附件 3

北京低碳农业协会团体标准草案编制说明

（参考格式）

<table>
<tr><th colspan="5">基本信息</th></tr>
<tr><td rowspan="2">标准草案名称</td><td>中文</td><td colspan="3">畜禽固体粪便好氧堆肥碳排放核算方法</td></tr>
<tr><td>英文</td><td colspan="3">Carbon emissions accounting method for aerobic composting of livestock solid manure</td></tr>
<tr><td>项目类型</td><td colspan="2">☑制定　　□修订
（被修订标准名称及编号：　　）</td><td>计划编号</td><td>LCAA 2025—5</td></tr>
<tr><td>起止时间</td><td colspan="4">2024 年 11 月---2026 年 12 月</td></tr>
<tr><td>标准起草单位</td><td colspan="4">北京林业大学、北京交通大学、福建农林大学、中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、北京沃土天地生物科技股份有限公司</td></tr>
<tr><td>起草组成员</td><td colspan="4">张立秋、封莉、高鹏、房玮、张彤、张雨曦、杨潍琪、姚宏、李红娜、叶捷、任莉、孙敏捷</td></tr>
<tr><td>项目调整情况</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

背景、目的和意义

自我国提出“双碳”目标以来，国家高度重视各行业的碳排放核算与减排工作。在此背景下，农业领域作为温室气体排放的重要来源之一，其碳核算体系的建立和完善显得尤为迫切。2022 年农业农村部、国家发展改革委印发的《农业农村减排固碳实施方案》明确提出要提升畜禽养殖粪污资源化利用水平，推广增施有机肥，实现畜牧业减排降碳，将粪污资源化与减排直接挂钩，凸显了对畜禽粪污处理过程中碳排放核算的迫切需求。此外，2023 年生态环境部等三部门联合印发的《关于推进畜禽粪污资源化利用标准体系建设的指导意见》指出，目前工作的重点之一是推动畜牧业减少气体排放、科学计量气体排放总量等相关标准的制修订，直指当前核算工具缺失的痛点。此外，2025 年《乡村全面振兴规划（2024—2027 年）》再次强调农业废弃物要实现“减量化、资源化、无害化”的全流程管理，进一步强化了对畜禽固体粪便处理处置全过程碳排放核算方法的需求。以上政策的发布一致表明，目前亟需一套覆盖畜禽固体粪便处理处置全流程的碳排放核算方法来规范和指导行业实践。

中国是畜禽养殖大国，畜禽粪污年产量超 30 亿吨，实际生产中大多数畜禽固体粪便通常采用堆肥发酵后还田利用或加工成有机肥利用，少部分经过无害化处理后作为饲料、基质等利用，然而其处理过程中的碳排放问题不容忽视。据《中华人民共和国气候变化第三次两年更新报告》统计，我国畜禽粪污管理的碳排放占农业活动排放总量的 18%，且在养殖业温室气体排放中占比约一半。问题的核心在于，当前缺乏针对具体好氧堆肥全流程处理处置畜禽固体粪便碳排放的核算工具。尽管现有标准（如 NY/T 4243-2022《畜禽养殖场温室气体排放核算方法》）已对畜禽肠道发酵和粪污管理环节的排放提出基础核算框架，但对好氧堆肥这一主流技术的全流程核算仍存在空白。而好氧堆肥作为目前畜禽粪便资源化利用的重要技术，产业成熟度高，国家也将其列入十大主推技术中。因此，本标准的制定是响应国家“双碳”战略的必然要求。通过建立覆盖“收集运输—预处理—好氧堆肥处理—堆肥后处理”的标准化核算体系，可量化各环节碳排放与碳补偿潜力，为优化工艺路径、挖掘减排空间提供科学依据。

本标准拟解决以下两个问题：1、解决现行标准碳核算方法忽略运输、预处理和后处理等阶段的排

放，核算边界不完整、不统一。2、解决关键排放因子（CH_4、N_2O）依赖国际通用值或难以获取，导致核算结果准确性不足的问题。本标准的编制积极响应了双碳专项标准体系的建设，同时推动畜禽固体粪便资源化利用与农业低碳发展的深度融合，助力实现“减排有据、固碳有量”的绿色发展目标，为我国农业领域碳达峰碳中和行动提供坚实的技术支撑。

