



中华人民共和国国家标准

GB/T 44903—2024

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 畜产品

Greenhouse gases—Quantification methodologies and requirements for
carbon footprint of products—Livestock products

2024-10-26 发布

2025-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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。

本文件由中华人民共和国农业农村部提出。

本文件由全国畜牧业标准化技术委员会(SAC/TC 274)和全国碳排放管理标准化技术委员会(SAC/TC 548)共同归口。

本文件起草单位：中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、全国畜牧总站、牧原食品股份有限公司、现代牧业(集团)有限公司、内蒙古优然牧业有限责任公司、怡地(北京)科技有限公司、湘湖实验室(农业浙江省实验室)。

本文件主要起草人：董红敏、左玲玲、魏莎、赵小丽、周元清、朱志平、王悦、胡小山、王建锋、杨华、郑云昊、尹福斌、樊庆垚、王川、吕中旺、田彦峰、张羽、谢雨衡、周磊。

引　　言

碳排放统计核算是做好碳达峰碳中和工作的重要基础,加快建立重要产品的碳足迹标准、产品碳标识认证制度,对促进产业绿色低碳转型具有重要作用。

本文件基于 GB/T 24067《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》中确定的产品碳足迹量化要求和指南,首次制定农业领域产品碳足迹国家标准、旨在为畜产品碳足迹和畜产品部分碳足迹提供具体的量化方法和要求,为保障粮食安全和重要农产品供应、支持农业农村减排固碳提供技术指导。

本文件运用生命周期评价方法,通过提供明确和一致的畜产品碳足迹量化方法和要求,确立了畜产品碳足迹核算的原则与目的,规定了核算范围、核算步骤、核算数据、核算方法以及核算报告的要求,使政府、行业、企业和其他相关方从中受益,具体包括:

- 明确畜产品生产的碳足迹量化要求;
- 统一畜产品生产的碳足迹量化方法;
- 促进畜产品生命周期碳足迹评估;
- 识别畜产品生产全过程关键排放环节,挖掘减排潜力;
- 提高畜产品碳足迹量化和报告的可信度、一致性和透明度;
- 促进畜产品供应链温室气体管理策略和计划的制定和实施。

为便于国内国际交流,根据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)的有关要求,本系列文件的量值以“国际量值单位+物质(元素)”或“物质(元素)+国际量值单位”的形式表示,如 tC 表示吨碳,tCO₂ 表示吨二氧化碳,tCO₂e 表示吨二氧化碳当量,tCH₄ 表示吨甲烷,Nm³ 表示标准状况下的立方米等。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求

畜产品

1 范围

本文件确立了畜产品碳足迹核算的原则与目的,规定了核算范围、核算步骤、核算数据以及核算报告的要求,描述了相应的核算方法。

本文件适用于畜产品生命周期温室气体(GHG)排放的核算、评价和报告。

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 6435 饲料中水分的测定

GB/T 11891 水质 凯氏氮的测定

NY/T 525 有机肥料

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

畜产品 **livestock products**

畜牧生产活动中获得的畜禽及其初级产品。

注 1: 不包括蜂、蚕的饲养经营活动及其初级产品。

注 2: 初级产品包括肉、蛋、奶、毛、绒等。

3.2

产品碳足迹 **carbon footprint of a product**

产品系统中的温室气体排放量和清除量之和,以二氧化碳当量表示,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。

[来源:GB/T 24067—2024,3.1.1]

3.3

产品部分碳足迹 **partial carbon footprint of a product**

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,以二氧化碳当量表示。

[来源:GB/T 24067—2024,3.1.2]

3.4

畜产品碳足迹 **carbon footprint of a livestock product**

畜产品系统中的温室气体排放量和清除量之和,以二氧化碳当量表示,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。

3.5

畜产品部分碳足迹 partial carbon footprint of a livestock product

在畜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,以二氧化碳当量表示。

3.6

产品系统 product system

拥有基本流和产品流,同时具有一种或多种特定功能,并能模拟产品生命周期的单元过程的集合。

[来源:GB/T 24044—2008,3.28]

3.7

共生产品 co-product

同一单元过程或产品系统中产出的两种或两种以上的产品。

[来源:GB/T 24044—2008,3.10]

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

单元过程 unit process

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

[来源:GB/T 24044—2008,3.34]

3.10

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]

3.11

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]

3.12

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]

3.13

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]

3.14

温室气体 greenhouse gas

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_2)、甲烷(CH_4)和氧化亚氮(N_2O)。

[来源:GB/T 32150—2015,3.1]

3.15

温室气体排放因子 greenhouse gas emission factor

活动数据与温室气体排放相关的系数。

[来源:GB/T 24067—2024,3.2.7]

3.16

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]

3.17

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]

3.18

全球变暖潜势 global warming potential

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—2015,3.15]

3.19

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

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]

4 原则

4.1 相关性

数据和方法的选取适用于所核算系统产生的 GHG 排放量和清除量的评价。

4.2 完整性

畜产品碳足迹核算包括所有对系统有显著贡献的 GHG 排放量和清除量。

4.3 一致性

在畜产品碳足迹核算的全过程,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。

4.4 统一性

采用国际上已认可并已应用于具体产品种类的方法、标准和指南,以提高特定畜产品碳足迹之间的可比性。

4.5 准确性

畜产品碳足迹的量化是准确的、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。

4.6 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。

4.7 避免重复计算

相同的 GHG 排放量和清除量仅分配一次,以避免 GHG 排放量和清除量的重复计算。

5 目的和范围

5.1 核算目的

开展畜产品碳足迹核算的目的包括：

- 评价畜产品生产生命周期内相关活动带来的 GHG 排放；
 - 识别畜产品生产关键排放环节，挖掘减排潜力；
 - 为畜产品碳足迹标识提供依据。

5.2 产品系统及核算范围

畜产品碳足迹核算将畜产品的生命周期作为产品系统进行模拟,该系统具有一个或多个特定功能。畜产品系统可再分为一组单元过程(见图 1),有助于识别系统的物质流的输入和输出。构成畜产品系统的单元过程应按生命周期阶段进行分组,例如饲料种植加工阶段、养殖场生产阶段、产品加工阶段。产品生命周期中的 GHG 排放应分配到发生 GHG 排放和清除的生命周期阶段中。单元过程之间及生命周期阶段通过中间产品流或物质流相联系,与其他产品系统之间通过产品流相联系,与环境之间通过使用的资源或 GHG 排放相联系。

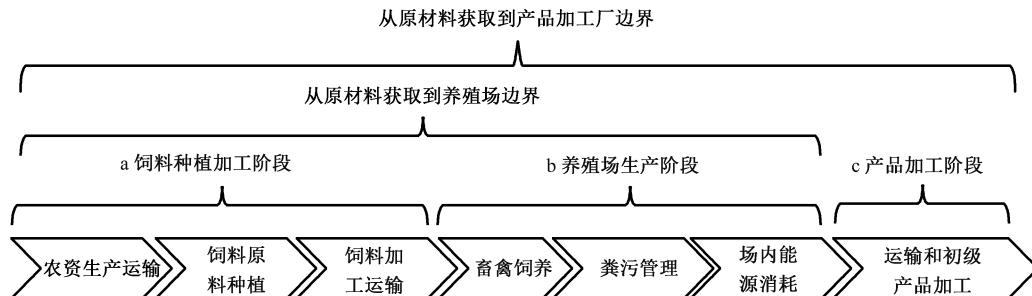


图 1 畜产品碳足迹核算的单元过程、生命周期阶段和系统边界

5.3 功能单位

- 5.3.1 畜禽应采用 1 kg 活体重作为功能单位。
 - 5.3.2 肉产品应采用 1 kg 脍体重作为功能单位。
 - 5.3.3 蛋产品应采用 1 kg 鲜蛋重作为功能单位。
 - 5.3.4 奶产品应采用 1 kg 标准奶作为功能单位。原奶转化为标准奶按公式(1)计算。

式中：

M_{FPCM} ——按脂肪和蛋白质校正后的标准奶年产量,单位为吨每年(t/a);

M_{RM} ——原奶年产量,单位为吨每年(t/a);

0.337 ——基础常数,表示在不考虑脂肪和蛋白质含量时,原奶转化为标准奶的基准值;

0.116 —— 脂肪含量对标准奶质量的贡献系数, 表示每增加单位脂肪, 标准奶的质量增加量;

F_{RM} ——原奶脂肪含量, %;

0.06 ——蛋白质含量对标准奶质量的贡献系数,表示每增加单位蛋白质,标准奶的质量增加量;
 P_{RM} ——原奶蛋白质含量,%。

5.3.5 毛应采用 1 kg 毛重作为功能单位,绒应采用 1 kg 绒重作为功能单位。

5.4 系统边界

5.4.1 通用要求

系统边界的选择应与畜产品碳足迹核算的目的保持一致。应确定并说明系统边界中包括的生命周期阶段和单元过程。

5.4.2 系统边界设置

考虑畜产品的类型和生产系统,畜产品碳足迹或畜产品部分碳足迹的核算的系统边界宜选择以下生命周期阶段和单元过程。

- a) 饲料种植加工阶段:应包括饲料种植和加工涉及的农资生产运输、饲料原料种植、饲料加工运输等单元过程(见图 2)。各单元过程核算内容如下:
- 1) 农资生产运输单元过程核算内容包括氮肥、磷肥、钾肥等化肥生产过程产生的 GHG 排放、农膜生产过程产生的 GHG 排放、农药生产过程产生的 GHG 排放和农资运输消耗能源产生的 CO₂ 排放;
 - 2) 饲料原料种植单元过程核算内容包括氮肥施用产生的 N₂O 排放、粪肥施用产生的 N₂O 排放、尿素施用产生的 CO₂ 排放、农机具作业消耗能源产生的 CO₂ 排放、灌溉消耗能源产生的 CO₂ 排放;
 - 3) 饲料加工运输单元过程核算内容包括饲料加工过程消耗能源产生的 CO₂ 排放和饲料运输过程消耗能源产生的 CO₂ 排放。

