

DB 3301

浙江省杭州市地方标准

DB3301/T 1136—2024

低碳生态农场碳排放核算与评价规范

2024-02-29 发布

2024-03-29 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 核算与评价流程	2
5 核算边界与范围	3
6 核算步骤与方法	4
7 核算质量保证	5
8 核算报告与评价	5
附录 A（资料性） 温室气体源与温室气体种类示意表	7
附录 B（规范性） 温室气体排放量计算方法	8
附录 C（资料性） 核算报告模板	16
附录 D（资料性） 能源 CO ₂ 、种植过程农田 N ₂ O、CH ₄ 、CO ₂ 排放因子推荐值	17
附录 E（资料性） 畜禽养殖过程粪便管理 CH ₄ 和 N ₂ O 排放因子推荐值	18
附录 F（资料性） 不同动物甲烷转化率	19
附录 G（资料性） 不同动物粪便最大甲烷生产能力	20
附录 H（资料性） 不同粪便管理方式甲烷转化系数（MCF）和粪便氮中的氧化亚氮排放因子推荐值	21
附录 I（资料性） 不同动物氮排泄量	22
附录 J（资料性） 池塘施肥排放因子推荐值	23
附录 K（资料性） 常用化石燃料相关参数推荐值	24
参考文献	25

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。

本文件由杭州市农业农村局提出并归口。

本文件起草单位：杭州市农业技术推广中心（杭州市植保植检中心）、浙江大学、浙江省农业科学院。

本文件主要起草人：孙涛、黄越、陈翔、王京文、吴良欢、马闪闪、尉吉乾、商小兰、姚志昊、贺希格都楞、韩科峰、程琪、徐著、楼玲、赵海莹、孟鹏翔、张海娟、胡康赢、朱诚、王渡丹、李衍。

低碳生态农场碳排放核算与评价规范

1 范围

本文件规定了低碳生态农场碳排放的核算与评价流程、核算边界与范围、核算步骤与方法、核算质量保证、核算报告与评价。

本文件适用于低碳生态农场碳排放核算与评价，其他生态农场可参照执行。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低碳生态农场 ecological low-carbon farm

规模大于30亩，采用一系列生态低碳农业生产技术，减少能源消耗和污染物排放，实现农业综合效益，达到资源匹配合理、环境友好和食品安全的农场。

3.2

温室气体 greenhouse gases

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、波长在红外光谱内辐射的气态成分。

注：本文件所指温室气体为二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和氧化亚氮（N₂O）。

[来源：GB/T 32150—2015，定义3.1]

3.3

全球增温潜势 global warming potential (GWP)

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，定义3.16]

3.4

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。

注：二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变增温潜势值。

[来源：GB/T 32150—2015，定义3.16]

3.5

报告主体 reporting entity

具有温室气体排放行为的法人企业或视同法人企业独立核算单位。

[来源：GB/T 32150—2015，定义3.2]

3.6

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

[来源：GB/T 32150—2015，定义3.13]

3.7

燃料燃烧排放 fuel combustion emission

燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

[来源：GB/T 32150—2015，定义3.7]

3.8

购入的电力、热力产生的排放 emission from purchased electricity and heat

企业（组织）消费的购入电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

注：热力包括蒸汽、热水等。

[来源：GB/T 32150—2015，定义3.9]

3.9

输出的电力、热力产生的排放 emission from exported electricity and heat

企业（组织）输出的电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

[来源：GB/T 32150—2015，定义3.10]

3.10

活动数据 activity data

导致温室气体排放或可抵扣排放量的农业生产输入与输出活动量的表征值。

3.11

碳排放强度 carbon emission intensity

单位产量排放的温室气体二氧化碳当量。

4 核算与评价流程

碳排放核算与评价流程见图1，包括以下流程：

- a) 确定温室气体排放核算边界；
- b) 温室气体排放核算，具体包括：
 - 1) 识别温室气体；
 - 2) 选择核算方法；
 - 3) 选择与收集温室气体活动数据；
 - 4) 选择或测算排放因子；
 - 5) 核算温室气体排放量与碳排放强度；
- c) 数据质量保证；
- d) 温室气体排放核算报告；
- e) 温室气体排放评价。

