

SH/MRV

上海市温室气体排放核算与报告技术文件

SH/MRV-xxx-20xx

上海市危险废物治理业温室气体排放 核算与报告方法 (征求意见稿)

20xx年X月X日发布

20xx年X月X日实施

上海市生态环境局 发布

目 录

1 范围	1
2 引用文件和参考文献	1
3 术语和定义	1
4 原则和工作流程	2
4.1 原则	2
4.2 工作流程	3
5 边界和排放源确定	4
5.1 主体边界	4
5.2 危险废物焚烧设施边界	4
5.3 排放源	4
6 企业层级排放核算	4
6.1 排放因子法	5
6.2 基于测量的方法	6
7 危险废物焚烧设施层级排放核算	7
7.1 焚烧设施化石燃料燃烧排放核算	7
7.2 净消耗电力产生的排放核算	7
7.3 净消耗热力产生的排放核算	8
8 数据获取	8
8.1 活动数据	8
8.2 相关参数	9
8.3 基于测量方法的监测要求	9
9 数据质量管理	9
9.1 数据质量控制方案的编制和修订	9
9.1.1 数据质量控制方案的编制	9
9.1.2 数据质量控制方案的修订	10
9.2 数据质量管理要求	10
10 定期报告	11
10.1 报告编制	11
10.2 信息管理	11
附录 A 相关参数缺省值	13
附录 B 数据质量控制方案内容及格式要求	15
附录 C 报告内容及格式要求	19
附录 D 总体不确定性的量化方法	28

1 范围

本方法适用于本市危险废物治理业以危险废物焚烧处置为主的排放主体的温室气体排放核算与报告。本方法所指危险废物治理业指对制造、维修、医疗等活动产生的危险废物进行收集、贮存、利用、处理和处置等活动的行业。

本方法所指温室气体排放仅指二氧化碳排放。

2 引用文件和参考文献

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 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB18484 危险废物焚烧污染控制标准

GB/T 4754 《国民经济行业分类》

GB/T 2589 综合能耗计算通则

GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求

《上海市温室气体排放核算与报告通则》

《省级温室气体清单编制指南（试行）》（国家发展和改革委员会应对气候变化司，2011）

《中国温室气体清单研究》（国家气候变化对策协调小组办公室、国家发展和改革委员会能源研究所，2007）

《IPCC 国家温室气体清单指南》（政府间气候变化专门委员会，2006）

HJ 75 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范

T/CAEPI 48 固定污染源二氧化碳排放连续监测技术规范

3 术语和定义

3.1 温室气体 greenhouse gas；GHG

大气中吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分，包括水汽、二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）等。本方法中的温室气体仅指二氧化碳（CO₂）。

3.2 危险废物 hazardous waste

指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法判定的具有危险特性的固体废物。

3.3 排放主体 emission entity

指具有温室气体排放行为并能独立承担民事责任的企业或其他组织。

3.4 直接排放 direct greenhouse gas emissions

指排放主体拥有或控制的温室气体排放源所产生的温室气体排放，一般包括燃烧排放、过程排放、散逸排放和其他排放。本方法中的直接排放仅指燃烧排放和过程排放。其中，**燃烧排放**指有氧燃烧放热反应中产生的温室气体排放；**过程排放**指工业生产中除燃烧排放以外，由化学反应或物理变化而产生的温室气体排放，这些反应或变化包括金属矿石的化学或电解还原、物质的热分解，以及用作产品或原料的物质的形成。

3.5 间接排放 indirect greenhouse gas emission

指排放主体因使用外购的电力和热力所对应的温室气体排放，该部分排放源于上述电力和热力的生产，而与消耗电力和热力的过程无关。

3.6 净消耗电力产生的排放 emission from net electricity consumption

危险废物焚烧设施总使用电量减去其自身余热发电产生电量后的净消耗电量所对应产生的二氧化碳排放。

3.7 净购入使用电力产生的排放 emission from net purchased electricity

企业净购入使用电量所对应产生的二氧化碳排放。

3.8 净消耗热力产生的排放 emission from net heat consumption

危险废物焚烧设施总使用热力减去其自身余热产生热力后的净消耗电力所对应产生的二氧化碳排放。

3.9 净购入使用热力产生的排放 emission from net purchased heat

企业净购入使用热力所对应产生的二氧化碳排放。

3.10 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，例如各种化石燃料消耗量、购入使用电量等。

3.11 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系数，例如每单位化石燃料燃烧所产生的二氧化碳排放量、每单位购入使用电量所对应的二氧化碳排放量等。

3.12 低位发热量 net calorific value; NCV

燃料完全燃烧，其燃烧产物中的水蒸汽以气态存在时的发热量，也称低位热值、净热值。

3.13 碳氧化率 carbon oxidation rate

由于燃烧而氧化为 CO₂ 的碳与燃料中所含总碳的比率。

3.14 焚烧设施 incineration facility

以焚烧方式处置危险废物，达到减少数量、缩小体积、消除其危险特性目的的装置，包括进料装置、焚烧炉、烟气净化装置和控制系统等。

3.15 连续排放监测系统 continuous emissions monitoring systems; CEMS

实时、连续监测固定污染源废气中一氧化碳、二氧化碳等排放浓度和排放量所需的全部设备。

4 原则和 workflows

4.1 原则

温室气体排放的核算和报告应遵循以下原则：

完整性 排放主体的核算和报告应涵盖与该主体相关的直接和间接排放，包括核算边界内所有燃烧排放、过程排放和外购电力、热力隐含的间接排放。排放主体应采取适当措施，防止报告期内出现任何数据缺失，同时避免重复计算。

