



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××-××××

建筑垃圾处理过程碳排放 技术要求

Technical Requirements for Carbon Emission during construction
waste treatment process
(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局 发布



建筑垃圾处理过程碳排放 技术要求

Technical Requirements for Carbon Emission during construction
waste treatment process

归口单位：全国碳达峰碳中和计量技术委员会（MTC26）

主要起草单位：

参加起草单位：

本规范委托全国碳达峰碳中和计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和定义	2
4 计量特性	3
5 计量条件	3
6 计量方法	3
7 计量结果表达	9
附录 A	11
附录 B	12
附录 C	14
附录 D	15
附录 E	20
附录 F	25

引言

在参考 GB/T 32150-2015《工业企业温室气体排放核算和报告通则》、（2021-70-xbjh）《建材行业企业碳中和评估指南》、GB/T 44200-2024《建筑垃圾再生骨料生产成套装备技术要求》等相关标准规范的基础上，制定了《建筑垃圾处理过程碳排放技术要求》。本规范提出建筑垃圾处理全部阶段碳排放的计量边界，确定排放因子法作为建筑垃圾处理阶段碳排放的计量方法，给出了基于源流的建筑垃圾处理阶段碳排放计量以及不确定度评定方法，给出了以实际碳排放量为依据的再生骨料和再生微粉的碳排放因子计算方法。规范包括 3 个附录（A-C）：附录 A《各计量器具要求》、附录 B《碳排放因子推荐值》、附录 C《建筑垃圾处理阶段碳排放计量报告模板》。

规范包括 6 个附录（A-F）：附录 A《活动数据收集要求》、附录 B《排放因子测定要求》、附录 C《源流相关参数测定频次》、附录 D《相关参数推荐值》、附录 E《报告格式模板》、附录 F《不确定度评估方法及示例》。

本规范为首次发布。

建筑垃圾处理过程碳排放技术要求

1 范围

本规范适用于建筑垃圾固定式处置场或填埋场以及满足计量条件的移动式处置厂或填埋厂，建筑垃圾运输、资源化产品生产、尾端消纳、再生物料运输等阶段由于能源、资源和材料消耗产生碳排放的计量活动。通过划定处置环节碳排放边界、识别碳源流、核算活动数据及碳排放因子实现建筑垃圾处置阶段的碳排放计量，其中活动数据和碳排放因子均为可计量溯源数据。

2 引用文件

本规范引用了以下文件：

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1356-2012 重点用能单位能源计量审查规范

GB 17167-2025 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 51322-2018 建筑废弃物再生工厂设计规范

GB/T 11062-2020 天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法

GB/T 13610-2020 天然气的组成分析气相色谱法

GB/T 213-2008 煤的发热量测定方法

GB/T 29149-2012 建筑垃圾固定式处置场或填埋场能源资源计量器具配备和管理要求

GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32151.1-2015 温室气体排放核算与报告要求 第 1 部分：发电企业

GB/T 40498-2021 建筑垃圾固定式处置场或填埋场能耗定额标准编制通则

GB/T 384-1981 石油产品热值测定法

GB/T 44200-2024 建筑垃圾再生骨料生产成套装备技术要求

GB/T 476-2008 煤中碳和氢的测定方法

CJJ 134-2019 建筑垃圾处理技术标准

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和定义

3.1 建筑垃圾固定式处置场 fixed disposal site for construction waste

专用于处理建筑垃圾，包括建设过程中产生的废弃物、拆除建筑物产生的废弃物等，通过一定的工艺手段，将建筑垃圾转化为再生物料，实现资源的循环利用。

3.2 建筑垃圾处置阶段碳排放 carbon emissions of construction waste disposal stage

在建筑垃圾处置阶段内产生的所有温室气体排放量之和，以二氧化碳当量表示。

注：本规范涉及的温室气体只包含二氧化碳（CO₂）。

3.3 建筑垃圾处置碳排放计量 measuring, accounting and confirming of carbon emission in the construction waste disposal stage

实现建筑垃圾处置阶段碳排放相关测量量值单位统一、准确可靠的活动。。

3.4 计量边界 metrology boundary

与建筑垃圾固定式处置场（3.1）或填埋场的日常运营相关的温室气体排放的范围。

3.5 活动数据 activity data

导致温室气体排放的产生或消费活动量的表征值。

[GB/T 32150-2015，定义 3.12]

注：如各种化石燃料的消耗量和净购入的电量等。

3.6 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]

注：如每单位能量化石燃料消耗所对应的二氧化碳排放量、净购入的每千瓦时电量所对应的二氧化碳排放量等。

3.7 计量条件 metrology conditions

建筑垃圾固定式处置场或填埋场（3.1）温室气体排放计量的前提条件。

注：本规范系指计量边界内各源流活动数据收集和排放因子测定的技术要求。

3.8 碳源流 carbon source stream

由于其消耗或生产而在一个或多个排放源产生相关温室气体排放的特定燃料类型、原材料或产品。

3.9 次要源流 secondary source stream

温室气体排放量低于报告期内建筑垃圾固定式处置场（3.1）温室气体排放总量 10%的碳源流（3.8）。

3.10 主要源流 main source stream

除次要源流（3.9）之外的其他碳源流（3.8）。

3.11 净购入电力产生的排放 emission from net purchased electricity

建筑垃圾固定式处置场（3.1）或填埋场净消耗的购入电力所对应的电力生产环节产生的二氧化碳排放。

3.12 净购入热力产生的排放 emission from net purchased heat

建筑垃圾固定式处置场（3.1）或填埋场净消耗的购入热力所对应的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。

