

ICS

CCS

团 体 标 准

T/CMSS XXXX—20□□

厨余垃圾处理温室气体排放核算指南

Guidelines for Accounting of Greenhouse Gas Emission from Food Waste Treatment

（征求意见稿）

2025-□□-□□发布

2025-□□-□□实施

中 国 管 理 科 学 学 会 发 布

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 核算边界 3

 4.1 概述 3

 4.2 核算和报告范围 4

5 温室气体排放核算步骤和方法 5

 5.1 核算步骤 5

 5.2 核算方法 6

 5.3 活动数据收集 13

 5.4 选择和获取排放因子数据 13

6 数据质量管理 14

7 厨余垃圾处理设施温室气体排放评估报告编制 14

附 录 A （资料性） 相关参数缺省值 16

附 录 B （资料性） 活动数据收集 20

附 录 C （资料性） 报告内容及格式要求 23

附 录 D （资料性） 厨余垃圾不同处理技术温室气体排放核算 24

参考文献 27

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这些专利的责任。

本文件由中国管理科学学会提出并归口。

本文件起草单位： 。

本文件主要起草人员： 。

本标准为首次发布。

厨余垃圾处理温室气体排放核算指南

1 范围

本文件规定了厨余垃圾处理温室气体排放量的核算和报告相关的术语、核算边界、核算步骤与核算方法、数据质量管理、报告内容和格式等内容。

本标准适用于厨余垃圾处理温室气体排放量的核算和报告。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 19095 生活垃圾分类标志

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 33760 基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求

IPCC 2006 年国家温室气体清单标准（2019 修订版）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

厨余垃圾 food waste

易腐烂的、含有机质的生活垃圾，包括家庭厨余垃圾、餐厨垃圾和其他厨余垃圾等。

[来源：GB/T 19095-2019]

3.2

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、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：如无特别说明，本文件涉及的温室气体主要包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）。

[来源：GB/T 32150-2015，3.1]

3.3

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]

3.4

化石燃料燃烧排放 fossil fuel combustion emission

化石燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

[来源：GB/T 32150-2015，3.7]

3.5

过程排放 process emission

在生产、废弃物处理处置等过程中除化石燃料燃烧之外的物理或化学变化造成的温室气体排放。

[来源：GB/T 32150-2015，3.8]

3.6

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

企业购入使用电力、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 32150-2015，3.9]

3.7

材料消耗产生的排放 material consumption emission

企业购入消耗的药剂和材料产生的温室气体排放。

3.8

避免排放 avoid emission

固体废物处理处置过程中生成的物质替代原生材料或替代能源所导致的温室气体避免排放量。

3.9

全球变暖潜势 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 32150-2015，3.15]

3.10

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent; CO₂e

在辐射强迫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气体的质量乘以它的全球变暖潜势。

[来源：GB/T 33760-2017，3.7]

3.11

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：如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等。

[来源：GB/T 32150-2015，3.12]

3.12

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的碳排放的系数。

[来源：GB/T 32150-2015，3.13]

4 核算边界

4.1 概述

厨余垃圾处理工艺包括三相分离、厌氧消化、好氧堆肥、饲料化、焚烧、填埋等，其核算边界以厨余垃圾产生作为起点，从运输到处理及资源回收为止。当存在厨余垃圾处理产生多种产物时，应根据质量、能量、价值等因素对碳进行分配。厨余垃圾处理的核算边界及排放源如图 1 所示。

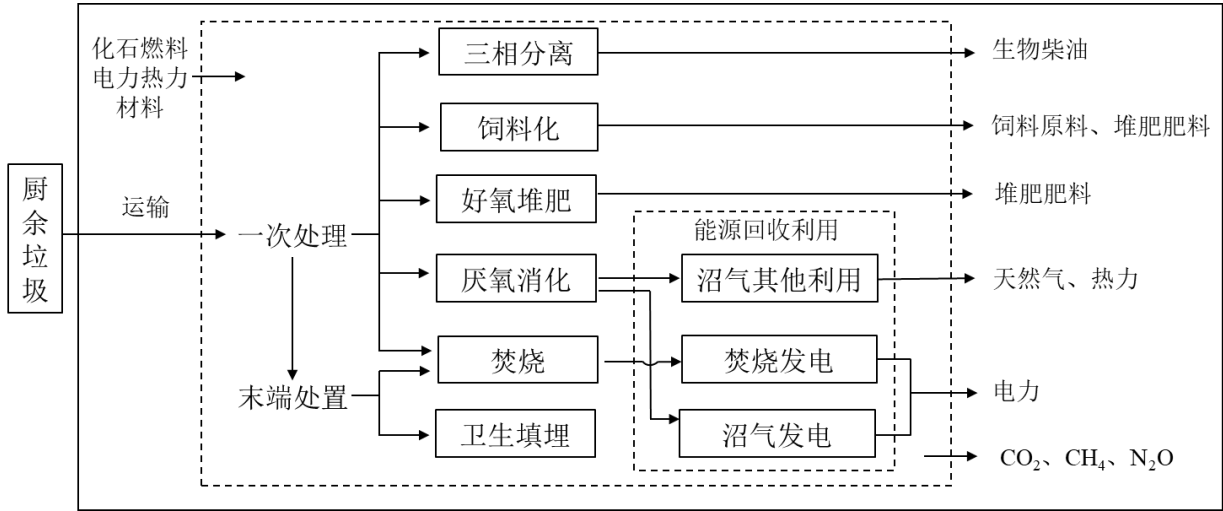


图 1 厨余垃圾处理核算边界图

4.2 核算和报告范围

厨余垃圾处理工艺排放核算和报告范围包括：化石燃料燃烧排放、过程排放、购入使用电力和热力产生的排放、材料消耗排放以及避免排放。

4.2.1 化石燃料燃烧排放

化石燃料在各种类型的地面移动源及固定源燃烧设备（如锅炉、窑炉、内燃机、运输车辆等）中发生氧化燃烧过程产生的温室气体排放。

4.2.2 过程排放

不同厨余垃圾处理过程中直接产生的温室气体排放（其中，厨余垃圾有机质转化生成的二氧化碳为生物源二氧化碳，因此不计入排放）。

1) 厌氧消化过程产生的温室气体排放，通常是指厌氧消化沼气收集管路无意泄露的 CH₄ 或沼气火炬燃烧不充分导致的温室气体排放以及污水处理过程中，如厌氧工艺在厌氧反应阶段和硝化/反硝化阶段产生的温室气体排放，包括 CH₄ 和 N₂O；

