

ICS 13.020.40

CCS Z 01

团体标准

T/CIECCPA 039—2023

垃圾焚烧电力碳足迹量化与评价方法

Carbon footprint quantification and assessment method for
waste incineration power

2023-08-31 发布

2023-09-04 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

CLECCRA

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 产品碳足迹量化与评价 3

 4.1 评价流程 3

 4.2 目的和范围的确定 3

 4.3 产品功能单位 3

 4.4 系统边界 3

 4.5 生命周期清单分析 6

 4.6 垃圾焚烧电力生命周期影响评价 10

 4.7 生命周期解释 10

 4.8 碳足迹量化评价 10

5 附加环境信息 11

6 评价报告 11

 6.1 报告的要素 11

 6.2 评价报告的发布 12

附录 A（资料性）垃圾焚烧发电典型工艺流程 13

附录 B（资料性）垃圾焚烧电力碳足迹量化数据清单 14

参考文献 18

图 1 垃圾焚烧电力生命周期系统边界示意图 5

图 A.1 垃圾焚烧发电典型工艺流程图 13

表 1 现场数据质量评价表 6

表 2 背景数据质量评价表 6

表 3 温室气体全球变暖潜势 11

表 B.1 原料生产和运输阶段数据清单 14

表 B.2 垃圾焚烧阶段数据清单 15

表 B.3 余热发电数据清单 16

表 B.4 副产物处理阶段数据清单 17

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专利的责任。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件主编单位：浙江菲达环保科技股份有限公司、中国环境保护集团有限公司。

本文件参编单位：浙江工业职业技术学院、余干绿色能源有限公司、上海易碳数字科技有限公司、中国天楹股份有限公司、浙江省环保集团生态环保研究院有限公司、华中科技大学、华北电力大学、浙江大学、杭州久碳科技有限公司、浙江菲达电气工程有限公司、浙江菲达科技发展有限公司、浙江菲达脱硫工程有限公司。

本文件主要起草人：刘含笑、周康、单思珂、梁丁宏、黄荣明、金浙良、崔盈、毛勇位、赵国鸿、丁琪锋、于立元、王帅、刘美玲、茅洪菊、杜海清、梁军、周烨、郑红峰、刘涛、刘小伟、杨雨晨、刘忠、林青阳、郝润龙、姜磊、孙鹏飞、杨莉、方雁惠、赵飞、戴海航、刘欣。

垃圾焚烧电力碳足迹量化与评价方法

1 范围

本文件规定了垃圾焚烧电力碳足迹量化评价方法，包括产品碳足迹量化与评价、附加环境信息和评价报告。

本文件适用于垃圾焚烧电力碳足迹量化与评价。

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 24025 环境标志和声明 III 型环境声明 原则和程序

GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

3 术语和定义

GB/T 24044 和 GB/T 32150 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

垃圾焚烧尾气处理设备 **flue gas cleaning system for municipal solid waste incineration**

用于脱除生活垃圾焚烧尾气中烟尘、SO₂、HCl、汞、镉、铅和二噁英类有害物质的工艺系统设备，包括与工艺直接相关的设备以及工艺附属的公用设备。

[来源：GB/T 29152-2012，3.1]

3.2

垃圾焚烧电力 **waste incineration power**

利用生活垃圾焚烧发电产生的电力。

注：单位为千瓦时（kWh）。

3.3

生命周期 **life cycle**

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处置。

[来源：GB/T 24040，3.1]

3.4

产品碳足迹 **carbon footprint of products**

产品在其生命周期内以二氧化碳当量表示的所有温室气体排放量与温室气体清除量之和。

[来源：ISO 14067:2018，3.1.1.1，有修改]

3.5

温室气体 greenhouse gas

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，本文件中的温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）与三氟化氮（NF₃）。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.1]

3.6

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度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]

3.7

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

CO₂ e

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值。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.16]