工作简况

主要工作过程	1.分工情况 为积极响应我国“碳达峰、碳中和”战略目标，落实农业农村领域减排固碳任务，畜禽粪便处理处置过程的碳排放核算与管理日益重要。好氧堆肥是畜禽固体粪便处理的主流技术之一，但目前国内尚缺少一套专门针对该过程全面的和可操作的碳排放核算方法标准。 为填补这一空白，规范和统一畜禽固体粪便好氧堆肥的碳排放核算工作，北京低碳农业协会提出并归口，由北京林业大学牵头承担本标准的制定工作，旨在为相关企业提供科学、清晰的技术指导。 2.起草阶段 （1）成立标准制订编制组 2024 年 11 月任务下达后，项目承担单位北京林业大学即成立标准制订编制组（以下简称编制组）。编制组初步拟定了标准制订的原则、工作目标、工作内容和技术路线，讨论了在标准过程中可能遇到的问题、标准定位及侧重点，并根据标准编制任务，制定了详细的标准编制计划与任务分工。 （2）查询国内外相关标准和文献资料、编制大纲及草案 在好氧堆肥技术标准方面，国内好氧堆肥相关标准涵盖国家、行业、地方和团体多个层面。现行国家标准为全国范围内的堆肥相关生产、处理活动提供了基本准则。行业标准涉及生活垃圾、农业固体废物、生物质废物堆肥处理的技术规范与设备要求，规范了不同行业领域的堆肥行为，促进资源合理利用与环境保护。地方和团体标准具有较强的针对性和实用性，有助于推动当地农业废弃物、畜禽粪便等的堆肥处理与资源化利用。 此外，欧盟制定了《包装—堆肥和生物降解—包装可回收条件—试验和最终评定准则》(EN 13432)，规范包装废弃物的堆肥处理与回收利用条件。美国也出台了《堆肥化塑料规范》(ASTM D6400-19) 和《堆肥化塑料与聚合物涂料规范》(ASTM D6868-21)，对堆肥化塑料及相关产品的性能和应用进行规定。澳大利亚制定《生物降解塑料—适合堆肥化或其他生物处理方式的生物降解塑料》（AS 4736），为生物降解塑料在堆肥领域的应用提供了标准依据。加拿大发布了《堆肥质量指南》(EN 108-4/25-2005E)，确保堆肥产品质量符合相关要求。而且，《塑料—有机回收利用—可堆肥塑料的规格》(ISO 17088-2021）和《污泥回收、再循环、处理和处置—无机物和营养物回收工艺和技术信息》(ISO/TR 22707-2023）等国际标准，规定了堆肥物质的技术要求和资源化利用方法。 在碳核算标准方面，国内制定了一系列国家、行业等标准体系。其中，《畜禽养

	殖业污染物排放标准》（GB 18596-2001）对畜禽养殖业的污染物排放限值等进行了规定;《工业企业温室气体排放核算和报告通则》(GB/T 32150-2015）指导了行业温室气体排放核算方法与报告要求标准的编制,也可为工业企业开展温室气体排放核算与报告活动提供方法参考。《温室气体排放核算与报告要求 第 22 部分：畜禽养殖企业》(GB/T 32151.22-2024）和《温室气体排放核算与报告要求 第 23 部分：种植业机构》(GB/T 32151.23-2024)，提出了畜禽养殖企业和种植业机构温室气体排放核算与报告的具体要求;《畜禽养殖场温室气体排放核算方法》(NY/T 4243-2022)为畜禽养殖场碳排放核算初步提供了核算方法；地方标准包括《堆肥企业碳排放核算办法》(DB3308/T 143-2023)、《温室气体排放核算指南畜牧养殖企业》(DB11/T 1422-2017)、《畜禽养殖场碳排放核算指南》(DB32/T 4573-2023）各地因地制宜地制定了适用于本地区相关企业或行业的碳排放核算标准;《温室气体排放核算方法与报告指南 第 1 部分：污水处理厂》(DB62/T 4913.1-2024)、《厨余垃圾处理项目碳排放核算指南》(DB4403/T 468-2024)、《重点行业企业碳排放管理体系评价通则》（DB14/T 2971-2024）等，也对不同类型企业或项目的碳排放核算与管理进行了规定。 此外欧盟的《工业排放指令》(2010/75/EU）对包括畜禽养殖业在内的工业领域的排放进行了综合规范，涉及废水、废气等多方面排放要求，对碳排放管理具有重要影响。美国的《美国石油来源的甲烷和二氧化碳排放量估算》(API PUBL 4645-1997)专注于石油行业甲烷和二氧化碳排放量的估算方法。国际标准 ISO 14064-2018 系列标准,《组织层面对温室气体排放和清除的量化和报告规范及指南》，为全球范围内的组织和项目提供了全面的温室气体排放管理标准框架。由世界资源研究所（WRI）和世界可持续发展工商理事会（WBCSD）制定的《GHG Protocol 温室气体核算体系》，致力于制定国际认可的企业温室气体核算与报告标准，在全球企业碳核算领域被广泛应用。 （3）编制标准草案 2024 年 11 月至 2025 年 7 月，编制组根据拟定的技术路线，开展了畜禽粪便处理处置碳排放核算方法的相关研究，并在此基础上编写了《畜禽粪便好氧堆肥过程碳排放核算方法》标准草案。 （4）标准立项 2025 年 8 月 5 日进行了标准立项答辩，批准立项，计划编号 LCAA 2025—5。立项后，编制组根据专家意见对标准进行了逐条修改和完善。于 11 月 5 日进行了征求意见稿讨论会，依据会上专家提出问题进行了修改完善。