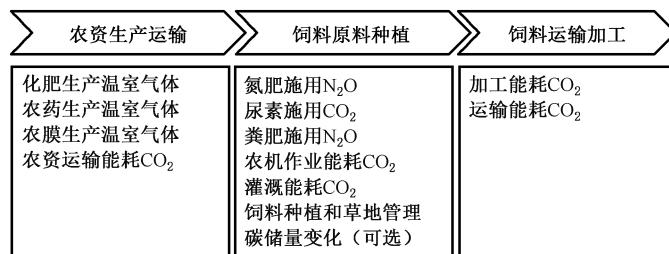


图 2 饲料种植加工阶段碳排放核算的系统边界和核算内容示意图

- b) 养殖场生产阶段:应包括畜禽饲养、粪污管理和场内能源消耗等单元过程(见图 3)。各单元过程核算内容如下:
- 1) 畜禽饲养单元过程核算内容包括畜禽肠道发酵产生的 CH₄ 排放;
 - 2) 粪污管理单元过程核算内容包括粪污处理过程产生的 N₂O 和 CH₄ 排放,以及沼气甲烷回收外供等可再生能源外供避免排放量、粪肥还田施用产生的 N₂O 排放和稻田粪肥施用增加的 CH₄ 排放;
 - 3) 场内能源消耗单元过程核算内容包括养殖场内消耗各类能源产生的 CO₂ 排放。

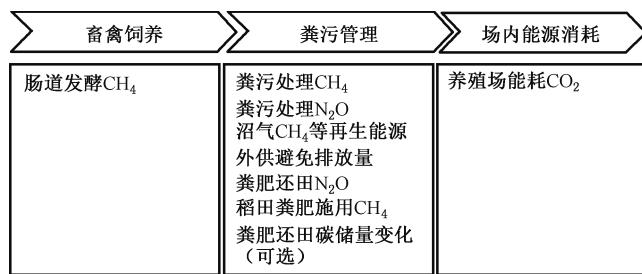


图 3 养殖场生产阶段碳排放核算的系统边界和核算内容示意图

- c) 产品加工阶段：应包括运输和加工能耗等单元过程(见图 4)。核算内容如下：
- 1) 肉产品加工阶段核算内容包括肉畜活体运输能耗产生的 CO₂排放和屠宰加工能耗产生的 CO₂排放；
 - 2) 奶产品加工阶段核算内容包括原奶运输能耗产生的 CO₂排放和液态鲜奶加工能耗产生的 CO₂排放；
 - 3) 蛋产品加工阶段核算内容包括蛋产品储存加工能耗产生的 CO₂排放；
 - 4) 毛绒产品加工阶段核算内容包括毛绒剔除能耗产生的 CO₂排放。

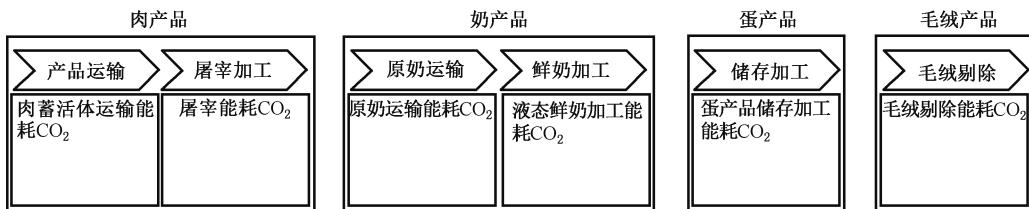


图 4 产品加工阶段碳排放核算的系统边界和核算内容示意图

- d) 畜产品生命周期各单元过程涉及包装的碳排放按相关标准要求或指南单独核算，并在产品碳足迹报告中单独记录。
- e) 如果畜产品生命周期涉及因饲料种植或放牧导致的土地利用变化而产生的碳储量变化，应按照最新的 IPCC 清单指南方法单独核算；因饲料种植或放牧管理导致的土壤和生物质碳储量变化，宜按照相关国家或行业标准单独核算；因粪肥还田导致的土壤碳储量变化，可按照相关国家或行业标准单独核算。碳储量变化在产品碳足迹报告中单独记录。

5.4.3 取舍准则

在畜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%。

5.4.4 时间边界

数据采集时间边界至少应以 1 年为期限。

注：核算时涵盖全部生产阶段的畜禽。

6 核算步骤

开展畜产品碳足迹核算应按照以下基本步骤：

- a) 确定系统边界、GHG 产生阶段和功能单位；
- b) 选择和收集系统边界内各单元过程的定性活动信息和定量活动数据；

- c) 选择和获取排放因子数据；
- d) 计算各单元过程的 GHG 排放量和清除量；
- e) 确定分配方法；
- f) 计算系统边界内畜产品碳足迹。

7 数据收集、数据质量和数据保存

7.1 数据收集要求及内容

7.1.1 畜产品碳足迹和畜产品部分碳足迹与 GHG 相关的活动数据,应根据系统边界和包括的生命周期阶段和功能单元进行数据收集。

7.1.2 饲料种植加工阶段收集内容宜包括下列内容:

- 不同饲料和不同饲料原料投入量；
- 饲料来源地及产量；
- 每天摄入饲料的干物质含量；
- 饲料作物种植生长周期；
- 饲料作物种植过程氮肥、磷肥、钾肥、尿素、农药和农膜投入量；
- 农资运输能源消耗量；
- 农机作业和灌溉能源消耗量；
- 饲料原料运输能源消耗量；
- 饲料加工和运输能源消耗量；
- 饲料作物作为饲料原料的干物质量占作物生产总干物质的质量分数；
- 饲料作物种植加工过程作为饲料原料部分特征物质的质量占比。

7.1.3 养殖场生产阶段收集内容宜包括下列内容:

- 不同生长阶段畜禽数量；
- 不同阶段畜禽体重；
- 不同阶段畜禽生长周期；
- 畜产品种类和产量；
- 产品特征物质(蛋白、脂肪、总能等)的质量或占比；
- 不同粪污处理方式所处理的粪污比例或者数量；
- 畜禽养殖场沼气场外输出和利用量；
- 畜禽养殖场内各能源消耗量；
- 畜禽粪肥农田施用量及面积与种植的作物种类。

7.1.4 产品加工阶段收集内容宜包括下列内容:

- 畜产品种类及产量；
- 产品加工阶段畜产品特征物质质量或占比；
- 产品加工工艺；
- 产品加工阶段能源消耗量。

7.2 数据收集方法和数据质量

7.2.1 收集的数据应明确记录其收集过程、收集时间和地理信息。

7.2.2 活动数据应按照以下方法收集现场数据:

- 饲料种植加工阶段活动数据根据饲料种植企业或农户的农资使用台账或统计报表、饲料供应商的饲料生产台账或统计报表、养殖场的饲料用量台账和统计报表等确定；

- 养殖场生产阶段根据养殖场饲养台账或统计报表、粪污资源化利用台账、能源消费计量台账或结算单或发票确定；
- 产品加工阶段活动数据根据加工场台账或统计报表、能源计量台账或结算单或发票确定；
- 在现场数据不可获取的情况下，宜使用国家最新公布的数据。

7.2.3 排放因子数据应按照以下方法收集：

- 优先使用现场排放因子及特征参数；
- 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；
- 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 A 提供的推荐值。

7.2.4 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。

7.3 数据保存

7.3.1 开展碳足迹核算应建立数据管理系统(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),保留相关文件和记录,用于数据审查和质量评估。

7.3.2 纸质版数据应存放于保护袋、卷夹或保护盒等保存介质中,由负责人签字并定点保存;如有破损应及时修补,并留存备查。保存地点应具备通风、防盗、防火、防潮、防灾、防鼠、防虫、防霉及防污染等措施。纸质数据记录应至少保存 5 年。

7.3.3 电子化数据应存放于电子储存介质中并进行数据备份,由负责人定期维护管理。文件名称的命名方式应为编号+养殖场名称+记录年份,电子化存储记录宜长期保存,如确实缺乏储存条件,应至少保存10年。

8 核算方法

8.1 分配方法

8.1.1 饲料种植加工阶段的 GHG 分配方法

饲料作物种植加工过程的 GHG 排放量宜根据饲料作物原料及加工过程干物质质量占比进行分配,分配系数按公式(2)计算。

式中：

$AF_{feed,i}$ ——作物 i 作为饲料原料部分排放量分配系数, %;

D_i ——作物 i 作为饲料原料干物质质量占作物生产总干物质的质量分数, %;

P_i ——作物 i 作为饲料原料部分特征物质的质量分数, %;

i ——作物种类。

8.1.2 养殖场生产阶段 GHG 分配方法

8.1.2.1 涉及共生产品的养殖生产阶段, GHG 总排放量应根据产品特征因子进行分配。

8.1.2.2 奶、禽蛋和毛绒生产过程的 GHG 排放应根据产品蛋白含量的特征因子，采用蛋白分配方法分别分配给奶产品、蛋产品、羊肉、毛和绒。分配系数按公式(3)计算。

$$AF_{farm\ j} = \frac{M_j \times W_j}{\sum_i^n (M_i \times W_i)} \times 100 \quad(3)$$

式中：

$AF_{farm\ j}$ —— 第 j 类畜禽及其产品的 GHG 排放量分配系数, %;
 M_j —— 第 j 类畜禽及其产品的质量分数, %;
 W_j —— 第 j 类畜禽及其产品的蛋白含量, %;
 M_n —— 第 n 类畜禽及其产品的质量分数, %;
 W_n —— 第 n 类畜禽及其产品的蛋白含量, %;
 j —— 畜禽分类,宜按畜禽种类、品种、饲养方式、生长阶段、饲养天数分类;
 n —— 所有产品种类。

8.1.2.3 生猪、肉牛和肉禽等活体畜禽生产过程产生的 GHG 涉及分配时(如种畜禽、仔畜禽等),可采用各类畜禽采食的干物质量进行分配。

8.1.3 产品加工阶段的 GHG 分配方法

加工过程涉及共生产品产出时,需要将 GHG 排放分配给不同的共生畜产品。猪肉、牛肉和禽肉产品及其共生产品采用质量分配的方法,分配系数按公式(4)计算。

式中：

$AF_{process\ k}$ ——产品加工中畜产品 k 的排放量分配系数, %;
 D_k ——畜产品 k 加工的主产品产出量, 单位为吨(t);
 F_k ——畜产品 k 加工的副产品产出量, 单位为吨(t);
 k ——畜产品种类。

8.2 碳足迹核算方法

8.2.1 饲料种植加工阶段碳足迹

饲料种植加工阶段单位饲料碳足迹按公式(5)计算。

式中：

CF_{feed} —— 饲料种植加工阶段单位饲料碳足迹,以吨二氧化碳当量每吨($t\text{ CO}_2\text{e}/t$)计;
 E_{feed} —— 饲料种植加工阶段 GHG 排放总量,以吨二氧化碳当量($t\text{ CO}_2\text{e}$)计;
 T_i —— 养殖场年消耗饲料原料 i 的总量,单位为吨(t)。

8.2.2 饲料种植加工到养殖场生产阶段的畜产品碳足迹

饲料种植加工到养殖场生产阶段的单位畜产品碳足迹按公式(6)计算。

$$CF_{farm\ product} = \frac{E_{feed} + E_{farm\ product}}{M_{farm\ product}} \times AF_{farm\ j} \quad(6)$$

式中.

