

T/CPCIF

中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF 0389—2024

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 复 合肥料

Greenhouse gases — Quantification methodologies and requirements for carbon
footprint of products — Compound fertilizer

(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)

2024 - 12 - 31 发布

2025 - 04 - 01 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 术语和定义 1

4 量化目的 2

5 量化范围 2

 5.1 功能单位或声明单位 2

 5.2 系统边界 2

6 清单分析 4

 6.1 数据收集和审定 4

 6.2 将数据关联到单元过程和功能单位或声明单位 6

 6.3 系统边界调整 6

 6.4 分配原则 7

7 影响评价 7

 7.1 产品碳足迹计算方法 7

 7.2 原燃料生产阶段温室气体排放量计算 7

 7.3 运输阶段碳排放计算 7

 7.4 复合肥料生产阶段碳排放计算 8

 7.5 复合肥料使用阶段碳排放计算 9

 7.6 记录和保存 9

8 结果解释 9

9 产品碳足迹报告 9

10 产品碳足迹声明 10

附录 A（资料性） 产品碳足迹量化数据收集表 11

附录 B（资料性） 碳足迹评价报告模板 13

附录 C（资料性） 全国各大区域农用地平均氧化亚氮排放因子推荐值 19

参考文献 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：上海化工院检测有限公司、中国磷复肥工业协会、北京中化联合认证有限公司、新洋丰农业科技股份有限公司、成都云图控股股份有限公司、山东省化肥和煤化工行业协会、贵州省产品质量检验检测院、山东省产品质量检验研究院、五洲丰农业科技有限公司、山东华鲁恒升化工股份有限公司、明泉集团股份有限公司、四川美丰化工股份有限公司、山东合力泰化工有限公司。

本文件主要起草人：马志玮、修学峰、白雪、王鑫、陈宏坤、阚夕国、商立鹏、范秀凯、钟宏波、张娟、吕晓光、张燕丽、张同福、刘心强、李宗莲、武娟、房朋、朱洪霞、齐俊祥、赵曙光、杨一。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 复合肥料

1 范围

本文件规定了复合肥料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、产品碳足迹报告以及产品碳足迹声明等内容。

本文件适用于复合肥料产品碳足迹核算与报告活动。

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 15063 复合肥料

GB 18382 肥料标识 内容和要求

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 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

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

3 术语和定义

GB/T 15063和GB/T 24067界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

复合肥料 compound fertilizer

氮、磷、钾三种养分中，至少有两种养分标明量的由化学方法和（或）物理方法制成的肥料。

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。

[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 24067-2024，3.2.1]

3.5

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。

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，见IPCC第六次评估报告（AR6）。GWP-100特征因子需优先采用IPCC最新公布数据。

[来源：GB/T 24067-2024，3.2.4]

3.6

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]

3.7

功能单位 functional unit

用来量化产品系统性能的基准单位。

[来源：GB/T 24040-2008，3.20]

3.8

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]

4 量化目的

本文件基于生命周期观点，结合取舍原则，通过量化复合肥料产品全生命周期或选定过程的所有显著的温室气体排放量和清除量，计算产品对全球变暖的潜在贡献，以二氧化碳当量（CO₂e）表示。其目的包括但不限于以下方面：

- a) 用于上下游供应链与消费者的温室气体排放信息沟通；
- b) 用于产品研究和开发、技术改进、产品碳足迹绩效追踪。

5 量化范围

5.1 功能单位或声明单位

复合肥料产品碳足迹的功能单位和声明单位可以是质量单位，如1吨复合肥料。声明单位用于产品部分碳足迹，在“从摇篮到大门”的产品碳足迹量化计算过程中用作参考单位。

5.2 系统边界

5.2.1 系统边界范围

复合肥料产品碳足迹系统边界包括以下阶段：原辅料生产阶段、原辅料运输阶段、复合肥料产品的生产阶段、分销与成品运输阶段、复合肥料使用阶段（包括产品的生命末期处理阶段）。

