

T/CPCIF

中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF 0390—2024

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 腐植酸类肥料

Greenhouse gases — Quantification methodologies and requirements for carbon footprint of products — Humic acid fertilizers

(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、缩略语	1
4 量化目的	3
5 量化范围	3
6 清单分析	5
7 影响评价	8
8 结果解释	10
9 产品碳足迹报告	10
10 产品碳足迹声明	10
附录 A（资料性） 腐植酸类肥料产品碳足迹核算单元过程数据收集表	12
附录 B（资料性） 腐植酸类肥料产品碳足迹评价报告	13
附录 C（资料性） GWP 参考值	18
附录 D（资料性） 常用参数参考值	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：辽宁普天科技有限公司、蚌埠星河秸秆生物科技有限公司、沈阳农业大学、山东天城检测认证有限公司、北京四良科技有限公司、拉多美科技集团股份有限公司、山东新泉林产业投资有限公司、山东省标准化研究院、上海化工院检测有限公司。

本文件主要起草人：曹洪宇、刘鸣达、尹丽华、于建梅、白雪、吴芷竞、纪小辉、任忠秀、杨进昌、赵丹、侯丽丽、杨一。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 腐植酸类肥料

1 范围

本文件规定了腐植酸类肥料产品碳足迹的量化方法与要求，包括量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹报告和产品碳足迹声明。

本文件适用于腐植酸类肥料产品碳足迹的核算与报告活动，也适用于黄腐酸肥料产品碳足迹的核算与报告活动。

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 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

GB/T 38073 腐植酸原料及肥料 术语

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

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 24025、GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067和GB/T 38073界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

腐植酸类肥料 humic acid fertilizers

腐植酸与化肥配合制成的含有一定腐植酸和养分标明量的一类肥料。

3.1.2

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）、氢氟碳化合物（HFCs）、全氟碳化合物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。

[来源：GB/T 32150-2015，3.1，有修改]

3.1.3

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1：产品碳足迹可用不同的图例区分和标示具体的GHG排放量和清除量，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]

3.1.4

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 24044-2008, 3.32, 有修改]

3.1.5

从摇篮到大门 cradle to gate

指产品从原材料获取到产品生产完成的过程。

3.1.6

从摇篮到坟墓 cradle to grave

指产品从原料开采、加工、制造、使用、维护等直到最终处理或再生利用的过程。腐植酸肥料投入土地使用即为最终处理。

3.1.7

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]

3.1.8

声明单位 declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

示例：质量（1吨腐植酸肥料）、体积（1升原油）。

[来源：ISO 21930:2017, 3.1.11, 有修改]

3.1.9

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的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 32150-2015, 3.15, 有修改]

3.1.10

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]

3.1.11

温室气体排放 greenhouse gas emission; GHG 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]

3.1.12

温室气体清除 greenhouse gas removal; GHG 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）。

3.1.13

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]

3.1.14

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]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CFP: 产品碳足迹 (Carbon Footprint of a Product)

CO₂e: 二氧化碳当量 (CO₂ equivalent)

GHG: 温室气体 (Greenhouse Gas)

GTP: 全球温度变化潜势 (Global Temperature change Potential)

GWP: 全球变暖潜势 (Global Warming Potential)

IPCC: 政府间气候变化专门委员会 (The Intergovernmental Panel on Climate Change)

4 量化目的

4.1 应用意图

通过量化腐植酸类肥料产品生命周期或选定过程的所有显著的温室气体排放量和温室气体清除量，计算腐植酸类肥料产品对全球变暖的潜在贡献[以二氧化碳当量(CO₂e)表示]，进行产品碳足迹核算与评价。应用意图包括但不限于以下方面：

- a) 评价腐植酸类肥料产品对气候变化的潜在影响；
- b) 用于腐植酸类肥料生产企业与上下游供应链或消费者之间的温室气体排放信息沟通；
- c) 分析腐植酸类肥料产品的不同阶段、过程、空间位置所产生的气候变化影响大小，有针对性地改进生产以降低碳足迹。