$CF_{farm\ product}$ ——“从原材料获取到养殖场边界”的畜产品碳足迹,以吨二氧化碳当量每吨($t\ CO_2e/t$)计;
 $M_{farm\ product}$ ——养殖场边界内产生的畜产品量,如动物活体重,原奶产量等,单位为吨(t);
 E_{feed} ——饲料种植阶段产生的 GHG 排放量,以吨二氧化碳当量($t\ CO_2e$)计;
 $E_{farm\ product}$ ——养殖场生产阶段 GHG 排放总量,以吨二氧化碳当量($t\ CO_2e$)计;
 $AF_{farm\ j}$ ——养殖场生产阶段产品 j 的 GHG 分配系数,%。

8.2.3 饲料种植加工到畜产品加工阶段的畜产品碳足迹

饲料种植加工到畜产品加工阶段的单位畜产品碳足迹按公式(7)计算。

$$CF_{product} = \frac{(E_{feed} + E_{farm\ product}) \times AF_{farm\ j} + E_{product}}{M_{product}} \times AF_{process\ k} \quad(7)$$

式中：

$CF_{product}$ ——“从原材料获取到畜产品加工厂边界”单位畜产品碳足迹,以吨二氧化碳当量每吨(t CO₂e/t)计;

E_{feed} ——饲料种植加工阶段产生的GHG排放量,以吨二氧化碳当量(t CO₂e)计;

$E_{farm\ product}$ ——养殖场饲养阶段的GHG排放总量,以吨二氧化碳当量(t CO₂e)计;

$E_{product}$ ——产品加工阶段的GHG排放总量,以吨二氧化碳(t CO₂)计;

$AF_{farm\ j}$ ——养殖场生产阶段产品j的GHG分配系数,%;

$AF_{process\ k}$ ——产品加工阶段畜产品k的排放量分配系数,%;

$M_{product}$ ——畜产品年生产总量,单位为吨(t)。

8.3 GHG 排放总量核算方法

8.3.1 饲料种植加工阶段 GHG 排放总量

饲料种植加工阶段 GHG 排放总量按公式(8)计算。

$$E_{\text{feed}} = \sum E_{\text{feed } i} = \sum [(E_{\text{CO}_2, \text{fer, input } i} + E_{\text{CO}_2, \text{plast, input } i} + E_{\text{CO}_2, \text{pest, input } i} + E_{\text{CO}_2, \text{goods, trans } i} + E_{\text{N}_2\text{O, F, land } i} + E_{\text{N}_2\text{O, M, land } i} + E_{\text{CO}_2, \text{urea, land } i} + E_{\text{CO}_2, \text{feed, machine } i} + E_{\text{CO}_2, \text{feed, irrig } i}) \times S_i \times AF_{\text{feed } i} + E_{\text{CO}_2, \text{feed, process } i}] \dots \quad (8)$$

式中：

E_{feed} —— 饲料种植加工阶段 GHG 排放总量,以吨二氧化碳当量($t \text{ CO}_2\text{e}$)计;
 $E_{\text{feed } i}$ —— 养殖场第 i 种饲料作物种植加工产生的 GHG 排放量,以吨二氧化碳当量($t \text{ CO}_2\text{e}$)计;
 $E_{\text{CO}_2, \text{fer, input } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积所需化肥在生产过程中产生的 GHG 排放量,以吨二氧化碳每公顷($t \text{ CO}_2 / \text{ hm}^2$)计;
 $E_{\text{CO}_2, \text{plast, input } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积所需农膜在生产过程产生的 GHG 排放量,以吨二氧化碳每公顷($t \text{ CO}_2 / \text{ hm}^2$)计;
 $E_{\text{CO}_2, \text{pest, input } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积所需农药在生产过程产生的 GHG 排放量,以吨二氧化碳每公顷($t \text{ CO}_2 / \text{ hm}^2$)计;
 $E_{\text{CO}_2, \text{goods, trans } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积所需农资在运输过程中产生的 CO_2 排放量,以吨二氧化碳每公顷($t \text{ CO}_2 / \text{ hm}^2$)计;
 $E_{\text{N}_2\text{O}, \text{F, land } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积氮肥施用产生的 N_2O 排放量,以吨二氧化碳当量每公顷($t \text{ CO}_2\text{e} / \text{ hm}^2$)计;
 $E_{\text{N}_2\text{O}, \text{M, land } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积粪肥田间施用产生的 N_2O 排放量,以吨二氧化碳当量每公顷($t \text{ CO}_2\text{e} / \text{ hm}^2$)计;
 $E_{\text{CO}_2, \text{urea, land } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积施用尿素产生的 CO_2 排放量,以吨二氧化碳每公顷($t \text{ CO}_2 / \text{ hm}^2$)计;
 $E_{\text{CO}_2, \text{feed, machine } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积农机具作业耗能产生的 CO_2 排放量,以吨二氧化碳每公顷($t \text{ CO}_2 / \text{ hm}^2$)计;
 $E_{\text{CO}_2, \text{feed, irrig } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积灌溉耗能产生的 CO_2 排放量,以吨二氧化碳每公顷($t \text{ CO}_2 / \text{ hm}^2$)计;
 $E_{\text{CO}_2, \text{feed, process } i}$ —— 第 i 种饲料原料加工运输环节产生的 CO_2 排放量,以吨二氧化碳($t \text{ CO}_2$)计;
 $\text{AF}_{\text{feed } i}$ —— 饲料作物 i 加工后作为饲料产品的排放量分配系数,%;
 S_i —— 饲料作物 i 的种植面积,单位为公顷(hm^2);

8.4.2 农膜生产过程产生的 GHG 排放量

第 i 种饲料作物种植单位面积所需农膜在生产过程中产生的 GHG 排放量按公式(13)计算。

式中：

$E_{\text{CO}_2, \text{plast, input } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积所需农膜在生产过程中产生的 GHG 排放量, 以吨二氧化碳每公顷($\text{t CO}_2 / \text{hm}^2$)计;

EF_{plast, CO₂} ——每生产 1 t 农膜的 GHG 排放系数,以吨二氧化碳当量每吨(t CO₂e/ t)计;

$AP_{feed, plast, i}$ —— 饲料作物 i 每公顷农田消耗的农膜量, 单位为吨每公顷(t/hm^2), 优先采用现场调研数据, 如无调研数据, 推荐值采用《全国农产品成本收益资料汇编》;

i —— 饲料作物种类。

8.4.3 农药生产过程产生的 GHG 排放量

第_i种饲料作物种植单位面积所需农药在生产过程中产生的GHG排放量按公式(14)计算。

式中：

$E_{\text{CO}_2, \text{pest, input } i}$ ——第 i 种饲料作物种植单位面积所需农药在生产过程产生的 GHG 排放量, 以吨二氧化碳每公顷($\text{t CO}_2/\text{hm}^2$)计;

EF_{pest, CO₂} ——每生产1t农药的GHG排放系数,以吨二氧化碳当量每吨(t CO₂e/t)计;

$AP_{feed, pest, i}$ —— 饲料作物 i 每公顷农田消耗的农药量, 单位为吨每公顷(t/hm^2), 优先采用养殖场现场调研数据, 如无调研数据, 推荐值采用《全国农产品成本收益资料汇编》;

i ——饲料作物种类。

8.4.4 农资运输过程产生的 CO₂ 排放量

第 i 种饲料作物种植单位面积所需农资在运输过程中产生的CO₂排放量按公式(15)计算。

式中：

$E_{\text{CO}_2, \text{ goods, trans } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积所需农资在运输过程中产生的 CO_2 排放量, 以吨
二氧化碳每公顷($\text{t CO}_2 / \text{hm}^2$)计;

——农资运输所消耗的能源 u 的量,单位为吨(t)或千瓦时(kW·h);

EF_{energy u} ——消耗单位能源 u 的 GHG 排放因子,以吨二氧化碳当量每吨(t CO₂e/t)或吨二氧化碳当量每千瓦时[t CO₂e/(kW·h)]计,能源和电力碳排放因子推荐值采用国家公布的碳足迹因子,如果没有则采用国际公认的数据库数据;

u ——能源种类。

8.5 饲料原料种植单元过程的 GHG 排放量

8.5.1 氮肥施用产生的 N_2O 排放量

8.5.1.1 第*i*种饲料作物种植单位面积氮肥施用产生的N₂O排放量按公式(16)计算。

式中：

$E_{\text{N}_2\text{O},\text{F},\text{land } i}$ ——第 i 种饲料原料种植单位面积氮肥施用产生的 N_2O 排放量, 以吨二氧化碳当量每公顷($\text{t CO}_2\text{e/ hm}^2$)计;

E_{N_2O,F,D_i} ——第*i*种饲料作物种植单位面积氮肥施用产生的 N_2O 直接排放量,以吨二氧化碳当量每公顷($t\text{ CO}_2\text{e}/\text{hm}^2$)计;
 E_{N_2O,F,ID_i} ——第*i*种饲料作物种植单位面积氮肥施用产生的 N_2O 间接排放量,以吨二氧化碳当量每公顷($t\text{ CO}_2\text{e}/\text{hm}^2$)计;
i ——饲料作物种类。