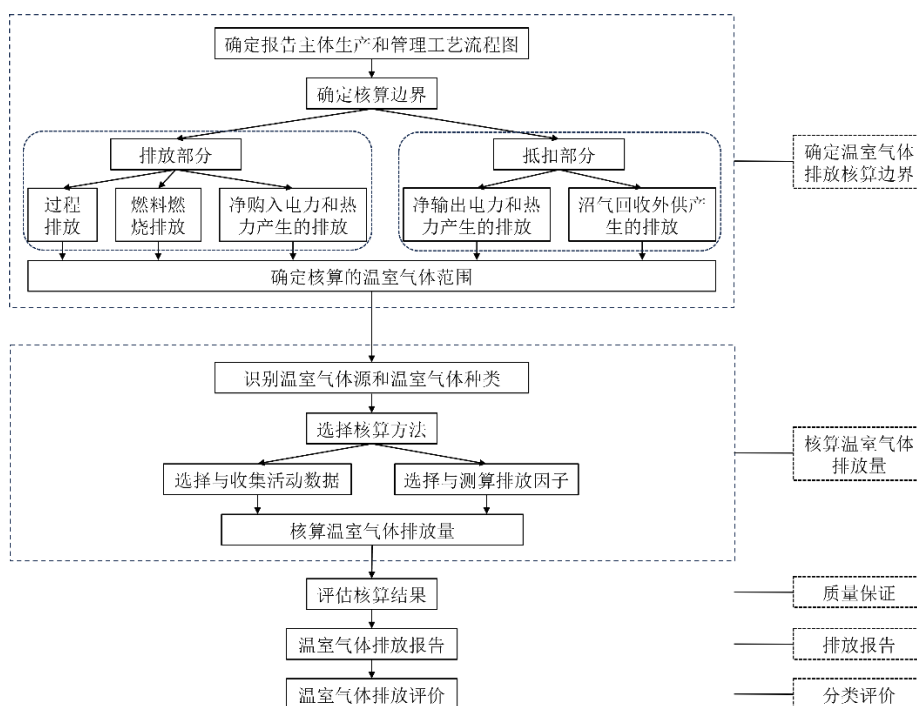


图1 低碳生态农场碳排放核算的工作流程图

5 核算边界与范围

5.1 核算边界

5.1.1 核算边界的确定应参考其生产和管理工艺流程图。核算边界应包括：农业过程排放、燃料燃烧排放、购入的电力、热力产生的排放与输出的电力、热力产生的排放。

5.1.2 核算的温室气体范围应包括：二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和氧化亚氮（N₂O）。报告主体应根据实际排放情况确定温室气体种类。

5.2 核算范围

5.2.1 种植型农场核算范围

5.2.1.1 种植型农场过程排放

种植型农场的过程排放主要包括稻田甲烷排放、施用肥料（包括化肥和有机肥）产生的氧化亚氮排放、施用尿素产生的二氧化碳排放、有机废弃物（如秸秆还田）处置过程产生的氧化亚氮排放以及土壤碳库变化。

5.2.1.2 生产过程中消耗的燃料和电力

生产过程中消耗的燃料和电力应根据农场消费台账或统计报表确定。

5.2.1.3 可抵扣的温室气体排放量

农业有机废弃物厌氧发酵生产沼气、电力，利用太阳能和风力等设施发电，向外输出并被第三方利用，可抵扣报告主体相应的温室气体排放量。

5.2.2 畜禽养殖型农场核算范围

5.2.2.1 养殖型农场过程排放

养殖型农场的过程排放主要包括反刍动物胃肠道甲烷排放、粪便管理甲烷和氧化亚氮排放。

5.2.2.2 生产过程中消耗的燃料和电力

生产过程中消耗的燃料和电力应根据农场消费台账或统计报表确定。

5.2.2.3 动物粪便管理

动物粪便管理甲烷和氧化亚氮排放只包括动物粪便在养殖场内贮存和处理过程中产生的甲烷和氧化亚氮，不包括粪便施入农田后的甲烷和氧化亚氮排放。

5.2.2.4 可抵扣的温室气体排放量

养殖产生的有机废弃物厌氧发酵生产沼气、电力，利用太阳能和风力等设施发电，向外输出并被第三方利用，可抵扣报告主体相应的温室气体排放量。

5.2.3 水产养殖型农场核算范围

5.2.3.1 水产养殖型农场过程排放

水产养殖型农场的过程排放主要包括池塘施肥输入的肥料产生的氧化亚氮排放。

5.2.3.2 生产过程中消耗的燃料和电力

生产过程中消耗的燃料和电力应根据农场消费台账或统计报表确定。

5.2.4 种养结合型农场核算范围

种养结合型农场的核算范围按照实际种养类型参照5.2.1、5.2.2、5.2.3执行。

6 核算步骤与方法

6.1 识别温室气体排放源及种类

在确定的核算边界范围内，温室气体源与温室气体种类参照附录A。

6.2 选择与收集温室气体活动数据

报告主体应按照表1由高到低的次序选择和收集活动数据。

表1 温室气体活动数据收集方式推荐

数据类型	描述
原始数据	直接计量、监测获得的数据
次级数据	通过原始数据折算获得的数据，如：根据年度购买量及库存量的变化确定的数据；根据财务数据折算的数据等
替代数据	来自相似过程或活动的数据

6.3 选择温室气体排放因子

报告主体应按照表 2 由高到低的次序选择和收集温室气体排放因子，并对来源作出说明。

表2 温室气体排放因子获取方式推荐

数据类型	描述
排放因子实测值或测算值	通过农业企业内的直接测量等方法得到的排放因子或相关参数值
排放因子参考值	来源于国家、省级、地级测算出的排放因子
	采用IPCC国家温室气体清单指南、省级温室气体清单指南

6.4 计算温室气体排放量

根据主体生产特点，选择适宜排放因子计算排放量，包括过程排放（种植过程、畜禽养殖过程和水产养殖过程）、燃料燃烧排放，购入的电力和热力产生的排放、输出的电力和热力产生的排放和甲烷减排量，由此计算碳排放强度。计算方法应符合附录 B 的要求。种植过程计算方法参考 NY/T 4300，畜禽养殖过程计算方法参考 NY/T 4243。

7 核算质量保证

7.1 数据选择

数据选择应遵循如下优先原则：

- a) 针对具体核算对象的数据年份和收集数据最短时间期限的时间数据优先；
- b) 针对所在地理区域具有地区代表性的产品的具体数据优先；
- c) 针对对象的具体某项技术或一套混合技术的具体技术数据优先；
- d) 对核算结果有显著影响的过程原始数据优先；
- e) 具有减排潜力且减排可由产品生产执行或影响的过程数据优先。

7.2 核算质量

7.2.1 碳排放核算数据应包括相关报告主体核算边界范围内温室气体排放所有数据。

7.2.2 数据应至少保存五年。

7.2.3 报告主体应加强温室气体数据质量管理工作，包括但不限于：

- a) 建立温室气体排放核算和报告的规章制度，包括负责部门和人员、工作流程和内容、工作周期和时间节点等；指定专职人员负责温室气体排放核算和报告工作；
- b) 建立温室气体排放源一览表，对于不同排放源的活动数据和排放因子数据的获取提出相应的要求；
- c) 建立健全温室气体数据记录管理体系，包括数据来源、数据获取时间及相关负责人等信息的记录管理；
- d) 建立温室气体排放报告内部审核制度，确保数据真实、准确、可靠，定期对温室气体排放数据进行交叉校验，对可能产生的数据误差风险进行识别，并提出相应的解决方案。