2) 好氧堆肥过程产生的温室气体排放，通常是指厨余垃圾好氧发酵过程生化反应产生的温室气体排放，包括 CH₄ 和 N₂O；

3) 卫生填埋过程产生的温室气体排放，通常是指厨余垃圾卫生填埋，有机物降解产生的甲烷逸散或填埋气燃烧不充分导致的温室气体排放。

4.2.3 购入使用电力产生的排放

消耗的购入使用电量所对应的温室气体排放。

4.2.4 购入使用热力产生的排放

消耗的购入使用热量所对应的温室气体排放。

4.2.5 材料消耗排放

外购并消耗的药剂或材料产生的温室气体排放。

4.2.6 避免排放

厨余垃圾处理输出的能源化/资源化产物在利用过程中作为替代材料或替代燃料所导致的避免温室气体排放。

- 1) 好氧堆肥过程中，堆肥产品用作肥料或土壤改良剂产生的避免排放；
- 2) 厌氧消化过程中，沼气发电或沼气提纯制备天然气，替代化石能源或天然气产生的避免排放；
- 3) 焚烧过程中，富余热量用来发电或对外供热，替代购入的能源形成的避免排放；
- 4) 三相分离后，回收的粗油脂制备生物柴油或废渣焚烧发电，替代化石能源产生的避免排放；
- 5) 饲料化处理，生产的产品用作饲料原料以及昆虫养殖虫粪堆肥肥料产生的避免排放。

5 温室气体排放核算步骤和方法

5.1 核算步骤

报告主体进行厨余垃圾处理温室气体排放核算与报告的完整工作流程包括以下步骤：

- a) 确定核算边界；
- b) 识别排放源；
- c) 活动数据收集；
- d) 选择和获取排放因子数据；
- e) 分别计算化石燃料燃烧排放量、过程排放量、购入的电力及热力产生的排放量、材料所对应的排放量和避免排放量；
- f) 汇总计算厨余垃圾处理温室气体排放量；

g) 编制排放报告并做好数据质量管理和文件存档工作。

5.2 核算方法

5.2.1 化石燃料燃烧

厨余垃圾处理过程化石燃料燃烧温室气体排放包括地面移动源及固定源化石燃料燃烧排放。

5.2.1.1 运输过程

$$E_{\text{运输}} = \sum_{i=1}^n (M_i \times D_i \times EF_i) \quad \#(1)$$

式中,

$E_{\text{运输}}$: 厨余垃圾运输阶段产生的温室气体排放量, tCO₂e;

M_i : 厨余垃圾运输第 i 种运输车辆的运输质量, t;

D_i : 厨余垃圾运输第 i 种运输车辆的实际行驶距离, km;

EF_i : 厨余垃圾运输第 i 种运输车辆的排放因子, tCO₂e/t · km, 见附表 A.1;

n : 表示有 n 种运输车辆。

5.2.1.1 固定源燃烧过程

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (FC_i \times NCV_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}) \quad \#(2)$$

式中,

$E_{\text{燃烧}}$: 固定源化石燃料燃烧产生的温室气体排放量, tCO₂e;

FC_i : 第 i 种化石燃料的净消耗量, 固体和液体燃料单位为吨 (t), 气体燃料单位为万标立方米 (10⁴Nm³);

NCV_i : 第 i 种燃料的平均低位发热量, GJ/t 或 GJ/10⁴Nm³ (参考附表 A.2);

CC_i : 第 i 种化石燃料的单位热值含碳量, tC/GJ (参考附表 A.2);

OF_i : 第 i 种化石燃料的碳氧化率, 以%表示, 取值为 0-1 (参考附表 A.2);

$\frac{44}{12}$: 二氧化碳 (CO₂) 与碳 (C) 的相对分子质量之比。

i : 化石燃料类型;

n : 总的燃料类型数量。

5.2.2 过程排放

不同厨余垃圾处理路径中直接产生的温室气体排放，涉及厨余垃圾厌氧消化过程、好氧堆肥过程以及卫生填埋过程排放。

5.2.2.1 厌氧消化过程

(1)厨余垃圾厌氧消化沼气收集管路无意泄露的 CH₄或沼气火炬燃烧不充分产生的温室气体排放。

$$E_{\text{厌氧消化-CH}_4} = m \times CL \times \varphi_{\text{CH}_4} \times \rho_{\text{CH}_4} \times G_{\text{CH}_4} \times 10^{-3} \quad (3)$$

式中，

$E_{\text{厌氧消化-CH}_4}$ ：厨余垃圾厌氧消化 CH₄ 逸散产生的温室气体排放，tCO₂e；

m ：厨余垃圾厌氧消化处理量，t；

CL ：产 CH₄ 因子，359m³CH₄/t 厨余垃圾，见附表 A.3；

φ_{CH_4} ：厨余垃圾厌氧消化 CH₄ 逸散率，%，见附表 A.3；

ρ_{CH_4} ：CH₄ 密度，0.72kg/m³；

G_{CH_4} ：CH₄ 的全球增温潜势值，见附表 A.7。

(2)厨余垃圾厌氧消化污水处理产生的温室气体排放。

$$E_{\text{污水处理-CO}_2} = Q \times [(COD_{in} - COD_{out}) \times EF_{COD-CH_4} \times G_{CH_4} + (TN_{in} - TN_{out}) \times EF_{TN-N_2O} \times G_{N_2O}] \times 10^{-3} \quad (4)$$

