

ICS 你

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/CACE XXXX—XXXX

农业食品行业的产品碳足迹核算通则

General guidelines for accounting carbon footprint of products in agricultural and animal husbandry food industry

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

发 布

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。

本文件由永续未来前沿技术促进中心提出。

本文件由中国循环经济协会归口。

本文件起草单位：永续未来前沿技术促进中心、中国农业科学院农产品加工研究所、中国人民大学、吉林农业大学、先正达集团中国创新投资中心。

本文件主要起草人：薛岩、李佩仪、张波、生吉萍、于寒松、徐畅、姚炜、尔菲、欧阳兆丰、李晓雷。

农业食品行业的产品碳足迹核算通则

1 范围

本文件规定了术语和定义、基本原则、核算流程、功能单位、系统边界、确定单元过程、取舍准则、识别温室气体排放源及温室气体种类、核算方法、计算目标产品的碳足迹、编制核算报告等步骤的具体方法和要求。

本文件适用于以种植和养殖产品为原料的初级农产品和食品等的温室气体排放和碳足迹的核算，不考虑植物生长过程中的碳清除量。

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 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

ISO 14067:2018 温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南（ISO 14067:2018 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification and communication.）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农业 agriculture

各种农作物的种植。

[来源：GB/T 4754—2017，国民经济行业分类和代码表]

3.2

林业 forestry

指对林木育种、育苗，森林经营和林产品采集采运。

[来源：GB/T 4754—2017，国民经济行业分类和代码表]

3.3

畜牧业 animal husbandry

指为了获得各种畜禽产品而从事的动物饲养、捕捉活动。

[来源：GB/T 4754—2017，国民经济行业分类和代码表]

3.4

渔业 fishery

水产养殖和水产捕捞。

[来源：GB/T 4754—2017，国民经济行业分类和代码表]

3.5

农副食品加工 food processing

直接以农、林、牧、渔业产品为原料进行的谷物磨制、饲料加工、植物油和制糖加工、屠宰及肉类

加工、水产品加工，以及蔬菜、水果和坚果等食品的加工。本文件仅包括以农业、畜牧业产品为原料进行的食品加工。

[来源：GB/T 4754—2017，国民经济行业分类和代码表]

3.6

食品制造 food manufacturing

包括烘烤食品,糖果、巧克力及蜜饯,方便食品,乳制品,罐头食品,调味品、发酵制品以及其他食品等的制造。其原料不仅包括食品加工的产品也包括各种添加剂等。

[来源：GB/T 4754—2017，国民经济行业分类和代码表]

3.7

初级农产品

指直接以农、林、牧、渔业产品为原料可供谷物磨制、饲料加工、植物油和制糖加工、屠宰及肉类加工、水产品加工，以及蔬菜、水果和坚果等的初级农产品食品。

[来源：GB/T 4754—2017，国民经济行业分类和代码表]

3.8

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处置。

[来源：GB/T 24040—2008，3.1]

3.9

系统边界 accounting 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]

3.10

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]

3.11

功能单位 function unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

[来源：GB/T 24040—2008，3.20]

3.12

温室气体 GHG 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份，包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）等。

[来源：GB/T 32150—2015，3.1]

3.13

温室气体排放 GHG greenhouse gas emission

在特定时间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]

3.14

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源：GB/T 32150—2015，3.16]

3.15

全球变暖潜势 GWP 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迫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 32150—2015，3.15]

3.16

温室气体源 greenhouse gas source

向大气排放温室气体的单元或过程。

[来源：GB/T 32150—2015，3.5]

3.17

活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注：如各种化石燃料消耗量、原材料使用量、购入电量、购入热量等。

[来源：GB/T 32150—2015，3.12]

3.18

温室气体排放因子 GHG emission factor

与温室气体排放相关的活动数据系数

[来源：ISO14067，3.1.2.7]

