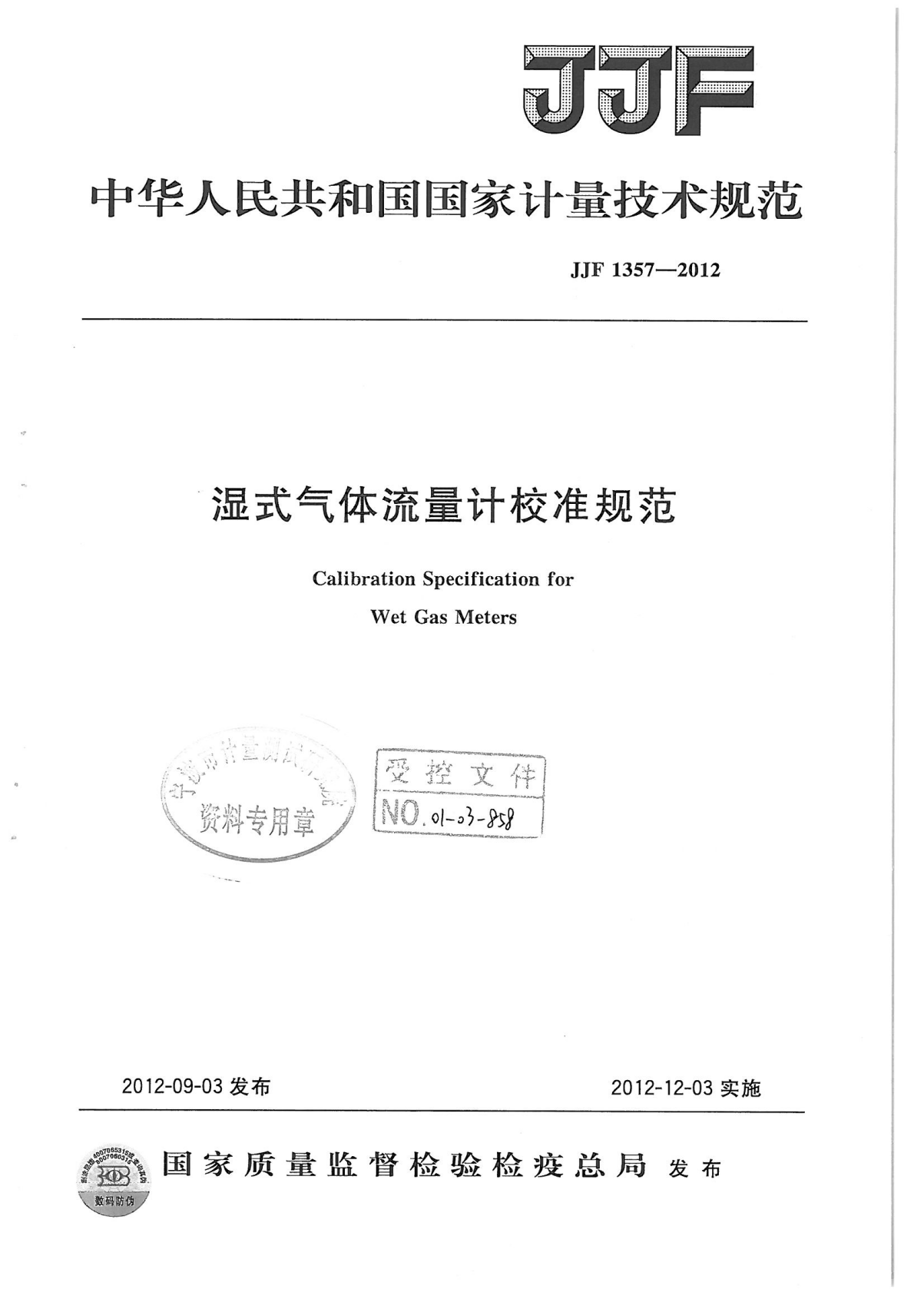
****

**中华人民共和国国家计量技术规范**

**JJF ××××-××××**

建筑运行阶段碳排放

计量技术规范

**Technical Specification for Carbon Emission Measurement in Building Operation Stage**

**（征求意见稿）**

**××××-××-××发布 ××××-××-××实施**

**国家市场监督管理总局** 发 布

**建筑运行阶段碳排放**

**计量技术规范**

**Technical Specification for Carbon Emission Measurement in Building Operation Stage**

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：中国建筑科学研究院有限公司

中国计量科学研究院

郑州计量先进技术研究院

北京东方计量测试研究所

中建研科技股份有限公司

参加起草单位：北京工业大学

四川省建筑科学研究院有限公司

本规范委托全国碳达峰碳中和计量技术委员会负责解释

1. 本规范主要起草人：
3. 参加起草人：

目 录

[引 言 I](#_Toc148704673)