3.13 产品碳足迹 carbon footprint of a product, CFP

产品系统中温室气体的排放和清除之和。

4 计量特性

本规范的计量参数为活动数据和排放因子。

5 计量条件

活动数据、排放因子的计量条件见附录 A 和附录 B。

6 计量方法

6.1 计量边界

报告主体以建筑垃圾固定式处置场或填埋场法人或视同法人的独立管理单位为边界，计量其报告期日常运营所产生的温室气体排放。

建筑垃圾处置过程碳排放包括直接碳排放和间接碳排放两部分，直接碳排放主要包括建筑垃圾处置过程中燃料燃烧排放和过程排放；间接碳排放主要包括净购入电力产生的排放和净购入热力产生的排放。

建筑垃圾固定式处置场或填埋场碳排放以建筑垃圾固定式处置场或填埋场运行年碳排放量总和表示,包括支撑处置场自身功能和正常运行(包括生活区域)的能源使用产生的碳排放。

建筑垃圾处理按过程可分为:建筑垃圾生产、建筑垃圾运输至处置场、建筑垃圾处置、再生物料运输、再生物料利用、不可回收物运输、建筑垃圾尾端消纳。建筑垃圾处理过程的碳排放边界范围见图 1。

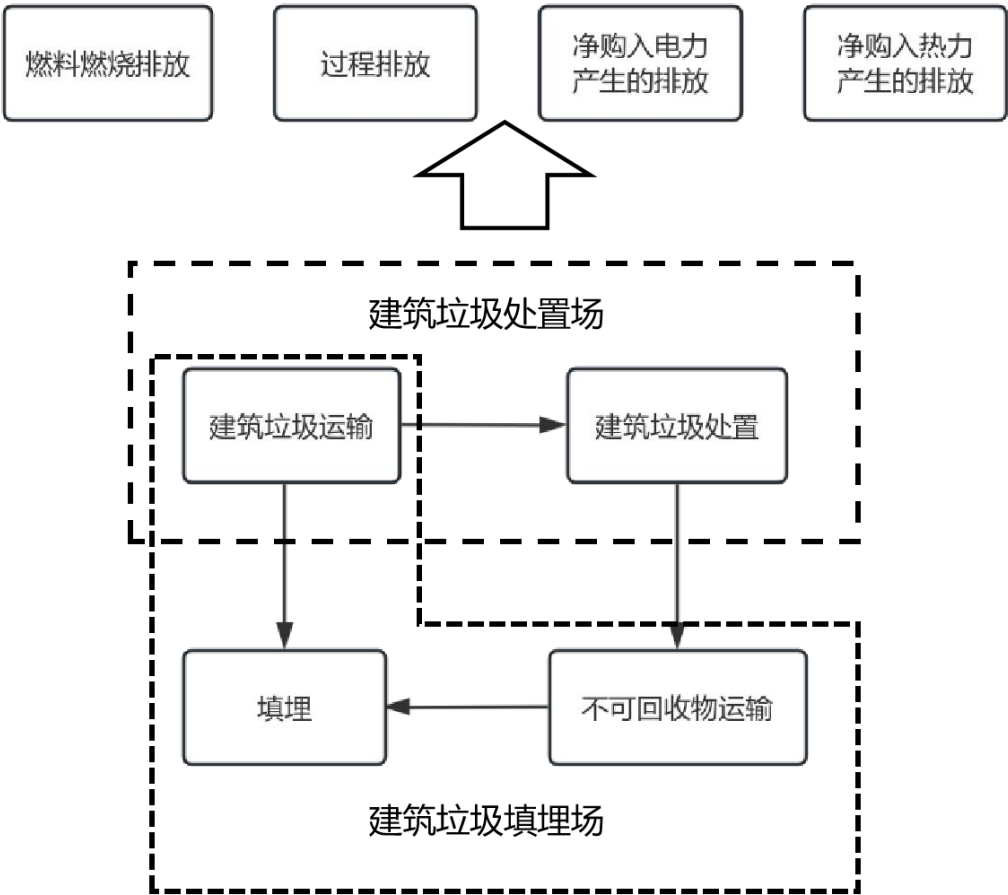


图 1 建筑垃圾处理过程计量边界示意图

6.2 碳源流识别

在计量边界内,对温室气体直接排放和间接排放的各类碳源流逐一进行识别,并通过预评估识别出主要源流和次要源流。建筑垃圾处理过程宜按表 1 进行识别。

表 1 建筑垃圾处理过程温室气体碳源流示意表 (不限于)

计量边界	排放类型	源流	排放源举例
直接排放	燃料燃烧排放	燃油、天然气等化石	运输车辆、铲车等装卸

		燃料	车辆
	过程排放	灭火剂	灭火器
间接排放	净购入电力产生的排放	净购入电力	泵、风机、空调、照明
	净购入热力产生的排放	净购入热水或蒸汽	制热设备

注：主要源流和次要源流首次预评估可根据源流消耗量进行，后续可结合上一报告期出具的温室气体排放报告和本次报告期内源流的变化进行识别。

6.3 计量要求

6.3.1 活动数据

建筑垃圾处理过程碳源流消耗量应优先选择直接计量获取原始数据，如无法获取原始数据，可采用由原始数据折算获得的二次数据或来自相似过程的替代数据。

例：运输车辆燃料燃烧排放一次数据为燃油消耗量，若无法获得燃油消耗量数据可采用经车辆型号、运输距离、碳排放因子等数据折算后获得的二次数据代替。

各类燃料低位发热量宜采用实测方法，测定频次见附录 C。

活动数据计量要求见附录 A。

各源流的活动数据最大允许不确定度应小于表 2 的要求。

表 2 活动数据的最大允许不确定度

源流种类	参数	最大允许不确定度	
		主要源流	次要源流
商业标准燃料	燃料消耗量与平均低位发热量乘积 (GJ)	5%	10%
其它气态和液态燃料	燃料消耗量与平均低位发热量乘积 (GJ)	5%	10%
固体燃料	燃料消耗量与平均低位发热量乘积 (GJ)	5%	10%
净购入电力	有功交流电能计量 (kWh)	1%	2%
	直流电能计量 (kWh)	1%	2%
净购入热力	热水焓值 (kJ)	5%	10%
	蒸汽焓值 (kJ)	5%	10%

