

ICS 65.020.99

CCS B 09

中关村生态乡村创新服务联盟团体标准

T/ZGCERIS 0001—2023

零碳农产品评价技术规范 — 作物

Evaluation Technical Specification of Zero-carbon Agricultural Product - Plants

(发布稿)

20231227

2023 - 12 - 27 发布

2023 - 12 - 31 实施

中关村生态乡村创新服务联盟 发布

目 录

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 碳足迹核算	2
6 固碳减排核算	6
7 零碳农产品评价	8
8 评价报告	8
9 数据质量保证和控制	8
10 包装和标识	8
附 录 A (资料性) 宜收集初级数据的内容	1
附 录 B (资料性) 废弃物资源化利用减排核算方法	4
附 录 C (资料性) 零碳农产品标签样式	16

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。

本文件由中关村生态乡村创新服务联盟提出并归口。

本文件起草单位：中关村生态乡村创新服务联盟、北京山水云图科技有限公司、中认瑞华(北京)技术服务有限公司、北京爱科赛尔认证中心有限公司、国家市场监督管理总局认证认可技术研究中心、北京五洲恒通认证有限公司、中标合信(北京)认证有限公司、北京低碳农业协会、北京四良科技有限公司、北京华夏沃土有机农业研究院、中国人民大学农业与农村发展学院、北京嘉娅低碳农业研究中心。

本文件主要起草人：张伟、滑艳利、孙天晴、马文林、徐倩、于家伊、张文、生吉萍、耿云霞、沈迎春、李国秋、虞维静、彭海、马尧。

零碳农产品评价技术规范—作物

1 范围

本文件规定了零碳农产品评价的基本要求、碳足迹核算、农场减排固碳核算、零碳农产品评价、评价报告、数据质量保证和控制、包装和标识等内容。

本文件适用于作物零碳农产品的评价。

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 33760 基于项目的温室气体减排量评估技术规范通用要求

PAS 2050 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范

RB/T 075 农田固碳技术评价规范

RB/T 076 种养殖温室气体减排技术评价规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生命周期评价 life cycle assessment (LCA)

对一个产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

[GB/T 24040-2008, 定义3.2]

3.2

零碳农产品 Zero-carbon Agricultural Product

基于仅考虑气候变化这一影响类型的生命周期评价,以二氧化碳当量表示的农产品碳足迹小于或等于种植季农场范围内的温室气体减排固碳量。

[改自ISO/TS 14067:2013, 定义3.1.1.1]

3.3

功能单位 functional unit

基于产品系统性能用来量化的基准单位。

[改自GB/T 24040-2008, 定义3.20]

注: 功能单位可以是质量、数量单位, 如1kg大米, 1kg苹果, 也可以是销售单位, 如1箱苹果。

3.4

土壤固碳量 soil carbon sequestration

人为措施增加的有机质经过农业作业所形成的农田土壤碳库增量。

4 基本要求

- 4.1 生产零碳农产品的农场应边界清晰，有合法的土地使用权和/或合法的经营证明文件。
- 4.2 生产零碳农产品的生产者或经营者应建立并优化相关可持续农业管理体系、制度和实施计划。
- 4.3 生产零碳农产品的农场应实施减排固碳新技术或项目，积极采取土壤固碳、种养循环、生物多样性、减肥减药、节水节能等手段。
- 4.4 农业生产数据保存完整，形成文件并记录，鼓励数字化技术采集与监测，满足计算产品碳足迹及固碳减排量需求。

5 碳足迹核算

5.1 功能单位

按照农产品最小销售包装确定功能单位。

农产品生命周期内的温室气体排放评价应按功能单位排放的温室气体进行报告。

5.2 温室气体排放范围

进行农产品碳足迹评价时，应记录排放到大气中和从大气中清除的温室气体量。产品生命周期过程中温室气体排放和清除的评价来自各种过程，包括但不限于：

- a) 能源使用；
- b) 燃烧过程；
- c) 种植过程；
- d) 肥料、农药生产和施用过程；
- e) 废物处置过程。

5.3 排放源的识别

温室气体排放源见表1。

表1 温室气体排放源的选择

来源	气体	是否包括	原因/解释
化石燃料燃烧排放	CO ₂	是	主要排放源，生物质燃烧或分解排放的 CO ₂ 不计入温室气体排放
	CH ₄	否	不适用
	N ₂ O	否	不适用
过程排放	CO ₂	否	不适用
	CH ₄	是	水稻种植、堆肥、污水处理等生产过程中产生的排放
	N ₂ O	是	使用含氮肥料产生的排放
电力消耗排放	CO ₂	是	主要排放源
	CH ₄	否	不适用

	N ₂ O	否	不适用
热量消耗产生的排放	CO ₂	是	主要排放源
	CH ₄	否	不适用
	N ₂ O	否	不适用
化肥、农药、种子、包装及其他物资的温室气体排放	CO ₂	是	采用经过认证的厂家提供的碳足迹数据或国家定期公布的碳足迹数据

