

农业有机废弃物(畜禽粪便)循环利用项目 碳减排量核算指南

Guideline of carbon emission reductions accounting for project on
agricultural organic wastes (livestock manure) recycling

2018 – 09 – 29 发布

2019 – 01 – 01 实施

目 次

前言..... 11

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 核算原则与流程..... 3

5 项目边界..... 3

6 基准线识别..... 4

7 核算方法..... 4

8 监测..... 7

附 录 A（规范性附录） 核算方法..... 8

附 录 B（资料性附录） 活动数据及来源..... 17

附 录 C（资料性附录） 排放因子及参数..... 19

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由北京市农业局提出并归口管理。

本标准由北京市农业局组织实施。

本标准主要起草单位：北京低碳农业协会、北京嘉娅低碳农业研究中心、北京嘉博文生物科技有限公司、有机废物资源生物转化北京市工程研究中心。

本标准主要起草人：吴建繁、于家伊、张文、孙志岩、阎静、杨军香、马文林、吕健。

农业有机废弃物（畜禽粪便）循环利用项目碳减排量核算指南

1 范围

本标准规定了农业有机废弃物（畜禽粪便）循环利用项目碳减排量核算原则与流程、项目边界、基准线识别、核算方法、监测等要求。

本标准适用于畜禽养殖场或堆肥厂的畜禽粪便循环利用项目的温室气体减排量核算。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所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。

DB11/T 1422—2017 温室气体排放核算指南 畜牧养殖企业

3 术语和定义

下列术语与定义适用于本文件。

3.1

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、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

3.2

排放因子 emission factor

表征某种温室气体在单位活动数据下的排放量。

3.3

项目边界 project boundary

指项目参与方实施农业有机废弃物循环利用减排固碳措施的地理范围。

3.4

堆肥 composting

农业有机废弃物堆制加工成有机肥料的过程。

3.5

厌氧发酵 anaerobic fermentation

有机废弃物在厌氧条件下通过微生物的代谢活动而被稳定化，同时产生CH₄和CO₂。

3.6

好氧氧化塘 aerobic oxidation pond

利用水塘中的微生物和藻类对沼气池中的淤泥进行需氧生物处理的方法。

3.7

土壤有机碳库 soil organic carbon pools

30cm厚度耕层土壤中的有机碳储量。

3.8

基准线情景 baseline scenario

在没有实施农业有机废弃物循环利用项目时，原本在项目边界内实施的传统管理措施的情况。

3.9

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent (CO₂e)

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

3.10

泄漏 leakage

由项目活动引起的、发生在项目边界之外的、可测量的温室气体源排放的增加量。

3.11

土壤固碳 soil carbon sequestration

通过采用管理措施，提高农田土壤的有机质含量，增加土壤有机碳库储量。

3.12

项目情景 project scenario

农业有机废弃物循环利用项目开始实施后，在项目边界内实施的项目管理措施的情况。

3.13

全球变暖潜势 global warming potential (GWP)

指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。

3.14

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：包括但不限于动物存栏数据、粪便类型及产量、粪便管理方式、燃料的消耗量、电力使用量、化肥施用量和面积、有机肥施用量和面积、土壤有机质含量等。

3.15

计入期 crediting period

项目情景相对于基线情景产生的温室气体减排量的时间区间。

4 核算原则与流程

4.1 核算原则

核算应遵循如下原则：

- a) 相关性：应选择适合核算项目碳减排量的数据源和方法；
- b) 完整性：应包括相关的温室气体排放和存储；
- c) 一致性：应能够对有关温室气体信息进行有意义的比较；
- d) 准确性：应减少偏见和不确定性；
- e) 透明性：应发布充分适用的温室气体信息，使目标用户能够在合理的置信度内做出决策。

4.2 核算流程

核算流程如下：

- a) 确定核算项目和目的；
- b) 确定项目边界；
- c) 识别基准线；
- d) 核算项目碳减排量，具体包括：
 - 1) 识别排放源；
 - 2) 选择核算方法；
 - 3) 选择与收集活动数据和排放因子；
 - 4) 计算基准线排放量、项目排放量和土壤固碳量；
 - 5) 计算碳减排量。

5 项目边界

5.1 边界

应包括畜禽养殖场或堆肥厂的畜禽粪便处理过程和有机肥料还田应用。

5.2 温室气体排放源识别

识别温室气体排放源及温室气体种类，温室气体排放源见表1。

表1 项目边界内包含或排除的温室气体排放源

	来源	气体	是否包含	备注
基准线排放	粪便处理过程的排放	CO ₂	否	不包括粪便分解产生的CO ₂ 排放
		CH ₄	是	主要排放源
		N ₂ O	是	主要排放源
	施用无机氮肥	CO ₂	否	不适用
		CH ₄	否	不适用
		N ₂ O	是	主要排放源
	农田土壤有机碳库	CO ₂	是	主要排放源
		CH ₄	否	不适用
		N ₂ O	否	不适用

表 1 项目边界内包含或排除的温室气体排放源（续）

	来源		气体	是否包含	备注
基准线排放	化石燃料燃烧排放		CO ₂	是	主要排放源
			CH ₄	否	简化排除
			N ₂ O	否	简化排除
	电力消耗排放		CO ₂	是	主要排放源
			CH ₄	否	简化排除
			N ₂ O	否	简化排除
项目排放	粪便处理过程排放	堆肥处理	CO ₂	否	不包括粪便分解产生的CO ₂ 排放
			CH ₄	是	堆肥处理过程的排放
			N ₂ O	是	直接N ₂ O排放
		厌氧发酵处理	CO ₂	否	不包括粪便分解产生的CO ₂ 排放
			CH ₄	是	厌氧发酵处理过程的排放
			N ₂ O	是	直接N ₂ O排放
		好氧氧化塘处理	CO ₂	否	不包括粪便分解产生的CO ₂ 排放
			CH ₄	是	好氧氧化塘处理过程的排放
			N ₂ O	是	直接N ₂ O排放
	有机肥料还田应用	施用无机氮肥	CO ₂	否	不适用
			CH ₄	否	不适用
			N ₂ O	是	主要排放源
		施用有机肥料	CO ₂	否	不适用
			CH ₄	否	旱地农田无厌氧环境，不产生CH ₄
			N ₂ O	是	主要排放源
	农田土壤有机碳库		CO ₂	是	主要排放源
			CH ₄	否	不适用
			N ₂ O	否	不适用
	化石燃料燃烧排放		CO ₂	是	主要排放源
			CH ₄	否	简化排除
			N ₂ O	否	简化排除
	现场电力消耗的排放		CO ₂	是	主要排放源
			CH ₄	否	简化排除
			N ₂ O	否	简化排除