一致性 核算方法原则上应与数据质量控制方案一致并长期保持不变。若发生更改，应符合本文件的相关规定。

透明性 排放主体应采用主管部门及第三方核查机构可以验证的方式对核算和报告过程中所使用的数据进行记录、整理和分析，包括假设、参考资料、活动数据和排放因子。

真实性 排放主体所提供的数据应真实、完整；报告内容应能够真实反映实际排放情况。

经济性 选择核算方法时应保持精确度的提高与其额外费用的增加相平衡。在技术可行且成本合理的情况下，应提高排放量核算和报告的准确度达到最高。

4.2 工作流程

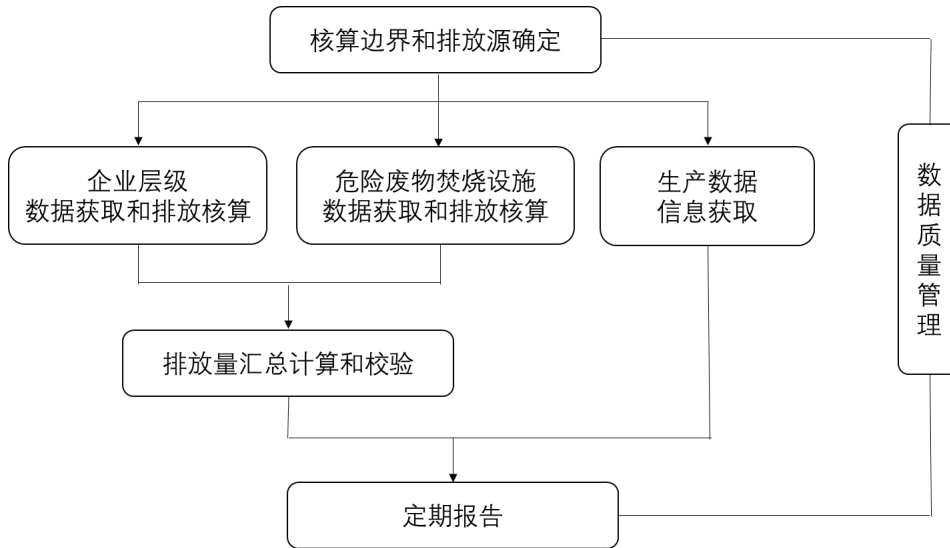


图 1：工作流程

温室气体排放核算和报告工作内容包括：核算边界和排放源确定、企业层级数据获取和排放核算、设施层级数据获取和排放核算、排放量汇总计算和校验、生产数据信息获取、定期报告和数据质量管理。工作流程详见图 1。

a) 核算边界和排放源确定：确定企业核算边界，识别纳入边界的排放设施、排放源和主要生产过程。针对每一个主要生产过程，分别定义设施的系统边界。

b) 企业层级数据获取和排放核算：收集企业层级化石燃料燃烧排放、危险废物焚烧排放、危险废物处置过程排放、净购入使用电力和净购入使用热力产生的排放所对应的活动数据，确定排放因子，计算排放量。

c) 危险废物焚烧设施数据获取和排放核算：收集危险废物焚烧处置设施化石燃料燃烧排放、危险废物焚烧排放、净消耗电力和净消耗热力产生的排放所对应的活动数据，确定排放因子，计算排放量。

d) 排放量汇总计算和校验：汇总计算企业总排放量、危险废物焚烧设施排放量，比较企业总排放量与危险废物焚烧设施排放及其它排放之和。

e) 生产数据信息获取：获取设施对应的产品产量等生产信息和数据。

f) 定期报告：定期报告温室气体排放数据及相关生产信息。

g) 数据质量管理：贯穿于核算和报告工作的全过程，包括编制温室气体数据质量控制方案并组织实施、必要时修订数据质量控制方案，明确数据质量管理的一般要求并实施。

5 边界和排放源确定

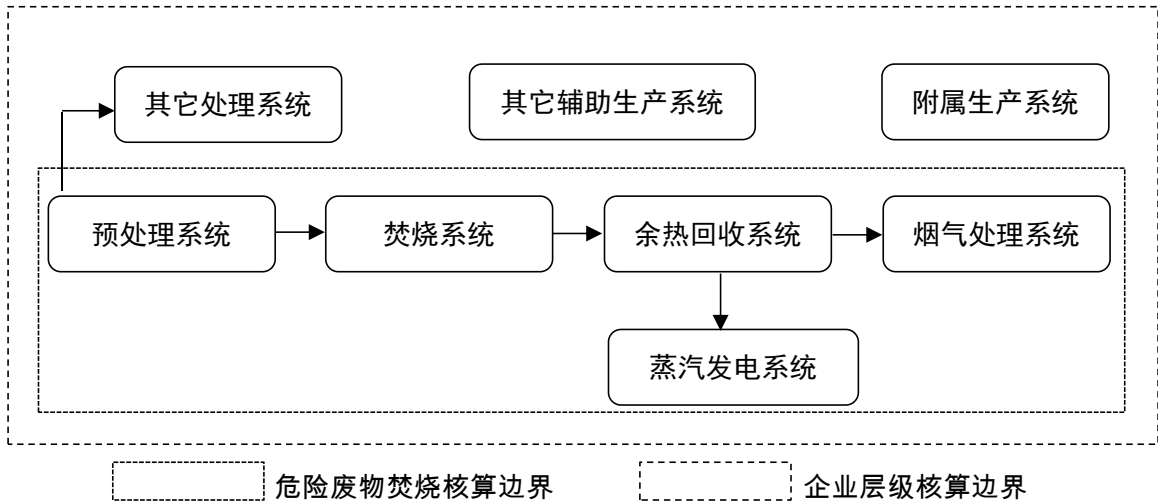


图 2：核算边界示意图

5.1 主体边界

排放主体原则上以危险废物焚烧处置为主营业务的独立法人或视同法人的独立核算单位。以排放主体为边界（与本市能源统计报表制度中规定的统计边界基本一致），核算边界内产生的直接排放和间接排放。其中，直接排放包括化石燃料燃烧、危险废物焚烧和危险废物处理过程产生的温室气体排放；间接排放包括因使用外购的电力和热力等所导致的温室气体排放。

5.2 危险废物焚烧设施边界

危险废物焚烧设施，主要包括预处理系统、焚烧系统、余热回收系统、烟气处理系统、蒸汽发电系统等集合，不包括厂区内危险废物其它处理系统、其它辅助生产系统及附属生产系统。危险废物焚烧设施边界如图 2 中细虚线框内所示。

5.3 排放源

温室气体排放核算和报告范围包括：化石燃料燃烧产生的直接排放、危险废物焚烧产生的直接排放、危险废物处置过程产生的直接排放、净购入使用电力和热力产生的间接排放。

- 1) 化石燃料燃烧产生的直接排放。包括煤炭、石油、天然气等化石燃料燃烧所产生的二氧化碳排放。
- 2) 危险废物焚烧产生的直接排放。包括危险废物焚烧期间矿物碳（化石成因碳）氧化过程产生的二氧化碳排放。
- 3) 危险废物处置过程产生的二氧化碳排放。包括危险废物处置过程使用碳酸盐产生的二氧化碳排放。
- 4) 净购入使用电力产生的二氧化碳间接排放。
- 5) 净购入使用热力产生的二氧化碳间接排放。