5.4 核算边界

5.4.1 核算边界的设定

农产品碳足迹核算的系统边界涵盖生产资料能源获取、农作物种植、废弃物处置、产品包装和存储阶段，即“摇篮到大门”，具体系统边界内容见图1。

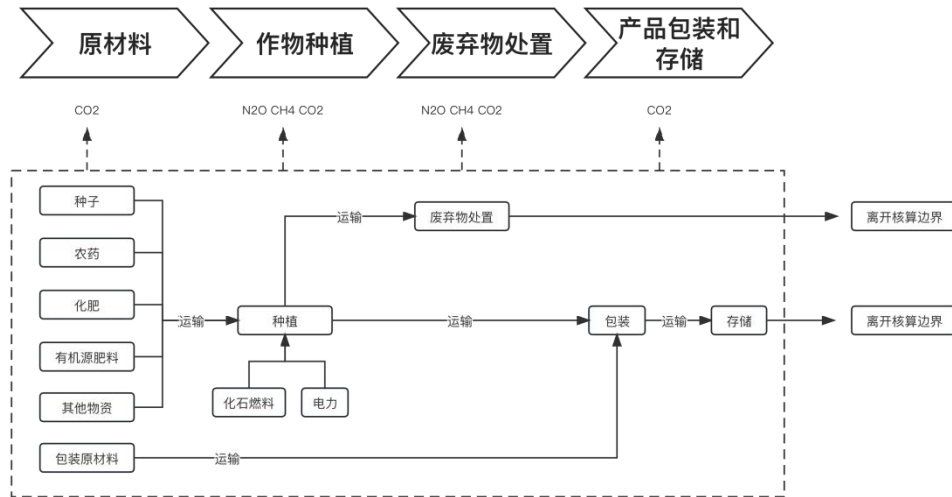


图1 农产品碳足迹核算边界示意图

5.4.2 原材料获取阶段

原材料排放包含但不限于农用种子、化肥生产、农药生产等过程产生的排放。

5.4.3 农作物种植阶段

农作物种植排放包括但不限于原材料运输、种植过程和收获的能源消耗、施用化肥和有机肥、稻田甲烷等产生的排放。

5.4.4 废弃物处置阶段

废弃物处置排放包括但不限于能源化、资源化或肥料化等过程产生的排放。

5.4.5 产品包装和存储阶段

产品包装和存储排放包括但不限于分选、包装、入库和存储等产生的排放。

5.5 计算方法

农产品生命周期温室气体排放量按公式 (1) 计算：

$$E = \frac{E_{\text{Input}} + E_{\text{Fuel}} + E_{\text{Process}} + E_{\text{Elec-in}} + E_{\text{Heat-in}}}{P} \times 10^3 \dots\dots (1)$$

式中：

E ——每功能单位产品温室气体排放总量，单位为千克二氧化碳当量每功能单位产品 (kg CO₂e/功能单位产品)；

E_{Input} ——使用生产资料产生的温室气体排放总和，单位为吨二氧化碳当量 (t CO₂e)；

E_{Fuel} ——产品燃料燃烧产生的温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳当量 (t CO₂e)；

E_{Process} ——产品作物种植过程温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳当量 (t CO₂e)；

$E_{\text{Elec-in}}$ ——产品外购电力产生的温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳当量 (t CO₂e)；

$E_{\text{Heat-in}}$ ——产品外购热力产生的温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳当量 (t CO₂e)；

P ——功能单位产品的产量或数量，单位为最小包装单元的产量或数量；

10^3 ——换算系数。

5.6 数据收集与处理

5.6.1 数据收集范围

数据包括初级数据和次级数据，数据收集范围应涵盖核算边界中的每一个单元过程，数据的获得方式和来源均应详细说明。数据收集表可参照附录A。

初级数据是通过直接测量、采访和调查，从组织直接获得的台账数据或采信智慧农场在线数据，主要包括生命周期各阶段的原材料消耗、能耗、污染物排放以及运输（包括运输形式、运输距离和运输量）等数据。

次级数据不是直接测量或计算得到的数据，主要包括原辅材料的生命周期清单数据以及原材料运输所需的运输生命周期清单数据等。次级数据通常采用数据库数据，还应详细说明数据来源、数据时间和数据类型等。

5.6.2 数据收集步骤

根据产品系统建立功能单位产品的结构图和产品生命周期流程图，描绘所有需要的功能和过程，以及它们之间的相互关系和相关的数据类型。对数据的特殊情况和应进行文件记录。

5.6.3 数据收集要求

5.6.3.1 收集初级数据时，应遵循以下原则

- a) 代表性：初级数据应收集企业生产每功能单位产品所确定范围内的生产统计数据；
- b) 完整性：应按照评价农产品收集最近一个生长周期内的生产统计数据，并应收集系统边界内所有单元过程中相关的输入和输出，包括投入品、能源，生产过程产生的废弃物等；
- c) 准确性：初级数据中的资源、能源、原材料消耗数据应来自于生产单元的实际生产过程中实时在线记录和统计记录；所有初级数据均应转换为功能单位产品，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等。当存在数据偏差或数据缺失时，应明确记录对于这些数据的处理规则；
- d) 一致性：初级数据收集时，同类数据应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

5.6.3.2 收集次级数据时，应遵循以下原则

- a) 代表性：次级数据应优先选择代表中国国内平均生产水平的数据，数据的参考年限应优先选择近年数据。在没有符合要求的中国国内数据的情况下，可以选择国外同类技术数据作为次级数据。另外，如果企业的原材料、投入品供应商可以提供符合相关标准要求的、经第三方独立验证的上游产品碳足迹报告，也可以作为次级数据。未经验证的数据库或数据，生命周期评价报告应说明使用该数据库或数据的理由；
- b) 完整性：次级数据的系统边界应从资源开采到这些原辅材料或能源出厂为止；
- c) 一致性：所有被选择的次级数据应完整覆盖本文件确定的生命周期清单因子，并且次级数据应转化为一致的物质名录后再进行计算，或者次级数据更新，LCA 报告也应更新。

5.6.3.3 原材料获取阶段

5.6.3.3.1 以下项目宜收集初级数据

按照农产品类别，宜收集的初级数据信息，详见附录A.1。

- a) 原材料相关包括但不限于，包括：
 - 1) 种子用量；
 - 2) 化肥用量；
 - 3) 有机源肥料用量；
 - 4) 农药用量；
 - 5) 辅助材料用量；
 - 6) 包装材料用量；
 - 7) 废水产生量；
 - 8) 废弃物产生量。
- b) 原材料运输相关项目，包括：
 - 1) 每种运输方式的运输的数量和重量；
 - 2) 每种运输方式的能源消耗量，或其它可计算获得能源消耗量的数据；
 - 3) 每种运输方式的吨公里数。