式中，

$E_{\text{污水处理-CO}_2}$ ：污水处理过程产生的直接温室气体排放，tCO₂e；

Q ：污水处理进水量，m³；

COD_{in} ， TN_{in} ：分别为污水进水 COD、TN 浓度，kg/m³；

COD_{out} ， TN_{out} ：分别为污水出水 COD、TN 浓度，kg/m³；

EF_{COD-CH_4} ， EF_{COD-N_2O} ：分别为去除单位 COD、TN 对应的 CH₄ 和 N₂O 排放因子，kg/kg，见附表 A.4；

G_{CH_4} ， G_{N_2O} ：分别为 CH₄、N₂O 的全球增温潜势，见附表 A.7。

5.2.2.2 好氧堆肥过程

厨余垃圾好氧发酵过程生化反应产生的温室气体，包括 CH₄ 和 N₂O。

$$E_{\text{好氧堆肥-N}_2\text{O}} = m \times EF_{\text{好氧堆肥-N}_2\text{O}} \times G_{\text{N}_2\text{O}} \times 10^{-6} \#(5)$$

$$E_{\text{好氧堆肥-CH}_4} = m \times EF_{\text{好氧堆肥-CH}_4} \times G_{\text{CH}_4} \times 10^{-6} \#(6)$$

式中,

$E_{\text{好氧堆肥-CH}_4}$: 厨余垃圾好氧堆肥环节 CH₄ 排放的二氧化碳当量, tCO₂e;

$E_{\text{好氧堆肥-N}_2\text{O}}$: 厨余垃圾好氧堆肥环节 N₂O 排放的二氧化碳当量, tCO₂e;

m : 厨余垃圾好氧堆肥处理量, kg;

$EF_{\text{好氧堆肥-CH}_4}$: 厨余垃圾好氧堆肥过程中 CH₄ 排放因子, gCH₄/kg 厨余垃圾, 见附表 A.4;

$EF_{\text{好氧堆肥-N}_2\text{O}}$: 厨余垃圾好氧堆肥过程中 N₂O 排放因子, gN₂O/kg 厨余垃圾, 见附表 A.4;

G_{CH_4} : CH₄ 的全球增温潜势值, 见附表 A.7;

$G_{\text{N}_2\text{O}}$: N₂O 的全球增温潜势值, 见附表 A.7。

5.2.2.3 卫生填埋

厨余垃圾卫生填埋过程有机物降解产生的甲烷逸散或填埋气火炬燃烧不充分释放的温室气体排放。

$$E_{\text{填埋-CH}_4} = m \times DOC \times DOC_f \times MCF \times F \times (1 - OX) \times (1 - MCR) \times \frac{16}{12} \times G_{\text{CH}_4} \times 10^{-3} \#(7)$$

式中,

$E_{\text{填埋-CH}_4}$: 厨余垃圾卫生填埋 CH₄ 排放的二氧化碳当量, tCO₂e;

m : 厨余垃圾卫生填埋处理量, kg;

DOC : 厨余垃圾中可降解有机碳含量, (kg C/kg 厨余垃圾), 见附表 A.3;

DOC_f : 可分解的 DOC 比例, %, 见附表 A.3;

MCF : CH₄ 的修正因子, 见附表 A.3;

F : 填埋气中 CH₄ 浓度 (体积分数), %, 见附表 A.3;

OX : CH₄ 释放前被氧化比例, %, 见附表 A.3;

MCR : CH₄ 回收率, %, 见附表 A.3;

16/12: CH₄ 与 C 分子质量比;

G_{CH_4} : CH_4 的全球增温潜势值, 见附表 A.7。

5.2.3 购入电力、热力产生的排放

消耗的购入电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生温室气体排放。

$$E_{\text{购入电}} = AD_{\text{购入电}} \times EF_{\text{电},p} \times 10^{-3} \#(8)$$

$$E_{\text{购入热}} = AD_{\text{购入热}} \times EF_{\text{热}} \times 10^{-3} \#(9)$$

式中,

$E_{\text{购入电}}$: 购入电力所对应的电力生产环节的二氧化碳排放量, tCO_2e ;

$E_{\text{购入热}}$: 购入热力所对应的电力生产环节的二氧化碳排放量, tCO_2e ;

$AD_{\text{购入电}}$: 厨余垃圾处理企业外购电力量, kWh;

$AD_{\text{购入热}}$: 厨余垃圾处理企业外购热力量, MWh;

$EF_{\text{电},p}$: 企业所在区域 p 的发电行业平均的二氧化碳排放因子, $kgCO_2e/kWh$, 见附表 A.5;

$EF_{\text{热}}$: 热力生产的二氧化碳排放因子, $kgCO_2e/MWh$, 见附表 A.5。

5.2.4 材料消耗产生的排放

消耗的购入药剂或材料所对应的药剂或材料生产环节产生的温室气体排放。

$$E_{\text{材料}} = \sum_j AD_{\text{材料},j} \times EF_{\text{材料},j} \times 10^{-3} \#(10)$$

式中,

$E_{\text{材料}}$: 材料消耗产生的温室气体排放量, tCO_2e ;

$AD_{\text{材料},j}$: 第 j 种药剂或材料消耗量, t ;

$EF_{\text{材料},j}$: 第 j 种药剂或材料生产的碳排放因子, $kgCO_2e/t$, 见附表 A.6;

j : 药剂或材料类型。

5.2.5 避免排放

根据 4.2.6 可知，厨余垃圾处理的避免排放包括厨余垃圾通过好氧堆肥、厌氧消化、焚烧、三相分离以及饲料化等方式输出的能源化/资源化产物在利用过程中作为替代材料或替代燃料导致的避免温室气体排放。