6.3.2 碳排放因子

燃料燃烧排放因子宜采用实测方法，测定频次见附录 C，测定要求见附录 B。

逸散源排放因子、净购入电力和热力生产排放因子可采用附录 D 规定的推荐值。

碳排放因子数据采集，所有数据应予以详细说明，包括数据的获取方式、所用的数据库和出版物(或参考书目)年代、地域代表性、技术代表性等。碳排放因子的收集方法应按数据优先级进行收集，可参考表 3 进行。

表 3 温室气体排放因子获取优先级

数据类型	解释	优先级
测量/质能平衡排放因子	通过直接测量或采用质能平衡方法得到的排放因子	高
设备经验排放因子	针对具体设备的排放因子，但没有经过直接测量	
处置厂提供的排放因子	基于处置厂层面获得的排放因子	
区域排放因子	基于区域特征获得的排放因子	
国家排放因子	基于国家特征获得的排放因子	
国际排放因子	国际通用的排放因子	低

6.4 碳排放量计算

6.4.1 碳排放总量

建筑垃圾处置过程的总碳排放核算模型如公式（1）所示。

$$GHG = GHG_{\text{tran}} + GHG_{\text{pol}} = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{电力}} + E_{\text{热力}} \tag{1}$$

式中：

- GHG —— 建筑垃圾处置过程的碳排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- GHG_{tran} —— 运输过程的碳排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- GHG_{pol} —— 建筑垃圾处理或填埋的碳排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- E_{燃烧} —— 燃料燃烧产生的二氧化碳排放量总和，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- E_{过程} —— 过程产生的二氧化碳排放量总和，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- E_{电力} —— 净购入的电力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- E_{热力} —— 净购入的热力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

6.4.2 燃料燃烧排放

燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，按式（2）计算：

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_i^n (AD_i \times EF_i) \tag{2}$$

式中：

$E_{\text{燃烧}}$ —— 报告年度内燃料燃烧产生的二氧化碳排放量总和，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

AD_i —— 报告年度内第 i 种燃料的活动数据，单位为吉焦（GJ）；

EF_i —— 第 i 种燃料的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ）。

其中，计量边界内第 i 种燃料的活动数据，按式（3）计算：

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \quad (3)$$

式中：

NCV_i —— 报告年度内第 i 种燃料的平均低位发热量；对固定和液体化石燃料，单位为吉焦每吨（GJ/t）；对气体化石燃料，单位为吉焦每万标立方米（GJ/ 10^4Nm^3 ）；

FC_i —— 报告年度内第 i 种化石燃料的净消耗量，对固定和液体化石燃料，单位为吨（t）；对气体化石燃料，单位为万标立方米（ 10^4Nm^3 ）；

计量边界内第 i 种燃料的排放因子按式（4）计算，相关计算参数通过实测获得。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times 44/12 \quad (4)$$

式中：

CC_i —— 第 i 种燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（ tC/GJ ）；

OF_i —— 第 i 种燃料的碳氧化率，以%表示，宜采用表 B.1 的推荐值；

44/12 —— 二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

6.4.3 过程排放

6.4.3.1 逸散排放

灭火器系统等在计量边界内逸散产生的二氧化碳排放量，按照式（5）计算，相关计算参数见表 B.3。

$$E_{\text{逸散}} = \sum_i^n (AD_i \times EF_i) \quad (5)$$

式中：

$E_{\text{逸散}}$ —— 因逸散源产生的二氧化碳排放量总和，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

AD_i —— 第 i 种逸散源的活动数据，单位为吉焦（GJ）；

EF_i —— 第 i 种逸散源的排放因子，以%表示，报告期内灭火器如使用宜取 100%。

6.4.4 净购入电力、热力产生的排放

6.4.4.1 净购入电力产生的排放

建筑垃圾固定式处置场或填埋场净购入的电力在生产过程中产生的二氧化碳排放按式（6）计算：

$$E_{\text{电力}} = AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} \quad (6)$$

式中：

$AD_{\text{电力}}$ —— 净购入电力量，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{\text{电力}}$ —— 净购入电力生产排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO₂/MWh）。

注：计算净购入电力时应区分火电和光伏、风电等绿电。

6.4.4.2 净购入热力产生的排放

建筑垃圾固定式处置场或填埋场净购入的热力包括蒸汽和热水，在生产热力的过程中产生的二氧化碳排放按式（7）计算：

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

式中：

$AD_{\text{热力}}$ —— 净购入热力量，蒸汽数量与热水数量之和，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{热力}}$ —— 净购入热力生产排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO₂/GJ），见表 B.5。

以质量单位计量的蒸汽可按式（8）转换为热量单位：

$$AD_{\text{蒸汽}} = Ma_{\text{st}} \times (EN_{\text{st}} - 83.74) \times 10^{-3} \quad (8)$$

式中：

Ma_{st} —— 净购入的蒸汽质量，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），见表 B.4 和表 B.5。

以质量单位计量的热水可按式（9）转换为热量单位：

$$AD_{\text{热水}} = Ma_{\text{w}} \times (T_{\text{w}} - 20) \times c \quad (9)$$

式中：

Ma_{w} —— 净购入的热水质量，单位为吨（t）；

T_{w} —— 热水温度，单位为摄氏度（℃）；

c —— 水在常温常压下的比热，取值 4.1868×10^{-3} ，单位为千焦每千克摄氏度[kJ/kg·℃]。

6.4.5 运输过程

建筑垃圾处置场和填埋场还应设置运输车辆管理台账，记录车辆运输里程和载重，若无法通过运输车辆燃料燃烧量计算碳排放量时，可按照式（10）计算，

相关计算参数见表 D.6。

$$GHG_{tran} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n Q_{ij} \times D_{ij} \times F_j \quad (10)$$