复合肥料生产企业可以根据量化目的选择边界，可选边界范围有以下两个：

- 边界范围①：从摇篮到坟墓，涵盖整个生命周期阶段的产品碳足迹评价；
- 边界范围②：从摇篮到大门，包括原材料开采提取、生产和运输、生产排放过程、仓储，直到产品离开工厂大门的产品部分碳足迹评价。

与产品生命周期内能源使用相关的直接或间接排放与清除均应纳入产品碳足迹评价。若能源同时参与非燃烧化学反应，其生产过程中的排放与清除应纳入产品碳足迹评价。
系统边界图如图1所示。

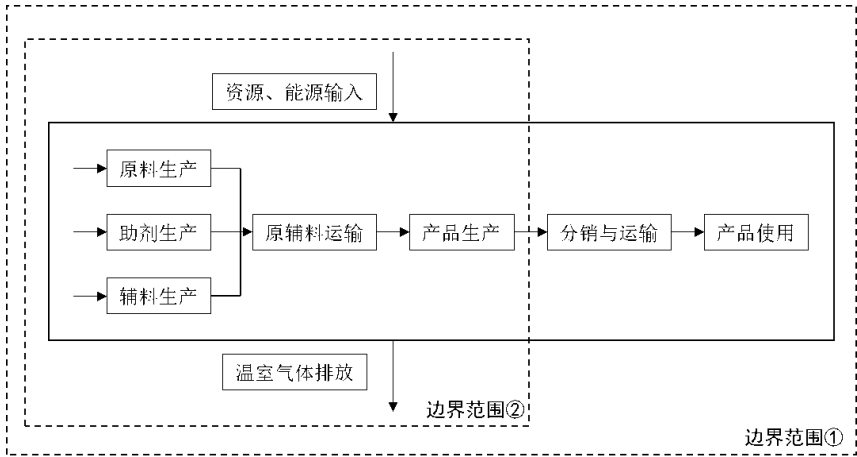


图1 复合肥料产品碳足迹系统边界示意图

5.2.2 生命周期各阶段的描述

生命周期分为以下阶段：

- a) 原辅料生产阶段：产品生产过程中消耗原料、助剂及辅料等主要原材料以及能源的获取及加工过程，即资源的获取和材料的生产过程。
- b) 原辅料运输阶段：将原辅料及能源从相应供应商生产地点运输到最终复合肥料生产工厂。
- c) 复合肥料生产阶段：生产阶段开始于原辅料进入生产工厂，结束于最终产品离开生产工厂。生产活动包括化学处理、物理处理/制造、制造过程中半成品的运输、材料组成包装等。不包括以下活动带来的碳排放：
 - 1) 制造生产设备、建筑、基础设施和基建物资；
 - 2) 商务旅行或员工通勤；
 - 3) 服务，如工程或基础设施服务、研究和开发活动；
 - 4) 满足取舍要求的活动。复合肥料成品包装袋（如 40kg，50kg 包装袋）应纳入系统边界，并在报告中说明；大宗成品出厂时的包装袋可忽略不计，如 1t 成品包装袋。
- d) 分销与成品运输阶段：分销阶段从最终产品离开生产地开始，到最终用户得到产品结束。该阶段将复合肥料分配给各地经销商，分销和运输阶段主要包括工厂、仓库和销售地点间的各类运输，考虑到成品储存带来的碳排放量较小且难以统计，不再考虑成品储存的碳排放。
- e) 复合肥料使用阶段：复合肥料的使用过程。该阶段始于消费者拥有产品，结束于复合肥料施用过程结束，复合肥料产品进入大自然的生命周期。

5.2.3 取舍准则

产品碳足迹研究包括所研究系统的所有单元过程和流。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时，可将其作为数据排除项排除并进行报告。

在产品碳足迹量化过程中，可舍弃产品碳足迹影响小于1%的环节，但舍弃环节总的影响不应超过产品碳足迹总量的5%，在此前提下，复合肥料产品碳足迹的计算，还应满足如下要求：

- a) 所有累计总量超过单元过程 95%总质量输入的物料输入都应纳入计算；
- b) 所有累计总量超过单元过程 95%总能源输入的能源输入都应纳入计算；
- c) 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）。