标准编制原则、标准主要内容	
标准编制原则	1. 通用性原则 本文件适用于牛、猪、鸡等规模化畜禽养殖场的粪便好氧堆肥处理过程碳排放核算。 2. 指导性原则 本文件适用于指导畜禽养殖场、堆肥企业对畜禽固体粪便覆盖“收集运输—预处理—好氧堆肥处理—后处理”四阶段碳排放的详细核算工作。 3. 协调性原则 本标准与现有标准、规范、指南协调统一，互不交叉。仅作为一种适用性核算方法对目前标准、规范、指南进行补充与完备。

标准主要内容及其相关说明	本标准共分为 8 章和 1 个附录，规定了畜禽固体粪便在好氧堆肥过程中碳排放的核算方法，主要内容包括：1 范围；2 规范性引用文件；3 术语和定义；4 核算流程与边界；5 排放源识别；6 核算方法；7 数据质量管理；8 核算报告；附录。主要内容及其确定依据如下： 1.范围 本章节界定了标准的适用范围。考虑到好氧堆肥是畜禽固体粪便处理的主要方式，标准将范围明确为“畜禽固体粪便好氧堆肥过程”，适用于指导相关企业开展碳核算工作。当粪便处理过程涉及多个责任主体时，各主体可依据本标准对其负责的阶段进行分段核算，或由一个主导方协调完成全流程核算。 2.规范性引用文件 本章节列出了制定本标准所依据的关键文件，即《碳排放核算与报告要求 第 22 部分：畜禽养殖企业（GB/T 32151.22）》、《畜禽粪便堆肥技术规范（NY/T 3442）》、《畜禽养殖场温室气体排放核算方法（NY/T 4243）》、《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（DB 11/T 1561）》、《堆肥企业碳排放核算办法（DB 3308/T 143）》。这些文件是本规范的重要组成部分，提供了技术依据和参考标准。 3.术语和定义 本章节对核心术语进行了定义：3.1 碳排放：畜禽固体粪便好氧堆肥过程中，从粪便的收集和运输、预处理、好氧堆肥处理到堆肥后处理四个阶段在特定时段内向大气释放温室气体的总量，以二氧化碳当量表示（t CO_2eq），本文件不包括企业办公区、生活设施等非生产环节排放。3.2 好氧堆肥：在人工控制条件下（水分、碳氮比和充分供氧等），利用好氧微生物将有机物分解、稳定化，并转化生产出一种适宜于土地利用产物的生物化学过程。3.3 活动数据：导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。3.4 直接排放：在核算边界内，由畜禽固体粪便好氧堆肥过程中直接产生的碳排放，包括生物降解作用产生的甲烷和氧化亚氮，以及车辆、机械等设备运行时化石燃料燃烧产生的二氧化碳。3.5 间接排放：在核算边界内，由畜禽固体粪便好氧堆肥过程中间接产生的碳排放，包括因消耗电力产生的二氧化碳以及添加辅料（含覆膜材料）的生产过程中产生隐含的二氧化碳。 4.核算流程与边界 本章节确定了核算的总体流程和系统边界。边界设定为从“粪便收集点装车”到“堆肥成品装车待运”，这是一个完整的“进门到出门”边界，清晰界定堆肥企业的核算责任，避免了与上游（养殖场清粪）和下游（产品运输及还田）环节的重复计算，并且给出了核算边界图，明确将好氧堆肥全过程划分为收集运输、预处理、好氧堆肥处理和堆肥后处理四个阶段，并且表明各阶段物料能源输入与温室气体排放种类。 5.排放源识别 本章节基于确定的核算边界，全面识别了各阶段的温室气体排放源，以表格形式列出，并对各阶段的边界划分和包含的温室气体源进行了详细分条说明。对于审议过程中提出间接 N_2O 排放问题，由于考虑到在实际生产中难以量化其排放，操作较为困难，本标准将其定义为下游排放，不纳入本次核算范围，以确保核算边界的一致性。 6.核算方法 本章节规定了畜禽粪便好氧堆肥过程的碳排放核算方法，采用排放因子法，该方法是 IPCC 国家温室气体清单指南以及我国所有温室气体核算标准的基础，确保了本标准在方法论上的科学性和权威性。为便于核算主体操作，本章将整个过程分