式中：

GHG_{tran} —— 各类能源、再生物料及建筑垃圾运输总碳排放量，单位为（ $kgCO_2$ ）；

Q_{ij} —— 第 j 种运输方式运输的第 i 种材料的总量，单位为（t）；

D_{ij} —— 第 i 种材料第 j 种运输方式的运输距离，单位为（km）；

F_j —— 不同运输模式的碳排放因子，单位为（ $kg CO_2eq/tkm$ ）。

6.5 再生物料碳排放因子计算

该规范所描述的再生物料仅为建筑垃圾经破碎、粉磨、分选后产生的再生微粉、再生细骨料和再生粗骨料，若建筑垃圾处置场将以上再生物料为原材料加工为再生混凝土、再生砖等产品，该过程应配置独立的计量器具与记录台账且该过程产生的碳排放不应作为建筑垃圾处理过程的碳排放。

再生物料一般通过粒径进行分类，若建筑垃圾处置场各再生物料无专用生产线或各生产线没有配备独立的计量器具，则通过式（11）计算各再生骨料的碳排放因子。

$$F_i = \frac{GHG_{proc}}{M} \times \frac{M_i}{M} \quad (11)$$

式中：

F_i —— 第 i 类再生物料的碳排放因子，单位为（ $kg CO_2eq/t$ ）；

GHG_{proc} —— 建筑垃圾处理的碳排放总量，单位为吨二氧化碳（ $kgCO_2$ ）；

M —— 建筑垃圾处理后产生的再生物料总质量，单位为（t）；

M_i —— 第 i 类再生物料的质量，单位为（t）。

7 计量结果表达

7.1 报告

建筑垃圾固定式处置场或填埋场温室气体排放计量报告应参照附录 E 的格式进行报告。

7.2 基本信息

基本信息应包括建筑垃圾固定式处置场或填埋场名称、单位性质、报告年度、所属行业、统一社会信用代码和联系人信息等。

7.3 源流识别

应报告建筑垃圾固定式处置场或填埋场消耗的源流名称和源流类型。

7.4 活动数据及来源

应报告建筑垃圾固定式处置场或填埋场能源计量器具配备和溯源情况。应报告所使用的不同品种化石燃料的消耗量和相应的低位发热量、逸散排放消耗量、净购入的电量和热量。应报告活动数据不确定度，并判定是否满足6.3.1中表2的要求。应报告活动数据中实际消耗量和低位发热量来源。

7.5 排放因子数据及来源

应报告建筑垃圾固定式处置场或填埋场所使用的不同品种化石燃料的单位热值含碳量和碳氧化率，逸散排放排放因子，购入电力和热力在生产过程中的排放因子。应报告单位热值含碳量和碳氧化率、逸散排放、购入电力和热力在生产过程中的排放因子来源。应报告所有实测数据的不确定度。

7.6 温室气体排放量

应分别报告建筑垃圾固定式处置场或填埋场报告期内各源流产生的温室气体排放量，并分别给出标准不确定度。应报告建筑垃圾固定式处置场或填埋场报告期内温室气体排放总量，并给出合成不确定度。

7.7 分析与改进

报告期内数据应报与上报告期的数据进行比较分析。应报告建筑垃圾固定式处置场或填埋场报告期内温室气体排放减少改进措施。

附录 A

活动数据计量要求

A.1 适用范围

本要求适用于对建筑垃圾固定式处置场或填埋场温室气体活动数据的计量。

A.2 引用文献

GB/T 213 煤的发热量测定方法

GB/T 384 石油产品热值测定法

GB/T 11062 天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 29149 建筑垃圾固定式处置场或填埋场能源资源计量器具配备和管理要求

DL/T 567.8 火力发电厂燃料试验方法 第 8 部分 燃油发热量的测定

A.3 燃料、净购入电力和热力活动数据

建筑垃圾固定式处置场或填埋场能源计量器具的配备应满足 GB 17167、GB/T 29149 的规定，并满足燃料、净购入电力和热力活动数据可直接通过计量方式获取建筑垃圾固定式处置场或填埋场报告期内能源消耗的原始数据。

燃料的低位发热量应通过实测获得，检测机构宜具有 CMA 资质，并给出检测结果的不确定度。

燃料的低位发热量检测宜采用表 4 所示方法。

表 4 燃料低位发热量检测方法

分析项目	燃料	标准
低位发热量	煤	GB/T 213 煤的发热量测定方法
	石油	GB/T 384 石油产品热值测定法
	天然气	GB/T 11062 天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法
	燃油	DL/T 567.8 火力发电厂燃料试验方法 第 8 部分 燃油发热量的测定

A.4 其他源流活动数据

A.4.1 逸散排放活动数据

建筑垃圾固定式处置场或填埋场逸散排放活动数据为灭火器中二氧化碳灭火剂填充量，填充量以设备铭牌 标明为准。报告期内灭火器如未使用，活动数据计为零。

附录 B

排放因子测定要求

B.1 适用范围

本要求适用于建筑垃圾固定式处置场或填埋场二氧化碳排放因子的测定。

B.2 引用文献

GB/T 474 煤样的制备方法

GB/T 475 商品煤样人工采取方法 GB/T 476 煤中碳和氢的测定方法

GB/T 11062 天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法

GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法

GB/T 19494.1 煤炭机械化采样 第 1 部分：采样方法

GB/T 19494.2 煤炭机械化采样 第 2 部分：煤样的制备

ASTM D5291 石油产品和润滑油中碳、氢和氮元素含量的仪器测定方法

DL/T 567.9 火力发电厂燃料试验方法 第 9 部分 燃油中碳和氢元素的测定

B.3 计量仪器

参照GB/T 213、GB/T 384、GB/T 476、GB/T 11062、GB/T 13610、DL/T 567.8 选用，所用仪器应在检定合格或校准有效期内。

