

饲料产品碳足迹评价技术规范

Technical Specification for Carbon Footprint Evaluation of Feed Products

编制说明

（征求意见稿）

目 录

| | |
|---|----|
| 一、工作简况..... | 1 |
| (一) 任务来源..... | 1 |
| (二) 制定背景..... | 1 |
| (三) 工作过程..... | 1 |
| 二、标准修订的主要内容及确定依据..... | 2 |
| 1 范围..... | 2 |
| 2 规范性引用文件..... | 2 |
| 3 术语和定义..... | 2 |
| 3.1 饲料产品 feed product..... | 2 |
| 3.2 饲料产品碳足迹 carbon footprint of a feed product..... | 2 |
| 3.3 功能单位 functional unit | 3 |
| 3.4 生命周期 life cycle..... | 3 |
| 3.5 单元过程 unit process..... | 3 |
| 3.6 取舍准则 cut-off criteria..... | 3 |
| 3.7 初级数据 primary data | 4 |
| 3.8 次级数据 secondary data | 4 |
| 3.9 输入 input | 4 |
| 3.10 输出 output | 4 |
| 3.11 碳足迹因子 carbon footprint factor..... | 4 |
| 3.12 分配 allocation..... | 5 |
| 4 标准编制原则及依据..... | 5 |
| 4.1 生命周期的视角..... | 5 |
| 4.2 相关性..... | 5 |
| 4.3 完整性..... | 6 |
| 4.4 一致性..... | 6 |
| 4.5 准确性..... | 6 |
| 4.6 透明性..... | 7 |
| 4.7 避免重复计算..... | 7 |
| 5 功能单位..... | 7 |
| 6 系统边界..... | 8 |
| 6.1 总则..... | 8 |
| 6.2 生命周期阶段..... | 9 |
| 6.3 取舍准则..... | 11 |
| 7 数据收集..... | 11 |
| 7.1 数据质量要求..... | 11 |
| 7.2 数据收集要求..... | 13 |
| 8 分配与计算..... | 14 |
| 8.1 分配..... | 15 |
| 8.2 计算..... | 16 |
| 9 产品碳足迹通报..... | 17 |
| 9.1 应将以下信息（包括但不限于）纳入饲料产品碳足迹评价报告： | 17 |
| 9.2 通报形式..... | 17 |

| | |
|--------------------------|----|
| 9.3 标识与声明的附加要求..... | 18 |
| 附录 A 饲料生产工艺流程图..... | 19 |
| 附录 B 饲料产品碳足迹评价数据收集表..... | 20 |
| 参考文献..... | 21 |

一、工作简况

（一）任务来源

随着“双碳”目标推进，饲料行业作为农业产业链关键环节，其碳排放核算与管理成为绿色发展重要议题。目前国内尚无统一的饲料产品碳足迹评价标准，导致行业内核算方法不统一、结果缺乏可比性，制约了饲料企业低碳转型与供应链碳管理。为填补此空白，规范评价工作，由中国农业科学院饲料研究所、常州辉途智能科技有限公司、光大畜牧(北京)有限公司、礼蓝（上海）动物保健有限公司承担。

（二）制定背景

在全球气候变化加剧的背景下，农业活动作为温室气体排放的关键贡献源，其减排行动对实现《巴黎协定》温控目标具有战略意义。2020年，中国明确提出“二氧化碳排放力争2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”的双碳目标。据中国饲料工业协会统计（2025），2024年中国饲料工业总产值达1.2万亿元，总产量突破3.1亿吨。饲料产业作为畜牧养殖的核心支撑，其生命周期碳排放包括原料种植、运输和饲料加工等多个环节。联合国粮农组织（FAO）评估表明，饲料生产占畜牧业碳排放总量的41%，年排放量达33亿吨二氧化碳当量，是全球畜牧业的第二大碳排放源。

为响应国家减排战略，农业农村部与国家发展改革委于2022年联合发布《农业农村减排固碳实施方案》，明确提出降低农业生产过程温室气体排放等要求。在此背景下，科学量化饲料作物种植与工业加工的碳排放，成为推进农业减排政策落地的先决条件。然而，现有研究主要集中于畜产品终端排放核算（如养殖场生产、产品加工环节），饲料产品碳足迹评价仍缺乏统一标准规范，数据基础薄弱等问题。《饲料产品碳足迹评价技术规范》的制定聚焦于构建科学透明、产业适用的评价体系，通过界定“从摇篮到大门”系统边界，明确功能单位并建立数据收集优先级原则，系统性解决共生产品分配难题。该规范的实施将推动行业低碳转型，赋能企业优化高排放环节，并为国家双碳战略提供底层数据支撑，最终实现环境效益与产业竞争力的协同提升。

（三）工作过程

成立编制小组：2025 年 5 月，由中国农业科学院饲料研究所牵头，常州辉途智能科技有限公司、光大畜牧(北京)有限公司、礼蓝（上海）动物保健有限公司组成编制小组，明确分工与进度计划。

二、标准修订的主要内容及确定依据

1 范围

本文件规定了饲料产品碳足迹评价的方法、数据要求、核算流程及报告要求。

本文件适用于配合饲料、浓缩饲料、添加剂预混合饲料等工业化饲料产品的碳足迹评价。

2 规范性引用文件

修订的技术内容、所引用标准的最新版本名称等进行了重新排列。

GB/T 10647-2008 饲料工业术语

GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 24067-2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 44903-2024 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 畜产品