8 核算报告与评价

8.1 核算报告

8.1.1 基本要求

核算报告按 8.1.2~8.1.5 填写，模板见附录 C。

8.1.2 报告主体基本信息

报告主体基本信息应包括企业名称、报告年度、统一社会信用代码、法定代表人、填报人和联系方式等。

8.1.3 温室气体排放量与排放强度

报告主体应报告在核算和报告期内温室气体排放总量，并分别报告过程排放、购入的电力和热力产生的排放、输出的电力和热力产生的排放、粪便厌氧发酵甲烷回收量。

8.1.4 活动数据及来源

报告主体应报告的活动数据包括但不限于：

- a) 不同品种燃料的消耗量，过程排放的相关数据，购入的电力量和热力量以及输出电力量和热力量等；
- b) 种植品种与面积、种植管理模式、肥料施用量、产量等；
- c) 饲养各动物数量与规模，水产施肥种类和数量等。

8.1.5 排放因子数据及来源

报告主体应报告在核算期内本农场所涉及的各种农作物排放因子的选择及其依据，动物排放因子的选择及其依据，各种能源消耗的排放因子选择，如果是计算获得的排放因子，应报告排放因子的计算过程以及各种参数取值情况和依据，并说明这些数据的来源。

8.2 排放评价

8.2.1 比较评价

报告主体根据当前和历史碳排放数据，分析排放趋势和特征，评价碳排放强度上升或下降程度，并根据最大排放源，制定减排计划与措施。

8.2.2 分类评价

根据报告主体生产特点分类（种植型、养殖型、种养结合型）按碳排放强度每年进行分类评价。

附录 A

(资料性)

温室气体源与温室气体种类示意表

温室气体源与温室气体种类示意表见表A.1。

表A.1 温室气体源与温室气体种类示意表

核算边界	温室气体源类型		排放源举例	
			排放源	温室气体种类
过程排放	种植	生产过程排放	农田	CH ₄
			化肥氮、有机肥（堆肥、沼肥、绿肥、商品有机肥等）氮	N ₂ O、CH ₄
		废弃物处置过程排放	秸秆还田	N ₂ O、CH ₄
		土壤碳库	农田	CO ₂ （固碳/释放碳）
	畜禽养殖	生产过程排放	胃肠道	CH ₄
		粪污处置过程	粪便	N ₂ O、CH ₄
	水产养殖	生产过程排放	池塘施肥	N ₂ O
燃料燃烧排放	移动燃烧源		生产过程中用到的机械设备	CO ₂
	固定燃烧源		用于发电和供热的设备	CO ₂
购入的电力与热力产生的排放	由报告主体从系统外部购入的电力、热力		播种设备、收割设备、混合搅拌设备、废弃物处置设备、暖气等用电用热设备	CO ₂
输出的电力与热力产生的排放	由报告主体向系统外部输出的电力、热力		农业废弃物厌氧发酵、太阳能设施、风力设施等	CO ₂
厌氧发酵甲烷回收量	农业废弃物厌氧发酵过程甲烷回收量		农业废弃物厌氧发酵设施	CH ₄

附录 B
(规范性)
温室气体排放量计算方法

B.1 过程排放量计算方法

B.1.1 过程排放量总和

按式 (B.1) 计算。

$$E_p = \sum_i E_{p,i} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

E_p ——过程温室气体排放量总和, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e);

$E_{p,i}$ ——第*i*个过程产生的温室气体排放, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)。

B.1.2 种植过程

B.1.2.1 农田甲烷排放量

按式 (B.2) 计算。

$$E_{soil-CH_4} = \sum EF_{CH_4,i} \times A_i \times 10^{-3} \times GWP_{CH_4} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$E_{soil-CH_4}$ ——农田甲烷排放量, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e);

EF_{CH_4} ——农田甲烷排放因子, 单位为千克甲烷每公顷 (kg CH₄/hm²);

i——农田类型, 包括单季稻、双季早稻和双季晚稻;

A——农田种植面积 (hm²);

GWP_{CH_4} ——甲烷的全球增温潜势值, 取27.9。

B.1.2.2 施肥造成的 N₂O 排放量

B.1.2.2.1 施肥造成的 N₂O 排放量按式 (B.3) 计算。

$$E_{fertilization-N_2O} = (E_{N_2O-direct} + E_{N_2O-indirect}) \times GWP_{N_2O} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

$E_{fertilization-N_2O}$ ——施用氮肥引起的温室气体排放总量, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e);

$E_{N_2O-direct}$ ——施肥引起直接N₂O排放量, 单位为吨氧化亚氮 (tN₂O);

$E_{N_2O-indirect}$ ——施肥引起的间接N₂O排放量, 单位为吨氧化亚氮 (tN₂O);

GWP_{N_2O} ——N₂O的全球增温潜势, 取273。

B.1.2.2.2 施肥 N₂O 直接排放量按式 (B.4) 计算。

$$E_{N_2O-direct} = (F_{CN} + F_{ON}) \times EF_1 \times k \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

$E_{N_2O-direct}$ ——施肥引起直接N₂O排放量, 单位为吨氧化亚氮 (tN₂O);

F_{CN} ——核算面积及作物生长期无机氮 (纯养分) 的总施用量, 单位为吨氮 (tN);

F_{ON} ——核算面积及作物生长期动物粪肥、堆肥、秸秆还田等有机氮 (纯养分的总施用量), 单位为吨氮 (tN);