B.4 测定方法

煤采样、制样和燃料元素碳含量检测宜采用表 5 所示方法。

表 5 煤采样、制样和燃料元素碳含量检测方法

分析项目	燃料	标准
人工采样	煤	GB/T 475 商品煤样人工采取方法
机械采样		GB/T 19494.1 煤炭机械化采样 第 1 部分：采样方法
人工制样	煤	GB/T 474 煤样的制备方法
机械制样		GB/T 19494.2 煤炭机械化采样 第 2 部分：煤样的制备
元素碳含量	煤	GB/T 476 煤中碳和氢的测定方法
	天然气	GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法
	石油	ASTM D5291 石油产品和润滑油中碳、氢和氮元素含量的仪器测定方法
	燃油	DL/T 567.9 火力发电厂燃料试验方法 第 9 部分 燃油中碳和氢元素的测定

B.5 结果表达

燃料单位热值含碳量检测结果应给出不确定度。

燃料的碳氧化率宜通过实测获得，如不具备实测条件可采用本规范附录 D 表 D.1 中各燃料品种对应的缺省值。

附录 C

源流相关参数测定频次

测试参数	测定频率
燃料低位发热量	每报告期一次或每批次
燃料单位热值含碳量	每报告期一次或每批次

注：列入重点排放单位的建筑垃圾固定式处置场或填埋场报告期内源流相关参数测定频次应为每批次。

附录 D

相关参数推荐值

相关参数推荐值见表 D.1、表 D.2、表 D.3、表 D.4、表 D.5、表 D.6。

表 D.1 常用化石燃料相关参数推荐值

燃料类型	计量单位	低位热量 GJ/t, 或者 GJ/10 ⁴ Nm ³	单位热值含碳量 tC/GJ	碳氧化率%
燃煤	t	—	—	98
原油	t	41.816	20.1×10 ⁻³	98
燃料油	t	41.816	21.1×10 ⁻³	98
汽油	t	43.070	18.9×10 ⁻³	98
柴油	t	42.652	20.2×10 ⁻³	98
天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31	15.3×10 ⁻³	99
液化石油气	10 ⁴ Nm ³	50.179	17.2×10 ⁻³	98
液化天然气	10 ⁴ Nm ³	44.2	17.2×10 ⁻³	98
其他煤气	10 ⁴ Nm ³	52.27	12.2×10 ⁻³	99

注：数据取值来源为《中国能源统计年鉴》（2022）和《省级温室气体清单编制指南》（试行）。

表 D.2 净购入电力、热力排放因子和参数推荐值

名称	单位	CO ₂ 排放因子
净购入电力	tCO ₂ /MWh	采用主管部门最新公布的电网排放因子
净购入热力	tCO ₂ /GJ	0.11

表 D.3 基于 LCA 的电力碳排放因子的推荐值

电网名称	碳排放因子(kgCO ₂ /kWh)
全国平均	0.845
东北区域电网	0.902
华北区域电网	0.950
华东区域电网	0.908
西北区域电网	0.815
南方区域电网	0.719
华中区域电网	0.726

表 D.4 饱和蒸汽热焓表

压力 MPa	温度℃	焓 kJ/kg	压力 MPa	温度℃	焓 kJ/kg
0.001	6.98	2513.8	1.00	179.88	2777.0
0.002	17.51	2533.2	1.10	184.06	2780.4
0.003	24.10	2545.2	1.20	187.96	2783.4
0.004	28.98	2554.1	1.30	191.6	2786.0
0.005	32.90	2561.2	1.40	195.04	2788.4
0.006	36.18	2567.1	1.50	198.28	2790.4
0.007	39.02	2572.2	1.60	201.37	2792.2
0.008	41.53	2576.7	1.70	204.3	2793.8
0.009	43.79	2580.8	1.80	207.1	2795.1
0.010	45.83	2584.4	1.90	209.79	2796.4
0.015	54.00	2598.9	2.00	212.37	2797.4
0.020	60.09	2609.6	2.20	217.24	2799.1
0.025	64.99	2618.1	2.40	221.78	2800.4
0.030	69.12	2625.3	2.60	226.03	2801.2
0.040	75.89	2636.8	2.80	230.04	2801.7
0.050	81.35	2645.0	3.00	233.84	2801.9
0.060	85.95	2653.6	3.50	242.54	2801.3
0.070	89.96	2660.2	4.00	250.33	2799.4
0.080	93.51	2666.0	5.00	263.92	2792.8
0.090	96.71	2671.1	6.00	275.56	2783.3

0.10	99.63	2675.7	7.00	285.8	2771.4
0.12	104.81	2683.8	8.00	294.98	2757.5
0.14	109.32	2690.8	9.00	303.31	2741.8
0.16	113.32	2696.8	10.0	310.96	2724.4
0.18	116.93	2702.1	11.0	318.04	2705.4
0.20	120.23	2706.9	12.0	324.64	2684.8
0.25	127.43	2717.2	13.0	330.81	2662.4
0.30	133.54	2725.5	14.0	336.63	2638.3
0.35	138.88	2732.5	15.0	342.12	2611.6
0.40	143.62	2738.5	16.0	347.32	2582.7
0.45	147.92	2743.8	17.0	352.26	2550.8
0.50	151.85	2748.5	18.0	356.96	2514.4
0.60	158.84	2756.4	19.0	361.44	2470.1
0.70	164.96	2762.9	20.0	365.71	2413.9
0.80	170.42	2768.4	21.0	369.79	2340.2
0.90	175.36	2773.0	22.0	373.68	2192.5