3.8

III 型环境声明 type III environmental declaration

提供基于预设参数的量化环境数据的环境声明，必要时包括定性或定量的附加环境信息。

注：预设参数基于 GB/T 24040 系列标准，包括 GB/T 24040 和 GB/T 24044。

[来源：GB/T 24025-2009, 3.2, 有修改]

3.9

功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.20]

3.10

系统边界 system boundary

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.32]

3.11

渗滤液 leachate

生活垃圾在堆放和填埋过程中由于压实、发酵等物理、化学和生物作用，同时在降水和其他外部来水

的渗流作用下产生的液体。

[来源：HJ 564-2010，3.1，有修改]

3.12

生命周期影响评价 life cycle impact assessment (LCIA)

生命周期评价中理解和评价产品系统在产品整个生命周期中的潜在环境影响大小和重要性的阶段。

[来源：GB/T 24040，3.4]

4 产品碳足迹量化与评价

4.1 评价流程

垃圾焚烧电力量化与评价基本程序包括：目标产品范围的确定、产品功能单位、产品系统边界、生命周期清单分析、生命周期影响评价、生命周期解释和碳足迹量化评价。

4.2 目标产品范围的确定

目标产品（垃圾焚烧电力）的确定需满足以下要求：

- a) 每种垃圾焚烧电力应为同一企业同一产地生产的产品；
- b) 对于同一企业不同规模的垃圾焚烧电力，或同一规模但不同产地生产的垃圾焚烧电力，应分别核算碳足迹；
- c) 对于同一企业同一产地生产的电力，如采用的工艺技术、生产设备、燃料种类或原辅材料供应商有差异时，在进行数据调查时，原则上应按产品比例进行加权平均。

4.3 产品功能单位

功能单位宜选取单位数量（1 kWh）产品，是垃圾焚烧发电厂利用垃圾焚烧发电生产的电力，不包括利用垃圾处理过程中产生的沼气发电的电力。垃圾焚烧发电典型工艺流程见附录 A。

4.4 系统边界

4.4.1 系统边界概述

本文件界定的垃圾焚烧电力生命周期系统边界分为四个阶段：原料生产和运输阶段、垃圾焚烧阶段、发电并网阶段和副产物处理阶段。垃圾焚烧电力生命周期系统边界见图 1。

4.4.2 原料生产和运输阶段

原料生产和运输阶段具体包括以下过程：

- a) 密闭垃圾车间发酵去水；
- b) 锅炉机组循环使用的有机工质的生产和运输；
- c) 焚烧炉用助燃燃料的生产和运输；
- d) 垃圾焚烧尾气处理设备辅料的生产和运输。

4.4.3 垃圾焚烧阶段

垃圾焚烧阶段具体包括以下过程：

- a) 生活垃圾及助燃燃料在焚烧炉内的焚烧；
- b) 外购电力的消耗；
- c) 厂内运输。

4.4.4 发电并网阶段

发电并网阶段具体包括以下过程：

- a) 余热发电及电力并网；
- b) 锅炉机组循环使用的有机工质的泄露。

4.4.5 副产物处理阶段

副产物处理阶段主要包括以下过程：

- a) 渗滤液的输送和处理；
- b) 焚烧炉渣离开渣池后的运输和综合利用；
- c) 焚烧炉和烟气净化产生的飞灰的稳定化处理；
- d) 飞灰稳定化处理产物的运输和处置；
- e) 垃圾焚烧尾气处理设备的能源开采和消耗。