6 基准线识别

基准线情景应为畜禽粪便自然堆放（固体存储）和农田施用无机氮肥。

7 核算方法

7.1 减排量计算

减排量 E 为项目排放的变化量与土壤固碳量之和, 按式 (1) 计算:

$$ER_y = BE_y - (PE_y + LE_y) + DC \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

ER_y —项目生产过程中温室气体减排量, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

BE_y —基准线排放量, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

PE_y —项目排放量, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

LE_y —项目泄漏量, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

DC —土壤固碳量即农田土壤有机碳库年度变化量, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a)。

注: 计算基准线排放时 $y = 0$, 计算项目排放时 $y = T$ 。

7.2 基准线排放计算

基准线排放 BE_y , 按式 (2) 计算:

$$BE_y = E_{Comp,y} + E_{N_2O,y} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

BE_y —基准线情景下的温室气体排放量, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

$E_{Comp,y}$ —基准线情景下堆肥过程的CH₄、N₂O排放, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

$E_{N_2O,y}$ —基准线情景下农田土壤中施肥产生的N₂O 排放, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a)。

注: $E_{Comp,y}$ 按附录A.1计算, $E_{N_2O,y}$ 按附录A.3计算。

7.3 项目排放计算

项目排放 PE_y , 按式 (3) 计算:

$$PE_y = E_{Comp,y} + E_{AD-Aer,y} + E_{N_2O,y} + E_{EC,y} + E_{FC,y} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

PE_y —项目情景下的温室气体排放量, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

$E_{Comp,y}$ —项目情景下堆肥过程的CH₄、N₂O排放, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

$E_{AD-Aer,y}$ —项目情景下厌氧发酵过程的CH₄、N₂O排放, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

$E_{N_2O,y}$ —项目情景下农田土壤中施肥产生的 N_2O 排放, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

$E_{EC,y}$ —项目情景下的耗电排放, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

$E_{FC,y}$ —项目情景下化石燃料消耗排放, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a)。

注: $E_{Comp,y}$ 按附录A.1计算, $E_{AD-Aer,y}$ 按附录A.2计算, $E_{N_2O,y}$ 按附录A.3计算, $E_{EC,y}$ 按附录A.4计算, $E_{FC,y}$ 按附录A.5计算。

7.4 泄漏

本标准不考虑项目活动对项目边界外温室气体排放的影响, 因此 $LE_y=0$ 。

7.5 土壤固碳量

土壤固碳量 **DC**, 按式 (4) (5) 计算:

$$VC = VC_{PE} - VC_{BE} \dots\dots\dots (4)$$

$$VC_{PE} = \frac{(SOC_{T,PE} - SOC_{0,PE})}{T} \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

VC —农田土壤有机碳库年度变化量, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

VC_{PE} —项目情景下农田土壤有机碳库年度变化量, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

VC_{BE} —基准线情景下农田土壤有机碳库年度变化量, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

$SOC_{T,PE}$ —项目情景下核算期最后一年的土壤有机碳库, 单位为吨碳 (t C);

$SOC_{0,PE}$ —项目情景下核算期初初始年的土壤有机碳库, 单位为吨碳 (t C);

T —一个单独核算期的年数, 单位为年(a);

$\frac{44}{12}$ —土壤有机碳转化为CO₂的系数, 单位为吨二氧化碳/吨碳 (tCO₂/tC)。

注1: VC_{BE} 取值为 0, 忽略不计。

注2: $SOC_{T,PE}$ 、 $SOC_{0,PE}$, 可用估算法或实测法按附录 A.6 计算;

注3: 估算法计算时 T 取值 20, 实测法计算时 $T \geq 3$ 。

8 监测

8.1 需要监测的数据和参数

需要监测的数据和参数见附录B。

8.2 不需要监测的数据和参数

不需要监测的数据和参数参见附录C中表C.1。

附 录 A (规范性附录) 核算方法

A.1 堆肥过程中的CH₄、N₂O排放核算方法

A.1.1 堆肥过程中的CH₄、N₂O排放

堆肥过程中的CH₄、N₂O排放总量 $E_{Comp,y}$ ，按式(A.1)计算：

$$E_{Comp,y} = E_{Comp,CH_4,y} + E_{Comp,N_2O,y} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

$E_{Comp,y}$ —第y年堆肥过程中的CH₄、N₂O排放总量，单位为吨二氧化碳当量/年（tCO₂e/a）；

$E_{Comp,CH_4,y}$ —第y年堆肥过程中的CH₄排放量，单位为吨二氧化碳当量/年（tCO₂e/a）；

$E_{Comp,N_2O,y}$ —第y年堆肥过程中的N₂O排放量，单位为吨二氧化碳当量/年（tCO₂e/a）。

A.1.2 堆肥过程的CH₄排放

堆肥过程中的CH₄排放量 $E_{Comp,CH_4,y}$ ，按式(A.2)计算：

$$E_{Comp,CH_4,y} = GWP_{CH_4} \cdot Q_y \cdot EF_{CH_4,y} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

