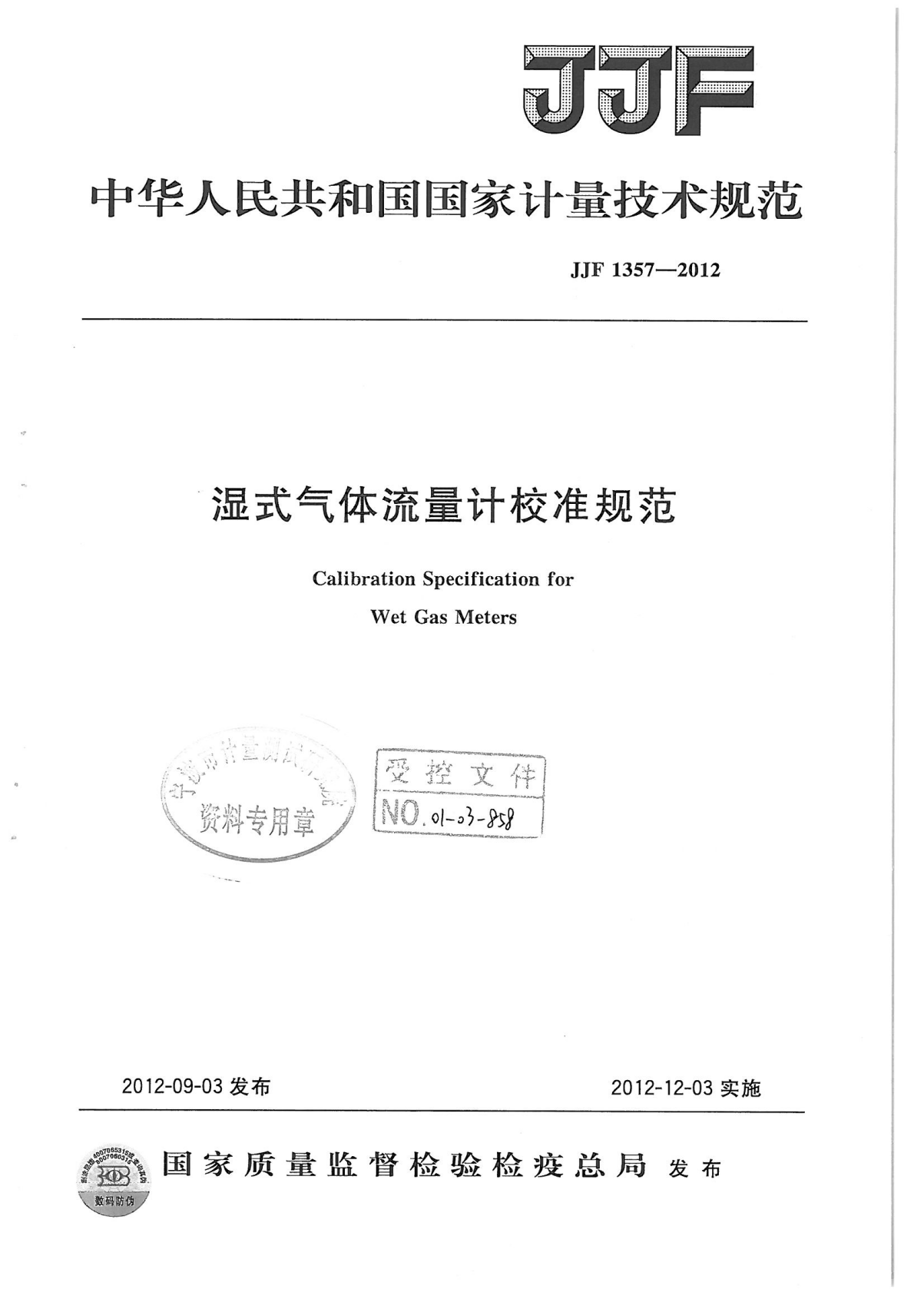
****

中华人民共和国国家计量技术规范

**JJF ××××—××××**

装配式建筑物化阶段

碳排放技术要求

**Technical Requirement for Carbon Emission in**

**Prefabricated Building Materialization Stage**

**（征求意见稿）**

××××-××-××发布 ××××-××-××实施

国家市场监督管理总局 发 布

装配式建筑物化阶段

碳排放技术要求 JJF ××××—××××

**Technical Requirement for Carbon**

**Emission in Prefabricated Building**

**Materialization Stage**

归 口 单 位：全国碳达峰碳中和计量技术委员会建筑碳计量分技术委员会

主要起草单位：中国建筑科学研究院有限公司

住房和城乡建设部科技与产业化发展中心

绍兴市能源检测院

参加起草单位：中建研科技股份有限公司

本规范委托全国碳达峰碳中和计量技术委员会建筑碳计量分技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

关运龙（中国建筑科学研究院有限公司）

马欣伯（住房和城乡建设部科技与产业化发展中心）

俞陈光（绍兴市能源检测院）

衣晓锋（绍兴市能源检测院）

**参加起草人：**

邓高峰（中建研科技股份有限公司）

目 录

[引 言 II](#_Toc32700)

[1 范围 1](#_Toc7178)

[2 引用文件 1](#_Toc6157)

[3 术语和定义 2](#_Toc8176)

[4 概述 2](#_Toc2163)

[4.1 计量对象 3](#_Toc12951)

[4.2 计量边界 3](#_Toc7314)

[4.3 计量范围 4](#_Toc11040)

[5 计量要求 4](#_Toc18026)

[5.1 构件源流识别 4](#_Toc18663)

[5.2 计量点位的布置 4](#_Toc28621)

[5.3 排放因子 8](#_Toc23186)

[6 计量方法 8](#_Toc16234)

[6.1 活动数据的获取 8](#_Toc21403)

[6.2 碳排放量的获取 10](#_Toc30790)

[6.3 碳标识的获取 11](#_Toc10815)

[7 计量结果表达 11](#_Toc10585)

[7.1 一般要求 11](#_Toc20008)

[7.2 报告要求 11](#_Toc5590)

[附录A 13](#_Toc1836)

[附录B 18](#_Toc23036)

[附录C 20](#_Toc11589)

[附录D 23](#_Toc20398)

[附录E 2](#_Toc20398)6

## 引 言

为推进全国碳达峰碳中和计量体系建设，科学计量装配式建筑物化阶段碳排放，依据《中华人民共和国计量法》《建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》（国市监计量发〔2022〕92号）等有关法律、规定，结合我国温室气体排放管理要求及现状，制定本规范。

本规范为首次发布。

装配式建筑物化阶段碳排放技术要求

## 1 范围

本规范规定了采用核算法和实测法对装配式建筑物化阶段碳排放量的计量要求。

本规范明确了装配式建筑物化阶段碳排放计量边界，适用于已投入生产构件工厂的装配式建筑物化阶段，由于能源和材料消耗产生碳排放的计量。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 195连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程

JJG 225热能表检定规程

JJG 539数字指示秤检定规程

JJG 596电子式交流电能表检定规程

JJG 640差压式流量计检定规程

JJG 667液体容积式流量计检定规程

JJG 1187直流标准电能表检定规程

JJF ××××—×××× 碳计量名词术语及定义

JJF ××××—×××× 建筑碳排放监测平台计量技术要求

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 1070—2023 定量包装商品净含量计量检验规则

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 24851 建筑材料行业能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