应在目的和范围界定阶段确定一致的取舍准则，所选取舍准则对研究结果的影响也应在产品碳足迹研究报告中进行评价和描述。

6 清单分析

6.1 数据收集和审定

6.1.1 数据收集的范围

复合肥料产品碳足迹评价应收集系统边界内划分的所有单元过程中的每一个单元过程，包括定性数据和定量数据，尽可能收集初级数据，且收集到的数据对于各个过程而言应具有代表性。

初级数据的主要来源：

- a) 供应商的直接监测或记录；
- b) 基于标的产品进行分配；
- c) 第三方机构检测结果。

无法获取初级数据的情况下，选择次级数据并在评价报告中解释说明。宜从以下数据来源优先选择次级数据：

- a) 由第三方证明符合本产品类别规则的数据，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，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；
- c) 未经验证的数据，评价报告中应说明使用理由。

各生命周期阶段的数据清单参见表 1。活动数据收集表格参见附录A的示例。

表1 复合肥料碳足迹全生命周期阶段数据参考清单

生命周期阶段	数据类型	数据清单
原辅料生产阶段、原辅料运输阶段	初级数据	a) 上游原辅材料及包装材料的投入量； b) 燃料、电力、热力等能源和水的消耗量； c) 废弃物产生量； d) 上游原辅材料的运输数量和重量、运输方式、运输距离； e) 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； f) 其他。
	次级数据	a) 无法获取上游原辅材料初级数据时，则采用原辅材料从自然资源获取到产品制成阶段的温室气体排放与清除因子； b) 燃料、电力、热力等能源和水的全生命周期温室气体排放与清除因子； c) 废弃物处理过程相关的温室气体排放与清除因子； d) 运输相关的温室气体排放与清除因子； e) 其他。
复合肥料生产阶段	初级数据	a) 原辅材料及包装材料的投入量； b) 废水废气处理物料的投入量； c) 燃料、电力、热力等能源和水的消耗量； d) 产品的产量； e) 废弃物产生量； f) 涉及中间产品不全部用于产品的情况（如生产的硝酸用于不同型号规格复合肥料），按照产品使用中间产品质量将中间产品消耗的原辅材料、助剂、包装材料、燃料、电力、热力等能源和水的消耗量及废水废弃处理物料投入量进行折算； g) 其他。
	次级数据	a) 能源和水消耗相关的全生命周期温室气体排放与清除因子； b) 废弃物处理相关的全生命周期温室气体排放与清除因子； c) 其他。
分销与成品运输阶段	初级数据	a) 每种运输方式的产品运输数量和重量； b) 每种运输方式的吨公里数或里程数； c) 每种运输方式的能源消耗量，或其它可计算获得燃料消耗量的数据； d) 其他。
	次级数据	a) 燃料、电力、热力等能源的全生命周期温室气体排放与清除因子； b) 运输相关的温室气体排放与清除因子； c) 其他。
复合肥料使用阶段	初级数据	a) 使用量及含氮量； b) 其他。
	次级数据	a) 复合肥料使用阶段温室气体排放与清除因子； b) 其他。

6.1.2 数据缺失处理方法

6.1.2.1 代用数据

代用数据是来自类似工艺的数据，作为特定工艺的代替数据使用。可以通过推定、放大或者自定义代用数据，使其代表给定的工艺。如果有足够的信息，企业可以自定义代用数据，以便更好地近似描述在产品生命周期中所研究过程的条件。可以自定义数据，使其更好地匹配地理、技术或其他工艺指标。在没有产品清单的情况下，识别关键的输入、输出数据以及其他指标应当基于相关产品清单或其他考虑（例如，与利益相关方顾问的讨论）。

6.1.2.2 估算数据

当企业无法收集原始数据或整合有意义的次级数据或代用数据以填补数据缺口时，企业应估算缺失的数据，确定其对产品碳足迹结果的影响重要性。如果根据估算数据确定该过程影响不大，则可将该过程从清单结果中排除（5.2.3 取舍准则）。如果数据缺口较大，且无法通过本文件定义的其他类型的数据来弥补，则应提供估算数据的说明。应在详细考虑数据缺口的所有已知情况之后进行估算，生成相应的估算数据。在更新产品碳足迹时，应尽快用原始或次级数据取代估算数据。为协助数据质量评估，详细列出在填补数据缺口时作出的所有假设，以及对产品清单结果的预期影响。