DB51/T 3209-2024 产品碳足迹评价技术规范 浓香型白酒

DB4403/T 284—2022 产品碳足迹评价技术规范 乳制品

3 术语和定义

3.1 饲料产品 feed product

包含配合饲料、浓缩饲料、精料补充料、添加剂预混料四类饲料，根据饲养动物的营养需要，将多种饲料原料按一定比例配制的饲料，可直接用于饲喂动物。

制定理由：

明确指出“配合饲料、预混合饲料、添加剂预混合饲料”等常见饲料产品类型均适用于本规范，同时强调其“直接用于饲喂动物”的本质属性，使定义更加清晰、准确，符合饲料行业从业者的日常认知与实际业务需求。

3.2 饲料产品碳足迹 carbon footprint of a feed product

饲料产品系统中的温室气体排放量和温室气体清除量之和，以二氧化碳当量表示，基于使用气候变化单一影响类别的生命周期评价。

制定理由：

以 GB/T 24067-2024 为基础，限定系统边界为“从原料获取至产品出厂”，涵盖原料种植、加工及厂内运输，排除饲喂环节与动物排泄物处理。

3.3 功能单位 functional unit

用于量化饲料产品系统功能输入与输出的基准单位。

制定理由：

依据 GB/T 24040 - 2008 中对功能单位的定义要求，综合考虑饲料产品的生产规模、计量习惯以及行业通用性等因素，最终确定以“1 吨合格饲料产品”作为本规范的功能单位。这一选择既符合饲料行业大规模生产与交易的实际情况，便于企业在生产实践中进行数据统计与核算，又能保证在不同企业、不同批次产品的碳足迹评价中，具备统一的基准与尺度，确保评价结果的可比性与有效性。

3.4 生命周期 life cycle

饲料产品从原料获取、运输、加工直至形成最终产品的连续且相互关联的阶段。

制定理由：

参考 GB/T 24040 - 2008 中生命周期的框架结构，结合饲料产品从原料到成品的实际生产流程，将其生命周期简化描述为“原料获取、运输、加工至最终产品”这一连续且紧密关联的过程。这种表述方式既涵盖了饲料产品生产过程中的主要环节，又简洁明了，易于理解与操作，能够为后续确定系统边界、核算碳足迹提供清晰的流程脉络。

3.5 单元过程 unit process

直接采用 GB/T 24044 - 2008 中对单元过程的定义，明确其为“可单独描述的最小基本工序”，并结合饲料生产的实际工艺，列举“原料粉碎、混合、制粒”等典型工序作为示例，使从业者能够直观地理解单元过程的概念及其在饲料产品碳足迹核算中的具体应用，增强了定义的实操性与指导性。

3.6 取舍准则 cut-off criteria

对与单元过程或饲料产品系统相关的物质流、能量流，就其数量或环境影响的重要性程度是否被排除在评价范围之外所作出的规定。

制定理由：

借鉴 DB51/T 3209 - 2024 中关于取舍准则的规定，结合饲料产品碳足迹核算的特点与精度要求，制定此术语。

3.7 初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量值计算得到的过程或活动的量化值，如饲料生产企业的能耗记录、原料运输距离等。

制定理由：

参照 GB/T 24067 - 2024 中对初级数据的定义，紧密结合饲料生产企业的实际运营场景，明确初级数据为“直接来源于企业特定过程的实测活动数据”，并详细列举“能耗记录、原料运输距离”等常见的数据类型。这一定义使企业能够清晰地识别和收集所需的初级数据，确保数据的真实性与可靠性，为提高碳足迹核算的准确性奠定坚实基础。

3.8 次级数据 secondary data

非直接测定、来源于数据库或文献的通用数据（如背景数据库中的电力排放因子）。

制定理由：

明确其“非直接测定”的属性，并通过举例“背景数据库中的电力排放因子”，清晰地区分了次级数据与初级数据的来源与性质。这有助于企业在数据收集过程中，准确判断数据类型，合理选择数据来源，同时也对次级数据的使用提出了明确要求，即需注明来源并确保其符合时空代表性。

3.9 输入 input

进入单元过程或产品系统的物质、能量等资源的流动。例如原料、能源、辅助材料等。

3.10 输出 output

从单元过程或产品系统流出的物质、能量或产物的流动。包括预期产品、排放物、废弃物等。

3.11 碳足迹因子 carbon footprint factor

基于完整生命周期模型计算得到的上游产品碳足迹因子，用于下游饲料产品碳足迹计算。

制定理由：

基于 DB51/T 3209 - 2024，明确其单位为“千克二氧化碳当量每单位输入”，并推荐优先采用“中国生命周期基础数据库（CLCD）”中的数据。这一规定既保证了碳足迹因子的科学性与权威性，又为企业在核算过程中获取碳足迹因子提

供了明确的方向与可靠的数据来源,有助于提高碳足迹核算结果的一致性与可比性。

3.12 分配 allocation

将过程或产品系统中的输入和输出流,划分至所评价或研究的产品系统及一个或多个其他产品系统中。

制定理由:

依据 GB/T 24040 - 2008 及 GB/T 24044 - 2008 中关于分配的原则与方法,结合饲料行业中多产品共享同一生产过程的常见场景,规定了在这种情况下应按照“质量、能量或经济价值比例”将碳排放合理分摊至饲料产品的具体规则。该规则充分考虑了饲料生产过程的实际情况,具有较强的可操作性与合理性,能够有效解决多产品生产过程中的碳排放分配问题,确保碳足迹核算结果的准确性与公正性。

4 标准编制原则及依据

4.1 生命周期的视角

基于生命周期评价理论,参考国际国内通用方法,确保评价结果客观可靠。

制定理由:

以 GB/T 24040 - 2008 的生命周期评价框架为基础,参考 DB51/T 3209 - 2024 中关于生命周期视角的相关要求,明确本规范采用“从摇篮到大门”的系统边界。具体而言,该边界涵盖了饲料原料的生产环节(如玉米、豆粕等有机物原料的种植)、饲料的加工过程(包括粉碎、混合、制粒等关键工序)以及厂内的能源与物料运输环节。同时,为了使边界范围更加清晰、合理,明确排除了产品出厂后的运输、饲喂过程以及动物排泄物处理等环节。此外,针对预混合饲料中的无机物(如矿物质、微量元素等),考虑到其上游开采过程的复杂性与数据获取的难度,规定直接引用上游供应商提供的碳足迹数据,而不追溯原始开采过程。这种系统边界的设定既全面涵盖了饲料产品生产过程中对碳排放有重要影响的主要环节,又充分考虑了实际操作的可行性与数据的可获取性,兼顾了全面性与实操性的双重要求。

4.2 相关性

引用 DB51/T 3209 - 2024 中关于相关性的原则，明确规定在进行饲料产品碳足迹评价时，仅纳入对温室气体排放有显著贡献的过程，且这些过程需符合本规范所确定的取舍准则。

制定理由：

这一原则的确定旨在避免在碳足迹核算过程中，因纳入过多对碳排放影响微小的过程而导致核算工作的繁琐与复杂，同时确保核算结果能够真实反映对饲料产品碳足迹有实质性影响的关键因素，提高核算工作的针对性与有效性，避免无关过程干扰评价结果的准确性。

4.3 完整性

结合 GB/T 24067 - 2024 中对完整性的要求以及 DB51/T 3209 - 2024 中的相关内容，明确在进行饲料产品碳足迹核算时，必须确保系统边界内所有对碳排放有显著贡献的排放源均被全面、准确地核算。具体包括直接排放源，如饲料生产过程中的燃料燃烧、发酵过程产生的温室气体排放；间接排放源，如企业外购电力、蒸汽所隐含的碳排放；以及原料隐含碳排放，对于有机物原料，需追溯至其种植或生产阶段所产生的碳排放。通过明确这一完整性原则，保证了碳足迹核算结果能够全面反映饲料产品在整个生命周期内的碳排放情况，避免因遗漏重要排放源而导致核算结果的偏差与失真。

4.4 一致性

采用 DB51/T 3209 - 2024 中关于一致性的原则，要求在对同类饲料产品进行碳足迹评价时，必须采用完全相同的功能单位、系统边界以及计算方法。同时，对于评价过程中所涉及的假设条件、数据来源以及处理规则等，也应保持高度一致。

制定理由：

这一原则的实施能够确保不同企业、不同批次的同类饲料产品的碳足迹评价结果具有可比性，便于企业进行行业内的对标分析与经验交流，也为政府部门对行业碳排放情况进行统一监管与统计提供了有力保障。

4.5 准确性

依据 GB/T 24067 - 2024 中对准确性的要求以及 DB51/T 3209 - 2024 中的相关规定，在饲料产品碳足迹核算过程中，明确强调优先采用初级数据。

制定理由：

因初级数据直接来源于企业的实际生产过程，能够最真实地反映生产活动中的碳排放情况。当无法获取初级数据时，可采用次级数据，但必须详细注明数据来源，并确保次级数据在时间和空间上具有良好的代表性，能够准确反映所核算产品的实际情况。通过严格遵循这一准确性原则，最大限度地减少了数据偏差对碳足迹核算结果的影响，提高了核算结果的可靠性与可信度。

4.6 透明性

引用 DB51/T 3209 - 2024 中关于透明性的原则，要求在进行饲料产品碳足迹评价时，必须对整个评价过程中的所有关键信息进行完整、清晰的披露。具体包括数据来源，详细说明所使用的初级数据和次级数据的获取渠道与方式；分配方法，明确阐述在多产品共享生产过程中，碳排放的分摊依据与计算方法；假设条件，对评价过程中所做出的各种假设进行明确说明；以及不确定性分析，对可能影响碳足迹核算结果的各种不确定因素进行全面分析与评估。通过保证评价过程的透明性，使碳足迹评价结果具有可追溯性，便于各方对评价结果进行审核与验证，增强了评价结果的公信力。

4.7 避免重复计算

参考 DB51/T 3209 - 2024 中关于避免重复计算的原则，针对饲料行业中常见的共生产品（如在大豆加工过程中同时产生的豆油与豆粕）以及回收物料（如食品加工副产品作为饲料原料的情况），制定了相应的碳排放核算规则。对于共生产品，规定采用质量分配法将生产过程中的碳排放合理分摊至各个共生产品；对于回收物料，明确仅核算其回收过程所产生的排放，避免了对其在原始生产阶段已核算过的碳排放进行重复计算。通过实施这一原则，确保了碳足迹核算结果的准确性，避免了因重复计算而导致的碳排放数据虚高，为企业提供了更加真实、可靠的碳足迹信息。

