

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 5164—2025

## 种植业农产品碳足迹量化方法与要求

Quantification methodologies and requirements for carbon  
footprint of planting agricultural products

2025-07-28 发布

2025-08-28 实施

江苏省市场监督管理局 发布  
中国标准出版社 出版

目 次

前言 ..... III

引言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 量化目的和原则 ..... 2

    4.1 量化目的 ..... 2

    4.2 量化原则 ..... 3

5 量化范围 ..... 3

    5.1 功能单位确定 ..... 3

    5.2 系统边界与时间范围 ..... 3

6 清单分析 ..... 4

    6.1 数据收集 ..... 4

    6.2 数据处理 ..... 5

    6.3 数据质量 ..... 6

7 碳足迹核算 ..... 7

    7.1 碳足迹核算方法 ..... 7

    7.2 影响评价 ..... 9

8 碳足迹量化报告 ..... 9

    8.1 通则 ..... 9

    8.2 报告内容 ..... 9

    8.3 量化过程质量保证 ..... 10

9 产品碳足迹披露 ..... 10

    9.1 披露要求 ..... 10

    9.2 持续改进 ..... 10

附录A(资料性) 种植业农产品碳足迹量化需要监测的数据和参数 ..... 11

附录B(资料性) 碳足迹排放因子推荐值 ..... 13

附录C(资料性) 江苏省主要木本农产品植物及生物质碳储量变化计算方法 ..... 15

附录D(资料性) 种植业农产品碳足迹量化报告(模板) ..... 16

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。

本文件由江苏省发展和改革委员会提出并组织实施。

本文件由江苏省碳达峰碳中和标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：生态环境部南京环境科学研究所、南京国环有机产品认证中心有限公司、南京农业大学、江苏省林业科学研究院、南京林业大学、南京市发展和改革委员会、高淳区发展和改革委员会、中国科学院南京土壤研究所、南京信息工程大学、南京大学、高淳区农业农村局、扬州大学、江苏省农业科学院、江苏省农垦农业发展股份有限公司、江苏盐城港盐农循环农业有限公司。

本文件主要起草人：张纪兵、李云鹏、程琨、郭汝清、邢玮、姜姜、吴小进、唐剑、胡云峰、张伟超、黄翔、马敏、汪云岗、邵军亚、孔令辉、夏龙龙、纪洋、吴军、陈燕舞、宓文海、陈硕桐、岳骞、王康、李强、肖兴基、管晓进、黄慧海、刘振华、庄克明、蒯恩杰、束剑峰。

## 引 言

气候变化是人类社会面临的重大环境问题。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六次评估报告发出红色预警,人类活动已致使全球温度以数千年未有的速度变暖。人为温室气体排放是导致全球变暖的主要原因,大气中二氧化碳、甲烷和氧化亚氮的浓度已达到  $410 \times 10^{-6}$ 、 $1\ 866 \times 10^{-9}$  和  $332 \times 10^{-9}$ , 高于 200 万年以来的任何时候。

作为人类的主要活动,农业生产占用了全球 50% 以上的可利用土地,消耗了超过地球 70% 的淡水, 78% 水体富营养化也归因于此,并且极大地影响了全球的生物多样性。农业是温室气体重要排放源, 据联合国粮食与农业组织(FAO)的统计,农业用地通过直接和间接排放的温室气体超过全球人为温室气体排放总量的 30%。

农业生产除了温室气体排放,农田土壤还是潜在的巨大碳汇。农田土壤有机质的增加一方面可以提升耕地质量、促进作物生产,另一方面,增加农田土壤固碳也意味着大气中二氧化碳的清除。持续采用土壤有机质提升耕作管理措施,能够控制和减少温室气体的排放。由此可见,农业生产既是全球范围内重要的温室气体排放源,又是一个巨大的碳汇系统,因此农业碳减排是实现“双碳”目标不可缺少的环节。

我国是农业大国,具有农产品种类复杂、生产地域差异明显等特点,同时,农业土壤固碳和温室气体排放的影响因素复杂,这对农产品碳足迹量化的专业性提出了更高的要求。本文件提供了种植业农产品碳足迹量化方法和要求,对于满足绿色消费、发展低碳经济,推动引导和促进低碳农产品的开发,助力农产品相关产业实现碳达峰、碳中和具有重要的意义。

# 种植业农产品碳足迹量化方法与要求

## 1 范围

本文件确立了种植业农产品碳足迹量化目的和原则,规定了量化范围、清单分析、碳足迹核算、碳足迹量化报告、产品碳足迹披露等量化方法和要求。

本文件适用于种植业农产品碳足迹的量化。

## 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 24067—2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

## 3 术语和定义

GB/T 24067 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**种植业农产品** **planting agricultural product**

来源于农业生产活动中获取的植物产品及其初级加工产品。

注:种植业农产品类别包括谷物、蔬菜、水果、坚果、含油果、香料(调香的植物)、饮料作物、豆类、油料和薯类、香辛料作物、棉及其他纺织用的植物、中药材等。

### 3.2

**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含二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、甲烷(CH<sub>4</sub>)和氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)。

[来源:GB/T 32150—2015,3.1]

### 3.3

**温室气体排放** **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—2015,3.6]

### 3.4

**温室气体清除量** **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)。

[来源:GB/T 24067—2024,3.2.6]

### 3.5

**二氧化碳当量** **carbon dioxide equivalent**

CO<sub>2</sub>-eq

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强迫的单位。

[来源:GB/T 24067—2024,3.2.2]

### 3.6

#### 生命周期 life cycle

产品相关的连续且相互连接的阶段,包括原材料获取或从自然资源中生成原材料至生命末期处理。

注:与产品相关的生命周期阶段包括原材料获取、生产、销售、使用和生命末期处理。

[来源:GB/T 24067—2024,3.4.2]