8.5.1.2 氮肥施用产生的 N_2O 直接排放量

第*i*种饲料作物种植单位面积氮肥施用产生的N₂O直接排放量按公式(17)计算。

式中：

E_{N_2O,F,D_i} ——第*i*种饲料作物种植单位面积氮肥施用产生的 N_2O 直接排放量,以吨二氧化碳当量每公顷($t\text{ CO}_2\text{ e/ hm}^2$)计;

$AP_{i, N, F, t}$ ——第 i 种饲料作物种植单位面积施用化肥 t 折纯氮施用量, 单位为吨每公顷(t/hm^2), 优先采用现场调研数据, 如无调研数据, 推荐值采用《全国农产品成本收益资料汇编》;

$EF_{N,D}$ —— 氮肥田间施用的 N_2O 直接排放系数, 以吨氧化亚氮-氮每吨氮($t\ N_2O-N/t\ N$)计, 见表 A.1 中推荐值;

$\frac{44}{28}$ ——N₂O-N 换算为 N₂O 的系数；

GWP_{N₂O}——N₂O 的全球变暖潜势,推荐值采用 IPCC 公布的最新值;

i —— 饲料作物种类;

t ——化肥种类。

8.5.1.3 氮肥施用产生的 N_2O 间接排放量

第*i*种饲料作物种植单位面积氮肥施用产生的N₂O间接排放量的计算按公式(18)计算。

$$E_{N_2O,F,ID\ i} = \sum_t AP_{i,N,F,t} \times (EF_{N,GASF} \times Frac_{GASF} + EF_{N,LEACH} \times Frac_{LEACH}) \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O} \quad \dots\dots(18)$$

式中：

E_{N_2O,F, ID_i} ——第 i 种饲料作物种植单位面积氮肥施用产生的 N_2O 间接排放量, 以吨二氧化碳当量每公顷($t\text{ CO}_2\text{e}/\text{hm}^2$)计;

$AP_{i, N, F, t}$ ——第*i*种饲料作物种植单位面积施用化肥*t*折纯氮施用量, 单位为吨每公顷(t/hm^2), 优先采用现场调研数据, 如无调研数据, 推荐值采用《全国农产品成本收益资料汇编》;

EF_{N, GASF} ——含氮气体大气沉降造成的 N₂O 间接排放的排放因子,以吨氧化亚氮-氮每吨氨氮和
氮氧化物[$t \text{ N}_2\text{O-N} / (t \text{ NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N})$]计,见表 A.1 中推荐值;

Frac_{GASF} ——NH₃和NO_x挥发造成的化肥氮损失比例,以吨氮每吨施用氮(t N/t 施用 N)计,见表 A.1 中推荐值。

EF_{N, LEACH} —— 氮淋溶和径流引起的 N₂O 间接排放的排放因子, 以吨氧化亚氮-氮每吨淋溶径流氮 [N₂O-N/(t-N₂O淋溶和径流)]计, 见表 A-1 中推荐值。

$\text{Frac}_{\text{LEACH}}$ ——淋溶和径流造成的氮损失比例,以吨淋溶径流氮每吨施用氮(t N 淋溶和径流/t 施用氮)计,见表 A.1 中推荐值;

用 N) 计, 见表 A.1 中推荐值;

GWP_{N₂O} —— N₂O 的全球变暖

i —— 饲料作物和

8.5.2 粪肥施用产生的 N_2O 排放量

8.5.2.1 第*i*种饲料作物种植单位面积粪肥施用产生的N₂O排放量按公式(19)计算。

式中：

$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{M, land } i}$ ——第 i 种饲料作物种植单位面积粪肥田间施用产生的 N_2O 排放量, 以吨二氧化碳当量每公顷($\text{t CO}_2\text{e}/\text{hm}^2$)计;

$E_{\text{N}_2\text{O},\text{M,D}i}$ ——第*i*种饲料作物种植单位面积粪肥施用产生的 N_2O 直接排放量,以吨二氧化碳当量每公顷($\text{t CO}_2\text{e}/\text{hm}^2$)计;

$E_{N_2O,M,1D,i}$ —— 第 i 种饲料作物单位种植面积粪肥施用产生的 N_2O 间接排放量, 以吨二氧化碳当量每公顷($t\text{ CO}_2\text{e}/\text{hm}^2$)计;

i ——饲料作物种类。

8.5.2.2 粪肥施用产生的 N_2O 直接排放量

第*i*种饲料作物种植单位面积粪肥施用产生的N₂O直接排放量按公式(20)计算。

$$E_{N_2O,M,D,i} = \sum_w AP_{i,N,M,w} \times EF_{N,D} \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O} \quad \dots \dots \dots \quad (20)$$

式中：

$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{M}, \text{D}i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积粪肥施用产生的 N_2O 直接排放量, 以吨二氧化碳当量每公顷($\text{t CO}_2\text{e/ hm}^2$)计;

$AP_{i, N, M, w}$ ——第*i*种饲料作物种植单位面积施用第*w*种粪肥折纯氮施用量, 单位为吨每公顷(t/hm^2), 优先采用现场调研数据, 如无调研数据, 推荐值采用《全国农产品成本收益资料汇编》;

$EF_{N,D}$ —— 粪肥田间施用的 N_2O 直接排放系数, 以吨氧化亚氮-氮每吨氮($t\ N_2O-N/t\ N$)计, 见表 A.1 中推荐值;

$\frac{44}{28}$ —— N₂O-N 换算为 N₂O 的系数；

GWP_{N₂O} —— N₂O 的全球变暖潜势,推荐值采用 IPCC 公布的最新值;

i —— 饲料作物种类；

w —— 粪肥种类。

8.5.2.3 粪肥施用产生的 N_2O 间接排放量

第*i*种饲料作物种植单位面积粪肥施用产生的N₂O间接排放量的计算见公式(21)。

$$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{M}, \text{ID } i} = \sum_s AP_{i, \text{N}, \text{M}, w} \times (EF_{\text{N}, \text{GAS}} \times Frac_{\text{GASM}} + EF_{\text{N}, \text{LEACH}} \times Frac_{\text{LEACH}}) \times \frac{44}{28} \times GWP_{\text{N}_2\text{O}}$$

.....(21)

式中：

$E_{N_2O,M,1D_i}$ ——第 i 种饲料作物单位种植面积粪肥施用产生的 N_2O 间接排放量,以吨二氧化碳当量每公顷($t\text{ CO}_2\text{e}/\text{hm}^2$)计;

$AP_{i, N, M, w}$ ——第 i 种饲料作物种植单位面积施用粪肥 w 折纯氮施用量, 单位为吨每公顷 (t/hm^2), 优先采用现场调研数据, 如无调研数据, 推荐值采用《全国农产品成本收益资料汇编》;

EF_{N, GAS} ——含氮气体大气沉降造成的 N₂O 间接排放的排放因子,以吨氧化亚氮-氮每吨氨氮和
氯氧化物[t N₂O-N/(t NH₃-N + NO_x-N)]计,见表 A.1 中推荐值;

Frac_{GASM} ——NH₃和NO_x挥发造成的粪肥氮损失比例,以吨氮每吨施用氮(t N/t 施用 N)计,见表 A.1 中推荐值;

EF_{N, LEACH} ——氮淋溶和径流引起的N₂O间接排放的排放因子,以吨氧化亚氮-氮每吨淋溶径流氮[t N₂O-N/(t N 淋溶和径流)]计,见表 A.1 中推荐值;

Frac_{LEACH} ——淋溶和径流造成的氮损失比例,以吨淋溶径流氮每吨施用氮(t N 淋溶和径流/t 施用 N)计,见表 A.1 中推荐值;

GWP_{N₂O} ——N₂O的全球变暖潜势,推荐值采用IPCC公布的最新值;

i ——饲料作物种类;

w ——粪肥种类。

8.5.3 尿素施用产生的 CO₂ 排放量

第*i*种饲料作物种植单位面积尿素施用产生的CO₂排放按公式(22)计算。

式中：

$E_{\text{CO}_2, \text{urea, land } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积施用尿素产生的 CO_2 排放量, 以吨二氧化碳每公顷 ($\text{t CO}_2 / \text{hm}^2$) 计;

$\text{AP}_{i, \text{urea}}$ —— 饲料作物 i 的单位面积年均尿素施用量, 单位为吨每公顷 (t/hm^2), 优先采用养殖场现场调研数据, 如无调研数据, 推荐值采用《全国农产品成本收益资料汇编》;

$\text{EF}_{\text{urea, CO}_2}$ —— 尿素施用的排放因子, 以吨碳每吨尿素 (t C/t 尿素) 计, 见表 A.1 中推荐值;

$\frac{44}{12}$ —— C 换算为 CO_2 的系数;

i —— 饲料作物种类。

8.5.4 农机具作业耗能产生的 CO₂ 排放量

第*i*种饲料作物种植单位面积农机具作业耗能产生的CO₂排放量按公式(23)计算。

式中：

$E_{\text{CO}_2, \text{feed, machine } i}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积农机具作业耗能产生的 CO_2 排放量, 以吨二氧化碳碳每公顷($\text{t CO}_2 / \text{hm}^2$)计;

$\text{EF}_{\text{energy } u}$ —— 消耗单位能源 u 的 GHG 排放因子, 以吨二氧化碳每吨($\text{t CO}_2 / \text{t}$)、吨二氧化碳每千瓦时 [$\text{t CO}_2 / (\text{kW} \cdot \text{h})$] 或吨二氧化碳每立方米 ($\text{t CO}_2 / \text{m}^3$) 计, 能源和电力碳排放因子推荐值采用国家公布的碳足迹因子, 如果没有则采用国际公认的数据库数据;

$Q_{\text{feed, machine } u}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积农田农机具运行能源 u 的消耗量, 单位为吨每公顷 (t/hm^2)、千瓦时每公顷 ($\text{kW} \cdot \text{h/hm}^2$) 或立方米每公顷 (m^3/hm^2), 优先采用现场调研数据, 如无调研数据, 推荐值采用《全国农产品成本收益资料汇编》;

i —— 饲料作物种类;

u —— 能源种类。

8.5.5 灌溉耗能产生的 CO₂ 排放量

第 i 种饲料作物种植单位面积灌溉耗能产生的 GHG 排放量按公式(24)计算。

$$E_{\text{CO}_2, \text{feed, irrig } i} = \sum_u (\text{EF}_{\text{energy}, u} \times Q_{\text{feed, irrig } u}) \quad(24)$$