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

JJF 1001—2011、JJF ××××—××××《碳计量名词术语及定义》及JJF ××××—××××《建筑碳排放监测平台计量技术要求》界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 装配式建筑构件 prefabricated building components

由构件工厂或工厂化条件下预制的，用于构成装配式建筑结构或其组成部分的构件。

3.2 物化阶段 materialization stage

将设计概念转化为具体物理实体的过程，对原材料进行加工处理，最终形成可使用的产品或结构。

3.3 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、净购入的电量等。

3.4 批次 batch

接受碳排放计量的，由同一生产者在相同生产条件下生产的一定数量的同种规格型号构件。

[JJF 1070—2023，定义3.1.12，有修改]

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：例如各种化石燃料的消耗量和购入的电量等。

3.6 排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的碳排放的系数。

[GB/T 32150—2015，定义3.13]

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

3.8 源流 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 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]

3.10 燃料燃烧排放 fuel combustion emission

燃料在氧化燃烧过程中产生的碳排放。

[GB/T 32150—2015，定义3.7]

3.11 过程排放 process emission

在生产、废弃物处理处置等过程中除燃料燃烧之外的物理或化学变化造成的碳排放。

[GB/T 32150—2015，定义3.8]

3.12 购入电力、热力产生的排放 emission from purchased electricity and heat

装配式建筑物化阶段消费的购入电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的碳排放。

[GB/T 32150—2015，定义3.9，有修改]

注:热力包括蒸汽、热水等。

## 4 概述

### 4.1 计量对象

计量对象为特定批次装配式建筑构件物化阶段产生的碳排放量，碳排放量由碳排放源的活动数据及其对应的排放因子计算所得，计量单元应为批次，构件工厂内连续生产的多个批次可合并计量。

### 4.2 计量边界

4.2.1 时间边界

装配式建筑物化阶段碳排放时间边界应涵盖从建材生产、建材运输至构件厂开始，直至构件完成全部加工、处理、终检并转入成品存储区具备出厂条件为止。

4.2.2 空间边界

装配式建筑物化阶段碳排放空间边界应以构件生产厂房为计量边界，包括所有生产设施涉及的碳排放计量。生产设施范围包括直接生产系统、辅助生产系统，以及直接为生产服务的附属生产系统，其中辅助生产系统包括动力、供电、供水、检验、机修、库房、内部运输等，附属生产系统包括生产指挥系统。

4.2.3 物理边界

装配式建筑物化阶段碳排放物理边界应以为生产目标批次而流入和流出的所有物质和能量流计量边界，包括**生产目标批次所消耗的全部原材料**、**辅助材料，以及驱动生产过程所需消耗的全部能源**。

### 4.3 计量范围

装配式建筑物化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燃料燃烧排放、非能源介质过程排放和特殊物质过程排放；间接碳排放主要包括净购入电力、热（冷）能产生的排放。装配式建筑物化阶段碳排放计量范围示意图如图1所示。

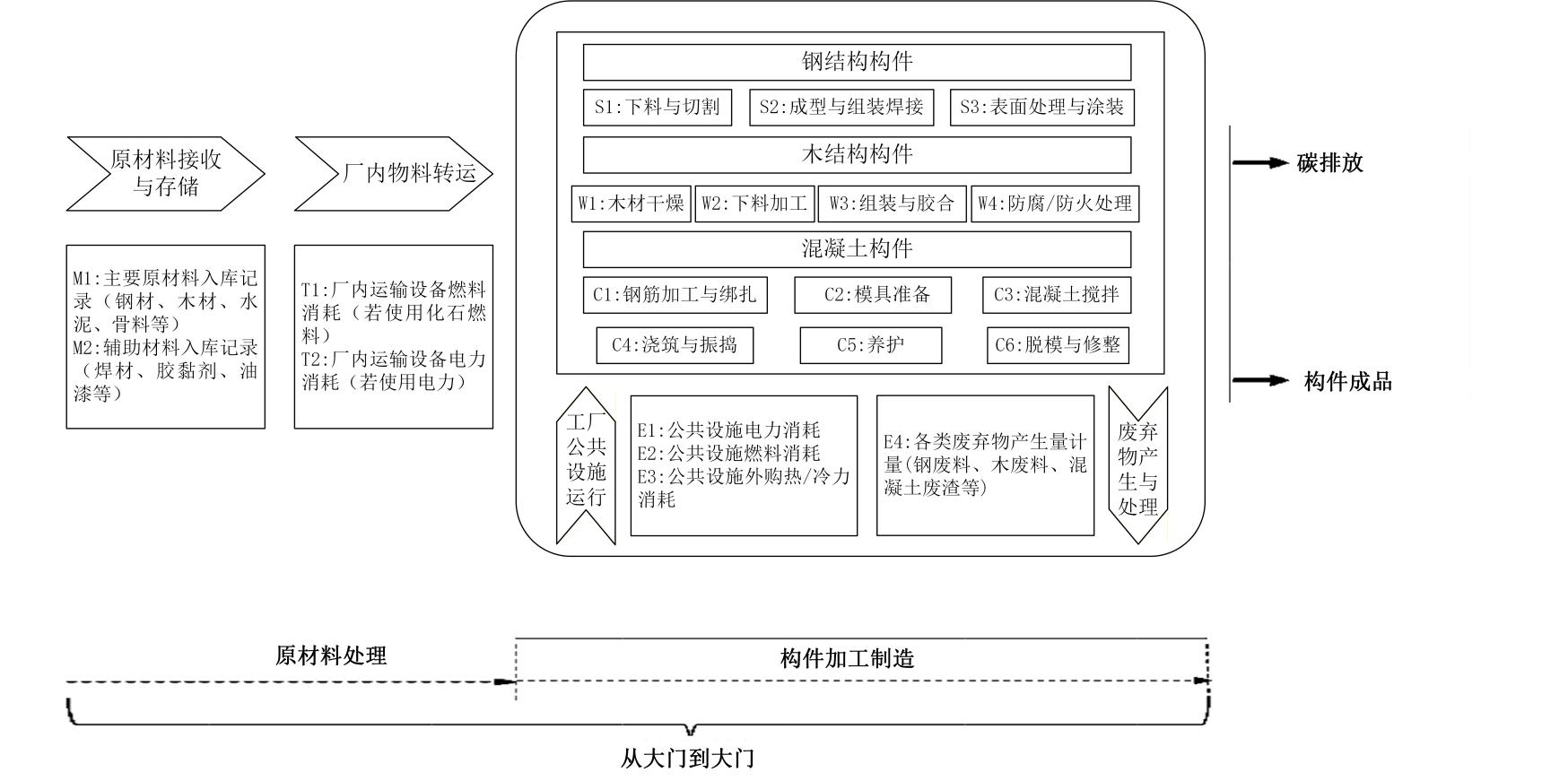


图1 装配式建筑物化阶段碳排放计量范围示意图

## 5 计量要求

### 5.1 构件源流识别

5.1.1 识别原则

装配式建筑物化阶段的构件源流识别应符合以下要求：

1） 应系统性梳理计量边界内的所有排放活动；

2） **构件源流应与可量化的活动数据或排放因子相关联；**

3）应及时更新并记录因工艺变更、原材料替换或能源结构调整而新增或移除的构件源流。

5.1.2 识别流程

装配式建筑物化阶段碳排放的构件源流识别工作内容应包括获取重点排放设备清单、分析生产工艺流程、巡场确认及编制构件源流清单等，构件源流清单应参考附录A，具体识别流程可参考图2。