### 3.7

#### 生命周期评价 life cycle assessment

一个产品系统在其整个生命周期内的输入、输出和潜在环境影响的汇编与评估。

[来源:GB/T 24067—2024,3.4.3]

### 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/T 24067—2024,3.3.4]

### 3.9

#### 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 24040—2008,3.20]

### 3.10

#### 分配 allocation

将生产过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

[来源:GB/T 24044—2008,3.17]

### 3.11

#### 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清除量之和,并基于气候变化作为单一环境影响类型进行生命周期评价。

注:以二氧化碳当量表示。

[来源:GB/T 24067—2024,3.1.1]

### 3.12

#### 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清除量之和。

注:以二氧化碳当量表示。

[来源:GB/T 24067—2024,3.1.2,有修改]

### 3.13

#### 种植业农产品碳足迹 carbon footprint of planting agricultural products

种植业农产品生命周期内的温室气体排放量和清除量的总和。

注:以二氧化碳当量表示。

## 4 量化目的和原则

### 4.1 量化目的

开展种植业农产品碳足迹量化目的包括但不限于:

- a) 评价种植业农产品生产生命周期内相关活动带来的温室气体排放；
- b) 识别种植业农产品生产关键排放、固碳环节,挖掘减排固碳潜力；
- c) 为种植业农产品碳足迹标识认证提供依据。

4.2 量化原则

种植业农产品碳足迹量化遵循以下原则：

- a) 相关性:数据和方法的选取适用于所量化系统产生的温室气体排放量和清除量的评价；
- b) 完整性:碳足迹量化包括所有对系统有显著贡献的温室气体排放量和清除量；
- c) 一致性:碳足迹量化的全过程,使用相同的假设、方法和数据,以得到与目的和范围一致的结论；
- d) 准确性:种植业农产品碳足迹量化是准确的、可核查的、相关的、无误导性的,并尽可能地减少偏差和不确定性；
- e) 统一性:采用国家已认可并已应用于具体产品种类的方法、标准和指南,以提高特定种植业农产品碳足迹之间的可比性；
- f) 透明性:以公开、全面和可理解的信息表述方式记录所有相关问题,披露所有相关假设,并适当披露所使用的方法和数据来源；
- g) 不重复性:相同的温室气体排放量和清除量仅分配一次,以避免温室气体排放量和清除量的重复计算。

5 量化范围

5.1 功能单位确定

功能单位应与产品重量、种类等保持一致,可包括产品的重量、种类等。

示例 1:1 袋 2 千克(kg)的菠菜。

示例 2:1 箱 5 千克(kg)的苹果。

5.2 系统边界与时间范围

5.2.1 系统边界

5.2.1.1 种植业农产品碳足迹系统边界的选择应与种植业农产品碳足迹量化目的和范围保持一致。

5.2.1.2 按生命周期阶段,可将种植业农产品碳足迹量化系统边界分为农产品种植到收获阶段、农产品种植到初级加工阶段。种植业农产品碳足迹量化包括系统边界内所有重要的温室气体排放和清除过程。农产品生命周期中的温室气体排放应分配到发生温室气体排放和清除的生命周期阶段,具体系统边界内容见图 1。

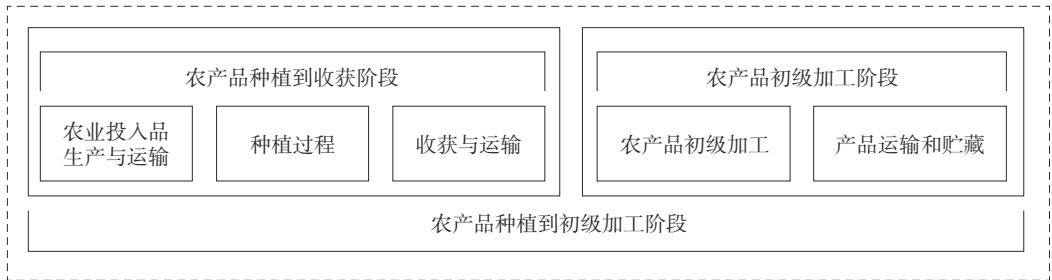


图 1 种植业农产品碳足迹系统边界图

5.2.1.3 考虑种植业农产品的类型和生产系统,种植业农产品碳足迹量化的系统边界宜选择以下单元过程。

- a) 农业投入品生产与运输,包括:
  - 1) 农业投入品(种子/种苗、肥料、农药、农膜等)的生产排放;
  - 2) 农业投入品的运输排放。
- b) 种植过程,包括种植过程田间排放和清除:
  - 1) 种植过程中产生的氧化亚氮和甲烷排放;使用农业机械进行耕地、施肥、灌溉、病虫害防治、灌溉等管理活动消耗能源产生的温室气体排放;农田废弃物(如作物秸秆等)的回收和再利用产生的温室气体排放;
  - 2) 土壤有机碳储量和木本农产品植物生物质碳储量变化。
- c) 收获与运输,包括:
  - 1) 收获与运输过程中消耗能源产生温室气体排放;
  - 2) 收获后农田废弃物(秸秆等)处理过程中产生温室气体排放。
- d) 农产品初级加工,包括:
  - 1) 初级加工过程的能源消耗排放;
  - 2) 包装材料的生产与运输产生的温室气体排放。
- e) 产品运输和贮藏,包括:
  - 1) 产品的运输排放;
  - 2) 产品贮藏过程中的能源消耗排放;
  - 3) 初级加工过程农产品废弃物再利用和回收等产生的温室气体排放。

