

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

食品制造企业温室气体排放核算和报告 方法

Methods for the greenhouse gas emissions accounting and reporting for food
manufacturing enterprises

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2021 - XX - XX 发布

2021 - XX - XX 实施

天津市环境科学学会 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 基本原则.....	3
5 温室气体排放核算和报告的工作流程.....	4
6 温室气体排放核算边界.....	5
7 温室气体排放核算步骤与方法.....	7
7.1 识别温室气体源与温室气体种类.....	7
7.2 选择核算方法.....	8
7.3 选择与收集温室气体活动数据.....	8
7.4 选择或测定温室气体排放因子.....	9
7.5 计算与汇总温室气体排放量.....	10
8 核算工作的质量保证.....	21
9 报告内容和格式.....	22
附录 A（资料性） 相关参数推荐值.....	23
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。

本文件由天津市环境科学学会提出并归口。

本文件起草单位：天津市生态环境科学研究院、天津市低碳发展研究中心、天津环科环境咨询有限公司、天津市联合环保工程设计有限公司、中粮佳悦（天津）有限公司、九三集团天津大豆科技有限公司。

本文件主要起草人：张涛、贾睿、唐国明、杨涵博、解庆平、康磊、王铁铮、许光耀、李红娜、邓春雨、任宏毅、安龙、陈瑞、张圆、李卓、张洪雷。

食品制造企业温室气体排放核算和报告 方法

1 范围

本文件规定了食品制造企业温室气体排放核算和报告的术语和定义、基本原则、工作流程、核算边界确定、核算步骤与方法、质量保证、报告要求等内容。

本文件适用于食品制造企业开展温室气体排放核算和报告活动。

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 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32151.10 温室气体排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业

GB/T 3286.1 石灰石及白云石化学分析方法 第1部分：氧化钙和氧化镁含量的测定 络合滴定法和火焰原子吸收光谱法

GB/T 3286.9 石灰石及白云石化学分析方法 第9部分：二氧化碳含量的测定 烧碱石棉吸收重量法

GB/T 4754 国民经济行业分类

GB 50014 室外排水设计标准

HJ 2013 升流式厌氧污泥床反应器污水处理工程技术规范

HJ 576 厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范

HJ 942 排污许可证申请与核发技术规范 总则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

温室气体 greenhouse gas

大气层中自然存在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。

[GB/T 32150-2015, 定义3.1]

注：本文件涉及的温室气体包括二氧化碳（CO₂）和甲烷（CH₄）。

3.2

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的独立核算单位。

[GB/T 32150-2015, 定义3.2]

3.3

食品制造企业 food manufacturing enterprise

指属于《国民经济行业分类》（GB/T 4754—2017）中14 食品制造业的企业。

注：不包括行业分类中的13农副食品加工业企业。

3.4

设施 facility

属于某一地理边界、组织单元或生产过程的，移动的或固定的一个装置、一组装置或一系列生产过程。

[GB/T 32150-2015, 定义3.3]

3.5

核算边界 accouting boundary

与报告主体（3.2）的生产经营活动相关的温室气体排放的范围。

3.6

核算单元 accouting unit

拥有多个生产经营活动场地或产业活动单位的报告主体将整个公司的资产设施按一定的逻辑（如公司组织管理结构、厂地分布、产业活动分类等）以及不重不漏的原则划分为几个空间上相对独立、物料往来易于识别及计量的区块。

[GB/T 32151.10-2015, 定义3.4]

3.7

碳源流 carbon source flow

流入或流出某个核算单元的化石燃料、含碳的原材料、含碳的产品或含碳的废弃物。

3.8

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。

[GB/T 32150-2015, 定义3.7]

3.9

过程排放 process emission

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

[GB/T 32150-2015, 定义3.8]

3.10

二氧化碳回收利用 carbon dioxide recycle

由报告主体产生的、但又被回收作为生产原料自用或者作为产品供给给其他单位从而免于排放到大气中的二氧化碳。

3.11

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

企业消费的购入电力、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。

[GB/T 32150-2015, 定义3.9]

3.12

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

企业输出的电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

[GB/T 32150-2015, 定义3.10]

3.13

监测 monitor

对温室气体排放相关数据进行连续或周期性的评价，包括计量、测量、检测等。

3.14

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。

[GB/T 32150-2015, 定义3.10]

3.15

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。

[GB/T 32150-2015, 定义3.13]

3.16

碳氧化率 carbon oxidation rate

燃料中的碳在燃烧过程中被完全氧化的百分比。

[GB/T 32150-2015, 定义3.14]

3.17

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。

[GB/T 32150-2015, 定义3.15]

3.18

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

CO_2e

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暖潜势。

[GB/T 32150-2015, 定义3.16]

3.19

许可排放限值 permitted emission limits

指排污许可证中规定的允许排污单位排放的污染物最大排放浓度和排放量。

[HJ 942-2018, 定义3.3]

4 基本原则

4.1 完整性

包括所有核算和报告范围内的温室气体排放。

4.2 一致性

能够对有关温室气体排放信息进行公平的比较，采用统一的方法，界定核算和报告范围、识别核算单元、进行数据核算等。

4.3 透明性

发布公开的温室气体排放核算信息，包括计算公式、数据来源、活动数据与排放因子的选取与确定等。

4.4 准确性

在保证可操作性的前提下，选用更为精确的方法进行温室气体排放核算，尽可能减少排放量的偏差与不确定性。

5 温室气体排放核算和报告的工作流程

报告主体可按以下步骤核算和报告温室气体排放量，见图1：

- a) 确定温室气体排放核算边界。
- b) 核算温室气体排放量，具体包括：
 - 1) 识别温室气体排放设施类别与温室气体种类；
 - 2) 选择核算方法；
 - 3) 收集活动数据；
 - 4) 收集或测算排放因子；
 - 5) 将收集的数据代入计算公式得到各排放源的温室气体排放量；
 - 6) 计算与汇总温室气体排放量。
- c) 核算工作质量保证。
- d) 按照规定的内容和格式撰写企业温室气体排放报告。