$E_{Comp,CH_4,y}$ —第y年堆肥过程中的CH₄排放量，单位为吨二氧化碳当量/年（tCO₂e/a）；

GWP_{CH_4} —CH₄的全球增温潜势，单位为吨二氧化碳当量/吨甲烷（tCO₂e/tCH₄）；

Q_y —第y年进入堆肥系统的畜禽粪便量，单位为吨（t）；

$EF_{CH_4,y}$ —畜禽粪便堆肥的CH₄排放因子，单位为吨甲烷/吨畜禽粪便（tCH₄/t）。

注： GWP_{CH_4} 默认值为25、 $EF_{CH_4,y}$ 取值参见附录表C.2。

A.1.3 堆肥过程的N₂O排放

堆肥过程中产生的N₂O排放量 $E_{Comp,N_2O,y}$ ，按式(A.3)计算：

$$E_{Comp,N_2O,y} = GWP_{N_2O} \cdot Q_y \cdot EF_{N_2O,y} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

$E_{Comp, N_2O, y}$ —第y年堆肥过程中的N₂O排放量，单位为吨二氧化碳当量/年(tCO₂e/a)；

GWP_{N_2O} —N₂O的全球增温潜势，单位为吨二氧化碳当量/吨氧化亚氮(tCO₂e/tN₂O)；

Q_y —第y年进入堆肥系统的畜禽粪便量，单位为吨/年(t/a)；

$EF_{N_2O, y}$ —畜禽粪便堆肥的N₂O排放因子，单位为吨氧化亚氮/吨氮(tN₂O/tN)。

注： GWP_{N_2O} 默认值为298、 $EF_{N_2O, y}$ 取值参见附录表C.3。

A.2 厌氧发酵过程的CH₄、N₂O排放核算方法

A.2.1 厌氧发酵过程中的CH₄、N₂O排放

在厌氧发酵工艺中，粪便首先在厌氧沼气池中进行处理，其产生的沼液、沼渣再利用好氧化塘进行进一步的处理。

厌氧发酵过程中的CH₄、N₂O排放总量 $E_{AD-Aer, y}$ ，按式(A.4)计算：

$$E_{AD-Aer, y} = E_{AD, CH_4, y} + E_{Aer, CH_4, y} + E_{AD-Aer, N_2O, y} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

$E_{AD-Aer, y}$ —第y年厌氧发酵过程中的CH₄、N₂O排放总量，单位为吨二氧化碳当量/年(tCO₂e/a)；

$E_{AD, CH_4, y}$ —第y年厌氧沼气池的CH₄排放量，单位为吨二氧化碳当量/年(tCO₂e/a)；

$E_{Aer, CH_4, y}$ —第y年好氧化塘的CH₄排放量，单位为吨二氧化碳当量/年(tCO₂e/a)；

$E_{AD-Aer, N_2O, y}$ —第y年厌氧沼气池、好氧化塘的N₂O排放量，单位为吨二氧化碳当量/年(tCO₂e/a)。

A.2.2 厌氧沼气池的CH₄排放

A.2.2.1 厌氧沼气池的CH₄排放量 $E_{AD, CH_4, y}$ ，按式(A.5)计算：

$$E_{AD, CH_4, y} = Q_{CH_4, y} \times EF_{CH_4, default} \times GWP_{CH_4} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

$E_{AD, CH_4, y}$ —第y年厌氧沼气池的CH₄排放量，单位为吨二氧化碳当量/年(tCO₂e/a)；

$Q_{CH_4, y}$ —第y年厌氧沼气池产生的CH₄量，单位为吨甲烷/年(tCH₄/a)；

$EF_{CH_4 default}$ —厌氧沼气池泄漏产生的甲烷的排放因子，单位为吨泄漏甲烷/吨产生甲烷（tCH₄泄漏/tCH₄产生）；

GWP_{CH_4} —CH₄的全球增温潜势，单位为吨二氧化碳当量/吨甲烷（tCO₂e/tCH₄）。

注： GWP_{CH_4} 默认值为25、 $EF_{CH_4 default}$ 取值参见附录表C.4。

A.2.2.2 厌氧沼气池产生的CH₄量 $Q_{CH_4,y}$ ，按式（A.6）计算：

$$Q_{CH_4,y} = Q_{biogas,y} \cdot PUR_{CH_4} \cdot D_{CH_4} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

$Q_{CH_4,y}$ —第y年厌氧沼气池产生的CH₄量，单位为吨甲烷/年（tCH₄/a）；

$Q_{biogas,y}$ —第y年厌氧沼气池出口收集的沼气数量，单位为标准立方米/年（Nm³/a）；

PUR_{CH_4} —沼气中甲烷气体的含量，%；

D_{CH_4} —CH₄密度（室温20℃和一个标准大气压），单位为吨/标准立方米（t/m³）。

注： PUR_{CH_4} 默认值为0.6。

A.2.3 好氧氧化塘的CH₄排放

A.2.3.1 好氧氧化塘处理阶段的CH₄排放量 $E_{Aer,CH_4,y}$ ，按式（A.7）、（A.8）计算：

$$E_{Aer,CH_4,y} = GWP_{CH_4} \cdot D_{CH_4} \cdot 0.001 \cdot F_{Aer} \cdot \frac{N_{VS,n}}{N_{VS,n-1}} \cdot (1 - R_{VS,n}) \cdot \frac{Q_{0,LT}}{Q_{VS,LT,y}} \cdot \frac{N_{LT}}{MS\%_j} \cdot \frac{\bar{O}}{\bar{O}} + PE_{SI,y} \quad (A.7)$$

$$PE_{SI,y} = GWP_{CH_4} \cdot D_{CH_4} \cdot MCF_{SI} \cdot F_{Aer} \cdot \frac{N_{VS,n}}{N_{VS,n-1}} \cdot (1 - R_{VS,n}) \cdot \frac{Q_{0,LT}}{Q_{VS,LT,y}} \cdot \frac{N_{LT}}{MS\%_j} \cdot \frac{\bar{O}}{\bar{O}} \quad (A.8)$$