5.2.1.4 种植业农产品使用阶段,因排放通常比较微少、使用方式不一且难以准确测定,碳足迹量化不宜包括此阶段。

5.2.1.5 系统边界外的农产品废弃物处理阶段,因处理方式不一且难以准确测定,碳足迹量化不宜包括此阶段。

5.2.1.6 量化结果至少包含 95% 以上的与农产品相关的预期生命周期温室气体排放量和清除量。

5.2.2 时间范围

5.2.2.1 对一年生作物,以生育期为核算期。

5.2.2.2 对多年生作物,以自然年度为核算期。

6 清单分析

6.1 数据收集

6.1.1 植业农产品数据收集包括农业投入品生产与运输、种植过程、收获与运输、农产品初级加工、产品运输和贮藏等阶段的活动数据,在所确定的量化边界范围内,可按表 1 对各类温室气体排放源进行识别和数据收集。

表 1 温室气体排放源与温室气体种类

单元过程	排放项目	数据收集	温室气体种类
农业投入品的生产与运输	农业投入品的生产排放	种子/种苗、肥料、农药、农膜等农业投入品生产产生的温室气体排放	CO <sub>2</sub>



表 1 温室气体排放源与温室气体种类（续）

单元过程	排放项目	数据收集	温室气体种类
农业投入品的生产与运输	农业投入品的运输排放	将农业投入品从销售点运输至种植基地的能源消耗排放(柴油、汽油、机油、电力等)	CO <sub>2</sub>
种植过程	种植过程田间排放	氧化亚氮直接排放(来源于施肥和秸秆还田等导致的农田土壤氧化亚氮直接排放)	N <sub>2</sub> O
		氧化亚氮间接排放(氨挥发排放和氮淋溶渗滤等排放)	N <sub>2</sub> O
		稻田甲烷排放	CH <sub>4</sub>
	种植过程的能源消耗排放	种植过程中,农用机械产生的温室气体排放(柴油、汽油、机油、电力等)	CO <sub>2</sub>
		种植过程电力灌溉带来的温室气体排放	CO <sub>2</sub>
收获与运输	收获与运输的能源消耗排放	收获过程使用动力及运输至农产品初级加工场所带来的温室气体排放(柴油、汽油、机油、电力等)	CO <sub>2</sub>
	收获后农田废弃物处理	农田废弃物处理过程产生的温室气体排放	CO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> O、CH <sub>4</sub>
农产品初级加工	初级加工过程的能源消耗排放	初级加工过程的能源消耗带来的温室气体排放(电力、天然气、柴油、汽油、机油、生物质燃料等)	CO <sub>2</sub>
	包装材料的生产排放	包装材料生产带来的温室气体排放	CO <sub>2</sub>
	包装材料的运输排放	将包装材料从销售点运输至初级加工厂所带来的温室气体排放(柴油、汽油、机油、电力等)	CO <sub>2</sub>
产品运输和贮藏	产品的运输排放	产品运输过程中的能源消耗带来的温室气体排放(柴油、汽油、机油、电力等)	CO <sub>2</sub>
	产品贮藏过程中的能源消耗排放	产品贮藏过程中的能源消耗带来的温室气体排放,制冷剂排放泄漏造成的直接碳排放	CO <sub>2</sub>
	初级加工过程农产品废弃物再利用和回收排放	不合格农产品废弃物再利用和回收产生的温室气体排放	CO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> O、CH <sub>4</sub>

6.1.2 生物质燃料燃烧产生的二氧化碳,应单独核算并在碳足迹量化报告中给予说明,但不计入温室气体排放总量。

6.1.3 土壤有机碳储量变化量,年均变化量为正值,则为清除效应;年均变化量为负值,则是排放效应。

6.1.4 木本农产品植物生物质碳储量的年均变化量,年均变化量为正值,则为清除效应;年均变化量为负值,则是排放效应。

6.2 数据处理

6.2.1 数据取舍

种植业农产品碳足迹量化过程中,可舍弃影响小于 1% 的环节,但系统边界内舍弃环节总的影响不应超过碳足迹总量的 5%。

6.2.2 数据审定

6.2.2.1 数据审定宜通过质量平衡、能量平衡、排放因子的比较分析或其他适当方法进行。

6.2.2.2 数据审定的具体措施包括但不限于下列内容：

- a) 对所收集数据的审定；
- b) 在量化边界内的所有单元过程的定性和定量数据均应收集；
- c) 收集的数据,无论是来自测量、计算或预测,用于量化单元过程的输入和输出；
- d) 从公共来源收集数据时,数据来源应在碳足迹量化报告中加以说明；
- e) 对于碳足迹量化结果可能具有重要意义的的数据,有关数据收集的过程和时间,以及数据质量的进一步信息等细节,均应加以写明；
- f) 如果一些数据不符合数据质量要求,则应说明；
- g) 收集的数据若来自多个报告和已出版的参考文献,应通过数据处理使数据具有一致性；
- h) 数据收集过程中应对数据的有效性进行检查。

6.3 数据质量

6.3.1 初级数据

6.3.1.1 初级数据获取符合以下规定：

- a) 可按照附录 A 中表 A.1 的要求调查或实测获取；
- b) 需要提供实测数据结果的,应采集样品进行检测,并确保检测数据合规性。

6.3.1.2 初级数据质量符合以下规定：

- a) 数据达到核算质量要求；
- b) 具有完整性和有效性；
- c) 实测数据宜符合表 A.1 的要求的检测标准要求,并确保检测过程的合规性。

6.3.2 排放因子数据

排放因子数据按照以下方法收集：

- a) 优先使用现场排放因子及特征参数；
- b) 在现场排放因子及特征参数不可获取的情况下,宜使用国家最新公布的数据和经评估过的相关数据库数据；
- c) 在国家已公布数据不可获取时,宜使用 IPCC 指南缺省值或附录 B 中表 B.1 提供的推荐值。