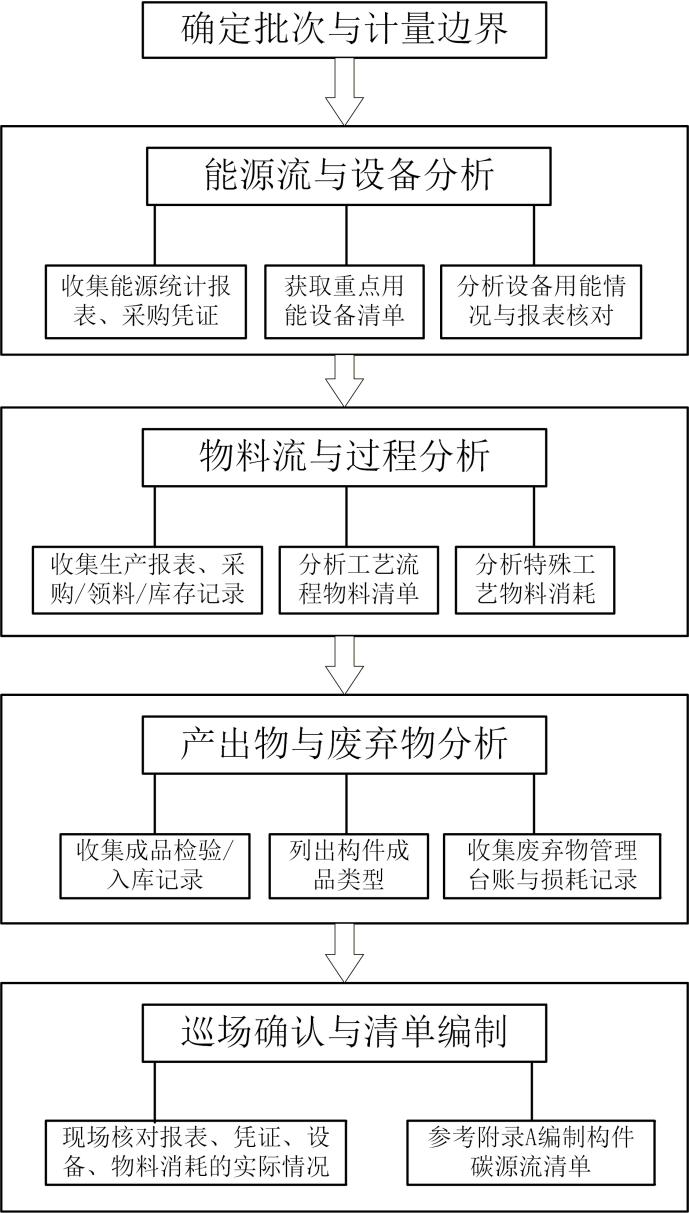


图2 构件源流识别流程示意图

### 5.2 计量点位的布置

5.2.1 装配式建筑工厂应按源流，确定碳排放流向，形成碳排放流向图。应按计算法和实测法要求，确定碳计量采集点，形成碳计量采集点网络图（可分别参考附录A中图A.1、图A.2）。具备各工序独立计量条件的，可形成各工序各自的碳计量采集点网络图。

5.2.2 装配式建筑工厂应根据生产进度，定期对碳排放流向图、碳计量采集点和碳计量器具需要量进行评审，并及时更新以符合实际情况。至少应在每个批次开始前进行一次评审。

5.2.3 电力

5.2.3.1 应对高于工厂内批次总排放量10%的源流设置独立的分项电能计量点：

1) 各主要生产线（如不同加工工序生产线）；

2) 关键高排放工艺设备（如大型焊接设备、木材干燥窑、混凝土搅拌站、蒸汽/电养护设施、大型空压机、涂装线等）；

3) 主要的公共辅助设施（如全厂照明、生产区空调通风、办公区空调等，若排放较大且可独立计量）；

4) 主要的移动式电力设备。

5.2.3.2 固定设备布点要求：电力计量点应布设在能够准确反映被计量单元（生产线、设备、区域）消耗电量的供电回路。

5.2.3.3 移动设备布点要求：对于厂内使用的移动式电动设备（如电瓶叉车、无轨电动地平车等），宜通过充电桩计量其充电量，或建立运行时间、行驶里程、作业量与其排放关系的可靠记录与计量方法。

5.2.4 化石燃料

5.2.4.1 应对高于工厂内批次总排放量10%的源流设置独立的燃料计量点：

1) 燃料锅炉（用于供暖、提供工艺蒸汽/热水）；

2) 燃料加热炉或烘箱（用于干燥、固化、热处理等）；

3) 使用燃料的固定式发电机（若有）；

4) 主要的移动式燃油设备。

5.2.4.2 固定设备布点要求：

1) 对于管道输送的燃料（如天然气），计量点应设置在进入用能设备前的供气支管上。

2) 对于依靠储罐供应的液体燃料（如柴油、LPG等），计量点应具备可靠计量储罐消耗量的能力（如精确液位计结合标定容积或出口流量计），或在使用点安装流量计。

5.2.4.3 移动设备布点要求：对于移动设备（如燃油叉车、移动吊车等），应建立准确的加油量记录或燃料消耗量计量体系。

5.2.5 外购热力

5.2.5.1 构件工厂**应**在计量边界内净购入热力的主要使用端或关键分输管线上布设计量点位。

5.2.5.2 对于消耗外购热力显著的单一生产设备（例如：大型养护窑、干燥设备）、生产线或主要公共设施系统（例如：集中供暖回路、大型中央空调系统），应安装独立的热量计量仪表进行分项计量。

5.2.6 物料消耗量

5.2.6.1 对于在生产过程中消耗且根据核算方法学认定会直接产生碳排放的物料（如作为保护气的 CO2气体、特定反应性化学品等），应在使用点或领用点设置消耗量计量点或建立可靠的计量方法。

5.2.6.2 对于主要原材料与辅助材料，构件工厂应追踪并记录投入到各批次内的主要原材料（如钢材、木材、水泥、骨料等）和关键辅助材料（如焊材、胶粘剂、油漆、外加剂等）的消耗量。

5.2.7 废弃物产生量

5.2.7.1 构件工厂应在废弃物集中收集点、厂内处理设施入口或运出工厂前的环节，对主要类别（如钢废料、木废料、混凝土废渣、一般生产废弃物等）的废弃物产生量设置计量点。

5.2.7.2 宜采用称重法进行计量，对于难以称重的可采用体积计量结合密度估算，并建立废弃物分类计量台账。

5.2.8 构件成品

5.2.8.1 构件工厂应在成品检验合格入库环节或出厂前的最终环节设置产量记录点。

5.2.8.2 构件工厂应准确记录合格产品的类型、规格和数量，并确保数据能关联到批次。

5.2.9 若无法实现分项计量，构件工厂应记录总消耗量，并将总消耗量分摊至构件或批次。

### 5.3 排放因子

5.3.1 装配式建筑物化阶段碳排放计量的排放因子计量要求如下：

1）实测值：基于工厂实际生产条件，通过连续监测或供应商提供的可验证详细数据（如燃料组分分析报告等）；

2）地方/区域排放因子：由构件工厂所在地的省级或市级生态环境主管部门（或其授权机构）公开发布的、适用于本行政区域或特定行业的最新排放因子（如区域电网排放因子、地方推荐的燃料排放因子等）；