5 功能单位

饲料产品的功能单位为单一包装的饲料产品，对功能单位的描述应包括产品的种类或容量等。饲料产品碳足迹应按照每功能单位排放的二氧化碳当量（CO₂e）进行表达。功能单位的常见形式包括但不限于：

示例 1：1 吨配合饲料（浓缩饲料）

示例 2：1 吨预混合饲料

示例 3：1 吨饲料添加剂

制定理由：

本条规定了饲料产品碳足迹评价的功能单位，其设定是开展生命周期核算和结果比较的基础环节。功能单位用于标准化不同产品系统的输入与输出，使碳足迹评价具有可比性和可重复性，是碳排放量归一化计算的核心依据。

在本规范中，参考《GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架》中关于功能单位的定义，结合饲料行业特点，明确将“单一包装的饲料产品”作为功能单位，强调其应包括产品类型（如浓缩饲料、预混料、添加剂等）和定量描述（如吨、千克等）。为增强实用性和可操作性，文本中给出“1 吨配合饲料”、“1 吨预混合饲料”、“1 吨饲料添加剂”等典型形式作为示例，这一做法参考了《DB4403/T 284-2022 产品碳足迹评价技术规范 乳制品》中使用“1 盒 250 mL 巴氏杀菌乳”等形式的功能单位设定方式。

此外，为便于核算与披露的一致性，本条明确规定碳足迹结果需按“每功能单位的二氧化碳当量（CO_{2e}）”进行表达。该要求与《ISO 14067:2018》和《山东省产品碳足迹评价通则》中关于以 CO_{2e} 为统一核算单位的要求保持一致。通过上述设定，可确保不同饲料产品在碳足迹核算和比较中的公平性、科学性和规范性，也为后续的报告披露、产品比对和低碳产品标识提供了统一标准。

6 系统边界

制定理由：

本条旨在界定饲料产品碳足迹评价的系统边界，以明确应涵盖的生命周期阶段和排放过程，是实现完整性、一致性和可比性的基础。

6.1 总则

本标准采用“摇篮到大门”的系统边界，覆盖饲料产品（尤其是有机成分部分）从原材料获取到成品出厂的全过程。

无机饲料产品可直接采用产品碳足迹数据，不再追溯至原矿阶段。

系统边界应包括但不限于以下阶段：

- a) 生产饲料原料的农资投入品生产与运输

- b) 饲料原料种植与收获（有机成分部分）
- c) 原材料运输
- d) 饲料加工
- e) 包装与出厂

制定理由：

总则部分明确采用“摇篮到大门”（Cradle-to-Gate）作为系统边界，是国际产品碳足迹核算的通用模式之一，该边界范围包括产品从原材料获取直至产品出厂的全过程。该设定参考了《ISO 14067:2018》和《GB/T 24040-2008》的基本原则，并与山东省和浙江省地方标准保持一致，避免了使用阶段的不确定性和复杂性，有助于形成统一可控的评价边界。

在饲料产品系统中，考虑到有机原料（如玉米、豆粕）和无机添加剂（如磷酸氢钙、氯化钠）在碳排放特征上的差异，标准中区分了两类原料的处理方式：（1）有机部分需追溯至农业种植过程；（2）无机部分可采用现成碳足迹数据，避免溯源至矿产开采，体现了实际操作的合理性与数据可得性原则。

6.2 生命周期阶段

制定理由：

本条将饲料产品从原材料至出厂的生命周期过程分为五个关键阶段，目的在于全面覆盖饲料产品主要温室气体排放源，同时便于碳足迹核算中对排放活动的归类、建模与数据收集。此划分方法参考了《GB/T 24040-2008》《ISO 14067:2018》《GB/T 44903-2024 畜产品碳足迹量化方法》《DB4403/T 284-2022》以及《山东省产品碳足迹评价指南》的分段逻辑，同时结合了饲料行业原料多元、工艺复杂的特点。

6.2.1 生产饲料原料的农资投入品生产与运输

包括化肥、农药、农膜、种子等农资生产过程产生的 GHG 排放与运输消耗能量产生的 CO₂ 排放。

适用于评价农业来源的有机原料（如玉米、豆粕等）时使用。

制定理由：

饲料产品的主要有机原料（如玉米、豆粕、小麦麸）来自农业生产，农业投入品（如化肥、农药、农膜、种子）在其生产与运输过程中产生显著 GHG 排放。国内外生命周期数据

库（如 CLCD、Ecoinvent）均将农资生产单列为重要阶段。纳入此阶段可更真实反映上游碳负荷来源，并为绿色农业与低碳供应链提供碳排放控制抓手。

6.2.2 饲料原料种植阶段

包括饲料原料种植过程中能源消耗（灌溉、农机）、肥料施用、农药使用。收获、干燥、初级储运过程纳入此阶段。

制定理由：

农业种植过程是饲料碳足迹的核心阶段之一，尤其体现在：

- a) 能源消耗：农机作业（播种、耕地、收割）与灌溉；
- b) 非 CO₂排放：肥料施用导致 N₂O 排放，农药使用间接带来的排放；
- c) 田间排放：例如稻谷等特定作物存在 CH₄排放。