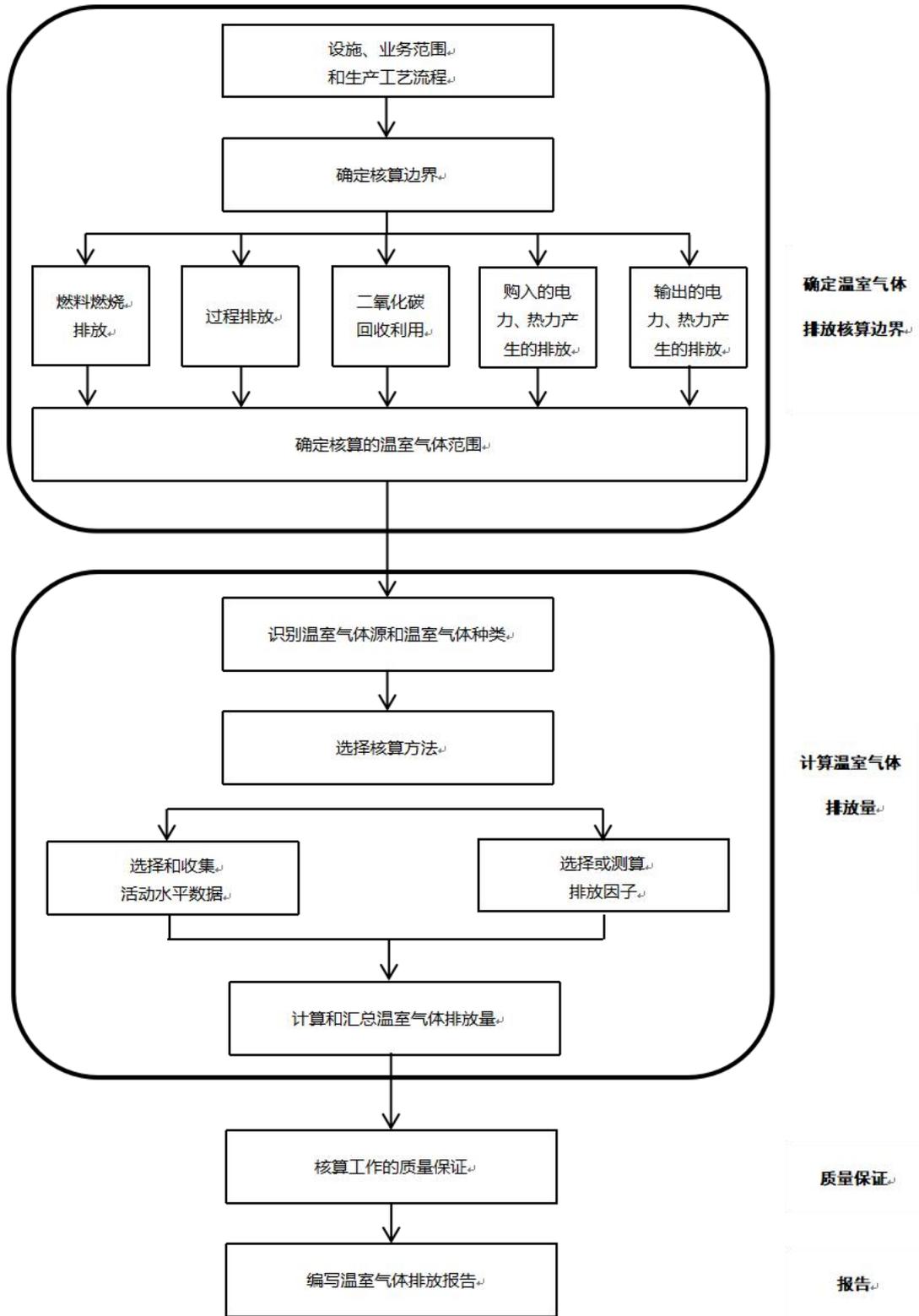


图1 食品制造企业温室气体排放的核算和报告工作流程

6 温室气体排放核算边界

报告主体应确定温室气体排放核算边界和涉及的时间范围。

报告主体应以企业法人或视同法人的独立核算单元为边界，核算和报告其生产单元产生的温室气体排放。生产单元包括主体工程、公用工程、辅助工程和储运工程。其中，公用工程指发电、供热等公用系统，辅助工程指污水处理系统等其他为生产线配套服务的系统，储运工程指物料的存储、运输设施如储罐、仓库、转运站等。

核算边界的确定宜参考企业设施和业务范围及生产工艺流程。核算边界应包括：燃料燃烧排放，过程排放，购入的电力、热力产生的排放，输出的电力、热力产生的排放及二氧化碳回收利用等。其中，生物质燃料燃烧产生的温室气体排放，应单独核算并在报告中予以说明，但不计入报告主体的温室气体排放总量。

核算的温室气体范围宜包括：二氧化碳（CO₂）和甲烷（CH₄）。报告主体应根据企业实际情况确定温室气体种类。

在划分核算单元的基础上，报告主体可参考图2分别以列表的形势识别出每个核算单元的碳源流，并分为以下类别：

- 流入核算单元且明确送往各个燃烧设备作为燃料燃烧的化石燃料部分；
- 流入核算单元作为生产原料的碳酸盐；
- 流入核算单元作为生产原料或辅料的二氧化碳；
- 流出核算单元的各类含碳产品，包括主产品、联产产品、副产品等；
- 流出核算单元且被回收外供从而避免被排放到大气中的那部分二氧化碳；
- 流出核算单元的其他含碳输出物，如炉渣、粉尘、污泥等含碳物质。