式中：

$E_{Aer,CH_4,y}$ —第y年好氧氧化塘的CH₄排放量，单位为吨二氧化碳当量/年（tCO₂e/a）；

GWP_{CH_4} —CH₄的全球增温潜势，单位为吨二氧化碳当量/吨甲烷（tCO₂e/tCH₄）；

D_{CH_4} —CH₄密度（室温20℃和一个标准大气压），单位为吨/标准立方米（t/m³）；

0.001—好氧氧化塘处理过程的甲烷排放约占废弃物处理过程甲烷总排放潜力的默认参数，无量纲；

F_{Aer} —进入好氧氧化塘的挥发性固体的比例，%；

$R_{VS,n}$ —粪便管理系统下采用方法n分解的挥发性固体比例，%；

LT —动物类型；

$B_{0,LT}$ —LT类型动物粪便的最大 CH_4 生产潜力值，单位为立方甲烷/千克挥发性固体干物重（ $m^3CH_4/kgVS$ 干物重）；

$VS_{LT,y}$ —第y年LT类型动物排泄的挥发性固体量，以干物重计，单位为千克挥发性固体干物重/头（只）/年（ $kgVS$ 干物重/头（只）/a）；

N_{LT} —LT类型动物第y年的年均存栏量，单位为头（只）；

$MS\%_j$ —项目活动中进入粪便管理系统j的粪便比例，%；

$PE_{SI,y}$ —第y年在好氧处理前，厌氧淤泥储存在粪坑中的 CH_4 排放量，单位为吨二氧化碳当量/年（ tCO_2e/a ）；

MCF_{SI} —污泥池中污泥的甲烷转化因子，%。

注： GWP_{CH_4} 默认为25、 $R_{VS,n}$ 取值参见附录C.5、 $B_{0,LT}$ 取值参见附录C.6、 MCF_{SI} 取值参见附录C.7。

A.2.3.2 LT类型动物排泄的挥发性固体量 $VS_{LT,y}$ ，按式（A.9）计算：

$$VS_{LT,y} = \frac{W_{site}}{W_{default}} \cdot \frac{VS_{default}}{nd_y} \quad (A.9)$$

式中：

$VS_{LT,y}$ —第y年LT类型动物排泄的挥发性固体量，以干物重计，单位为千克挥发性固体干物重/头（只）/年（ $kgVS$ 干物重/头（只）/a）；

W_{site} —项目活动的动物平均体重，单位为千克（kg）；

$W_{default}$ —平均动物体重的默认值，单位为千克（kg）；

$VS_{default}$ —动物每天排泄的挥发性固体默认值，以干物重表示，单位为千克挥发性固体干物重/头（只）/天（ $kgVS$ 干物重/头（只）/d）；

nd_y —第y年动物粪便管理系统的运行天数，单位为天（d）。

注： $W_{default}$ 取值参见附录C.8、 $VS_{default}$ 取值参见附录C.9。

A.2.4 厌氧沼气池、好氧氧化塘系统的 N_2O 排放

A.2.4.1 厌氧沼气池、好氧氧化塘系统的N₂O排放量 $E_{AD-Aer,N_2O,y}$ ，按式（A.10）计算。

$$E_{AD-Aer,N_2O,y} = GWP_{N_2O} \times CF_{N_2O-N,N} \times \frac{1}{1000} \times E_{N_2O,D,y} \dots\dots\dots (A.10)$$

式中：

$E_{AD-Aer,N_2O,y}$ —第y年的基准线情景下N₂O排放量，单位为吨二氧化碳当量/年（tCO₂e/a）；

GWP_{N_2O} —N₂O的全球增温潜势，单位为吨二氧化碳当量/吨氧化亚氮（tCO₂e/tN₂O）；

$CF_{N_2O-N,N}$ —将N₂O—N转化为N₂O的因子（ $\frac{44}{28}$ ），单位为千克氧化亚氮/千克氧化亚氮-氮（kgN₂O/kgN₂O-N）；

$\frac{1}{1000}$ —单位转换系数；

$E_{N_2O,D,y}$ —第y年的直接N₂O排放量，单位为千克氧化亚氮-氮/年（kgN₂O-N/a）。

注： GWP_{N_2O} 默认值为298。

A.2.4.2 直接N₂O排放量 $E_{N_2O,D,y}$ ，按式（A.11）计算：

$$E_{N_2O,D,y} = \sum_{j,LT} EF_{N_2O,D,j} \times NEX_{LT,y} \times N_{LT} \times MS\%_j \dots\dots\dots (A.11)$$

式中：

$E_{N_2O,D,y}$ —第y年的直接N₂O排放量，单位为千克氧化亚氮-氮/年（kgN₂O-N/a）；

$EF_{N_2O,D,j}$ —粪便管理系统j的直接N₂O排放因子，单位为千克氧化亚氮-氮/千克氮（kgN₂O-N/kgN）；

$NEX_{LT,y}$ —每头动物年均氮排泄量，单位为千克氮/头（只）/年（kgN/头（只）/a）；

N_{LT} —第y年LT类型动物第y年的年均存栏量，单位为头（只）；

$MS\%_j$ —项目活动中进入粪便管理系统j的粪便比例，%。

注： $EF_{N_2O,D,j}$ 取值参见附录C.10、 $NEX_{LT,y}$ 取值参见附录C.11。

A.3 农田土壤中施肥产生的N₂O排放

A.3.1 农田土壤中施肥产生的N₂O 排放总量

农田土壤中施肥产生的N₂O 排放总量 $E_{N_2O,y}$ ，按式(A.12)计算：

$$E_{N_2O,y} = (E_{N_2O_{SN}} + E_{N_2O_{OF}}) \cdot \frac{44}{28} \cdot GWP_{N_2O} \dots\dots\dots (A.12)$$