6 企业层级排放核算

温室气体排放的核算可采用基于计算的方法或基于测量的方法。

对于边界内的不同排放源，排放主体可选择结合使用基于计算的方法（排放因子法）或基于测量的方法，前提是不存在排放的遗漏或重复计算。

6.1 排放因子法

企业层级温室气体排放总量，按公式（1）计算。

$$E_{\text{企业}} = E_{\text{化石燃烧}} + E_{\text{危废焚烧}} + E_{\text{过程排放}} + E_{\text{电}} + E_{\text{热}} \quad (1)$$

其中， $E_{\text{企业}}$ 为危险废物焚烧设施的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
 $E_{\text{化石燃烧}}$ 为化石燃料燃烧排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
 $E_{\text{危废焚烧}}$ 为危险废物焚烧排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
 $E_{\text{过程排放}}$ 为危险废物处理过程使用碳酸盐产生的排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
 $E_{\text{电}}$ 为净购入使用电力产生的排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
 $E_{\text{热}}$ 为净购入使用热力产生的排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

1) 化石燃料燃烧排放

化石燃料燃烧排放量是报告期危险废物处理企业使用各种化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量的加和，按公式（2）计算。

$$E_{\text{化石燃烧}} = \sum_{i=1}^n \left(AD_i \times NCV_{ar,i} \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \right) \quad (2)$$

其中： $E_{\text{化石燃烧}}$ 为化石燃料燃烧排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
 AD_i 为第*i*种化石燃料消耗量，一般对于固体或液体燃料，单位为吨（t）；一般对于气体燃料，单位为万标准立方米（10⁴Nm³）；
 $NCV_{ar,i}$ 为第*i*种化石燃料收到基低位发热量，一般对于固体或液体燃料，单位为吉焦每吨（GJ/t）；一般对于气体燃料，单位为吉焦每万标准立方米（GJ/10⁴Nm³）；
 CC_i 为第*i*种化石燃料单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ）；
 OF_i 为第*i*种化石燃料碳氧化率，以%表示；
 $44/12$ 为二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

2) 危险废物焚烧排放

危险废物焚烧产生的二氧化碳排放量，按公式（3）计算。

$$E_{\text{危废焚烧}} = HW \times CF \times FCF \times EF \times \frac{44}{12} \quad (3)$$

其中： $E_{\text{危废焚烧}}$ 为危险废物焚烧产生的排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）
 HW 为危险废物焚烧总量，单位为吨（t）；
 CF 为危险废物中碳含量比例，以%表示；
 FCF 矿物碳在碳总量中的比例，以%表示；
 EF 为危险废物焚烧设备的燃烧效率，以%表示；
 $44/12$ 为二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

3) 过程排放

危险废物处置过程使用碳酸盐产生的二氧化碳排放量，按公式（4）计算。

$$E_{\text{过程排放}} = \sum_{i=1}^n (M_i \times EF_i \times F_i) \quad (4)$$

其中： $E_{\text{过程排放}}$ 为使用碳酸盐分解产生的排放量，单位为吨二氧化碳（ $t\text{CO}_2$ ）
 M_i 为消耗的碳酸盐 i 的种类，单位为吨（ t ）；
 EF_i 为第 i 种碳酸盐的排放因子，单位为吨二氧化碳/吨（ $t\text{CO}_2/t$ ）；
 F_i 为第 i 种碳酸盐的煅烧比例，以%表示，如缺少测量数据，可按100%计算；
 i 为碳酸盐的种类。

4) 净购入使用电力排放

危险废物处置企业净购入使用电力产生的二氧化碳排放量，按公式（5）计算。

$$E_{\text{电}} = AD_{\text{电}} \times EF_{\text{电}} \quad (5)$$

其中： $E_{\text{电}}$ 为企业净购入使用电量产生的排放量，单位为吨二氧化碳（ $t\text{CO}_2$ ）
 $AD_{\text{电}}$ 为企业净购入使用电量，单位为万千瓦时（ 10^4kWh ）
 $EF_{\text{电}}$ 为电力排放因子，单位为吨二氧化碳每万千瓦时（ $t\text{CO}_2/10^4\text{kWh}$ ）
 净购入使用电量，按公式（6）计算。

$$AD_{\text{电}} = AD_{\text{购入电}} - AD_{\text{输出电}} \quad (6)$$

其中， $AD_{\text{购入电}}$ 为企业外购总电量，单位为万千瓦时（ 10^4kWh ）；
 $AD_{\text{输出电}}$ 为企业转供输出的总电量，单位为万千瓦时（ 10^4kWh ）。
 电力排放因子采用上海市生态环境局公布的数值。
 企业自发自用的非化石能源电量作为报告项，不计入净购入使用电量，不计算排放量。

5) 净购入使用热力排放

危险废物处置企业净购入使用热力产生的二氧化碳排放量，按公式（7）计算。

$$E_{\text{热}} = AD_{\text{热}} \times EF_{\text{热}} \quad (7)$$

其中， $E_{\text{热}}$ 为企业净购入使用热力产生的排放量，单位为吨二氧化碳（ $t\text{CO}_2$ ）；
 $AD_{\text{热}}$ 为企业净购入使用热量，单位为吉焦（ GJ ）；
 $EF_{\text{热}}$ 为热力排放因子，单位为吨二氧化碳/吉焦（ $t\text{CO}_2/\text{GJ}$ ）。
 净购入使用热量，按公式（8）计算。

$$AD_{\text{热}} = AD_{\text{购入热}} - AD_{\text{转供热}} \quad (8)$$

其中， $AD_{\text{购入热}}$ 为企业外购总热量，单位为吉焦（ GJ ）；
 $AD_{\text{转供热}}$ 为企业转供的输出总热量，单位为吉焦（ GJ ）。

热力排放因子采用上海市生态环境局公布的数值。

6.2 基于测量的方法

基于测量的方法，指通过连续测量直接排放的气体中温室气体的浓度和体积等得到温室气体排放量。

可以通过 CEMS 对温室气体排放进行实时测量，以获取温室气体浓度和体积的连续小时值，并根据公式（9）计算年排放量。如果企业能够生成更短参考期的测量数据，应使用该参考期数据来确定年排放量。

$$E_{\text{基于测量}} = \sum_{i=1}^H (\text{CONC}_i \times V_i) \times 10^{-6} \quad (9)$$