5.2.5.1 好氧堆肥形成的避免排放

厨余垃圾好氧堆肥过程中，堆肥产品用作肥料或土壤改良剂导致的避免排放。

$$R_{\text{好氧堆肥}} = \sum_{k=1}^n (BC_j \times EF_j \times \eta) \quad \#(11)$$

式中，

$R_{\text{好氧堆肥}}$: 好氧堆肥产品用作肥料或土壤改良剂产生的避免排放量，tCO₂e；

BC_j : 堆肥产品 j 的量，t；

EF_j : 指堆肥产品碳排放因子，见附表 A.3；

η : 堆肥产品有效利用率，%。

5.2.5.2 厌氧消化形成的避免排放

厨余垃圾厌氧消化过程中，沼气发电、供热或沼气提纯制备天然气，替代化石能源或天然气导致的避免排放。

$$R_{\text{沼气发电}} = m \times CL \times (1 - \varphi_{CH_4}) \times CD_{\text{发电}} \times EF_{\text{电,p}} \times 10^{-3} \quad \#(12)$$

$$R_{\text{沼气供热}} = m \times CL \times (1 - \varphi_{CH_4}) \times CD_{\text{发热}} \times EF_{\text{热}} \times 10^{-3} \quad \#(13)$$

$$R_{\text{沼气提纯}} = m \times CL \times (1 - \varphi_{CH_4}) \times \rho_{CH_4} \times \frac{44}{16} \times G_{CH_4} \times 10^{-3} \quad \#(14)$$

式中，

$R_{\text{沼气发电}}$: 厌氧消化沼气发电形成的避免排放量，tCO₂e；

$R_{\text{沼气供热}}$: 厌氧消化沼气供热形成的避免排放量，tCO₂e；

$R_{\text{沼气提纯}}$: 厌氧消化沼气提纯天然气形成的避免排放量，tCO₂e；

m : 厨余垃圾厌氧消化处理量, t;

CL : 厌氧消化产 CH_4 因子, $359m^3CH_4/t$ 厨余垃圾;

φ_{CH_4} : 厨余垃圾厌氧消化 CH_4 逸散率, %;

$CD_{发电}$: CH_4 发电效率, kWh/m^3 ;

$CD_{发热}$: CH_4 发热效率, MWh/m^3 ;

$EF_{电,p}$: 企业所在区域 p 的发电行业平均的二氧化碳排放因子, $kgCO_2e/kWh$, 见附表 A.5;

$EF_{热}$: 热力生产的二氧化碳排放因子, $kgCO_2e/MWh$, 见附表 A.5;

ρ_{CH_4} : CH_4 密度 $0.72kg/m^3$;

44/16 为 CO_2 与 CH_4 的分子量比率;

G_{CH_4} : CH_4 的全球增温潜势值, 见附表 A.7。

5.2.5.3 焚烧发电的避免排放

生活垃圾中的厨余垃圾部分焚烧发电, 替代购入的能源导致的避免排放。

$$R_{焚烧发电} = AD_{焚烧} \times r \times EF_{电,p} \times 10^{-3} \quad (15)$$

式中,

$R_{焚烧发电}$: 厨余垃圾焚烧发电避免排放量, tCO_2e ;

$AD_{焚烧}$: 焚烧发电量, kWh ;

r : 厨余垃圾在生活垃圾中的占比, %

$EF_{电,p}$: 厨余垃圾处理所在区域 p 的发电行业平均的二氧化碳排放因子, $kgCO_2e/kWh$, 见附表 A.5。

5.2.5.4 三相分离形成的避免排放

厨余垃圾三相分离处理后粗油脂回收制备生物柴油及废渣焚烧发电导致的避免排放。

$$R_{粗油脂回收} = \sum_{k=1}^n BD \times EF_{oil \#} \quad (16)$$

$R_{\text{废渣焚烧}} = AD_{ec} \times EF_{ec}$ # (17) 式中:

$R_{\text{粗油脂回收}}$: 三相分离废油回收制成生物柴油形成的避免排放量, tCO₂e;

BD : 回收生物柴油的量, t;

$EF_{\text{生物柴油}}$: 指生物柴油碳排放因子。

$R_{\text{废渣焚烧}}$: 三相分离后废渣焚烧发电上网产生的碳排放量, tCO₂e;

$AD_{\text{废渣焚烧}}$: 废渣焚烧发电上网电量, MWh;

$EF_{\text{电},p}$: 企业所在区域 p 电力供应的 CO₂ 排放因子, tCO₂/MWh, 各地区电力平均碳排放因子详见附录

A 表 A.5, 选取项目所在地因子进行计算。

5.2.5.5 饲料化形成的避免排放

厨余垃圾饲料化处理后, 生产的产品用作饲料原料以及昆虫养殖虫粪堆肥肥料, 替代饲料和化肥产品导致的避免排放。

$$R_{\text{饲料化}} = P \times EF_f \# (18)$$

$$R_{\text{虫粪堆肥}} = m \times (1 + w) \times (w_N \times EF_N \times \eta + w_p \times EF_p \times \eta + w_c) \times \frac{44}{12} \times 10^{-3} \# (19)$$

式中:

$R_{\text{饲料化}}$: 厨余垃圾饲料化昆虫养殖形成的避免排放量, tCO₂e;

P : 昆虫养殖产品的量, t;

EF_f : 指昆虫养殖产品的碳排放因子, 见附表 A.4;

$R_{\text{虫粪堆肥}}$: 虫粪堆肥产品替代化肥形成的避免排放量, tCO₂e;

m : 堆肥肥料量, kg;

w : 含水率, %;

w_N 、 w_p 、 w_c : 分别为堆肥产品中氮、磷、碳含量;

EF_N 、 EF_p : 分别为氮肥和磷肥生产的排放因子, 见附表 A.4;

η : 肥料有效利用率, 取 70%。

5.2.6 温室气体总排放量

厨余垃圾处理温室气体排放量核算，根据实际核算边界以及处理情况对各分项进行取舍，按公式(20)计算。

$$E = E_a + E_b + E_c + E_d + E_e - E_r \text{#(20)}$$

式中：

- E ：温室气体总排放量，tCO₂e；
- E_a ：化石燃料燃烧产生的温室气体排放量，tCO₂e；
- E_b ：厨余垃圾不同处理技术过程产生的温室气体排放量，tCO₂e；
- E_c ：购入的电力所产生的温室气体排放量，tCO₂e；
- E_d ：购入的热力所产生的温室气体排放量，tCO₂e；
- E_e ：材料消耗所产生的温室气体排放量，tCO₂e；
- E_r ：厨余垃圾不同处理技术形成的避免排放量，tCO₂e。