注：其它可计算获得能源消耗量的数据包括单位距离能源消耗量和运输距离、运输费用和能源单价等。

5.6.3.3.2 以下项目可收集次级数据

- a) 原料生产与运输的温室气体排放与清除因子；
- b) 辅料、包装材料等的温室气体排放与清除因子；
- c) 能源的温室气体排放与清除因子；
- d) 废弃物处置的温室气体排放与清除因子。

5.6.3.4 农作物种植阶段

5.6.3.4.1 以下项目宜收集初级数据：

按照农产品类别，宜收集初级数据信息见附录A.2。

5.6.3.4.2 以下项目可收集次级数据

- a) 能源的温室气体排放与清除因子；

- b) 废弃物处置的温室气体排放与清除因子。

5.6.3.5 废弃物处置阶段

以下项目宜收集初级数据:

根据废弃物处理方式, 宜收集以下初级数据信息见附录A.3。

- a) 固体废弃物处理量;
- b) 固体废弃物处理方式;
- c) 污水处理量;
- d) 污水处理方式;
- e) 若污水达标排放, 系统出入口 COD、TKN 浓度等;
- f) 沼液处理量;
- g) 沼液处理方式。

5.6.3.6 存储阶段

5.6.3.6.1 以下项目宜收集初级数据见附录 A.4

- a) 每种运输方式的产品运输的数量和重量;
- b) 每种运输方式的能源消耗量, 或其它可计算获得能源消耗量的数据;
- c) 每种运输方式的吨公里数;
- d) 存储相关能源消耗量。

注: 其他可计算获得能源消耗量的数据包括单位距离能源消耗量和运输距离、运输费用和能源单价等。

5.6.3.6.2 运输相关的温室气体排放与清除因子可收集次级数据。

5.6.4 数据取舍原则

5.6.4.1 输入和输出的初级数据和次级数据均应包括在内。其中必须列出的数据包括:

- a) 能源的所有输入, 如电力、燃气等;
- b) 原料的所有输入;
- c) 向大气、水体等的各种排放;
- d) 任何有毒有害的材料和物质;

5.6.4.2 对于气候变暖环境影响较小的输入和输出, 可以忽略, 这些数据可包括:

- a) 辅助材料质量小于原料总消耗0.1%的项目输入;
- b) 小于固体废弃物排放总量1%的一般性固体废弃物;

以上所忽略的输入和输出辅料、原材料、零部件重量综合不得超过产品重量的5%。

5.6.5 数据分配原则

若所有单元过程的原材料投入和环境排放数据可以直接获得, 原材料投入和环境排放数据采用实际消耗或排放量。

若无法直接获得, 要对原材料投入和环境排放数据进行分配。例如, 可根据产出的各类农产品的重量, 对原材料投入和环境排放数据进行按比例分配。

6 固碳减排核算

6.1 固碳减排核算范围

农场应建立制度，制定计划，实施减排固碳新技术或项目。在当季农产品覆盖的时间周期内，农产品所在农场范围内的农田土壤有机碳库的变化量和农产品种植施用的有机源肥料相关的废弃物资源化利用减排量。

6.2 固碳减排核算边界

土壤固碳核算边界为：种植农产品的地块。

废弃物资源化利用减排核算边界为：农产品种植施用的有机类肥料相关的废弃物处置场所。

6.3 固碳减排核算方法

6.3.1 土壤固碳核算方法

在核算期内，根据土壤有机质测定的实际值、农场每个时间点（时间等于0和时间等于0-T）相应的面积，计算SOC₀和SOC_T，通过用核算期前后土壤碳库变化量，并除以时间（T），得到核算期内年度土壤碳库变化量。农场土壤中有机碳库的年度变化量可用公式（2）和公式（3）进行计算。

农场土壤中的年度碳库变化量 ΔC_L 按公式（2）、（3）计算：

$$\Delta C_L = \frac{(SOC_T - SOC_0)}{T} \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (2)$$

$$SOC_i = \gamma_i \times H \times A \times OM_i \times 0.58 \times 0.1 \quad (i = 0, T) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- ΔC_L ——农场土壤中的年度碳库变化量，单位为吨每年（以二氧化碳计）（tCO₂/a）；
- SOC_i ——第*i*年土壤有机碳库，单位为吨碳（tC）；
- SOC_T ——核算期最后一年的土壤有机碳库，单位为吨碳（tC）；
- SOC_0 ——核算期初始年的土壤有机碳库，单位为吨碳（tC）；
- T ——一个单独核算期的年数，单位为年（a），通常取值为3年以上；
- γ_i ——第*i*年被估算土地的土壤容重，单位为克每立方厘米（以土壤计）（gS/cm³）；
- H ——耕层深度，单位为厘米（cm），（本标准中耕层深度为30cm）；
- A ——土地面积，单位为公顷（hm²）；
- OM_i ——第*i*年土壤中有机质含量实测值，单位为克每千克土壤（以有机质计）（gM/(kgS)）；
- 44/12——CO₂与C的换算系数，单位为吨每吨碳二氧化碳（以二氧化碳计）（tCO₂/tC）；
- 0.58——有机质与有机碳的换算系数，单位为克每克有机质（以碳计）（gC/gM）；
- 0.1——单位换算系数；
- i ——核算期内的年数。

6.3.2 废弃物资源化利用减排核算方法

在核算期内，农产品种植施用的有机源肥料减排核算方法参考附录B废弃物资源化利用减排核算方法。

6.4 数据监测计划及监测要求

固碳减排数据监测计划应按照GB/T 33760中5.10制定和执行，应确保监测计划有效实施，并记录、汇编和分析有关数据，对数据存档，保证测量管理体系符合质量和规范要求。