[1 范围 1](#_Toc148704674)

[2 引用文件 1](#_Toc148704675)

[3 术语和定义 1](#_Toc148704676)

[4 概述 2](#_Toc148704677)

[4.1计量对象 2](#_Toc148704678)

[4.2计量边界范围 2](#_Toc148704679)

[4.3碳源流识别 2](#_Toc148704680)

[5 计量特性 3](#_Toc148704681)

[6 计量条件 3](#_Toc148704682)

[7 计量方法 4](#_Toc148704683)

[7.1 一般要求 4](#_Toc148704684)

[7.2 计量方法 4](#_Toc148704685)

[8 计量结果表达 5](#_Toc148704686)

[8.1 报告 5](#_Toc148704687)

[8.2 基本信息 5](#_Toc148704688)

[8.3 碳源流识别 5](#_Toc148704689)

[8.4 活动数据及来源 5](#_Toc148704690)

[8.5 排放因子数据及来源 5](#_Toc148704691)

[8.6 碳排放量 6](#_Toc148704692)

[8.7 总结 6](#_Toc148704693)

[附录A 建筑运行碳排放边界 7](#_Toc148704694)

[附录B 碳排放因子推荐值 8](#_Toc148704695)

[附录C 建筑运行阶段碳排放计量报告模板 10](#_Toc148704696)

[附录D 不确定度分析 13](#_Toc148704697)

[附录E 不确定度评估示例 16](#_Toc148704698)

## 引 言

为推进碳达峰碳中和计量体系建设，进一步对建筑碳排放进行科学计量，依据《中华人民共和国节约能源法》、《中华人民共和国计量法》有关规定，以及政府间气候专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change，IPCC）提出的《国家温室气体清单指南》，结合我国温室气体排放管理要求及现状，在参考GB/T 51366-2019《建筑碳排放计算标准》的基础上，制定了《建筑运行阶段碳排放计量技术规范》。本规范与GB/T 51366-2019 的主要区分是，提出建筑运行阶段碳排放的计量边界范围，确定排放因子法作为建筑运行阶段碳排放的计量方法，给出了基于源流的碳排放计量以及不确定度评定方法。规范包括5个附录（A-E）：附录A《建筑运行碳排放边界》、附录B《碳排放因子推荐值》、附录C《建筑运行阶段碳排放计量报告模板》、附录D《不确定度分析》、附录E《不确定度评估示例》。

本规范为首次发布。

建筑运行阶段碳排放计量技术规范

## 1 范围

本规范适用于各类新建、改建和扩建建筑运行阶段由于能源、资源和材料消耗产生碳排放的计量活动。通过划定建筑碳排放边界、识别碳源流、核算活动数据及碳排放因子实现建筑运行阶段的碳排放计量，其中活动数据和碳排放因子应为可计量溯源数据。

## 2 引用文件

JJG 162饮用冷水水表

JJG 195连续累计自动衡器（皮带秤）

JJG 225热能表

JJG 539数字指示秤检定规程

JJG 577膜式燃气表

JJG 971液位计

JJG 1030超声流量计

JJG 1085标准电能表

JJG 2063液体流量计量器具

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1059.1测量不确定度评定与表示

JJF 1071 国家计量校准规范编写规则

GB/T 17215标准电能表

GB/T 41248燃气计量系统

GB/T 51366建筑碳排放计算标准

## 3 术语和定义

3.1 建筑运行阶段碳排放 carbon emission of building operation stage

在建筑运行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）。

3.2 建筑运行阶段碳排放强度 carbon emission intensity during building operatio

在建筑实际运行条件下，单位建筑面积在某年产生的碳排放量。

3.3 建筑运行阶段碳排放计量 measuring，accounting and confirming of carbon emission in the building operation stage

实现建筑运行阶段碳排放相关测量量值单位统一、准确可靠的活动。

3.4 碳排放因子 carbon emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数，用于量化能源、资源以及材料的消耗量的碳排放量。