5.3 活动数据收集

厨余垃圾处理的活动数据包括厨余垃圾处理量、净购入电力、热力的活动数据、化石燃料数据等通过处理企业统计报表获得，如购入电力、热力的活动数据以厨余垃圾处理企业电表或热力表读数为准，或采用供应商提供的发票或结算凭证数据、能源消费台账等。部分数据可使用替代数据或其他估算数据、经验数据。厨余垃圾处理厂按附录 B 提供基准年度和评估年度的运维数据。

5.4 选择和获取排放因子数据

排放因子包括上述活动的排放系数。在获取排放因子时，应考虑以下方面：

- a) 来源明确，有公信力；
- b) 适用性；
- c) 时效性。

排放因子获取的优先级如表 1 所示。

表 1 排放因子获取优先级

数据类型	描述	优先级
------	----	-----

排放因子实测值或测算值	通过工业企业内的直接测量、能量平衡或物料平衡等方法得到的排放因子或相关参数值	高
排放因子参考值	采用附录或其他相关指南和文件中提供的排放因子 注：排放因子的获取可参考《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》、IPCC 第六次评估报告常见温室气体全球变暖潜势、《省级温室气体清单编制指南（试行）》、《中国能源统计年鉴》等文件。	低

6 数据质量管理

报告主体应加强温室气体排放数据质量管理工作，包括但不限于：

- a) 建立企业温室气体排放核算和报告的规章制度，包括负责机构和人员、工作流程和内容、工作周期和时间节点等；指定专职人员负责企业温室气体排放核算和报告工作；
- b) 根据各种类型的温室气体排放源的重要程度对其进行等级划分，并建立企业温室气体排放源一览表，对于不同等级的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) 依照 GB 17167 对现有监测条件进行评估，不断提高自身监测能力，并制定相应的监测计划，包括对活动数据的监测和对化石燃料低位发热量等参数的监测；定期对计量器具、检测设备和在线监测仪表进行维护管理，并记录存档；
- d) 建立健全温室气体数据记录管理体系，包括数据来源，数据获取时间以及相关责任人等信息的记录管理；
- e) 建立企业温室气体排放报告内部审核制度。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。

7 厨余垃圾处理设施温室气体排放评估报告编制

企业可参照本方法附录 C 格式进行报告，厨余垃圾处理设施温室气体排放报告内容包括但不限于：

- a) **处理企业基本信息** 单位名称、报告年度、所属行业、统一社会信用代码、法定代表人、经营地址、通讯地址、联系人等；
- b) **处理设施信息** 企业核算边界、工艺流程、以及排放源情况的说明（必要时应附表和附图）；
- c) **温室气体排放量** 在阐述核算边界及排放源识别的基础上，以吨二氧化碳当量（t CO₂e）的形式报告本企业在整个核算报告期内的温室气体排放总量，并分别报告化石燃料燃烧碳排放量、

厨余垃圾处理过程直接温室气体排放量、购入的电力、热力所产生的温室气体排放、输出的电力、热力所产生的温室气体排放、材料消耗所产生的温室气体排放、堆肥产品、饲料产品等所替代的原生产品的温室气体排放量；

- d) **活动数据及来源** 核算的各个排放源的活动数据的来源，包括核算期内的厨余垃圾处理量、购入的电力和热力量、不同品种燃料的消耗量和相应的低位发热量、不同工艺环节消耗材料类型和数量等；
- e) **排放因子数据及其来源** 消耗的各种燃料单位热值含碳量和碳氧化率，相关排放因子，各种材料排放因子、购入电力和热力的生产排放因子，并说明来源；
- f) **辅助参数报告项** 企业通过市场化交易各种资源化产品利用处置情况。

附 录 A
(资料性)
相关参数缺省值

附表 A.1 道路运输排放因子缺省值

运输方式	排放因子类型	排放因子数值	单位
道路运输	道路货运平均	7.4×10^{-5}	t CO ₂ e/t • km
	重型货车	4.9×10^{-5}	
	中型货车	4.2×10^{-5}	
	轻型货车	8.3×10^{-5}	
	微型货车	1.2×10^{-5}	
注：引用 WB/T 1135-2023《物流企业温室气体排放核算与报告要求》中数值。			

附表 A.2 常见化石燃料特性参数缺省值

燃料种类		平均低位发热值 (GJ/t 或 GJ/万 Nm ³)	单位热值含碳量 (10 ⁻³ tC/GJ)	碳氧化率 ^c
固体燃料	无烟煤	26.700 ^b	27.4 ^c	94%
	烟煤	25.800 ^b	26.1 ^c	93%
	褐煤	11.900 ^b	28.0 ^c	96%
	炼焦煤	28.200 ^b	25.4 ^c	98%
	焦炭	28.435 ^a	29.5 ^c	93%
液体燃料	原油	41.816 ^a	20.1 ^c	98%
	燃料油	41.816 ^a	21.1 ^c	98%
	汽油	43.070 ^a	18.9 ^c	98%
	柴油	42.652 ^a	20.2 ^c	98%
	喷气煤油	43.070 ^a	19.5 ^c	98%
	一般煤油	43.070 ^a	19.6 ^c	98%
	液化天然气	44.200 ^b	17.2 ^c	98%
	液化石油气	50.179 ^a	17.2 ^c	98%
	炼厂干气	45.998 ^a	18.2 ^c	98%
	石脑油	44.500 ^b	20.0 ^c	98%
	沥青	40.200 ^b	22.0 ^c	98%
	润滑油	40.200 ^b	20.0 ^c	98%
	石油焦	32.500 ^b	27.5 ^c	98%
	石化原料油	43.000 ^b	20.0 ^c	98%
	其他油品	40.200 ^b	20.0 ^c	98%
气体燃料	天然气	32.238~38.931 ^a	15.3 ^c	99%
	焦炉煤气	16.726~17.981 ^a	13.6 ^c	99%
数据来源： a 数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2020》； b 数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》； c 数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南（试行）》。				

