国家市场监督管理总局 发布

20XX-XX-XX实施

20XX-XX-XX发布

水泥生产企业温室气体排放监测计量技术规范

**Technical Specification for Monitoring and Metrology of Greenhouse Gas Emissions from Cement production Enterprises**

**（征求意见稿）**

JJF XXXX-20XX

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

1.
2. 水泥生产企业温室气体排放监测计量技术规范
3. **Technical Specification for Monitoring and Metrology of Greenhouse Gas Emissions from Cement production Enterprises**
4. 归 口 单 位 ：全国碳达峰碳中和计量技术委员会碳排放量分技
5. 术委员会
6.
7. 主要起草单位：
8.

 参加起草单位：

1.
2.
3.
4.
5. 本规范委托全国碳排放量计量分技术委员会负责解释
6. 本规范主要起草人：
7.
8.
9. 参加起草人：
10.

# 目 录

[**引 言** II](#_Toc150801019)

[**1 范围** 1](#_Toc150801020)

[**2 引用文件** 1](#_Toc150801021)

[**3 术语和计量单位** 2](#_Toc150801022)

[3.1 术语和定义 2](#_Toc150801023)

[3.2 计量单位 3](#_Toc150801024)

[**4 排放量测算方法 4**](#_Toc150801025)

[**5 计量特性** 4](#_Toc150801026)

[**6 监测计量方法** 4](#_Toc150801027)

[6.1监测计量边界 4](#_Toc150801028)

[6.2源流和排放源识别 5](#_Toc150801029)

[6.3监测计量要求 6](#_Toc150801030)

[**7 温室气体排放量计算** 10](#_Toc150801035)

[7.1温室气体排放总量 10](#_Toc150801036)

[7.2基于计算的方法排放量计算 10](#_Toc150801037)

[7.3基于测量的方法排放量计算 12](#_Toc150801047)

[**8 计量结果的表达** 14](#_Toc150801050)

[**9 计量时间间隔** 14](#_Toc150801051)

[**附录A** 15](#_Toc150801052)

[**附录B 22**](#_Toc150801053)

[**附录C 25**](#_Toc150801054)

# **引 言**

 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、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》共同构成本规范制定的基础性系列规范。本规范主要参考GB/T 32151.8-2015《温室气体排放核算与报告要求第8部分：水泥生产企业》编制而成，与GB/T 32151.8-2015的主要区分是本规范侧重温室气体排放量监测和计量方法的要求，以及排放量数据不确定度的评估。

本规范为首次发布。

1. 水泥生产企业温室气体排放监测计量技术规范

# **1 范围**

本规范适用于各类水泥生产企业温室气体排放量的监测和计量。

# **2 引用文件**

1. 本规范引用了以下文件：
2. JJF 1001 通用计量术语及定义
3. JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示
4. JJF 1071 国家计量校准规范编写规则
5. JJF 1934 超声波风向风速测量仪器校准规范
6. JJG 195 连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程
7. JJG 225 热能表检定规程
8. JJG 539 数字指示秤检定规程
9. JJG 596 电子式交流电能表检定规程
10. JJG 635 一氧化碳、二氧化碳红外气体分析器检定规程
11. JJG 640 差压式流量计检定规程
12. JJG 667 液体容积式流量计检定规程
13. JJG 968 烟气分析仪检定规程
14. JJG 1187 直流标准电能表检定规程
15. 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
16. GB/T 12960 水泥组分的定量测定
17. GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法
18. GB/T 213 煤的发热量测定方法
19. GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
20. GB/T 32151.8 温室气体排放核算与报告要求　第8部分：水泥生产企业
21. GB/T 384 石油产品热值测定法
22. GB/T 476 煤中碳和氢的测定方法
23. GB/T 5762 建材用石灰石化学分析方法
24. HJ 75 固定污染源烟气（SO2、NOX、颗粒物）排放连续监测技术规范
25. DL/T 567.6 飞灰和炉渣可燃物测定方法
26. 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
27. SH/T 0656 石油产品及润滑剂中碳、氢、氮测定法（元素分析仪法）
28. 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 术语和计量单位**