6.3.3 数据质量

6.3.3.1 数据和数据质量应满足 GB/T 24067—2024 中 6.3.6 的要求。

6.3.3.2 种植业农产品碳足迹量化宜使用能尽可能降低偏向性和不确定性的具有最高质量的数据。

6.3.3.3 活动水平数据应优先选择对所量化产品具有时间针对性的实测数据。

6.3.3.4 对碳足迹量化结果可能具有重要意义的的数据,应说明它们的收集过程、时间和数据质量等信息。

6.3.4 分配

6.3.4.1 尽量避免分配,需要分配时,宜按照以下规定分配。

- a) 对同一种农产品的生产系统,不需要进行分配。
- b) 在生产两种或多种农产品时,可根据需要进行分配：
  - 1) 宜根据明确规定的程序将输入和输出分配到不同的农产品中；
  - 2) 一个单元过程分配的输入和输出的总和应与其分配前的输入和输出的总和相等。

6.3.4.2 分配程序按照 GB/T 24067—2024 中 6.4.6.2 的要求分配,分配方法包括：

- a) 物理分配:宜根据农产品与共生农产品间输入和输出的本质物理关系分配农产品和共生农产品

的输入和输出；

- b) 经济性分配:可根据离开共同过程的每种产品的市场价值分配农产品和共生农产品的输入和输出；
- c) 其他关系:可根据物理和经济关系外的其他合理关系分配农产品和共生农产品的输入和输出；
- d) 宜优先采用物理关系进行分配;当物理关系无法建立或无法单独作为分配基础时,可采用其他关系进行分配；
- e) 农产品初级加工再利用和回收按照 GB/T 24067—2024 中 6.4.6.3 的要求分配。

## 7 碳足迹核算

### 7.1 碳足迹核算方法

#### 7.1.1 通则

根据第 5 章选择对应的量化方法。

#### 7.1.2 农产品种植到收获阶段碳足迹核算

农产品种植到收获阶段碳足迹宜对每个单元过程的温室气体排放与清除进行核算,核算方法见公式(1)。

$$CF_{crop} = CF_{crop\_seed/seedling} + CF_{crop\_fert} + CF_{crop\_pesticide} + CF_{crop\_film} + CF_{crop\_input\ transport} + (GHG_{crop\_N_2O\ 直接} + GHG_{crop\_N_2O\ 挥发} + GHG_{crop\_N_2O\ 淋溶和径流}) \times GWP_{N_2O} + GHG_{crop\_CH_4} \times GWP_{CH_4} + CF_{crop\_plant\ energy} + CF_{crop\_harvest\ energy} + CF_{crop\_harvest\ transport} + CF_{crop\_farmland\ waste} - CF_{crop\_biomass} - \Delta SOC \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $CF_{crop}$  ——农产品种植到收获阶段单位面积碳足迹,单位为千克二氧化碳当量每公顷(kgCO<sub>2</sub>-eq/ha);
- $CF_{crop\_seed/seedling}$  ——种子/种苗生产过程的排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷(kgCO<sub>2</sub>-eq/ha);采用种子/种苗生产的排放因子进行计算;
- $CF_{crop\_fert}$  ——肥料生产过程的排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷(kgCO<sub>2</sub>-eq/ha);采用肥料生产的排放因子进行计算;
- $CF_{crop\_pesticide}$  ——农药生产过程的排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷(kgCO<sub>2</sub>-eq/ha);采用农药生产的排放因子进行计算;
- $CF_{crop\_film}$  ——农膜生产过程的排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷(kgCO<sub>2</sub>-eq/ha);采用农膜的排放因子进行计算;
- $CF_{crop\_input\ transport}$  ——农业投入品运输过程的排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷(kgCO<sub>2</sub>-eq/ha);采用能源的排放因子进行计算;
- $GHG_{crop\_N_2O\ 直接}$  ——农田氧化亚氮直接排放量,单位为千克氧化亚氮每公顷(kgN<sub>2</sub>O/ha);采用排放因子法或农田氧化亚氮排放模型进行计算;
- $GHG_{crop\_N_2O\ 挥发}$  ——施肥造成的氨气和氮氧化物挥发后,通过干湿沉降到地面、湖泊和河流后的氧化亚氮间接排放量,单位为千克氧化亚氮每公顷(kgN<sub>2</sub>O/ha);采用排放因子法进行计算;
- $GHG_{crop\_N_2O\ 淋溶和径流}$  ——施肥造成的氮淋溶和径流氧化亚氮间接排放量,单位为千克氧化亚氮每公顷(kgN<sub>2</sub>O/ha);采用排放因子法进行计算;
- $GWP_{N_2O}$  ——100 年尺度氧化亚氮的全球增温潜势,根据政府间气候变化专门委员会(IPCC)最新版评估报告;
- $GHG_{crop\_CH_4}$  ——作物甲烷排放,单位为千克甲烷每公顷(kgCH<sub>4</sub>/ha);采用排放因子法或稻田甲

- 烷排放模型进行计算；
- $GWP_{CH_4}$  ——100 年尺度甲烷的全球增温潜势,根据政府间气候变化专门委员会(IPCC)最新版评估报告；
- $CF_{crop\_plant\ energy}$  ——种植过程中的能源消耗排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ )；采用能源的排放因子进行计算；
- $CF_{crop\_harvest\ energy}$  ——收获过程中的能源消耗排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ )；采用能源的排放因子进行计算；
- $CF_{crop\_harvest\ transport}$  ——收获的农产品运输过程的排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ )；采用能源的排放因子进行计算；
- $CF_{crop\_farmland\ waste}$  ——作物秸秆等农田废弃物处理过程的排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ )；采用农田废弃物处理的排放因子进行计算；
- $CF_{crop\_biomass}$  ——多年生木本农产品植物生物质碳储量的年均变化量,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ )，采用实测法或生物质碳储量模型方法进行计算,生物质碳储量模型方法计算过程详见附录 C；
- $\Delta SOC$  ——土壤有机碳储量的年均变化量,单位为千克碳每公顷( $kgC/ha$ )，采用排放因子法或农田土壤有机碳模型进行计算；
- 44/12 ——将碳换算为二氧化碳的系数。
- 单位重量农产品碳足迹核算按照公式(2)核算。

$$CF_{crop\_weight} = \frac{CF_{crop}}{Y_{crop}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$CF_{crop\_weight}$  ——单位重量农产品碳足迹,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ )；

