ICS 号 13.020.10
CCS Z04

团　　体　　标　　准

T/MTZH　XXXX-20XX

牡蛎壳土壤改良产品碳足迹核算指南

The guideline for accounting for the carbon footprint of oyster shell products

（征求意见稿）

20XX-XX-XX 发布　　20XX-XX-XX 实施

福建省碳中和学会　发布

福建省碳中和学会

福建省碳中和学会

前　言

本文件按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》给出的规则起草。

本文件由中国科学院城市环境研究所提出。

本标准由福建省碳中和学会归口。

本标准起草单位：　。

本标准主要起草人：　。

福建省碳中和学会

牡蛎壳土壤改良产品碳足迹核算指南

1 范围

本文件规定了牡蛎壳土壤改良产品碳足迹核算的目标、核算范围、功能单位、系统边界、核算方法等内容。

本文件适用于指导牡蛎壳土壤改良产品碳足迹核算活动。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。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。

ISO 14040: 2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework（GB/T 24040:2008环境管理 生命周期评价 原则与框架）

ISO/TS 14067: 2018 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification

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 xxxxx - xxxx 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南（征求意见稿）

GB/T 32150 - 2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

3 术语和定义

GB/T 24040 和ISO 14067 界定的以及下列术语和定义适应于本文件。

3.1

牡蛎壳土壤改良产品 oyster shell product

以牡蛎壳为主要原材料而制成的土壤改良剂。

3.2

土壤有机碳 soil organic carbon

土壤有机质中所含的碳为土壤有机碳。

注：土壤有机质由一系列存在于土壤中、组成和结构不均一、主要成分为C和N的有机化合物组成，包括单糖、多糖、腐殖质类物质等。

4 核算范围

在确定产品碳足迹核算范围过程中，应考虑并描述包括但不限于下列各项：

——产品（系统）范围：明确产品名称、功能、功能单位（第 5章）和系统边界（第 6 章）。

——时间范围：选择核算碳足迹有代表性的时间段。

——温室气体范围：二氧化碳(CO2)、氧化亚氮(N20)。

5 功能单位

功能单位（functional unit）用来作为基准单位的量化的产品系统性能。本文件的功能单位定义为“1吨牡蛎壳产品”。

6 系统边界

系统边界划定为从牡蛎壳采收运输，到牡蛎壳产品制备、分销和产品在土壤施用的全过程（图1）。

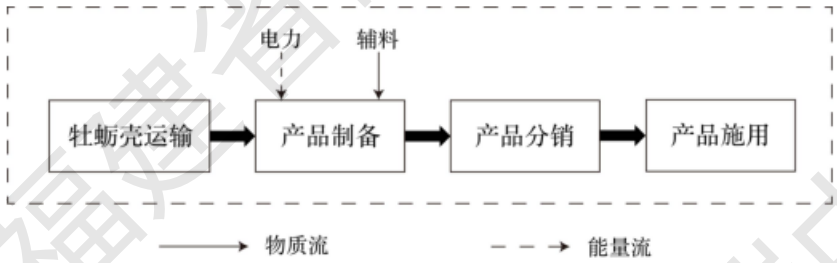

图1 牡蛎壳土壤改良产品碳足迹核算的系统边界

牡蛎壳运输阶段碳足迹核算包含牡蛎壳采收期间在海上和陆地运输过程消耗物质和能量产生的碳排放。

牡蛎壳产品制备阶段碳足迹核算包含产品制备过程消耗的电力、能源和各种辅料产生的碳排放。

牡蛎壳产品分销阶段碳足迹核算包含运输工具在运输牡蛎壳产品过程中消耗的物质和能量产生的碳排放。

牡蛎壳产品施用阶段碳足迹核算包含向土壤中施加牡蛎壳产品后促进土壤有机质增加、氮肥

施用减少以及作物增产所引起的可避免的碳排放。

7 数据收集与处理

数据收集与处理过程中，相关数据应满足以下数据质量要求：

——技术代表性：数据反映实际生产技术情况，即体现实际工艺流程、技术和设备类型、原料与能耗类型、生产规模等因素的影响；

——时间代表性：数据反应单元过程的实际时间；

——地理代表性：排放因子等相关参数的选择考虑单元过程所处的地理位置和土壤类型；

——数据完整性：判断是否已收集各单元过程的主要消耗和排放数据，尽可能避免数据缺失，缺失的数据需在报告中说明；

——数据准确性：原料、辅料、能耗等数据需采用实际统计记录，环境排放数据优先采用环境监测报告；所有数据均有相关的数据来源和数据处理算法；估算或引用文献的数据需在报告中说明；

——数据一致性：每个过程的消耗与排放数据需保持一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期；存在不一致情况时需在报告中说明。

——数据收集原则：活动水平数据优先采用直接计量或测量获得的原始数据，其次采用通过原始数据折算获得的二次数据，以上数据均不可获得时可采用来自相似单元过程的替代数据，并予以说明。使用阶段可使用统计数据、设计数据或估算数据。