式中:

$E_{N_2O,y}$ —农田土壤中施肥产生的 N_2O 排放总量, 单位为吨二氧化碳当量/年 (tCO₂e/a);

$E_{N_2O_{SN}}$ —农田土壤中施用无机氮肥产生的 N_2O 排放量, 单位为吨氧化亚氮-氮/年 (tN₂O-N/a);

$E_{N_2O_{OF}}$ —农田土壤中施用有机肥产生的 N_2O 排放量, 单位为吨氧化亚氮-氮/年 (tN₂O-N/a);

$\frac{44}{28}$ —N₂O-N转换为 N_2O 的系数, 单位为吨氧化亚氮/吨氧化亚氮-氮 (tN₂O/tN₂O-N);

GWP_{N_2O} — N_2O 的全球增温潜势, 单位为吨二氧化碳当量/吨氧化亚氮 (tCO₂e/tN₂O)。

注: GWP_{N_2O} 默认值为298。

A.3.2 施用无机氮肥产生的 N_2O 排放

施用无机氮肥产生的 N_2O 排放量 $E_{N_2O_{SN}}$, 按式 (A.13)、(A.14) 计算:

$$E_{N_2O_{SN}} = F_{SN} \cdot EF_1 \dots\dots\dots (A.13)$$

$$F_{SN} = \sum_{p=1}^p M_{SN_p} \cdot C_{SN_p} \cdot A_{SN_p} \dots\dots\dots (A.14)$$

式中:

$E_{N_2O_{SN}}$ —农田土壤中施用无机氮肥产生的 N_2O 排放量, 单位为吨氧化亚氮-氮/年 (tN₂O-N/a);

F_{SN} —农田土壤中无机氮肥施用量, 单位为吨氮/年 (tN/a);

EF_1 —无机氮肥 N_2O 排放因子, 单位为吨氧化亚氮-氮/吨氮 (tN₂O-N/tN);

M_{SN_p} —无机氮肥类型 p 的年施用量, 单位为吨氮/公顷/年 (tN/hm²/a);

C_{SN_p} —无机氮肥类型 p 的含氮量, 单位为吨氮/吨无机氮肥 (tN/t无机氮肥);

A_{SN_p} —无机氮肥类型 p 的施用面积, 单位为公顷 (hm²);

p —无机氮肥类型。

注: EF_1 取值参见附录C.12。

A.3.3 施用有机肥产生的N₂O排放

施用有机肥产生的N₂O 排放量 $E_{N_2O_{OF}}$ ，按式(A.15)、(A.16)计算：

$$E_{N_2O_{OF}} = F_{OF} \times EF_2 \dots\dots\dots (A.15)$$

$$F_{OF} = \sum_{q=1}^n M_{OF_q} \times C_{OF_q} \times A_{OF_q} \dots\dots\dots (A.16)$$

式中：

$E_{N_2O_{OF}}$ —农田土壤中施用有机肥产生的N₂O排放量，单位为吨氧化亚氮-氮/年（tN₂O-N/a）；

F_{OF} —农田土壤中有有机肥施用量，单位为吨氮/年（tN/a）；

EF_2 —有机肥N₂O 排放因子，单位为吨氧化亚氮-氮/吨氮（tN₂O-N/tN）；

M_{OF_q} —有机肥类型 q 的施用量，单位为吨氮/公顷/年（tN/hm²/a）；

C_{OF_q} —有机肥类型 q 的含氮量，单位为吨氮/吨有机肥（tN/t有机肥）；

A_{OF_q} —有机肥类型 q 的施用面积，单位为公顷（hm²）；

q —有机肥类型。

注： EF_2 取值参见附录C.12。

A.4 耗电排放

电力消耗产生的CO₂排放量 $E_{EC,y}$ ，按式（A.17）计算：

$$E_{EC,y} = EG_{PL} \times EF_{EC,CO_2} \dots\dots\dots (A.17)$$

式中：

$E_{EC,y}$ —第 y 年电力消耗的排放量，单位为吨二氧化碳当量/年（tCO₂e/a）；

EG_{PL} —第 y 年消耗的电量，单位为兆瓦时（MWh）；

EF_{EC,CO_2} —电力排放因子，单位为吨二氧化碳当量/兆瓦时（tCO₂e/MWh）。

注： EF_{EC,CO_2} 取值参见附录C.13。

A.5 化石燃料燃烧排放

A.5.1 消耗化石燃料产生的CO₂排放量 $E_{FC,y}$ ，按式（A.18）计算：

$$E_{FC,y} = \sum_i FG_{i,y} \cdot NCV_{i,y} \cdot EF_{FC,i,CO_2} \dots\dots\dots (A.18)$$

式中：

$E_{FC,y}$ ——第y年消耗化石燃料产生的CO₂排放量，单位为吨二氧化碳/年（tCO₂e/a）；

$FG_{i,y}$ ——第y年消耗化石燃料i的量，单位为质量或体积/年（t,m³/a）；

$NCV_{i,y}$ ——化石燃料i的净热值，单位为吉焦/质量或体积（GJ/t,m³）；

EF_{FC,i,CO_2} ——化石燃料i的排放因子，单位为吨二氧化碳当量/吉焦（tCO₂e/GJ）。

注： $NCV_{i,y}$ 取值参见附录C.14。

A.5.2 化石燃料i燃烧的排放因子 EF_{FC,i,CO_2} ，按式（A.19）计算：

$$EF_{FC,i,CO_2} = CC_i \cdot OF_i \cdot \frac{44}{12} \dots\dots\dots (A.19)$$

式中：

EF_{FC,i,CO_2} ——第i种化石燃料的排放因子，单位为吨二氧化碳当量/吉焦（tCO₂e/GJ）；

CC_i ——第i种燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/吉焦（tC/GJ）；

OF_i ——第i种燃料的碳氧化率，%。

$\frac{44}{12}$ ——土壤有机碳转化为CO₂的系数，单位为吨二氧化碳/吨碳（tCO₂/tC）。

注： CC_i 、 OF_i 取值参见附录C.14。

A.6 土壤有机碳库

A.6.1 估算法

估算法依据已公开发表的土壤固碳技术的参数数据计算，适用于土壤有机质含量数据无法获得的情况。

农田土壤有机碳库 $SOC_{y,PE}$ 按式（A.20）计算：

$$SOC_{y,PE} = SOC_{ref} \cdot F_{LU} \cdot F_{MG} \cdot F_I \cdot A \dots\dots\dots (A.20)$$