6.1.3 数据审定与确认

应对收集的单元过程数据进行审定确认，审定过程应包括：

- a) 物料平衡：应判断单元过程输入的原料、辅料的质量与产品、副产品和排放物的质量是否平衡；
- b) 工序能耗平衡：应计算工序使用的能源与历史数据的平衡情况；
- c) 数据与功能单位的关联，即将收集的实物流的输入、输出值处理为功能单位的输入、输出值。

6.1.4 数据质量要求

复合肥料产品的碳足迹评价宜尽量采用能降低偏向性和不确定性的具有最高质量的数据。数据质量的特征应包括定量和定性两个方面，相关特性描述宜涉及以下方面：

- a) 时间覆盖范围：数据的年份和所收集数据的最小时间长度；
- b) 地理覆盖范围：为实现产品碳足迹研究目的，所收集的单元过程数据的地理位置；
- c) 技术覆盖范围：具体的技术或技术组合；
- d) 精度：对每个数据值的可变性的度量（例如方差）；
- e) 完整性：测量或测算的流所占的比例；
- f) 代表性：反映实际关注人群对数据集（即时间覆盖范围、地理覆盖范围和技术覆盖范围等）关注程度的真实情况进行的定性评价；
- g) 一致性：对研究方法学是否能在敏感性分析的不同组成部分中统一应用而进行的定性评价；
- h) 可重现性：对其他独立从业人员采用同一方法学和数值信息重现相同研究结果的定性评价；
- i) 数据来源；
- j) 信息的不确定性。

开展产品碳足迹评价的组织宜建立数据管理系统，努力持续提高数据的质量和一致性，以及保留相关文件和其他记录。

6.1.5 数据质量评估

数据质量评估应采用两步法：

- 应根据 6.1.4 中 a) 至 d) 项的要求，对产品碳足迹研究的数据质量进行分析；
- 应根据 6.1.4 中 a) 至 d) 项的要求，对数据进行评价。

6.2 将数据关联到单元过程和功能单位或声明单位

以基准流为基础计算系统边界内各单元过程的输入、输出数据，汇总得到为实现功能单位或声明单位所需的生命周期系统边界内输入、输出数据。

6.3 系统边界调整

基于产品碳足迹量化工作需要不断迭代的特性，应根据由敏感性分析所判定的重要性来决定数据的取舍。初始系统边界应根据目的和范围确定阶段所规定的取舍准则进行调整。应在产品碳足迹研究报告中记录调整过程和敏感性分析结果。基于敏感性分析的系统边界调整可导致：

- a) 排除被判定为不具有显著性影响的生命周期阶段或单元过程；
- b) 排除对产品碳足迹研究结果不具有显著性影响的输入和输出数据；
- c) 纳入具有显著性影响的新单元过程，输入和输出。

系统边界调整有助于把数据处理限制在被判定为对产品碳足迹研究目的具有显著性影响的输入和输出数据范围内。

6.4 分配原则

当在数据收集阶段需要进行多输出分配时，应按照如下决策层次对所有可能的（物质和能量）共生产品类型采用一致的分配方法：

- a) 只要可能，宜通过以下方法避免分配：
 - 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输出数据；
 - 2) 扩展产品系统，使其包括共生产品相关的附加功能。
- b) 若无法避免分配，使用以下原则：
 - 1) 对产出多种产品（包括副产品）的同一单元过程（如同一生产线），采用该单元过程或生产线的产品产量（质量）进行分配；
 - 2) 对公共设施能源消耗产生的温室气体排放，在划分单元过程的时候确保各单元过程输入能源和资源可以计量；如不可单独计量，则根据该单元过程生产产品产量占全厂产品总产量的比例进行分配；
 - 3) 对废水和废弃物处理过程（包括委外处理）的温室气体排放，根据该单元过程生产产品产量占全厂产品总产量的比例进行分配。
- c) 不参与分配的情形有：
 - 1) 如果副产物所占份额很小（质量或体积 $\leq 1\%$ ），不参与分配；
 - 2) 不合格品不参与分配。