4.2 目标受众

包括但不限于：

- a) 生产商和供应链合作伙伴：利于了解和优化产品在生产、运输和使用过程中的碳排放情况。
- b) 监管机构和政策制定者：为相关温室气体减排政策或标准的制定提供依据。
- c) 市场和消费者：提供产品碳足迹信息，以支持绿色消费的社会活动。
- d) 投资者和利益相关方：用于评估企业的环境绩效和可持续发展能力。
- e) 科研机构 and 环保组织：作为科学研究的参考数据。

5 量化范围

5.1 功能单位或声明单位

腐植酸类肥料产品碳足迹的功能单位或声明单位是以质量单位为基准，如1吨(t)腐植酸类肥料。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 系统边界设定

腐植酸类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、产品生产阶段、产品分销与运输阶段、产品使用阶段（包括产品生命末期消亡），见图1所示。

企业根据量化目的，选择“摇篮到大门”或“摇篮到坟墓”边界进行腐植酸类肥料产品碳足迹的核算与评价：

——摇篮到大门：包括资源与能源获取、原辅料生产与运输、加工生产，直到产品离开工厂大门的产品碳足迹评价。

——摇篮到坟墓：涵盖整个生命周期阶段的产品碳足迹评价。

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也应纳入产品碳足迹评价。

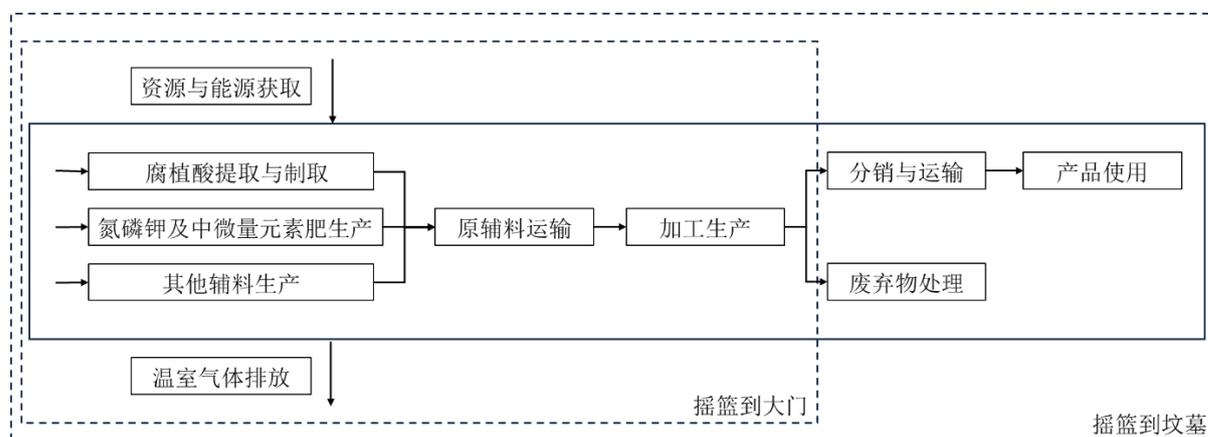


图1 腐植酸类肥料产品碳足迹系统边界图

5.2.2 产品生命周期阶段描述

5.2.2.1 资源及能源获取阶段：包括下游所有活动所需的原材料和能源的获取过程。涉及从自然资源（风化煤、褐煤、泥炭等）开采或农业副产品（植物秸秆、粮基糟渣等）的获取到原料运输至初加工的全过程。温室气体排放主要来源于资源开采过程中的机械设备使用、运输过程中的燃料消耗、以及能源获取过程中的燃料燃烧排放。

5.2.2.2 原辅料生产阶段：包括腐植酸的提取与制取、氮磷钾及中微量元素肥料生产和其他辅料生产。腐植酸的活化、提取是指向风化煤、褐煤、泥炭中加入碱，固液分离后加入酸提取腐植酸；腐植酸的制取是指植物秸秆、粮基糟渣等生物质材料经发酵、腐殖化过程获得腐植酸。初级生产阶段通常涉及粉碎、酸洗（如盐酸）、碱提（如氢氧化钠）等工艺，温室气体排放主要来源于各类辅料（助剂）生产、化肥生产、加工设备的能源消耗（如电力、燃料等）。