式中：

SOC_{ref} —参考碳库，北京地区30cm耕层参考碳库的缺省值为68，单位为吨碳/公顷（tC/hm²）；

F_{LU} —不同耕地类型的库变化因子，无量纲；

F_{MG} —不同耕作方式变化因子，无量纲；

F_I —秸秆及肥料投入的库变化因子，无量纲；

A —被估算农田的面积，单位为公顷（hm²）。

注： F_{LU} 、 F_{MG} 、 F_I 无量纲，见附录C.15。

A.6.2 实测法

实测法依据检测的土壤有机质含量计算。

农田土壤有机碳库 $SOC_{y,PE}$ 按式（A.21）计算：

$$SOC_{y,PE} = g_y \cdot H \cdot A \cdot OM_y \cdot 0.58 \cdot 0.1 \cdots \cdots \cdots (A.21)$$

式中：

$SOC_{y,PE}$ —第 y 年土壤有机碳库，单位为 t C；

g_y —第 y 年被估算土地的土壤容重，单位为克/立方厘米（g/cm³）；

A —被估算农田的面积，单位为公顷（hm²）；

OM_y —第 y 年30 cm耕层土壤有机质含量，单位为克/千克（g/kg）；

0.58 —土壤有机碳与土壤有机质的转化系数，无量纲；

0.1 —单位换算系数，无量纲；

注：若土壤有机质含量是20cm耕层的，应转换为30cm耕层的。转换系数：旱地为0.95，菜田为0.92，果园为0.88，水田为0.86。

附 录 B
(资料性附录)
活动数据及来源

B.1 需要监测的数据和参数

表B.1规定了需要监测的数据和参数

表B.1 需要监测的数据和参数

数据/参数	单位	描述	监测频率
Q_y	t/a	第 y 年进入堆肥系统的粪便量	每天监测，汇总年值
$Q_{biogas,y}$	Nm ³ /a	第 y 年沼气池出口收集的沼气的量	采用流量计连续测量。数据每月和/年汇总一次。
F_{Aer}	-	投入到好氧化塘的挥发性固体的比例	每年
LT	-	动物的类型	-
N_{LT}	头（只）	第 y 年 LT 类型动物的年均出栏量	每月监测，汇总年值
$MS \%_j$	-	项目活动中进入粪便管理系统 j 的粪便比例	每年
W_{site}	kg	项目活动的动物平均体重	每月
nd_y	d	第 y 年粪便管理系统的运行天数	
M_{SN_p}	tN/hm ² /a	无机氮肥类型 p 的施用量	
C_{SN_p}	tN/t 无机氮肥	无机氮肥类型 p 的含氮量	
A_{SN_p}	hm ²	无机氮肥类型 p 的施用面积	
p	-	无机氮肥类型	
M_{OF_q}	tN/hm ² /a	有机肥类型 q 的施用量	
A_{OF_q}	hm ²	有机肥类型 q 的施用面积	

表 B.1 需要监测的数据和参数（续）

数据/参数	单位	描述	监测频率
q	-	有机肥类型	
C_{OF_q}	tN/t有机肥	有机肥类型 q 的含氮量	每次肥料施用时进行监测， 每年汇总一次。
EG_{PL}	MWh	第 y 年消耗的电量	连续记录，每月汇总一次
$FG_{i,y}$	t, m ³ /a	第 y 年消耗化石燃料 i 的量	一旦有消耗即记录，每月汇 总一次
g_y	g/cm ³	被估算土地的容重	每年
A	hm ²	被估算农田的面积	
OM_y	g/kg	第 y 年 30 cm 耕层土壤有机 质含量	每年
注1：所有数据来源于项目参与方。 注2： M_{SN_p} 、 A_{SN_p} 、 A_{OF_q} 、 C_{SN_p} 、 M_{OF_q} 、 C_{OF_q} 、 A 在计入期之后保存3年。			

附 录 C
(资料性附录)
排放因子及参数

C.1 不需要监测的数据与参数

表 C.1 规定了不需要监测的数据与参数。

表C.1 不需要监测的数据与参数

排放因子/参数	单位	描述	默认值
GWP_{CH_4}	tCO ₂ e/ tCH ₄	CH ₄ 的全球增温潜势	25
$EF_{CH_4,y}$	tCH ₄ /t	堆肥系统的 CH ₄ 排放因子	见表 C.2
GWP_{N_2O}	tCO ₂ e/ tN ₂ O	N ₂ O 的全球增温潜势	298
$EF_{N_2O,y}$	tN ₂ O/t	堆肥系统的 N ₂ O 排放因子	见表 C.3
$EF_{CH_4 default}$	tCH ₄ 泄漏/ tCH ₄ 产生	厌氧沼气池泄漏的 CH ₄ 占产生的 CH ₄ 比例的默认排放因子	见表 C.4
PUR_{CH_4}	-	沼气中甲烷气体的含量	0.6
D_{CH_4}	t/m ³	CH ₄ 密度	6.7*10 ⁻⁴
$R_{VS,n}$	-	粪便管理系统下采用方法 n 分解的挥发性固体比例 (VS 分解率)	见表 C.5
$B_{0,LT}$	m ³ CH ₄ /kgVS 干物重	LT 类型动物粪便的最大 CH ₄ 生产潜力值	见表 C.6
MCF_{SI}	=	污泥池中污泥的 CH ₄ 转化因子	见表 C.7
$W_{default}$	kg	动物平均体重默认值	见表 C.8
$VS_{default}$	kgVS 干物重/头 (只) /d	动物每天排泄的挥发性固体量的默认值	见表 C.9
$EF_{N_2O,D,j}$	kgN ₂ O-N/kgN	粪便管理系统 j 的直接 N ₂ O 排放因子	见表 C.10
$NEX_{LT,y}$	kgN/头 (只) /a	每头动物年均氮排泄量	见表 C.11
EF_1	tN ₂ O-N/ tN	无机氮肥 N ₂ O 排放因子	见表 C.12