7 影响评价

7.1 产品碳足迹计算方法

在计算复合肥料产品碳足迹时，要考虑温室气体排放到大气中的量以及从大气中清除的量。复合肥料产品碳足迹的核算方法见公式（1）：

$$CPF_{\text{复合肥料}} = E_{\text{原燃料生产}} + E_{\text{原燃料运输}} + E_{\text{复合肥料生产}} + E_{\text{分销与运输}} + E_{\text{复合肥料使用}} \cdots \cdots (1)$$

式中：

$CPF_{\text{复合肥料}}$ —— 系统边界内复合肥料产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每吨 ($\text{kgCO}_2\text{e/t}$)；

$E_{\text{原燃料生产}}$ —— 每吨复合肥料在原料与能源生产阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨 ($\text{kgCO}_2\text{e/t}$)；

$E_{\text{原燃料运输}}$ —— 每吨复合肥料在原料与能源运输阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨 ($\text{kgCO}_2\text{e/t}$)；

$E_{\text{复合肥料生产}}$ —— 每吨复合肥料在生产阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨 ($\text{kgCO}_2\text{e/t}$)；

$E_{\text{分销与运输}}$ —— 每吨复合肥料在分销与成品运输阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨 ($\text{kgCO}_2\text{e/t}$)；

$E_{\text{复合肥料使用}}$ —— 每吨复合肥料在产品使用阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨 ($\text{kgCO}_2\text{e/t}$)。

7.2 原燃料生产阶段温室气体排放量计算

原燃料生产阶段温室气体排放量按照公式（2）计算：

$$E_{\text{原燃料生产}} = \sum_i (AD_{\text{原燃料},i} \times EF_{\text{原燃料},i}) \cdots \cdots (2)$$

式中：

$E_{\text{原燃料生产}}$ —— 每吨复合肥料在原料与能源生产阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨 ($\text{kgCO}_2\text{e/t}$)；

$AD_{\text{原燃料},i}$ —— 每吨复合肥料对应的第*i*种原料或能源的消耗数据，单位与原料或能源相匹配；

$EF_{\text{原燃料},i}$ —— 第*i*种原料或能源的碳足迹因子，单位与原燃料相匹配。

7.3 运输阶段碳排放计算

运输阶段包括原料及能源的运输和成品的运输，按照公式（3）计算：

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

式中：

$E_{\text{运输}}$ —— 每吨复合肥料原料及能源或成品在运输阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨(kgCO₂e/t)；

$AD_{\text{运输},i}$ —— 运输阶段第*i*种中活动的活动数据，单位根据实际情况确认；

$EF_{\text{运输},i}$ —— 运输阶段第*i*种活动的二氧化碳排放因子，单位与活动数据匹配。

7.4 复合肥料生产阶段碳排放计算

复合肥料生产阶段排放量按照公式（4）计算：

$$E_{\text{复合肥料生产}} = E_{\text{化石燃料燃烧}} + E_{\text{净外购电}} + E_{\text{净外购热}} + E_{\text{过程}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$E_{\text{复合肥料生产}}$ —— 每吨复合肥料在生产阶段的温室气体排放量，单位千克二氧化碳当量每吨(kgCO₂e/t)；

$E_{\text{化石燃料燃烧}}$ —— 每吨复合肥料生产使用的化石燃料燃烧产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨(kgCO₂e/t)；

$E_{\text{净外购电}}$ —— 每吨复合肥料生产使用的外购电力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨(kgCO₂e/t)；

$E_{\text{净外购热}}$ —— 每吨复合肥料生产使用的外购热力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨(kgCO₂e/t)；

$E_{\text{过程}}$ —— 每吨复合肥料生产过程排放，单位为千克二氧化碳当量每吨(kgCO₂e/t)。

7.4.1 化石燃料燃烧产生的温室气体排放量计算

化石燃料燃烧产生的温室气体排放量按照公式（5）计算：

$$E_{\text{化石燃料燃烧}} = \sum_{i=1}^n (NCV_i \times FC_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$E_{\text{化石燃料燃烧}}$ —— 每吨复合肥料生产使用的化石燃料燃烧产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨(kgCO₂e/t)；