7 零碳农产品评价

农产品碳足迹总和小于或等于种植季农场范围内的温室气体减排固碳量，可认定为零碳农产品。

通过购买外界减排量实现碳中和的农产品，不做零碳农产品评价。

8 评价报告

评价报告应体现评价的实施过程，证据充分支撑评价结论。评价报告应包括以下基本内容：

- a) 评价目的、范围及原则；
- b) 评价过程及方法；
- c) 产品碳足迹核算边界、排放类型和排放源、数据采集监测、核算方法、核算数据、排放量的核实等内容；
- d) 固碳减排核算边界、数据采集监测、核算方法、核算数据、固碳减排量的核实等内容；
- e) 评价结论；
- f) 农产品生产过程中采用的降低温室气体排放所采取的减排固碳措施；
- g) 支撑性文件清单。

9 数据质量保证和控制

应符合本文件5.6.3和6.4部分的相关要求。

10 包装和标识

10.1 零碳农产品的包装宜通过优化包装结构和尺寸，减少不必要的材料浪费，避免过度包装。

10.2 零碳农产品的包装宜优先选用单一材质、生态、循环可降解的材料。不应使用含有合成杀菌剂、防腐剂和熏蒸剂的包装材料。

10.3 零碳农产品的标识仅应用于按照本文件要求生产、处理并获得认证的产品。

10.4 零碳农产品的标识可采取粘贴或印刷方式加施在获证产品销售包装上。

10.5 印制在获证产品标签、说明书及广告宣传材料上的认证标识，可按比例扩大或缩小，但不应变形、变色。

10.6 零碳农产品包装上可印刷产品碳足迹数据，数据内容需同零碳农产品评价文件中的内容一致。

10.7 零碳农产品的标识参考附录 C。

附录 A (资料性)

宜收集初级数据的内容

A.1 原材料获取阶段：按照产品类别，具体项目宜收集初级数据。表A.1 提供了各类产品宜收集初级数据的信息。

表A.1 产品原材料获取阶段宜收集初级数据的内容

材料/组件/能源资源	用量	单位	获取方式			备注
			自产/外购	距离估算/来源地	运输方式	
原材料						
种子		kg				
化肥		kg				
有机源肥料						
农药		kg				
包装		kg				
辅助材料		kg				
……						
生产过程能耗/水耗						
热能		MJ		/		
燃料		MJ		/		
水		kg		/		
电力		kWh		/		
……						
生产过程排放						
废水		kg	/			
废料		kg	/			
……			/			

A.2 种植阶段：按照产品类别，具体项目宜收集初级数据。表A.2 提供了各类产品宜收集初级数据的信息。

表A.2 产品种植阶段宜收集初级数据的内容

产品/能源资源	产量/用量	单位	获取方式	备注
			自产/外购	
产品产量				

产品/能源资源	产量/用量	单位	获取方式		备注
			自产/外购		
产品 1		t			
产品 2		t			
.....					
生产过程能耗/水耗					
热能		MJ	/		
燃料		MJ	/		
水		kg	/		
电力		kWh	/		
.....					
生产过程排放					
废水		t	/		
废料		t	/		
.....			/		

A.3 废弃物处置阶段：按照产品类别，具体项目宜收集初级数据。表A.3 提供了各类产品宜收集初级数据的信息。

表A.3 产品废弃物处置阶段宜收集初级数据的内容

产品/能源资源	用量	单位	获取方式		备注
			自产/外购		
废弃物量					
废弃物 1		t			
废弃物 2		t			
....					
运输过程能耗					
汽油		kg	/		
柴油		kg	/		
电力		kWh	/		
.....					

A.4 存储阶段：按照产品类别，具体项目宜收集初级数据。表A.4 提供了各类产品宜收集初级数据的信息。

表A.4 产品存储阶段宜收集初级数据的内容

产品/能源资源	用量	单位	获取方式		备注
			自产/外购		
存储过程能耗					

产品/能源资源	用量	单位	获取方式	备注
			自产/外购	
热能		MJ	/	
燃料		MJ	/	
电力		kWh	/	
……				

附录 B (资料性)