解为四个独立的核算阶段，各阶段排放量加总即为总排放量，结构清晰，易于理解和应用。在 6.1 节中明确了核算的基本原则，即应按照设定的核算边界，将各类温室气体排放量统一折算为二氧化碳当量（CO_2eq）。6.2 节给出总排放量的计算公式（公式 1），分别计算畜禽粪便好氧堆肥各阶段产生的温室气体排放量，并以二氧化碳当量（CO_2eq）为单位进行加总。

$$E_{总} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（1）$$

式中：

$E_{总}$——畜禽粪便好氧堆肥过程总碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2eq）；

E_1——收集和运输阶段的碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2eq）；

E_2——预处理阶段的碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2eq）；

E_3——好氧堆肥处理阶段的碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2eq）；

E_4——堆肥后处理阶段的碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（t CO_2eq）。

接下来各节内容是依次对每一阶段的排放源进行拆解和量化：

6.3 收集和运输阶段碳排放量计算

该阶段排放源为化石燃料消耗导致的直接 CO_2 排放，主要来自用于装载粪便的机械设备以及运输粪便车辆的燃料消耗（柴油、汽油等），以及设备消耗电力间接排放的 CO_2。

运输环节（公式 3）：为提高核算的精细度，标准未采用简单的燃油消耗总量估算法，而是参考 CMS-082-V01《畜禽粪便堆肥管理减排项目方法学》提供了基于车辆数量、运输距离、燃料净热值的计算模型，这种自下而上的方法能更准确地反映实际运输活动产生的排放。

电力消耗环节（公式 4）：采用了电力消耗量与电力排放因子相乘的通用计算方法。考虑到我国区域电网差异，标准在附录 A 中提供了各区域电网的电力排放因子，并建议使用者优先查询本地最新数据，以提升核算的准确性。

6.4 预处理阶段碳排放量计算

该阶段排放源为，以燃油驱动的设备（如铲车、混合机）消耗燃料产生的直接 CO_2 排放，以及以电力驱动的设备（如破碎机、搅拌机）消耗电力产生的间接 CO_2 排放。

化石燃料燃烧（公式 6）：与运输阶段不同，预处理设备（如铲车、混合机）的燃料消耗难以按里程计算，因此标准采用了基于燃料消耗总量（换算为能量单位 TJ）与排放因子相乘的方法，这更符合该场景下的实际操作和数据可得性。

电力消耗：本部分直接复用公式（4），体现了标准内部方法学的一致性。

6.5 好氧堆肥处理阶段碳排放量计算

该阶段排放源为，好氧堆肥过程中有机物降解产生的 CH_4 和硝化和反硝化引起的 N_2O 排放，以燃油驱动的设备在运行过程中燃料消耗产生的直接 CO_2 排放，在堆肥过程中运行的翻抛机、通风系统和搅拌设备等消耗电力产生的间接 CO_2 排放，以及堆肥过程中消耗辅料及覆膜材料的间接 CO_2 排放。且该阶段依据 IPCC 方法学，生物源 CO_2 排放不计入排放总量。