5.2.2.3 原辅料运输阶段：经过初级生产后的原辅材料从相应供应商生产地点运输到腐植酸肥料产品生产工厂。

5.2.2.4 生产阶段：指腐植酸与其他原辅料按需混配加工生产得到最终产品离开生产工厂的阶段。生产活动包括化学/物理反应、产品包装等。温室气体排放主要来源于设备的能源消耗、化学/物理反应产生的气体排放。

5.2.2.5 分销与运输阶段：产品离开生产厂区，经各地经销商分销，到最终用户得到产品结束。主要包括工厂仓库到销售地点间的运输（陆运、空运或水运）等活动所产生的温室气体排放。

5.2.2.6 使用阶段：包括腐植酸类肥料产品的使用及处理上游生产过程中废弃物所产生的排放。主要包括腐植酸类肥料产品施入土壤后田间温室气体（如 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 等）累计排放量、处置包装材料的排放和各类废弃物（主要为废液）处理所产生的排放。其中腐植酸类肥料施用于土壤后的温室气体累积排放量应考虑的因素为：

- 位置信息：明确测量地的地理位置，包括纬度、经度及海拔高度等信息，以便于数据的区域性分析和对比。
- 气候信息：详细记录种植年份气候条件，包括降水、逐日平均气温数据等。
- 种植作物：详细记录种植的作物类型，包括作物品种、种植起止时间、种植模式（单季、多季）以及作物管理措施（灌溉、施肥、植保等）。

- d) 温室气体累积排放量：测量并记录施肥后温室气体（如 CO₂, CH₄, N₂O 等）的累积排放量，应注明测量方式、时间段和环境条件。

5.2.3 取舍原则

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，腐植酸类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

腐植酸类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的数据（示例见附录A）。包括初级数据和次级数据，优先选择收集初级数据，且收集到的各个过程的初级数据或次级数据均应具有代表性。

初级数据主要来源于供应商的直接检测或记录、基于标的产品进行分配的数据以及第三方评估机构的检测数据。

无法获取初级数据的情况下，选择次级数据并应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、协会公开的数据、政府统计、文献研究、工程研究和专利，或基于财务数据；也可以包括专家经验数据和其他通用数据；
- b) 符合 GB/T 24040-2008 和 GB/T 24044-2008 要求，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。

腐植酸类肥料产品各阶段的数据收集及应用数据按表 1 执行。

表1 数据收集表

所属阶段	数据种类	数据类型
资源及能源获取阶段	燃料、电力、热力等能源和水消耗量	初级数据
	原辅材料与能源的运输量、运输距离、运输方式	
	运输燃料消耗量	
	原辅材料生产过程中废弃物的产量	次级数据
	风化煤、褐煤、泥炭等开采的排放因子	
	生产燃料、电力、热力等能源和水的温室气体排放因子	
	使用煤、柴油、替代燃料等能源的温室气体排放因子	
原辅料初生产阶段	腐植酸提取与制备量	初级数据
	腐植酸提取与制备废弃物产生量	
	氮磷钾及其他微量元素肥料生产量	
	氮磷钾及其他微量元素肥料生产废弃物产生量	
	各类原辅材料投入量	次级数据
	原辅材料包装投入量	
	各类辅料生产排放因子	
	化肥生产过程中排放量	
使用煤、柴油、替代燃料等能源的温室气体排放因子		
原辅料运输阶段	供应商到生产工厂距离	初级数据
	运输方式的吨公里数/里程数	
	运输能源消耗量	次级数据
	使用燃料的碳排放因子	
生产阶段	燃料、电力、热力等能源和水的消耗量	初级数据
	腐植酸钾（铵、钠）和其他辅料投入量	
	腐植酸肥料产出量	
	生产过程中温室气体排放	初级数据
	成品生产过程中固、液、气废弃物的产量	
	固、液、气废弃物处理投入量	
	成品包装材料投入量	
	使用煤、柴油、替代燃料等能源的温室气体排放因子	次级数据
	原辅材料储存的碳排放因子	
	成品包装损耗率	
分销与运输阶段	产品运输距离（吨公里数或里程数）	初级数据
	运输过程中能源投入	
	使用燃料的温室气体排放因子	次级数据
	能源排放因子	
使用阶段	田间各类温室气体累积排放量	次级数据