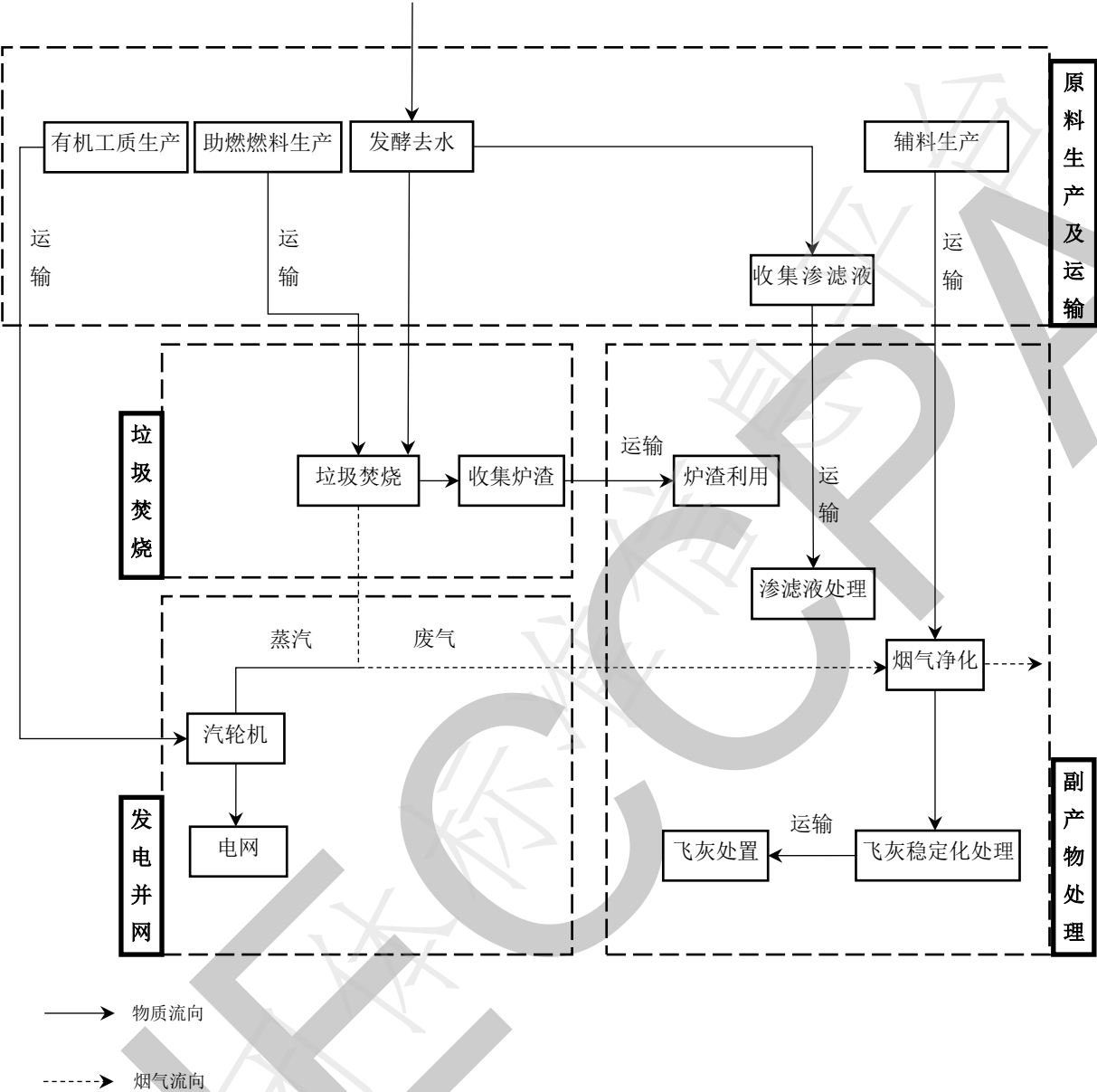


图1 垃圾焚烧电力生命周期系统边界示意图

4.4.6 数据的描述

数据包括现场数据和背景数据。

现场数据包括垃圾焚烧电力生产阶段的原辅料消耗、能源开采和消耗、污染物排放、废物循环利用以及运输（包括运输形式、运输距离和运输量）等数据，对数据的获得方式和来源均应予以说明。