武中。

$E_{\text{CO}_2, \text{feed, irrig}, i}$ —— 第 i 种饲料种植单位面积灌溉耗能产生的 CO_2 排放量, 以吨二氧化碳每公顷

- i —— 饲料作物种类；
- u —— 能源种类。

$EF_{energy\ u}$ —— 消耗单位能源 u 的 GHG 排放因子, 以吨二氧化碳每吨($t\ CO_2/t$)、吨二氧化碳每千瓦时 [$t\ CO_2/(kW \cdot h)$] 或吨二氧化碳每立方米 ($t\ CO_2/m^3$) 计, 能源和电力碳排放因子推荐值采用国家公布的碳足迹因子, 如果没有则采用国际公认的数据数据库数据;

$Q_{feed, irrig\ u}$ —— 第 i 种饲料作物种植单位面积灌溉所需能源 u 的消耗量, 单位为吨每公顷 (t/hm^2)、千瓦时每公顷 ($kW \cdot h/hm^2$) 或立方米每公顷 (m^3/hm^2), 优先采用养殖场现场调研数据, 如无调研数据, 推荐值采用《全国农产品成本收益资料汇编》;

8.6 饲料加工运输单元过程的 GHG 排放量

第 i 种饲料原料加工运输环节产生的 GHG 排放按公式(25)计算。

$$E_{\text{CO}_2, \text{feed, process } i} = \sum_u T_i \times (\text{EF}_{\text{energy } u} \times Q_{\text{feed, process, } u} + \text{EF}_{\text{energy } u} \times Q_{\text{feed, trans } u}) \quad(25)$$

式中：

$E_{\text{CO}_2, \text{feed, process } i}$ —— 第 i 种饲料原料加工运输产生的 GHG 排放量, 以吨二氧化碳(t CO_2)计;

$\text{EF}_{\text{energy } u}$ —— 消耗单位能源 u 的 GHG 排放因子, 以吨二氧化碳每吨($\text{t CO}_2/\text{t}$)、吨二氧化碳每千瓦时 [$\text{t CO}_2/(\text{kW} \cdot \text{h})$] 或吨二氧化碳每立方米($\text{t CO}_2/\text{m}^3$)计, 能源和电力碳排放因子推荐值采用国家公布的碳足迹因子, 如果没有则采用国际公认的数据数据库数据;

$Q_{\text{feed, process } u}$ —— 加工单位饲料原料作物 i 所需的能源 u , 以吨每吨(t/t)、千瓦时每吨($\text{kW} \cdot \text{h/t}$)或立方米每吨(m^3/t)计;

$Q_{\text{feed, trans } u}$ —— 运输单位饲料原料作物 i 所需的能源 u , 以吨每吨(t/t)、千瓦时每吨($\text{kW} \cdot \text{h/t}$)或立方米每吨(m^3/t)计;

T_i —— 养殖场年消耗饲料原料 i 的总量, 单位为吨(t);

i —— 饲料作物种类;

u —— 能源种类。

8.7 畜禽饲养单元过程的 GHG 排放量

8.7.1 肠道发酵产生的 CH_4 排放量

肠道发酵产生的 CH_4 排放量按公式(26)计算。

式中：

- $E_{\text{CH}_4, \text{enteric}}$ —— 畜禽肠道发酵产生的甲烷排量,以吨二氧化碳当量(t CO₂e)计;
- $\text{EF}_{\text{CH}_4, \text{enteric}, j}$ —— 第 j 种畜禽肠道发酵甲烷排放因子,以千克甲烷每头(只)年[kg CH₄/(头(只)·a)]计;按照以下优先序确定:优先养殖场现场测定,在现场无法测定时,反刍动物采用 8.7.2 的方法计算,其他畜种可采用省级 GHG 清单指南推荐值、国家清单报告的数值或 IPCC 最新公布的缺损值;
- AP_j —— 第 j 种畜禽在核算年内的活动数据,单位为头(只)每年[头(只)/a],对于饲养期小于 1 a 的畜禽,按照饲养期除以 365 折算;
- GWP_{CH_4} —— 甲烷的全球变暖潜势,推荐值采用 IPCC 公布的最新值;
- j —— 畜禽分类,宜按畜禽种类、品种、饲养方式、生长阶段,饲养天数分类。

8.7.2 反刍动物肠道发酵甲烷排放因子计算

反刍动物肠道发酵甲烷排放因子可按公式(27)计算。

式中：

$\text{EF}_{\text{CH}_4, \text{enteric}, j}$ ——第 j 种反刍动物肠道发酵甲烷排放因子, 以千克甲烷每头(只)年($\text{kg CH}_4/[\text{头(只)} \cdot \text{a}]$)计;

GE_j —— 第 j 种反刍动物每天摄取的总能量, 单位为兆焦每头(只)天 {MJ/[头(只)·d]};

$Y_{m,j}$ ——第 j 种反刍动物甲烷转化因子,即采食饲料中总能转化成甲烷能的比例,%。按照以下优先序确定:养殖场测定数据,省级 GHG 清单指南推荐值、国家清单报告的数值或 IPCC 最新公布的缺损值;

365 ——核算周期按一年 365 d 计算;

55.65 ——甲烷的能值,以兆焦每千克甲烷(MJ/kg CH₄)计;

j ——畜禽分类,宜按畜禽种类、品种、饲养方式、生长阶段,饲养天数分类。

8.7.3 反刍动物总能摄入量

8.7.3.1 反刍动物总能摄入可根据数据获取的可行性优先选择 8.7.3.2 的计算方法,在数据不可获取的情况下,选择 8.7.3.3 的计算方法。

8.7.3.2 根据净能计算总能摄入量,按公式(28)计算,反刍动物维持净能按附录B中公式(B.1)计算,活动净能按公式(B.2)和公式(B.3)计算,泌乳净能按公式(B.4)~公式(B.6)计算,劳役净能按公式(B.7)计算,妊娠净能按公式(B.8)计算,生长净能按公式(B.9)和公式(B.10)计算,产毛净能按公式(B.11)计算,日粮中可供维持净能与消耗的可消化能的比例按公式(B.12)计算,日粮中可供生长净能与消耗的可消化能的比例按公式(B.13)计算。

$$GE_j = \frac{\left(\frac{NE_{m,j} + NE_{a,j} + NE_{l,j} + NE_{work,j} + NE_{p,j}}{REM_j} \right) + \left(\frac{NE_{g,j} + NE_{wool}}{REG_j} \right)}{\frac{DE_j}{100}} \dots\dots\dots (28)$$

式中：

GE_i —— 第 *i* 种反刍动物每天摄取的总能量, 单位为兆焦每头(只)天 [MJ/(头(只)·d)];

$NE_{m,i}$ —— 第 i 种反刍动物维持净能, 单位为兆焦每天(MJ/d);

$NE_{a,i}$ ——第*i*种反刍动物活动净能,单位为兆焦每天(MJ/d);

$NE_{l,i}$ ——第 i 种反刍动物泌乳净能, 单位为兆焦每天(MJ/d);

$NE_{work,i}$ ——第 i 种反刍动物劳役净能, 单位为兆焦每天(MJ/d);

$NE_{p,i}$ ——第 i 种反刍动物妊娠所需的净能, 单位为兆焦每天(MJ·d⁻¹)

$NE_{g,i}$ ——第 j 种反刍动物生长所需净能, 单位为兆焦每天(MJ/d);

NE_{wool} ——产毛一天所需的净能,单位为兆焦每天(MJ/d);

REM_i ——日粮中可供维持净能与消耗的可消化能的比例；

REG_i ——日粮中可供生长净能与消耗的可消化能的比例；

DE_i ——可消化能占总能的百分比, %;

——畜禽分类，宜按畜禽种类、品种、饲养方式、生长阶段、饲养天数分类。

8.7.3.3 根据干物质计算总能摄入量,按公式(29)计算。

式中：

GE_j —— 第 j 种反刍动物每天摄取的总能量, 单位为兆焦每头(只)天{MJ / [头(只)·d]};

DMI_j —— 第 j 种反刍动物每天摄入饲料的干物质质量, 单位为千克每头(只)天 [$\text{kg}/\text{头(只)} \cdot \text{d}$];

18.45 —— 饲料干物质与总能的转化系数推荐值,单位为兆焦每千克(MJ/kg);

——畜禽分类，宜按畜禽种类、品种、饲养方式、生长阶段，饲养天数分类。

反刍动物每天摄入饲料的干物质量应根据养殖场的饲料使用台账和统计报表记录各阶段畜禽的平均日采食,按照 GB/T 6435 测定饲料的含水量,计算获得。

8.8 垢污处理产生的 GHG 排放量

8.8.1 粪污处理产生的 GHG 排放量

粪污处理产生的 GHG 排放量按公式(30)计算。

式中：

E_{manure} —— 粪污管理产生的 CH_4 和 N_2O 排放量, 以吨二氧化碳当量($\text{t CO}_2\text{e}$)计;

$E_{\text{CH}_4, \text{manure}}$ —— 粪污处理过程中 CH_4 排放, 以吨二氧化碳当量($\text{t CO}_2\text{e}$)计;

$E_{\text{N}_2\text{O, manure, D}}$ —— 粪污处理过程中 N_2O 直接排放, 以吨二氧化碳当量($\text{t CO}_2\text{e}$)计;

$E_{\text{N}_2\text{O, manure, ID}}$ —— 粪污处理过程中 N_2O 间接排放, 以吨二氧化碳当量($\text{t CO}_2\text{e}$)计。

8.8.2 粪污处理过程产生的 CH_4 排放量

粪污处理过程产生的 CH_4 排放量按公式(31)计算。

$$E_{\text{CH}_4, \text{manure}} = \sum_j [AP_j \times VS_j \times 365 \times \left(B_{o,j} \times 0.67 \times \sum_{s,r} \frac{MCF_{s,r}}{100} \times \frac{MS_{j,s}}{100} \right) \times 10^{-3}] \times GWP_{\text{CH}_4} \quad \dots\dots (31)$$