6.1.2 数据缺失/填隙方法

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

当企业无法收集初级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，企业必须估算缺失的数据，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，应使用初级数据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

应符合 GB/T 24067-2024 中 6.3.6 的规定。

6.2 系统边界调整

基于腐植酸类肥料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。

6.3 分配原则

6.3.1 应符合 GB/T 24067-2024 中 6.4.6 的规定。

6.3.2 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：

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：

- 1) 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；

- 2) 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) 副产物所占份额很小（质量或体积≤1%）时，不参与分配；
 - 2) 不合格产品不参与分配。

7 影响评价

7.1 产品碳足迹计算

7.1.1 腐植酸类肥料产品碳足迹

腐植酸类肥料产品碳足迹按公式（1）计算。

$$CF_{\text{GHG}} = \sum (AD_i \times EF_i \times GWP_i) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

CF_{GHG} ——系统边界内腐植酸类肥料产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每吨（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{t}$ ）；

AD_i ——第 i 种活动的温室气体活动数据，单位根据具体排放源确定；

EF_i ——第 i 种活动对应的温室气体排放因子，单位与温室气体活动数据的单位相匹配；

GWP_i ——第 i 种活动对应的全球变暖潜势（GWP），按附录C取值。

7.1.2 化石能源燃烧碳足迹

化石能源燃烧碳足迹按公式（2）计算，低位热值、单位热值含碳量等相关参数按GB/T 32151.10给出的参考值执行。

$$CF_{\text{energy}} = \sum_{i=1}^n \left(NCV_i \times FC_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

CF_{energy} ——每吨化石能源燃烧产生的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

NCV_i ——生产1吨腐植酸类肥料使用的第 i 种化石燃料的平均低位发热量。对固体或液体燃料，单位为吉焦每吨（ GJ/t ）；对气体燃料，单位为吉焦每万标立方米（ $\text{GJ}/10^4\text{Nm}^3$ ）；

FC_i ——生产1吨腐植酸类肥料使用的第 i 种化石燃料的净消耗量。对固体或液体燃料，单位为吨（ t ）；对气体燃料，单位为万标立方米（ 10^4Nm^3 ）；

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；

44/12——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

7.1.3 资源及能源获取阶段碳足迹

资源及能源获取阶段碳足迹按公式（3）计算。

$$CF_{\text{resource}} = E_{\text{mining}} + E_{\text{transport}} + E_{\text{energy}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

CF_{resource} ——资源及能源获取阶段碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

E_{mining} ——资源开采过程中因机械设备使用所产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

$E_{\text{transport}}$ ——原材料在运输过程中的燃料消耗所产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

E_{energy} ——能源获取过程中因燃料燃烧所产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）。

7.1.4 生产阶段的碳足迹

腐植酸类肥料产品生产阶段的碳足迹按公式（4）计算。

$$CF_{\text{production}} = E_{\text{reaction}} + E_{\text{fertilizer}} + E_{\text{chemical}} + E_{\text{electricity}} + E_{\text{heating}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$CF_{\text{production}}$ ——生产阶段碳足迹，单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

E_{reaction} ——生产过程中化学/物理反应所产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

$E_{\text{fertilizer}}$ ——氮磷钾及其他微量元素肥生产过程所产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

E_{chemical} ——化学药剂生产过程中所产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

$E_{\text{electricity}}$ ——生产过程中因电力消耗所产生的温室气体排放量（采用电力碳足迹因子，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》），单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