背景数据包括原辅料、能源开采与生产的生命周期清单数据以及原辅料运输所需的运输生命周期清单数据。所有数据应予以详细说明，包括数据来源、数据时间和数据类型等。

4.5 生命周期清单分析

4.5.1 数据质量要求

4.5.1.1 现场数据的质量要求

现场数据的质量要求包括：

- a) 代表性：现场数据应为企业生产单元或上游工业生产范围内的生产统计数据；
- b) 完整性：现场数据应按 4.5.3.2 的取舍原则；
- c) 准确性：现场数据中的资源、能源和原材料消耗数据应来自于生产单元的实际生产统计记录，所有现场数据需要详细记录相关的原始数据、数据来源、数据时间和计算过程等；
- d) 一致性：企业现场数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径和处理规则等。

4.5.1.2 背景数据的质量要求

a) 代表性：背景数据应优先选择企业的原材料供应商提供的符合 GB/T 24044 要求的、经第三方独立验证的上游产品生命周期评价报告中的数据。若无，应优先选择代表中国国内平均生产水平的公开生命周期评价数据，数据的参考年限应优先选择近年数据。在没有符合要求的中国国内数据的情况下，可以选择国外同类技术数据作为背景数据；

b) 完整性：背景数据的系统边界应该从资源开采到这些原辅材料或能源产品出厂为止；

c) 一致性：所有被选择的背景数据应完整覆盖本文件确定的量化数据清单，并且应将背景数据转换为一致的物质名录后再进行计算。同一第三方机构对同类产品生命周期评价的背景数据选择应该保持一致，如果背景数据更新，则生命周期评价报告也应更新。

4.5.1.3 不符合项

不符合数据质量要求的数据应在生命周期解释部分说明合理性。

4.5.2 数据质量评价体系

4.5.2.1 本文件采用数据质量评价体系对数据质量进行评价，进行 5 分制评分，数据保留 1 位小数。现场数据质量评价表见表 1，背景数据质量评价表见表 2。该评价体系对数据评价指标有 3 个：来源、类型和时间，通过计算每个数据的得分来判断单个数据的质量（最高总分 15 分），并以平均分（最高 5 分）记为该数据的数据质量。

表 1 现场数据质量评价表

数据来源		数据类型			数据时间		
现场	其它	实测、统计	估算	其它	≤1 年	1~3 年	>3 年
5	1	5	3	1	5	4	1

表 2 背景数据质量评价表

数据来源			数据类型				数据时间			
现场实验、 供应商	文献、报告	其它	测量、 计算	平均	估算	未知	≤1 年	1~5 年	5~10 年	>10 年
5	3	1	5	3	2	1	5	4	3	1

4.5.2.2 对所有工序单元过程的数据分别做现场数据和背景数据的质量评价，取其算术平均值为该数据的质量评价结果。

4.5.2.3 本文件规定在产品生命周期碳足迹中贡献占比绝对值超过 5%的数据为敏感性高的数据，其数据质量不应小于 3 分。

4.5.2.4 敏感性高的数据应进行敏感性分析或不确定性分析，检查说明产品生命周期忽略的过程、忽略的现场数据以及主要的假设等相关因素可能对最终结果造成的影响，说明背景数据选择、现场数据收集与现场数据处理是否符合本文件的规定。

4.5.2.5 敏感性分析或不确定性分析详细要求应符合 GB/T 24040 和 GB/T 24044 的规定。

4.5.3 数据收集

4.5.3.1 数据收集范围

数据收集范围应涵盖系统边界中的每一个单元过程，包括定性数据和定量数据。数据收集包括现场数据和背景数据的收集。

现场数据包括：

- a) 原辅材料；
- b) 能源开采；
- c) 污染物排放；
- d) 副产物利用；
- e) 运输形式、距离和运输量。

背景数据包括：

- a) 排放因子；
- b) 文献数据；
- c) 其他无法现场获取的数据。

所有收集数据应予详细说明，包括数据来源、数据时间和数据类型。

4.5.3.2 现场数据的取舍原则

单元过程数据种类很多，应对数据进行适当的取舍，取舍原则如下：

- a) 能源的所有输入均应列出；
- b) 原料的所有输入均应列出；
- c) 辅助材料质量小于原料总消耗 0.1% 的输入可忽略；
- d) 向大气、水体的各种排放均列出；
- e) 小于固体废物排放总量 1% 的一般性固体废物可忽略；

