据收集表中的数据时应审慎。所选的数据及其具体程度应与研究目的相符。

这些收集表可同时附有关于数据收集和输入的说明，此处还可以包括有关数据输入的问题，以便深入了解输入数据的性质和取得数据的方式。

可以在这些收集表中根据实际情况进行调整，比如增添有关其他项目的栏目，像仓储情况、数据质量（不确定性或测量值、计算值、估算值等）。

A.2 用于上游运输的数据收集表示例

本例中需要收集数据的中间产品的名称和吨数已经记录在要研究的系统模型中。本示例假设两个有关单元过程之间的运输方式为公路运输。同样的收集表也适用于铁路和水路运输。运输数据收集表见表 A.1。

表 A.1 运输数据收集表

中间产品名称	公路运输		
	路程（km）	卡车装载能力（t）	实际负荷（t）

燃料消耗和相应的空气排放通过运输模型进行计算。

A.3 用于内部运输的数据收集表示例

本例为工厂内部的运输清单。其中的数据是取自一个特定的时段，给出燃料消耗的实际数量。如果还需要来自其他时段的最大值和最小值，可在表中增添新的栏目。

内部运输也须进行分配，例如对某场所总耗电量的分配。

空气排放采用燃料消耗模型计算。内部运输数据收集表见表 A.2。

表 A.2 内部运输数据收集表

项目	输入的运输总量	消耗的燃料总量
柴油		
汽油		
LPG ^a		
^a LPG 指液化石油气。		

A.4 用于单元过程的数据收集表示例

单元过程数据收集表见表 A.3。

表 A.3 单元过程数据收集表

制表人：	制表日期：			
单元过程标识：	报送地点：			
时段：年	起始月：		终止月：	
单元过程表述（如需要可加附页）				
原材料及辅料输入	单位	数量	数据来源	原材料及辅料来源 ^a
水消耗 ^b	单位	数量		
能源输入	单位	数量	数据来源	能源来源
能源、材料输出 （包括产品、三废）	单位	数量	数据来源	去向
注：此数据收集表中的数据是指规定时段内所有未分配的输入和输出。				
^a 注意是否来自再生材料。				
^b 例如地表水、饮用水。				

附 录 B
(资料性)
典型氨醇联产工艺应用 PCR 分配示例

典型氨醇联产工艺应用 PCR 中的分配示例参照表 B.1。

表 B.1 典型醇氨联产工艺分配示例

序号	产品系统	分配方法	资料名称
1	开采、运输、 储运	①特定质量分配：某产品的分配系数=该产品线粗水煤气消耗量/粗水煤气总量； 煤炭的运输开采以及能源使用按质量分配法占比对应分配到主产品和共生产品上	ISO14044 中提到的可测量的物理关系分配
		②合成氨联产甲醇企业，氨与粗甲醇（折 100% 甲醇）单位产品消耗原料，按 1：1.06 的比例分摊	GB-21344 中提到的合成氨联产甲醇企业原料煤、燃料煤、电耗的分摊
2	空分	前提原则：将所有产品折算成高压氧，扣除外售产品（如液氧、液氮）能耗	空分产品能耗折标系数算法指南
		①特定质量分配：某产品的分配系数=该产品线粗水煤气消耗量/粗水煤气； 按质量分配法占比对应分配到主产品和共生产品上	ISO14044 中提到的可测量的物理关系分配
		②合成氨联产甲醇企业，氨与粗甲醇（折 100% 甲醇）单位产品消耗原料，按 1：1.06 的比例分摊	GB-21344 中提到的合成氨联产甲醇企业原料煤、燃料煤、电耗的分摊
3	供水	①特定质量分配：某产品的分配系数=该产品线粗水煤气消耗量/粗水煤气； 按质量分配法占比对应分配到主产品和共生产品上	ISO14044 中提到的可测量的物理关系分配
		②合成氨联产甲醇企业，氨与粗甲醇（折 100% 甲醇）单位产品消耗原料，按 1：1.06 的比例分摊	GB-21344 中提到的合成氨联产甲醇企业原料煤、燃料煤、电耗的分摊
4	气化	①特定质量分配：某产品的分配系数=该产品线粗水煤气消耗量/粗水煤气； 按质量分配法占比对应分配到主产品和共生产品上	ISO14044 中提到的可测量的物理关系分配
		②合成氨联产甲醇企业，氨与粗甲醇（折 100% 甲醇）单位产品消耗原料，按 1：1.06 的比例共用的原料	GB-21344 中提到的合成氨联产甲醇企业原料煤、燃料煤、电耗的分摊