E_{heating} ——生产过程中因热力消耗所产生的温室气体排放量（采用热力温室气体排放因子，包括热力的产生、传输等过程），单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2)。

7.1.5 分销与运输的碳足迹

分销与运输产生的碳足迹按公式（5）计算。

$$CF_{\text{transportion}} = \sum_{i=1}^n (D_i \times E_{\text{fuel}}) \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$CF_{\text{transportion}}$ ——运输或分销阶段碳足迹，单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

D_i ——第*i*段运输的距离，单位为公里（km）；

E_{fuel} ——每km燃料消耗所产生的排放，单位为千克二氧化碳当量每公里（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{km}$ ）。

7.1.6 使用阶段的碳足迹

腐植酸类肥料产品使用阶段分为废弃物处理与田间使用两部分，需分别计算后，汇总合计。全国各大区域农用地平均氧化亚氮排放因子推荐值参见附录D。

7.1.6.1 废弃物处理

腐植酸类肥料产品的废弃物处理过程产生的碳足迹按照公式（6）计算。

$$CF_{\text{waste-treatment}} = CF_{\text{landfill}} + CF_{\text{incineration}} + CF_{\text{composting}} + CF_{\text{recycling}} + CF_{\text{energy}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$CF_{\text{waste-treatment}}$ ——废弃物处理过程产生的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

CF_{landfill} ——填埋过程产生的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

$CF_{\text{incineration}}$ ——焚烧过程产生的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

$CF_{\text{composting}}$ ——堆肥过程产生的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

$CF_{\text{recycling}}$ ——回收过程产生的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e)（通常为负排放，因为回收可以减少新材料生产所需的资源消耗）；

CF_{energy} ——堆肥过程中因燃料燃烧所产生的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e)。

7.1.6.2 田间使用

腐植酸类肥料产品田间使用过程的碳足迹按公式（7）计算。

$$E_{\text{field}} = N_{\text{product}} \times R_N \times EF_{\text{N}_2\text{O}} \times 273 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

E_{field} ——腐植酸类肥料田间使用过程产生的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每吨($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{t}$)；

N_{product} ——腐植酸类肥料质量，单位千克（kg）；

R_N ——腐植酸类肥料含N比例；

$EF_{\text{N}_2\text{O}}$ ——对应的氧化亚氮排放因子，单位为千克 $\text{N}_2\text{O}-\text{N}$ /千克N输入量（ $\text{kgN}_2\text{O}-\text{N}/\text{kgN}$ ），附录D给出了推荐值；

273——N₂O 全球增温潜势值。

7.2 记录和保存

腐植酸类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、原辅材料的识别、碳存储、分配的依据、关于排除的说明等，应以适于分析和核证的格式被记录和保存。记录应至少保存3年。

8 结果解释

8.1 一般规定

腐植酸产品碳足迹核算结果进行分析和评价，以确保分析过程符合评价的目标和质量要求，并得到进一步降低产品碳足迹的建议。

8.2 核算结果可靠性评估

应对碳足迹分析过程中采用的方法进行可靠性评估，应考虑如下方面：

- a) 完整性：评估生命周期清单数据，以确保其相对于定义的目标、范围、系统边界和质量标准是完整的，包括过程覆盖的完整性和输入/输出覆盖范围完整性；
- b) 敏感性：评估结果由特定方法选择决定的程度，以及在可识别的情况下实施替代选择的影响。敏感性评估应包括：
 - 1) 对碳足迹研究的每个阶段进行结构敏感性检查，包括目标和范围的定义、生命周期清单和排放因子影响评估；
 - 2) 对重要输入、输出和方法选择的敏感性分析，包括分配程序，以了解结果的敏感性和不确定性；
 - 3) 评估替代使用概况对最终结果的影响。
- c) 一致性：评估假设、方法和数据质量考虑因素在整个碳足迹研究中应用的一致性程度。此评估中标记的任何问题都可以用于下一次碳足迹评价的迭代改进。