f) 低于产品生命周期碳排放 1% 的单元过程，可以排除在系统边界外，累计不超过 5%。应对排除的单元过程进行说明；

g) 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、人员及生活设施的消耗可忽略；

h) 取舍准则不适用于有毒有害物质，任何有毒有害的材料和物质均应包含于清单中。

4.5.3.3 数据收集步骤

数据收集程序主要步骤应包括下列内容。

- a) 根据评价的目的与范围确定单元过程，进行数据收集的准备，包括：
 - 1) 绘制单元过程的输入输出流程图；
 - 2) 设计统计单元过程的实物流输入输出的数据收集表和背景数据收集表；
 - 3) 对数据收集技术和要求做出表述；
 - 4) 对报送数据的特殊情况、异常点和其它问题进行明确说明。
- b) 数据收集准备的要求：
 - 1) 技术人员完成数据收集工作；
 - 2) 垃圾焚烧电力碳足迹量化数据清单格式见附录 B。

4.5.3.4 数据审定

应对收集的单元过程数据进行审定确认，审定过程应包括：

- a) 物料平衡：应判断单元过程输入的原料、辅料的质量与产品、副产品和排放物的质量是否平衡；
- b) 工序能量平衡：应计算工序使用的能源与历史数据的平衡情况；
- c) 数据与功能单位的关联，即将收集的实物流的输入与输出处理为功能单位的输入与输出。

4.5.4 计算程序

4.5.4.1 数据确认

在数据的收集过程中，应检查数据的有效性，以确认并提供证据来证明所规定的的数据质量要求已得到满足。在数据的确认过程中发现明显不合理的数据，应分析原因，予以替换，替换的数据应满足数据质量要求，并于局限性章节说明。

如数据发现缺失，对缺失的数据应进行断档处理，代之以合理的“非零”数据、合理的“零”数据或采用同类技术单元过程报送的数据计算出来的数值，并于局限性章节说明。

4.5.4.2 数据合并

仅当数据类型是涉及等价物质并具有类似的环境影响时才允许进行数据合并。同一工序的不同生产设备，若其生产技术水平相当，输入输出种类基本相同，则可采取数据合并。

4.5.4.3 生命周期清单计算方法

生命周期清单数据是基本流在所定义的生命周期过程的累积，基本流是以功能单位为基准的环境负荷。温室气体 g （如 CO_2 的排放）的累积量按式（1）计算：

$$b_{T,F,g} = b_{F,g} + \sum_{i=1}^n a_i b_{i,g} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$b_{T,F,g}$ ——以功能单位 F 为基准的温室气体 g 的累积量 T ；

$b_{F,g}$ ——以功能单位 F 为基准的温室气体 g 在产品生产过程的直接流量；

n ——功能单位种类；

a_i ——以功能单位 F 为基准的原辅料及能源等在产品系统中单元过程 i 每功能单位的直接消耗量；

$b_{i,g}$ ——以功能单位 F 为基准的温室气体 g 在单元过程 i 的直接流量；

$\sum a_i b_{i,g}$ ——以功能单位 F 为基准的温室气体 g 在上游过程和下游过程的累积量，主要视研究边界

所包含的单元过程而定。

4.5.4.4 生物源无组织排放计算方法

生物源无组织碳排放参考排放因子法，按式（2）计算：

$$CH_4Emissions = \sum [(TOW_i - S_i)EF_i - R_i] \times GWP_{CH_4} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$CH_4Emissions$ ——甲烷的二氧化碳排放当量，单位为 $kg\ CO_2\ e$ ；