3.19

产品碳足迹 carbon footprint of a product

基于生命周期评价，以 CO₂e 表示的产品系统中温室气体排放和清除之和。

[来源：DB11/T 1860—2021，3.2]

4 基本原则

4.1 相关性

选择适合于核算产品所产生的温室气体排放相关的温室气体排放源、数据和方法。

4.2 完整性

所有对正在研究的产品系统的碳足迹或部分碳足迹有重大贡献的温室气体排放和清除都包括在内。

4.3 一致性

在温室气体核算中的假设、方法和数据需以同样的方式贯穿于整个量化过程，且能够用于支持可重现、可比较的结果。

4.4 准确性

避免产品系统中温室气体排放的重复计算，尽可能地减少误差和不确定性。

4.5 透明性

只要依照本文件开展的生命周期温室气体排放核算的结果通报给预期使用者，那么通报这些结果的组织应披露与温室气体排放的有关信息，足以使第三方有信息做出相关的决定。

4.6 连贯性

选择为产品分类已公认的并已采用的方法、标准和指南，从而允许在任何特定产品种类中各产品碳足迹之间尽可能具有更大的可比性。

4.7 避免重复计算

避免在产品系统内重复计算温室气体的排放量和清除量。

5 核算流程

开展农业食品行业的产品碳足迹核算的工作流程分为四大步骤

- (1) 确定目标产品的功能单位；
- (2) 确定碳足迹核算系统边界和单元过程；
- (3) 进行碳足迹核算，具体包括：
 - 1) 识别温室气体排放源及温室气体种类；
 - 2) 选择核算方法；
 - 3) 当选用排放因子法时，选择与收集活动数据；选择或测算排放因子；
 - 4) 或采用物料平衡法、实测法；
 - 5) 计算目标产品的碳足迹。
- (4) 编制核算报告。

6 确定功能单位

核算产品碳足迹应明确说明所研究产品的功能。功能应与碳足迹核算的目标和范围一致。明确功能单位主要目的是提供与输入和输出相关的一个基准。因此，功能单位应明确定义并可量化，同时，功能单位的表述中应包含影响碳足迹核算的产品系统的主要功能。

示例1：1 瓶 500mL 的初榨橄榄油。

示例2：1 根 100g 的猪肉火腿肠。

7 确定系统边界

7.1 确定系统边界的原则

系统边界决定产品碳足迹核算所涵盖的单元过程，应确定纳入产品碳足迹核算的单元过程，以及对这些单元过程的核算应达到的详细程度。在不会显著改变产品碳足迹核算总体结论的前提下，允许不考虑部分生命周期阶段、单元过程。但应清晰阐述忽略的具体情况，并说明忽略的原因及其影响。

7.2 确定系统边界

系统边界的设定可选取产品生命周期所覆盖的全部环节或部分环节，可根据产品的数据获取难易情况和排放情况的不同而不同，但应包括原材料环节及生产加工环节，针对不同产品的系统边界都存在差异。农业食品行业的产品碳足迹系统边界示例见图 1。