NCV_i —— 每吨复合肥料生产使用的第*i*种化石燃料的平均低位发热量，单位根据实际使用化石燃料种类确认；

FC_i —— 每吨复合肥料生产使用的第*i*种化石燃料的净消耗量，单位根据实际使用化石燃料种类确认；

CC_i —— 第*i*种燃料的单位热值含碳量，单位为吨每吉焦(tC/GJ)；

OF_i —— 第*i*种燃料的碳氧化率；

$\frac{44}{12}$ —— 二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

化石燃料的平均低位发热量、单位热值含碳量和碳氧化率的缺省值可参考《GB/T 32151.10-2023 碳排放核算与报告要求第10部分：化工生产企业》。

7.4.2 净外购电力温室气体排放量

净外购电力所对应的电力生产环节产生的温室气体排放量计算方法见公式（6）。

$$E_{\text{净外购电}} = AD_{\text{净外购电}} \times EF_{\text{电力}} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$E_{\text{净外购电}}$ —— 每吨复合肥料生产使用的外购电力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨(kgCO₂e/t)；

$AD_{\text{净外购电}}$ —— 每吨复合肥料生产使用的净外购的电量，单位为千瓦时每吨(kWh/t)；

$EF_{\text{电力}}$ —— 电力碳足迹因子，单位为千克二氧化碳每千瓦时(kgCO₂/kWh)，参见《生态环境部、国家统计局、国家能源局《关于发布2023年电力碳足迹因子数据的公告》。

7.4.3 净外购热力温室气体排放量

净外购热力所对应的热力生产环节产生的温室气体排放量计算方法见公式（7）。

$$E_{\text{净外购热}} = AD_{\text{净外购热}} \times EF_{\text{热力}} \quad (7)$$

式中：

$E_{\text{净外购热}}$ —— 每吨复合肥料生产使用的外购热力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每吨 ($\text{kgCO}_2\text{e/t}$)；

$AD_{\text{净外购热}}$ —— 每吨复合肥料生产使用的净外购的热力量，单位为吉焦每吨 (GJ/t)；

$EF_{\text{热力}}$ —— 热力的温室气体排放因子（包括产生、传输等过程），单位为千克二氧化碳每吉焦 (kgCO_2/GJ)。

7.4.4 过程排放的计算

复合肥料生产的过程排放包括能源和其他碳氢化合物用作原材料产生的二氧化碳排放以及碳酸盐使用过程分解的二氧化碳排放。如果存在硝酸生产过程，还应包括这些生产过程的氧化亚氮排放。

复合肥料过程排放的计算见公式（8）。

$$E_{\text{过程}} = \frac{E_{\text{单元过程}}}{Q} \quad (8)$$

式中：

$E_{\text{过程}}$ —— 每吨复合肥料生产的过程排放，单位为千克二氧化碳当量每吨 ($\text{kgCO}_2\text{e/t}$)；

$E_{\text{单元过程}}$ —— 复合肥料生产单元过程涉及的过程排放，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO_2e)，该部分计算可以参考《GB/T 32151.10-2023 碳排放核算与报告要求第10部分：化工生产企业》计算；

Q —— 复合肥料产量，单位为吨 (t)。

7.5 复合肥料使用阶段碳排放计算

复合肥料使用过程的温室气体排放仅包括复合肥料使用过程中氮氧化物直接排放。复合肥料使用过程排放量按照公式 (9) 进行计算。

$$E_{\text{复合肥料使用}} = N_{\text{复合肥料}} \times \text{复合肥料含氮比例} \times EF_{\text{N}_2\text{O}} \times GWP_{\text{N}_2\text{O}} \quad (9)$$