3.1 术语和定义

3.1.1 水泥生产企业 cement production enterprise

1. 以水泥生产为主营业务的独立核算单位。
2. [GB/T32151.1-2015，定义3.3]

3.1.2 温室气体 greenhouse gas

1. 大气层中自然存在的和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。
2. [GB/T 32150-2015，定义3.1]

3.1.3 监测计量边界 monitoring and metrology boundary

1. 与**水泥生产企业（3.1.1）**的日常生产相关的温室气体排放的范围。

3.1.4 排放源 emission source

设施或设施内过程中，排放相关温室气体的可单独识别的部分。

3.1.5 源流 source stream

由于其消费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；

或者，

使用质量平衡方法计算温室气体排放量涉及的特定含碳的燃料类型、原材料或产品。

3.1.6 基于计算的方法 calculation-based methodology

基于计算的方法是依据测量系统获得的活动数据和从实验室分析或缺省值得到的附加参数来确定**源流（3.1.5）**的排放量。基于计算的方法包含标准方法和质量平衡方法。

3.1.7 基于测量的方法 measurement-based methodology

基于测量的方法既包括通过连续测量烟气中相关温室气体的浓度和烟气流量来确定排放源的排放量，也包括通过测量CO2浓度和输送气体流量来确定设施之间的CO2输送量。

3.1.8 燃料燃烧排放 fuel combustion emission

1. 燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。
2. [GB/T 32150-2015，定义3.7]

3.1.9 过程排放 process emission

1. 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温室气体排放。
2. [GB/T32150-2015，定义3.8]

3.1.10 购入的电力、热力产生的排放 emission from purchased electricity and heat

企业消费的购入电力、热力所对应的电力、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。

[GB/T 32150—2015，定义 3.9]

3.1.11 输出的电力、热力产生的排放 emission from exported electricity and heat

企业输出的电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

[GB/T 32150—2015,定义 3.10]

3.1.12 活动数据 activity data

1. **基于计算的方法（3.1.6）**中导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

[参照GB/T 32150-2015，定义3.12]

1. 注：如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等。

3.1.13 排放因子 emission factor

1. 在燃烧完全氧化和所有化学反应完全转化的假设下，温室气体相对于源流活动数据的平均排放率。

3.1.14 碳氧化率 carbon oxidation rate

1. 燃料中的碳在燃烧过程中被完全氧化的百分比。
2. [GB/T 32150—2015,定义 3.14]

3.1.15 转换系数 conversion factor

以CO2形式排放的碳与排放过程发生之前源流中所含总碳的比率，考虑到排放到大气中的CO为CO2的摩尔当量；

3.1.16 计算因子 calculation factor

指净热值、排放因子、碳氧化率、转换系数、碳含量或生物质比例。

3.1.17 连续排放测量 continuous emission measurement

通过定期测量来确定排放的值，例如直接在烟囱中进行测量或抽取烟气到位于烟囱附近的仪器进行测量，不包含从烟囱中收集单个样本的测量方法；

3.1.18 次要源流 secondary source stream

温室排放量低于报告期内**水泥生产企业（3.1.1）**温室气体排放总量10%的**源流（3.1.5）**。

3.1.19 主要源流 main source stream

除**次要源流（3.1.18）**之外的其他**源流（3.1.5）**。

3.1.20 次要排放源 secondary emission source

温室排放量低于报告期内**水泥生产企业（3. 1.1）**温室气体排放总量10%的**排放源（3.1.4）**。

3.1.21 主要排放源 main emission source

除**次要排放源（3.1.20）**之外的其他**排放源（3.1.4）**。

3.2 计量单位

3.2.1 长度单位：米，符号m；或毫米，符号mm。

3.2.2 角度单位：度，符号°。

3.2.3 流速单位：米每秒，符号m/s。

3.2.4 压力单位：帕[斯卡]，符号Pa；或千帕，符号kPa。

3.2.5 温度单位：摄氏度，符号℃；或开尔文，符号K。

3.2.6 湿度单位：体积比，符号%。

3.2.7 面积单位：平方米，符号m2。

3.2.8 流量单位：立方米每[小]时，符号m3/h。

3.2.9 质量单位：千克，符号kg；或吨，符号t；

3.2.10 体积单位：升，符号L；或立方米，符号m3;