TOW_i ——调查对象中可降解有机材料成分总量，单位为 $kg\ COD/kg$ ；

S_i ——人为清除的有机成分含量，单位为 $kg\ BOD/kg$ ；

EF_i ——排放因子，单位为 $kg\ CH_4/kg\ COD$ ；

R_i ——清单年份回收的甲烷量，单位为 $kg\ CH_4/kg$ ；

GWP_{CH_4} ——甲烷的温室气体 100 内全球变暖潜势。

4.5.5 数据分配

4.5.5.1 分配原则

垃圾焚烧发电工序中存在一个单元过程同时产出两种或多种产品，而投入的原材料和能源又没有分开的情况（例如：垃圾焚烧工序中同时产生电力、炉渣和飞灰等产品）。也会存在输入渠道有多种，而输出只有一种的情况（例如：废水处理车间的废水来源渠道多种多样）。在这些情况下，不能直接得到清单计算所需的数据，应根据一定的关系对这些过程的数据进行分配。清单是建立在输入与输出的物质平衡的基础上，分配关系需反映出这种输入与输出的基本关系与特性。分配的主要原则如下：

a) 应识别与其他产品系统公用的过程，并按分配程序加以处理。

b) 分配过程中，输入和输出应保持平衡，输出质量与输入质量相比质量损耗应不大于 5%。若质量损耗大于 5%，应将废物的产生种类、产生量与处理方式一一列出，并将废物处理产生的碳足迹纳入分配总量。

c) 如果存在若干个可采用的分配程序，应进行敏感性分析，以说明采用其他方法与所选用方法在结果上的差别。

4.5.5.2 分配程序

处理数据分配问题一般按以下程序进行：

a) 尽量避免或减少出现分配。如：

1) 将原来收集数据时划分的单元过程再进一步分解，以便将那些与系统功能无关的单元排除在外；

2) 扩展产品系统边界，把原来排除在系统之外的一些单元包括进来。

b) 使用能反映其物理关系的方式来进行分配。如产品的质量、数量、体积和热值等比例关系。

c) 当物理关系不能确定或不能用作分配依据时, 用其经济关系来进行分配, 如产品产值或利润比例关系等。

4.6 垃圾焚烧电力生命周期影响评价

4.6.1 基本步骤

根据清单分析所提供的资源消耗数据以及各种排放数据, 对产品系统潜在的环境影响进行评价, 为垃圾焚烧电力生命周期解释提供必要的信息。根据 GB/T 24040 的规定, 垃圾焚烧电力生命周期影响评价主要包括以下步骤:

- a) 选择影响类型、类型参数以及特征化模型;
- b) 将生命周期清单分析结果归类(分类);
- c) 类型参数结果的计算(特征化)。

4.6.2 影响类型、类型参数以及特征化模型的选择

开展产品碳足迹影响评价时, 生命周期环境影响种类仅包含全球变暖潜能值, 无需考虑其他环境影响。全球变暖潜能值时利用 IPCC 开发的特征化模型计算的特征化因子, 表示为 100 年范围内的全球变暖潜力, 类型参数结果为每个功能单位的千克 CO₂ 当量。

4.7 生命周期解释

垃圾焚烧电力生命周期解释应根据研究的目的重点考虑系统功能、功能单位和系统边界定义的适当性以及数据质量评价和敏感性分析所识别出的局限性。根据 GB/T 24044 的规定, 生命周期解释应包括以下内容:

- a) 对重大问题的识别;
- b) 对完整性、敏感性和一致性的检查;
- c) 结论、局限和建议。

4.8 碳足迹量化评价

产品碳足迹的量化评价采用温室气体 100 年内的全球变暖潜势 (GWP100)。温室气体的全球变暖潜势见表 3。

表 3 温室气体全球变暖潜势

温室气体类别	化学式	全球变暖潜势 GWP100
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273
氢氟碳化物	HFCs	4.84-14600
全氟碳化物	PFCs	7380-12400
六氟化硫	SF ₆	25200
三氟化氮	NF ₃	17400

注：表格来源于 IPCC 第六次评估报告《2021 年气候变化：自然科学基础》（IPCC AR6 WGI）。

碳足迹量化评价按公式（3）计算。

$$C = \sum_{i=1}^n (Q_i m_i) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