式中：

$E_{\text{CH}_4, \text{manure}}$ — 畜禽粪污管理过程产生 CH_4 排放量, 以吨二氧化碳当量(t CO_2e)计;

AP_j ——第 j 种畜禽在核算年内的存栏量,单位为头(只)每年[头(只)/a],对于饲养期小于1年的畜禽,按照饲养期除以 365 d 折算;

VS_j ——第 j 种畜禽每天排放粪污的挥发性固体量,以千克挥发性固体每天每头(只) {kg VS/[头(只)·d]} 计。按照以下优先序确定:养殖场现场测定,依据养殖场畜禽采食能量计算得出,省级 GHG 清单指南推荐值、国家清单报告的数值,或最新版 IPCC GHG 清单指南缺损值;

365 ——用于计算畜禽饲养期间每年天数,单位为天每年(d/a);

$B_{o,j}$ ——第 j 种畜禽的粪污最大甲烷生产能力,以立方米甲烷每千克挥发性固体($m^3 \text{CH}_4/\text{kg VS}$)计。按照以下优先序确定:省级 GHG 清单指南推荐值、国家清单报告的数值,或最新版 IPCC GHG 清单指南缺损值;

0.67 ——CH₄ 气体在 20 ℃、1 个大气压下的密度,以千克甲烷每标准立方米(kg CH₄ / Nm³)计;

$MCF_{s,r}$ —— 粪污处理方式 s 在 r 气候区的甲烷转化系数, %。根据粪污管理方式和养殖场所在地年平均气温, 见表 A-2 中推荐值;

$MS_{j,s}$ ——第 j 种畜禽粪污处理方式 s 所占的比例,以养殖场废弃物管理台账或统计报表为据 %;

GWP₂₀ ——甲烷的全球变暖潜势,推荐值采用IPCC公布的最新值;

——畜禽分类，宜按畜禽种类、品种、饲养方式、生长阶段、饲养天数分类；

——不同的粪污管理系统：

r ——不同的气候区。

8.8.3 粪污处理过程产生的 N₂O 直接排放量

粪污处理过程产生的 N₂O 直接排放量按公式(32)计算。

$$E_{N_2O, manure, D} = \left\{ \sum_s \left[\sum_j \left(AP_j \times Nex_j \times \frac{MS_{j,s}}{100} \right) \right] \times EF_{manure, D,s} \right\} \times 10^{-3} \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O} \quad \dots\dots (32)$$

式中：

- $E_{N_2O, manure, D}$ ——粪污处理过程产生的 N₂O 直接排放量,以吨二氧化碳当量(t CO₂e)计;
- AP_j ——第 *j* 种畜禽在核算年内的存栏量,单位为头(只)每年[头(只)/a],对于饲养期小于 1 a 的畜禽,按照饲养期除以 365 d 折算;
- Nex_j ——第 *j* 种畜禽每头年均氮排泄量,以千克氮每头(只)年{kg N/[头(只)·a]}计。按照以下优先序确定:养殖场现场测定,省级 GHG 清单指南,国家清单报告,或最新版 IPCC GHG 清单指南数值;
- $MS_{j,s}$ ——第 *j* 种畜禽粪污处理系统 *s* 的比例,%;
- $EF_{manure, D,s}$ ——畜禽粪污处理系统 *s* 的 N₂O 直接排放因子,以吨氧化亚氮-氮每吨粪污(t N₂O-N/t N)计,见表 A.3 中推荐值;
- 44/28 ——N₂O-N 转化为 N₂O;
- GWP_{N_2O} ——N₂O 的全球变暖潜势,推荐值采用 IPCC 公布的最新值;
- j* ——畜禽分类,宜按畜禽种类、品种、饲养方式、生长阶段,饲养天数分类;
- s* ——不同的粪污管理系统。

畜禽每头年均氮排泄量按照 GB/T 11891 和 NY/T 525 分别测定尿液和粪污中的氮含量,然后乘以粪尿产生量计算获得。

8.8.4 粪污处理过程产生的 N₂O 间接排放量

8.8.4.1 粪污处理过程产生的 N₂O 间接排放量按公式(33)计算。

$$E_{N_2O, manure, ID} = [N_{V-MMS} \times EF_{manure, GAS} + N_{L-MMS} \times EF_{manure, LEACH}] \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O} \quad \dots\dots (33)$$

式中：

- $E_{N_2O, manure, ID}$ ——粪污处理过程产生的 N₂O 间接排放量,以吨二氧化碳当量(t CO₂e)计;
- N_{V-MMS} ——NH₃ 和 NO_x 挥发引起的粪肥氮损失量,以吨氮每年(t N/a)计;
- $EF_{manure, GAS}$ ——NH₃ 和 NO_x 大气沉降产生的 N₂O 间接排放的排放因子,以吨氧化亚氮-氮每吨氨氮和氮氧化物(t N₂O-N/t NH₃-N+NO_x-N)计,见表 A.1 中推荐值;
- N_{L-MMS} ——粪污管理系统中淋溶径流引起的粪肥氮损失量,以吨氮每年(t N/a)计;
- $EF_{manure, LEACH}$ ——氮淋溶和径流产生的 N₂O 间接排放的排放因子,以吨氧化亚氮-氮每吨淋溶径流氮(t N₂O-N/t N 淋溶径流)计,见表 A.1 中推荐值;
- GWP_{N_2O} ——N₂O 的全球变暖潜势,推荐值采用 IPCC 公布的最新值。

8.8.4.2 NH₃ 和 NO_x 挥发引起的粪污氮损失量按公式(34)计算。

$$N_{V-MMS} = \sum_s \left[\sum_j \left(AP_j \times Nex_j \times \frac{MS_{j,s}}{100} \right) \right] \times 10^{-3} \times \left(\frac{Frac_{V, MS}}{100} \right)_{s,k} \quad \dots\dots (34)$$

式中：

- N_{V-MMS} ——NH₃ 和 NO_x 挥发引起的粪肥氮损失量,以吨氮每年(t N/a)计;
- AP_j ——第 *j* 种畜禽在核算年内的存栏量,单位为头(只)每年[头(只)/a],对于饲养期小于 1 a 的畜禽,按照饲养期除以 365 d 折算;

Nex_j ——第 j 种畜禽每头年均氮排泄量,以千克氮每头(只)年{kg N/[头(只)·a]}计。按照以下优先序确定:养殖场现场测定,省级 GHG 清单指南,国家清单报告,或最新版 IPCC GHG 清单指南数值;

$MS_{j,s}$ ——第 j 种畜禽粪污处理系统 s 的比例, %;

Frac_{v, MS} —— 飲污處理系統 s 通過 NH_3 和 NO_x 挥發造成的氮損失比例, %, 本文件取缺省值 20;

j ——畜禽分类,宜按畜禽种类、品种、饲养方式、生长阶段,饲养天数分类;

s ——不同的粪污管理系统。

8.8.4.3 淋溶径流引起的粪污氮损失量按公式(35)计算。

$$N_{\text{L-MMS}} = \sum_s \left[\sum_j \left(\text{AP}_j \times \text{Nex}_j \times \frac{\text{MS}_{j,s}}{100} \right) \right] \times 10^{-3} \times \left(\frac{\text{Frac}_{\text{L,MS}}}{100} \right)_{s,j} \quad \dots \dots \dots \quad (35)$$

式中：

N_{L-MMS} ——粪污管理系统中淋溶径流引起的粪肥氮损失量,以吨氮每年(t N/a)计;

AP_j ——第 j 种畜禽在核算年内的存栏量,单位为头(只)每年[头(只)/a],对于饲养期小于1 a 的畜禽,按照饲养期除以 365 d 折算;

Nex_j ——第 j 种畜禽每头年均氮排泄量,以千克氮每头(只)年{kg N/[头(只)·a]}计。按照以下优先序确定:养殖场现场测定,省级 GHG 清单指南,国家清单报告,或最新版 IPCC GHG 清单指南数值;

$MS_{i,s}$ ——第 i 种畜禽粪污处理系统 s 的比例, %;

Frac_{L,MS} —— 粪污处理系统 s 通过径流和淋溶造成的氮损失比例, %, 本文件取缺省值 30, 但是对于蒸发量大于降水的省份此值为 0;

——畜禽分类，宜按畜禽种类、品种、饲养方式、生长阶段、饲养天数分类；

s —— 垃圾管理系统类型。

8.9 养殖场能源消耗产生的 CO₂ 排放量

养殖场能源消耗产生的 CO₂ 排放量按公式(36)计算。

式中：

E_{energy} —— 养殖场年能源消耗产生的 GHG 排放,以吨二氧化碳(t CO_2)计;

$Q_{\text{farm, energy, } u}$ ——能源 u 年消耗总量, 单位为吨(t)或千瓦时(kW · h);

$\text{EF}_{\text{energy } u}$ ——消耗单位能源 u 产生的 GHG 排放,以吨二氧化碳每吨(t CO₂/t)或吨二氧化碳每千瓦时[t CO₂/(kW · h)]计,能源和电力碳排放因子推荐值采用国家公布的碳足迹因子,如果没有则采用国际公认的数据库数据:

u ——能源种类。

8.10 可再生能源外供避免排放量

8.10.1 沼气回收甲烷外供避免排放量

沼气回收甲烷外供避免排放量按公式(37)计算。

武中。

$R_{\text{CH}_4, \text{rest}}$ ——回收沼气外供利用避免排放量,以吨二氧化碳当量(t CO₂e)计;

$Q_{\text{外借}}$ ——外借第三方的沼气体积的数值,以千标准立方米沼气(10^3Nm^3 沼气)计;

$\varphi_{\text{out}, \text{CH}_4}$ ——外供沼气中甲烷气体的体积浓度,以千标准立方米甲烷每千标准立方米沼气($10^3 \text{Nm}^3 \text{CH}_4 / 10^3 \text{Nm}^3$ 沼气)计;

为干重,其他有机物料为鲜重,来自农场调研;由于液体粪便(包括沼液)中有机物含量低,不进行计算;