$Y_{crop}$  ——单位面积农产品的产量,单位为千克每公顷( $kg/ha$ )。

排放因子和 GWP 等参数的选取参考表 B.1。

### 7.1.3 农产品种植到初级加工阶段碳足迹核算

农产品种植到初级加工阶段碳足迹宜对每个单元过程的温室气体排放与清除进行核算,核算方法见公式(3)。

$$CF_{crop\_handle} = CF_{crop} + CF_{crop\_handle\ energy} + CF_{crop\_pack} + CF_{crop\_pack\ transport} + CF_{crop\_agricultural\ product\ transport} + CF_{crop\_storage} + CF_{crop\_agricultural\ product\ waste} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$CF_{crop\_handle}$  ——农产品种植到初级加工阶段单位面积碳足迹,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ )；

$CF_{crop}$  ——农产品种植到收获阶段单位面积碳足迹,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ )；

$CF_{crop\_handle\ energy}$  ——初级加工过程中的能源消耗排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ )；采用能源的排放因子进行计算；

$CF_{crop\_pack}$  ——农产品初加工过程一次性包装生产过程的排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ )；采用包装材料的排放因子进行计算；

$CF_{crop\_pack\ transport}$  ——包装材料运输过程的排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ )；采用能源的排放因子进行计算；

$CF_{crop\_agricultural\ product\ transport}$  ——产品运输过程的排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ )；采用能源的排放因子进行计算；

$CF_{crop\_storage}$  ——产品贮藏过程的能源消耗排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ );  
采用能源的排放因子进行计算;

$CF_{crop\_agricultural\ product\ waste}$  ——初级加工过程农产品废弃物再利用和回收的排放,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ );采用农产品废弃物再利用和回收的排放因子进行计算。

单位重量农产品碳足迹按照公式(4)核算。

$$CF_{crop\_weight} = \frac{CF_{crop}}{Y_{crop}} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$CF_{crop\_weight}$  ——单位重量农产品碳足迹,单位为千克二氧化碳当量每公顷( $kgCO_2\text{-eq/ha}$ );

$Y_{crop}$  ——单位面积农产品的产量,单位为千克每公顷( $kg/ha$ )。

排放因子和 GWP 等参数的选取参考表 B.1。

7.2 影响评价

7.2.1 不确定性分析

- 7.2.1.1 宜采取措施减少温室气体排放量的不确定性,具体方法可参照 RB/T 211—2016 中附录 H。
- 7.2.1.2 实测数据应关注检测条件、采样点等影响带来的不确定性。
- 7.2.1.3 采用模型模拟法应根据最新研究成果,应对部分参数调整或验证,并对模拟结果进行不确定度分析。

7.2.2 结果解释

结果解释包括但不限于以下内容:

- a) 农产品生命周期的关键排放阶段和单元过程;
- b) 量化结果的完整性、一致性评估,以及敏感性和不确定性分析;
- c) 量化结论、局限性和改进建议。

7.2.3 假设与局限性说明

当存在数据缺失或不确定等情况时所做的假设应作出说明。

8 碳足迹量化报告

8.1 通则

碳足迹量化报告应符合如下要求:

- a) 根据碳足迹量化的要求,确定碳足迹量化报告的具体内容;
- b) 应完整、准确、客观地对碳足迹量化结果和结论予以报告;
- c) 结果、数据、方法、假设和局限性应是透明的,并且有足够详细的说明,以便读者能理解其固有的复杂性和所做出的权衡;
- d) 在其中说明关键审查内容和量化的局限性。

8.2 报告内容

8.2.1 碳足迹量化报告内容包括但不限于:

- a) 生产单位的信息:
  - 1) 生产单位基本信息,
  - 2) 产品信息;

- b) 量化目的；
- c) 功能单位；
- d) 系统边界：
  - 1) 系统边界的单元过程，
  - 2) 系统边界内各阶段和单元过程的量化内容；
- e) 取舍情况；
- f) 时间范围；
- g) 数据清单和数据来源；
- h) 分配方法；
- i) 量化结果和结果解释

8.2.2 量化报告模板见附录 D。

### 8.3 量化过程质量保证

量化过程质量保证措施包括但不限于以下内容：

- a) 绘制种植业农产品生命周期的流程简图,描绘所有单元过程及相互间关系；
- b) 详细描述影响每个单元过程输入和输出的因子；
- c) 列出每个单元过程中与运行条件相关的流和数据；
- d) 列出所核算的单元过程；
- e) 描述所有数据收集和计算所需的技术；
- f) 明确记录所报送数据的特殊情况、异常点和其他问题；
- g) 应对数据收集的过程有效性进行核实。

## 9 产品碳足迹披露

### 9.1 披露要求

#### 9.1.1 披露形式

产品碳足迹披露宜采取以下形式进行披露：

- a) 产品碳足迹量化报告；
- b) 产品碳足迹标识；
- c) 产品碳足迹声明。

#### 9.1.2 披露管理

产品碳足迹标识或声明满足以下要求：

- a) 若采用产品碳足迹标识或产品碳足迹声明,应同时出具产品碳足迹量化报告；
- b) 结果披露应遵守适用的法律法规等,以及目标受众地区法律、法规与标准要求；
- c) 碳足迹标识可根据产品特性,采取粘贴或印刷等方式直接加施在产品或产品最小销售包装上；印刷的标志应清楚、明显。

### 9.2 持续改进

9.2.1 产品生产组织宜依据量化结果确定改进机会,并采取必要的措施保持低碳排放。

9.2.2 产品生产组织宜根据量化结果制定或更新低碳运行管理措施和目标,挖掘减排固碳潜力,进一步减少温室气体排放,增加清除量。



附 录 A

(资料性)