注：在核算单元内产生又全部在核算单元内被直接用作燃料或生产原料的那部分副产品（包括二氧化碳气体）不视为碳源流。

食品制造企业分核算单元的碳源流识别示意图见图2。

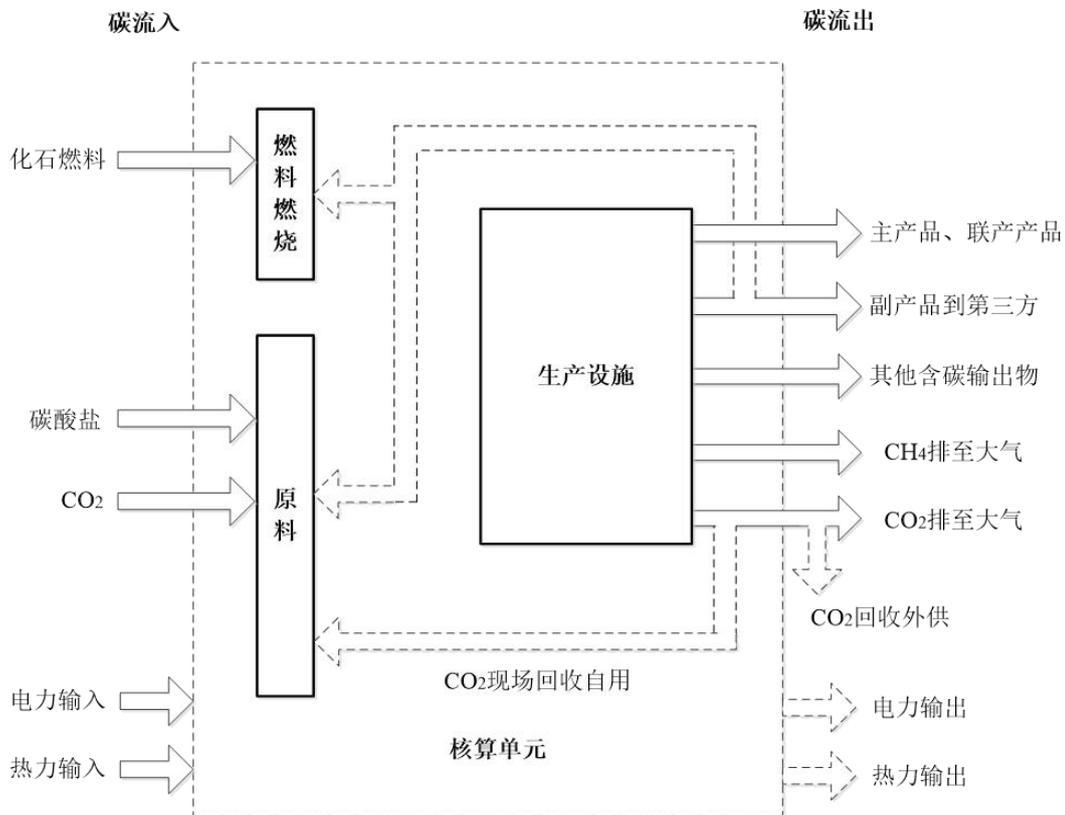


图2 食品制造企业分核算单元的碳源流识别示意图

7 温室气体排放核算步骤与方法

7.1 识别温室气体源与温室气体种类

在所确定的核算边界范围内，对各类温室气体源进行识别：

- 宜按表 1 对各类温室气体源进行识别；
- 对 7.5.1 范围内的温室气体排放源应单独识别。

表 1 温室气体源与温室气体种类示意表（不限于）

主要生产单元	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
主体工程	过程排放	碳酸盐分解排放源 散逸排放源	发酵罐 充气装置	CO ₂
	购入的电力与热力产生的排放	由报告主体外输入的电力、热力或蒸汽消耗源	粉碎机 造粒机 干燥机 筛分机 发酵罐 提纯塔 离心机或分离机 过滤器或压滤机 结晶罐 蒸煮罐、连续蒸料机 包装机	CO ₂
共用工程	燃料燃烧排放	固定燃烧源	锅炉	CO ₂
	购入的电力与热力产生的排放	由报告主体外输入的电力、热力或蒸汽消耗源	电动机系统 泵系统 风机系统 变压器、调压器 压缩机械 空调 照明设备	CO ₂
辅助工程	过程排放	废弃物处理处置过程排放源	污水处理系统	CO ₂ 、CH ₄
	购入的电力与热力产生的排放	由报告主体外输入的电力、热力或蒸汽消耗源	制冷压缩机 污水处理系统	CO ₂

主要生产单元	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
			废气治理设施	
储运工程	燃料燃烧排放	移动燃烧源	汽车 叉车	CO ₂
	购入的电力与热力产生的排放	由报告主体外输入的电力、热力或蒸汽消耗源	储罐	CO ₂

7.2 选择核算方法

7.2.1 概述

应选择能得出准确、一致、可再现的结果的核算方法。

核算方法包括两种类型：

- a) 计算：
 - 排放因子法；
 - 物料平衡法。
- b) 实测。

7.2.2 排放因子法

采用排放因子法计算时，温室气体排放量为活动水平数据与温室气体排放因子的乘积。

7.2.3 物料平衡法

使用物料平衡法计算时，根据质量守恒定律，用输入物料中的含碳量减去输出物料中的含碳量进行平衡计算得到二氧化碳排放量。

7.2.4 实测法

通过安装监测仪器、设备（如：烟气排放连续监测系统，CEMS），并采用相关技术文件中要求的方法测量温室气体排放到大气中的温室气体排放量。

7.2.5 核算方法的选用依据

宜按照一定的优先级对核算方法进行选择。选择核算方法可参考的因素包括：

- 核算结果的数据准确度要求；
- 可获得的计算用数据情况；
- 排放源的可识别程度。

7.3 选择与收集温室气体活动数据

报告主体应根据所选定的核算方法的要求来选择和收集温室气体活动数据。数据的类型按照优先级，如表2所示。报告主体应按照优先级由高到低的次序选择和收集数据。

表2 温室气体活动数据收集优先级

数据类型	描述	优先级
原始数据	直接计量、监测获得的数据	高
二次数据	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	中

数据类型	描述	优先级
	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，如：计算移动源燃油消费量时可采用相似型号的车辆的单位里程油耗进行推算等	低

报告主体主要排放源活动数据及其来源如表 3 所示。

表 3 报告主体数据及来源

温室气体排放源	数据来源
固定/移动燃烧源	企业能源平衡表 燃料购买结算凭证 财务报表
生产过程	原料消耗表 财务报表 财务发票或凭证
污水处理过程	原料消耗表 水平衡表（废水量） 监测报表（BOD、COD 浓度） 财务报表（原料购买量/购买额）
二氧化碳回收利用	原料消耗表 财务报表 财务发票或凭证
购入/输出电力、热力或蒸汽	企业能源平衡表 财务报表 财务发票或凭证

7.4 选择或测定温室气体排放因子

在获取温室气体排放因子时，应考虑如下因素：

- 来源明确，有说服力；
- 适用性；
- 时效性。

温室气体排放因子获取优先级如表 4 所示。

表 4 温室气体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	采用相关标准、指南或文件中提供的排放因子	低

报告主体应对温室气体排放因子的来源作出说明。

7.5 计算与汇总温室气体排放量

7.5.1 概述

报告主体应根据所选定的核算方法对温室气体排放量进行计算。所有温室气体的排放量均应折算为二氧化碳当量，见式（1）：

$$E = \sum_i (E_{\text{燃烧}, i} + E_{\text{生产过程}, i} + E_{\text{污水处理}, i} + E_{\text{购入电}, i} + E_{\text{购入热}, i} - R_{\text{CO}_2\text{回收}, i} - E_{\text{输出电}, i} - E_{\text{输入热}, i}) \quad (1)$$

式中：

E ——核算期内报告主体各核算单元的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量(tCO₂e)；

$E_{\text{燃烧}, i}$ ——核算期内核算单元 i 的燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量(tCO₂e)；

$E_{\text{生产过程}, i}$ ——核算期核算单元 i 的工业生产过程(污水处理过程除外)产生的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；

$E_{\text{污水处理}, i}$ ——核算期核算单元 i 的污水处理过程产生的各种温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量(tCO₂e)；

$E_{\text{购入电}, i}$ ——核算单元 i 购入电力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；

$E_{\text{购入热}, i}$ ——核算单元 i 购入热力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；

$R_{\text{CO}_2\text{回收}, i}$ ——第 i 个核算单元的二氧化碳回收利用率，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；

$E_{\text{输出电}, i}$ ——核算单元 i 输出电力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；

$E_{\text{输入热}, i}$ ——核算单元 i 输出热力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳(tCO₂)。

7.5.2 燃料燃烧排放

7.5.2.1 计算公式

核算单元的燃料燃烧产生的二氧化碳排放量是核算期内各种燃料燃烧产生的二氧化碳排放量之和，按式（2）计算：

$$E_{\text{燃烧}, i} = \sum_{j=1}^n (AD_j \times CC_j \times OF_j \times \frac{44}{12}) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E_{\text{燃烧}, i}$ ——核算期内核算单元 i 的燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量(tCO₂e)；

AD_j ——核算期内第 j 种化石燃料用作燃料燃烧的消费量，对固体或液体燃料，单位为吨(t)；对气体燃料，单位为万标立方米(10⁴Nm³)；

CC_j ——核算期内第 j 种化石燃料的含碳量，对固体和液体燃料，单位为吨碳每吨(tC/t)；对气体燃料，单位为吨碳每万标立方米(tC/10⁴Nm³)；

OF_j ——核算期内第 j 种化石燃料的碳氧化率；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比；