CFOR_{O+M} —— 粪肥 M 及其他有机添加物类型 O 的转化因子, 见表 A.4;

M ——特指施用养殖场粪肥。

稻田其他有机添加物类型 O 施用条件下的甲烷排放因子调整因子系数按公式(42)计算。

式中：

SF_O —— 稻田其他有机添加物类型 O 施用条件下的甲烷排放因子调整因子系数；

ROA_O ——其他有机添加物类型 O 施用量的数值,单位为吨每公顷(t/hm^2),秸秆为干重,其他有机物料为鲜重,来自于农场调研;

CFOR_o ——其他有机添加物类型 O 的转化因子, 见表 A.4。

8.12 产品加工阶段能源消耗产生的 CO₂ 排放

8.12.1 产品加工阶段能源消耗产生的 CO₂ 排放量

畜产品屠宰加工过程能源消耗产生的 CO₂ 排放按公式(43)计算。

式中：

E_{process} ——产品加工阶段能源消耗产生的 GHG 排放量,以吨二氧化碳(t CO_2)计;

$Q_{\text{energy,process},u}$ ——能源 u 每年消耗量,单位为吨(t)、千瓦时(kW · h)或立方米(m³),根据实际调研获取;

EF_{energy, u} ——消耗每单位能源 u 的 GHG 排放量,以吨二氧化碳每吨(t CO₂/t)、吨二氧化碳每千瓦时[t CO₂/(kW · h)]或吨二氧化碳每立方米(t CO₂/m³)计,能源和电力碳排放因子推荐值采用国家公布的碳足迹因子,如果没有则采用国际公认的数据
库数据;

u ——能源种类。

8.12.2 畜产品运输过程能源消耗产生的 CO₂ 排放量

畜产品运输过程能源消耗产生的 CO₂ 排放按公式(44)计算。

式中：

E_{trans} —— 产品运输过程能源消耗产生的 GHG 排放量,以吨二氧化碳(t CO₂)计算;

$Q_{\text{energy, trans}, u}$ ——运输能源 u 每年消耗量,单位为吨(t)、千瓦时(kW · h)或立方米(m³),根据实际调研获取:

EF_{energy, u} ——消耗每单位能源 u 的 GHG 排放量,以吨二氧化碳每吨(t CO₂/t)、吨二氧化碳每千瓦时[t CO₂/(kW · h)]或吨二氧化碳每立方米(t CO₂/m³)计,能源和电力碳排放因子推荐值采用国家公布的碳足迹因子,如果没有则采用国际公认的数据数据库数据;

u ——能源种类

9 畜产品碳足迹核算报告

9.1 畜产品碳足迹核算报告应包括以下组成部分：

- a) 畜产品生产单位的基本信息；
- b) 核算目的；
- c) 功能单位；
- d) 系统边界；
- e) 取舍原则；
- f) 时间边界；
- g) 数据信息和来源；
- h) 分配方法；
- i) 核算结果和结果解释。

9.2 畜产品碳足迹核算报告模板见附录 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.4。

表 A.1 氮肥和粪肥还田利用 GHG 排放因子推荐值

项目	符号	单位	数值
氮肥或粪肥施用 N ₂ O-N 直接排放因子	EF _{N,D}	t N ₂ O-N (t 施用氮) ⁻¹	0.01
NH ₃ 和 NO _x 挥发导致的氮沉降产生的 N ₂ O-N 间接排放因子	EF _{N,GAS} EF _{manure,GAS}	t N ₂ O-N (t NH ₃ -N+NO _x -N) ⁻¹	0.01
淋溶/径流氮损失产生的 N ₂ O-N 间接排放因子	EF _{N,LEACH} EF _{manure,LEACH}	t N ₂ O-N (t 淋溶径流氮) ⁻¹	0.011
氮肥施用 NH ₃ 和 NO _x 挥发氮损失比例	Frac _{GASF}	(t NH ₃ -N+NO _x -N)(t 施用氮) ⁻¹	0.11
粪肥施用或放牧动物排泄于草地上 NH ₃ 和 NO _x 挥发氮比例	Frac _{GASM}	(t NH ₃ -N+NO _x -N) (t 施用氮) ⁻¹	0.21
湿润气候区氮肥或粪肥淋溶/径流氮损失比例	Frac _{LEACH}	t 淋溶径流 N (t 施用氮) ⁻¹	0.24
尿素施用 CO ₂ 排放因子	EF _{urea,CO2}	t C (t 尿素) ⁻¹	0.2

表 A.2 不同气温、不同粪污管理方式甲烷转化系数推荐值

系统		不同气候区的 MCF/%									
		寒冷				温和			温暖		
		寒带 湿润	寒带 干燥	北方 湿润	北方 干旱	温带 湿润	温带 干燥	热带 山地	热带 潮湿	热带 湿润	热带 干燥
开放式厌氧氧化塘		60	67	50	49	73	76	76	80	80	80
液体/泥浆, 以及动物圈舍下面的坑式储存	1 个月	6	8	4	4	13	15	25	38	36	42
	3 个月	12	16	8	8	24	28	43	61	57	62
	4 个月	15	19	9	9	29	32	50	67	64	68
	6 个月	21	26	14	14	37	41	59	76	73	74
	12 个月	31	42	21	20	55	64	73	80	80	80
牛和猪深垫床	>1 个月	21	26	14	14	37	41	59	76	73	74
	<1 个月	2.75				6.50		18			
固体储存		2.00				4.00		5.00			
固体储存(覆盖/压实)		2.00				4.00		5.00			
固体储存(添加填充剂)		0.50				1.00		1.50			
固体储存(添加剂)		1.00				2.00		2.50			
干化场		1.00				1.50		2.00			

表 A.2 不同气温、不同粪污管理方式甲烷转化系数推荐值（续）

系统	不同气候区的 MCF/%																
	寒冷				温和		温暖										
	寒带 湿润	寒带 干燥	北方 湿润	北方 干旱	温带 湿润	温带 干燥	热带 山地	热带 潮湿	热带 湿润	热带 干燥							
每天撒施	0.10			0.50			1.00										
堆肥(发酵罐式)	0.50																
堆肥(静态堆置,强制曝气)	1.00			2.00			2.50%										
堆肥(集约化条垛)	0.50			1.00			1.5										
堆肥(被动条垛,不频繁翻堆)	1.00			2.00			2.50										
牧场/草场/围场	0.47																
含垫料和不含垫料的家禽粪污	1.50																
好氧处理	0.00 																
用作燃料	10.00																
厌氧沼气,低泄漏,高质量气密储存,最完整的工业技术	1.00																
厌氧沼气,低泄漏,高质量工业技术,低质量气密储存技术	1.41																
厌氧沼气,低泄漏,高质量工业技术,开放式储存	3.55			4.38			4.59										
厌氧沼气,高泄漏低质量技术,高质量气密储存技术	9.59																
厌氧沼气,高泄漏,低质量技术,低质量气密储存技术	10.85																
厌氧沼气,高泄漏,低质量技术,开放式储存	12.14			12.97			13.17										

注 1: 寒带湿润是指年平均气温 $>0^{\circ}\text{C}$, 潜在蒸散与降水之比 >1 。

注 2: 寒带干燥是指年平均气温 $>0^{\circ}\text{C}$, 潜在蒸散发与降水之比 <1 。

注 3: 北方湿润是指年平均气温 $<0^{\circ}\text{C}$, 但部分月平均气温 $>10^{\circ}\text{C}$, 潜在蒸散比 >1 。

注 4: 北方干旱区是指年平均气温 $<0^{\circ}\text{C}$, 但部分月平均气温 $>10^{\circ}\text{C}$, 潜在蒸散与降水之比 <1 。

注 5: 暖温带湿润是指年平均气温 $>10^{\circ}\text{C}$, 潜在蒸散与降水之比 >1 。

注 6: 暖温带干燥是指年平均气温 $>10^{\circ}\text{C}$, 潜在蒸散发与降水之比 <1 。

注 7: 热带山地是指年平均气温 $>18^{\circ}\text{C}$, 海拔 $>1\,000\text{ m}$ 。

注 8: 热带潮湿是指年平均气温 $>18^{\circ}\text{C}$, 年平均降水量 $>2\,000\text{ mm}$ 。

注 9: 热带湿润是指年平均气温 $>18^{\circ}\text{C}$, 年平均降水量 $>1\,000\text{ mm}$ 。

注 10: 热带干燥是指年平均气温 $>18^{\circ}\text{C}$, 年平均降水量 $<1\,000\text{ mm}$ 。

表 A.3 不同粪污管理方式的氧化亚氮-氮直接排放因子推荐值

系统		单位	数值
牧场/草场/围场	牛,家禽,猪	t N ₂ O-N/ t N	0.004
	羊和其他动物	t N ₂ O-N/ t N	0.003
每天撒施		t N ₂ O-N/ t N	0
固体储存		t N ₂ O-N/ t N	0.01
固体储存(覆盖/压实)		t N ₂ O-N/ t N	0.01
固体储存(填充剂添加)		t N ₂ O-N/ t N	0.005
固体储存(添加剂)		t N ₂ O-N/ t N	0.005
干化场		t N ₂ O-N/ t N	0.02
液体/泥浆	有自然结壳	t N ₂ O-N/ t N	0.005
	无自然结壳	t N ₂ O-N/ t N	0
	覆盖	t N ₂ O-N/ t N	0.005
开放式厌氧氧化塘		t N ₂ O-N/ t N	0
舍内蓄粪坑		t N ₂ O-N/ t N	0.002
厌氧发酵池		t N ₂ O-N/ t N	0.000 6
作为燃料或废物燃烧		t N ₂ O-N/ t N	—
牛和猪深垫床	不混合	t N ₂ O-N/ t N	0.01
	混合	t N ₂ O-N/ t N	0.07
堆肥	发酵罐式	t N ₂ O-N/ t N	0.006
	静态堆置	t N ₂ O-N/ t N	0.01
	集约化条垛(经常翻堆)	t N ₂ O-N/ t N	0.005
	被动条垛(不经常翻堆)	t N ₂ O-N/ t N	0.005
含垫料的家禽粪污		t N ₂ O-N/ t N	0.001
不含垫料的家禽粪污		t N ₂ O-N/ t N	0.001
好氧管理	自然曝气系统	t N ₂ O-N/ t N	0.01
	强制曝气系统	t N ₂ O-N/ t N	0.005