种植业农产品碳足迹量化需要监测的数据和参数

表 A.1 给出了种植业农产品碳足迹量化需要监测的数据和参数。

表 A.1 种植业农产品碳足迹量化需要监测的数据和参数

数据	单位	监测方式
地理位置	具体到生产单元	调查
经度	度、分、秒	卫星导航(北斗)
纬度	度、分、秒	卫星导航(北斗)
作物类型	—	调查
作物种植面积	ha	测量
作物播种/移栽日期	年/月/日	调查
作物收获日期	年/月/日	调查
作物产量	kg/ha	调查
土壤有机碳含量	g/kg	实验室测定。NY/T 1121.1—2006、NY/T 1121.6—2006
土壤pH	—	实验室测定。NY/T 1121.1—2006、NY/T 1121.2—2006
土壤容重	g/cm <sup>3</sup>	实验室测定。NY/T 1121.1—2006、NY/T 1121.4
土壤机械组成	%	实验室测定。NY/T 1121.3—2006
有机肥施用量(干重)	kg/ha	调查
有机肥含碳量	%	实验室测定/产品外包装。NY/T 525—2021
有机肥含氮量	%	实验室测定/产品外包装。NY/T 525—2021
有机肥生产排放系数	kg CO <sub>2</sub> -eq/t	有机肥厂调查
秸秆还田量(干重)	kg/ha	调查
秸秆含碳量	%	实验室测定/经验值。NY/T 525—2021
秸秆含氮量	%	实验室测定/经验值。NY/T 2419—2013
化学氮肥类型	—	产品外包装
化学氮肥施用量	kg/ha	调查
化学氮肥含氮量	%	产品外包装

表 A.1 种植业农产品碳足迹量化需要监测的数据和参数（续）

数据	单位	监测方式
化学磷肥类型	—	产品外包装
化学磷肥施用量	kg/ha	调查
化学磷肥含磷量	%	产品外包装
化学钾肥类型	—	产品外包装
化学钾肥施用量	kg/ha	调查
化学钾肥含钾量	%	产品外包装
复合肥类型	—	调查
复合肥施用量	kg/ha	调查
复合肥养分比例	%	产品外包装
农药类型	—	产品外包装
农药用量	kg/ha	调查
农膜类型	—	产品外包装
农膜用量	kg/ha	调查
灌溉量	m <sup>3</sup> /ha	调查
能源类型	电、天然气、煤炭、生物质、汽油、柴油等	调查
能源用量	kW·h、m <sup>3</sup> 、kg、L	调查
农产品初级加工一次性包装类型	—	调查
农产品初级加工一次性包装用量	kg	调查



附 录 B  
(资料性)  
碳足迹排放因子推荐值

表 B.1 给出了碳足迹排放因子推荐值。

表 B.1 碳足迹排放因子推荐值

排放项目	排放因子推荐值
氮肥施用 $\text{N}_2\text{O}$ -N 直接排放(江苏水稻)	0.003 2 $\text{kgN}_2\text{O}$ -N/ $\text{kgN}$
氮肥施用 $\text{N}_2\text{O}$ -N 直接排放(江苏小麦)	0.008 6 $\text{kgN}_2\text{O}$ -N/ $\text{kgN}$
氮肥施用 $\text{N}_2\text{O}$ -N 直接排放(江苏玉米)	0.006 7 $\text{kgN}_2\text{O}$ -N/ $\text{kgN}$
氮肥施用 $\text{N}_2\text{O}$ -N 直接排放(江苏豆科作物)	0.004 8 $\text{kgN}_2\text{O}$ -N/ $\text{kgN}$
氮肥施用 $\text{N}_2\text{O}$ -N 直接排放(江苏油菜籽)	0.002 1 $\text{kgN}_2\text{O}$ -N/ $\text{kgN}$
氮肥施用 $\text{N}_2\text{O}$ -N 直接排放(江苏蔬菜)	0.012 8 $\text{kgN}_2\text{O}$ -N/ $\text{kgN}$
$\text{NH}_3$ 和 $\text{NO}_x$ 挥发导致的氮沉降产生的 $\text{N}_2\text{O}$ -N 间接排放因子	0.01 $\text{kgN}_2\text{O}$ -N/( $\text{kgNH}_3$ -N+ $\text{NO}_x$ -N)
淋溶/径流氮损失产生的 $\text{N}_2\text{O}$ -N 间接排放因子	0.011 $\text{kgN}_2\text{O}$ -N/( $\text{kg}$ 淋溶径流氮)
氮肥施用 $\text{NH}_3$ 和 $\text{NO}_x$ 挥发氮损失比例	0.11 ( $\text{kgNH}_3$ -N+ $\text{NO}_x$ -N)/ $\text{kgN}$
甲烷排放(江苏中稻)	238.61 $\text{kg CH}_4/\text{ha}$
氮肥生产(平均)	7.76 $\text{kg CO}_2\text{-eq}/\text{kgN}$
尿素	7.48 $\text{kg CO}_2\text{-eq}/\text{kgN}$
碳铵	7.07 $\text{kg CO}_2\text{-eq}/\text{kgN}$
硝酸铵	15.41 $\text{kg CO}_2\text{-eq}/\text{kgN}$
磷肥生产(平均)	2.33 $\text{kg CO}_2\text{-eq}/\text{kgP}_2\text{O}_5$
普钙	0.715 $\text{kg CO}_2\text{-eq}/\text{kgP}_2\text{O}_5$
重钙	1.71 $\text{kg CO}_2\text{-eq}/\text{kgP}_2\text{O}_5$
磷酸一铵	2.71 $\text{kg CO}_2\text{-eq}/\text{kgP}_2\text{O}_5$
磷酸二铵	4.07 $\text{kg CO}_2\text{-eq}/\text{kgP}_2\text{O}_5$
钙镁磷肥	7.72 $\text{kg CO}_2\text{-eq}/\text{kgP}_2\text{O}_5$
钾肥生产(平均)	0.66 $\text{kg CO}_2\text{-eq}/\text{kgK}_2\text{O}$
氯化钾	0.62 $\text{kgCO}_2\text{-eq}/\text{kgK}_2\text{O}$
硫酸钾	1.50 $\text{kgCO}_2\text{-eq}/\text{kgK}_2\text{O}$
除草剂生产	14.88 $\text{kgCO}_2\text{-eq}/\text{kg}$ 有效成分
杀虫剂生产	11.30 $\text{kgCO}_2\text{-eq}/\text{kg}$ 有效成分
杀菌剂生产	15.05 $\text{kgCO}_2\text{-eq}/\text{kg}$ 有效成分
聚乙烯	0.60 $\text{kgCO}_2\text{-eq}/\text{kg}$
汽油(车用)	3.85 $\text{kgCO}_2\text{-eq}/\text{kg}$