附表 A.3 其他参数参考值

排放因子/参数	单位	含义	数值
CL	m ³ CH ₄ /t	厨余垃圾产 CH ₄ 因子	359 ^a
φ_{CH_4}	—	厨余垃圾厌氧消化 CH ₄ 逸散率	0.05-0.08 ^b
DOC:	—	厨余垃圾中可降解有机碳含量	0.15 ^b
DOC _f	—	可分解的DOC比例	0.5 ^b
MCF	—	CH ₄ 的修正因子	无回收默认值为 1, 填埋气收集直燃部分为 1/28 ^b
F	—	填埋气中 CH ₄ 浓度（体积分数）	0.5 ^b
OX	—	CH ₄ 释放前被氧化比例	0.1 ^b
CD _{ec}	kWh/m ³	CH ₄ 发电效率	2.30 ^c
数据来源： a 数据取值来源为 Li 等（2023）； b 数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》； c 数据取值来源为郝晓地等（2014）。			

附表 A.4 部分排放因子参考值

符号	含义	数值	单位
EF_{Deg-N_2O}	好氧堆肥过程中 N ₂ O 排放因子	0.6 ^a	gN ₂ O/ kg（干重）
		0.3 ^a	gN ₂ O/ kg（湿重）
EF_{Deg-CH_4}	好氧堆肥过程中 CH ₄ 排放因子	10 ^a	gCH ₄ /kg（干重）
		4 ^a	gCH ₄ /kg（湿重）
EF_{COD-CH_4}	去除单位 COD 对应的 CH ₄ 排放因子	0.25 ^a	kg CH ₄ /kg COD
EF_{TN-N_2O}	去除单位 TN 对应的 N ₂ O 排放因子	0.016 ^a	kg N ₂ O/kg TN
EF_j	堆肥产品（尿素）排放因子	4.37 ^b	kgCO ₂ /kg 尿素
	堆肥产品替代化肥避免排放	21.29 ^c	kg CO ₂ /t
		0.003 ^c	kg CH ₄ /t
		0.069 ^c	kg N ₂ O/t
EF_N	氮肥生产排放因子	2.116 ^b	kg CO ₂ /kg
EF_P	磷肥生产排放因子	0.636 ^b	kg CO ₂ /kg
EF_f	饲料化黑水虻养殖产品排放因子	0.6 ^d	kgCO ₂ /kg 豆粕饲料
	燕麦饲料生产排放因子	0.38 ^e	kg CO ₂ /kg
	黄豆饲料生产排放因子	2.70 ^e	kg CO ₂ /kg
数据来源： a 数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》； b 数据取值来源为陈舜等（2015）； c 数据取值来源为《基于生命周期角度的城市固体废弃物（MSW）管理温室气体排放（GHG）估算工具》； d 数据取值来源为郭丽平（2022）和张振华等（2022）； e 数据取值来源为张栋（2024）。			

附表 A.5 我国分区电能、热力的碳排放因子

电网名称	服务省份	排放因子 kg CO ₂ e/kWh
华北区域电网	北京市、天津市、河北省、山西省、山东省、内蒙古自治区	0.6776
东北区域电网	辽宁省、吉林省、黑龙江省	0.5564
华东区域电网	上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省	0.5617
华中区域电网	河南省、湖北省、湖南省、江西省	0.5395
西北区域电网	陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区	0.5857
南方区域电网	广东省、广西壮族自治区、云南省、贵州省、海南省	0.3869
西南区域电网	四川省、重庆市	0.2268
全国平均		0.5366
注：数据来源于生态环境部、国家统计局发布的《2022年电力二氧化碳排放因子》，随官方数据更新； 热力排放因子取推荐值0.11 tCO ₂ /GJ，来自DB11/T 1784-2020		

附表 A.6 药剂碳排放因子

化学药剂	排放因子	单位
氢氧化钠（50% in H ₂ O）	1.12 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
甲醇	1.54 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
葡萄糖	1.48 ^b	kgCO ₂ -eq/kg 产品
乙酸钠	0.623 ^c	kgCO ₂ -eq/kg 产品
硫酸	0.16 ^c	kgCO ₂ -eq/kg 产品
盐酸	1.2 ^c	kgCO ₂ -eq/kg 产品
磷酸氢二铵	0.03 ^c	kgCO ₂ -eq/kg 产品
硫酸亚铁	0.26 ^c	kgCO ₂ -eq/kg 产品
碳酸钠	0.95 ^c	kgCO ₂ -eq/kg 产品
六水三氯化铁	2.71 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
聚丙烯酰胺（BAM）	1.5 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
聚合氯化铝（PAC）	1.62 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
硫酸铝	0.50 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
石灰	0.68 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
其他絮凝剂	2.5 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
次氯酸钠（15% in H ₂ O）	0.92 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
液氯	2.00 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
臭氧（液）	8.10 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
双氧水（50% in H ₂ O）	1.14 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
其他消毒剂	1.40 ^a	kgCO ₂ -eq/kg 产品
a 药剂排放因子来源于 T/CAEPI 49—2022 表 B.1。 b 药剂排放因子来源于中国产品全生命周期温室气体排放系数库。 c 药剂排放因子来源于《城镇水务系统碳核算与减排路径技术指南》。		

附表 A.7 温室气体全球增温潜势值

温室气体种类	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
GWP (kgCO ₂ e/kg) *	1	27	273

注：*来自 IPCC 第六次评估报告，该数值随 IPCC 官方数据更新。

附 录 B
(资料性)
活动数据收集

附表 B.1 厨余垃圾处理温室气体排放核算基础数据收集表

厨余垃圾处理温室气体排放评估活动数据收集			
基础信息			
公司名称	设计服务年限	设计处理能力（t/d）	实际处理能力（t/d）
XXXX	XXXX 年	XXXX	XXXX
工艺技术信息			
基础数据收集			
三相分离	三相分离处理量		t/d
	电力消耗		
	热力消耗		
	废渣焚烧发电量		
	粗油脂回收量		
厌氧消化	厌氧消化处理量		
	燃料消耗		
	电力消耗		
	热力消耗		
	沼气产生量		
	沼气发电量		
	沼气发热量		
	沼气提纯天然气量		
好氧堆肥	好氧堆肥处理量		
	电力消耗		
	热力消耗		
	堆肥产品的量		
饲料化	厨余垃圾饲料化利用量		
	电力消耗		
	热力消耗		
	饲料化产品的量		
	虫粪堆肥肥料量		
填埋	填埋处置量		
	燃料消耗		
	电力消耗		
	热力消耗		
焚烧	焚烧处置量		
	燃料消耗		
	电力消耗		
	热力消耗		
	焚烧发电量		