其中，CH_4 和 N_2O 排放计算（6.5.1 与 6.5.2 节，公式 8、9）是生物源核心排放的计算。公式采用了粪便处理量（干物质基）与排放因子相乘的核心逻辑，在此特别强调以干物质（DM）为计算基准，可根据粪便初始含水率进行换算，是为了排除粪便含水率巨大差异对核算结果的干扰，这是确保不同企业间核算结果可比性的关键技术要求。

6.5.3 甲烷和氧化亚氮排放因子确定

考虑到国内多数堆肥企业尚不具备现场监测条件，为提升本标准的可操作性，编制组在广泛调研的基础上，提供了一套基于国内实测研究的推荐排放因子，系统检索了国内相关学术期刊，筛选出 14 篇具有代表性的研究文献，这些文献涵盖了条垛式、反应器式和膜覆盖三种主流好氧堆肥技术的 CH_4 和 N_2O 排放实测数据。由于原始文献中的数据单位和表达方式各不相同（如排放通量 $mg \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$，累计排放量 g/t·DM 等），编制组依据各文献提供的堆体参数（如物料干物质含量、堆体密度、尺寸等）和堆肥周期，统一将其换算为本标准规定的单位，即“千克气体每吨干物质”（kg/t DM），以确保数据的可比性，在对换算后的数据进行统计分析后，将算术平均值作为本标准的“推荐值”，将数据的最小值与最大值作为“取值范围”，为使用者提供了基于中国本土研究的、更贴近实际的排放因子数据。同时还查阅了 IPCC 给出的堆肥排放因子与范围，并且包含两个本编制组的实测数据。具体的排放因子数据来源及换算结果详见表 1。

表 1 好氧堆肥 CH_4 和 N_2O 排放因子文献数据汇总表

堆肥技术	甲烷排放因子 $kgCH_4/(tDM)$	氧化亚氮排放因子 $kg\ N_2O/(tDM)$	来源
条垛式堆肥	4.5100	0.0063	《Greenhouse gas emission from the total process of swine manure composting and land application of compost》
条垛式堆肥	-	0.0040	《N_2O emission factors of full-scale animal manure windrow composting in cold and warm seasons》
条垛式堆肥	-	0.1352	
条垛式堆肥	11.8933	0.1212	《Carbon, Nitrogen Balances and Greenhouse Gas Emission during Cattle Feedlot Manure Composting》
	11.9067	0.1323	
条垛式堆肥	1.8667	0.0833	《Greenhouse gas emissions when composting manure from cattle fed wheat dried distillers' grains with solubles》
	1.7600	0.1807	
膜覆盖静态发酵条垛	0.0041	0.0002	《覆膜和翻抛对猪粪堆肥氨气和温室气体排放及功能微生物的影响》
膜覆盖	0.0058	0.0013	编制组博士张彤数据
	0.0063	0.0018	
膜覆盖静态堆肥	0.0035	0.0026	《Effects of semi-permeable membrane covering coupled with intermittent aeration on gas emissions during aerobic composting from the solid fraction of dairy manure at industrial scale》
膜覆盖	0.0943	0.0047	《The effect of a semi-permeable membrane-covered composting system on greenhouse gas and ammonia emissions in the Tibetan Plateau》
膜覆盖	0.5150	0.0001	《Micro-positive pressure signiffcantly decreases greenhouse gas emissions by

			regulating archaeal community during industrial-scale dairy manure composting》
反应器堆肥（100L）	0.0787 0.0429 0.0227	2.9889 1.9333 1.5000	《Hydrogen peroxide-aged biochar mitigating greenhouse gas emissions during co-composting of swine manure with rice bran》
反应器堆肥（20L）	- - -	0.8650 0.6515 0.2947	《Effects of nitriffcation inhibitors DCD and DMPP on maturity, N_2O and NH_3 emissions during manure composting》
反应器堆肥（示范）	6.1592	1.9948	沃土公司数据
反应器（综合）	0.0133	-	《奶牛粪便堆肥过程温室气体和氨气排放规律及养分损失研究》
条垛式堆肥	3.7600	-	
反应器堆肥（120L）	0.4186 0.1913 0.0645 0.0044	0.0146 0.3102 0.0737 0.1847	《Relating bacterial dynamics and functions to greenhouse gas and odor emissions during facultative heap composting of four kinds of livestock manure》
反应器堆肥（60L）	3.6915 3.9263 2.1785 1.3828	0.0639 0.1418 0.2081 0.3430	《Feedstock optimization with rice husk chicken manure and mature compost during chicken manure composting: Quality and gaseous emissions》
反应器堆肥	- - - -	0.1479 0.1280 0.1046 0.1228	《Magnesium modiffed biochar facilitates favorable nitrogen conversion to mitigate ammonia and nitrous oxide emissions during pig manure composting》