8 核算方法

功能单位（functional unit）用来作为基准单位的量化的产品系统性能。本文件的功能单位定义为“1吨牡蛎壳产品”。

8.1 产品碳足迹

牡蛎壳土壤改良产品碳足迹的核算应包括牡蛎壳运输阶段、产品制备、分销阶段和施用阶段所涉及的所有单元过程，计算见公式（1）：

$$\begin{aligned} CFP &= E_T + E_P + E_D - E_U \\ &= (E_{ST} + E_{LT}) + E_P + E_D - (E_{SCS} + E_{NE} + E_{HC}) \end{aligned} \quad \cdots\cdots(1)$$

式中：

CFP —— 产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kg CO_2e）；

E_T —— 牡蛎壳运输阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kg CO_2e）；

E_P —— 产品生产阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kg CO_2e）；

E_D —— 产品分销阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kg CO_2e）；

E_U —— 产品施用阶段的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kg CO_2e）；

E_{ST} —— 海上运输单位质量牡蛎壳产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kg CO_2e）；

E_{LT} —— 陆地运输单位质量牡蛎壳产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kg CO2e）；

E_{SCS} —— 单位质量牡蛎壳产品施用阶段因土壤有机质增加而避免的间接碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（kg CO_2e）；

E_{NE} —— 单位质量牡蛎壳产品施用阶段通过抑制土壤N2O排放而避免的间接碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kg CO_2e）；

E_{HC} —— 单位质量牡蛎壳产品施用阶段由作物增产避免的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kg CO_2e）；

8.2 牡蛎壳运输阶段碳足迹

牡蛎运输通常分为海上运输和陆地运输两部分，牡蛎壳运输阶段的碳足迹计算见公式（2）和（3）：

$$E_{ST} = W_{OS} \times T_S \times (1+r) \times EF_{ST} \quad \cdots\cdots(2)$$

$$E_{LT} = W_{OS} \times T_L \times (1+r) \times EF_{LT} \quad \cdots\cdots(3)$$

式中：

W_{OS} ——单位质量牡蛎壳，单位为吨（t）；

T_S —— 海上运输距离，单位为千米（km）；

T_L —— 陆地运输距离，单位为千米（km）；

r —— 牡蛎壳产品制备过程中损失的水分，单位为百分比（%）；

EF_{ST} —— 海上运输单位质量牡蛎壳时的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每吨牡蛎壳每千米（kg CO_2e/t*km）；

EF_{LT} —— 陆地运输单位质量牡蛎壳时的温室气体排放因子，单位为二氧化碳当量每吨牡蛎壳每千米（kg CO_2e/t*km）；

8.3 制备阶段碳足迹

牡蛎壳产品制备过程通常需添加辅料，同时消耗电力，因此制备阶段的碳足迹可见公式（4）：

$$E_P = EL \times EF_{EL} + \sum_i \left(AM_i \times EF_{AM,i} \right) \quad \cdots\cdots(4)$$

式中：

EL —— 产品制备阶段的电力消耗量，单位为千瓦时每吨产品（kWh/t）；

EF_{EL} —— 电力排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kg CO_2e /kWh）；

AM_i —— 产品制备阶段所添加的第i种辅料的质量，单位为千克（kg）；

$EF_{AM,i}$ —— 第i种辅料的排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克辅料（kg CO_2e/kg）。

注：产品制备过程的电力消耗量可通过查读电力计量器具获得。电力和辅料生产过程的排放因子可参考附录A。

8.4 分销阶段碳足迹

牡蛎壳产品分销阶段碳足迹需核算产品运输至销售地的过程中所产生的碳排放，见公式（5）：

$$E_D = W_{OP} \times T_D \times EF_{DT} \quad \cdots\cdots(5)$$

式中：

WOP —— 单位质量牡蛎壳产品，单位为吨（t）；

TD —— 牡蛎壳产品的分销运输距离，单位为千米（km）；

EFDT —— 牡蛎壳产品分销阶段运输单位质量牡蛎壳产品时的排放因子，单位为千克二氧化碳当量每吨牡蛎壳每千米（kg CO2e/t*km）。

注：运输排放因子可参考附录A。

8.5 产品施用阶段碳足迹

8.5.1 土壤有机质增加避免的碳排放

在农田施加牡蛎壳产品可以显著提高土壤有机碳含量，促进土壤固碳作用。土壤有机碳存量变化量即为避免的碳排放，计算见公式（6）：

$$E_{SCS} = \Delta SOC_{stock} \times \mu \times 1000 \quad \cdots\cdots(6)$$

式中：

ΔSOC_{stock} —— 单位质量牡蛎壳产品施用前后单位面积农田土壤有机碳存量变化量，计算见公式（7），单位为吨碳每公顷（t C/ha）；

μ —— 二氧化碳与碳的分子量之比，取值44/12。

$$SOC_{stock} = SOC \times BD \times d \times (1 - \delta_{2mm})/10 \quad \cdots\cdots(7)$$