3）国家排放因子：由国家生态环境主管部门或其他相关国家部委公开发布的全国性平均排放因子或推荐的缺省值；

4）国内行业推荐因子：由国内具有广泛代表性和权威性的行业协会或研究机构，基于行业普查数据和科学方法研究制定并公开发布的、适用于特定行业通用工艺或产品的排放因子；

5）具有明确来源的学术研究成果：来源于国内权威机构建设基础数据库或公开发表的学术论文中，适用于国内本土生产和消费情景的排放因子。

5.3.2 当存在多个排放因子来源且均符合5.3.1中的要求时，应按照附录B的排放因子置信度等级顺序选用置信度等级最高的数据。

## 6 计量方法

### 6.1 活动数据的获取

6.1.1 构件工厂能源计量器具的配备应满足GB 17167、GB/T 24851的规定。

6.1.2 活动数据的计量设备和计量方法应满足表1的要求。

表1 活动数据计量要求

| 计量  内容 | 参数 | 典型示例 | 计量设备 | 计量方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 固体  燃料 | 燃料消耗量与平均低位发热量乘积 | 煤炭、生物质颗粒 | 非自动衡器、连续累计自动衡器（皮带秤） | JJG539《数字指示秤检定规程》、JJG195《连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程》 |
| 气态和液态燃料 | 燃料消耗量与平均低位发热量乘积 | 天然气、丙烷、乙炔、柴油、汽油、甲醇 | 油流量计、气体流量计 | JJG667《液体容积式流量计检定规程》、JJG640《差压式流量计检定规程》、JJG 633-2024《气体容积式流量计》 |
| 含碳  原料 | 质量或体积 | 聚合物改性剂 | 非自动衡器、连续累计自动衡器（皮带秤） | JJG539《数字指示秤检定规程》JJG195《连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程》 |
| 含碳  产品 | 质量或体积 | 二氧化碳保护气 | 非自动衡器、连续累计自动衡器（皮带秤） | JJG539《数字指示秤检定规程》JJG195《连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程》 |
| 含碳  副产品 | 质量或体积 | 混凝土发泡剂 | 非自动衡器、连续累计自动衡器（皮带秤） | JJG539《数字指示秤检定规程》JJG195《连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程》 |
| 净购入电力 | 有功交流电能计量 | 交流电 | 电能表 | JJG596《电子式交流电能表检定规程》 |
| 直流电能计量 | 直流电 | 电能表 | JJG1187《直流标准电能表检定规程》 |
| 净购  入热力 | 热水焓值 | 热水 | 流量计、温度计、压力计 | JJG225《热能表检定规程》 |
| 蒸汽焓值 | 蒸汽 | 流量计、温度计、压力计 | JJG225《热能表检定规程》 |

6.1.3 如无法通过6.1.2中的计量方法直接获取原始数据，可基于物料变化量确定活动数据，针对单独购入的数量及相关库存变化折算获得二次数据，折算值按式（1）计算：



式中：*Q*——在对应批次内使用的燃料或材料量；

*P*——购入的数量；

*D*——输出的数量；

*Rbegin*——折算周期初的库存；

*Rend*——折算周期末的库存。

### 6.2 碳排放量的获取

6.2.1 装配式建筑物化阶段碳排放总量

装配式建筑物化阶段碳排放总量等于计量边界内的直接碳排放及间接碳排放的二氧化碳排放之和，按式（2）计算：



式中：*C* ——装配式建筑物化阶段的碳排放总量，tCO2；

*Chs*——化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，tCO2；

*Cfn*——非能源介质过程排放产生的二氧化碳排放量，tCO2；

*Cts*——特殊物质过程排放产生的二氧化碳排放量，tCO2；

*Cdr*——净购入电力、热力产生的二氧化碳排放，tCO2。

6.2.2 化石燃料燃烧排放

化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，按式（3）计算：



式中：*Chs* ——批次内化石燃料燃烧产生的碳排放量，tCO2；

*Qhs，k*——批次内第*k*种化石燃料的净消耗量，对固体和液体化石燃料，t；对气体化石燃料，104Nm3；

*NCVhs,k*——第*k*种化石燃料的平均低位发热量，对固体和液体化石燃料，GJ/t；对气体化石燃料，GJ/104Nm3；

*Ehs，k*——第*k*种化石燃料的排放因子，tCO2/GJ；

6.2.3非能源介质过程排放量

非能源介质过程排放产生的二氧化碳排放量，按式（4）计算：



式中：*Cfn ——*非能源介质过程排放产生的碳排放量，tCO2；

*Qfn, k ——*第*k*种编码对应非能源介质的消耗量，t；

*Efn, k——*第*k*种编码对应非能源介质的排放因子，tCO2/t；

6.2.4 特殊物质过程排放量

特殊物质过程排放产生的二氧化碳排放量，按式（5）计算：



式中：*Cts*——装配式建筑物化阶段特殊物质过程排放产生的二氧化碳排放量，tCO2；

*Θts，k*——特殊物质中碳元素分子质量占比，如为纯碳产品，*Θts，k*取值为1，若为混合体系，则*Θts，k*为混合体系中*C*元素分子质量占比；

*Qts, k*——第*k*种编码对应特殊物质的消耗量，tCO2；

6.2.5 净购入电力、热力产生的排放

1）构件工厂净购入的电力在生产过程中产生的碳排放按式（6）计算：



式中：*Cdl*——净购入电力产生的排放量，tCO2；

*Edl*——消耗的第*k*种编码对应电力和热力的活动数据，kW·h；

*EFdl*——净购入电力排放因子，kgCO2 kWh；

### 6.3 碳标识的获取



式中：*Ctag*——装配式建筑物化阶段碳标识，tCO2/t；

*C*——第*i*批次的装配式建筑物化阶段碳排放总量，tCO2；

*Mi*——第*i*批次的构件产量，t。

## 7 计量结果表达

### 7.1 一般要求

装配式建筑物化阶段碳排放计量结果应以报告形式体现，报告应包含装配式建筑物化阶段的基本信息、构件源流识别、活动数据及排放因子来源、碳排放量4项基本要素。

### 7.2 报告要求

装配式建筑物化阶段碳排放计量报告应满足以下规定，报告格式宜参考附录C。

1）核查并给出装配式建筑物化阶段消耗的构件源流清单；

2）明确能源计量器具配备和溯源情况，核实不同种类化石能源的消耗量和低位发热量、净购入的电量和热量、其他系统的碳抵消量，以及各种活动数据的来源和不确定度；

3）分别确定所使用的不同种类化石燃料的碳氧化率和排放因子，购入电力、热力和冷源在生产过程中的排放因子，以及各构件源流的排放因子来源和所有实测数据的不确定度；

4）核算得到批次报告期内各源流产生的碳排放量，并分别给出标准不确定度，当某个构件源流选取排放因子为缺省值时应备注，最终明确批次报告期内总碳排放量和装配式建筑物化阶段碳标识，给出合成不确定度，不确定度分析和示例可参考附录D和附录E。