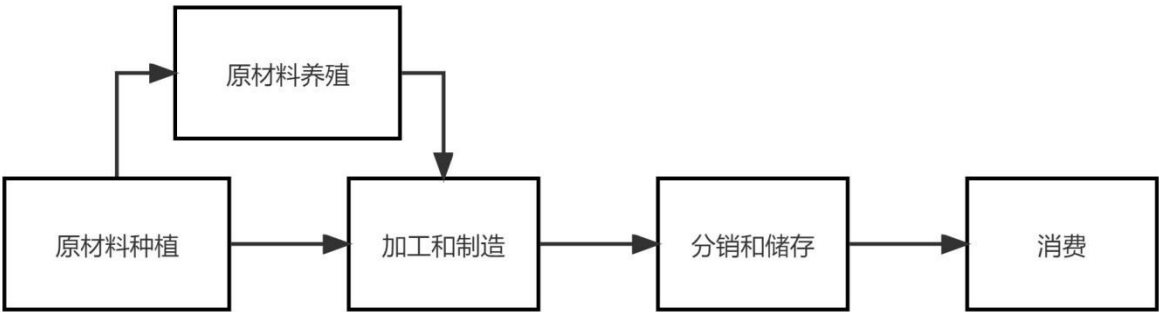


图1 农业食品行业的产品碳足迹系统边界示意图

8 取舍准则

原则上核算选取的系统边界中的所有排放都应列入碳足迹核算，但为了避免资源的过度投入，应规范数据的取舍准则。对于农业食品行业的产品碳足迹核算，应设定以下取舍准则：预计对产品碳足迹有实质性贡献的所有温室气体源应纳入碳足迹核算，与产品碳足迹相关的至少 95%的预期生命周期温室气体排放应纳入碳足迹核算。

- 示例1：某产品原材料中占比小于原材料总重量 1%的辅料可舍弃；
示例2：某产品通过电商平台直销的方式发送给客户，其运输环节排放的活动水平数据不可得时，可舍弃。

9 识别温室气体排放源及温室气体种类

9.1 原材料生产

在表1所确定的系统边界内涉及的原材料生产排放主要分为农业种植和养殖两大类，涉及到具体产品的温室气体排放表现时宜结合实际情况参照表2、表3对排放源进行识别：

表1 农产品和林产品种植温室气体排放源及温室气体种类示例（不限于）

温室气体排放源举例	温室气体种类
种子生产	CO2
施肥(化肥氮、有机肥（堆肥、沼肥、绿肥、商品有机肥等）)	N2O、CO2
稻田	CH4、N2O
农田土壤	CO2（固碳/释放碳）
秸秆还田，秸秆焚烧	CO2、CH4、N2O
能源（播种、灌溉、收割、干燥等设备，以及运输等耗能）	CO2
包材的生产	CO2

表2 畜牧产品和水产品养殖温室气体排放源及温室气体种类示例（不限于）

温室气体排放源举例	温室气体种类
饲料作物生产（参见表 1）	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O
饲料加工	CO ₂
动物肠道发酵	CH ₄
动物粪便管理	CH ₄ 、N ₂ O
能源（养殖场等设施 and 运输的耗能）	CO ₂
包材的生产	CO ₂

9.2 其他单元过程

表3 其他单元过程温室气体排放源及温室气体种类示例（不限于）

单元过程	温室气体排放源举例	温室气体种类
加工和制造环节	加工、制造和转运设备的耗能	CO ₂
	包材的生产	CO ₂
	副产物的处置	CO ₂
分销和储存环节	制热、制冷及照明设备的耗能	CO ₂
	汽车、火车、飞机、船舶的耗能	CO ₂
消费环节	冰箱等使用的制冷剂逸散产生的排放	CO ₂
	食品再加工设施等耗能	CO ₂
	废弃物的处置	CO ₂

10 选择核算方法

10.1 核算方法

碳足迹核算主要分为基于计算（包括排放因子、物料平衡法）和基于测量（即实测法）两种方式：

10.1.1 排放因子法

温室气体排放量为活动数据与温室气体排放因子的乘积，见式（1）：

$$E_{GHG} = AD \times EF \times GWP \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_{GHG} ——为温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO_{2e}）；

AD ——为温室气体活动数据，单位根据具体排放源确定；

EF ——为温室气体排放因子，单位与活动数据的单位相匹配；

GWP ——为全球增温潜势，数值可参考政府间气候变化委员会（IPCC）提供的数据。

针对农业食品的行业温室气体排放特性，对甲烷和氧化亚氮气体排放量，按照式（2）折算成二氧化碳当量（CO_{2e}）。

$$E_{CO_2e} = E_{CH_4/N_2O} \times GWP_{CH_4/N_2O} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