废弃物资源化利用减排核算方法

B.1 废弃物资源化利用减排核算流程

B.1.1 确定温室气体核算边界

温室气体核算边界为向农场提供有机肥的处理设施。

B.1.2 识别基准线

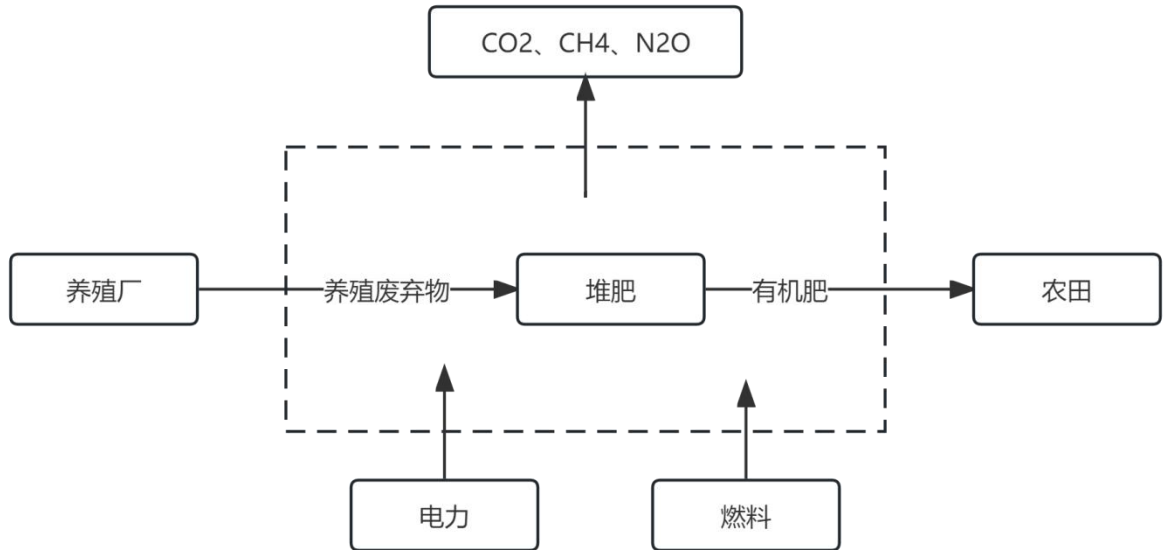
基准线情景为能代表当地农业有机废弃物处理的常规处置方法。

B.1.3 计算温室气体减排量

根据废弃物处理技术工艺，选用相对应的核算方法，收集温室气体活动数据，选择排放因子，对减排量进行核算。

B.2 核算边界

B.2.1 边界



图B.1 项目边界示意图

B.2.2 识别排放源

核算边界内包括或不包括的温室气体排放源见表 B.1。

表 B.1 核算边界内包括或不包括的温室气体排放源

	来源	气体	是否包含	备注
--	----	----	------	----

	来源	气体	是否包含	备注
基准线 排放	粪便处理	CO ₂	否	
		CH ₄	是	主要排放源
		N ₂ O	是	主要排放源
	电力消耗	CO ₂	是	主要排放源
		CH ₄	否	
		N ₂ O	否	
	化石燃料燃烧排放	CO ₂	是	主要排放源
		CH ₄	否	
		N ₂ O	否	
项目活动 排放	固态堆肥	CO ₂	否	
		CH ₄	是	主要排放源
		N ₂ O	是	主要排放源
	电力消耗	CO ₂	是	主要排放源
		CH ₄	否	
		N ₂ O	否	
	化石燃料燃烧排放	CO ₂	是	主要排放源
		CH ₄	否	
		N ₂ O	否	

B.3 基准线

对于养殖废弃物的利用基础基准线情景是养殖废弃物采用自然堆放或无盖厌氧塘进行处理。

B.4 核算方法

B.4.1 减排量计算

项目减排量 E 按公式 (1) 计算:

$$E = BE_y - (PE_y + LE_y) \quad (1)$$

式中,

E—项目生产过程中温室气体减排量 (tCO₂e/年) ;

BE_y—基准线排放量 (tCO₂e/年) ;

PE_y—项目排放量 (tCO₂e/年) ;

LE_y—项目泄漏量 (tCO₂e/年) ;

B.4.2 基准线排放计算

B.4.2.1 基准线排放计算公式

基准线情景下的温室气体排放量包括废弃物处理过程中产生的排放量、电力消耗产生的排放量以及化石燃料燃烧产生的排放量，按照公式 (2) 计算，

$$BE_y = BE_{\text{comp}, y} + BE_{\text{EC}, y} + BE_{\text{FC}, y} \quad (2)$$

式中，

BE_y —基准线情景下产生的温室气体排放量 (tCO₂e/年)；

$BE_{\text{comp}, y}$ —基准线情景下废弃物处理产生的温室气体排放量 (tCO₂e/年)；

$BE_{\text{EC}, y}$ —基准线情景下电力消耗产生的温室气体排放量 (tCO₂e/年)；

$BE_{\text{FC}, y}$ —基准线情景下化石燃料燃烧产生的温室气体排放量 (tCO₂e/年)。

B.4.2.2 基准线情景下废弃物处理过程产生的温室气体排放

基准线情景下废弃物处理过程产生的温室气体排放按照公式 (3) 进行计算。

$$E_{\text{comp}, y} = E_{\text{CH}_4, y} + E_{\text{N}_2\text{O}, y} \quad (3)$$

式中，

$E_{\text{comp}, y}$ —第 y 年废弃物处理过程中产生的排放量 (tCO₂e/年)；

$E_{\text{CH}_4, y}$ —第 y 年废弃物处理过程中产生的 CH₄ 排放量 (tCO₂e/年)；

$E_{\text{N}_2\text{O}, y}$ —第 y 年废弃物处理过程中产生的 N₂O 排放量 (tCO₂e/年)。

A) 废弃物处理采用自然堆放的方式

- 自然堆放过程中产生的 CH₄ 排放量 $E_{\text{CH}_4, y}$ ，按照公式 (4) 计算：

$$E_{\text{CH}_4, y} = \text{GWP}_{\text{CH}_4} \times Q_y \times N_y \times (1 - W_y) \times \text{EF}_{\text{CH}_4, y} \quad (4)$$

式中，

$E_{CH_4, y}$ —第 y 年自然堆放过程中产生的 CH_4 排放量 (tCO₂e/年);

GWP_{CH_4} — CH_4 的全球增温潜势 (tCO₂e/CH₄);

Q_y —第 y 年进入处理系统的畜禽粪便量 (t);

N_y —进入处理系统的畜禽粪便量的有机质含量 (%) ;

W_y —进入处理系统的畜禽粪便量的含水率 (%) ;

$EF_{CH_4, y}$ —废弃物处理过程中 CH_4 的排放因子 (tCH₄/t)。

- 自然堆放过程中产生的 N_2O 排放量 $E_{N_2O, y}$ 分为直接排放与间接排放两部分, 按照公式 (5) 计算:

$$E_{N_2O, y} = E_{D, N_2O} + E_{I, N_2O} \quad (5)$$

式中,

$BE_{N_2O, y}$ —第 y 年的 N_2O 排放 (tCO₂e/年) ;

BE_{D, N_2O} —第 y 年的直接 N_2O 排放 (kgN₂O-N/年) ;