表 B.1 碳足迹排放因子推荐值（续）

排放项目	排放因子推荐值
柴油(车用)	3.82 kgCO <sub>2</sub> -eq/kg
机油	5.26 kgCO <sub>2</sub> -eq/kg
天然气	2.80 kgCO <sub>2</sub> -eq/m <sup>3</sup>
无烟煤	2.03 kgCO <sub>2</sub> -eq/kg
烟煤	1.87 kgCO <sub>2</sub> -eq/kg
褐煤	1.50 kgCO <sub>2</sub> -eq/kg
塑料编织布包装袋	2.51 kgCO <sub>2</sub> -eq/kg
塑料薄膜包装袋	3.24 kgCO <sub>2</sub> -eq/kg
塑料袋	8.21 kgCO <sub>2</sub> -eq/kg
包装纸	0.14 kgCO <sub>2</sub> -eq/kg
瓦楞纸箱	7.10 kgCO <sub>2</sub> -eq/kg
透明胶带	2.77 kgCO <sub>2</sub> -eq/kg
2023年全国电力碳足迹因子	0.6205 kgCO <sub>2</sub> -eq/kWh
注:碳排放因子采用本地、国家和国际的最新公开数据,若有实测优先采用实测值。	

附 录 C

(资料性)

江苏省主要木本农产品植物及生物质碳储量变化计算方法

C.1 江苏省主要木本农产品植物种类

依据 NY/T 3177—2018,木本植物主要包括乔木、灌木和竹子。江苏种植的主要木本农产品见表 C.1。

表 C.1 江苏省主要木本农产品植物信息表

序号	名称	代码	提供农产品的主要器官	乔灌划分
1	油茶	01020702	种子	灌木
2	牡丹	01020705	种子	灌木
3	苹果	01030101	果实	灌木
4	梨	01030102	果实	乔木
5	山楂	01030103	果实	灌木
6	枇杷	01030104	果实	乔木
7	桃	01030201	果实	灌木
8	枣	01030202	果实	乔木
9	李	01030204	果实	乔木
10	杏	01030205	果实	乔木
11	杨梅	01030211	果实	乔木
12	葡萄	01030301	果实	灌木
13	猕猴桃	01030302	果实	灌木
14	柿	01030303	果实	乔木
15	蓝莓	01030311	果实	灌木
16	柑橘	010304	果实	灌木
17	桑	01030507	叶、果实	灌木
18	薄壳山核桃	01030702	果实	乔木
19	山核桃	01030705	果实	乔木
20	板栗	01030706	果实	乔木
21	银杏	01030716	果实	乔木
22	茶	010701	叶	灌木
23	木本花卉	011102	花	灌木

C.2 木本农产品植物生物质碳储量计算

碳储量及其变化的计算方法见《温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇(CCER-14-001-V01)》附录 A。相关参数参考《温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇(CCER-14-001-V01)》表 A.1-17 以及 DB32/T 2168—2012 附录 A、附录 B。

附 录 D

(资料性)

种植业农产品碳足迹量化报告(模板)

种植业农产品碳足迹量化报告模板如下。

种植业农产品碳足迹量化报告

报告单位名称:\_\_\_\_\_

报 告 编 号:\_\_\_\_\_

报 告 年 度:\_\_\_\_\_

报告完成日期:\_\_\_\_\_

报 告 完 成 人:\_\_\_\_\_

一、种植业农产品生产单位的信息							
<div>(一)种植业农产品生产单位基本信息</div> <div>生产单位名称：</div> <div>地 址：</div> <div>法 定 代 表 人：</div> <div>联 系 人：</div> <div>联 系 电 话：</div> <div>企 业 概 况：</div>							
<div>(二)产品信息</div> <table><tr><td>产品名称</td><td></td></tr><tr><td>产品介绍</td><td></td></tr><tr><td>产品图片</td><td></td></tr></table>		产品名称		产品介绍		产品图片	
产品名称							
产品介绍							
产品图片							
二、量化目的							
三、功能单位							
四、系统边界							
<div>(一)系统边界的单元过程</div> <div>1.农产品种植到收获阶段：</div> <div><input type="checkbox"/>农业投入品的生产与运输      <input type="checkbox"/>种植过程      <input type="checkbox"/>收获与运输</div> <div>2.农产品初级加工阶段：</div> <div><input type="checkbox"/>农产品初级加工      <input type="checkbox"/>产品运输和贮藏</div>							
<div>图1 种植业农产品碳足迹量化系统边界图</div> <div>(二)系统边界内各阶段和单元过程的量化内容</div> <div>1.农产品种植到收获阶段</div> <div>(1)农业投入品生产与运输单元过程</div> <div><input type="checkbox"/>种子/种苗生产过程产生的温室气体排放</div> <div><input type="checkbox"/>氮肥、磷肥、钾肥等化肥生产过程产生的温室气体排放</div> <div><input type="checkbox"/>农药生产过程消耗能源产生的温室气体排放</div> <div><input type="checkbox"/>农膜生产过程消耗能源产生的温室气体排放</div> <div><input type="checkbox"/>农业投入品运输消耗能源产生的温室气体排放</div> <div>(2)种植过程单元过程</div> <div><input type="checkbox"/>农田氧化亚氮直接排放</div> <div><input type="checkbox"/>施肥造成的氧化亚氮间接排放</div> <div><input type="checkbox"/>稻田甲烷排放</div> <div><input type="checkbox"/>土壤和植物生物质碳储量变化带来的温室气体清除</div>							