式中：

$E_{\text{复合肥料使用}}$ —— 每吨复合肥料使用过程排放当量，单位为千克二氧化碳当量每吨 ($\text{kgCO}_2\text{e/t}$)；

$N_{\text{复合肥料}}$ —— 复合肥料质量，单位千克 (kg)；

$EF_{\text{N}_2\text{O}}$ —— 对应的氧化亚氮排放因子，单位为 $\text{kgN}_2\text{O-N/kg}$ 氮输入量，推荐值参见附录C；

$GWP_{\text{N}_2\text{O}}$ —— N_2O 全球增温潜势值，取值273。

7.6 记录和保存

复合肥料产品碳足迹评价的支撑资料，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。支撑资料应以适于分析和核证的格式被记录和保存。记录应该至少保存三年。

8 结果解释

复合肥料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产品碳足迹和部分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。

9 产品碳足迹报告

复合肥料产品碳足迹评价报告应记录产品碳足迹或产品部分碳足迹的量化结果,单位为每个功能单位或声明单位的 kgCO_2e ,陈述在评价目标和范围确定阶段内所做的决定以及证明产品碳足迹评价符合本标准中的要求。报告应包括但不限于以下内容:基本情况、评价目的、评价范围、清单分析、影响评价、结果解释等。

报告模板参见附录B。

10 产品碳足迹声明

如需声明时,按照GB/T 24025或ISO 14026的规定进行,相关声明可用于具有相同功能的不同产品之间的比较。

附 录 A
(资料性)
产品碳足迹量化数据收集表

表A. 1给出了活动数据收集表格的示例。

表A. 1 活动数据收集表格的示例

单元过程名称		复合肥料产品生产/加工过程					
单元过程描述							
综合信息							
填表日期		时间范围					
填表人		联系方式					
1.原料消耗量（实物量）							
原材料类型	单位	数量	运输方式	生产商地址	生产工艺	数据来源	备注
.....							
2.能源消耗量（实物量）							
能源类型	单位	数量	数据来源	备注			
电							
蒸汽							
...							
3.水资源消耗（实物量）							
水资源类型	单位	数量	数据来源	备注			
自来水							
.....							
4.产品产出（实物量）							
产品类型	单位	数量	数据来源				
主产品							
副产品							
.....							
5.向大气排放（7种温室气体）							
排放种类	单位	数量	数据来源	备注			
....							
6.废水							
排放种类	单位	数量	排放去向	处理方式	数据来源	备注	
.....							
7.固体废弃物							
排放种类	单位	数量	回收利用方式	后续处置方式	数据来源	备注	
.....							

8.过程排放						
排放种类	单位	数量	数据来源	备注		
9.厂内运输排放						
运输物质	单位	数量	燃料种类	燃料消耗量	数据来源	备注
.....						
10. 厂内储存排放						
储存物质	单位	数量	储存耗能种类	储存耗能量	数据来源	备注
.....						
11.产品运输						
产品分销点或使用点地址	运输距离	运输方式			数据来源	备注
12.产品使用						
复合肥料使用量	复合含氮量				数据来源	备注
.....						

附录 B
(资料性)
碳足迹评价报告模板

产品碳足迹报告（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. 生产者信息

生产者名称：_____

生产地址：_____

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：_____如：**品牌复合肥料

产品规格型号：_____如：50kg

养分含量：_____如：15-15-15

产品执行标准：_____如：GB/T 15063

产品工艺：_____如：团粒法/料浆法/熔体法/挤压法

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_____如：1t复合肥料_____为功能单位或声明单位。

2. 系统边界

☐原材料获取阶段 ☐原材料运输 ☐生产阶段 ☐分销与产品运输阶段 ☐使用阶段

系统边界图，实例如下：

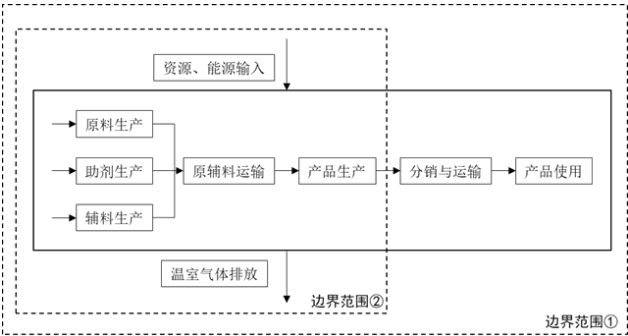


图1 **复合肥料产品碳足迹量化边界示意图

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

20XX 年 X 月 X 日-20XX 年 X 月 X 日

四、清单分析

1. 数据来源说明

（1）过程基本信息

过程名称：_____

（2）过程清单_____

（3）数据来源说明：

初级数据：_____

次级数据：_____

表 4-1 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	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						
.....						