BE_{I, N_2O} —第 y 年的间接 N_2O 排放 (kgN₂O-N/年) 。

- 直接排放 BE_{D, N_2O} , 按照公式 (6) 计算,

$$E_{D, N_2O, y} = GWP_{N_2O} \times Q_y \times N_y \times (1 - W_y) \times EF_{N_2O, y} \quad (6)$$

式中,

$E_{D, N_2O, y}$ —自然堆放过程中产生的直接 N_2O 排放量 (tCO₂e/年);

GWP_{N_2O} — N_2O 的全球增温潜势 (tCO₂e/N₂O);

Q_y —第 y 年进入处理系统的畜禽粪便量 (t);

N_y —进入处理系统的畜禽粪便量的含氮量 (%) ;

W_y —进入处理系统的畜禽粪便量的含水率 (%) ;

$EF_{N_2O, y}$ —废弃物处理过程中 N_2O 的排放因子 (tN₂O/tN)。

- 间接排放 E_{I, N_2O} , 按照公式 (7) 计算,

$$E_{l, N_2O} = \sum (N_{V-MMS, i} \times EF_1 + N_{L-MMS, i} \times EF_2) \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O} \times 0.001 \quad (7)$$

式中,

E_{l, N_2O} —自然堆放过程中产生的间接 N_2O 排放 (tCO_2e);

$N_{V-MMS, i}$ — NH_3 和 NO_x 挥发引起的 N_2O 排放量 ($kgN/年$);

EF_1 —土壤和水面氮大气沉积产生的 N_2O 排放的排放因子, 缺省值为 $0.01kgN_2O/(kgNH_3+NO_x-N \text{ 挥发})$;

$N_{L-MMS, i}$ —溶淋和径流损失的氮占所有施入氮的比例, 默认值为 0.30;

EF_2 —土壤和水面氮大气沉积产生的 N_2O 排放的排放因子, 默认值为 0.0075;

GWP_{N_2O} — N_2O 的全球增温潜势 (tCO_2e/tN_2O)。

- 挥发氮大气沉积中的 N_2O 排放量 $N_{V-MMS, i}$, 按照公式 (8) 计算,

$$N_{V-MMS, i} = (N_i \times Nex_i \times MS\%_j) \times (Frac_{GasMS})_i \quad (8)$$

式中,

$N_{V-MMS, i}$ — NH_3 和 NO_x 挥发引起的 N_2O 排放量 ($kgN/年$);

N_i —第 i 类动物的年存栏量 (头);

Nex_i —第 i 类动物的年均氮排泄量 ($kgN/头/年$);

$MS\%_j$ —第 i 类动物粪便所占比例 (%);

$Frac_{GasMS}$ —第 i 类动物粪肥氮通过 NH_3 和 NO_x 挥发的比例 (%)。

B) 废弃物处理采用无盖厌氧塘的方式

- 废弃物采用无盖厌氧塘的处理方式时, CH_4 排放取决于家畜种类、管理系统和不同的管理阶段, 如相关数据不能通过实测获取, 则采用公式 (9) 计算,

$$E_{CH_4, y} = GWP_{CH_4} \times D_{CH_4} \times \sum_{j, LT} (MCF_j \times B_{LT} \times N_i \times VS_{LT, y} \times MS\%_j) \quad (9)$$

式中,

$E_{CH_4, y}$ —第 y 年的废弃物处理过程中产生的 CH_4 排放量 ($tCO_2/年$);

GWP_{CH_4} — CH_4 的全球增温潜势 (tCO_2e/tCH_4) ;

D_{CH_4} — CH_4 的密度 (t/m^3) ;

MCF_j —基准线情景下粪便管理系统 j 的甲烷转换因子, 采用《2006 IPCC 国家温室气体排放清单编制指南》提供的默认值;

B_{LT} —LT 类型动物挥发性固体的最大甲烷生产潜力 (m^3CH_4/kg 干物重), 优先采用实测值, 如无法获取实测值, 则可采取《2006 IPCC 国家温室气体排放清单编制指南》第 4 卷第 10 章中提供的默认值;

N_i —第 i 类动物的年存栏量 (头) ;

$VS_{LT, y}$ —第 y 年 LT 类型动物排泄的挥发性固体量, 以干物重表示 (kg -干物重/头/年)。优先采用实测值, 如无法获取实测值, 则可采取《2006 IPCC 国家温室气体排放清单编制指南》第 4 卷第 10 章中提供的默认值或根据《2006 年 IPCC 清单指南》第 4 卷中的方法 (tier2) 来估算;

$MS\%_j$ —粪便管理系统 j 处理的动物粪便比例;

LT—家畜类型;

j—粪便管理系统类型。

- 如可通过直接测定粪便量及其中挥发性固体的含量来计算基准线情景下废弃物处理过程中 CH_4 排放量, 则采用公式 (10) 计算,

$$E_{CH_4, y} = GWP_{CH_4} \times D_{CH_4} \times UF_b \times \sum_{j, LT} MCF_j \times B_{LT} \times Q_{manure, j, LT, y} \times SVS_{j, LT, y} \quad (10)$$

式中,

$E_{CH_4, y}$ —第 y 年的废弃物处理过程中产生的 CH_4 排放量 ($tCO_2e/年$) ;

GWP_{CH_4} — CH_4 的全球增温潜势 (tCO_2e/tCH_4) ;

D_{CH_4} — CH_4 的密度 (t/m^3) ;

UF_b —考虑模型不确定性的修正系数 (0.94) ;

MCF_j —基准线情景下粪便管理系统 j 的甲烷转换因子, 采用《2006 IPCC 国家温室气体排放清单编制指南》提供的默认值;

B_{LT} —LT 类型动物挥发性固体的最大甲烷生产潜力 (m^3CH_4/kg 干物重) ;

$Q_{manure, j, LT, y}$ —第 y 年动物粪便管理系统 j 中的 LT 类型动物的粪便处理量 ($t/年$, 干物质) ;