E_{CO_2e} ——温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_{2e}）；

E_{CH_4/N_2O} ——甲烷或氧化亚氮排放量，单位为吨甲烷或氧化亚氮（t CH₄，t N₂O）；

GWP_{CH_4/N_2O} ——甲烷或氧化亚氮的全球变暖潜势值，无量纲。

10.1.2 物料平衡法

根据质量守恒定律，用输入物料中的含碳量减去输出物料中的含碳量进行平衡计算得到二氧化碳排放量，见式（2）：

$$E_{GHG} = [\sum(M_1 \times CC_1) - \sum(M_0 \times CC_0)] \times \omega \times GWP \dots\dots\dots (2)$$

式中：

E_{GHG} ——为温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO_{2e}）；

M_1 ——为输入物料的量，单位根据具体排放源确定；

M_0 ——为输出物料的量，单位根据具体排放源确定；

CC_1 ——为输入物料的含碳量，单位与输入物料的单位相匹配；

CC_0 ——为输出物料的含碳量，单位与输出物料的单位相匹配；

ω ——为碳质量转化为温室气体质量的转换系数；

GWP ——为全球增温潜势，数值可参考政府间气候变化委员会（IPCC）提供的数据。

10.1.3 实测法

实测法通过安装监测仪器、设备，如烟气排放连续监测系统（CEMS），并采用相关技术文件中要求的方法测量温室气体源排放到大气中的温室气体排放量。基于排放源实测基础数据，汇总得到相关碳排

放量。

10.2 选择核算方法的依据

本通则原则上提倡优先选用排放因子法对目标产品的碳足迹进行核算。在实际操作中，考虑到数据可获得性和核算精确度等实际局限时应按照一定的优先级对核算方法进行选择，选择核算方法可参考的因素包括：

- 核算结果的数据准确度要求；
- 可获得的计算用数据情况；
- 排放源的可识别程度。

10.3 排放因子法的数据选择和数据分配原则

10.3.1 排放因子法的数据选择

企业应根据所选定的核算方法的要求来选择和收集温室气体活动数据。

- 原始数据，直接计量、监测获得的数据；
- 二次数据，通过原始数据折算获得的数据；
- 替代数据，来自相似过程或活动的数据。

10.3.2 排放因子法的数据分配原则

在边界设置或数据收集时，应尽量避免进行数据分配。若发现至少有一个过程的输入和输出包含多个产品，则总排放量需要进行分配。分配的原则如下：

- 优先使用物理关系参数（包括但不限于生产量、生产工时等）进行分配；
- 无法找到物理关系时，则依经济价值进行分配；
- 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。

10.4 选择或测定温室气体排放因子

在获取温室气体排放因子时，应考虑如下因素：

- a) 来源明确，有公信力；
- b) 适用性；
- c) 时效性。

注1：温室气体排放因子应优先选取实测值，无实测值选取相关指南或文件中提供的缺省值。

注2：在某些情况下，默认排放因子不是基于生命周期的排放因子，可能需要调整或修改，因此，排放因子的选择应注意其系统边界，

排放因子的获取来源参见附录 B。

11 计算目标产品的碳足迹

应根据选定的核算方法对系统边界内不同环节的温室气体排放量进行计算。所有温室气体排放量均应折算为二氧化碳当量。

温室气体排放总量，见式1。

$$CFP = E_{\text{原材料}} + E_{\text{生产}} + E_{\text{分销和储存}} + E_{\text{消费}} + E_{\text{处置}} + E_{\text{运输}} \quad (3)$$

式中：

CFP ——农业食品行业的产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO_{2e}）；

E_{原材料}——农业食品行业的产品生产使用原材料的获取环节温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO_{2e}）；

E_{生产}——农业食品行业的产品生产加工环节温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO_{2e}）；

E_{分销和储存}——农业食品行业的产品分销和储存环节温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（tCO_{2e}）；