其中辅料与覆膜材料生产排放计算（6.5.4 节）中规定，畜禽固体粪便好氧堆肥过程中消耗的辅料（如秸秆、过磷酸钙）及覆膜材料的生产产生的碳排放属于间接排放，需单独核算。如有材料消耗则按公式计算，无需计算则记为零。

6.6 堆肥后处理阶段碳排放量计算

该阶段排放源为，堆肥产品如果需要短途运输到储存区、包装区或装载点，运输车辆燃料消耗的直接 CO_2 排放，以及堆肥产品运输前如果需要进行筛分、破碎、包装或脱水等操作的设备消耗电力产生的间接 CO_2 排放。外部运输不应包含在堆肥后处理阶段的核算边界内。计算方法复用了前述的运输（6.3.1 节）和电力（6.3.2 节）的计算公式，保持了标准的一致性。

7.数据质量管理

为确保核算结果的准确性、可靠性和可比性，本章规定了数据质量管理的要求。

7.1 节确立了数据质量的总体原则。借鉴 ISO 14064 等国际标准以及国内核算通则的通行做法，建立了 I 级（实测值）、II 级（折算值）、III 级（缺省值）的数据优先级体系，要求核算主体在条件允许的情况下，应优先采用可靠性最高的数据。

7.2 节温室气体活动数据的选择与 7.3 节温室气体排放因子的获取是 7.1 节总体原则在具体实践中的细化应用。“活动数据”和“排放因子”的来源和性质有显著差异，将二者分开规定能为使用者提供更清晰、更有针对性的指导。标准文件中表 3 和表 4 分别将 I、II、III 级数据优先级的原则，具体化为活动数据（原始数据、二次

	数据、替代数据）和排放因子（实测值、权威机构参考值、本标准推荐值）的收集次序。 7.4 节从技术代表性、地区代表性、时间代表性、完整性、可靠性和不确定性六个维度，对数据的质量提出了定性要求。这部分内容确保了核算主体在选择数据时，不仅考虑其来源的可靠性（I/II/III 级），更要考虑其是否真实、准确地反映了被核算对象的实际情况，从而避免因使用不恰当数据而导致的核算偏差。 8.核算报告 为统一和规范核算工作的最终成果产出，确保报告的完整性和专业性，本标准对核算报告的结构和内容提出了明确要求。本标准为使用者提供了一个清晰的报告撰写框架。目录结构涵盖了从主体信息、核算结果到数据来源等一份核算报告应具备的要素，确保了依据本标准出具的报告在结构上的一致性和内容的完整性。其中，8.2-8.4 节各项内容说明是对目录结构中核心内容的进一步阐释和要求。 9.附录 附录 A 作为资料性附录，提供了核算过程中所需的各类推荐参数。 A.1 全球变暖潜势（GWP）：本标准选用了 IPCC 第六次评估报告（AR6）发布的 100 年尺度的 GWP 值。 A.2 化石燃料净热值与二氧化碳排放因子：本部分数据来自《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》及 2019 修订版和《碳排放核算与报告要求 第 22 部分：畜禽养殖企业（GB/T 32151.22）》。引用这些权威来源，旨在确保本标准在能源相关排放的计算上，与国际方法学和国家相关标准保持一致。 A.3 全国不同区域电力平均二氧化碳排放因子：考虑到我国各区域电网电源结构差异巨大，使用全国平均值会造成较大偏差。因此，本标准引用了国家温室气体排放因子数据库网站发布的最新分区域电力排放因子，并建议使用者可查询具体省份的数据。 A.4 辅料与覆膜材料生产排放因子：本部分数据主要来源于“中国产品全生命周期温室气体排放系数库”网站及《城镇污水处理厂碳减排评估标准（T/CUWA50055-2023）》等，若核算主体包含其他本标准未给出的材料则可自行查阅对应排放因子并在核算报告中说明出处。 案例核算示例： （一）案例背景 核算主体：河南省某大型猪场配套的固体粪便好氧堆肥车间 核算年度：2024 年 处理对象：猪场固液分离后的固体猪粪。年处理固体粪便（湿基）3000 吨。 粪便特性：平均含水率 64%，总氮含量（干基）1.93%。 堆肥技术：条垛式好氧堆肥。堆体底部强制通风，机械动态翻抛，堆肥周期为 25 天。 辅料使用：为调节初始 C/N 和孔隙度，年添加玉米秸秆 600 吨。 能源使用地：河南省（属华中电网）。 （二）核算过程 1.关键活动数据和排放因子整理 根据案例背景，首先确定核心活动数据和相关参数。其中： 年处理粪便干物质总量=年处理湿粪量×(1-含水率)=3000t×(1-64%)=1080tDM 本案例计算中，柴油密度按 0.84kg/L 计。电力排放因子根据项目所在地（河南