EF_1 ——氮肥 N_2O 直接排放系数，见附录D；

k —— N_2O -N转化为 N_2O 系数，取44/28。

B.1.2.2.3 施肥 N_2O 间接排放量按式（B.5）计算。

$$E_{N_2O-indirect} = E_{N_2O-volatilization} + E_{N_2O-leaching} \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：

$E_{N_2O-indirect}$ ——施肥引起间接 N_2O 排放量，单位为吨氧化亚氮（ tN_2O ）（ tN_2O ）；

$E_{N_2O-volatilization}$ ——施肥引起基于挥发氮导致的 N_2O 排放量，单位为吨氧化亚氮（ tN_2O ）；

$E_{N_2O-leaching}$ ——施肥引起基于淋溶/径流导致的 N_2O 排放量，单位为吨氧化亚氮（ tN_2O ）。

B.1.2.2.4 基于挥发氮导致的 N_2O 排放量按式（B.6）计算。

$$E_{N_2O-volatilization} = [(F_{CN} \times 0.1) + (F_{ON} \times 0.2)] \times k \times EF_2 \dots\dots\dots (B.6)$$

式中：

$E_{N_2O-volatilization}$ ——施肥引起基于 NH_3 和 NO_x 形式挥发氮导致的 N_2O 排放量，单位为吨氧化亚氮（ tN_2O ）；

F_{CN} ——核算面积及作物生长期无机氮（纯养分）的总施用量，单位为吨氮（ tN ）；

0.1——施用的无机氮肥中以 NH_3 和 NO_x 形式挥发的氮比例；

F_{ON} ——核算面积及作物生长期动物粪肥、堆肥等有机氮（纯养分）的总施用量，单位为吨氮（ tN ）；

0.2——施用的有机氮肥中以 NH_3 和 NO_x 形式挥发的氮比例；

EF_2 ——基于挥发作用的 N_2O 排放因子，见附录D；

k —— N_2O -N转化为 N_2O 系数，取44/28。

B.1.2.2.5 基于淋溶/径流导致的 N_2O 排放量按式（B.7）计算。

$$E_{N_2O-leaching} = [(F_{CN} + F_{ON}) \times 0.3] \times k \times EF_3 \dots\dots\dots (B.7)$$

式中：

$E_{N_2O-leaching}$ ——淋溶和径流产生的 N_2O 的量，单位为吨氧化亚氮（ tN_2O ）；

F_{CN} ——核算面积及作物生长期无机氮（纯养分）的总施用量，单位为吨氮（ tN ）；

F_{ON} ——核算面积及作物生长期动物粪肥、堆肥等有机氮（纯养分）的总施用量，单位为吨氮（ tN ）；

0.3——淋溶/径流发生地区管理土壤中通过溶淋和径流损失的氮占有所有施入氮比例；

EF_3 ——基于淋溶/径流作用的 N_2O 排放因子，见附录D；

k —— N_2O -N转化为 N_2O 系数，取44/28。

B.1.2.3 生产肥料造成的 CO_2 排放量

按式（B.8）计算。

$$E_{fertilization-CO_2} = M_{urea} \times P_{urea} + M_{cf} \times P_{cf} \dots\dots\dots (B.8)$$

式中：

$E_{fertilization-CO_2}$ ——生产肥料造成的 CO_2 排放总量，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2e ）；

M_{urea} ——尿素使用量，单位为吨（ t ）；

P_{urea} ——尿素生产企业二氧化碳排放强度，单位为吨二氧化碳每吨（ tCO_2/t ），由生产企业提供；

M_{cf} ——复合肥使用量，单位为吨（ t ）；

P_{cf} ——复合肥生产企业二氧化碳排放强度，单位为吨二氧化碳每吨（ tCO_2/t ），由生产企业提供。

B.1.2.4 施用尿素造成的 CO_2 排放量

按式（B.9）计算。

$$E_{urea-CO_2} = M_{urea} \times EF_{urea} \dots\dots\dots (B.9)$$

式中：

$E_{\text{urea-CO}_2}$ ——施用尿素造成的CO₂排放总量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 M_{urea} ——尿素施用量，单位为吨（t）；
 EF_{urea} ——尿素二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吨（tCO₂/t），见附录D。

B. 1. 2. 5 土壤碳库变化

B. 1. 2. 5. 1 土壤碳库变化按式（B. 10）计算。

$$\Delta E_{\text{soil,CO}_2} = \frac{(SOC_T - SOC_0)}{T} \times n \dots\dots\dots (B. 10)$$

式中：

$\Delta E_{\text{soil,CO}_2}$ ——农田土壤中的年度碳库变化量，单位为吨二氧化碳每年（tCO₂/a）；
 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 ——一个核算期的年数，单位为年（a）；
 n ——CO₂-C转化为CO₂系数，取44/12。

B. 1. 2. 5. 2 土壤有机碳库按式（B. 11）计算。

$$SOC = D_{\text{soil}} \times H_{\text{soil}} \times A \times C_{\text{SOC}} \times 0.1 \dots\dots\dots (B. 11)$$

式中：

D_{soil} ——土壤容重，单位为克每立方厘米（g/cm³），根据实际测定获得；
 H_{soil} ——耕层厚度，单位为厘米（cm），取30；
 A ——土地面积，单位为公顷（hm²）；
 C_{SOC} ——土壤SOC含量，单位为克每千克（g/kg），根据实际测定获得；
 0.1——单位换算系数。

B. 1. 3 畜禽养殖过程

B. 1. 3. 1 动物胃肠道发酵甲烷排放量

B. 1. 3. 1. 1 动物胃肠道发酵甲烷排放按式（B. 12）计算。

$$E_{\text{gut-CH}_4} = \sum_i (EF_{\text{gut-CH}_4,i} \times AP_i \times 10^{-3} \times GWP_{\text{CH}_4}) \dots\dots\dots (B. 12)$$