3.5 排放因子法 measuring account by carbon emission factor

温室气体的排放量等于活动数据与温室气体排放因子的乘积。

3.6 碳源流 carbon source stream

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。

3.7 主要碳源流 main carbon source stream

碳排放量大于等于建筑每年碳排放总量5%的碳源流。

3.8 次要碳源流 secondary carbon source stream

碳排放量低于建筑每年碳排放总量5%的碳源流。

## 4 概述

### 4.1计量对象

建筑运行阶段碳排放计量对象一般为已经正常运行的建筑，包括居住建筑、公共建筑、工业建筑等。按建筑行政管理及所有权划分边界以单体独栋建筑为单元进行计量，特殊情况下统一管理运营的多栋建筑、工业园区、建筑群等可合并计量。

### 4.2计量边界范围

建筑运行阶段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化石燃料燃烧排放、非能源介质和其他特殊物质的过程排放；间接碳排放主要包括净购入能源产生的排放。建筑运行阶段碳排放以建筑年碳排放总量表示，包括支撑建筑自身功能和正常运行的能源使用产生的碳排放。具体碳排放边界范围见附录A。

### 4.3碳源流识别

在建筑运行阶段碳排放计量边界内，对直接碳排放和间接碳排放的各种碳源流均应进行识别确认，并通过初步核算分为主要碳源流和次要碳源流。建筑运行阶段碳源流宜按表1进行识别确认。

表1 建筑运行阶段碳源流示意表（不限于）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 计量边界 | 排放类型 | 碳源流 | 举例 |
| 直接  碳排放 | 化石能源消耗排放 | 煤炭、燃油、天然气等化石燃料 | 燃气灶具、锅炉、直燃机 |
| 非能源介质过程排放 | 灭火剂、制冷剂 | 灭火器、空调 |
| 特殊物质过程排放 | 绝缘气体、沼气 | 配电箱、沼气池 |
| 间接  碳排放 | 净购入能源排放 | 净购入电力、热力或蒸汽 | 空调系统、照明系统、新风系统、供热系统、电梯 |

## 5 计量特性

本规范活动数据的计量特性应符合表1规定。

表1 建筑运行阶段碳排放活动数据计量特性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 碳源流 | 计量器具 | 示值单位 | 准确度等级要求 |
| 固体燃料（例：煤炭） | 电子秤、地秤、皮带秤 | kg、t | 1级 |
| 液体燃油（例：汽油、柴油） | 流量计 | L | 1级 |
| 气体燃料（例：天然气） | 燃气表 | m3 | 2.0级 |
| 过程排放物质（例：灭火剂、制冷剂） | / | 标称值 | / |
| 净购入电力 | 电能表 | kWh | 1.0级 |
| 净购入热力 | 热能表 | J、GJ | 2级 |

注：建筑配备电能表进行计量时表应以结算表数据为准。

本规范用碳排放因子的计量特性应符合表2规定。

表2 建筑运行阶段碳排放因子计量特性

|  |  |
| --- | --- |
| 碳排放因子 | 计量特性要求 |
| 电网因子 | 应以国家或地方电力部门颁布的官方数据为准 |
| 天然气燃烧碳排放因子 | 具备测量条件应以直接测量数据为准，不具备测量条件的应以有关部门颁布的数据为准 |
| 固体燃料碳排放因子 |
| 液体燃料碳排放因子 |
| 过程排放碳排放因子 |

## 6 计量条件

对于表1计量器具的计量条件应满足表3中要求。

表3 部分碳源流计量器具依据规范

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 碳源流类别 | 计量器具 | 依据规范或标准 |
| 1 | 电能 | 电能表 | JJF 1085《标准电能表》 |
| 2 | 天然气 | 燃气表 | JJG 577《膜式燃气表》、GB/T 41248《燃气计量系统》 |
| 3 | 热能 | 热能表 | JJG 225《热能表》 |
| 4 | 固体化石燃料 | 秤 | JJG 195《连续累计自动衡器（皮带秤）》、JJG 539《数字指示秤检定规程》 |
| 5 | 液体化石燃料 | 流量计 | JJG 1030《超声流量计》、JJG 2063《液体流量计量器具》、JJG 971《液位计》 |
| 6 | 水 | 水表 | JJG 162《饮用冷水水表》 |