## 附录A

构件源流清单及编码规则

A.1 构件源流清单示例

表A.1 构件源流清单（例）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 生产系统 | 工艺过程 | 源流 | 排放源 | 主要的固定及移动设备 |
| 1 | 直接生产系统 | 燃料燃烧排放 | 主要生产系统使用的煤、柴油、重油、煤气、天然气、液化石油气等燃料 | 烘干炉、热处理炉的排放烟囱 | 烘干炉、热处理炉等 |
| 过程排放 | 焊接过程中的保护气体或有机溶剂的化学反应。 | 焊接及涂装、喷胶工艺等工序的无组织排放 | 焊接机、涂装房、脱模剂、密封胶等 |
| 购入电力和热力产生的排放 | 直接生产系统购入电力和热力 | 分摊排放 | 原燃料预处理、装配与加工、加热与热处理等系统中用电或用热设备（钢筋调直机、钢材切割机、退火炉、淬火炉、车床、铣床等加工设备等） |
| 2 | 辅助生产系统 | 燃料燃烧排放 | 辅助生产系统使用的煤炭、天然气、燃油、汽油等燃料 | 运输过程中的燃料消耗 | 内部运输车辆等 |
| 购入电力和热力产生的排放 | 辅助生产系统购入电力和热力 | 分摊排放 | 水泵、空压机、机修设备等 |
| 3 | 附属生产系统 | 燃料燃烧排放 | 附属生产系统使用的煤炭、天然气、燃油、汽油等燃料 | 生产指挥过程中的无组织排放 | 供暖锅炉、燃油机组、制冷剂泄漏等 |
| 购入电力和热力产生的排放 | 附属生产系统购入电力和热力 | 分摊排放 | 照明、空调、通风、办公设备 |

A.2 构件源流编码规则

表A.2 构件源流编码示意表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 排放活动 | | | 构件源流类型 | |
| 排放名称 | 项目 | 编码 | 物质、资源或能源名称 | 编码 |
| 直接碳排放 | 化石能源消耗排放 | D | 煤炭、燃油、天然气等化石燃料 | D01.i |
| 非能源介质过程排放 | 制冷剂、灭火剂、材料消耗等 | D02.i |
| 特殊物质过程排放 | 绝缘气体、含碳物质等 | D03.i |
| 间接碳排放 | 净购入能源排放 | I | 净购入电力产生的碳排放 | I11 |
| 净购入热力产生的碳排放 | I12 |

注：i表示不同物质、资源或能源类型。

示例：

（1）D01.1：表示化石能源消耗排放项目中煤炭的构件源流类型编码；

（2）D01.2：表示化石能源消耗排放项目中燃油的构件源流类型编码；

（3）D02.1：表示非化石能源消耗排放项目中制冷剂的构件源流类型编码；

（4）I11：表示净购入电力产生的构件源流类型编码。

A.3 计量方法编码

表A.3 计量方式信息表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 方式 | 编码 |
| 1 | 数据折算法 | C |
| 2 | 直接计量法 | M |