式中：

$E_{\text{gut-CH}_4}$ ——动物胃肠道发酵甲烷排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 $EF_{\text{gut-CH}_4,i}$ ——第i种动物胃肠道发酵甲烷排放因子，单位为千克甲烷/头/年（kg CH₄/头/a）；
 AP_i ——第i种动物存栏数，单位为头或只（头/只）；
 GWP_{CH_4} ——甲烷的全球增温潜势值，取28。

B. 1. 3. 1. 2 奶牛、非奶牛、水牛、羊等反刍动物的肠道发酵甲烷排放因子应优先使用测定值。如无测定值，可通过式（B. 13）计算获得，若无测定值且不能通过计算获得，可选用附录 E 中的缺省值。

$$EF_{\text{gut-CH}_4,i} = \frac{(GE_i \times Y_{m,i} \times 365)}{k} \dots\dots\dots (B. 13)$$

式中：

GE_i ——第i种动物每天通过饲料摄取的总能量，单位为兆焦每头每天（MJ/头/天）。GE的确定应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，可通过动物饲料干物质摄入量乘以18.45计算获得；
 $Y_{m,i}$ ——第i种动物甲烷转化率，即采食饲料中总能转化成甲烷能的比例，单位为百分比（%）。 Y_m 的确定应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，可选用附录F的推荐值；

k——甲烷能转化因子，取55.65，单位为兆焦每千克甲烷（MJ/kg CH₄）。

B.1.3.2 动物粪便管理甲烷排放量

B.1.3.2.1 动物粪便管理甲烷排放量按式（B.14）计算。

$$E_{feces-CH_4} = \sum_i (EF_{feces-CH_4,i} \times AP_i \times 10^{-3} \times GWP_{CH_4}) \dots\dots\dots (B.14)$$

式中：

$E_{feces-CH_4}$ ——动物粪便管理甲烷排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO_{2e}）；

$EF_{feces-CH_4,i}$ ——第i种动物粪便管理甲烷排放因子，单位为千克甲烷/头/年（kg CH₄/头/a）；

AP_i ——第i种动物存栏数，单位为头或只（头/只）；

GWP_{CH_4} ——甲烷的全球增温潜势值，取28。

B.1.3.2.2 奶牛、非奶牛、水牛、羊、猪等动物的粪便管理甲烷排放因子应优先使用测定值。如无测定值，可通过式（B.15）计算获得。若无测定值且不能通过计算获得，可选用附录E中的缺省值。

$$EF_{feces-CH_4,i} = (VS_i \times 365) \times [B_{0,i} \times 0.67 \times \sum_j MCF_j \times MS_{i,j}] \dots\dots\dots (B.15)$$

式中：

$EF_{feces-CH_4,i}$ ——第i种动物粪便管理甲烷排放因子，单位为千克甲烷（kg CH₄/头/年）；

VS_i ——第i种动物每日易挥发固体排泄量，单位为千克易挥发固体每头每天（kg VS/头/天）；

$B_{0,i}$ ——第i种动物的最大甲烷生产能力，单位为立方米甲烷每千克易挥发固体（m³ CH₄/kg VS），见附录G；

0.67——甲烷的质量体积密度，单位为千克每立方米（kg/m³）；

MCF_j ——粪便管理方式j的甲烷转化系数（%），见附录H；

$MS_{i,j}$ ——第i种动物在粪便管理方式j中所占比例（%），通过报告主体的管理记录确定。

B.1.3.2.3 动物每日易挥发固体排泄量按式（B.16）计算。

$$VS = [GE \times (1 - \frac{DE\%}{100}) + (UE \times GE)] \times [\frac{1-ASH}{18.45}] \dots\dots\dots (B.16)$$

VS——动物每日易挥发固体排泄量，单位为千克每头每天（kg dmVS/头/天）；

GE——动物每天总能摄入量，单位为兆焦每头每天（MJ/头/天），GE的确定应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，可通过动物饲料干物质摄入量乘以18.45计算获得；

DE%——动物摄入饲料的消化率，单位为百分比（%），DE%的确定应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，推荐牛的饲料消化率为70%，羊为65%，猪为80%；

UE——尿能占总能的系数。UE的确定应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，推荐牛羊的系数为0.04，猪为0.02；

ASH——粪便中的灰分含量，ASH的确定应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，推荐牛羊粪便的灰分为0.08，猪粪便的灰分为0.04。

B.1.3.3 动物粪便管理氧化亚氮排放量

B.1.3.3.1 动物粪便管理氧化亚氮排放量按式（B.17）计算。

$$E_{feces-N_2O,i} = Nex_i \times k \times (\sum_j MS_{i,j} \times EF_{i,j}) \dots\dots\dots (B.17)$$

式中：

$E_{feces-N_2O}$ ——动物粪便管理氧化亚氮排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO_{2e}）；

$EF_{feces-N_2O,i}$ ——特定种群粪便管理氧化亚氮排放因子（千克/头/年）；

AP_i ——第i种动物的数量头或只（头/只）；

GWP_{N₂O}——N₂O的全球增温潜势，取265。

B.1.3.3.2 奶牛、肉牛、羊、猪、家禽等粪便管理氧化亚氮排放因子应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值可通过式(B.18)计算获得。若无测定值且不能通过计算获得，可选用附录E中的缺省值。

$$EF_{feces-N_2O,j} = Nex_i \times k \times (\sum_j MS_{i,j} \times EF_{i,j}) \dots\dots\dots (B.18)$$

式中：

Nex_i ——第i种动物的年均N排泄量(kgN/头/年)，优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，可参考附录I；