$SVS_{j, LT, y}$ —第 y 年动物粪便管理系统 j 中的 LT 类型动物粪便中挥发性固体的含量 (t/t , 干物质)

LT—家畜类型;

j—粪便管理系统类型。

- 废弃物处理采用无盖氧化塘的处理方式时, N_2O 排放量 $E_{N_2O, y}$ 分为直接排放与间接排放

两部分，按照公式 (11) 计算：

$$E_{N_2O, y} = BE_{D, N_2O} + BE_{I, N_2O} \quad (11)$$

式中，

$E_{N_2O, y}$ —第 y 年的 N_2O 排放 (tCO₂e/年)；

BE_{D, N_2O} —第 y 年的直接 N_2O 排放 (kgN₂O-N/年)；

BE_{I, N_2O} —第 y 年的间接 N_2O 排放 (kgN₂O-N/年)。

- 直接排放 E_{D, N_2O} ，按照公式 (12) 计算，

$$E_{D, N_2O, y} = GWP_{N_2O} \times Q_y \times N_y \times (1 - W_y) \times EF_{N_2O, y} \quad (12)$$

式中，

$E_{D, N_2O, y}$ —第 y 年废弃物处理过程中的 N_2O 直接排放量 (tCO₂e/年)；

GWP_{N_2O} — N_2O 的全球增温潜势 (tCO₂e/N₂O)；

Q_y —第 y 年进入处理系统的畜禽粪便量 (t)；

N_y —进入处理系统的畜禽粪便量的含氮量 (%)；

W_y —进入处理系统的畜禽粪便量的含水率 (%)；

$EF_{N_2O, y}$ —废弃物处理过程中 N_2O 的排放因子 (tN₂O/tN)。

- 间接排放 E_{I, N_2O} ，按照公式 (13) 计算，

$$E_{I, N_2O} = \sum (N_{V-MMS, i} \times EF_1 + N_{L-MMS, i} \times EF_2) \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O} \times 0.001 \quad (13)$$

式中，

E_{I, N_2O} —第 y 年废弃物处理过程中的 N_2O 间接排放量 (tCO₂e/年)；

$N_{V-MMS, i}$ —NH₃ 和 NO_x 挥发引起的 N_2O 排放量 (kgN/年)；

EF_1 —土壤和水面氮大气沉积产生的 N_2O 排放的排放因子，缺省值为 $0.01\text{kgN}_2\text{O}/(\text{kgNH}_3+\text{NO}_x\text{-N 挥发})$ ；

$N_{L-MMS, i}$ —溶淋和径流损失的氮占有所有施入氮的比例，默认值为 0.30；

EF_2 —土壤和水面氮大气沉积产生的 N_2O 排放的排放因子，默认值为 0.0075；

GWP_{N_2O} — N_2O 的全球增温潜势 ($\text{tCO}_2\text{e}/\text{tN}_2\text{O}$)。

- 挥发氮大气沉积中产生的 N_2O 排放量 $N_{V-MMS, i}$ ，按照公式 (14) 计算，

$$N_{V-MMS, i} = (N_i \times Nex_i \times MS\%_j) \times (Frac_{GasMS})_i \quad (14)$$

式中，

$N_{V-MMS, i}$ — NH_3 和 NO_x 挥发产生的 N_2O 排放量 ($\text{kgN}/\text{年}$)；

N_i —第 i 类动物的年存栏量 (头)；

Nex_i —第 i 类动物的年均氮排泄量 ($\text{kgN}/\text{头}/\text{年}$)，

$MS\%_j$ —第 i 类动物粪便所占比例 (%)；

$Frac_{GasMS}$ —第 i 类动物粪肥氮通过 NH_3 和 NO_x 挥发的比例 (%)。

B.4.2.3 电力消耗产生的温室气体排放

电力消耗产生的温室气体排放量 $E_{EC, y}$ ，按照公式 (15) 计算

$$E_{EC, y} = EG_{PL} \times EF_{EC, CO_2} \quad (15)$$

式中，

$E_{EC, y}$ —第 y 年电力消耗产生的排放量 ($\text{tCO}_2\text{e}/\text{年}$)；

EG_{PL} —第 y 年消耗的电量 (MWh)；

EF_{EC, CO_2} —电力排放因子 ($\text{tCO}_2\text{e}/\text{MWh}$)。

B.4.2.4 化石燃料燃烧产生的温室气体排放

消耗化石燃料产生的温室气体排放量 $E_{FC, y}$ ，按照公式 (16) 计算，

$$E_{FC, y} = \sum_i FG_{i, y} \times NCV_{i, y} \times EF_{EC, i, CO_2} \quad (16)$$

式中,

$E_{FC, y}$ —第 y 年消耗化石燃料产生的 CO_2 排放量 ($tCO_2e/年$);

$FG_{i, y}$ —第 y 年消耗化石燃料 i 的量 ($t, m^3/年$);

$NCV_{i, y}$ —化石燃料 i 的净热值 ($GJ/t, m^3$);

EF_{EC, i, CO_2} —化石燃料 i 的排放因子 (tCO_2e/GJ)。

- 化石燃料 i 的排放因子 EF_{EC, i, CO_2} , 按照公式 (17) 计算,

$$EF_{EC, i, CO_2} = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad (17)$$

式中,

EF_{EC, i, CO_2} —第 i 种化石燃料的排放因子 (tCO_2e/GJ);

CC_i —第 i 种化石燃料的单位热值含碳量 (tC/GJ);

OF_i —第 i 种化石燃料的碳氧化率 (%);

$\frac{44}{12}$ —转化为 CO_2 的系数 (tCO_2/tC)。

B.4.3 项目排放计算

B.4.3.1 项目排放计算公式

项目活动中温室气体排放量包括堆肥过程中产生的温室气体、电力消耗产生的温室气体、化石燃料燃烧产生的温室气体, 按照公式 (18) 计算,

$$PE_y = PE_{comp, y} + PE_{EC, y} + PE_{FC, y} \quad (18)$$

式中,

PE_y —项目活动下产生的温室气体排放量 ($tCO_2e/年$);