其中, $E_{\text{基于测量}}$ 为基于测量方法的排放量, 单位为吨二氧化碳 ($t\text{CO}_2$);
 i 为单个运行小时, 如果使用较短参考期, 则为该参考期, 下同;
 H 为基于测量方法的总小时数 (或总时间单位数);
 CONC_i 为第 i 小时温室气体浓度的测量值, 单位为克/标准立方米 (g/Nm^3);
 V_i 为第 i 小时排放气体体积的测量值, 单位为标准立方米 (Nm^3)。

CEMS 的技术性能、安装位置和运行管理等应符合相关规定, 以减少测量偏差, 降低不确定性。

7 危险废物焚烧设施层级排放核算

对于危险废物焚烧设施产生的排放, 排放主体可选择排放因子法或基于测量的方法。危险废物焚烧设施层级温室气体排放总量, 按公式 (10) 计算。

$$E_{\text{焚烧设施}} = E_{\text{设施燃烧}} + E_{\text{危废焚烧}} + E_{\text{过程排放}} + E_{\text{电净消耗}} + E_{\text{热净消耗}} \quad (10)$$

其中, $E_{\text{焚烧设施}}$ 为危险废物焚烧设施的温室气体排放量, 单位为吨二氧化碳 ($t\text{CO}_2$);
 $E_{\text{设施燃烧}}$ 为危险废物焚烧设施化石燃料燃烧排放量, 单位为吨二氧化碳 ($t\text{CO}_2$);
 $E_{\text{危废焚烧}}$ 为危险废物焚烧排放量, 单位为吨二氧化碳 ($t\text{CO}_2$);
 $E_{\text{过程排放}}$ 为危险废物处理过程使用碳酸盐产生的排放量, 单位为吨二氧化碳 ($t\text{CO}_2$);
 $E_{\text{电净消耗}}$ 为净消耗电力产生的排放量, 单位为吨二氧化碳 ($t\text{CO}_2$);
 $E_{\text{热净消耗}}$ 为净消耗热力产生的排放量, 单位为吨二氧化碳 ($t\text{CO}_2$)。

7.1 焚烧设施化石燃料燃烧排放

焚烧设施化石燃料燃烧排放量是报告期危险废物焚烧设施使用各种化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量的加和, 按公式 (11) 计算。

$$E_{\text{设施燃烧}} = \sum_{i=1}^n \left(AD_i \times \text{NCV}_{\text{ar},i} \times \text{CC}_i \times \text{OF}_i \times \frac{44}{12} \right) \quad (11)$$

其中: $E_{\text{设施燃烧}}$ 为焚烧设施化石燃料燃烧排放总量, 单位为吨二氧化碳 ($t\text{CO}_2$);
 AD_i 为第 i 种化石燃料消耗量, 一般对于固体或液体燃料, 单位为吨 (t); 一般对于气体燃料, 单位为万标准立方米 (10^4Nm^3);
 $\text{NCV}_{\text{ar},i}$ 为第 i 种化石燃料收到基低位发热量, 一般对于固体或液体燃料, 单位为吉焦每吨 (GJ/t); 一般对于气体燃料, 单位为吉焦每万标准立方米 ($\text{GJ}/10^4\text{Nm}^3$);
 CC_i 为第 i 种化石燃料单位热值含碳量, 单位为吨碳每吉焦 ($t\text{C}/\text{GJ}$);
 OF_i 为第 i 种化石燃料碳氧化率, 以%表示;
 $44/12$ 为二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

7.2 焚烧设施焚烧排放

焚烧设施焚烧产生的二氧化碳排放量, 参照公式 (3) 计算。

7.3 净消耗电力产生的排放

危险废物焚烧设施净消耗电力产生的二氧化碳排放量, 按公式 (12) 计算。

$$E_{\text{电净消耗}} = AD_{\text{电净消耗}} \times EF_{\text{电}} \quad (12)$$

其中： $E_{电净消耗}$ 为危险废物焚烧净消耗电量产生的排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）
 $AD_{电净消耗}$ 为危险废物焚烧净消耗电量，单位为万千瓦时（ 10^4kWh ）
 $EF_{电}$ 为电力排放因子，单位为吨二氧化碳每万千瓦时（ $tCO_2/10^4kWh$ ）
 净消耗电量，按公式（13）计算。

$$AD_{电净消耗} = AD_{电总消耗} - AD_{余热发电} \quad (13)$$

其中， $AD_{电总消耗}$ 为危险废物焚烧设施总消耗电量，单位为万千瓦时（ 10^4kWh ）；
 $AD_{余热发电}$ 为利用危险废物焚烧过程中产生的余热进行发电产生的电量，单位为万千瓦时（ 10^4kWh ）。

7.4 净消耗热力产生的排放

危险废物焚烧设施净消耗热力产生的二氧化碳排放量，按公式（14）计算。

$$E_{热净消耗} = AD_{热净消耗} \times EF_{热} \quad (14)$$

其中， $E_{热净消耗}$ 为危废焚烧净消耗热力产生的排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；
 $AD_{热净消耗}$ 为危险废物焚烧净消耗热量，单位为吉焦（GJ）；
 $EF_{热}$ 为热力排放因子，单位为吨二氧化碳/吉焦（ tCO_2/GJ ）。
 净消耗热量，按公式（15）计算。

$$AD_{热净消耗} = AD_{热总消耗} - AD_{余热未发电} \quad (15)$$

其中， $AD_{热总消耗}$ 为危险废物焚烧设施总消耗热量，单位为吉焦（GJ）；
 $AD_{余热未发电}$ 为危险废物焚烧过程中产生的余热被利用但未进行发电的热量，单位为吉焦（GJ）。

8 数据获取

8.1 活动数据

1) 化石燃料消耗量

- a) 固体燃料消耗量应采用生产系统记录的计量数据、购销存台账中的消耗量数据。
- b) 液体燃料、气体燃料消耗量应采用每月测量结果。不具备测量条件的，应采用购销存台账中的消耗量数据。
- c) 计量器具的准确度等级应符合GB 17167等标准的相关规定，计量器具应确保在有效的检定/校准周期内。

2) 危险废物焚烧量

危险废物焚烧量指实际进入焚烧炉的处理量，可采用生产系统记录的计量数据、危险废物转移联单台账中的处理量数据。

3) 电力、热力消耗量

电力、热力消耗量等数据，一般可采用生产系统记录的计量数据、结算凭证上的数据确定；如果同时存在多个数据来源，原则上应优先采用结算凭证上的数据，其次采用生产系统记录的数据。