本阶段还包括收获、干燥、初级储运等环节，参照《GBT 44903-2024》中“田间收获至初加工”的系统边界定义纳入。

6.2.3 饲料原料运输阶段

包括有机原料、无机原料等从产地/生产商到饲料厂的运输过程。

制定理由：

原料运输涉及多种运输方式（公路、铁路、水运等），在饲料行业中原料来源广泛、流通半径大，运输碳排放是不能忽略的中游环节。将有机原料与无机添加剂统一纳入该阶段便于模型简化和统一计算，符合《ISO 14067》中“运输应在原材料阶段与制造阶段之间单独列出”的建议。此阶段数据获取相对明确，便于通过吨公里和运输因子估算碳排放。

6.2.4 饲料加工阶段

包括原料接收、称重、粉碎、混合、制粒、冷却、分装等环节。

应计入能源消耗、水耗、废弃物处理与副产品产出。

制定理由：

饲料加工是生命周期中具有集中能源消耗和间接碳排放的关键阶段，常见工序如：

- a) 原料接收与称重 → 粉碎 → 混合 → 制粒 → 冷却 → 包装
- b) 加工过程中的电力、蒸汽、天然气、水的使用量直接影响碳排放。

本阶段也涵盖了副产品处理与废弃物管理，符合生命周期评价中“输入-输出”完整性原则。

行业现实：加工阶段的数据可通过工厂实测或 ERP 系统获得，是最易实现初级数据采集的部分。

6.2.5 包装与出厂阶段

包括包装材料使用、码垛、仓储、产品出厂交付前得能源与物流。

制定理由：

饲料包装材料（如塑编袋、纸袋、吨袋）具有一定碳足迹，包装后需经历仓储、装卸、出厂等流程。本阶段虽排放量较小，但对终端产品传递碳足迹有必要纳入计算。数据来源可通过采购清单、仓储系统、物流计划表获取，具备良好可操作性。

6.3 取舍准则

在饲料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%。

制定理由：

取舍准则遵循了《ISO 14067》及地方标准通行规则，采用 1% 影响阈值与 5% 累计上限作为边界舍弃标准，既保障了结果的完整性，又控制了评价成本，符合国际标准中关于“实质性”的处理原则。

本节设定不仅提供了系统边界划定的方法依据，也为后续数据收集、清单编制和碳足迹计算提供了清晰边界框架，确保饲料产品在碳足迹评价过程中的科学性与一致性。

7 数据收集

制定理由：

本条旨在规范饲料产品碳足迹评价的数据收集流程，确保数据源的完整性、代表性和可追溯性，解决行业数据来源复杂、质量参差的问题。数据收集是碳足迹量化的基础环节，直接影响评价结果的科学性与可比性。通过明确初级和次级数据质量要求及分阶段收集规则，为碳足迹量化提供可验证、可追溯的数据基础，确保评价结果符合“完整性、准确性、可比性”原则，为饲料企业提供可操作的标准化数据采集框架。

7.1 数据质量要求

7.1.1 初级数据质量要求

饲料产品碳足迹评价过程中收集的初级数据，应满足以下要求：

a)完整性：应按照评价产品收集最近一个自然年的生产统计数据，应涵盖对评价的产品系统有实质性贡献的所有温室气体的排放与清除；

b)代表性：使用对评价产品而言具有时间、地域和技术针对性的数据，要求能够反映实际生产情况的数据；

c)准确性：初级数据中的资源、能源和原材料消耗数据宜优先采用企业现场生产统计数据，所有数据均详细记录相关的数据来源和数据处理算法，尽可能减少偏差和不确定性；

d)一致性：数据收集时应保持相同的数据来源和统计标准。不一致的情况需在报告中说明。

制定理由：

本条旨在规范饲料产品碳足迹评价中初级数据的收集质量标准，通过设定“完整性、代表性、准确性、一致性”四个要求，确保初级数据真实反映产品系统实际碳排放水平，为碳足迹量化提供可验证、可追溯的基础支撑。“最近一个自然年生产统计数据”，引用《DB51/T 3209—2024》“8.1.2 时间代表性”原则，避免季节性波动误差，符合饲料作物特点；“时间、地域和技术针对性”三重维度，遵循《DB4403/T284-2022》“6.1 数据质量”中“时空代表性”规则；“优先采用企业现场统计数据”体现《GB/T 24067-2024》“3.6.1 初级数据”定义，要求直接关联生产台账（如电表编号、投料记录）。“统一数据来源与统计标准”引用《DB51/T 3209-2024》“5.4 一致性原则”，确保同类产品数据采集口径可比。本条构建饲料行业初级数据收集的最小可行规范，既满足国际标准刚性要求，又兼顾中小饲料企业实施成本，为碳足迹评价提供真实、可比的数据基石。

7.1.2 次级数据质量要求

次级数据的收集，选择应遵循以下顺序：

a) 国家统计局、生态环境部发布的官方数据；

b) 可公开获得的行业平均数据；

c) 与目标企业在地区、技术和产品等相似的其他企业的数据；

d) 使用次级数据时，应进行书面记录，并解释数据来源和使用理由。

制定理由：

本条规范次级数据选用顺序与记录要求，政府数据优先引用《GB/T 24067-2024》“3.6.3 次级数据”要求，应采用国家统计局、生态环境部等官方数据源（如《省级温室气体清单》）；行业数据次之，采用中国饲料工业协会等发布的行业均值；可比企业兜底依据《DB51/T 3209-2024》“8.1.2.2 次级数据收集原则”，应为相似规模、相似工艺企业数据。书面记录来源及理由对接《DB51/T 3209-2024》“8.1.2.2 次级数据收集原则”，杜绝无溯源数据，应注明来源及选用理由。