## 7 计量方法

### 7.1 一般要求

7.1.1数据采集原则

数据采集应针对建筑运行过程中反映能源、资源和材料消耗量的数据及相应的碳排放因子，各种碳排放源消耗量应选择直接计量获取的原始数据。

碳排放数据采集应与计量器具实际测量结果相符，不得伪造或者篡改计量数据。应按碳源流分类计量要求设置计量采集点，对各种能源、资源和材料等定期进行计量数据采集和记录，记录应完整、真实、准确、可靠，并按规定的期限予以保存，以满足计量管理的要求。

7.1.2数据采集要求要符合以下规定。

1）采集时间相对稳定，以消除因采集时差带来统计数据的不可比性。

2）满足计算和统计能源、资源和材料消耗量及能量输配能耗量、计算节能改造的节能量等需要。

3）数据采集周期应至少为一个连续自然年，且应至少包含一个完整的供暖季和一个完整的制冷季的实测数据。

4）主要碳源流的活动数据计量有效期限为一年，次要碳源流的活动数据计量有效期限为三年。

5）建筑材料及能源的计量单位应符合国际单位制（SI）的要求。

7.1.3数据采集方式

采集方式包括仪表检测和资料查询。采集数据具备自动监测条件时应保证数据的准确性、完整性和连续性；不具备自动连续监测条件时应通过查询备案文件、缴费账单、财务报表等资料进行采集。

1）人工采集。使用规范的数据采集记录（抄表记录）格式，由数据采集人员和复核人员签字，采集频率不宜低于每天一次。

2）自动采集。利用计算机技术实现能源计量数据的网络化管理，及时采集计量数据并备份归档，采集频率不宜低于每小时一次。

### 7.2 计量方法

7.2.1排放因子法

确定建筑计量范围内所有碳源流，保证每种碳源流的活动数据*Mi*和对应排放因子*Qi*准确可靠可溯源。

建筑运行阶段碳排放量的计量方法可选用排放因子法，按式（1）。

（1）

式中：*CM*——建筑运行阶段碳排放量（tCO2·年）；

*Mi*——第i种能源、材料的消耗量；

*Qi*——第i种能源、材料的碳排放因子；

7.2.2碳排放强度

建筑运行阶段碳排放强度为碳排放量与建筑面积的比值，建筑运行阶段碳排放强度计算方法按式（2）计算：

（2）

式中：*QM*——建筑运行阶段碳排放强度（tCO2/m2·年）；

*A*——建筑面积（m2）。

## 8 计量结果表达

### 8.1 报告

建筑运行阶段碳排放计量报告应参照附录D的格式。

### 8.2 基本信息

基本信息应包括建筑名称、建筑类型、建筑规模、报告年度、地理位置、联系人信息等。

### 8.3 碳源流识别

报告中应体现建筑运行消耗的源流名称和源流类型。

### 8.4 活动数据及来源

报告中应明确建筑能源计量器具配备和溯源情况，以及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、净购入的电量和热量。另外报告中应确定各种活动数据的来源和不确定度。

### 8.5 排放因子数据及来源

报告中应给出建筑所使用的不同品种化石燃料的碳氧化率和排放因子，购入电力和热力在生产过程中的排放因子，以及各碳源流的排放因子来源和所有实测数据的不确定度。

### 8.6 碳排放量

报告中应分别给出建筑报告期内各碳源流产生的碳排放量，并分别给出标准不确定度，最终明确建筑报告期内碳排放总量和碳排放强度，并给出合成不确定度。

### 8.7 总结

给出报告期内建筑运行阶段碳排放量和碳排放强度，并对数据进行分析总结。

## 附录A

建筑运行碳排放边界

A.1 建筑运行阶段碳排放具体边界划分见表A.1。

表A.1 建筑运行阶段碳排放边界划分表

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 类别 |
| 1 | 空调系统用能 |
| 2 | 供暖系统用能 |
| 3 | 照明系统用电 |
| 4 | 电梯系统用电 |
| 5 | 新风系统用电 |
| 6 | 给排水系统用能 |
| 7 | 消防系统用能 |
| 8 | 生活热水系统用能 |
| 9 | 送、排风系统用能 |
| 10 | 炊事系统用能 |
| 11 | 可再生能源系统用能 |
| 12 | 储能系统用能 |
| 13 | 灭火剂、制冷剂、绝缘气体的过程排放 |
| 14 | 外购冷源排放 |