A.4 计量器具编码

取自实测活动数据的计量器具编码由排放源类型代码、计量方式代码与3位阿拉伯数字组成。

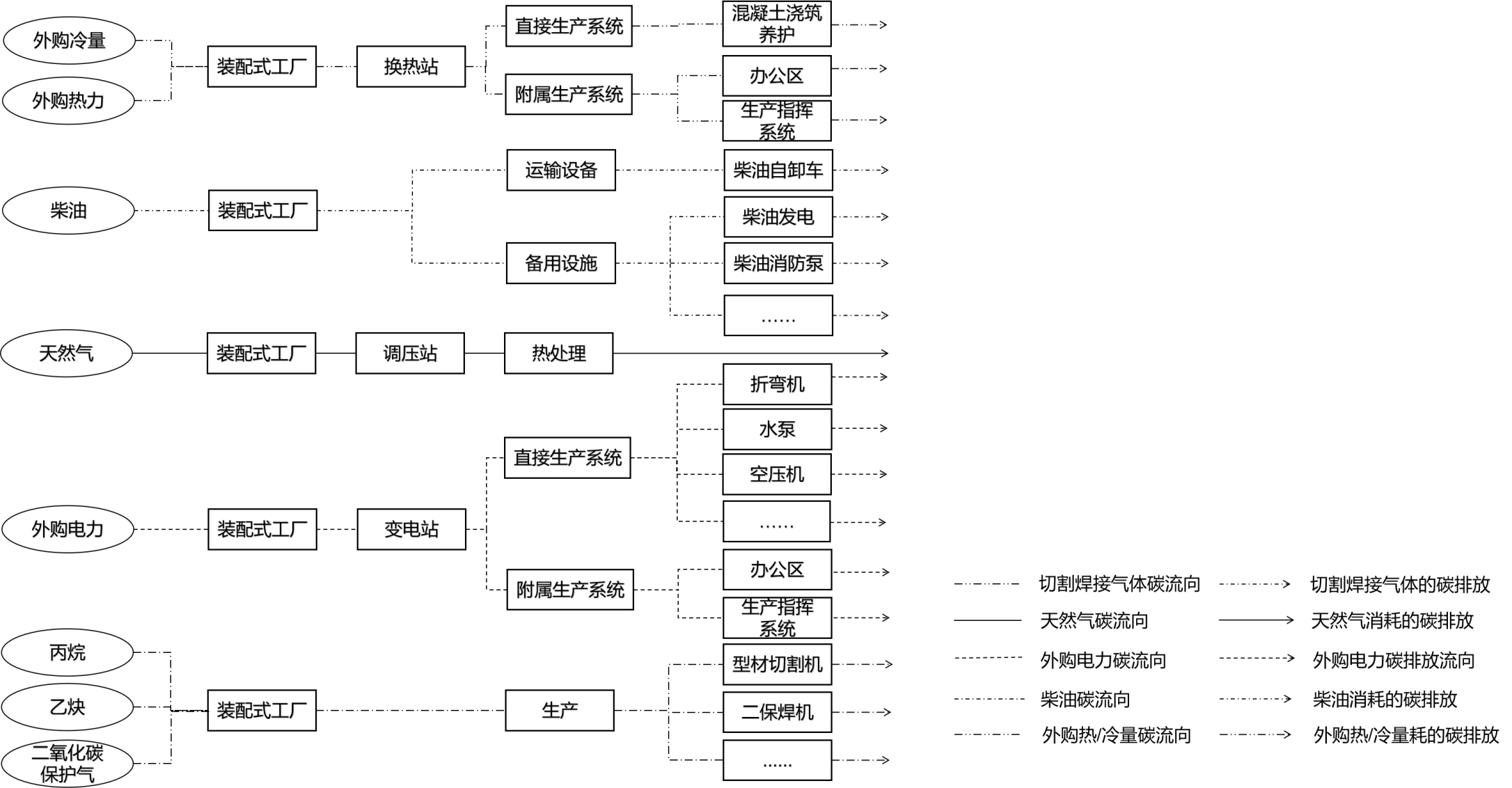
示例：

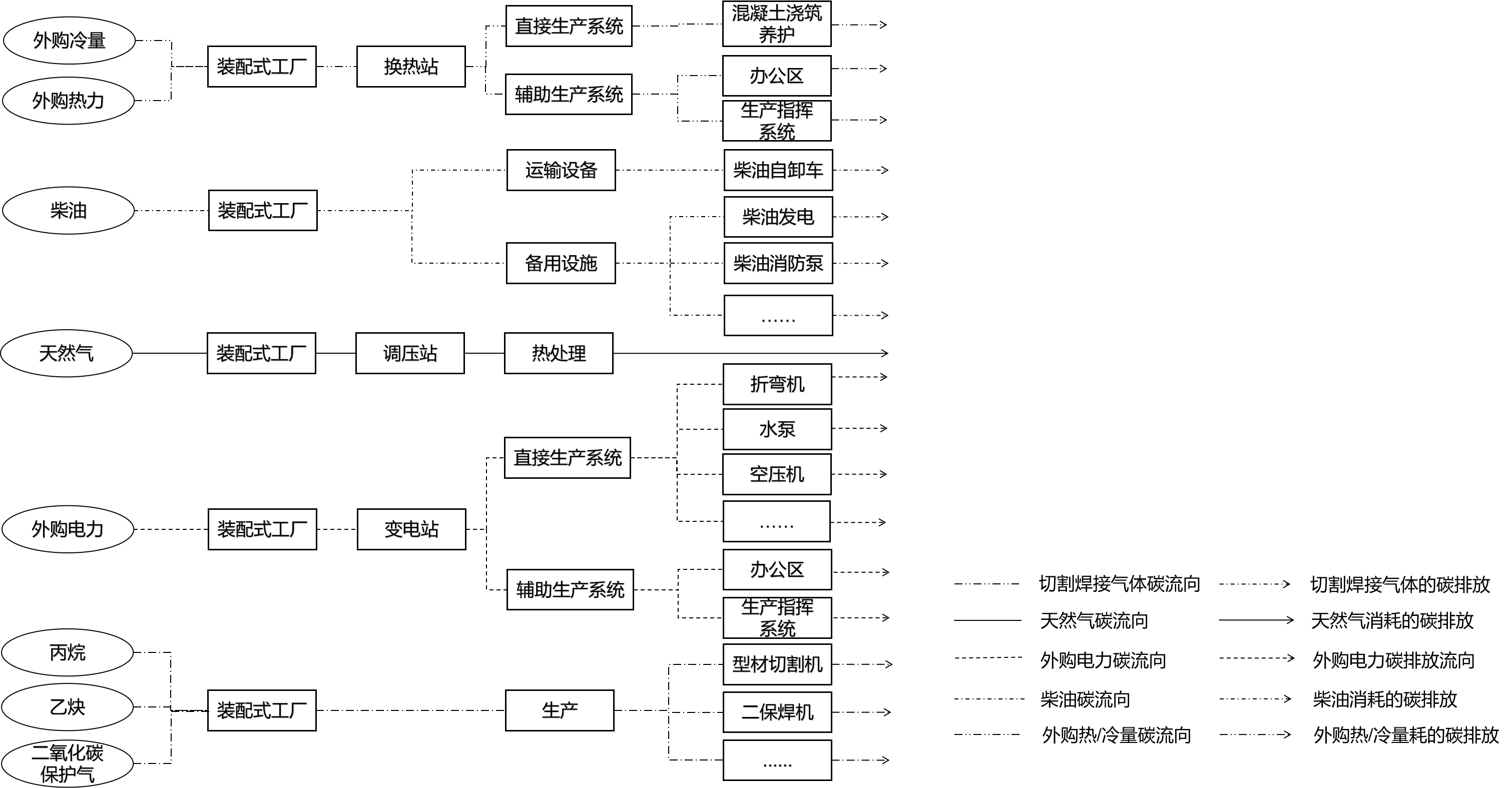
（1）D01.1-C-002：表示采用数据折算法的化石能源消耗排放项目中煤炭的第2个计量器具；