7.1.3 碳足迹因子选择要求

a) 优先选择现场排放因子及特征参数；

b) 在现场排放因子及特征参数不可获取的情况下，宜使用供应商提供的经第三方审核的生命周期结果；

c) 在供应商生命周期结果不可获取的情况下，宜采用代表原材料或能源产地国家排放因子。

制定理由：

本条规范碳足迹因子的优先级选择路径，现场因子优先引用《GB/T 24067-2024》“3.6.1 初级数据”要求，应采用企业实测参数；供应商数据次之，要求供应商数据需具第三方审核报告；国家因子兜底依据《DB51/T 3209-2024》“8.1.2 因子选用规则”，采用产地国官方数据。

7.2 数据收集要求

本条是 7.1 数据质量要求的操作化延伸，通过明确原材料获取（7.2.1）与加工生产（7.2.2）两阶段的必采数据，构建饲料碳足迹评价的标准化数据输入框架。

7.2.1 以下项目应收集初级数据

a) 农业原料生产相关项目，包括：

- 1) 农业原料生产过程中辅助材料和包装材料用量和重量；
- 2) 种子、化肥、农药和农膜用量；
- 3) 农机作业和灌溉能源消耗量。

b) 矿物原料生产相关项目，包括：

- 1) 无机原料生产过程中辅助材料和包装材料用量和重量；
- 2) 矿物质添加剂用量；

3) 维生素预混料用量。

c) 农资、辅助材料和包装材料的运输相关项目，包括：

1) 每种运输工具的运输距离；

2) 每种运输工具的类型；

3) 每种运输工具的载重量。

制定理由：

本条是聚焦原材料获取阶段必须现场收集的核心数据，通过明确农业源、矿物源及运输环节的三类必采数据（用量、重量、能耗、运输参数），为饲料产品碳足迹清单建立可验证的底层数据支撑。农业源数据应收集种子、化肥、农药、农膜用量，依据《GBT 44903-2024》“7.2 数据收集方法和数据质量”，要求记录灌溉与农机能源消耗量。矿物源数据中矿物质、维生素用量需精确采集，契合预混料碳排放核算时的数据要求。运输数据采用吨公里核算模型，对应《DB4403/T284-2022》“6.3 数据收集要求”规范，精准量化多式联运碳排放。

7.2.2 以下项目应收集初级数据

a) 种子、化肥、农药和农膜使用相关的碳排放与碳足迹因子；

b) 能源消耗相关的碳排放与碳足迹因子；

c) 原料、辅助材料和包装材料等与运输相关的碳排放与碳足迹因子；

d) 矿物原料生产相关的碳排放与碳足迹因子；

e) 各类饲料产品原料运输相关的碳排放与碳足迹因子；

f) 混合加工能源消耗相关的碳排放与碳足迹因子；

g) 废弃物处理相关的碳排放与碳足迹因子。

制定理由：

本条明确原材料获取阶段必须引用的四类次级数据，通过限定碳足迹因子的权威来源层级（政府→行业→国际），确保背景数据符合“代表性、可比性”原则，避免因自主测算导致的系统误差。无机原料直接引用碳足迹数据遵循《DB51/T 3209-2024》取舍准则，避免对低贡献环节的过度追溯。

8 分配与计算

本条是饲料产品碳足迹评价的核心，旨在解决生命周期中多产品系统分配和

碳排放量化的关键问题。通过定义分配原则（8.1）和计算公式（8.2），确保碳足迹结果符合“公平性、可比性、完整性”原则。

8.1 分配

本条旨在通过分配处理共生产品（如豆粕与豆油）的碳排放分摊，避免重复计算。

8.1.1 分配原则

分配应根据 GB/T 24040 及 GB/T 24044 中规定的分配程序。对包含多个产品或循环体系的系统，宜避免分配。若分配无法避免，分配过程应遵循以下原则：

a) 优先使用物理关系（如数量、质量、工时等）进行分配；

b) 若无法建立物理关系，宜根据经济价值或其它关系进行分配，且应提供所使用分配关系的依据及计算说明。

制定理由：

依据《GB/T 24040-2008 环境管理生命周期评价原则与框架》和《GB/T 24044-2008 环境管理生命周期评价要求与指南》中“分配程序”规定，优先使用物理关系（如质量或工时），若不可行则采用经济价值分配。此逻辑也参考《DB51/T 3209-2024》“5.7 避免重复计算”，共生系统中主副产品碳排放总和等于系统总排放，针对饲料行业共生产品场景（如大豆加工中豆油与豆粕的输出）优化设计。