E_{消费}——农业食品行业的产品使用环节温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO_{2e}）；

E_{处置}——农业食品行业的产品废弃物处置环节温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO_{2e}）；

E_{运输}——农业食品行业的产品原材料供应商到大门、大门到加工车间、车间到车间、车间到大门、大门到销售点的运输产生的排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO_{2e}）；

12 编制核算报告

核算报告应包括下列主要章节：概述、核算过程和方法、碳足迹核算、参考文件清单等。参见附录 B 核算报告大纲内容。

注：农业食品行业的产品碳足迹核算的支撑材料，包括（但不限于）核算边界确定依据，数据分配文件，活动数据、排放因子来源等支撑资料或说明等。记录应至少保存三年。

附 录 A
(规范性)
排放因子法活动数据及来源示例

表A.1 排放因子法活动数据及来源示例（不限于）

核算边界	温室气体源	活动数据来源
原材料环节	原材料生产排放	原料消耗表 财务报表（原料购买量/金额）
	化石燃料燃烧排放	原材料运输距离统计表
生产加工环节	化石燃料燃烧排放	能源平衡表 财务报表（能源购买量/金额） 能源消耗抄表记录 能源消耗结算发票
	生产过程排放	原料消耗表 财务报表（原料购买量/金额）
	电力和热力消耗排放	能源平衡表 电力缴费通知单 外购热力结算单
分销和储存环节	化石燃料燃烧排放	产品运输距离统计表 能源平衡表 能源消耗抄表记录 能源消耗结算发票
	逸散排放	冰箱、空调等铭牌 制冷剂添加记录台账
	电力和热力消耗排放	能源平衡表 电力缴费通知单 外购热力结算单
消费环节	化石燃料燃烧排放	天然气缴费结算单
	逸散排放	冰箱、空调等铭牌 制冷剂添加记录台账
	电力和热力消耗排放	电力缴费通知单 外购热力结算单
处置环节	废弃物处理处置过程排放	废弃物出货单
	化石燃料燃烧排放	废弃物运输距离统计表
...	...	...
	...	...

附 录 B
(规范性)
排放因子法排放因子的获取来源示例

表 B.1 排放因子法排放因子的获取来源示例（不限于）

数据库名称	数据库链接
IPCC 排放因子数据库 EFDB 2021	https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/find_ef.php
欧盟版 EFDB 2020	https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/emission-factors-database
美国 EPA 版 EFDB 2021	https://www.epa.gov/electronic-reporting-air-emissions/webfire
英国环境部 EFDB 2021	https://www.gov.uk/government/collections/government-conversion-factors-for-company-reporting
ecoinvent Database	https://ecoinvent.org/
European Platform on Life Cycle Assessment	https://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/
Product Environmental Footprint Category 2 Rules Guidance 3 Version 6.3 - May 2018	https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR_guidance_v6.3.pdf

附 录 C
(规范性)
核算报告大纲

表C.1 核算报告大纲

1. 概述
1.1 产品基本信息
1.2 核算范围
1.3 核算依据（本文件）
2. 核算过程和方法
2.1 核算组安排
2.2 资料收集
2.3 文件评审
2.4 现场核实（如有必要）
3. 碳足迹核算
3.1 明确产品功能单位
3.2 确定边界（系统边界和核算边界）
3.3 识别温室气体排放源
3.4 活动水平数据的选取
3.5 排放因子的选取
3.6产品碳足迹计算
3.6.1 原材料环节产生的排放
3.6.2 产品生产加工环节产生的排放
3.6.3 分销和储存环节产生的排放
3.6.4 消费环节产生的排放
3.6.5 处置环节产生的排放
3.6.6 运输环节产生的排放
3.6.7 产品碳足迹汇总
4. 参考文件清单

参 考 文 献

- [1] PAS2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services
 - [2] Product Environmental Footprint (PEF) Guide
 - [3] 省级温室气体清单编制指南（试行）
-