MS_{i,j} ——第i种动物在粪便管理方式j中所占比例(%)，通过报告主体的管理记录确定；

EF_{i,j} ——第j种粪便管理方式下粪便氮中的氧化亚氮排放因子，单位为千克N₂O-N每千克氮(kg N₂O-N/kg N)，见附录H；

k ——N₂O-N转化为N₂O系数，取44/28。

B.1.4 水产养殖过程

B.1.4.1 水产养殖过程排放量

按式(B.19)计算。

$$E_{AF} = \sum_i AD_{W,i} \times EF_{W,i} \dots\dots\dots (B.19)$$

式中：

E_{AF} ——池塘施肥导致的排放，单位为吨二氧化碳当量(tCO_{2e})；

AD_{W,i} ——向池塘中加入物料i的消耗量，单位为吨(t)；

EF_{W,i} ——物料i排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吨(tCO_{2e}/t)，参考值见附录J。

B.2 燃料燃烧产生的排放量

B.2.1 燃料燃烧产生的排放量按式(B.20)计算。

$$E_{burning} = \sum_i (AD_{fuel,i} \times EF_{fuel,i}) \dots\dots\dots (B.20)$$

式中：

E_{burning} ——燃料燃烧产生的温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；

AD_{fuel,i} ——核算和报告年度内第i种化石燃料的活动数据，单位为吉焦(GJ)；

EF_{fuel,i} ——第i种化石燃料的排放因子，单位为吨二氧化碳/吉焦(tCO₂/GJ)；

i ——化石燃料的种类；

B.2.2 化石燃料的活动数据按式(B.21)计算。

$$AD_{fuel,i} = FU_{fuel,i} \times NCV_{fuel,i} \times 10^{-6} \dots\dots\dots (B.21)$$

式中：

AD_{fuel,i} ——第i种化石燃料的活动水平，单位为吉焦(GJ)；

FU_{fuel,i} ——第i种化石燃料的年消耗量，对固体或液体燃料以吨(t)为单位，对气体燃料以万立方米(10⁴m³)为单位；化石燃料消耗量数据统计以报告主体的能源台账或统计报表来确定；

NCV_i ——第i种化石燃料的低位发热值，对固体或液体燃料以吉焦每吨(GJ/t)为单位，对气体燃料以吉焦每万立方米(GJ/10⁴m³)为单位；本指南给出了不同燃料的低位发热值缺省值，具体数值见附录K；

i ——化石燃料的种类。

B.2.3 化石燃料的年消耗量按式(B.22)计算。

$$EF_{fuel,i} = CC_i \times OF_i \times n \dots\dots\dots (B. 22)$$

式中:

- EF_{fuel, i}——第*i*种燃料的排放因子, 单位为吨二氧化碳/吉焦 (tCO₂/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), 见附录K;
- OF_{*i*}——第*i*种燃料的碳氧化率, 见附录K;
- i*——化石燃料的种类;
- n*——C转化为CO₂系数, 取44/12。

B. 3 购入的电力、热力产生的排放量

B. 3.1 购入的电力产生的排放量按式 (B. 23) 计算。

$$E_{e-in} = AD_{e-in} \times EF_e \dots\dots\dots (B. 23)$$

式中:

- E_{e-in}——购入的电力所产生的CO₂排放, 单位为吨二氧化碳 (tCO₂); 见附录D;
- AD_{e-in}——购入的电力量, 单位为兆瓦时 (MWh);
- EF_e——电力生产排放因子, 单位为吨二氧化碳每兆瓦时 (tCO₂/MWh), 见附录D。

B. 3.2 购入的热力产生的排放量按式 (B. 24) 计算。

$$E_{h-in} = AD_{h-in} \times EF_h \dots\dots\dots (B. 24)$$

式中:

- E_{h-in}——购入的热力所产生的温室气体排放, 单位为吨二氧化碳 (tCO₂);
- AD_{h-in}——购入的热力量, 单位为吉焦 (GJ);
- EF_h——热力生产排放因子, 单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO₂/GJ), 取0.11。

B. 4 输出的电力、热力产生的排放量

B. 4.1 输出的电力产生的排放量按式 (B. 25) 计算。

$$E_{e-out} = AD_{e-out} \times EF_e \dots\dots\dots (B. 25)$$

式中:

- E_{e-out}——输出的电力所产生的CO₂排放, 单位为吨二氧化碳 (tCO₂);
- AD_{e-out}——输出的电力量, 单位为兆瓦时 (MWh);
- EF_e——电力生产排放因子, 单位为吨二氧化碳每兆瓦时 (tCO₂/MWh), 见附录D。

B. 4.2 输出的热力产生的排放量按式 (B. 26) 计算。

$$E_{h-out} = AD_{h-out} \times EF_h \dots\dots\dots (B. 26)$$

式中:

- E_{h-out}——输出的热力产生的温室气体排放, 单位为吨二氧化碳 (tCO₂);
- AD_{h-out}——输出的热力量, 单位为吉焦 (GJ);
- EF_h——热力生产排放因子, 单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO₂/GJ), 取0.11。

B. 5 甲烷减排量计算方法

B. 5.1 甲烷减排量

按式 (B. 27) 计算。

$$E_{recover-CH_4} = (R_{in-CH_4} + R_{out-CH_4}) \times GWP_{CH_4} \dots\dots\dots (B. 27)$$

式中:

- $E_{recover-CH_4}$ ——农业废弃物厌氧发酵后沼气回收利用甲烷减排量, 单位为吨二氧化碳 (tCO₂) ;
- R_{in-CH_4} ——报告主体回收沼气自用的CH₄量, 单位为吨甲烷 (tCH₄) ;
- R_{out-CH_4} ——报告主体回收沼气外供第三方的CH₄量, 单位为吨甲烷 (tCH₄) ;
- GWP_{CH_4} ——甲烷的全球增温潜势值, 取28。

B. 5. 2 回收沼气自用CH₄扣除量

按式 (B. 28) 计算。

$$R_{in-CH_4} = \eta_{in} \times Q_{in} \times PUR_{CH_4} \times \rho \dots\dots\dots (B. 28)$$