8.2 相关参数

化石燃料燃烧排放核算相关参数包括化石燃料元素碳含量、低位热值、单位热值含碳量、氧化率等，可以通过检测值或缺省值获取。

a)检测值：包括排放主体自主检测、委托机构检测及其他相关方提供的检测值。自主检测及委托机构检测应遵循国家标准、行业标准和地方标准等标准方法中对各项内容（如试验室条件、试剂、材料、仪器设备、测定步骤和结果计算等）的规定，保留检测数据相关记录；使用其他相关方提供的数值时，应保留相应凭证。

出具检测报告的检测机构/实验室应具备相应的检测能力，并通过 CMA 认定或 CNAS 认可，检测报告应有 CMA 资质认定标志或盖 CNAS 认可标识章。

b)缺省值：鼓励排放主体对相关参数进行检测。在缺乏检测值的情况，排放主体采用本行业方法附录 A 提供的缺省值。

8.3 基于测量方法的监测要求

1) 企业应配备用于固定污染源二氧化碳浓度的 CO₂-CEMS，系统由二氧化碳浓度监测单元、废气参数监测单元、数据采集、处理与传输单元组成。其中，废气参数监测单元包括流速连续测量系统、温度连续测量系统、湿度连续测量系统；或可充分利用现有固定污染源烟气排放自动监测系统，增加二氧化碳浓度监测单元，实现二氧化碳排放连续监测。监测站房和安装施工要求应满足 HJ 75 中相关要求。

2) CO₂-CEMS 在完成安装、初调，并连续运行 168 h 后，应进行技术性能指标的调试检测，性能指标的内容与检测要求满足 T/CAEPI 48 的规定。

3) CO₂-CEMS 在完成安装、调试检测后，应按照 T/CAEPI 48 的要求完成技术验收。

4) 应按照 T/CAEPI 48 的要求对 CO₂-CEMS 进行运行维护。

5) 为了保证数据的准确，应根据 T/CAEPI 48 的要求对 CO₂-CEMS 开展定期校准、校验。

6) 定期形成 CO₂-CEMS 数据报表（形式参见 T/CAEPI 48 附表 A），报表中应给出最大值、最小值、平均值、累计排放量以及参与统计的样本数。

9 数据质量管理

9.1 数据质量控制方案的编制和修订

9.1.1 数据质量控制方案的编制

排放主体应按照本文件中各类数据监测与获取要求，结合现有测量能力和条件，制定数据质量控制方案，并按照附录 B 的格式要求进行填报。

数据质量控制方案应包括以下内容：

1、基本信息

a) 版本号及修订情况。

b) 排放主体情况：包括单位基本信息、主营产品、生产工艺、组织机构图、厂区平面分布图、工艺流程图、责任部门及负责人等。

c) 核算边界和主要排放设施描述：

对于主体边界，应描述地理边界、设施情况、其他排放源，以及进出主体边界的相关能源、含碳物料等。

对于设施边界，应分别描述危险废物焚烧等设施的系统边界，包括设施所涉及的生产系统、物理生产单元、生产过程，以及进出边界的能源、原材料、产品、废物等含碳物质和相关排放等。

2、数据监测和确定

a) 参数：明确所有监测参数的名称和单位；包括企业层级和设施层级。

b) 参数获取：明确参数的获取方式、频次，涉及的计算方法，是否采用实测或缺省值。委托实测的，应明确具体委托协议方式及相关参数的检测标准；

c) 计量器具：明确计量器具的数量、型号、编号、精度、位置、测量频次、检定/校准频次以及所依据的检定/校准技术规范，明确计量器具的内部管理规定等；

d) 数据记录频次：明确各项参数数据记录频次；

e) 数据缺失处理：明确数据缺失处理方式，处理方式应基于审慎性原则且符合相关规定；

f) 负责部门：明确各项数据监测、流转、记录、分析等环节管理部门。

3、质量控制和保证

a) 建立温室气体排放核算和报告管理制度和质量保证体系的情况，是否明确责任部门及其职责、具体工作要求、数据管理程序、工作时间节点等，是否指定专职人员负责温室气体排放核算和报告工作。

b) 建立排放数据的台账管理制度的情况及主要规范内容。如有委外检测相关参数情况，如何确保数据质量符合相关要求。

c) 建立计量器具使用和管理制度的情况及主要规范内容。设施层级数据统计和计量的覆盖情况，是否达到本文件的要求；如未达到要求，可能的改进措施和计划达到要求的时间节点。

d) 建立排放报告内部审核制度的情况及主要规范内容。

e) 建立数据质量控制方案定期评估制度的情况及主要规范内容。

9.1.2 数据质量控制方案的修订

企业应每年评估数据质量控制方案的适用性，在以下情况下对数据质量控制方案进行修订：

1) 由于进行新的活动或使用了数据质量控制方案中未包括的新燃料或物料而产生的排放；

2) 数据可获得性改变，由于采用了新型测量仪器、采样方法或分析方法，或其他原因导致排放量测定的准确度提高；

3) 发现之前采用的测量方法所产生的数据不正确；

4) 发现更改数据质量控制方案可提高报告数据的准确度；

5) 发现原数据质量控制方案不符合本文件核算和报告的要求；

6) 市生态环境局明确的其他需要修订的情况。

9.2 数据质量管理要求

建立温室气体排放核算和报告管理制度和质量保证体系，将数据质量管理工作贯穿于排放核算和报告的全过程。

1) 明确责任部门及其职责、具体工作要求、数据管理程序、工作时间节点等。指定专职人员负责温室气体排放核算和报告工作。

2) 建立排放数据的台账管理制度，规范排放报告和支撑材料的登记、保存和使用。台账应明确数据来源、数据获取时间及填报台账的相关责任人等信息。排放报告所涉及数据的台账及相关原始记录和凭证应至少保存五年，确保排放数据可被追溯。

3) 鼓励企业采取技术手段完善设施相关计量，实现进出设施电力和热力计量的全覆盖，实现物料在多个设施共用及在设施之间传递的计量和统计。

4) 建立关键参数计量器具和检测设备台账，登记计量器具和检测设备的类型及型号、安装位置、测量频次、精度，以及规定的检定/校准频次；定期对计量器具、检测设备和测量仪表进行维护管理，并记录存档，保留相关原始凭证。