（2）D01.2-C-001：表示采用数据折算的化石能源消耗排放项目中燃油的第1个计量器具；

（3）D02.1-M-001：表示非化石能源消耗排放项目中制冷剂的第1个计量器具。

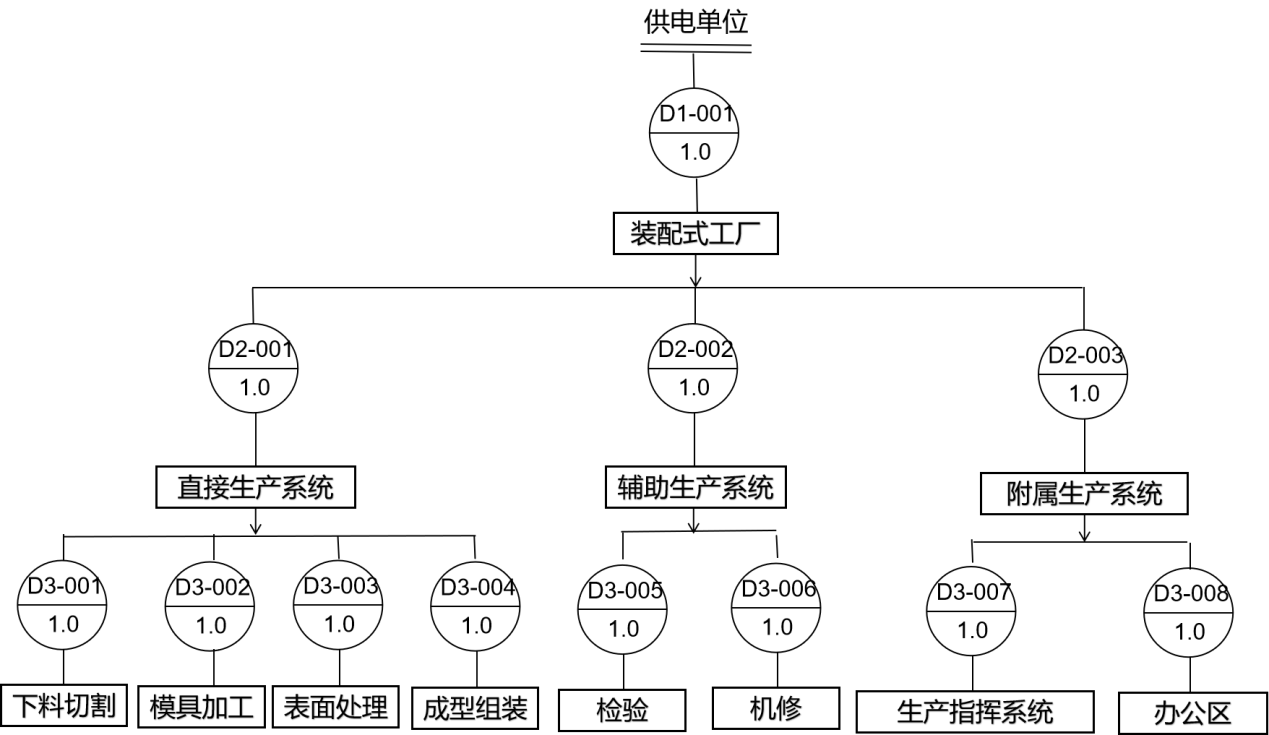
A.5 碳排放流向及碳计量采集点网络图





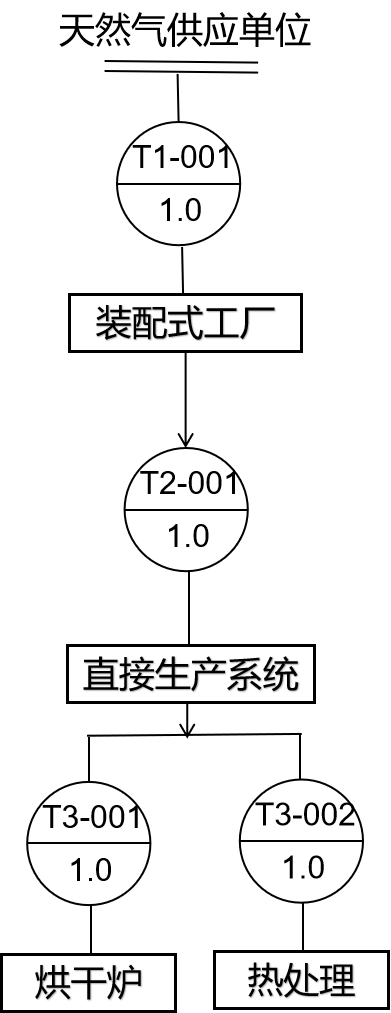
编制： 审核： 批准： 日期：

图A.1 碳排放气体流向图（参考件）



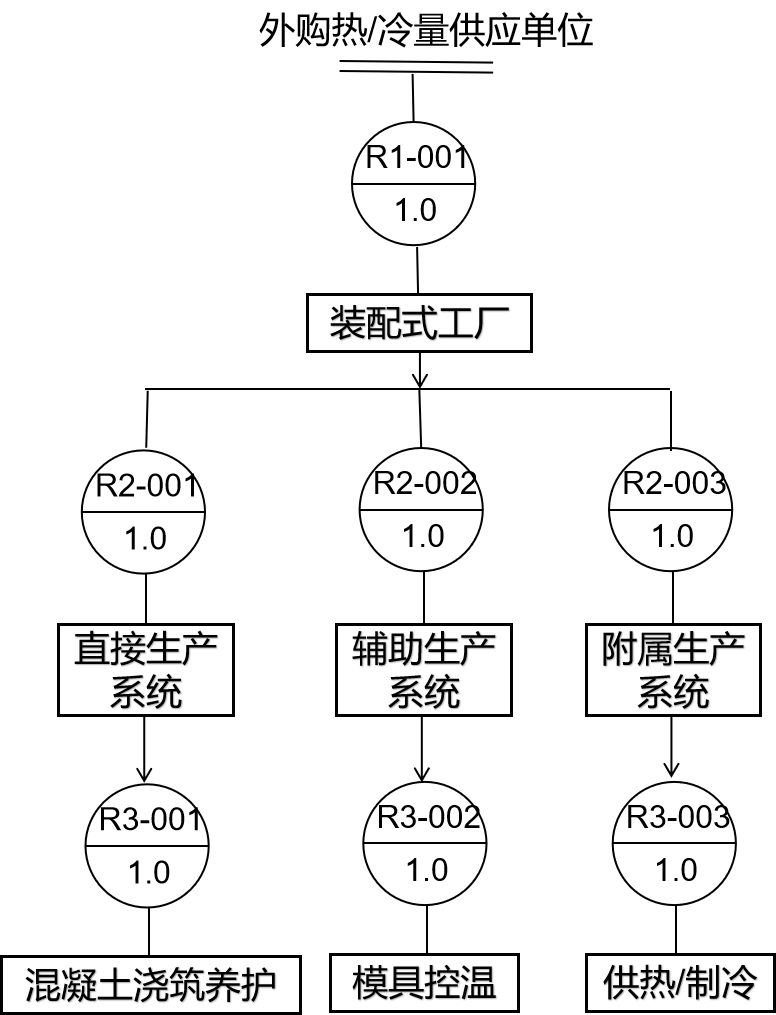
编制： 审核： 批准： 日期：

图A.2 a) 外购电力碳计量器具配备及计量点网络图（参考件）



编制： 审核： 批准： 日期：

图A.2 b) 化石燃料碳计量器具配备及计量点网络图（参考件）



编制： 审核： 批准： 日期：

图A.2 c) 外购热（冷）能碳计量器具配备及计量点网络图（参考件）

## 附录B

表B.1 排放因子置信度等级

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 排放因子名称 | 数据来源 (按优先级由高到低列出) | 数据  优先级 |
| 1 | 外购电力排放因子 | 1. 构件工厂所在区域/省级电网最新年度排放因子； 2. 全国电网最新年度平均排放因子； 3. 若为特定供电商（如直供电厂）且能提供经核查的电力排放因子（需有合同等可靠性证明文件）； 4. 国内权威机构建设基础数据库或公开发表的学术论文。 | 1>2>3>4 |
| 2 | 天然气燃烧排放因子 | 1.基于构件工厂实际使用天然气的组分分析报告和实测低位发热值（NCV），依据国家推荐方法计算所得因子；  2.天然气供应商提供的可验证的燃料特性数据（如碳含量、NCV）计算所得因子；  3.国家/行业推荐缺省值；  4.国内权威机构建设基础数据库或公开发表的学术论文。 | 1>2>3>4 |
| 3 | 柴油燃烧排放因子 | 1.基于构件工厂实际使用柴油的元素碳含量检测报告和实测NCV，依据国家推荐方法计算所得因子；  2.柴油供应商提供的可验证的燃料特性数据计算所得因子；  3.国家/行业推荐缺省值。 | 1>2>3>4 |
| 4 | 液化石油气(LPG)燃烧排放因子 | 1.基于构件工厂实际使用LPG的组分分析和实测NCV，依据国家推荐方法计算所得因子；  2.LPG供应商提供的可验证的燃料特性数据计算所得因子；  3.国家/行业推荐缺省值；  4.国内权威机构建设基础数据库或公开发表的学术论文。 | 1>2>3>4 |
| 5 | 煤炭燃烧排放因子 | 1.基于构件工厂实际使用煤炭的元素分析报告和实测NCV，依据国家推荐方法计算所得因子；  2.煤炭供应商提供的可验证的煤质分析数据计算所得因子；  3.国家/行业推荐缺省值；  4.国内权威机构建设基础数据库或公开发表的学术论文。 | 1>2>3>4 |
| 6 | 其他化石燃料燃烧排放因子 | 1.基于构件工厂实际使用该燃料的元素分析报告和实测NCV，依据国家推荐方法计算所得因子；  2.该燃料供应商提供的可验证的燃料特性数据计算所得因子；  3.国家/行业推荐缺省值；  4.国内权威机构建设基础数据库或公开发表的学术论文。 | 1>2>3>4 |
| 7 | 外购热力排放因子 | 1.热力供应商提供的、基于其年度实际运营数据核算并经核查的单位热量排放因子；  2.地方政府或行业主管部门发布的适用于本区域供热系统的最新年度平均排放因子；  3.若能获取供应商详细燃料消耗及锅炉效率数据，依据国家推荐方法自行核算的因子（需确保数据可靠，方法合规）；  4.国家相关指南中关于热力生产的缺省参数或推荐估算方法；  5.国内权威机构建设基础数据库或公开发表的学术论文。 | 1>2>3>4>5 |
| 8 | 焊接用CO2气体逸散排放因子 | 理论值：1.0(假设消耗的CO2气体全部作为直接排放)。 | / |
| 9 | 制冷剂逸散GWP值（用于折算CO2当量排放） | 国家主管部门（如生态环境部）官方发布的、针对特定种类制冷剂的最新百年尺度全球增温潜能值（GWP100） | / |
| 10 | 厂内废弃物处理能源消耗对应排放因子 | 此因子本身不独立存在，而是指：若厂内废弃物处理过程（如破碎、压缩打包、特定焚烧或化学处理）消耗能源，则该部分能源消耗的碳排放应采用条目1-6中对应的电力或燃料排放因子进行计算。 | / |