表 A.4 稻田粪肥还田利用增加的甲烷排放的排放因子调整因子

稻田管理措施		调整因子
水稻生长季 灌溉(SF _w)	连续淹灌	1
	间歇灌溉,一次落干	0.60
	间歇灌溉,多次落干	0.52
水稻移栽前田间 水分管理(SF _p)	移栽前非淹灌时间<180 d	1
	移栽前非淹灌时间>180 d	0.68
	移栽前淹灌时间>30 d	1.90

表 A.4 稻田粪肥还田利用增加的甲烷排放的排放因子调整因子（续）

稻田管理措施		调整因子
稻田施用有机肥 (CFOR _O 或 CFOR _{O+M})	水稻移栽前 30 d 之内秸秆还田	1
	秸秆还田至水稻移栽的时间 > 30 d	0.29
	堆肥	0.05
	农家肥	0.14
	绿肥	0.50



b ——常数,单位为兆焦每千克(MJ/kg),未阉割公羊推荐值0.35 MJ/kg,阉割公羊推荐值0.32 MJ/kg,母羊推荐值0.45 MJ/kg。

B.7 产毛净能

产毛净能按公式(B.11)计算。

式中：

NE_{wool}——产毛一天所需的净能,单位为兆焦每天(MJ/d);

EV_{wool} ——产 1 kg 毛需要的能量值(晾干后清洗前称量),单位为兆焦每千克(MJ/kg),可用缺省值 24 MJ/kg;

Pr_{wool} ——每只绵羊的年均产毛量,单位为千克每年(kg/a)。

B.8 日粮中维持净能与消耗的可消化能的比例

日粮中维持净能与消耗的可消化能的比例按公式(B.12)计算。

$$\text{REM}_j = \left[1.123 - (4.092 \times 10^{-3} \times \text{DE}_j) + \left(1.126 \times 10^{-5} \times \text{DE}_j^2 - \frac{25.4}{\text{DE}_j} \right) \right] \quad \dots\dots (\text{B.12})$$

式中：

REM_i ——日粮中可供维持净能与消耗的可消化能的比例；

DE_j ——可消化能占总能的百分比, %。

B.9 日粮中生长净能与消耗的可消化能比例

日粮中生长净能与消耗的可消化能比例按公式(B.13)计算。

$$\text{REG}_j = \left[1.164 - (5.160 \times 10^{-3} \times \text{DE}_j) + \left(1.308 \times 10^{-5} \times \text{DE}_j^2 - \frac{37.4}{\text{DE}_j} \right) \right] \quad \dots\dots (\text{B.13})$$

式中：

REG_j ——日粮中可供生长净能与消耗的可消化能的比例；

DE_j ——可消化能占总能的百分比, %。

表 B.1 饲料总能计算参数推荐值

指标	畜禽类别	单位	数值
$C_{i,j}$	牛(非泌乳母牛)	MJ/(d · kg)	0.322
$C_{i,j}$	牛(泌乳母牛)	MJ/(d · kg)	0.386
$C_{i,j}$	牛(公牛)	MJ/(d · kg)	0.37
$C_{i,j}$	绵羊(从羔到 1 岁)	MJ/(d · kg)	0.236
$C_{i,j}$	绵羊(大约 1 岁)	MJ/(d · kg)	0.217
$C_{a,j}$	牛(舍饲)	—	0
$C_{a,j}$	牛(牧场饲养)	—	0.17
$C_{a,j}$	牛(自由放牧)	—	0.36
$C_{a,j}$	绵羊(舍饲母羊)	MJ/(d · kg)	0.009

表 B.1 饲料总能计算参数推荐值(续)

指标	畜禽类别	单位	数值
$C_{a,j}$	绵羊(平原放牧)	MJ/(d · kg)	0.010 7
$C_{a,j}$	绵羊(丘陵放牧)	MJ/(d · kg)	0.024
$C_{a,j}$	绵羊(舍饲育肥羔羊)	MJ/(d · kg)	0.006 7
$C_{p,j}$	牛	—	0.1
$C_{p,j}$	羊(单胎)	—	0.077
$C_{p,j}$	羊(单胎)	—	0.126
$C_{p,j}$	羊(单胎)	—	0.150

附录 C
(资料性)
畜产品碳足迹研究报告(模板)

畜产品碳足迹研究报告模板如下。



畜产品碳足迹研究报告

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、畜产品生产单位的信息
(一) 畜产品生产单位基本信息 生产单位名称： 地 址： 法定代表人： 联系人： 联系电话： 企业概况：
(二) 产品信息 产品名称： 产品介绍： 产品图片：
二、核算目的
三、功能单位
四、系统边界 (一) 系统边界的单元过程 1. 饲料种植加工阶段： <input type="checkbox"/> 饲料种植涉及的农资生产运输 <input type="checkbox"/> 饲料原料种植 <input type="checkbox"/> 饲料加工运输 2. 养殖场生产阶段： <input type="checkbox"/> 畜牧饲养 <input type="checkbox"/> 粪污管理 <input type="checkbox"/> 养殖场内能耗 3. 产品加工阶段： <input type="checkbox"/> 运输 <input type="checkbox"/> 屠宰加工能耗 4. 其他
图 1 畜产品碳足迹量化系统边界图
(二) 系统边界内各阶段和单元过程的核算内容 1. 饲料种植加工阶段 (1) 农资生产运输单元过程： <input type="checkbox"/> 氮肥、磷肥、钾肥等化肥生产过程产生的 GHG 排放 <input type="checkbox"/> 农膜生产过程消耗能源产生的 GHG 排放 <input type="checkbox"/> 农药生产过程消耗能源产生的 GHG 排放 <input type="checkbox"/> 农资运输消耗能源产生的 CO ₂ 排放

<p>(2) 饲料原料种植单元过程：</p> <p><input type="checkbox"/> 氮肥施用产生的 N₂O 排放</p> <p><input type="checkbox"/> 粪肥施用产生的 N₂O 排放</p> <p><input type="checkbox"/> 尿素施用产生的 CO₂ 排放</p> <p><input type="checkbox"/> 农机具作业消耗能源产生的 CO₂ 排放</p> <p><input type="checkbox"/> 灌溉消耗能源产生的 CO₂ 排放</p> <p>(3) 饲料加工运输单元过程：</p> <p><input type="checkbox"/> 饲料加工过程消耗能源产生的 CO₂ 排放</p> <p><input type="checkbox"/> 饲料运输过程消耗能源产生的 CO₂ 排放</p>
<p>2. 养殖场生产阶段</p> <p>(1) 畜牧饲养单元过程：<input type="checkbox"/> 畜禽肠道发酵产生的 CH₄ 排放</p> <p>(2) 粪污管理单元过程：</p> <p><input type="checkbox"/> 粪污处理过程产生的 N₂O 排放</p> <p><input type="checkbox"/> 粪污处理过程产生的 CH₄ 排放</p> <p>(3) 场内能源消耗单元过程：<input type="checkbox"/> 养殖场内消耗能源产生的 CO₂ 排放</p> <p>(4) 沼气 CH₄ 等再生能源外供利用避免排放量</p> <p>(5) 粪肥还田利用：</p> <p><input type="checkbox"/> 粪肥还田 N₂O 排放</p> <p><input type="checkbox"/> 稻田粪肥施用增加的 CH₄ 排放</p>
<p>3. 产品加工阶段</p> <p>(1) 肉产品核算内容：</p> <p><input type="checkbox"/> 肉畜活体运输能耗产生的 CO₂ 排放</p> <p><input type="checkbox"/> 屠宰加工能耗产生的 CO₂ 排放</p> <p>(2) 奶产品核算内容：</p> <p><input type="checkbox"/> 原奶运输能耗产生的 CO₂ 排放</p> <p><input type="checkbox"/> 液态鲜奶加工能耗产生的 CO₂ 排放</p> <p>(3) 蛋产品核算内容：<input type="checkbox"/> 蛋产品储存加工能耗产生的 CO₂ 排放</p> <p>(4) 毛或绒产品核算内容：<input type="checkbox"/> 毛或绒剔除能耗产生的 CO₂ 排放</p>
<p>4. 碳储量变化(如果涉及碳储量变化,请单独核算,单独记录)</p> <p><input type="checkbox"/> 土地利用变化导致的碳储量变化</p> <p><input type="checkbox"/> 饲料种植和草地管理碳储量变化</p> <p><input type="checkbox"/> 粪肥还田碳储量变化</p>
<p>五、取舍情况</p> <p>采用的取舍准则以 _____ 为依据,具体规则如下:</p>
<p>六、时间边界</p> <p>_____ 年度</p>

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。

表 1 畜产品生命周期活动数据清单说明

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

(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 畜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、核算结果和结果解释

(一) 核算过程

(二) 结果解释

_____ (填写产品生产者的全名)生产的 _____ (填写碳足迹核算的产品名称,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)生命周期碳足迹为 _____ t CO₂e/t 功能单位。各生命周期阶段的 GHG 排放情况如表 3 所示。

表 3 畜产品生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段及单元过程	碳足迹 (t CO ₂ e/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 24067—2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
 - [4] GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
 - [5] ISO 14067:2018 Greenhouse gases—Carbon footprint of products—Requirements and guidelines for quantification(温室气体 产品的碳足迹 量化要求和指南).
 - [6] 生态环境部和国家统计局.2021 年电力二氧化碳排放因子[EB/OL].2024.https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202404/content_6945445.htm.
 - [7] 国家发展和改革委员会价格司.全国农产品成本收益资料汇编[M].北京:中国统计出版社,2023.
 - [8] 王占彪,王猛,陈阜.华北平原作物生产碳足迹分析[J].中国农业科学,2015,48(1):83-92.
 - [9] 陈舜,逯非,王效科.中国氮磷钾肥制造温室气体排放系数的估算[J].生态学报,2015,35(19):6371-6383.
 - [10] IPCC 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4-Agriculture, Forestry and Other Land Use [M]. Kanagawa: IGES, 2006.
 - [11] 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.
 - [12] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).2021.Six assessment report.
-