- i ——核算单元编号；
 j ——化石燃料类型代号。

7.5.2.2 活动数据获取

流入核算单元且送往各类燃烧设备作为燃料燃烧的化石燃料部分，不包括生产过程产生的副产品或可燃废气被回收并被本核算单元作为燃料燃烧的部分。燃料消耗量的计量应符合GB 17167的相关规定，燃料燃烧活动数据应根据企业能源消费台账或统计报表确定。

7.5.2.3 排放因子数据获取

7.5.2.3.1 化石燃料燃烧含碳量

- a) 报告主体可委托有资质的专业机构检测燃料的含碳量，或通过自有满足资质标准的检测单位进行检测。燃料含碳量的测定方法和检测频次应遵循 GB/T 32150-2015 等相关标准。
 b) 不具备实测燃料含碳量条件的企业，可定期检测燃料的低位发热量，并按式（3）计算燃料的含碳量：

$$CC_j = NCV_j \times EF_j \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- CC_j ——化石燃料品种 j 的含碳量，对固体和液体燃料，单位为吨碳每吨（tC/t）；对气体燃料，单位为吨碳每万标立方米（tC/10⁴Nm³）；
 NCV_j ——化石燃料品种 j 的低位发热量，对固体和液体燃料，单位为吉焦每吨（GJ/t）；对气体燃料，单位为吉焦每万标立方米（GJ/10⁴Nm³）；
 EF_j ——化石燃料品种 j 的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ），可采用 GB/T 32150-2015 中的推荐值。

燃料低位发热量的测定方法和检测频次应满足GB/T 32151.10-2015等相关标准要求。
 不具备实测燃料含碳量条件的报告主体，低位发热量可采用GB/T 32151.10-2015的推荐值。

7.5.2.3.2 燃料碳氧化率

燃料碳氧化率可采用附录表 A.1 的推荐值。

7.5.3 生产过程排放

7.5.3.1 概述

食品制造企业生产过程排放量等于以二氧化碳为原料产生的散逸排放和使用碳酸盐分解产生的二氧化碳排放，计算公式见式（4）：

$$E_{\text{生产过程}, i} = E_{\text{CO}_2\text{原料}, i} + E_{\text{碳酸盐}, i} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $E_{\text{生产过程}, i}$ ——核算期核算单元 i 的工业生产过程（污水处理过程除外）产生的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
 $E_{\text{CO}_2\text{原料}, i}$ ——核算期核算单元 i 的以二氧化碳作为原料投入生产过程产生的散逸排放，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
 $E_{\text{碳酸盐}, i}$ ——核算期内核算单元 i 的碳酸盐使用过程产生的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳

(tCO₂)。

7.5.3.2 添加二氧化碳产生的散逸排放

7.5.3.2.1 计算公式

涉及向食品中添加二氧化碳导致的二氧化碳散逸排放量按质量平衡法计算，计算公式见式(5)：

$$E_{CO_2\text{原料}, i} = Q_i \times PUR_{CO_2, i} \times 19.77 - \left[\sum_p (AD_{i, p} \times CC_{i, p}) + \sum_w (AD_{i, w} \times CC_{i, w}) \right] \dots\dots (1)$$

式中：

$E_{CO_2\text{原料}, i}$ ——核算期核算单元*i*的以二氧化碳作为原料投入生产过程产生的散逸排放，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；

Q_i ——第*i*个核算单元添加的二氧化碳气体体积，单位为万标立方米(10⁴Nm³)；

$PUR_{CO_2, i}$ ——第*i*个核算单元添加的二氧化碳气体的纯度(二氧化碳体积分数)，以%表示；

19.77 ——标准状况下二氧化碳气体的密度，单位为吨二氧化碳每万标立方米(tCO₂/10⁴Nm³)；

$AD_{i, p}$ ——第*i*个核算单元的含二氧化碳产品*p*的产量，对固体或液体产品，单位为吨(t)；

$CC_{i, p}$ ——第*i*个核算单元的产品*p*的含二氧化碳量，对固体或液体产品，单位为吨二氧化碳每吨(tCO₂/t)；

p ——流出核算单元的含二氧化碳产品种类，包括各种具体名称的主产品、联产产品、副产品等；

$AD_{i, w}$ ——第*i*个核算单元的其他含二氧化碳输出物*w*的输出量，单位为吨(t)；

$CC_{i, w}$ ——第*i*个核算单元的其他含二氧化碳输出物*w*的含二氧化碳量，单位为吨二氧化碳每吨(tCO₂/t)；

w ——流出核算单元且没有计入产品范畴的其他含二氧化碳输出物种类，如不合格产品。

7.5.3.2.2 活动数据获取

报告主体应以企业台账、统计报表或相关结算凭证为依据，分别确定相关产品产量、含二氧化碳输出物输出量以及甲烷回收量等活动数据。

7.5.3.2.3 排放因子数据获取

a) 二氧化碳纯度

二氧化碳纯度获取方法：

- 1) 报告主体可委托有资质的专业机构检测添加二氧化碳的纯度，或通过自有满足资质标准的检测单位进行检测。
- 2) 不具备实测添加二氧化碳纯度的报告主体，可根据所二氧化碳供应商出具的符合相关规范要求检测报告获取。

b) 二氧化碳含量

报告主体应委托有资质的专业机构检测含二氧化碳产品及其他含二氧化碳输出物的二氧化碳含量，或通过自有满足资质标准的检测单位进行检测。

7.5.3.3 碳酸盐使用过程产生的二氧化碳排放

7.5.3.3.1 计算公式

碳酸盐使用过程中产生的二氧化碳排放根据每种碳酸盐的使用量及其二氧化碳排放因子计算，见式(6)：

$$E_{\text{碳酸盐}, i} = \sum_j (AD_{i, j} \times EF_{i, j} \times PUR_{i, j}) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E_{\text{碳酸盐}, i}$ ——核算期内核算单元 i 的碳酸盐使用过程中产生的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳 (tCO_2)；

j ——单位碳酸盐的种类，如果实际使用的是多种碳酸盐组成的混合物，应分别考虑每种碳酸盐的种类；

$AD_{i, j}$ ——第 i 个核算单元的碳酸盐 j 用于原料等的总消费量，单位为吨 (t)；

$EF_{i, j}$ ——第 i 个核算单元的碳酸盐 j 的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吨碳酸盐 (tCO_2/t 碳酸盐)；

$PUR_{i, j}$ ——第 i 个核算单元的碳酸盐 j 以质量分数表示的纯度，以%表示。

7.5.3.3.2 活动数据获取

每种碳酸盐的总消费量等于用作原料等的消费量之和，应分别根据企业台账或统计报表来确定，不包括碳酸盐在使用过程中形成碳酸氢盐或 CO_3^{2-} 发生转移而未产生二氧化碳的部分。