A.2 其他计量边界要求

A.2.1太阳能光伏系统计量

具备太阳能光伏系统的建筑进行碳排放计量应考虑系统发电量，发电量由并入电网电量和直接用于建筑运行电量组成。其中并入电网电量对应的建筑碳减排量归属权应按当地政府或有关部门规定执行。

A.2.2储能系统

建筑储能系统进行碳排放计量分为以下两种情况：

1）利用太阳能、风能、地热、水力能等清洁能源的储能系统，应按实际应用于建筑末端的能耗进行计量，因系统自身性能、管路输配等造成的能量损失不计。

2）利用谷电等外购能源运行的储能系统，应按储能系统实际能耗进行计量，因系统自身性能、管路输配等造成的能量损失应计入建筑碳排放量中。

## 附录B

碳排放因子推荐值

相关参数推荐值见表B.1、表B.2、表B.3。

表B.1 净购入电力、热力排放因子推荐值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 单位 | CO2排放因子 |
| 净购入电力 | tCO2/MWh | 采用主管部门最新公布的电网排放因子 |
| 净购入热力 | tCO2/GJ | 0.11 |

表B.2 常用化石燃料相关参数推荐值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 分类 | 燃料类型 | 单位热值含碳率（tC/TJ） | 碳氧化率 | 单位热值CO2碳排放因子（10-3×tCO2/GJ） |
| 固体燃料 | 无烟煤 | 27.4 | 0.94 | 94.44 |
| 烟煤 | 26.1 | 0.93 | 89.00 |
| 褐煤 | 28.0 | 0.96 | 98.56 |
| 炼焦煤 | 25.4 | 0.98 | 91.27 |
| 型煤 | 33.6 | 0.90 | 110.88 |
| 焦炭 | 29.5 | 0.93 | 100.60 |
| 其他焦化产品 | 29.5 | 0.93 | 100.60 |
| 液体燃料 | 原油 | 20.1 | 0.98 | 72.23 |
| 燃料油 | 21.1 | 0.98 | 75.82 |
| 汽油 | 18.9 | 0.98 | 67.91 |
| 柴油 | 20.2 | 0.98 | 72.59 |
| 喷气煤油 | 19.5 | 0.98 | 70.07 |
| 一般煤油 | 19.6 | 0.98 | 70.43 |
| NGL天然气凝液 | 17.2 | 0.98 | 61.81 |
| LPG液化石油气 | 17.2 | 0.98 | 61.81 |
| 炼厂干气 | 18.2 | 0.98 | 65.40 |
| 石脑油 | 20.0 | 0.98 | 71.87 |
| 沥青 | 22.0 | 0.98 | 79.05 |
| 润滑油 | 20.0 | 0.98 | 71.87 |
| 石油焦 | 27.5 | 0.98 | 98.82 |
| 石化原料油 | 20.0 | 0.98 | 71.87 |
| 其他油品 | 20.0 | 0.98 | 71.87 |
| 气体燃料 | 天然气 | 15.3 | 0.99 | 55.54 |
| 注：数据来源于GB/T 51366-2019建筑碳排放计算标准。 | | | | |

表B.3 其他能源相关参数推荐值

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 能源类型 | | 缺省碳含量（10-3×tC/GJ） | 缺省氧化因子 | 有效CO2排放因子  （10-3×tCO2/GJ） | | |
| 缺省值 | 95%置信区间 | |
| 较低 | 较高 |
| 城市废弃物（非生物量比例） | | 25.0 | 1 | 91.7 | 73.3 | 121.0 |
| 工业废弃物 | | 39.0 | 1 | 143.0 | 110.0 | 183.0 |
| 废油 | | 20.0 | 1 | 73.3 | 72.2 | 74.4 |
| 泥炭 | | 28.9 | 1 | 106.0 | 100.0 | 108.0 |
| 固体生物燃料 | 木材/木材废弃物 | 30.5 | 1 | 112.0 | 95.0 | 132.0 |
| 亚硫酸盐废液（黑液） | 26.0 | 1 | 95.3 | 80.7 | 110.0 |
| 木炭 | 30.5 | 1 | 112.0 | 95.0 | 132.0 |
| 其他主要固体生物燃料 | 27.3 | 1 | 100.0 | 84.7 | 117.0 |
| 液体生物燃料 | 生物汽油 | 19.3 | 1 | 70.8 | 59.8 | 84.3 |
| 生物柴油 | 19.3 | 1 | 70.8 | 59.8 | 84.3 |
| 其他液体生物燃料 | 21.7 | 1 | 79.6 | 67.1 | 95.3 |
| 气体生物燃料 | 填埋气体 | 14.9 | 1 | 54.6 | 46.2 | 66.0 |
| 污泥气体 | 14.9 | 1 | 54.6 | 46.2 | 66.0 |
| 其他生物气体 | 14.9 | 1 | 54.6 | 46.2 | 66.0 |
| 其他非化石燃料 | 城市废弃物（生物量比例） | 27.3 | 1 | 100.0 | 84.7 | 117.0 |
| 注：数据来源于GB/T 51366-2019建筑碳排放计算标准。 | | | | | | |