$PE_{\text{comp}, y}$ —项目活动下堆肥产生的温室气体排放量 (tCO₂e/年)；

$PE_{\text{EC}, y}$ —项目活动下电力消耗产生的温室气体排放量 (tCO₂e/年)；

$PE_{\text{FC}, y}$ —项目活动下化石燃料燃烧产生的温室气体排放量 (tCO₂e/年)。

B.4.3.2 堆肥产生的温室气体排放

堆肥处理产生的温室气体排放量 $E_{\text{comp}, y}$ ，按照公式 (19) 计算，

$$E_{\text{comp}, y} = E_{\text{comp}, \text{CH}_4, y} + E_{\text{comp}, \text{N}_2\text{O}, y} \quad (19)$$

式中，

$PE_{\text{m}, y}$ —第 y 年堆肥过程中产生的温室气体排放量 (tCO₂e/年)；

$PE_{\text{comp}, \text{CH}_4, y}$ —第 y 年堆肥过程中产生的 CH₄ 排放量 (tCO₂e/年)；

$PE_{\text{comp}, \text{N}_2\text{O}, y}$ —第 y 年堆肥过程中产生的 N₂O 排放量 (tCO₂e/年)。

A) 堆肥过程中产生的CH₄排放量

- 堆肥过程中产生的 CH₄ 排放量 $E_{\text{CH}_4, y}$ ，按照公式 (20) 计算：

$$E_{\text{CH}_4, y} = \text{GWP}_{\text{CH}_4} \times Q_y \times N_y \times (1 - W_y) \times \text{EF}_{\text{CH}_4, y} \quad (20)$$

式中，

$E_{\text{CH}_4, y}$ —第 y 年堆肥过程中产生的 CH₄ 排放量 (tCO₂e/年)；

GWP_{CH_4} —CH₄ 的全球增温潜势 (tCO₂e/CH₄)；

Q_y —第 y 年进入处理系统的畜禽粪便量 (t)；

N_y —进入处理系统的畜禽粪便量的有机质含量 (%)；

W_y —进入处理系统的畜禽粪便量的含水率 (%)；

$\text{EF}_{\text{CH}_4, y}$ —堆肥过程中 CH₄ 的排放因子 (tCH₄/t)。

B) 堆肥过程中产生的 N₂O 排放量

堆肥过程中产生的 N₂O 排放量 $E_{\text{N}_2\text{O}, y}$ 分为直接排放与间接排放两部分，按照公

式 (21) 计算:

$$E_{N_2O, y} = PE_{D, N_2O} + PE_{I, N_2O} \quad (21)$$

- 堆肥过程中产生的 N_2O 直接排放量 E_{D, N_2O} , 按照公式 (22) 计算,

$$PE_{D, N_2O, y} = GWP_{N_2O} \times Q_y \times N_y \times (1 - W_y) \times EF_{N_2O, y} \quad (22)$$

式中,

$E_{D, N_2O, y}$ —第 y 年堆肥过程中产生的 N_2O 排放量 ($tCO_2e/年$);

GWP_{N_2O} — N_2O 的全球增温潜势 (tCO_2e/N_2O);

Q_y —第 y 年进入处理系统的畜禽粪便量 (t);

N_y —进入处理系统的畜禽粪便量的含氮率 (%);

W_y —进入处理系统的畜禽粪便量的含水率 (%);

$EF_{N_2O, y}$ —堆肥过程中 N_2O 的排放因子 (tN_2O/tN)。

- 堆肥过程中产生的 N_2O 间接排放量 E_{I, N_2O} , 按照公式 (23) 计算,

$$E_{I, N_2O} = \sum (N_{V-MMS, i} \times EF_1 + N_{L-MMS, i} \times EF_2) \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O} \times 0.001 \quad (23)$$

式中,

E_{I, N_2O} —堆肥过程中产生的间接 N_2O 排放 (tCO_2e)。

$N_{V-MMS, i}$ — NH_3 和 NO_x 挥发引起的 N_2O 排放量 ($kgN/年$);

EF_1 —土壤和水面氮大气沉积产生的 N_2O 排放的排放因子, 缺省值为 $0.01kgN_2O/(kgNH_3+NO_x-N \text{ 挥发})$;

$N_{L-MMS, i}$ —溶淋和径流损失的氮占有所有施入氮的比例, 默认值为 0.30;

EF_2 —土壤和水面氮大气沉积产生的 N_2O 排放的排放因子, 默认值为 0.0075;

GWP_{N_2O} — N_2O 的全球增温潜势 (tCO_2e/tN_2O)。

- 土壤中挥发氮大气沉积中的 N_2O 排放量 $N_{V-MMS, i}$, 按照公式 (24) 计算,

$$N_{V-MMS, i} = (N_i \times Nex_i \times MS\%_j) \times (Frac_{GasMS})_i \quad (24)$$

式中,

$N_{V-MMS, i}$ — NH_3 和 NO_x 挥发引起的 N_2O 排放量 (kgN/年) ;

N_i —第 i 类动物的年存栏量 (头) ;

Nex_i —第 i 类动物的年均氮排泄量 (kgN/头/年) ,

$MS\%_j$ —第 i 类动物粪便所占比例 (%) ;

$Frac_{GasMS}$ —第 i 类动物粪肥氮通过 NH_3 和 NO_x 挥发的比例 (%) 。

B.4.3.2 项目情境下电力产生的排放和燃料燃烧产生的排放参考基准线情境下B.4.2.3和B.4.2.4中的计算公式进行计算。

附 录 C (资料性)

零碳农产品标签样式