注：可靠性评估应包括对不确定性的评估，包括取舍原则或范围的应用。

8.3 核算结果解释

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和部分产品碳足迹的量化结果进行解释，解释应包括以下内容：

- a) 对产品碳足迹和各阶段碳足迹的说明，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程或流）；
- b) 对不确定性分析，包括取舍准则的应用或范围；
- c) 详细记录选定的分配程序；
- d) 说明产品碳足迹研究的局限性。

核算结果解释宜包括以下内容：

- a) 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；
- b) 替代使用情景对最终结果的影响评价；
- c) 对建议的结果的影响评价。

9 产品碳足迹报告

腐植酸类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kgCO₂e，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文件的要求。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，附录B给出了产品碳足迹报告模版。

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)

腐植酸类肥料产品碳足迹核算单元过程数据收集表

腐植酸类肥料产品碳足迹核算单元过程收集的数据见表A.1，以生产过程为例。

表A.1 腐植酸类肥料产品碳足迹核算生产过程数据收集表

填表日期				制表人		
单元过程名称	生产过程			统计时段	XXXX年1月—12月	
单元过程描述	主要工艺描述					
	主要生产设备 (装备)					
	年额定产能					
1、产品产出						
产品类型	单位	数量	数据来源		备注	
.....						
2、原辅材料消耗						
原料类型	单位	数量	运输方式	运输距离	数据来源	备注
.....						
3、能源消耗						
能源类型	单位	数量	数据来源		备注	
电力	kWh					
燃煤	t					
天然气	m ³					
蒸汽	kg/h					
.....						
4、水资源消耗						
水资源类型	单位	数量	数据来源		备注	
自来水	t					
地下水	t					
5、废水						
种类	单位	数量	数据来源		备注	
生产废水	t				(处理方式)	
6、固体废弃物						
种类	单位	数量	数据来源		备注	
固废类别1	t				(处理方式)	
固废类别1	t				(处理方式)	
.....						

附录 B
(资料性)
腐植酸类肥料产品碳足迹评价报告

产品碳足迹报告（模版）

产品名称： _____

生产规格型号： _____

生产者名称： _____

报告编号： _____

出具报告单位： _____

日期： _____

一、报告摘要

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

二、基本信息

1、产品信息

(包括但不限于对产品名称、产品类型、生产工艺类型、关键技术等的描述)。例:

产品名称: 如: xxx品牌含腐植酸水溶肥料

产品规格: 如: 10L 或 50kg

养分含量: 如: 10-8-12, 可溶性腐植酸 \geq 10%

执行标准: 如: GB/T 33804、HG/T 5933-2021、NY 1106-2010

产品介绍: _____

产品图片: _____

2、产品生产企业基本信息

(包括但不限于企业名称、地址、联系人、联系电话的描述)

3、量化方法

(依据标准)

三、量化目的

四、量化范围

1、功能单位或声明单位

以 1t腐植酸肥料 为功能单位或声明单位。

2、系统边界

资源及能源获取阶段 原材料初加工阶段 加工生产阶段 分销与运输阶段 使用阶段

系统边界如图1所示:

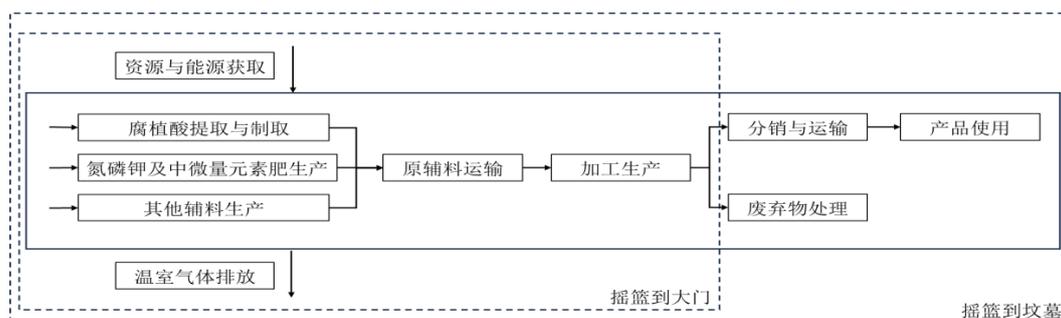


图1 腐植酸类肥料产品碳足迹系统边界图

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。

五、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 1。

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 (kgCO ₂ e/t)
资源及能源获取阶段			
原辅材料初加工阶段			
生产阶段			
分销与运输阶段			
使用阶段			