5) 委托符合资质的机构检测相关参数时，应确保符合化石燃料燃烧排放数据监测与获取的相关要求；检测机构/实验室出具的检测报告应至少保存五年备查。

6) 具备自行检测条件的，鼓励参考 GB/T 27025 开展取样、检测、记录和报告等活动。鼓励有条件的企业加强样品自动采集与分析技术应用，采取创新技术手段，加强原始数据防篡改管理。

7) 如果采用基于测量的方法，应保存以下内容至少五年：a) 有关职能部门出具的测量仪器证明文件；b) 连续测量的所有原始数据（包括历次的更改、测试、校准、使用和维护的记录数据）；c) 不确定性及如何降低不确定性的相关说明；d) 验证计算，应保留所有通过基于计算的方法进行验证的相关资料。

8) 建立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。

10 定期报告

10.1 报告编制

排放主体应定期编制温室气体排放报告，报告期与自然年一致。

排放报告包括以下基本内容，报告模板见附录 C。

1) 排放主体基本信息

排放单位名称、统一社会信用代码、单位性质/类型、法定代表人、注册资本、成立日期、住所、生产经营地址、联系方式、企业主营业务所属行业分类及代码、主要产品名称及代码、编制排放报告的技术服务机构（如有）等，见附录 C 表 1。

2) 危险废物处置设施基本信息

危险废物处置设施对应的批复设计处置能力、主要燃烧设备、耗能品种和相关含碳物料、涉及排放的工艺流程、工艺流程图等，见附录 C 表 2。

3) 温室气体排放核算表

企业层级、危险废物焚烧设施层级分别对应的化石燃料种类及消耗量、低位发热量、单位热值含碳量、碳氧化率、化石燃料燃烧排放量等；生产过程排放对应的物料类别及活动数据、相关参数等；生产消耗电力、热力对应的活动数据和排放因子，见附录 C 表 3、4。

如果采用基于测量的方法，应报告温室气体浓度和排放气体体积基于小时（或更短参考期）的平均值，见附录 C 表 5。

4) 生产数据及排放量汇总表

危险废物焚烧设施对应的相关生产数据、碳排放量、碳排放强度，以及其它设施层级、企业层级排放量汇总情况，见附录 C 表 6。

10.2 信息管理

排放主体应记录并保存下列资料，保存时间不少于 5 年：

- 1) 核算方法相关信息;
- 2) 与温室气体排放监测相关的管理材料;
- 3) 数据质量控制相关记录文件;
- 4) 年度排放报告。

附录 A

相关参数缺省值

表 A.1 化石燃料相关参数缺省值

燃料品种	单位热值 含碳量	单位	低位热值	单位
无烟煤	27.4 ^①	tC/TJ ^④	23.21 ^②	GJ/t
烟煤	26.1 ^①		22.35 ^②	
褐煤	28 ^①		14.08 ^②	
其他煤制品	33.6 ^①		17.46 ^②	
焦炭	29.5 ^①		28.435 ^②	
原油	20.1 ^①		42.62 ^②	
汽油	18.9 ^①		44.8 ^②	
柴油	20.2 ^①		43.33 ^②	
燃料油	21.1 ^①		40.19 ^②	
一般煤油	19.6 ^①		44.75 ^②	
喷气煤油	19.5 ^①		44.59 ^②	
其他石油制品	20 ^①		40.2 ^③	
液化石油气	17.2 ^①		47.31 ^②	
炼厂干气	18.2 ^①		46.05 ^②	
液化天然气	17.2 ^①		41.868 ^②	
石脑油	20 ^①		45.01 ^②	
石油焦	27.5 ^①		32.5 ^③	
天然气	15.3 ^①		389.3 ^②	GJ/10 ⁴ Nm ³
焦炉煤气	13.6 ^①		174.06 ^②	
其他煤气	12.2 ^②		157.584 ^②	

数据来源：①《省级温室气体清单编制指南》（试行）表 1.7，②《中国温室气体清单研究》（2007），③《IPCC 国家温室气体清单指南》（2006），④1TJ=1000GJ。上述参数优先适用各具体行业方法中提供的缺省值，若各行业方法中没有提供的，按照上述缺省值进行核算和报告。

表 A.2 危险废物焚烧排放相关参数缺省值

名称	缺省值
废弃物碳含量	50%
矿物碳在碳总量中比例	90%
燃烧效率	99.9%

数据来源：《省级温室气体清单编制指南（2023 年修订版）》

表 A.3 常见碳酸盐二氧化碳排放因子缺省值

名称	缺省值
CaCO ₃	0.4397

MgCO ₃	0.5220
Na ₂ CO ₃	0.4149
NaHCO ₃	0.5237
FeCO ₃	0.3799
MnCO ₃	0.3829
BaCO ₃	0.2230
Li ₂ CO ₃	0.5955
K ₂ CO ₃	0.3184
SrCO ₃	0.2980
CaMg(CO ₃) ₂	0.4773

数据来源：《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》

温室气体排放数据质量控制方案

排放主体（盖章）：

报告年度：

编制日期： 年 月 日

上海市生态环境局 制

B.1 数据质量控制方案的版本及修订

当前版本号		制定/修订时间	
历次修订情况	按版本号顺序，简要说明历次制定、修订的时间，修订内容及原因		

B.2 排放主体情况

排放单位名称				单位类型	
统一社会信用代码				法定代表人及职务	
注册日期				注册资本（万元）	
注册地址					
经营地址					
通讯地址				邮编	
单位分管领导		电话			
碳排放管理部门				传真	
部门负责人	姓名		职务		电话
	手机		电子邮箱		
联系人	姓名		职务		电话
	手机		电子邮箱		
所属行业及代码	按照国家统计局发布的国民经济行业分类 GB/T 4754 要求填报				
主要产品（代码）及生产工艺	产品名称及代码按照国家统计局相关要求填报，分产品描述工艺流程				
排放单位简介	包括所有权状况、组织机构图、厂区平面图（标明排放相关设施单元、活动数据计量表的安装位置）等				

B.3 核算边界和主要排放设施描述

主体边界	边界描述（地理边界，包括哪些生产设施、附属生产设施、移动源等，以及进出主体边界的相关能源、含碳物料等）（含边界内非化石能源电力的使用情况，分别通过市场化交易购入和自发自用）	
设施 1	生产系统描述	生产系统名称，以及包括哪些主要生产系统和辅助生产系统
	产品名称	
	批复的设计产能/年	
	涉及排放的主要设施单元	设施单元的名称、编号、安装位置

	耗能品种和相关含碳物料	
	工艺过程	
	工艺流程图	
设施 2		
.....		