8.1.2 分配方法

a) 质量分配法

适用于物理性质均匀的副产品按照公式计算：

$$AF_i = \frac{R_i \times P_i}{R_i \times P_i + (1 - R_i) \times P_{ci}}$$

式中：

AF_i ——饲料组分 i 的排放量分配系数

R_i ——原料 i 加工的副产品产出率，%

P_i ——原料 i 副产品的质量分数，%

P_{ci} ——加工原料 i 主要产品的质量分数，%

制定理由：

本条遵循《ISO 14067:2018》“6.4.4 分配方法选择”原则，针对物理性质均匀的副产品，采用质量分数作为分配依据，避免主观偏差。

b) 经济价值分配法

适用于价值差异显著的副产品按公式计算：

$$AF_i = \frac{R_i \times V_i}{R_i \times V_i + (1 - R_i) \times V_{ci}}$$

式中：

AF_i ——饲料组分 i 的排放量分配系数

R_i ——原料 i 加工的副产品产出率，%

V_i ——原料 i 副产品的价格，元/公斤

V_{ci} ——加工原料 i 主要产品的价格，元/公斤

制定理由：

本条遵循《ISO 14067:2018》“6.4.4 分配方法选择”，要求当物理分配导致显著不公平时启用经济分配。针对价值差异显著的副产品，以市场价格为分配基准。例如豆粕价格仅为豆油的 1/3 时，经济分配法可避免质量分配导致的碳足迹低估。

8.2 计算

数据收集完成后，应对饲料产品系统中每一单元过程的碳排放与碳足迹因子进行量化，汇总获得以二氧化碳当量（kgCO₂e）表示的饲料产品碳足迹。计算方法见公式。

$$CFP = \sum_{k=1}^n (AD_k \times EF_k + M_k \times EF_k \times GWP_k) + \Delta C_{soil}$$

式中：

CFP ——产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

AD_k ——第 k 种活动的碳排放活动数据，单位根据具体排放源确定；

EF_k ——第 k 种活动对应的碳足迹因子，单位与碳排放活动数据的单位相匹配；

M_k ——涉及直接和间接碳排放的第 k 种活动的活动数据，单位根据具体排放源确定；

GWP_k ——第 k 种活动对应的全球增温潜势值，数值可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）第一工作组评价报告“自然科学基础”（The Physical Science Basis）中提供的数据；

ΔC_{soil} ——农田土壤碳库变化量。

制定理由：

本条通过公式化核算饲料产品碳足迹评价生命周期各阶段数据，将农资生产、原料种植、加工能耗等单元过程的输入数据转化为统一碳足迹值；生成以“kgCO₂e/功能单位”表达的结果，支撑产品碳标签、低碳认证及供应链减排决策，为行业低碳认证提供统一计算框架。公式严格遵循国际标准： $AD_k \times EF_k$ 引用《ISO 14067:2018》“10.2 量化要求”，量化间接排放（如外购电力、蒸汽）； $M_k \times EF_k \times GWP_k$ 引用《IPCC AR6》最新报告全球增温潜势值（GWP），纳入 N₂O（GWP=273）、CH₄（GWP=27.9）等气体； ΔC_{soil} 引用《GB/T 44903-2024》“农田碳库变化”要求，解决饲料有机原料（如大豆）种植阶段碳汇遗漏问题。

9 产品碳足迹通报

制定理由：

本条旨在规范饲料产品评价结果的通报形式与内容，确保碳足迹信息传递的完整性、可比性及可信度。其核心包括：强制披露报告内容（9.1）与通报形式（9.2），要求标识或声明必须配套完整评价报告（9.2 附加要求），允许系列产品采用平均值通报（±5%偏差范围）。

9.1 应将以下信息（包括但不限于）纳入饲料产品碳足迹评价报告：

- a) 饲料产品生产单位的基本信息；
- b) 评价目标；
- c) 评价内容；
- d) 评价过程；
- e) 评价结果解释。

注：系列产品可包含在同一通报中，每一产品之间的碳足迹偏差值范围不应超过±5%，且以其碳足迹平均值作为通报值。

制定理由：

本条严格遵循《GB/T 24067-2024》“7.3 碳足迹研究报告”内容，应包含企业基本信息、评价目标、过程、结果解释四要素；“评价过程”需覆盖系统边界、分配方法等内容。