省），选取华中电网 2022 年排放因子。详细的活动数据与排放因子取值见下表。

表 2 活动数据与排放因子汇总清单

数据类别	具体参数	符号	单位	数据
阶段 1：收集和运输（E_1）活动数据	i 型运输车辆数量	N	辆	2
	i 型运输车辆平均运输距离	D_i	km	4500
	i 型运输车辆单位距离燃料 *f* 消耗量	$FC_{i,f}$	kg/km	0.2
	本阶段电力消耗量	$AD_{消耗电}$	kWh	5000
阶段 2：预处理（E_2）活动数据	本阶段柴油化石燃料消耗量	AD_f	kg	840
	本阶段电力消耗量	$AD_{消耗电}$	kWh	10000
阶段 3：好氧堆肥处理（E_3）活动数据	采用 i 型堆肥技术处理的粪便总量（干物质基）	M_i	t	1080
	本阶段柴油化石燃料消耗量	AD_f	kg	4200
	本阶段电力消耗量	$AD_{消耗电}$	kWh	60000
	消耗的辅料秸秆总量	$Q_{辅料}$	t	600
	消耗的覆膜材料总量	$Q_{覆膜}$	t	0
阶段 4：堆肥后处理（E_4）活动数据	本阶段电力消耗量	$AD_{消耗电}$	kWh	10000
	本阶段柴油化石燃料消耗量	AD_f	kg	840
排放因子数据	单位质量柴油燃料的净热值	NCV_f	kJ/kg	42.65
	f 型燃料的 CO_2 排放因子	EF_f	t CO_2/TJ	74.1
	电力生产 CO_2 排放因子	$EF_{电}$	kgCO_2/kWh	0.5395
	i 型堆肥技术的 CH_4 排放因子	$EF_{CH4,i}$	kgCH_4/tDM	5.9494
	i 型堆肥技术的 N_2O 排放因子	$EF_{N2O,i}$	kgN_2O/tDM	0.0947
	辅料生产的 CO_2 排放因子	$EF_{辅料}$	tCO_2eq/t	0.07
	覆膜材料生产的 CO_2 排放因子	$EF_{覆膜}$	tCO_2eq/t	—
全球变暖潜势	甲烷的 GWP 值(100 年)	GWP_{CH4}	—	27
	氧化亚氮的 GWP 值(100 年)	GWP_{N2O}	—	273

（三）各阶段排放量计算

阶段 1：收集和运输(E_1)

运输环节燃料消耗排放($E_{运输}$)：

$E_{运输}$=[(2×4,500km×0.2kg/km)×(42.65×10³kJ/kg×74.1tCO_2/TJ×10^{-9})]=5.69tCO_2eq

电力消耗排放($E_{电力}$)：

E=5,000kWh×0.5395kgCO_2/kWh×10^{-3}=2.70tCO_2eq

E_1=5.69+2.70=8.39tCO_2eq

阶段 2：预处理(E_2)

电力消耗排放($E_{电力}$)：10000kWh×0.5395×10^{-3}=5.40tCO_2eq

柴油消耗排放($E_{燃料}$)：(840kg×42.65×10³kJ/kg×74.1tCO_2/TJ×10^{-9})=2.66tCO_2eq

E_2=5.40+2.66=8.06tCO_2eq

阶段 3：好氧堆肥处理(E_3)