表 C.1 不需要监测的数据与参数（排放因子及相关参数）（续）

排放因子/参数	单位	描述	默认值
EF_2	tN ₂ O-N/tN	有机肥 N ₂ O 排放因子	见表 C.12
EF_{EC,CO_2}	tCO ₂ /MWh	电力排放因子	见表 C.13
$NCV_{i,y}$	GJ/t, m ³	化石燃料 i 的净热值	见表 C.14
CC_i	tC/GJ	第 i 种燃料的单位热值含碳量	见表 C.14
OF_i	-	第 i 种燃料的碳氧化率	见表 C.14
SOC_{ref}	t C/hm ²	参考碳库	68
F_{LU}	-	不同耕地类型的库变化因子	见表 C.15
F_{MG}	-	不同耕作方式的库变化因子	见表 C.15
F_I	-	秸秆及肥料投入的库变化因子	见表 C.15
注1: D_{CH_4} , 在室温 20℃ 和 1 标准大气压下为 6.7×10^{-4} t/m ³ ; 注2: $R_{VS,n}$ 取处理技术的最保守值。			

C.2 堆肥系统CH₄排放因子表C.2规定了堆肥系统CH₄排放因子表C.2 堆肥系统的 CH₄排放因子单位为tCH₄/t

粪便管理系统	$EF_{CH_4,y}$				
	奶牛粪	非奶牛粪	商品猪粪	种猪粪	家禽粪
自然堆放（固体存储）	0.0004	0.0004	0.0024	0.0024	0.0004
堆肥-容器中	0.0001	0.0001	0.0006	0.0006	0.0001
堆肥-静态堆置	0.0001	0.0001	0.0006	0.0006	0.0001
堆肥-集约化条垛式	0.0001	0.0001	0.0006	0.0006	0.0001
堆肥-被动条垛式	0.0001	0.0001	0.0006	0.0006	0.0001

C.3 堆肥系统的 N_2O 排放因子

表C.3规定了堆肥系统的 N_2O 排放因子。

表C.3 堆肥系统的 N_2O 排放因子

单位为 tN_2O/tN

系统	定义	$EF_{N_2O,y}$
自然堆放（固体存储）	通常粪便自由堆积或堆放储存数月。	0.02
堆肥- 容器中	一般在密闭的容器中进行堆肥, 进行强制通风并不断搅拌, 进行生物强化腐殖化	0.006
堆肥 - 静态堆置	堆肥中进行强制通风但不进行搅拌。	0.006
堆肥 - 集约化条垛式	条形堆中进行堆肥, 每天翻动以达到搅拌和通风的目的。	0.1
堆肥 - 被动条垛式	条形堆中进行堆肥, 偶尔翻动进行搅拌和通风。	0.01

C.4 厌氧沼气池泄漏产生的 CH_4 排放因子

表C.4规定了厌氧沼气池泄漏产生的 CH_4 排放因子。

表C.4 厌氧沼气池泄漏产生的 CH_4 排放因子

单位为 tCH_4 泄漏/ tCH_4 产生

沼气池类型	$EF_{CH_4, default}$
用钢或内衬混凝土或玻璃纤维和气体保持系统和整体结构的沼气池（蛋形蒸煮器）	0.028
UASB 型蒸煮器, 不含外部水的浮动式气体保持器, 密封	0.05
无衬里混凝土/铁板/砖石砌体的沼气池; 整体固定式圆顶蒸煮器, 覆盖厌氧盐水	0.10
注: 缺省值的使用应与项目活动中使用的沼气池类型相对应。沼气池类型应该由制造商提供的信息确定。如果不能提供沼气池类型的相关信息, 则应该使用排放因子0.10 (IPCC参考值的上限)。	

C.5 厌氧发酵系统的VS分解率

表C.5规定了厌氧发酵系统不同工艺性能下的VS分解率。

表C.5 厌氧发酵系统不同工艺性能下的 VS 分解率

厌氧处理	HRT	COD	TS	VS	TN
	天	分解率 (%)	分解率 (%)	分解率 (%)	分解率 (%)
水泡粪	100	-	35	25	13
一级氧化塘	365	80	80	80	70
二级氧化塘	210	93	83	94	65
注: HRT=水力停留时间; COD=化学需氧量; TS=总固体; VS=挥发性固体; TN=总氮; - =数据不详。					

C.6 粪便的最大 CH_4 生产潜力值

表C.6规定了粪便的最大CH₄生产潜力值

表C.6 粪便的最大 CH₄生产潜力值

单位为m³CH₄/kgVS干物重

粪便类型	奶牛粪	非奶牛粪	商品猪粪	种猪粪	绵羊粪	山羊粪	马粪	驴/骡粪	家禽粪
B ₀ 值	0.24	0.19	0.45	0.45	0.19	0.18	0.26	0.26	0.24