C ——产品碳足迹的计算结果，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO₂ e/kWh）；

m_i ——温室气体 i 生命周期清单的结果，单位为 kg/kg； $m_i = b_{T,F,g}$

Q_i ——温室气体 i 的全球变暖潜势，单位为 kg CO₂ e/ kg；

n ——功能单位种类。

注：实际产品碳足迹量化与评价的案例中，碳足迹计算结果的单位应考虑功能单位的影响，如以 1 kWh 为功能单位，碳足迹的计算结果为 kg CO₂ e/kWh。

5 附加环境信息

除产品碳足迹量化与评价的环境信息外，其它相关的重要环境信息可在附加环境信息中进行描述，包括但不限于清洁生产工艺、节能减排技术、产品环境特性及企业环境管理等。

6 评价报告

6.1 报告的要素

评价报告应包括以下内容。

- a) 公司/组织的描述：
 - 1) 联系人、地址、电话、传真和 e-mail；
 - 2) 生产过程或环境的特别信息。
- b) 产品或服务的描述：
 - 1) 产品名称；
 - 2) 产品生产、运输和使用信息。

- c) 报告的有效期。
- d) 产品的可追溯信息。
- e) 碳足迹量化评价信息如下：
 - 1) 功能单位；
 - 2) 系统边界；
 - 3) 数据的描述；
 - 4) 数据的取舍准则；
 - 5) 数据质量；
 - 6) 数据收集；
 - 7) 计算程序；
 - 8) 碳足迹量化评价结果。
- f) 附加环境信息。

6.2 评价报告的发布

- 6.2.1 应用本文件可编制产品的碳足迹量化与评价报告。应用本文件也可进行产品的 III 型环境声明，III 型环境声明应遵守 GB/T 24025 的要求。
- 6.2.2 评价结果的发布应遵守国家或地方的有关规定，如无特殊规定，可采用以下一种或多种发布方式：
 - a) 将评价报告的内容印刷在公司的宣传手册上或发布在公司的网站上；
 - b) 将评价结果提供给下游生产加工企业，用于下游产品的碳足迹量化与评价；
 - c) 将本评价得出的碳足迹数值应用于碳标签设计。

附录 A

(资料性)

垃圾焚烧发电典型工艺流程

A.1 垃圾焚烧发电典型工艺流程如图 A.1 所示。

A.2 垃圾焚烧及余热发电流程

生活垃圾进入垃圾贮仓后，发酵贮存并产生渗滤液，渗滤液经过处理后进入炉水处理系统补充锅炉汽水循环用水。生活垃圾由行车抓斗运输至料斗，经给料装置配合一次风吹入焚烧炉，一次风由余热锅炉中的空气与烟气在烟气预热器换热产生。焚烧炉内产生的焚烧炉渣集中进入渣池处理，烟气进入余热锅炉发电，余热锅炉的蒸汽吸热后进入汽轮机发电，烟气进入后续的烟气净化过程。

A.3 烟气净化流程

焚烧烟气经余热锅炉回收热量后（温度 190℃～240℃）进入脱酸反应塔，烟气中的酸性物质（HCl、SO₂等）与雾化的石灰浆液滴充分反应，调温水随石灰浆液雾化并蒸发，从而调节烟气温度。在反应塔出口烟道喷入 Ca(OH)₂和活性炭粉末，烟气中未去除完的酸性污染物与 Ca(OH)₂继续反应去除，二噁英和汞等重金属则被活性炭吸附。烟尘进入袋式除尘器后被滤袋分离出来，收集下来的粉尘经刮板输送机输送至灰仓。布袋除尘器净化后的洁净烟气通过引风机送入钢制烟囱外排。