附表 B. 2 化石燃料燃烧排放活动数据和排放因子数据一览表

燃料品种	消耗量/ t 或 10 ⁴ m ³	低位发热量		单位热值含碳量/ tC/GJ	碳氧化率/%	
		数据	数据来源		数据	数据来源
煤			☐ 实测值 ☐ 推荐值			☐ 实测值 ☐ 推荐值
汽油			☐ 实测值 ☐ 推荐值			☐ 实测值 ☐ 推荐值
柴油			☐ 实测值 ☐ 推荐值			☐ 实测值 ☐ 推荐值
液化天然气			☐ 实测值 ☐ 推荐值			☐ 实测值 ☐ 推荐值
液化石油气			☐ 实测值 ☐ 推荐值			☐ 实测值 ☐ 推荐值
天然气			☐ 实测值 ☐ 推荐值			☐ 实测值 ☐ 推荐值
煤气			☐ 实测值 ☐ 推荐值			☐ 实测值 ☐ 推荐值

附表 B. 3 过程排放活动数据及排放因子数据一览表

处理过程		参数	数据	数据来源	排放因子	排放量/tCO ₂
厌氧消化	CH ₄ 逸散	厌氧消化处理量（t）				
	污水处理	污水处理进水量（m ³ ）			/	
		进水 COD 浓度（kg/m ³ ）				
		出水 COD 浓度（kg/m ³ ）				
		进水 TN 浓度（kg/m ³ ）				
		出水 TN 浓度（kg/m ³ ）				
好氧堆肥		好氧堆肥处理量（t）				
卫生填埋		卫生填埋处理量（t）				

附表 B. 4 购入和输出的电力产生的排放活动数据及排放因子数据一览表

项目	电量/MWh	排放因子/ (tCO ₂ /MWh)	排放量/tCO ₂
购入			
输出			

附表 B. 5 购入和输出的热力产生的排放活动数据及排放因子数据一览表

项目	热量/GJ	排放因子/ (tCO ₂ /GJ)	排放量/tCO ₂
购入			
输出			

附表 B. 6 材料消耗排放的活动数据及排放因子数据一览表

材料类别	消耗量/t	排放因子/ (tCO ₂ /t)	排放量/tCO ₂

附表 B.7 避免排放活动数据及排放因子数据一览表

处理技术	参数	数据	数据来源	产品/能源排放因子	避免排放量/tCO ₂
厌氧消化	厌氧消化沼气发电 (kWh)				
	厌氧消化沼气供热 (MWh)				
	厌氧消化沼气净化提纯量 (t)				
好氧堆肥	堆肥产品质量 (t)				
	堆肥产品有效利用率 (%)			/	
卫生填埋	卫生填埋处理量 (t)				
焚烧处理	实际发电量 (MWh)				
三相分离	回收的生物柴油质量 (t)				
	废渣焚烧发电上网电量 (MWh)				
饲料化	黑水虻养殖产品质量 (t)				
	虫粪堆肥肥料量 (t)			/	
	含水率 (%)			/	
	堆肥产品中氮含量				
	堆肥产品中磷含量				

附 录 C
(资料性)
报告内容及格式要求

附表 C.1 XX 厨余垃圾处理项目温室气体排放评估报告

XX 厨余垃圾处理项目温室气体排放评估报告	
报告年度：	编制日期：
一、 企业基本情况	
二、 温室气体排放 (包括具体边界的划定、排放来源的识别、排放因子数据及工艺输入数据说明等)	
三、 活动数据及来源说明	
四、 排放因子、计算参数及来源说明	
五、 辅助参数报告项	
本报告真实、可靠，如报告中的信息与实际情况不符，本企业法人将承担相应的法律责任。	
法人(签字): 企业法人：（公章） 年 月 日	

附录 D

(资料性)

厨余垃圾不同处理技术温室气体排放核算

(1) 三相分离技术

$$E = E_{\text{运输}} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} - R_{\text{粗油脂回收}} - R_{\text{废渣焚烧}}$$

式中,

 E : 三相分离技术温室气体排放量, tCO_2e ; $E_{\text{运输}}$: 三相分离技术运输阶段产生的温室气体排放量, tCO_2e ; $E_{\text{购入电}}$: 三相分离技术购入电力所对应的电力生产环节的二氧化碳排放量, tCO_2e ; $E_{\text{购入热}}$: 三相分离技术购入热力所对应的电力生产环节的二氧化碳排放量, tCO_2e ; $R_{\text{粗油脂回收}}$: 三相分离废油回收制成生物柴油形成的避免排放量, tCO_2e ; $R_{\text{废渣焚烧}}$: 三相分离后废渣焚烧发电上网产生的避免排放量, tCO_2e 。

(2) 厌氧消化技术

$$E = E_{\text{运输}} + E_{\text{燃烧}} + E_{\text{厌氧消化-CH}_4} + E_{\text{污水处理-CO}_2} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} + E_{\text{材料}} \\ - R_{\text{沼气发电}} - R_{\text{沼气发热}} - R_{\text{沼气提纯}}$$

式中,

 E : 厌氧消化技术温室气体排放量, tCO_2e ; $E_{\text{运输}}$: 厌氧消化技术运输阶段产生的温室气体排放量, tCO_2e ; $E_{\text{燃烧}}$: 厌氧消化技术固定源化石燃料燃烧产生的温室气体排放量, tCO_2e ; $E_{\text{厌氧消化-CH}_4}$: 厌氧消化过程 CH_4 逸散产生的温室气体排放, tCO_2e ; $E_{\text{污水处理-CO}_2}$: 污水处理过程产生的温室气体排放, tCO_2e ; $E_{\text{购入电}}$: 厌氧消化技术购入电力所对应的电力生产环节的二氧化碳排放量, tCO_2e ; $E_{\text{购入热}}$: 厌氧消化技术购入热力所对应的电力生产环节的二氧化碳排放量, tCO_2e ; $E_{\text{材料}}$: 厌氧消化技术材料消耗产生的温室气体排放量, tCO_2e ;