直接 CH_4 排放(E_{CH4})：(5.9494×1080×10^{-3})×27=173.41tCO_2eq

直接 N_2O 排放(E_{N2O})：(0.0947×1080×10^{-3})×273=27.93tCO_2eq

电力消耗排放($E_{电力}$)：60000kWh×0.5395×10^{-3}=32.37tCO_2eq

柴油消耗排放($E_{燃料}$)：(4200kg×42.65×10^3×74.1×10^{-9})=13.28tCO_2eq

辅料生产排放($E_{其他}$)：600t×0.07tCO_2e/t=42.00tCO_2eq

E_3=173.41+27.93+32.37+13.28+42.00=288.99tCO_2eq

阶段 4：堆肥后处理(E_4)

电力消耗排放($E_{电力}$)：10000kWh×0.5395×10^{-3}=5.40tCO_2eq

柴油消耗排放($E_{燃料}$)：(840kg×42.65×10^3×74.1×10^{-9})=2.66tCO_2eq

E_4=5.40+2.66=8.06tCO_2eq

（四）总排放量计算($E_{总}$)

$E_{总}$=E_1+E_2+E_3+E_4=8.39+8.06+288.99+8.06=313.50tCO_2e

（五）核算结果汇总

表 3 河南省某猪场堆肥车间 2024 年度温室气体排放量汇总表

核算阶段与排放源类别	对应公式	排放量 (tCO_2eq)
一、收集和运输阶段	公式(2)	[8.39]
1.运输环节燃料消耗排放	公式(3)	5.69
2.电力消耗排放	公式(4)	2.70
二、预处理阶段	公式(5)	[8.06]
1.化石燃料燃烧排放	公式(6)	2.66
2.电力消耗排放	公式(7)	5.4
三、好氧堆肥处理阶段	公式(7)	[288.99]
1.甲烷(CH_4)排放	公式(8)	173.41
2.氧化亚氮(N_2O)排放	公式(9)	27.93
3.化石燃料燃烧排放	公式(6)	13.28
4.电力消耗排放	公式(4)	32.37
5.辅料与覆膜材料生产排放	公式(10)	42.00
四、堆肥后处理阶段	公式(11)	[8.06]
1.电力消耗排放	公式(6)	2.66
2. 运输环节燃料消耗排放	公式(4)	5.40
总计：堆肥处理过程温室气体排放总量	公式(1)	[313.5]

<table>
<tr><th colspan="2">与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系</th></tr>
<tr><td>法律法规和强制性标准的关系</td><td>本标准严格遵守现行法律法规，与畜禽粪污处理处置、污染物排放和资源化标准等现行国家强制性、推荐性标准保持一致。</td></tr>
<tr><td>与其他有关标准的关系</td><td>推荐性国家标准:《温室气体排放核算与报告要求 第22部分：畜禽养殖企业》该国家标准为畜禽养殖企业提供通用核算框架，本标准是其细化补充。
推荐性行业标准:《畜禽养殖场温室气体排放核算方法》(NY/T 4243-2022)，本标准是其延伸的分支。
国际标准和国外先进标准:《2006年IPCC国家温室气体清单指南》及2019修订版是国际公认的温室气体核算准则，本标准的核算原则、排放因子选择及计算逻辑均严格遵循IPCC方法论。</td></tr>
<tr><th colspan="2">征求意见的情况及处理结果和依据</th></tr>
<tr><td colspan="2">暂无</td></tr>
<tr><th colspan="2">贯彻该标准的要求和措施建议</th></tr>
<tr><td colspan="2">贯彻实施本标准，需要从政策引导、技术支持和监督管理等方面协同推进，确保标准真正落地见效。
1.在政策层面，建议省级生态环境和农业农村部门在畜禽固体粪便处理处置项目中，将本标准作为核算碳排放的参考依据，鼓励企业在项目申报时，按照标准要求提供碳排放相关数据，提升项目管理的规范性。
2.在技术层面，可依托现有技术力量，开发简便实用的核算工具，帮助企业按照标准中的方法，快速完成数据填报和碳排放计算，降低使用门槛，提升核算效率。同时，建议加强对关键数据的监测和验证，确保数据真实可靠。
3.在监管方面，可要求企业定期提交碳排放报告，并由第三方认证机构进行审核，相关部门按比例开展抽查，对数据造假行为依法依规处理，维护标准实施的严肃性。
4.在产业引导方面，鼓励企业将核算结果用于绿色认证、项目申报等场景，推动畜禽粪污处理与资源化利用向绿色低碳方向发展，助力实现“双碳”目标。</td></tr>
</table>