式中:

- R_{in-CH_4} ——报告主体回收沼气自用的CH₄量, 单位为吨甲烷 (tCH₄) ;
- η_{in} ——设备的气体转化效率 (%), 用作燃料燃烧时, 取缺省值99% ;
- Q_{in} ——报告主体自用的沼气的体积, 单位为 (10⁴Nm³) ;
- PUR_{CH_4} ——沼气中甲烷气体的含量 ;
- ρ ——CH₄气体在标准状况下的密度 (t/10⁴Nm³) , 取6.7。

B. 5. 3 回收沼气外供CH₄扣除量

按式 (B. 29) 计算。

$$R_{out-CH_4} = Q_{out} \times PUR_{CH_4} \times \rho \dots\dots\dots (B. 29)$$

式中:

- R_{out-CH_4} ——报告主体回收沼气外供第三方的CH₄量, 单位为吨甲烷 (tCH₄) ;
- Q_{out} ——报告主体外供第三方的沼气的体积, 单位为 (10⁴Nm³) ;
- PUR_{CH_4} ——沼气中甲烷气体的含量 ;
- ρ ——CH₄气体在标准状况下的密度 (t/10⁴Nm³) 。

B. 6 碳排放量计算方法

按式 (B. 30) 计算。

$$E = E_p + E_{burning} + E_{e-in} + E_{h-in} - E_{e-out} - E_{h-out} - E_{recover-CH_4} - \Delta E_{soil,CO_2} \dots\dots\dots (B. 30)$$

式中:

- E ——温室气体排放总量, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e) ;
- E_p ——过程温室气体排放量总和, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e) ;
- $E_{burning}$ ——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 (tCO₂e) ;
- E_{e-in} ——购入的电力所产生的CO₂排放, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e) ;
- E_{h-in} ——购入的热力所产生的温室气体排放, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e) ;
- E_{e-out} ——输出的电力所产生的CO₂排放, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e) ;
- E_{h-out} ——输出的热力产生的温室气体排放, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e) ;
- $E_{recover-CH_4}$ ——废弃物厌氧发酵生成沼气外供第三方利用量, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e) ;
- $\Delta E_{soil, CO_2}$ ——农田土壤中的年度碳库变化量, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e) 。

B.7 种植业碳排放强度计算方法

按式 (B.31) 计算。

$$P_{plant} = \frac{E_{plant}}{C_{plant}} \dots\dots\dots (B.31)$$

式中：

P_{plant} ——种植业碳排放强度，单位为吨二氧化碳当量每吨 (tCO₂e/t)；

E_{plant} ——核算主体温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

C_{plant} ——核算主体农产品产量，单位为吨 (t)。

B.8 养殖业碳排放强度计算方法

按式 (B.32) 计算。

$$P_{breed} = \frac{E_{breed}}{C_{breed}} \dots\dots\dots (B.32)$$

式中：

P_{breed} ——养殖业碳排放强度，单位为吨二氧化碳当量每吨 (tCO₂e/t)；

E_{breed} ——核算主体温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

C_{breed} ——核算主体养殖动物产出量，单位为吨 (t)。

附 录 C
(资料性)
核算报告模板

核算报告模板见表C.1。

表C.1 核算报告模板

主体信息	企业名称			统一社会信用代码			
	法定代表人		填报人		联系方式		
	报告年度		地址				
温室气体排放量与排放强度	排放部分 (tCO ₂ e)	过程排放量					
		燃料燃烧排放量					
		购入电力量和热力排放量					
	抵扣部分 (tCO ₂ e)	输出电力量和热力排放量					
		粪便厌氧发酵甲烷回收量					
		农田土壤碳库变化量					
	净排放量 (tCO ₂ e)						
主产品排放强度 (tCO ₂ e/t)							
活动数据	能源消耗	电力 (度)	燃煤 (t)	汽油 (L)	柴油 (L)		
	种植	面积 (亩)	品种	氮投入 (kg)			尿素 (kg)
				化肥氮	有机肥氮	秸秆氮	
	畜禽养殖	动物种类	数量 (头或只)	体重 (kg/头或只)	日粮 (kg/头 或只) /天)	粪便管理方式	
水产养殖	施肥种类			数量 (kg)			
排放因子数据及来源说明	种植排放因子的数据及来源说明						
	养殖排放因子的数据及来源说明						
	能源消耗的排放因子的数据及来源说明						

法定代表人 (签字) :

报告日期: 年 月 日

报告主体 (盖章)

附录 D

(资料性)

能源 CO₂、种植过程农田 N₂O、CH₄、CO₂ 排放因子推荐值能源 CO₂、种植过程农田 N₂O、CH₄、CO₂ 排放因子推荐值见表 D.1~表 D.4。表D.1 能源 CO₂ 排放因子推荐值

排放源类型	排放因子	单位
电力	根据电网变动	t CO ₂ /MWh
燃煤	2.52	kg CO ₂ /kg
汽油	2.5455	kg CO ₂ /kg
柴油	2.5207	kg CO ₂ /kg
天然气	0.4483	kg CO ₂ /kg

表D.2 种植过程农田 N₂O 排放因子推荐值

排放源类型	排放因子	单位
直接排放	0.0109	kg N ₂ O-N/kgN
氮挥发间接排放	0.01	kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N+挥发NO _x -N)
淋溶/径流间接排放	0.0075	kg N ₂ O-N/(kg淋溶/径流N)

表D.3 种植过程农田 CH₄ 排放因子推荐值

排放源类型	排放因子	单位
单季稻	215.5	kg CH ₄ e/hm ²
双季早稻	211.4	kg CH ₄ e/hm ²
双季晚稻	224	kg CH ₄ e/hm ²