## 附录C

建筑运行阶段碳排放计量报告模板

建筑运行阶段碳排放计量报告

报告编号000 000

建筑名称：000000

报告年度：000000

报告日期：000000

计量周期：000000

发布日期：000000

计量人员：

报告专用章 校审人员：

审定人员：

一、建筑基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 建筑所属单位（公司） |  | | |
| 单位（公司）性质 |  | | |
| 统一社会信用代码 |  | | |
| 建筑所在地址 |  | | |
| 建筑面积 |  | 建筑类型 |  |
| 建造时间 |  | 使用人数 |  |
| 联系人 |  | 联系电话 |  |

二、建筑碳源流清单

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 计量边界 | 碳排放源 | 碳源流 | 碳源流分类 |
| 1 | 直接碳排放 | 化石燃料燃烧排放 |  |  |
| 2 | 非能源介质消耗排放 |  |  |
| 3 | 其他特殊物质分解排放 |  |  |
| 4 | 间接碳排放 | 购入电力碳排放 |  |  |
| 5 | 购入热力碳排放 |  |  |
| 6 | 购入冷源碳排放 |  |  |

注1：碳源流包括：固体、气体、液体化石燃料，购入电力，购入热力等。

注2：碳源流分类包括：主要碳源流和次要碳源流。

三、建筑碳排放数据

1.能耗活动数据汇总

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 碳排放源 | 消耗量 | 计量器具 | 器具安装位置及用途 | 不确定度 | 检定/校准证书编号 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |  |  |

2.碳排放因子活动数据汇总

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 碳排放源 | 碳氧化率 | 排放因子 | 不确定度 |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |

四、建筑碳排放量

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 计量边界 | 碳排放源 | 碳源流 | 碳排放量tCO2 | 不确定度 |
|  | 直接碳排放 | 化石燃料燃烧排放 |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  | 非能源介质消耗排放 |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  | 其他特殊物质分解排放 |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  | 间接碳排放 | 购入电力碳排放 |  |  |  |
|  | 购入热力碳排放 |  |  |  |
|  | 购入冷源碳排放 |  |  |  |
| 建筑碳排放总量/tCO2 | | | |  |  |

五、总结

本年度建筑运行阶段碳排放量：

单位建筑面积碳排放强度：

## 附录D

不确定度分析

建筑运行阶段应按JJF 1059.1要求对相关活动数据和排放因子进行不确定度分析。

D.1活动数据不确定度评估方法

D.1.1化石燃料直接消耗相关活动数据

根据误差传播定律，化石燃料活动数据的标准不确定度按式（D-1）计算：

（D-1）

其中：

*u（F）*——化石燃料消耗量的标准不确定度；

*u（N）*——化石燃料低位发热量的标准不确定度。

对于气体和液体燃料如天然气、燃油，测量仪器的测量不确定度为相关燃料的低位发热量标准不确定度；对于固体燃料如煤炭，应考虑采样不均匀引起的不确定度。煤炭的低位发热量相对不确定度按式（C-2）计算：

（D-2）

其中：

*uN*采——煤炭采样引起的发热量测定相对不确定度；

*u*热测——煤炭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，需在同一批次进行多次采样，采样次数不少于5次，采样不确定度按照式（C-3）计算：