表 D.5 过热蒸汽热焓表

单位：kJ/kg

温度℃	压力 (MPa)											
	0.01	0.1	0.5	1	3	5	7	10	14	20	25	30
0	0	0.1	0.5	1	3	5	7.1	10.1	14.1	20.1	25.1	30
10	42	42.1	42.5	43	44.9	46.9	48.8	51.7	55.6	61.3	66.1	70.8
20	83.9	84	84.3	84.8	86.7	88.6	90.4	93.2	97	102.5	107.1	111.7
40	167.4	167.5	167.9	168.3	170.1	171.9	173.6	176.3	179.8	185.1	189.4	193.8
60	2611.3	251.2	251.2	251.9	253.6	255.3	256.9	259.4	262.8	267.8	272	276.1
80	2649.3	335	335.3	335.7	337.3	338.8	340.4	342.8	346	350.8	354.8	358.7
100	2687.3	2676.5	419.4	419.7	421.2	422.7	424.2	426.5	429.5	434	437.8	441.6
120	2725.4	2716.8	503.9	504.3	505.7	507.1	508.5	510.6	513.5	517.7	521.3	524.9
140	2763.6	2756.6	589.2	589.5	590.8	592.1	593.4	595.4	598	602	605.4	603.1
160	2802	2796.2	2767.3	675.7	676.9	678	679.2	681	683.4	687.1	690.2	693.3
180	2840.6	2835.7	2812.1	2777.3	764.1	765.2	766.2	767.8	769.9	773.1	775.9	778.7
200	2879.3	2875.2	2855.5	2827.5	853	853.8	854.6	855.9	857.7	860.4	862.8	856.2

JJF XXXX-20XX

220	2918.3	2914.7	2898	2874.9	943.9	944.4	945.0	946	947.2	949.3	951.2	953.1
240	2957.4	2954.3	2939.9	2920.5	2823	1037.8	1038.0	1038.4	1039.1	1040.3	1041.5	1024.8
260	2996.8	2994.1	2981.5	2964.8	2885.5	1135	1134.7	1134.3	1134.1	1134	1134.3	1134.8
280	3036.5	3034	3022.9	3008.3	2941.8	2857	1236.7	1235.2	1233.5	1231.6	1230.5	1229.9
300	3076.3	3074.1	3064.2	3051.3	2994.2	2925.4	2839.2	1343.7	1339.5	1334.6	1331.5	1329
350	3177	3175.3	3167.6	3157.7	3115.7	3069.2	3017.0	2924.2	2753.5	1648.4	1626.4	1611.3
400	3279.4	3278	3217.8	3264	3231.6	3196.9	3159.7	3098.5	3004	2820.1	2583.2	2159.1
420	3320.96	3319.68	3313.8	3306.6	3276.9	3245.4	3211.0	3155.98	3072.72	2917.02	2730.76	2424.7
440	3362.52	3361.36	3355.9	3349.3	3321.9	3293.2	3262.3	3213.46	3141.44	3013.94	2878.32	2690.3
450	3383.3	3382.2	3377.1	3370.7	3344.4	3316.8	3288.0	3242.2	3175.8	3062.4	2952.1	2823.1
460	3404.42	3403.34	3398.3	3392.1	3366.8	3340.4	3312.4	3268.58	3205.24	3097.96	2994.68	2875.26
480	3446.66	3445.62	3440.9	3435.1	3411.6	3387.2	3361.3	3321.34	3264.12	3169.08	3079.84	2979.58
500	3488.9	3487.9	3483.7	3478.3	3456.4	3433.8	3410.2	3374.1	3323	3240.2	3165	3083.9
520	3531.82	3530.9	3526.9	3521.86	3501.28	3480.12	3458.6	3425.1	3378.4	3303.7	3237	3166.1
540	3574.74	3573.9	3570.1	3565.42	3546.16	3526.44	3506.4	3475.4	3432.5	3364.6	3304.7	3241.7
550	3593.2	3595.4	3591.7	3587.2	3568.6	3549.6	3530.2	3500.4	3459.2	3394.3	3337.3	3277.7
560	3618	3617.22	3613.64	3609.24	3591.18	3572.76	3554.1	3525.4	3485.8	3423.6	3369.2	3312.6
580	3661.6	3660.86	3657.52	3653.32	3636.34	3619.08	3601.6	3574.9	3538.2	3480.9	3431.2	3379.8
600	3705.2	3704.5	3701.4	3697.4	3681.5	3665.4	3649.0	3624	3589.8	3536.9	3491.2	3444.2

表 D.6 基于 LCA 的各类运输方式的碳排放因子

运输方式类别	运输方式碳排放因子	
	数值	单位
公路-汽油	0.149	kg CO ₂ eq/tkm
公路-柴油	0.129	kg CO ₂ eq/tkm
城市货运	0.137	kg CO ₂ eq/tkm
轻型汽油货车运输（载重 2t）	0.359	kg CO ₂ eq/tkm
轻型柴油货车运输（载重 2t）	0.171	kg CO ₂ eq/tkm
重型柴油货车运输（载重 18t）	0.129	kg CO ₂ eq/tkm
电力机车运输	8.44E-06	kg CO ₂ eq/tkm
内燃机车运输	9.66E-03	kg CO ₂ eq/tkm
铁路运输-中国市场平均	3.97E-03	kg CO ₂ eq/tkm
液货船运输（载重 2000t）	2.20E-02	kg CO ₂ eq/tkm