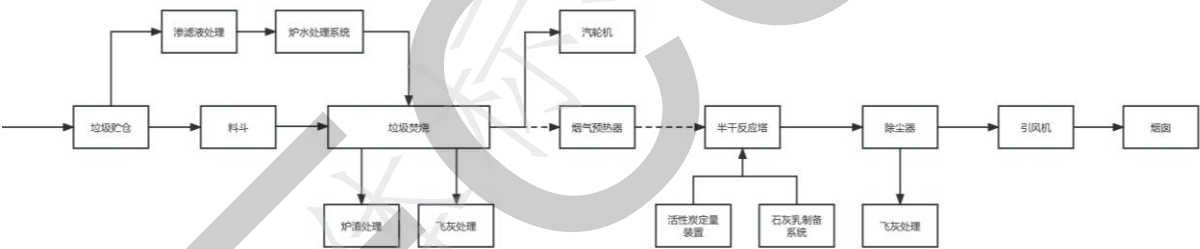


图 A.1 垃圾焚烧发电典型工艺流程图

附 录 B

(资料性)

垃圾焚烧电力碳足迹量化数据清单

原料生产和运输阶段数据清单见表 B. 1，垃圾焚烧阶段数据清单见表 B. 2，余热发电阶段数据清单见表 B.3，副产物处理过程数据清单见表 B. 4。

表 B. 1 原料生产和运输阶段数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

1.垃圾贮存过程					
物料名称	生产量 (基于功能单位)	单位	物料产地	运输方式	运输距离/km
消石灰		t			
螯合剂		t			
固化剂					
活性炭					
氨水					
滤袋					
.....					
2.能源消耗					
能源种类	消耗量	单位			
电力		kWh			
		t			
3.污染物和温室气体排放					
排放类别	污染物名称	排放量	单位		
气体	CO ₂		kg		
	N ₂ O		kg		
	CH ₄		kg		
	.....		kg		
固体	.....		kg		
液体	.....		kg		

表 B.2 垃圾焚烧阶段数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

1.物料消耗（原料、辅料）					
原料	消耗/生产量 （基于功能单位）	单位	物料产地	运输方式	运输距离/km
生活垃圾		kg			
助燃剂		kg			
炉渣		kg			
2.能源消耗（电力、天然气等）					
能源种类	消耗量	单位			
电力		kWh			
.....					
3.污染物排放（废气、废物等）					
污染物排放 类别	污染物名称	排放量	单位		
固体废物	焚烧炉渣				

表 B.3 余热发电数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

1.电耗					
产品名称	生产量 (基于功能单位)		单位		
上网电量			kWh		
发电量			kWh		
耗电量			kWh		
2.废物处理					
废物种类	产生量 (基于功能单位)	单位	处理方式	运输方式	运输距离
锅炉飞灰		t			
.....		m ³			
3.原料补充消耗					
原料类别	使用量 (基于功能单位)	单位			
锅炉循环水		t/d			
	.....	kg			
	.....	kg			

表 B.4 副产物处理阶段数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

1.烟气净化流程						处理烟气量（单位：t/d）	
设备名称	使用物料名称	消耗量	单位	物料处理方式	备注		
半干反应塔	氢氧化钙		t/d	石灰乳制备	脱酸		
塔后烟道	活性炭		t/d	活性炭定量			
布袋除尘器	布袋						
烟囱							
.....							
2.烟气净化能源消耗							
能源种类	消耗量	单位		备注			
电力		kWh					
.....		t					
3.烟气净化污染物和温室气体排放							
排放类别	污染物名称	排放量	单位	排放位置	备注		
气体	CO ₂		kg	烟囱			
	CH ₄		kg				
固体	飞灰		kg	余热锅炉/除尘器			
.....							
4.渗滤液处理							
处理渗滤液量（单位：t/d）：							
处理流程	电耗	单位	排放类别	污染物名称	参数名称	数量	单位
预处理			气体	CO ₂			
厌氧				CH ₄	进/出口 COD		mg/L
两级硝化				N ₂ O	进/出口含氮量		
.....							
5.固体废物处理							
废物名称	产生量	单位	处理方式	处理产物	运输方式	运输距离	
炉渣			综合利用				
飞灰			螯合固化				
.....							

参 考 文 献

- [1] GB/T 29152-2012 垃圾焚烧尾气处理设备
 - [2] HJ 564-2010 生活垃圾填埋场渗滤液处理工程技术规范（试行）
 - [3] ISO 14067-2018 温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南（Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification）
-