（D-3）

其中：

*xi*——同一批次第*i*次采样的样品低位发热量；

——同一批次所有采样的样品平均低位发热量。

D.1.2净购入能源活动数据

净购入能源如电力、热力等活动数据的不确定度为相关计量仪表的不确定度。

D.1.3其他材料活动数据

针对某些标准物质的过程排放，如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。

D.2排放因子不确定度评估方法

D.2.1化石燃料排放因子

化石燃料排放因子的标准不确定度按式（D-4）计算：

（D-4）

其中：

*u（C）*——化石燃料单位发热量含碳量的标准不确定度；

*u（OF）*——化石燃料碳氧化率的标准不确定度。

当以煤炭为燃料时，需考虑煤炭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（D-5）计算：

（D-5）

其中：

*u*碳采——煤炭采样引起的含碳量测定相对不确定度，计算方法参考*u*N采；

*u*碳测——煤炭样品含碳量测量的相对不确定度。

其他化石燃料的含碳量不确定度不需考虑采样的不确定度的影响。

D.2.2其他排放因子

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。

D.3排放量的扩展不确定度

根据误差传播定律，建筑碳排放量的总不确定度按式（D-6）计算。

（D-6）

其中：

*u*（*T*）——建筑碳排放总量的标准不确定度；

*u*（*T*燃）——化石燃料燃烧碳排放量的标准不确定度；

*u*（*T*过程）——过程排放量的标准不确定度；

*u*（*T*电）——净购入电力碳排放量的标准不确定度；

*u*（*T*热）——净购入热力碳排放量的标准不确定度。

由于上述*u*（*T*燃）、*u*（*T*过程）、*u*（*T*电）和*u*（*T*热）计算公司相似，其标准不确定度计算公式也相似，以化石燃料燃烧排放量的标准不确定度为例，计算公式如下：

其中：

*u*（*A*）——化石燃料活动数据的标准不确定度，计算方法参考D.1；

*u*（*E*）——化石燃料排放因子的标准不确定度，计算方法参考D.2。

总排放量的拓展相对不确定度为2*u*（*T*）/*T*（k=2）。

## 附录E

不确定度评估示例

某建筑基本信息见表E.1。

表E.1 示例建筑基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 建筑面积 | 10000m2 | 建筑类型 | 商业办公 |
| 建筑地点 | XX市 | 建造时间 | 2000年 |
| 计量周期 | 2022年10月1日至2023年10月1日 | | |
| 建筑能耗数据 | | | |
| 电 | 5146.765MWh | 碳排放因子 | 0.5703tCO2/MWh |
| 天然气 | 9083m3 | 碳排放因子 | 0.05554tCO2/GJ |
| 无烟煤 | 153t | 碳排放因子 | 0.09444 tCO2/GJ |

采用电能表对购入电力进行计量，年耗电量为5146.765MWh，电网因子采用国家电网最新公布的0.5703tCO2/MWh，净购入电力产生的碳排放量为5146.765MWh×0.5703tCO2/MWh=2935.20t。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2935.20t×0.2%=5.870tCO2。

办公楼配备的职工食堂使用天然气作为燃料，年消耗量为49083m3，天然气碳排放因子0.05554tCO2/GJ，热值为0.036GJ/m3，天然气燃烧产生的排放量为49083m3×0.036GJ/m3×0.05554tCO2/GJ =98.14t。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%，因此该公共机构天然气活动数据相对标准不确定度为：

由于该办公楼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：

天然气燃烧产生的排放量标准不确定度为：

该公共机构采用锅炉进行供热，消耗无烟煤153t，无烟煤的碳排放因子为0.09444 tCO2/GJ，热值为34GJ/t，煤燃烧产生的排放量为153t×34GJ/t×0.09444 tCO2/GJ=491.28吨。煤是通过皮带秤进行称重的，皮带秤的测量不确定度为0.47%，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1.52%。

为评估采样不确定度，对同批次煤进行了5次采样测量，低位发热量结果为：27.531GJ/t、27.473 GJ/t、27.504 GJ/t、27.498 GJ/t、27.526 GJ/t，则其低位发热量采样不确定度为：

其低位发热量不确定度为：

因此该办公楼用煤活动数据的不确定度为：

由于该办公楼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：68.23%、66.35%、67.13%、66.97%、68.07%，则其含碳量采样不确定度为：

元素分析仪测量不确定度为2.24%，结合采样引起的不确定度，其排放因子不确定度为：

煤燃烧产生的排放量标准不确定度为：

综合以上分析，该办公建筑总碳排放量标准不确定度为

相对不确定度为18.212/(491.28+98.14+2935.20)=0.52%，拓展相对不确定度为1.04%（k=2）。