B.4 数据的确定方式

边界范围	参数序号	参数名称*1	单位	数据获取方式*2	数据获取方式的详细描述	计量器具和检测设备 (适用于数据获取方式为实测值)					数据记录频次	数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门
						名称及型号	安装位置	监测频次	设备精度	规定的检定/校准频次			
主体边界	A1	二氧化碳排放量	tCO ₂	计算值		—	—	—	—	—	—	—	—
	A2	化石燃料燃烧排放量	tCO ₂	计算值		—	—	—	—	—	—	—	—
	A3	天然气排放量	tCO ₂	计算值		—	—	—	—	—	—	—	—
	A4	天然气消耗量	万 Nm ³	实测值	基于连续计量, 结算单								
	A5	天然气低位发热量	GJ/万 Nm ³	缺省值	389.3, 通则附录 A	—	—	—	—	—	—	—	—
	A6	天然气单位热值含碳量	tC/GJ	缺省值	0.0153, 通则附录 A	—	—	—	—	—	—	—	—
	A7	天然气碳氧化率	%	缺省值	1, 通则	—	—	—	—	—	—	—	—
												
设施 1													
设施 2													
.....													

注：1、依次列出排放主体及各设施用于计算化石燃料燃烧排放、危险废物焚烧排放、过程排放、间接排放相关的每一个活动数据、相关参数和排放量；相关生产数据、碳排放强度列于对应设施下。

2、数据获取方式包括：实测值、缺省值、计算值

3、数据获取方式具体描述：

实测值，填报具体计量、检测方法和标准，数据来源；

缺省值，填报具体数值及来源；

计算值，填报具体计算公式，若公式中的各参数未列于参数名称中，应在此处说明其获取方式。

B.5 参数检测的采样、制样方案（实测时适用）

1. 采样方案

（包括采样依据、采样点、采样频次、采样方式、采样质量和记录等）

2. 制样方案

（包括制样方法、制样设施、样品保存和记录等）

B.6 数据内部质量控制和质量保证相关规定

1. 内部管理制度和质量保证体系

（明确排放核算、报告和管理的责任部门及其职责、工作要求、数据管理流程、工作时间节点等。指定专职人员负责温室气体排放核算和报告工作等；
建立计量器具和检测设备的使用和管理制度，确定责任部门及人员职责等；
采取技术手段，完善设施计量体系，加强原始数据防篡改管理等有关情况）

2. 内审制度

（确保提交的排放报告符合技术规范、内部管理制度和质量保证要求等有关措施，如定期进行数据交叉校验、识别可能产生的数据误差风险提出相应解决方案等）

3. 原始凭证和台账管理制度

（规范排放报告和支撑材料的登记、保存和使用的具体措施，如建立关键参数对应的计量器具和检测设备台账，相关原始记录和凭证、检测报告的保存时限等）

4. 数据质量控制方案定期评估制度

（确保监测能够完整反映设施性质和功能，评估监测方法是否可以改进）

_____年度上海市碳交易企业 温室气体排放报告

排放主体（盖章）：

报告年度：

编制日期： 年 月 日

上海市生态环境局 制

表 1 排放主体基本信息

排放单位名称				单位类型		
统一社会信用代码				法定代表人及职务		
注册日期				注册资本（万元）		
注册地址						
经营地址						
通讯地址					邮编	
单位分管领导			电话			
碳排放管理部门					传真	
部门负责人	姓名		职务			
	手机		电子邮箱			
联系人	姓名		职务			电话
	手机		电子邮箱			
所属行业及代码	按照国家统计局发布的国民经济行业分类 GB/T 4754 要求填报					
主要产品及代码	按照国家统计局相关要求填报					
主体边界	边界描述（地理边界，包括哪些生产设施、附属生产设施、移动源等，以及进出主体边界的相关能源、含碳物料等）（含边界内非化石能源电力的使用情况，分别通过市场化交易购入和自发自用）					
生产经营变化情况	<p>至少包括：</p> <p>a) 排放主体合并、分立、关停或搬迁情况；</p> <p>b) 设施地理边界变化情况；</p> <p>c) 主要生产运营系统关停或新增项目投运等情况；</p> <p>d) 较上一年度变化，包括核算边界、排放源等变化情况。</p>					
本年度编制温室气体排放报告的技术服务机构名称				若排放主体自行编制，无需填报。		
上述技术服务机构统一社会信用代码				同上		
排放单位简介						

表 2 危险废物处置设施信息

设施名称	信息项	填报内容		
	数据质量控制方案版本号（经核查）			
	数据质量控制方案较上年是否变更？	<i>如是，概述变更内容</i>		
<i>设施 1^a</i>	危险废物处置设施描述	<i>处置设施名称，以及基本信息</i>		
	危险废物处置主要种类			
	批复的设计处置能力/年		单位	
	报告年度处置量 ^b		单位	
	涉及排放的主要设施单元			
	耗能品种和相关含碳物料			
	工艺过程			
	工艺流程图			
<i>设施 2</i>				
.....				

注：a.设施的划分应与经核查的数据质量控制方案一致；

b.如果满足条件，以处置量以外的指标确定排放强度，则此处填写该指标的相关信息。

表 3 企业温室气体排放核算表

1、化石燃料燃烧排放

燃料名称	活动数据	相关参数			排放量
	燃料消耗量 <i>AD</i>	低位 发热量 <i>NCV_{ar}</i>	单位热值 含碳量 <i>CC</i>	氧化率 <i>OF</i>	$AD*NCV_{ar}*CC*OF*44$ <i>/12</i>
	t 或 万 Nm ³	GJ/t 或 GJ/万 Nm ³	tC/GJ	%	tCO ₂
燃料 1					
数据来源	<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 购销存台账	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	计算值
燃料 2					
数据来源	<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 购销存台账	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	计算值
.....					