## 附录C

装配式建筑物化阶段碳排放技术要求报告模板

装配式建筑物化阶段碳排放技术要求报告

报告编号

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称： |  |
| 计量批次： |  |
| 报告日期： |  |

一、构件工厂基本信息

|  |  |
| --- | --- |
| 工厂名称 |  |
| 厂房面积 | m2 |
| 厂房建设年份 | 年 |
| 产品类型及批次产量 |  |
| 批次原材料使用量 |  |
| 批次能源使用量 | 电力 、热力 、乙炔 、汽油 、柴油 （如有其他，请补充） |
| 车间加工工序类型 |  |

二、构件源流清单

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 生产系统 | 工艺  过程 | 源流 | 排放源 | 主要的固定及移动设备 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

三、装配式建筑物化阶段计量数据

1.物质和能量流数据汇总

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 源流 | 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 |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |  |  |

2.排放因子数据汇总

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

四、碳排放数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 排放活动 | 构件源流类型 | 编码 | 碳排放量tCO2 | 不确定度 |
| 化石能源消耗排放 | 煤炭燃烧 | D01.1 |  |  |
| 天然气消耗 | D01.2 |  |  |
| 非能源介质过程排放 | 制冷剂 | D02.1 |  |  |
| 特殊物质过程排放 | 绝缘气体 | D03.1 |  |  |
| 含碳物质 | D03.2 |  |  |
| 净购入能源排放 | 净购入电力 | I11 |  |  |
| 净购入热力 | I12 |  |  |
| …… |  |  |  |  |

五、结果

本批次装配式建筑物化阶段碳排放量及不确定度：

（注明所用排放因子为实测值或采信值）

装配式建筑物化阶段碳标识：

计量人员：

报告专用章： 校审人员：

审定人员：

## 附录D

不确定度分析

装配式建筑物化阶段应按JJF 1059.1要求对相关活动数据和碳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：



式中：

*u*（*A*）——化石燃料活动数据的标准不确定度；

*A* ——化石燃料的活动数据；

*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，其活动数据标准不确定度应考虑测量仪器的测量不确定度和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（D-2）计算：



式中：

*N*——煤炭的低位发热量；

*u*N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10次，采样不确定度按照式（D-3）计算：



式中：

*s*（*x*）——某单个采样测得值*x*的实验标准偏差；

*N* ——采样次数；

*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，如原材料、焊材、胶黏剂等消耗量以入库消耗记录数据为准，不再进行不确定度评估。

D.2碳排放因子不确定度评估方法

D.2.1化石燃料碳排放因子

化石燃料碳排放因子的标准不确定度按式（D-4）计算：



式中：

*u*（*E*）——化石燃料碳排放因子的标准不确定度；

*E* ——化石燃料的碳排放因子；

*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：



式中：

*C*——煤炭的单位发热量含碳量；

*u*碳采——煤炭采样引起的含碳量测定相对不确定度；

*u*碳测——煤炭样品含碳量测量的相对不确定度。

煤炭采样引起的含碳量测定相对不确定度计算公式参考（D-3），其他化石燃料的含碳量不确定度可不考虑采样的不确定度的影响。

D.2.2其他碳排放因子

过程排放及净购入电力、热力排放使用的碳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

总碳排放量的合成标准不确定度按式（D-6）计算。



式中：

*u*（*T*）——总碳排放量的合成标准不确定度；

*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。

上述*u*（*T*燃）、*u*（*T*过程）、*u*（*T*电）与*u*（*T*热）计算公式相似，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（D-7）如下：



式中：

*T*燃——化石燃料燃烧碳排放量；

*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*）——化石燃料碳排放因子的标准不确定度，计算方法参考（D-4）。

总排放量的相对扩展不确定度为2*u*（*T*）/*T*（*k*=2）。

## 附录E

不确定度评估示例

某构件工厂基本信息见表E.1。

表E.1 示例批次基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 构件产量 | 650000 t | 构件类型 | 钢结构构件 |
| 厂房面积 | 700000 m2 | 建厂时间 | 2011年 |
| 计量周期 | 2023年9月20日至2024年9月20日 | | |
| 能源及燃料消耗数据 | | | |
| 电力 | 3923.5027 MWh | 碳排放因子 | 0.5366 tCO2/MWh |
| 柴油 | 58 t | 碳排放因子 | 74.1 tCO2/TJ |

采用电能表对购入电力进行计量，批次耗电量为3923.5027 MWh，电网因子采用国家电网最新公布的0.5366 tCO2/MWh，净购入电力产生的碳排放量为3923.5027 MWh×0.5366 tCO2/MWh=1735.92t。电能表的相对标准测量不确定度为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1735.92tCO2×0.2%=3.472tCO2。

该构件工厂配备了柴油叉车，批次消耗柴油58t，柴油的碳排放因子为74.1 tCO2/TJ，热值为3.3×10-5TJ/L，柴油叉车产生的排放量为58t×3.3×10-5TJ/L×74.1 tCO2/TJ=0.14t。柴油消耗量是通过加油站的加油机统计，加油机的相对标准测量不确定度为0.21%，柴油的低位发热量使用量热仪进行测量，量热仪相对标准测量不确定度为1.52%。

为评估采样不确定度，对同批次柴油进行了10次采样测量，低位发热量结果为：41.498GJ/t、41.515GJ/t、41.523GJ/t、41.507 GJ/t、41.483GJ/t、41.535GJ/t、41.479GJ/t、41.556GJ/t、41.544GJ/t、41.463GJ/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：



因此该构件工厂用柴油活动数据的不确定度为：



由于该构件工厂不具备测定柴油碳氧化率的条件，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柴油单位发热量含碳量测量不确定度，柴油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，对同批次柴油进行了10次采样测量，含碳量结果为：86.23%、86.35%、85.94%、86.13%、85.79%、85.84%、86.30%、86.07%、85.96%、85.88%，则其含碳量采样不确定度为：



元素分析仪测量不确定度为2.14%，结合采样引起的不确定度，其排放因子不确定度为：



柴油叉车产生的排放量标准不确定度为：

综合以上分析，该装配式建筑物化阶段总碳排放量合成标准不确定度为



相对不确定度为3.472/(1735.92+0.14)=0.20%，相对扩展不确定度U=0.40%（*k*=2）。