$$BD = 1.66 - 0.308 \times SOC^{0.5} \quad \cdots\cdots(8)$$

式中：

SOC_{stock} —— 单位面积农田土壤有机碳存量，计算见公式（7），单位为吨碳每公顷（t C/ha）；

SOC —— 土壤有机碳含量，通过实测获取，也可按土壤有机质含量的0.58倍计算，单位为克每千克（g/kg）；

BD —— 土壤容重，通过实测获取，也可按式（8）估算，单位为克每立方厘米（g/cm^3）；

d —— 表土厚度，单位为厘米（cm）；

δ_{2mm} —— 农田中粒径> 2 mm的土壤颗粒所占比例，单位为%。

8.5.2 氮肥施用减少避免的碳排放

牡蛎壳产品施入农田，可以调节土壤pH值，减少氮肥施用量，减少土壤N_2O排放。氮肥施用减少避免的碳排放计算见公式（9）：

$$E_{NE} = \Delta FIE \times GWP_{N_2O} \quad \cdots\cdots(9)$$

式中：

ΔFIE ——牡蛎壳产品施用前后因施用氮肥引起的单位面积农田N_2O排放变化量，按式（10）计算，单位为千克N_2O每公顷（kg N_2O/ha）；

GWP_{N2O} —— N_2O的全球变暖潜能值，可参考附录B。

$$FIE = [0.74 + (0.014 - 0.0018 \times pH) \times N] \times N/100 \quad \cdots\cdots(10)$$

式中：

FIE —— 施肥导致的N_2O排放量，单位为千克N_2O每公顷（kg N_2O/ha）；

pH —— 土壤pH值，通过实测获取；

N —— 单位面积农田的施氮量，单位为千克每公顷（kg/ha）。

8.5.3 作物增产避免的碳排放

由于向土壤中添加牡蛎壳产品后，作物产量显著增加。在未添加牡蛎壳产品的作物生长条件

下，收获该部分作物所排放的温室气体可视为牡蛎壳产品所避免的排放量，见公式（11）：

$$E_{HC} = Y_i \times EF_i \quad \cdots\cdots(11)$$

式中：

Y_i —— 施用单位质量牡蛎壳土壤改良产品后，第i种农作物的增产量，单位为千克（kg）；

EF_i —— 生产单位质量的第i种农作物的排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克农作物（kg CO_2e/kg）。

9 产品碳足迹报告

9.1 产品碳足迹报告应至少包含以下内容：

——产品名称、规格、型号和功能描述；

——功能单位；

——系统边界；

——核算期；

——核算依据；

——生命周期阶段描述；

——数据取舍准则描述；

——产品碳足迹；

——结论和不确定性说明；

——其他需要说明的情况。

9.2 牡蛎壳土壤改良产品碳足迹核算报告模板可参考附录C。

附录A

（资料性）

相关参数推荐值

相关参数推荐值见表A.1。

表 A. 1 排放因子推荐值

参数名称	单位	推荐值
电网供电排放因子	t CO_2e/MWh	0.5703
海上运输排放因子	kg CO_2e/t*km	0.1096
陆地运输排放因子	kg CO_2e/t*km	0.1358
分销排放因子	kg CO_2e/t*km	0.0943
黄腐酸钾排放因子	kg CO_2e/kg	0.0005
木质素排放因子	kg CO_2e/kg	0.1018
氧化镁排放因子	kg CO_2e/kg	1.1067
海藻粉排放因子	kg CO_2e/kg	0.9109
花生种植排放因子	kg CO_2e/kg	0.5850
水稻种植排放因子	kg CO_2e/kg	0.6680
注：电网供电排放因子为 2022 年度全国电网平均排放因子，数据来源于生态环境部《关于做好 2023—2025 年发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作的通知》。数据仅供参考，开展产品碳足迹核算时应注意使用最新发布的数据或区域电网平均排放因子等。其他排放因子推荐值请注意采用最新数据或相关计算方法计算。作物不局限于花生和水稻两种。		

附录B

（资料性）

全球变暖潜势(GWP)

全球变暖潜势见表B.1。

表B.1 全球变暖潜势（GWP）

工业名称或通用名称	化学分子式	100 年 GWP （kg CO_2e/kg）
二氧化碳	CO_2	1
甲烷	CH_4	25
氧化亚氮	N_2O	298
注：数据来源于 IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, Table 2.14。数据仅供参考，开展产品碳足迹核算时应注意使用政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供的最新数据，或根据核算目标及核算依据进行调整。		

附录C

（资料性）

牡蛎壳土壤改良产品碳足迹核算报告模板

一、基本信息

1.1 产品基本信息

包括但不限于对产品名称、规格和功能描述。

1.2 制造商基本信息

1.3 联系人基本信息

二、概述

2.1 核算范围

包括但不限于对核算期、核算依据的描述

2.2 功能单位

2.3 系统边界

包括但不限于对生命周期阶段性描述

三、数据处理与收集

包括但不限于对数据取舍原则的描述

3.1 牡蛎壳运输阶段

3.2 产品制备阶段

3.3 产品分销阶段

3.4 产品施用阶段

四、核算过程和结果

包括但不限于对产品碳足迹计算过程、结果以及计算公式与基础数据的描述

五、结论和不确定性说明

包括但不限于碳足迹核算对产品设计优化与供应链管理等方面的结论和建议，以及不确定说明等。