附录 E

报告格式模板

建筑垃圾固定式处置场或填埋场温室气体排放计量报告

证书编号_____号 第__页/共__页

报告主体: _____

报告年度: _____

接收日期: _____

计量日期: _____

发布日期: _____

建议周期: _____

证书专用章

批 准: _____

核 验: _____

计 量: _____

计量机构信息

说明

1. 本报告所依据的技术文件
2. 本报告所引用的技术报告

表 E.1 报告单位信息

单位名称	
单位性质	
统一社会信用代码	
地址	
占地面积	用能人数
合署办公情况	
行政区划	联系人
联系电话	E-mail

注：用能人数参照GB/T 40498《建筑垃圾固定式处置场或填埋场能耗定额标准编制通则》附录A 计算。

表 E.2 温室气体排放源流清单

编号	计量边界	排放源类别	源流种类	源流类型
	直接排放	燃料燃烧排放		
		过程排放		
	间接排放	净购入电力产生的排放		
		净购入热力产生的排放		

注 1：源流种类包括：商业标准燃料、其它气态和液态燃料、固体燃料、脱硫剂、净购入电力、净购入热力。

注 2：源流类型包括：主要源流、次要源流。

表 E.3 活动数据计量

表 E.3.1 能源计量器具配备清单

序号	计量器具名称	准确度等级	安装地点及用途	分级分项	有效溯源证书编号

表 E 3.2 源流消耗量计量数据清单

序号	排放源类别	源流种类	消耗量 t 或 10^4Nm^3 或 MWh 或 GJ	不确定度	数据来源

表 E.3.3 不同化石燃料低位发热量测试数据

序号	源流种类	测试时间	低位发热量 GJ/t 或 $\text{GJ}/10^4\text{Nm}^3$	不确定度
平均低位发热量				

表 E.3.4 温室气体排放活动数据

序号	源流种类	活动数据	不确定度	最大允许不确定度

表 E.4 排放因子计量

表 E.4.1 不同化石燃料单位热值含碳量和碳氧化率数据

序号	源流种类	碳氧化率 %	单位热值含碳量 tC/GJ	不确定度

表 E.4.2 温室气体排放因子和计算系数

序号	排放源类别	源流种类	排放因子	不确定度

表 E.5 温室气体排放量

编号	计量边界	排放源类别	源流种类	排放量 tCO ₂	不确定度
	直接排放	燃料燃烧排放			
		过程排放			
	间接排放	净购入电力产生的排放			
		净购入热力产生的排放			
温室气体排放总量/tCO ₂					

表 E.6 分析与改进

序号	指标	上一年度数据	本年度数据	降幅 %
1	温室气体排放总量			
2	单位建筑面积温室气体排放量			
3	人均温室气体排放量			
改进措施				

附录 F

不确定度评估方法及示例

建筑垃圾固定式处置场或填埋场应按 JJF 1059.1 要求对活动数据和排放因子进行不确定度评估。

F.1 活动数据不确定度评估方法

F.1.1 燃料活动数据

根据误差传播定律，燃料活动数据的标准不确定度按式（F-1）计算：

$$u(AD) = \sqrt{(AD)^2 \left[\left(\frac{u(FQ)}{FQ} \right)^2 + \left(\frac{u(NCV)}{NCV} \right)^2 \right]} \quad (F-1)$$

其中：

$u(FQ)$ —— 燃料消耗量的标准不确定度；

$u(NCV)$ —— 燃料低位发热量的标准不确定度。

对于气体和液体燃料，低位发热量的标准不确定度即为仪器的测量不确定度；对于固体燃料如煤，需要考虑煤采样不均匀引起的不确定度。煤的低位发热量相对不确定度按式（F-2）计算：

$$u(NCV)/NCV = \sqrt{(u_{NCV \text{ 采样}})^2 + (u_{\text{测量}})^2} \quad (F-2)$$

其中：

$u_{NCV \text{ 采样}}$ —— 煤采样引起的发热量测定相对不确定度；

$u_{\text{测量}}$ —— 煤样品发热量测量的相对不确定度。

在评估采样不均匀引起的低位发热量不确定度时，需在同一批次煤进行多次采样，采样次数不少于 次，采样不确定度按照下式进行计算：

$$u_{NCV \text{ 采样}} = \frac{s(x)}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (F-3)$$

其中：

x_i —— 同一批第 i 次采样的样品低位发热量；

\bar{x} —— 同一批次所有采样的样品平均低位发热量。

F.1.2 净购入电力、热力活动数据

净购入电力、热力活动数据的不确定度为计量仪表的不确定度。

F.1.3 其他源流活动数据

针对脱硫过程，活动数据的不确定度按下式计算：

$$u(\text{CAL}) = \sqrt{(\text{CAL})^2 \left[\left(\frac{u(\text{B})}{\text{B}} \right)^2 + \left(\frac{u(\text{I})}{\text{I}} \right)^2 \right]} \quad (\text{F-4})$$

其中：

$u(\text{CAL})$ —— 脱硫过程活动数据的标准不确定度；

$u(\text{B})$ —— 脱硫剂消耗量的标准不确定度；

$u(\text{I})$ —— 脱硫剂碳酸盐含量的标准不确定度。

针对逸散排放，灭火器中二氧化碳灭火剂填充量以设备铭牌标明为准，不再进行不确定度评估。

F.2 排放因子不确定度评估方法

F.2.1 燃料燃料过程排放因子

燃料燃烧过程排放因子的标准不确定度按式（F-5）计算：

$$u(\text{EF}) = \sqrt{(\text{EF})^2 \left[\left(\frac{u(\text{CC})}{\text{CC}} \right)^2 + \left(\frac{u(\text{OF})}{\text{OF}} \right)^2 \right]} \quad (\text{F-5})$$

其中：

$u(\text{CC})$ —— 单位发热量含碳量的标准不确定度；

$u(\text{OF})$ —— 碳氧化率的标准不确定度。

当以煤为燃料时，需要考虑煤采样不均匀引起的不确定度。

煤的单位发热量含碳量相对不确定度按式（F-6）计算：

$$U(\text{CC})/\text{CC} = (u_{\text{含碳量采样}})^2 + (u_{\text{NCV 采样}})^2 + (u_{\text{含碳量测量}})^2 + (u_{\text{发热量测量}})^2 \quad (\text{F-6})$$

其中：

$u_{\text{含碳量采样}}$ —— 煤采样引起的含碳量测定相对不确定度，计算方法参考 $u_{\text{NCV 采样}}$ 。

$u_{\text{含碳量测量}}$ —— 煤样品含碳量测量的相对不确定度。

其他燃料的含碳量不确定度不需考虑采样不确定度的影响。

F.2.2 其他源流排放因子

过程排放及净购入电力、热力排放使用的排放因子采用默认值，该部分不确定度不进行评定。

F.3 排放量的扩展不确定度

根据误差传播定律， CO_2 排放量的总不确定度按式（F-7）计算。

$$u(E) = \sqrt{u(E_{\text{燃烧}})^2 + u(E_{\text{过程}})^2 + u(E_{\text{电力}})^2 + u(E_{\text{热力}})^2} \quad (\text{F-7})$$