表 (续)

<input type="checkbox"/> 使用耕地农用机械消耗能源产生的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 使用种子/种苗农用机械消耗能源产生的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 使用施肥农用机械消耗能源产生的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 使用灌溉农用机械消耗能源产生的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 使用修剪农用机械消耗能源产生的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 使用除草农用机械消耗能源产生的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 使用病虫害防治农用机械消耗能源产生的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 使用收割农用机械消耗能源产生的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 使用其他农用机械消耗能源产生的温室气体排放 (3)收获与运输单元过程 <input type="checkbox"/> 农产品收获过程消耗能源产生的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 农产品运输过程消耗能源产生的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 农田废弃物处理排放过程产生的温室气体排放																				
2.农产品初级加工阶段 (1)农产品初级加工单元过程 <input type="checkbox"/> 初级加工过程的能源消耗带来的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 包装材料生产带来的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 包装材料运输的能源消耗带来的温室气体排放 (2)产品运输和贮藏单元过程 <input type="checkbox"/> 产品运输消耗能源产生的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 产品贮藏消耗能源产生的温室气体排放 <input type="checkbox"/> 初级加工过程农产品废弃物再利用和回收排放																				
五、取舍情况 采用的取舍准则以_____为依据,具体规则如下:																				
六、时间范围 一年生作物:_____ 多年生作物:_____																				
七、数据清单和数据来源 (一)活动数据 生命周期各阶段活动数据清单、数值和来源见表1。																				
<b>表1 种植业农产品生命周期活动数据清单说明</b>																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">生命周期阶段</th> <th style="width: 25%;">数据清单</th> <th style="width: 25%;">数据数值</th> <th style="width: 25%;">数据来源</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">...</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	生命周期阶段	数据清单	数据数值	数据来源	1				2				3				...			
生命周期阶段	数据清单	数据数值	数据来源																	
1																				
2																				
3																				
...																				

表（续）

(二)排放因子数据

生命周期各阶段排放因子数据清单、数值和来源见表2。

表2 种植业农产品生命周期排放因子数据清单说明

生命周期阶段	数据清单	数据数值	数据来源
1			
2			
3			
...			

八、分配方法

分配方法：\_\_\_\_\_

具体分配计算方法如下：

九、量化结果和结果解释

(一)核算过程

(二)结果解释

\_\_\_\_\_(填写产品生产者的全名)生产的\_\_\_\_\_(填写碳足迹量化的产品名称,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)的生命周期碳足迹为\_\_\_\_\_ kg CO<sub>2</sub>-eq/kg 功能单位。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表3所示。

表3 种植业农产品生命周期各阶段碳排放情况

生命周期单元过程	碳足迹 (kg CO <sub>2</sub> -eq/kg 功能单位)	贡献百分比 (%)
总计		

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 24040—2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架
- [2] GB/T 24044—2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南
- [3] GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- [4] GB/T 32151.23 温室气体排放核算与报告要求 第23部分:种植业机构
- [5] RB/T 211 组织温室气体排放核查通用规范
- [6] NY/T 525—2021 有机肥料
- [7] NY/T 1121.1 土壤检测 第1部分:土壤样品的采集、处理和贮存
- [8] NY/T 1121.2 土壤检测 第2部分:土壤pH的测定
- [9] NY/T 1121.3 土壤检测 第3部分:土壤机械组成的测定
- [10] NY/T 1121.4 土壤检测 第4部分:土壤容重的测定
- [11] NY/T 1121.6 土壤检测 第6部分:土壤有机质的测定
- [12] NY/T 2419 植株全氮含量测定 自动定氮仪法
- [13] NY/T 3177—2018 农产品分类与代码
- [14] DB32/T 2168—2012 森林资源规划设计调查技术规程
- [15] ISO 14064-1:2018 Greenhouse gases—Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals
- [16] ISO 14064-2:2019 Greenhouse gases—Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements
- [17] ISO 14064-3:2019 Greenhouse gases—Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements
- [18] ISO 14067:2018 Greenhouse gases—Carbon footprint of products—Requirements and guidelines for quantification
- [19] Environmental labels and declarations—Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information
- [20] IPCC 2019.2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4-Agriculture, Forestry and Other Land Use[M].Switzerland:IPCC,2019.
- [21] Yue Q, Wu H, Sun J, et al.Deriving Emission Factors and Estimating Direct Nitrous Oxide Emissions for Crop Cultivation in China[J].Environmental Science and Technology,2019,53(17).
- [22] Sun J,Chen L,Ogle S,et al.Future climate change may pose pressures on greenhouse gas emission reduction in China's rice production[J].Geoderma; An International Journal of Soil Science,2023,440(000):10.
- [23] 张国,逯非,黄志刚,陈舜,王效科.我国主粮作物的化学农药用量及其温室气体排放估算.2016,27(9):2875-2883.
- [24] 生态环境部环境规划院,北京师范大学,中山大学,中国城市温室气体工作组.中国产品全生命周期温室气体排放系数集(2022)[R],北京:2022.
- [25] 生态环境部,《温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇(CCER-14-001-V01)》,2023.
- [26] 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》,2025.