7.5.3.3.3 排放因子数据获取

报告主体可委托有资质的专业机构定期检测碳酸盐的纯度或化学组分，并根据碳酸盐的化学组分、分子式及 CO_3^{2-} 的数目计算得到碳酸盐的二氧化碳排放因子。碳酸盐化学组分的检测应遵循GB/T 3286.1、GB/T 3286.9等标准。报告主体也可采用供应商提供的数据或参考附录表A.1的推荐值。

7.5.4 污水处理过程排放

7.5.4.1 概述

核算要求：

- 报告主体厂内自建污水处理站污水应达到相应标准后排放，并且应达到许可排放限值；
- 若报告主体与下级污水处理厂签订污水接收协议，则以监管部门批准的协议标准排放，并且应以批准的排放标准为许可排放限值。

报告主体应满足核算要求a)或b)，对报告主体厂内自建污水处理站在核算期内产生的温室气体进行核算。应先确定污水处理站处理过程中主要环节指标的进出口数值，原则上要求报告主体根据排污许可证中规定的指标，采用实测法，提供每日监测数据，根据月(周)平均值确定各指标的进出口数值。若报告主体不具备每日监测数据，优先选择排污许可证执行台账记录的各项指标数据，结合污水处理过程主要环节去除效率推荐值(η)反向推导确定相应环节指标的进出口数值，去除效率推荐值(η)见附表A.3，如果计算得到进口数值低于实际进水数值，则应对污水处理站处理过程中主要环节指标进行实际监测得以确定。待主要环节指标的进出口数值确定后，根据公式(7)对污水处理过程温室气体直接排放进行核算，所有温室气体的直接排放量均应折算为二氧化碳当量。

报告主体厂内自建污水处理站污水处理过程排放计算公式见式(7)：

$$E_{\text{水处理过程}, i} = E_{\text{厌氧}, i} + E_{\text{好氧}, i} + E_{\text{化学氧化}, i} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $E_{\text{水处理过程}, i}$ ——核算期核算单元 i 的污水处理过程产生的各种温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；
- $E_{\text{厌氧}, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程产生的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；
- $E_{\text{好氧}, i}$ ——核算期内核算单元 i 的好氧处理系统处理过程产生的温室气体排放总量，其中生物脱氮工艺、水解酸化工艺都计入该环节进行核算，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；
- $E_{\text{化学氧化}, i}$ ——核算期内核算单元 i 的污水处理化学氧化过程产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂)。

7.5.4.2 污水厌氧处理排放

7.5.4.2.1 计算公式

报告主体在生产过程中产生的污水经厌氧处理导致甲烷和二氧化碳的排放。厌氧处理导致的甲烷排放量计算公式见式 (8)；若报告主体中对产生的甲烷通过燃烧的方式进一步处理，则对甲烷燃烧后产生的二氧化碳排放量计算公式见式 (8)。厌氧处理导致的二氧化碳排放量计算公式见式 (9)。则污水厌氧处理过程中总计算公式为：

$$E_{\text{厌氧}, i} = E_{\text{厌氧-CH}_4, i} + E_{\text{厌氧-CO}_2, i} \text{ 或 } E_{\text{厌氧}, i} = E_{\text{厌氧-CH}_4\text{-CO}_2, i} + E_{\text{厌氧-CO}_2, i} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $E_{\text{厌氧}, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程产生的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；
- $E_{\text{厌氧-CH}_4, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程产生的甲烷排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；
- $E_{\text{厌氧-CO}_2, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)，不涉及对厌氧处理过程产生的甲烷通过燃烧方式进一步处理；
- $E_{\text{厌氧-CH}_4\text{-CO}_2, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)，包括厌氧处理过程产生的甲烷通过燃烧方式进一步处理过程产生的二氧化碳。

a) 报告主体在生产过程中产生的污水经厌氧处理导致的甲烷排放量计算公式见式 (9)：

$$E_{\text{厌氧-CH}_4, i} = E_{\text{CH}_4\text{-污水}, i} \times GWP_{\text{CH}_4} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $E_{\text{厌氧-CH}_4, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程产生的甲烷排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；
- $E_{\text{CH}_4\text{-污水}, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程甲烷排放量，单位为千克甲烷 (kgCH₄)；

GWP_{CH_4} ——甲烷的全球变暖潜势（GWP）值。根据《省级温室气体清单编制指南》取 21。

$E_{CH_4-污水, i}$ 的计算公式见式（10）：

$$E_{CH_4-污水, i} = (TOW_{y, i} - S_i) \times EF_{CH_4-污水} - R_i \quad (3)$$

式中：

$E_{CH_4-污水, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程甲烷排放量，单位为千克甲烷（kgCH₄）；

$TOW_{y, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程去除的有机物总量，单位为千克化学需氧量（kgCOD）；

S_i ——核算期内核算单元 i 的以污泥方式清除掉的有机物总量，单位为千克化学需氧量（kgCOD）；

$EF_{CH_4-污水}$ ——甲烷排放因子，单位为千克甲烷每千克化学需氧量（kgCH₄/kgCOD）；

R_i ——甲烷回收量，单位为千克甲烷（kgCH₄）。

b) 若报告主体在生产过程中产生的污水经厌氧处理产生的甲烷通过燃烧的方式进一步处理导致的二氧化碳排放，则二氧化碳排放量按公式（11）计算：

$$E_{厌氧-CH_4-CO_2, i} = E_{CH_4-污水, i} \times 2.75 \times 10^{-3} \quad (4)$$

式中：

$E_{厌氧-CH_4-CO_2, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO_{2e}），包括厌氧处理过程产生的甲烷通过燃烧方式进一步处理过程产生的二氧化碳。

$E_{CH_4-污水, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程甲烷排放量，单位为千克甲烷（kgCH₄）；

2.75 ——甲烷燃烧产生二氧化碳折算系数。

c) 报告主体在生产过程中产生的污水经厌氧处理导致的二氧化碳排放量按公式（12）计算：

$$E_{厌氧-CO_2, i} = (TOW_{y, i} - S_i) \times EF_{CH_4-污水} \times 1.83 \times 10^{-3} \quad (5)$$

式中：

$E_{厌氧-CO_2, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO_{2e}），不涉及对厌氧处理过程产生的甲烷通过燃烧方式进一步处理；

$TOW_{y, i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程去除的有机物总量，单位为千克化学需氧量（kgCOD）；

S_i ——核算期内核算单元 i 以污泥方式清除掉的有机物总量，单位为千克化学需氧量（kgCOD）；

$EF_{CH_4-污水}$ ——甲烷排放因子，单位为千克甲烷每千克化学需氧量（kgCH₄/kgCOD）；

1.83 ——二氧化碳折算系数。

7.5.4.2.2 活动数据获取

活动水平数据包括污水厌氧系统处理去除的有机物总量 ($TOW_{y,i}$)、以污泥方式清除掉的有机物总量 (S_i) 以及甲烷回收量 (R_i)。

a) 污水厌氧处理去除的有机物总量 ($TOW_{y,i}$) 数据获取:

如果报告主体有污水厌氧处理系统去除的 COD 统计, 可直接作为污水厌氧处理去除的有机物总量 $TOW_{y,i}$ 的数据。如果没有去除的 COD 统计数据, 则采用公式 (13) 计算:

$$TOW_{y,i} = W_i \times (COD_{in,i} - COD_{out,i}) \quad (1)$$

式中:

$TOW_{y,i}$ ——核算期内核算单元 i 的厌氧处理系统处理过程去除的有机物总量, 单位为千克化学需氧量 (kgCOD);

W_i ——核算期内核算单元 i 污水处理过程的污水量, 单位为立方米 (m^3), 采用报告主体计量数据;

$COD_{in,i}$ ——核算期内核算单元 i 厌氧处理系统进口污水中的化学需氧量浓度, 单位为千克化学需氧量每立方米 (kgCOD/ m^3), 采用报告主体检测值的平均值;

$COD_{out,i}$ ——核算期内核算单元 i 厌氧处理系统出口污水中的化学需氧量浓度, 单位为千克化学需氧量每立方米 (kgCOD/ m^3), 采用报告主体检测值的平均值。

b) 以污泥方式清除掉的有机物总量 (S_i) 数据获取:

采用报告主体计量数据。若报告主体无法统计以污泥方式清除掉的有机物总量, 可使用缺省值为零。

c) 甲烷回收量 (R_i) 数据获取:

采用报告主体计量数据, 根据报告主体台账、统计报表来确定。若无回收, 可使用缺省值为零。

7.5.4.2.3 排放因子数据获取

甲烷排放因子采用公式 (14) 计算:

$$EF_{CH_4-污水} = Bo \times MCF \quad (1)$$

式中:

$EF_{CH_4-污水}$ ——甲烷排放因子, 单位为千克甲烷每千克化学需氧量 (kgCH₄/kgCOD);

Bo ——厌氧处理废水系统的甲烷最大生产能力, 单位为千克甲烷每千克化学需氧量 (kgCH₄/kgCOD);

MCF ——甲烷修正因子, 表示不同处理和排放的途径或系统达到的甲烷最大产生能力 (Bo) 的程度, 也反映了系统的厌氧程度。

对于废水厌氧处理系统的甲烷最大生产能力 Bo , 优先使用国家公布的数据, 如果没有, 可采用缺省值 0.25 kgCH₄/kgCOD。对于甲烷修正因子 MCF , 食品制造企业可参考《省级温室气体清单编制指南》给出的推荐值 0.7, 具备条件的企业可开展实测, 或委托有资质的专业机构进行检测。

7.5.4.3 污水好氧处理排放

7.5.4.3.1 计算公式

有机物的平均分子式为 C₁₈H₁₉O₉^[7]。在好氧处理过程中, 微生物将污水中的有机物氧化为 CO₂, 则污水好氧处理导致二氧化碳排放采用公式 (15) 计算:

$$E_{好氧,i} = E_{好氧-分解,i} + E_{好氧-合成,i} + E_{好氧-内源呼吸,i} + E_{含氮有机物-CO_2,i} \quad (1)$$

式中:

- $E_{\text{好氧}, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统处理过程产生的温室气体排放总量，其中生物脱氮工艺、水解酸化工艺都计入该环节进行核算，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- $E_{\text{好氧-分解}, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统中有机污染物在微生物的作用下发生分解代谢反应产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- $E_{\text{好氧-合成}, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统中有机污染物在微生物的作用下发生合成代谢反应产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- $E_{\text{好氧-内源呼吸}, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统中有机污染物在微生物的作用下发生内源代谢反应产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- $E_{\text{含氮有机物-CO}_2, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统中含氮有机物产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

a) 报告主体在生产过程中产生的污水经好氧系统处理产生的二氧化碳排放可分为好氧分解代谢产生的排放和好氧合成代谢产生的排放。其中，好氧分解代谢产生的二氧化碳排放量按公式（16）计算：

$$E_{\text{好氧-分解}, i} = TOW_{h, i} \times 0.45 \times 10^{-3} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $E_{\text{好氧-分解}, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统中有机污染物在微生物的作用下发生分解代谢反应产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- $TOW_{h, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统处理过程中取出的有机物总量，单位为千克生化需氧量（kgBOD）；
- 0.45 ——二氧化碳折算系数。

好氧合成代谢产生的二氧化碳排放量按公式（17）计算：

$$E_{\text{好氧-合成}, i} = TOW_{h, i} \times 0.90 \times 10^{-3} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $E_{\text{好氧-合成}, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统中有机污染物在微生物的作用下发生合成代谢反应产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- $TOW_{h, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统处理过程中取出的有机物总量，单位为千克生化需氧量（kgBOD）；
- 0.90 ——二氧化碳折算系数。

内源代谢呼吸导致的二氧化碳排放量按公式（18）计算：

$$E_{\text{好氧-内源呼吸}, i} = TOW_{h, i} \times 0.35 \times 10^{-3} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $E_{\text{好氧-内源呼吸}, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统中有机污染物在微生物的作用下发生内源代谢反应产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- $TOW_{h, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统处理过程中取出的有机物总量，单位为千克生化需氧量（kgBOD）；
- 0.35 ——二氧化碳折算系数。

b) 报告主体在生产过程中，污水中若有含氮有机物，含氮有机物在氨化反应中会产生二氧化碳，因此有含氮有机物的好氧处理过程产生的二氧化碳排放量按式（19）计算：

$$E_{\text{含氮有机物-CO}_2, i} = TON_i \times 3.14 \times 10^{-3} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $E_{\text{含氮有机物-CO}_2, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统中含氮有机物产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- TON_i ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统去除的有机氮的总量，单位为千克(kg)；
- 3.14 ——二氧化碳折算系数。

7.5.4.3.2 活动数据获取

活动水平数据包括污水好氧处理系统处理过程去除的有机物总量（ $TOW_{h, i}$ ），好氧处理系统处理过程去除的有机氮的总量（ TON_i ）。

a) 核算期内核算单元*i*的污水好氧处理系统处理过程中去除的有机物总量（ $TOW_{h, i}$ ）

如果企业有污水好氧处理系统去除的 BOD 统计，可直接作为污水好氧处理去除的有机物总量 TOW_h 的数据。如果没有去除的 BOD 统计数据，则采用公式（20）计算：

$$TOW_{h, i} = W_i \times (BOD_{in, i} - BOD_{out, i}) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $TOW_{h, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统处理过程中取出的有机物总量，单位为千克生化需氧量（kgBOD）；
- W_i ——核算期内核算单元*i*的污水处理过程的污水量，单位为立方米（m³），采用报告主体计量数据；
- $BOD_{in, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统进口污水中的生化需氧量浓度，单位为千克生化需氧量每立方米（kgBOD/m³），采用报告主体检测值的平均值，若有外部碳源投加处理环节，则将投加BOD浓度计入 $BOD_{in, i}$ ；
- $BOD_{out, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统出口污水中的生化需氧量浓度，单位为千克生化需氧量每立方米（kgBOD/m³），采用报告主体检测值的平均值。