表D.4 种植过程农田 CO₂ 排放因子推荐值

排放源类型	排放因子	单位
尿素	0.73	kg CO ₂ /kg

附 录 E
(资料性)

畜禽养殖过程粪便管理 CH₄ 和 N₂O 排放因子推荐值

畜禽养殖过程粪便管理 CH₄ 和 N₂O 排放因子推荐值见表 E. 1~表 E. 2。

表E. 1 畜禽养殖过程肠道发酵 CH₄ 排放因子推荐值

过程类型	奶牛	非奶牛	水牛	绵羊	山羊	家禽	猪	马	驴/骡	单位
规模化饲养	88.1	52.9	70.5	8.2	8.9	—	1	18	10	千克/头/年
散养	89.3	67.9	87.7	8.7	9.4	—				

表E. 2 畜禽养殖过程粪便管理 CH₄ 和 N₂O 排放因子推荐值

过程类型	奶牛	非奶牛	水牛	绵羊	山羊	家禽	猪	马	驴/骡	单位
粪便管理CH ₄ 排放	8.33	3.31	5.55	0.26	0.28	0.02	5.08	1.64	0.9	千克/头/年
粪便管理N ₂ O排放	2.065	0.846	0.875	0.113	0.113	0.007	0.175	0.330	0.188	

附录 F
(资料性)
不同动物甲烷转化率

不同动物甲烷转化率见表 F. 1。

种类	不同动物甲烷转化率 (Y_m)	单位
奶牛、非奶牛、成年羊	6.5	%
水牛	6.0	
饲料日粮精饲料90%以上的育肥牛	4.0	
羔羊 (小于1岁)	5.0	

附录 G
(资料性)

不同动物粪便最大甲烷生产能力

不同动物粪便最大甲烷生产能力见表 G.1。

动物类型	不同动物粪便最大甲烷生产能力 (B_0)		单位
	规模化养殖	农户散养	
奶牛	0.24	0.13	$\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{kg VS}$
非奶牛	0.19	0.10	
水牛	0.10	0.10	
猪	0.45	0.29	
山羊	0.18	0.13	
绵羊	0.19	0.13	

附 录 H
(资料性)

不同粪便管理方式甲烷转化系数 (MCF) 和粪便氮中的氧化亚氮排放因子推荐值

不同粪便管理方式甲烷转化系数 (MCF) 和粪便氮中的氧化亚氮排放因子推荐值见表 H. 1。

表H. 1 不同粪便管理方式甲烷转化系数 (MCF) 和粪便氮中的氧化亚氮排放因子推荐值

项目	氧化塘	液体贮存	固体贮存	放养	自然风干	舍内粪坑 贮存	每日施肥	沼气池	堆肥和 沤肥	其它	单位
MCF	71.0	22.0	2.0	1.0	1.0	3.0	0.1	10.0	0.5	1.0	%
排放因子	0	0.005	0.02	0.02	0.02	0.002	0	0	0.01	0.005	kg N ₂ O-N / kg N

附录 I
(资料性)
不同动物氮排泄量

不同动物氮排泄量 (N_{ex}) 见表I.1。

表I.1 不同动物氮排泄量

动物类型	N_{ex}	单位
奶牛	60	kg N/头/年
非奶牛	40	
家禽	0.6	
猪	16	
羊	12	
其它	40	

附 录 J
(资料性)
池塘施肥排放因子推荐值

池塘施肥排放因子推荐值见表J.1。

表J.1 池塘施肥排放因子推荐值

化肥种类	排放因子	单位
尿素	3.33	t CO ₂ e/t
尿素硝铵	2.90	
无水氨	5.22	
硝酸铵	4.01	
硝酸铵钙	2.85	
干硫酸铵	1.09	
重过磷酸钙	0.27	
过磷酸钙	0.04	
氯化钾	0.55	
硫酸钾	0.16	
磷酸一铵	0.78	
磷酸二铵	1.22	
硝基复合肥	1.85	
尿基复合肥	1.33	
氮钾复合肥	3.08	
磷钾复合肥	0.82	
有机肥	0	

附 录 K
(资料性)

常用化石燃料相关参数推荐值

常用化石燃料相关参数推荐值见表 K. 1~表 K. 3。

表K. 1 固体燃料参数推荐值

固体燃料类型	计量单位	低位发热值 GJ/t或GJ/10 ⁴ m ³	单位热值含碳量tC/GJ	燃料碳氧化率
无烟煤	t	26.70	27.4×10^{-3}	0.94
烟煤	t	19.57	26.1×10^{-3}	0.93
褐煤	t	11.90	28.0×10^{-3}	0.96
型煤	t	17.46	33.6×10^{-3}	0.90

表K. 2 液体燃料参数推荐值

液体燃料类型	计量单位	低位发热值 GJ/t或GJ/10 ⁴ m ³	单位热值含碳量tC/GJ	燃料碳氧化率
汽油	t	43.07	18.9×10^{-3}	0.98
柴油	t	42.65	20.2×10^{-3}	0.98

表K. 3 气体燃料参数推荐值

气体燃料类型	计量单位	低位发热值 GJ/t或GJ/10 ⁴ m ³	单位热值含碳量tC/GJ	燃料碳氧化率
天然气	10 ⁴ m ³	389.31	15.3×10^{-3}	0.99
其他煤气	10 ⁴ m ³	52.27	12.2×10^{-3}	0.99

参 考 文 献

- [1] GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
 - [2] NY/T 4300—2023 气候智慧型农业 作物生产固碳减排监测与核算规范
 - [3] NY/T 4243—2022 畜禽养殖场温室气体排放核算方法
 - [4] 《省级温室气体清单编制指南（试行）》（发改办气候〔2011〕1041号）
 - [5] 国家温室气体清单指南—2022（政府间气候变化专门委员会(IPCC)）
-