4、数据质量评价（可选项）

使用数据质量评价体系表（见表2）评估数据质量，包括数据来源、数据获取方式、时间相关性、地理相关性与技术相关性5项评价指标，并在每项指标中用5分制来评价数据质量。通过计算每个数据的5项指标总分来表征输入输出数据的质量（最高25分），每个数据的数据质量宜大于15分。

表2 数据质量评价体系表

数据质量评价项	项目分值				
	5	4	3	2	1
数据来源	生产现场	行业统计数据	权威机构调研数据	文献	其他
数据获取方式	测量	计算	平均	估算	未知
时间相关性	≤1年	>1年，≤5年	>5年，≤10年	>10年，≤15年	>15年，或未知
地理相关性	本区域数据	包含本区域的较大区域范围的平均数据	类似生产条件的区域数据	稍微类似生产条件的区域数据	未知或生产条件完全不同的区域数据
技术相关性	从生产链直接获得的数据	代表相同工艺、相同技术水平的数据	代表相同工艺、相近技术水平的数据	代表相同工艺、技术水平差距较大的数据	未知或不同工艺的数据

五、影响评价

1、影响类型和特征化因子选择

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_____（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_____ kgCO₂e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 3 和图 2 所示。

表 3 _____ 生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹 (kgCO ₂ e/t)	百分比 (%)
资源及能源获取阶段		
原辅材料初加工阶段		
生产阶段		
分销与运输阶段		
使用阶段		
合计		

图 2 腐植酸类肥料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)

七、改进建议

附录 C
(资料性)
GWP 参考值

部分温室气体 (GHG) 的全球变暖潜势 (GWP) 参考值见表C.1。

表C.1 部分温室气体 (GHG) 的 GWP 参考值

气体名称	化学分子式	100年的GWP (截止出版时)
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	17 400
氢氟碳化物 (HFCs)		
HFC-23	CHF ₃	14 600
HFC-32	CH ₂ F ₂	771
HFC-41	CHF	135
HFC-125	C ₂ HF ₅	3 740
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1 260
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄	1 530
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3 600
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	8 690
全氟碳化物 (PFCs)		
全氟甲烷 (四氟甲烷)	CF ₄	7 380
全氟乙烷 (六氟乙烷)	C ₂ F ₆	12 400
全氟丙烷	C ₃ F ₈	9 290
全氟丁烷	C ₄ F ₁₀	10 000
全氟环丁烷	C ₄ F ₈	10 200
全氟戊烷	C ₅ F ₁₂	9 220
全氟己烷	C ₆ F ₁₄	8 620
六氟化硫	SF ₆	25 200
注：部分温室气体 (GHG) 的GWP来源于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》		

附录 D
(资料性)
常用参数参考值

EF_{N_2O} 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D.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] GB/T 24025-2009 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序
- [2] GB/T 24062-2009 环境管理 将环境因素引入产品的设计和开发
- [3] GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- [4] 2006年国家温室气体清单指南（2019修订版）（2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories）
- [5] 省级温室气体清单编制指南（试行），2011
- [6] ISO 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）
- [7] ISO 14064-1:2018 温室气体 第1部分 组织层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 - Part1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emission and removals）
- [8] ISO 21930:2017 建筑和土木工程的可持续性 建筑产品和服务的环境产品声明核心规则（Sustainability in buildings and civil engineering works — Core rules for environmental product declarations of construction products and services）
- [9] PAS 2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emission of goods and services
- [10] 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。
-