表 4-2 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

2. 分配方法

分配依据：_____

分配程序：_____

分配方法见下表：

表 4-3 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

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 4-4。

表 4-4 **复合肥料生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段		活动水平数据	排放因子	温室气体量 (kgCO ₂ e/t)
原材料生产				
原材料运输				
生产				
分 销	运输			
使用				
产品碳足迹				

4. 数据质量评估评价（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. 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）。

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 吨**复合肥料，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 6-1 和图 2 所示。

表 6-1 **复合肥料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(%)
原材料获取		
生产		
分销（如有）与运输		
使用		
总计		

注：一般以饼状图或是柱形图表示各生命周期阶段的温室气体排放情况。

图 2 **复合肥料各生命周期阶段碳排放分布图

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

附录 C
(资料性)

全国各大区域农用地平均氧化亚氮排放因子推荐值

EF_{N_2O} 可参考《省级温室气体清单编制指南(试行)》中全国各大区域农用地平均氧化亚氮排放因子推荐值，具体如下表所示：

表C.1 全国各大区域农用地平均氧化亚氮排放因子

区域	氧化亚氮直接排放因子 (千克 N_2O -N / 千克 N 输入量)	范围
I 区 (内蒙、新疆, 甘肃、青海, 西藏、陕西, 山西, 宁夏)	0.0056	0.0015~0.0085
II 区 (黑龙江, 吉林, 辽宁)	0.0114	0.0021~0.0258
III 区 (北京, 天津, 河北, 河南, 山东)	0.0057	0.0014~0.0081
IV 区 (浙江, 上海, 江苏, 安徽, 江西, 湖南, 湖北, 四川, 重庆)	0.0109	0.0026~0.022
V 区 (广东, 广西, 海南, 福建)	0.0178	0.0046~0.0228
VI 区 (云南、贵州)	0.0106	0.0025~0.0218

参 考 文 献

- [1] 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》，Richard P. Allan., Paola A. Arias., Sophie Berger., Josep G. Canadell., Christophe Cassou., Deliang Chen., Annalisa Cherchi., Sarah L. Connors., Erika Coppola., Faye Abigail Cruz., et al, 剑桥大学出版社.
- [2] SZDBZ 166-2016 产品碳足迹评价通则
- [3] 山东省产品碳足迹评价通则
- [4] GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南
- [5] TFS《The Product Carbon Footprint Guideline for the Chemical Industry》（化工行业产品碳足迹指南）
- [6] PEF《Product Environmental Footprint Method》
- [7] DB 44/T 1874—2016 产品碳足迹 产品种类规则 巴氏杀菌乳
- [8] T/CIECCPA 019—2022 甘薯与甘薯加工产品碳足迹量化与评价方法
- [9] PlasticsEurope recommendation on steam cracker allocation, Life Cycle and Sustainability working group of PlasticsEurope, 2017
- [10] ERASM SLE (2014). Surfactant Life Cycle and Ecofootprinting Project; updating the life cycle inventories for commercial surfactant production. Final Report for ERASM (www.erasm.org), 186 p
- [11] Toluene Diisocyanate (TDI) & Methylenediphenyl Diisocyanate (MDI) ISOPA, Eco-profiles and Environmental Product Declarations of the European Plastics Manufacturers, 202.1
- [12] An Eco-profile and Environmental Product Declaration of the European Chlor-Alkali Industry, Chlorine (The chlor--alkali process), Euro Chlor, 2013.
- [13] Life cycle metrics for chemical products, 世界可持续发展工商理事会WBCSD, 2014年
- [14] 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
- [15] 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
- [16] 省级温室气体清单编制指南（试行），2011