3.2.11 电能单位：千瓦时，符号kW/h；

3.2.12 浓度单位：体积比，符号%；或毫克每立方米，符号mg/m3；

3.2.13 热力单位：焦[耳]，符号J；或千焦[耳]，符号kJ；

3.2.14 温室气体排放量单位：吨二氧化碳当量，符号tCO2e。

# 4 **排放量测算方法**

水泥生产企业温室气体排放量可以使用如下几种方法进行测算：

1）基于计算的方法

此方法通过测量系统获得的活动数据和实验室分析或默认值的附加参数确定源流的排放量，基于计算的方法包括排放因子法和质量平衡法。

2）基于测量的方法

使用连续排放测量系统（CEMS）测量排放源的排放量，通过测量烟气中温室气体的浓度和烟气体积流量的小时平均值，得到烟气的小时排放量和年度排放总量，如果企业中有多个排放源，需要分别进行监测并将其排放量相加。

3）使用上述两种方法的组合

对一家企业的不同排放源和源流，可以采用上述三种方法的组合，需要避免发生排放量重复计算或发生数据缺失。

企业应根据设施的特点选择最合适的监视方法，尽可能提高监测数据的准确性和可靠性。

# **5 计量特性**

企业温室气体排放量不确定度。

# **6 监测计量方法**

## 6.1监测计量边界

报告主体应以企业法人或视同法人的独立管理单位为监测计量边界。监测计量其生产系统产生的温室气体排放。生产系统包括主要生产系统、辅助生产系统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、运输等，附属生产系统包括生产指挥系统（厂部）和厂区内为生产服务的部门和单位(如职工食堂、车间浴室、保健站等)。

水泥生产企业在生产过程中，其温室气体排放主要包括燃料燃烧排放、过程排放、购入和输出的电力及热力产生的排放。水泥生产企业温室气体排放监测计量边界示意图见图1。



图1 水泥生产企业计量边界示意图

## 6.2源流和排放源识别

针对基于计算的方法监测的设施或过程，在计量边界内对温室气体直接排放和间接排放的各类源流逐一进行识别，并通过预评估识别出主要源流和次要源流；针对基于测量的方法监测的设施或过程，在计量边界内对各类温室气体排放源逐一进行识别，并通过预评估识别出主要排放源和次要排放源。水泥生产企业宜按表1进行识别（但不限于表1内容）。

表1 水泥生产企业温室气体源流和排放源识别示意表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 主要生产系统 | 燃料燃烧排放 | 主要生产系统使用的煤、燃油等燃料 | 回转窑的排放烟囱 | 回转窑等 |
| 过程排放 | 原料中的碳酸盐 | 回转窑的排放烟囱或窑头粉尘中碳酸盐分解产生的无组织排放 | 回转窑等 |
| 购入电力和热力产生的排放 | 主要生产系统购入电力和热力 | 分摊排放 | 原燃料预处理、生料制备、煤粉制备等系统中用电设备（破碎机、煤磨、水泥磨、辊压机、窑头风机、窑尾风机等） |
| 输出电力和热力扣除的排放 | 主要生产系统输出电力和热力 | 分摊排放 | 输出电力和热力的主要生产系统设备（余热电站等） |
| 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 | 运输过程中的无组织排放 | 自有车辆等 |
| 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 | 空压机、实验设备、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 | 后勤保障过程中的无组织排放 | 燃气灶等 |
| 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、办公设备等 |