$R_{\text{沼气发电}}$: 厌氧消化沼气发电形成的避免排放量, tCO₂e;

$R_{\text{沼气发热}}$: 厌氧消化沼气供热形成的避免排放量, tCO₂e;

$R_{\text{沼气提纯}}$: 厌氧消化沼气提纯天然气形成的避免排放量, tCO₂e。

(3) 好氧堆肥技术

$$E = E_{\text{运输}} + E_{\text{燃烧}} + E_{\text{好氧堆肥-N}_2\text{O}} + E_{\text{好氧堆肥-CH}_4} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} + E_{\text{材料}} - R_{\text{好氧堆肥}}$$

式中,

E : 好氧堆肥技术温室气体排放量, tCO₂e;

$E_{\text{运输}}$: 好氧堆肥技术运输阶段产生的温室气体排放量, tCO₂e;

$E_{\text{燃烧}}$: 好氧堆肥技术固定源化石燃料燃烧产生的温室气体排放量, tCO₂e;

$E_{\text{好氧堆肥-CH}_4}$: 好氧堆肥过程 CH₄ 排放的二氧化碳当量, tCO₂e;

$E_{\text{好氧堆肥-N}_2\text{O}}$: 好氧堆肥过程 N₂O 排放的二氧化碳当量, tCO₂e;

$E_{\text{购入电}}$: 好氧堆肥技术购入电力所对应的电力生产环节的二氧化碳排放量, tCO₂e;

$E_{\text{购入热}}$: 好氧堆肥技术购入热力所对应的电力生产环节的二氧化碳排放量, tCO₂e;

$E_{\text{材料}}$: 好氧堆肥技术材料消耗产生的温室气体排放量, tCO₂e;

$R_{\text{好氧堆肥}}$: 好氧堆肥产品用作肥料或土壤改良剂产生的避免排放量, tCO₂e。

(4) 焚烧技术

$$E = E_{\text{运输}} + E_{\text{燃烧}} + E_{\text{购入电}} - R_{\text{焚烧发电}}$$

E : 焚烧技术温室气体排放量, tCO₂e;

$E_{\text{运输}}$: 焚烧技术运输阶段产生的温室气体排放量, tCO₂e;

$E_{\text{燃烧}}$: 焚烧技术固定源化石燃料燃烧产生的温室气体排放量, tCO₂e;

$E_{\text{购入电}}$: 焚烧技术购入电力所对应的电力生产环节的二氧化碳排放量, tCO₂e;

$R_{\text{焚烧发电}}$: 焚烧技术发电形成的避免排放量, tCO₂e。

(5) 卫生填埋技术

$$E = E_{\text{运输}} + E_{\text{填埋-CH}_4}$$

E : 卫生填埋技术温室气体排放量, tCO₂e;

$E_{\text{运输}}$: 卫生填埋技术运输阶段产生的温室气体排放量, tCO₂e;

$E_{\text{填埋-CH}_4}$: 卫生填埋过程 CH₄ 排放的二氧化碳当量, tCO₂e;

(6) 饲料化技术

$$E = E_{\text{运输}} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{材料}} - R_{\text{饲料化}} - R_{\text{虫粪堆肥}}$$

式中,

E : 饲料化技术温室气体排放量, tCO₂e;

$E_{\text{运输}}$: 饲料化技术运输阶段产生的温室气体排放量, tCO₂e;

$E_{\text{购入电}}$: 饲料化技术购入电力所对应的电力生产环节的二氧化碳排放量, tCO₂e;

$E_{\text{材料}}$: 饲料化技术材料消耗产生的温室气体排放量, tCO₂e;

$R_{\text{饲料化}}$: 饲料化养殖黑水虻形成的避免排放量, tCO₂e;

$R_{\text{虫粪堆肥}}$: 虫粪堆肥产品替代化肥形成的避免排放量, tCO₂e。

参考文献

- [1] WB/T 1135-2023 物流企业温室气体排放核算与报告要求
- [2] DB11/T 1784-2020 二氧化碳排放核算和报告要求 热力生产和供应业
- [3] T/CAEPI 49—2022 污水处理厂低碳运行评价技术规范
- [4] 国家统计局能源统计司. 中国能源统计年鉴 2023[M]. 北京:中国统计出版社, 2024
- [5] 国家发展和改革委员会办公厅. 省级温室气体清单编制指南(试行): 发改办气候(2011)1041号
- [6] 中华人民共和国生态环境部. 2022年电力二氧化碳排放因子. 2024
- [7] Li W, Zhu L, Wu B, et al. Improving mesophilic anaerobic digestion of food waste by side-stream thermophilic reactor: Activation of methanogenic, key enzymes and metabolism[J]. Water Research, 2023, 241: 120167.
- [8] IGES. 全生命周期视角下城市固体废弃物(MSW)管理过程中产生的温室气体排放估算工具[J]. 2021.
- [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] 郝晓地, 程慧芹, 胡沅胜. 碳中和运行的国际先驱奥地利 Strass 污水厂案例剖析 [J]. 中国给水排水, 2014, 30(22): 1-5.
- [11] 张栋. 厨余垃圾三相有机固渣不同利用方式碳排放分析[J]. 环境卫生工程, 2024, 32(01): 104-110.
- [12] 郭丽平. 猪饲料碳足迹生命周期评价[D/OL]. 北京建筑大学, 2022.
- [13] 张振华, 胡凯, 曾德源. 基于 LCA 的江西省典型生猪供应链的碳排放测算[J]. 家畜生态学报, 2022, 43(10): 78-85.
- [14] 中国城市温室气体工作组(CCG). 中国产品全生命周期温室气体排放系数库[DB/OL]. [2025-03-31]
- [15] 中国城镇供水排水协会. 城镇水务系统碳核算与减排路径技术指南[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2022.