注：若企业污水好氧处理系统前端有水解酸化工艺设施，则应从该设施提供进口污水中的生化需氧量浓度（ $BOD_{in, i}$ ）。

b) 好氧处理系统中去除的有机氮的总量（ TON_i ）

好氧处理系统中去除的有机氮的总量按公式（21）计算：

$$TON_i = W_i \times \left\{ \left[TN_{in, i} - (NH_4^+ - N)_{in, i} - (NO_3^- - N)_{in, i} \right] - \left[TN_{out, i} - (NH_4^+ - N)_{out, i} - (NO_3^- - N)_{out, i} \right] \right\} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- TON_i ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统去除的有机氮的总量，单位为千克(kg)；
- W_i ——核算期内核算单元*i*的污水处理过程的污水量，单位为立方米（m³），采用报告主体计量数据；
- $TN_{in, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统中进口污水中的总氮浓度，单位为千克每立方米（kg/m³），采用报告主体检测值的平均值；
- $(NH_4^+ - N)_{in, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统中进口污水中的氨氮浓度，单位为千克每立方米（kg/m³），采用报告主体检测值的平均值；
- $(NO_3^- - N)_{in, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统中进口污水中的硝态氮浓度，单位为千克每立方米（kg/m³），采用报告主体检测值的平均值；
- $TN_{out, i}$ ——核算期内核算单元*i*的好氧处理系统中出口污水中的总氮浓度，单位为千克每立方米（kg/m³），采用报告主体检测值的平均值；

$(NH_4^+ - N)_{out, i}$ ——核算期内核算单元 i 的好氧处理系统中出口污水中的氨氮浓度，单位为千克每立方米 (kg/m^3)，采用报告主体检测值的平均值；

$(NO_3^- - N)_{out, i}$ ——核算期内核算单元 i 的好氧处理系统中出口污水中的硝态氮浓度，单位为千克每立方米 (kg/m^3)，采用报告主体检测值的平均值。

7.5.4.4 污水化学氧化处理排放

7.5.4.4.1 计算公式

报告主体在生产过程中产生的污水经化学氧化处理产生二氧化碳排放量按公式 (22) 计算：

$$E_{\text{化学氧化}, i} = TOW_{c, i} \times \frac{44}{12} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E_{\text{化学氧化}, i}$ ——核算期内核算单元 i 化学氧化处理过程产生的二氧化碳的量，单位为吨二氧化碳 (tCO_2)；

$TOW_{c, i}$ ——核算期内核算单元 i 化学氧化处理过程中去除的有机物总量，单位为千克化学需氧量 ($kgCOD$)；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

7.5.4.4.2 活动水平数据获取

活动水平数据包括污水化学氧化处理去除的有机物总量 ($TOW_{c, i}$)。

如果报告主体有污水化学氧化系统去除的 COD 统计，可直接作为污水化学氧化去除的有机物总量 $TOW_{c, i}$ 的数据。如果没有去除的 COD 统计数据，则采用公式 (23) 计算：

$$TOW_{c, i} = W_i \times (COD_{in, i} - COD_{out, i}) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$TOW_{c, i}$ ——核算期内核算单元 i 化学氧化处理过程中去除的有机物总量，单位为千克化学需氧量 ($kgCOD$)；

W_i ——核算期内核算单元 i 污水处理过程的污水量，单位为立方米 (m^3)，采用企业计量数据；

$COD_{in, i}$ ——核算期内核算单元 i 化学氧化环节进口污水中的化学需氧量浓度，单位为千克化学需氧量每立方米 ($kgCOD/m^3$)，采用企业检测值的平均值；

$COD_{out, i}$ ——化学氧化环节出口污水中的化学需氧量浓度，单位为千克化学需氧量每立方米 ($kgCOD/m^3$)，采用企业检测值的平均值。

7.5.5 二氧化碳回收利用率

7.5.5.1 计算公式

每个核算单元回收且外供的二氧化碳量按式 (24) 计算：

$$R_{CO_2\text{回收}, i} = Q_i \times PUR_{CO_2, i} \times 19.77 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$R_{CO_2\text{回收}, i}$ ——第 i 个核算单元的二氧化碳回收利用率，单位为吨二氧化碳 (tCO_2)；

Q_i ——第 i 个核算单元回收且外供的二氧化碳气体体积，单位为万立方米 ($10^4 Nm^3$)；

$PUR_{CO_2, i}$ ——第 i 个核算单元的二氧化碳外供气体的纯度 (二氧化碳体积分数)，以%表示；

19.77 ——标准状况下二氧化碳气体的密度，单位为吨二氧化碳每万标立方米（ $\text{tCO}_2/10^4\text{Nm}^3$ ）。

7.5.5.2 活动数据获取

二氧化碳气体回收外供量应根据企业台账或统计报表来确定。

7.5.5.3 排放因子数据获取

报告主体可委托有资质的专业机构检测回收且外供的二氧化碳纯度，或通过自有满足资质标准的检测单位进行检测。

7.5.6 购入或输出的电力、热力产生的排放

7.5.6.1 计算公式

a) 购入电力产生的二氧化碳排放量按式（25）计算：

$$E_{\text{购入电}, i} = AD_{\text{购入电}, i} \times EF_{\text{电}} \quad (1)$$

式中：

$E_{\text{购入电}, i}$ ——核算单元 i 购入电力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$AD_{\text{购入电}, i}$ ——核算期内核算单元 i 购入电力，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{\text{电}}$ ——区域电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（ tCO_2/MWh ）。

b) 购入热力产生的二氧化碳排放量按式（26）计算：

$$E_{\text{购入热}, i} = AD_{\text{购入热}, i} \times EF_{\text{热}} \quad (2)$$

式中：

$E_{\text{购入热}, i}$ ——核算单元 i 购入热力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$AD_{\text{购入热}, i}$ ——核算期内核算单元 i 购入热力，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{热}}$ ——热力消费的排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ）。

c) 输出电力产生的二氧化碳排放量按式（27）计算：

$$E_{\text{输出电}, i} = AD_{\text{输出电}, i} \times EF_{\text{电}} \quad (3)$$

式中：

$E_{\text{输出电}, i}$ ——核算单元 i 输出电力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$AD_{\text{输出电}, i}$ ——核算期内核算单元 i 输出电力，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{\text{电}}$ ——区域电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（ tCO_2/MWh ）。

d) 输出热力产生的二氧化碳排放量按式（28）计算：

$$E_{\text{输出热}, i} = AD_{\text{输出热}, i} \times EF_{\text{热}} \quad (4)$$

式中：

$E_{\text{输出热}, i}$ ——核算单元 i 输出热力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$AD_{\text{输出热}, i}$ ——核算期内核算单元 i 输出热力，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{热}}$ ——热力消费的排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO₂/GJ）。

7.5.6.2 活动数据获取

电力活动数据可采用企业和电网公司结算的电表读数、报告主体能源消费台账或统计报表。热力活动数据可采用热力购销结算凭证、报告主体能源消费台账或统计报表。

a) 以质量单位计量的热水可按式（29）转换为热量单位：

$$AD_{\text{热水}} = Ma_w \times (T_w - 20) \times 4.1868 \times 10^{-3} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$AD_{\text{热水}}$ ——热水的热量，单位为吉焦（GJ）；