2、危险废物焚烧排放

类别	活动数据	相关参数			排放量
	危废焚烧量 <i>HW</i>	危废中碳 含量比例 <i>CF</i>	矿物碳在 碳总量中 的比例 <i>FCF</i>	燃烧效率 <i>EF</i>	$HW*CF*FCF*EF*44$ <i>/12</i>
	t	%	%	%	tCO ₂
数据					
数据来源	<input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 转移联单	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	计算值

3、过程排放

生产过程	活动数据			排放因子		排放量 (tCO ₂)
	碳酸盐	消耗量 (t)	数据来源	(tCO ₂ /t)	数据来源	
			<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	

			<input type="checkbox"/> 购销存台账			

4、间接排放

	活动数据							排 放 因子	排放量 (tCO ₂)
	购入量	数据来源	转供 量	数据来源	净购入 量	购入绿 电	数据来源		
电力 (10 ⁴ kWh)		<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 购销存台 账		<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 购销存台 账			<input type="checkbox"/> 结算凭证		
热力 (GJ)		<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 购销存台 账		<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 购销存台 账			--		

企业自发自用的非化石能源电量： _____ 千瓦时

表 4 危险废物焚烧设施温室气体排放核算表

1、焚烧设施化石燃料燃烧排放

燃料名称	活动数据	相关参数			排放量
	燃料消耗量 <i>AD</i>	低位 发热量 <i>NCV_{ar}</i>	单位热值 含碳量 <i>CC</i>	氧化率 <i>OF</i>	$AD*NCV_{ar}*CC*OF*44/12$
	t 或 万 Nm ³	GJ/t 或 GJ/ Nm ³	tC/GJ	%	tCO ₂
燃料 1					
数据来源	<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 购销存台账	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	计算值
燃料 2					
数据来源	<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 购销存台账	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	计算值
.....					

2、危险废物焚烧排放

类别	活动数据	相关参数			排放量
	危废焚烧量 <i>HW</i>	危废中碳 含量比例 <i>CF</i>	矿物碳在 碳总量中 的比例 <i>FCF</i>	燃烧效率 <i>EF</i>	$HW*CF*FCF*EF*44/12$
	t	%	%	%	tCO ₂
数据					
数据来源	<input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 转移联单	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	计算值

3、过程排放

生产过程	活动数据			排放因子		排放量 (tCO ₂)
	碳酸盐	消耗量 (t)	数据来源	(tCO ₂ /t)	数据来源	
			<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	

			<input type="checkbox"/> 购销存台账			

4、间接排放

	活动数据							排 放 因 子	排 放 量 (tCO ₂)
	总 消 耗 量	数 据 来 源	余 热 发 电	数 据 来 源	净 消 耗 量	绿 电 量	数 据 来 源		
电 力 (10 ⁴ kWh)		<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 购销存台 账		<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 购销存台 账			<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 其它		
热 力 (GJ)		<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 购销存台 账		<input type="checkbox"/> 结算凭证 <input type="checkbox"/> 生产系统 <input type="checkbox"/> 购销存台 账		--			

表 5 基于测量的排放量

监测点：_____

温室气体浓度（年度小时平均值）（g/Nm ³ ）	
排放气体体积（年度小时平均值）（Nm ³ ）	
年运行小时（小时/年）	
基于测量的排放量（tCO ₂ ）	
基于计算的排放量（tCO ₂ ）	

注：如有多个监测点，应分别填写。

表 6 排放量及危险废物处置数据汇总表

企业层级核算边界排放量							
排放类型		排放量 (tCO ₂)					
直接排放	化石燃料燃烧排放						
	危险废物焚烧排放						
	过程排放						
	小计						
间接排放	净购入使用电力排放						
	净购入使用热力排放						
	小计						
企业层级核算边界排放总量 (tCO ₂)							
危险废物焚烧设施排放量							
设施名称	危险废物种类	焚烧处置量 (t)	危废处置排放强度 (tCO ₂ /t)	直接排放 (tCO ₂)	净购入使用电力排放 (tCO ₂)	净购入使用热力排放 (tCO ₂)	排放量 (tCO ₂)
危险废物焚烧设施排放总量 (tCO ₂)							
其他排放量 (tCO ₂)							

附录 D

总体不确定性的量化方法

对于核算某排放主体的温室气体排放量,其总的不确定性主要通过单个参数的不确定性累加得到。通过单个参数的不确定性得到总的不确定性主要有两种方法:一是使用误差传播定律,二是使用蒙特卡罗或类似的技术,蒙特卡罗主要适用于模型方法,在此重点介绍误差传播定律法。对于排放主体温室气体排放主要应用两个误差传播公式,一是加减运算的误差传播公式,二是乘除运算的误差传播公式。当某一估计值为 n 个估计值之和或差时,该估计值的不确定性采用 (D.1) 式计算:

$$U_c = \frac{\sqrt{(U_{s1} \cdot \mu_{s1})^2 + (U_{s2} \cdot \mu_{s2})^2 + \dots + (U_{sn} \cdot \mu_{sn})^2}}{|\mu_{s1} + \mu_{s2} + \dots + \mu_{sn}|} = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^N (U_{sn} \cdot \mu_{sn})^2}}{\left| \sum_{n=1}^N \mu_{sn} \right|} \quad (\text{D.1})$$

式中:

U_c 是总的不确定性 (%) ;

$U_{s1} \dots U_{sn}$ 是 n 个相加减的估计值的不确定性 (%) ;

$\mu_{s1} \dots \mu_{sn}$ 是 n 个相加减的估计值。

如某企业有两种燃料的二氧化碳排放,排放量分别为 $30 \pm 2\%$ 吨和 $40 \pm 10\%$ 吨,根据 (D.1) 误差传播公式可计算该企业二氧化碳总排放的不确定性为:

$$U_c = \frac{\sqrt{(30 \times 0.02)^2 + (40 \times 0.1)^2}}{|30 + 40|} = \frac{4.04}{70} \approx 5.78\%$$

当某一估计值为 n 个估计值之积时,该估计值的不确定性采用下式计算:

$$U_c = \sqrt{U_{s1}^2 + U_{s2}^2 + \dots + U_{sn}^2} = \sqrt{\sum_{n=1}^N U_{sn}^2} \quad (\text{D.2})$$

式中:

U_c 是总的不确定性(%);

$U_{s1} \dots U_{sn}$ 是 n 个相乘的估计值的不确定性 (%) 。

如某企业一年内褐煤消费量 $9000 \pm 5\%$ 吨,褐煤燃烧二氧化碳排放因子为 $2.1 \pm 10\%$ 吨二氧化碳/吨褐煤,根据 (D.2) 式,则该企业年二氧化碳排放量的不确定性为:

$$U_c = \sqrt{(5\%)^2 + (10\%)^2} = 11.2\%$$