C.7 厌氧沼气池的MCF值

表C.7规定了厌氧沼气池的MCF值。

表C.7 按温度所列的粪便管理系统的 MCF 值

系统			无盖厌氧塘	厌氧沼气池
温度（℃）	寒冷	≤10	66%	0-100%
		11	68%	
		12	70%	0-100%
		13	71%	
		14	73%	
	温和	15	74%	0-100%
		16	75%	
		17	76%	
		18	77%	
		19	77%	
		20	78%	
		21	78%	
		22	78%	
		23	79%	
		24	79%	
		25	79%	
	温暖	26	79%	0-100%
		27	80%	
		≥28	80%	

注：MCF值取决于基准线情景下厌氧粪便管理系统所在地的年均气温，在5℃-10℃时，需要用线性内插法计算5℃时MCF=0；用MCF值（通过上述方法估算的）乘以0.94，来处理IPCC2006公布的MCF值的20%的不确定性问题。

C.8 动物平均体重默认值

表C.8规定了动物平均体重默认值。

表C.8 动物平均体重默认值

单位为kg

动物类型	奶牛	非奶牛	商品猪	种猪	绵羊	山羊	马	驴/骡	家禽
体重	390.71	334.26	28	28	28.96	35.30	238	130	NR
注：NR=未报告									

C.9 动物每天排泄的挥发性固体值

表C.9规定了动物每天排泄的挥发性固体值。

表C.9 动物每天排泄的挥发性固体值

单位为kgVS干物重/头（只）/d

粪便类型	奶牛粪	非奶牛粪	商品猪粪	种猪粪	绵羊粪	山羊粪	马粪	驴/骡粪	家禽粪
VS _{default}	4.04	2.20	0.44	0.44	0.52	0.43	1.72	0.94	0.02

C.10 厌氧沼气池、好氧氧化塘系统产生的N₂O直接排放因子

表C.10规定了厌氧沼气池、好氧氧化塘系统产生的N₂O直接排放因子。

表C.10 厌氧沼气池、好氧氧化塘系统产生的 N₂O 直接排放因子单位为kgN₂O-N/kgN

系统	定义	$EF_{N_2O, D, j}$
厌氧沼气池	通过添加微生物将有机物转化成 CH ₄ 和 CO ₂ （收集并燃烧或用作燃料）	0
好氧氧化塘处理	以液体形式收集的粪肥的生物氧化过程，进行强制通风或自然通风。自然通风仅局限于好氧和兼性塘以及湿地系统，主要由光合作用引起。因而，在没有阳光的时期，这些系统通常变成缺氧环境。	自然通风系统 0.001
		强制通风系统 0.005

C.11 不同动物年均氮排泄量默认值

表C.11规定了不同动物年均氮排泄量默认值。

表C.11 不同动物年均氮排泄量默认值

单位为kgN/头（只）/a

动物类型	肉牛	奶牛	家禽	羊	猪
NEX _{LT, y}	28.0	78.0	0.85	5.7	10.5

C.12 无机氮肥、有机肥的N₂O排放因子

表C.12规定了无机氮肥、有机肥的N₂O排放因子。

表C.12 无机氮肥、有机肥 N₂O 排放因子

单位为tN₂O-N/tN

区域	EF_1	EF_2	范围
北京、天津、河北、河南、山东	0.0057	0.0057	0.0014- 0.0081

C.13 电力排放因子默认值

表C.13规定了电力排放因子默认值。

表C.13 电力排放因子

单位为tCO₂/MWh

区域	EF_{EC, CO_2}
华北区域电网	参考国家发改委规定的最新值

C.14 不同燃料的净热值的默认值

表C.14规定了不同燃料的净热值、单位热值含碳量和燃料碳氧化率默认值。

表C.14 常用化石燃料相关参数默认值

燃料品种		净热值 GJ/t 或 GJ/10 ⁴ m ³	单位热值含碳量 tC/GJ	燃料碳氧化率%
固体燃料	无烟煤	26.7	27.4×10^{-3}	94
	烟煤	19.570	26.1×10^{-3}	93
	褐煤	11.9	28.0×10^{-3}	96
	型煤	17.460	33.60×10^{-3}	90
液体燃料	汽油	43.070	18.9×10^{-3}	98
	柴油	42.652	20.2×10^{-3}	98
气体燃料	天然气	389.31	15.3×10^{-3}	99
	其他煤气	52.270	12.2×10^{-3}	99

C.15 不同管理活动的相关库变化因子缺省值

表C.15规定了北京市农田不同管理活动的相关库变化因子缺省值。

表C.15 北京市农田不同管理活动的相关库变化因子缺省值

农田管理活动	管理方式	缺省值	说明
耕地类型 F_{LU}	旱地	0.69	连续管理时间超过 20 年，主要种植一年生作物。
	水田	1.10	长期种植（超过 20 年）湿地一年生作物（水稻），包括双季非水淹作物。
	果园	1.00	长期生长多年生树种，如果树。
	菜地	0.69	连续管理时间超过 20 年，主要种植一年生作物。
耕作方式 F_{MG}	充分耕作	1.00	进行充分和/或一年中频繁耕作（如深翻等），对土壤产生大量干扰。在种植期，地表覆盖的残余物很少，通常低于 30%。
	少耕	1.08	只进行一次和/或二次浅耕和不充分耕地，减少对土壤的干扰。在种植期，地表落叶残余物覆盖率通常高于 30%。
	免耕地	1.15	不经耕地直接进行播种，只在播种区最低限度干扰土壤。
秸秆及肥料投入 F_I	低	0.95	作物秸秆被清除或焚烧，种植残余物少的作物（例如蔬菜），同时不使用矿物质肥料，或不种植固氮作物。
	中	1.17	一年生作物秸秆还田、少耕和不施肥的管理模式。轮作中使用矿物质肥料或种植固氮作物。
	高	1.31	通过采取秸秆还田、种植绿肥、果园生草等措施，实现比中等碳投入更高的作物残余物还田效果，但不施粪肥。
		1.72	增施外源性有机质肥料，包括有机肥、生物有机肥、有机源土壤调理剂、有机源生物腐植酸肥料、外源秸秆等。