9.2 通报形式

饲料产品碳足迹通报可采取以下形式：

- a) 饲料产品碳足迹评价报告；
- b) 饲料产品碳足迹标识；
- c) 饲料产品碳足迹声明。

制定理由：

本条报告→标识→声明的分级设计引用《DB 4403/T284-2022》“8.1 通报形式”，满足不同应用场景。

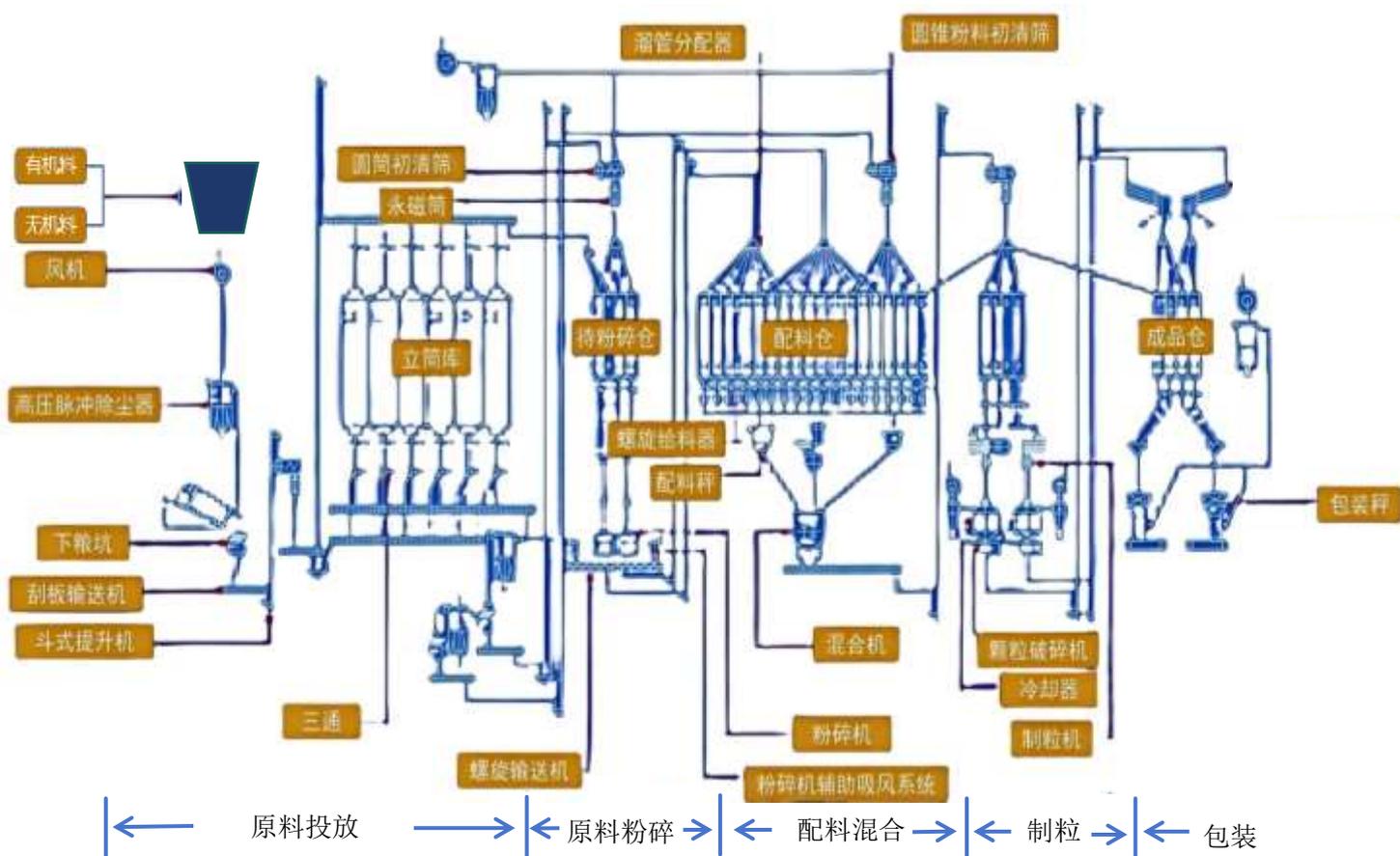
9.3 标识与声明的附加要求

若采用产品碳足迹标识或产品碳足迹声明，应同时出具产品碳足迹评价报告。

制定理由：

本条引用《DB 4403/T284-2022》“8.2 附加要求”，要求标识与声明必须关联完整报告。

附录 A 饲料生产工艺流程图



附录 B 饲料产品碳足迹评价数据收集表

饲料产品碳足迹评价数据信息见表 B.1。

表 B.1 饲料产品碳足迹评价数据收集表

| | | | | | | | | |
|------------|-----------|------|------|---------|-------|-------|------|----|
| 生产单位 | | | | 产地 | | | | |
| 数据收集日期 | | | | 数据收集人员 | | | | |
| 时间范围 | | | | 数据收集单位 | | | | |
| 一、原材料获取阶段 | | | | | | | | |
| 饲料名称: | | | | 饲料生产年份: | | | | |
| 清单类型 | 清单名称 | 活动数据 | 数据来源 | 运输方式 | 燃料消耗量 | 碳足迹因子 | 因子来源 | 备注 |
| 主产品 | (XX 饲料原料) | | | | | | | |
| 副产品 | | | | | | | | |
| 生产过程 | (种子) | | | | | | | |
| | (农药) | | | | | | | |
| | (农膜) | | | | | | | |
| | (化肥) | | | | | | | |
| | (包装材料) | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 能源 | (电力) | | | | | | | |
| | (柴油) | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 直接和间接排放 | (二氧化碳) | | | | | | | |
| 二、加工生产饲料阶段 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--------|-----------|--|--|--|--|--|--|--|
| 产品 | (XX 饲料产品) | | | | | | | |
| 原料、辅料 | (玉米) | | | | | | | |
| | (麦麸) | | | | | | | |
| | (豆粕) | | | | | | | |
| | 预混合饲料 | | | | | | | |
| | 其他 | | | | | | | |
| | (包装材料) | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 能源 | (电力) | | | | | | | |
| | (蒸汽) | | | | | | | |
| | (天然气) | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 待处置废弃物 | (废水) | | | | | | | |
| | (除灰尘) | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

注：其他饲料组分，预混合饲料中没有包括在内的成分，按取舍准则处理

参考文献

- [1] FAO. 2023. Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM).
- [2] ISO 14067:2018 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification.
- [3] 农业农村部. 2022. 《农业农村减排固碳实施方案》.
- [4] GB/T 10647-2008 饲料工业术语
- [5] GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架
- [6] GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南
- [7] GB/T 24067-2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
- [8] GB/T 44903-2024 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 畜产品

- [9] DB51/T 3209-2024 产品碳足迹评价技术规范 浓香型白酒
- [10] DB4403/T 284—2022 产品碳足迹评价技术规范 乳制品