表 B.1 典型醇氨联产工艺分配示例（续）

序号	产品系统	分配方法	资料名称
5	变换、甲醇洗	①按照实际工艺路线，若深变与浅变、未变副产蒸汽量以及电量有分开统计，则按实际统计值计算	氨醇联产如若涉及有深变净化气向甲醇合成配氢气，须按配氢气占深变净化气占比进行分配； ISO14044 中提到的可测量的物理关系分配
		②共同的能源输入按特定质量分配：某产品的分配系数=该产品线粗水煤气消耗量/粗水煤气总量；若深变与浅变、未变副产蒸汽量以及电量没有分开统计，则需按照质量分配法占比对应分配到主产品和共生产品上	
		③合成氨联产甲醇企业，氨与粗甲醇（折 100% 甲醇）单位产品消耗原料以及副产蒸汽，均按 1 : 1.06 的比例分摊	GB-21344 中提到的合成氨联产甲醇企业原料煤、燃料煤、电耗的分摊
6	酸性气体处理	①特定质量分配：某产品的分配系数=该产品线粗水煤气消耗量/粗水煤气总量； 按质量分配法占比对应分配到主产品和共生产品上，副产物硫酸、硫磺暂未考虑	ISO14044 中提到的可测量的物理关系分配
		②合成氨联产甲醇企业，氨与粗甲醇（折 100% 甲醇）单位产品消耗原料，按 1 : 1.06 的比例分摊	GB-21344 中提到的合成氨联产甲醇企业原料煤、燃料煤、电耗的分摊
7	液氮洗	属于合成氨产品特有的工序，因能源使用所产生的碳排放均属于合成氨产品	/
8	氨合成	属于合成氨产品特有的工序，因能源使用所产生的碳排放均属于合成氨产品	/
9	氮氢压缩	属于合成氨产品特有的工序，因能源使用所产生的碳排放均属于合成氨产品	/

附 录 C
(资料性)
产品碳足迹报告（模板）（可选项）

产品碳足迹评价报告（模板）

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：（若有）（盖章）

日期： 年 月 日

一、概况

1.1 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：

1.2 产品信息

产品名称：

产品功能：

产品介绍：

产品图片：

1.3 量化方法

依据标准：

二、量化目的

三、量化范围

3.1 功能单位或声明单位

以_____为功能单位或声明单位。

3.2 系统边界

☐ 原材料及辅料获取阶段 ☐ 原材料及辅料运输 ☐ 生产阶段 ☐ 分销阶段 ☐ 使用阶段
☐ 生命末期阶段

系统边界图：

3.3 时间范围

20××年×月×日—20××年×月×日

3.4 取舍准则

采用的取舍准则以_____为依据，具体规则如下：

3.5 多产品分配

多产品系统需采用合理的建模方法对整个系统的资源环境影响进行分配，从而得到主产品和共生产品各自的环境影响，本评价报告中主产品、共生产品采用的分配方法见表 C.1：

表 C.1 多产品及分配方法描述

过程名称	主产品	共生产品	分配方法	备注

四、清单分析

4.1 数据来源说明

4.1.1 ××生产过程

(1) 过程基本信息

过程名称：

(2) 过程清单

主要数据来源：

过程清单数据见表 C.2。

表 C.2 过程清单数据表

类型	名称	数量	单位	数据来源	排放因子数据来源
产品产出					— —
产品产出					— —
原材料					
原材料					
能源					
环境排放					
废物					
.....					

运输数据清单见表 C.3

表 C.3 运输数据清单

物料名称	运输重量	起点	终点	运输距离	运输类型

(3) 分配方法

4.1.2 ××生产过程

4.2 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.4。

表 C.4 生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段		碳足迹/(kgCO ₂ e/功能单位或声明单位)	百分比
原材料及辅料获取			
原材料及辅料获取阶段小计			
原材料及辅料运输			
原材料及辅料运输阶段小计			
生产			
产品生产阶段小计			
分销	运输		
	仓储		
产品碳足迹			

五、产品碳足迹量化评价结果

5.1 产品碳足迹特征化因子选择

一般选择政府间气候变化专门委员会（IPCC）给出的最新 100 年全球变暖潜势（GWP）。

5.2 产品碳足迹结果计算

六、结果解释

6.1 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 kgCO₂ e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 C.5 和图 C.1 所。

表 C.5 生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹/(kgCO ₂ e/功能单位)	百分比/%
原材料及辅料获取		
运输		
产品生产		
总计		

图 C.1 * * 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。

6.2 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。

6.3 改进建议