## 6.3监测计量要求

## 6.3.1基于计算的方法监测计量要求

## 6.3.1.1活动数据监测计量要求

1. 活动数据获取方法

企业应通过下述方式之一确定源流的活动数据：

① 对直接输入或输出企业导致排放的燃料、材料进行连续测量，例如天然气流量计、皮带秤等。

② 基于对单独运送的数量进行测量并汇总，考虑到相关的库存变化，例如汽车衡、轨道衡和煤堆变化测量等。

针对第2种情况，使用物料平衡确定活动数据：

 （1）

其中：

*——*在对应期间内使用的燃料和材料量；

*——*购买数量；

*——*输出数量（例如输送到不包含在碳交易的设施中）

*——*年初的库存

*——*年末的库存

1. 活动数据要求

各源流的活动数据的监测计量方法频次和最大允许不确定度应满足表2的要求。

1. 表2 活动数据监测计量要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 源流种类 | 参数 | 监测设备 | 监测频次 | 计量方法 | 计量频次 | 最大允许误差 |
| 主要源流 | 次要源流 |
| 固体燃料 | 燃料消耗量与平均低位发热量乘积（GJ） | 非自动衡器、连续累计自动衡器（皮带秤） | 每批、连续 | JJG539-2016《数字指示秤检定规程》、JJG195-2019《连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程》 | 1次/12个月 | 2.5% | 5% |
| 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） | 油流量计、气体流量计 | 连续 | JJG667-2010《液体容积式流量计检定规程》、JJG640-2016《差压式流量计检定规程》 | 1次/12个月 | 2% | 5% |
| 商业标准燃料 | 燃料消耗量与平均低位发热量乘积（GJ） | 油流量计、气体流量计 | 连续 | JJG667-2010《液体容积式流量计检定规程》、JJG640-2016《差压式流量计检定规程》 | 1次/12个月 | 2.5% | 5% |
| 含碳原料 | 质量或体积 | 非自动衡器、连续累计自动衡器（皮带秤） | 每批、连续 | JJG539-2016《数字指示秤检定规程》JJG195-2019《连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程》 | 1次/12个月 | 1.5% | 3% |
| 含碳产品 | 质量或体积 | 非自动衡器、连续累计自动衡器（皮带秤） | 每批、连续 | JJG539-2016《数字指示秤检定规程》JJG195-2019《连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程》 | 1次/12个月 | 1.5% | 3% |
| 含碳副产品 | 质量或体积 | 非自动衡器、连续累计自动衡器（皮带秤） | 每批、连续 | JJG539-2016《数字指示秤检定规程》JJG195-2019《连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程》 | 1次/12个月 | 2.5% | 5% |
| 购入和输出电力 | 有功交流电能计量（kWh） | 电能表 | 连续 | JJG596《电子式交流电能表检定规程》 | 1次/96个月 | 2.5% | 5% |
| 直流电能计量（kWh） | 电能表 | 连续 | JJG1187-2022《直流标准电能表检定规程》 | 1次/12个月 | 0.5% | 1% |
| 购入和输出热力 | 热水焓值（kJ） | 流量计、温度计、压力计 | 连续 | JJG225-2001《热能表检定规程》 | 1次/36个月 | 10% | 15% |
| 蒸汽焓值（kJ） | 流量计、温度计、压力计 | 连续 | JJG225-2001《热能表检定规程》 | 1次/36个月 | 10% | 15% |