其中：

$u(E)$ —— CO_2 排放总量的标准不确定度；

$u(E_{\text{燃烧}})$ —— 燃料燃烧排放量的标准不确定度；

$u(E_{\text{过程}})$ —— 过程排放量的标准不确定度；

$u(E_{\text{电力}})$ —— 净购入电力排放量的标准不确定度；

$u(E_{\text{热力}})$ —— 净购入热力排放量的标准不确定度；

由于以上四个分量的计算公式相似，其标准不确定度计算公式也相似，以燃料燃烧排放量的标准不确定度为例，计算公式如下：

$$u(E_{\text{燃烧}}) = \sqrt{E_{\text{燃烧}}^2 \left[\left(\frac{u(AD)}{AD} \right)^2 + \left(\frac{u(EF)}{EF} \right)^2 \right]} \quad (\text{F-8})$$

其中：

$u(AD)$ —— 活动数据的标准不确定度，计算方法参考 F.1；

$u(EF)$ —— 排放因子的标准不确定度，计算方法参考 F.2。

总排放量的拓展相对不确定度为 $2u(E)/E$ ($k=2$)。

F.4 不确定度评估示例

某建筑垃圾固定式处置场或填埋场食堂使用天然气作为燃料，天然气燃烧产生的排放量为 9.33 吨。天然气通过一个管道由天然气公司供应，天然气的用量由一个气体流量计确定，气体流量计的测量不确定度为 2%，天然气的低位发热量和含碳量使用气相色谱仪进行测量，仪器测量不确定度为 0.2%，因此该建筑垃圾固定式处置场或填埋场天然气活动数据相对标准不确定度为：

$$\frac{u(AD)}{AD} = \sqrt{\left[\left(\frac{u(FQ)}{FQ} \right)^2 + \left(\frac{u(NCV)}{NCV} \right)^2 \right]} = \sqrt{0.02^2 + 0.02^2} = 2.01\%$$

由于该机构不具备测定天然气碳氧化率的条件，碳氧化率采用了默认值，因此其排放因子的不确定度仅考虑天然气单位发热量含碳量测量不确定度，为：

$$\frac{u(CC)}{CC} = \sqrt{(u_{\text{含碳量测量}})^2 + (u_{\text{发热量测量}})^2} = 0.28\%$$

天然气燃烧产生的排放量标准不确定度为：

$$u(E_{\text{天然气}}) = \sqrt{E_{\text{天然气}}^2 \left[\left(\frac{u(AD)}{AD} \right)^2 + \left(\frac{u(EF)}{EF} \right)^2 \right]} = 0.189 \text{tCO}_2$$

该建筑垃圾固定式处置场或填埋场采用锅炉进行供热，煤燃烧产生的排放量为 21.62 吨。煤是通过皮带秤进行称重的，皮带秤的测量不确定度为 0.5%，煤的低位发热量使用量热仪进行测量，量热仪测量不确定度为 1.6%，为评估 NCV 采样不确定度，对同批次煤进行了 5 次采样测量，低位发热量结果为：25.282 GJ/t、25.373 GJ/t、25.304 GJ/t、25.297 GJ/t、25.288 GJ/t，则其低位发热量采样不确定度为：

$$u_{\text{NCV 采样}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = 1.65\%$$

其低位发热量不确定度为：

$$\frac{u(\text{NCV})}{\text{NCV}} = \sqrt{(u_{\text{NCV 采样}})^2 + (u_{\text{测量}})^2} = 2.30\%$$

因此该建筑垃圾固定式处置场或填埋场煤活动数据的不确定度为：

$$\frac{u(\text{AD})}{\text{AD}} = \sqrt{\left[\left(\frac{u(\text{FQ})}{\text{FQ}}\right)^2 + \left(\frac{u(\text{NCV})}{\text{NCV}}\right)^2\right]} = 2.35\%$$

由于该机构不具备测定煤碳氧化率的条件，碳氧化率采用了默认值，因此其排放因子的不确定度仅考虑煤单位发热量含碳量测量不确定度，煤的含碳量使用元素分析仪进行测量，为评估含碳量采样不确定度，对同批次煤进行了 5 次采样测量，含碳量结果为：66.56%、67.38%、65.69%、68.12%、64.44%，则其含碳量采样不确定度为：

$$u_{\text{含碳量采样}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = 0.3\%$$

元素分析仪测量不确定度为 2%，结合采样引起的不确定度，其排放因子不确定度为：

$$\frac{u(\text{CC})}{\text{CC}} = \sqrt{(u_{\text{含碳量采样}})^2 + (u_{\text{NCV 采样}})^2 + (u_{\text{含碳量测量}})^2 + (u_{\text{发热量测量}})^2} = 3.06\%$$

$$\frac{u(\text{CC})}{\text{CC}} = (u_{\text{含碳量采样}})^2 + (u_{\text{NCV 采样}})^2 + (u_{\text{含碳量测量}})^2 + (u_{\text{发热量测量}})^2 = 3.06\%$$

煤燃烧产生的排放量标准不确定度为：

$$u(E_{\text{煤}}) = \sqrt{E_{\text{煤}}^2 \left[\left(\frac{u(\text{AD})}{\text{AD}}\right)^2 + \left(\frac{u(\text{EF})}{\text{EF}}\right)^2 \right]} = 0.834 \text{ tCO}_2$$

该建筑垃圾固定式处置场或填埋场采用电能表对购入电力进行计量，净购入电力产生的碳排放量为 672 吨。电能表的测量不确定度为 0.2%，则其净购入电力活动数据的相对不确定度为 0.2%，标准不确定度为 1.344 tCO₂。

综合以上分析，该建筑垃圾固定式处置场或填埋场总碳排放量标准不确定度为 1.593 tCO₂，相对不确定度为 0.23%，拓展相对不确定度为 0.46%（k=2）。