Ma_w ——热水的质量，单位为吨（t）；

T_w ——热水的温度，单位为摄氏度（℃）；

20 ——常温水的问题，单位为摄氏度（℃）；

4.1868 ——水在常温常压下的比热容，单位为千焦每千克摄氏度[kJ/（kg℃）]。

b) 以质量单位计量的蒸汽可按式（23）转换为热量单位：

$$AD_{\text{蒸汽}} = Ma_{st} \times (En_{st} - 83.74) \times 10^{-3} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$AD_{\text{蒸汽}}$ ——蒸汽的热量，单位为吉焦（GJ）；

Ma_{st} ——蒸汽的质量，单位为吨（t）；

En_{st} ——蒸汽所对应的温度、压力下每千克蒸汽的热焓，单位为千焦每千克（kJ/kg），饱和蒸汽和过热蒸汽的热焓可参考 GB/T 32151.10-2015。

7.5.6.3 排放因子数据获取

- a) 电力消费的排放因子应根据报告主体生产场地及其所属的东北、华北、华东、华中、西北、南方电网划分，选用国家主管部门最近年份发布的相应区域电网排放因子。
- b) 热力消费的排放因子可取推荐值 0.11 tCO₂/GJ。

8 核算工作的质量保证

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；指定专人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) 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、数据获取时间及相关负责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检验，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。

9 报告内容和格式

9.1 概述

根据进行温室气体排放核算和报告的目的与要求，确定温室气体报告的具体内容。至少应包括 9.2～9.5 的内容。

9.2 报告主体基本信息

报告主体基本信息包括报告主体名称、单位性质、报告年度、所属行业、统一社会信用代码、法定代表人、填报负责人和联系人信息等。

对企业法人边界、产品及工艺流程、核算单元划分以及碳源流和排放源识别情况详细说明（必要时附表和附图）。

9.3 温室气体排放量

报告主体应在阐述企业边界、核算单元划分、碳源流及排放源识别的基础上，报告年度温室气体排放总量，并分别报告燃料燃烧排放量、生产过程排放量、污水处理排放量、二氧化碳回收利用量、购入和输出的电力热力产生的排放量以及气体温室气体排放量。

9.4 活动数据及来源

报告主体应结合碳源流的识别和划分情况，分别报告所核算的各个排放源的活动数据，并说明它们的数据来源、参考出处、相关假设及其理由等。

9.5 排放因子数据及来源

报告主体应分别报告各项活动数据所对应的含碳量或其他排放因子计算参数，并说明它们的数据来源、参考出处、相关建设及其理由等。

附录 A
(资料性)
相关参数推荐值

相关参数推荐值建表A.1~表A.3。

表 A.1 常见化石燃料特性参数缺省值^a

燃料品种	低位发热量	热值单位	单位热值含碳量	碳氧化率
天然气	389.31	GJ/万Nm ³	15.30×10 ⁻³	99%
无烟煤	20.304	GJ/t	27.49×10 ⁻³	94%
烟煤	19.570	GJ/t	26.18×10 ⁻³	93%
褐煤	14.080	GJ/t	28.00×10 ⁻³	96%
洗精煤	26.334	GJ/t	25.40×10 ⁻³	90%
其他洗煤	8.363	GJ/t	25.40×10 ⁻³	90%
煤制品	17.460	GJ/t	33.60×10 ⁻³	90%
焦炭	28.447	GJ/t	33.60×10 ⁻³	93%
燃料油	40.190	GJ/t	21.10×10 ⁻³	98%
汽油	44.800	GJ/t	18.90×10 ⁻³	98%
柴油	43.330	GJ/t	20.20×10 ⁻³	98%
一般煤油	44.750	GJ/t	19.60×10 ⁻³	98%
液化天然气	41.868	GJ/t	17.20×10 ⁻³	98%
液化石油气	47.310	GJ/t	17.20×10 ⁻³	98%

注：^a 数据取值来源为《GB/T 32151.10—2015 温室气体排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业》表2.1。

表 A.2 常见碳酸盐的二氧化碳排放因子推荐值

碳酸盐	排放因子 ^a tCO ₂ /t
CaCO ₃	0.439 7
MgCO ₃	0.522 0
Na ₂ CO ₃	0.414 9
NaHCO ₃	0.523 7
FeCO ₃	0.379 9
MnCO ₃	0.382 9
BaCO ₃	0.223 0
Li ₂ CO ₃	0.595 5
K ₂ CO ₃	0.318 4
SrCO ₃	0.298 0
CaMg(CO ₃) ₂	0.477 3

^a 数据取值来源为《GB/T 32151.10—2015 温室气体排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业》表B.3

表 A.3 厂内自建污水处理站温室气体排放主要环节去除效率推荐值（η）

序号	名称	项目	COD _{Cr}		BOD ₅	
			下限值	上限值	下限值	上限值
1	厌氧处理	η	80%	90%	70%	80%
2	好氧处理	η	75%	90%	85%	95%

注：a：根据《升流式厌氧污泥床反应器污水处理工程技术规范（HJ 2013-2012）》、《室外排水设计标准（GB 50014-2021）》、《厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范（HJ 576-2010）》等标准规范确定主要环节去除效率推荐值（η）；化学氧化环节仅根据COD_{Cr}进出口浓度进行计算。

b: 企业在核算温室气体排放的最不利条件下，应根据污水处理工艺选择去除效率推荐值（ η ），如果厌氧处理中产生甲烷排放无燃烧环节，则厌氧处理环节 η 取上限值，好氧处理环节 η 取下限值；如果厌氧处理中产生甲烷排放有燃烧环节进一步处理生成二氧化碳，则厌氧处理环节 η 取下限值，好氧处理环节 η 取上限值。

参 考 文 献

- [1] GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
 - [2] GB/T 32151.10—2015 温室气体排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业
 - [3] HJ942—2018 排污许可证申请与核发技术规范 总则
 - [4] 省级温室气体清单编制指南（试行），国家发展和改革委员会办公厅
 - [5] 2005 中国温室气体清单研究，国家发展和改革委员会应对气候变化司
 - [6] 关于印发第三批 10 个行业企业温室气体核算方法与报告指南(试行)的通知(发改办气候(2015) 1722 号)《中国食品、烟草及酒、饮料和精制茶企业温室气体排放核算方法和报告指南（试行）》
 - [7] 威廉 W.纳扎洛夫，莉萨·阿尔瓦雷斯-科恩.环境工程原理(漆新华，刘春光译) [M] .北京:化学工业出版社，2006:265-278.
 - [8] HJ 2013-2012 升流式厌氧污泥床反应器污水处理工程技术规范
 - [9] GB 50014-2021 室外排水设计标准
 - [10] HJ 576-2010 厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范
 - [11]张自杰主编.排水工程(下册) [M].第五版.北京：中国建筑工业出版社，2014.
-