## 6.3.1.2计算因子监测计量要求

排放因子法中的燃料燃烧排放（包括燃料作为过程输入材料的排放），计算因子包括：排放因子、低位发热量、氧化率和生物质比例。

排放因子法中的过程排放（特别是碳酸盐分解的排放），计算因子包括：排放因子和转换系数。

质量平衡法中计算因子包括：碳含量、生物质比例和低位发热量。

1. 表3 计算因子确定方法、测量依据及测量频次

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 计算因子 | 燃料或材料 | 主要源流确定方法 | 次要源流确定方法 | 测量依据 | 最低测量频次 |
| 1 | 燃料排放因子 | 煤中碳含量 | 实测 | 实测或缺省因子 | GB/T 476 煤中碳和氢的测定方法 | 每月一次 |
| 2 | 天然气中碳含量 | GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法 | 每六个月一次 |
| 3 | 低位发热量 | 煤 | GB/T 213 煤的发热量测定方法 | / |
| 4 | 石油 | GB/T 384 石油产品热值测定法 | / |
| 5 | 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 | / |
| 6 | 燃油 | DL/T 567.8 燃油发热量的测定 | / |
| 7 | 氧化率 | 煤 | DL/T 567.6 飞灰和炉渣可燃物测定方法 | / |
| 8 | 过程排放因子 | 水泥成分 | GB/T 12960 水泥组分的定量测定 | 每月一次 |
| 9 | 石灰石中碳酸盐 | GB/T 5762 建材用石灰石化学分析方法 | 每月一次 |
| 10 | 转化因子 |  |  |  |
| 11 | 电力分摊排放因子 | 购入和输出电力 | 缺省因子 | 缺省因子 | 国家发展和改革委员会每年发布的数据或《中国电力年鉴》 |  |
| 12 | 热力分摊排放因子 | 购入和输出热力 | 推荐值0.11 tCO2/GJ或政府主管部门发布的官方数据 |  |

计算因子的分析实验室计量要求符合CMA或CNAS认证，其中所需的分析方法在认可范围内。

缺省计算因子见附录B。

## 6.3.2基于实测的方法监测计量要求

基于实测方法进行温室气体排放量监测时，需对企业烟道排放和无组织排放进行测量。烟道排放监测使用的连续排放监测系统（CEMS）和无组织排放监测使用的监测设备应符合“HJ 75 固定污染源烟气（SO2、NOX、颗粒物）排放连续监测技术规范”和“HJ/T55 大气污染物无组织排放监测技术导则”等相关标准、规范的技术要求。

1. 表4 烟道排放量监测计量要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 排放源类型 | 参数 | 监测设备 | 监测频次 | 计量方法 | 计量频次 | 主要排放源 | 次要排放源 |
| CO2排放源 | CO2浓度、烟气流量 | CEMS | 连续 | JJG968-2002《烟气分析仪检定规程》、JJG640-2016《差压式流量计检定规程》等 | 1次/12个月 | ±5% | ±10% |

1. 表5 无组织排放量监测计量要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 排放源类型 | 参数 | 监测设备 | 监测频次 | 计量方法 | 计量频次 | 主要排放源 | 次要排放源 |
| CO2排放源、N2O排放源、CH4排放源 | CO2浓度、风速风向 | 浓度监测仪、风速风向计 | 连续 | JJG635-2011《一氧化碳、二氧化碳红外气体分析器检定规程》、JJF 1934-2021《超声波风向风速测量仪器校准规范》等 | 1次/12个月 | ±20% | ±30% |

针对生物质排放，企业应使用基于燃料端计算的方法单独确定源自生物质的任何二氧化碳排放量，并从排放端测量得到的总二氧化碳排放量中减去该量。

# **7 温室气体排放量计算**

## 7.1温室气体排放总量

水泥生产企业温室气体排放总量等于计量边界内燃料燃烧排放、过程排放、企业购入

电力和热力产生的排放量之和, 扣除输出的电力和热力对应的排放量，按式（2）计算。

*E*=*E*燃烧+ *E*过程+*E*购入电 *+ E*购入热 *– E*输出电 *– E*输出热（2）

1. 式中：

|  |  |
| --- | --- |
| *E* | *——*水泥生产企业的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO2）； |
| *E*燃烧 | *——*化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO2）； |
| *E*过程 | *——*生产过程产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO2）； |
| *E*购入电 | *——*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*购入热 | *——*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）； |
| *E*输出电 | *——*输出的电力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO2）； |
| *E*输出热 | *——*输出的热力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO2）。 |

## 7.2基于计算的方法排放量计算

## 7.2.1燃料燃烧排放量

燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，按式（3）计算：

 （3）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
|  | ——报告期内第*i*种燃料的活动数据，单位为吉焦（GJ）； |
|  | ——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（tCO2/GJ）。 |

其中，计量边界内第*i*种燃料的活动数据，按式（4）计算：

 （4）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
|  | ——报告期内第*i*种燃料的平均低位发热量；对固体和液体化石燃料，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/104Nm3）； |
|  | ——报告期内第*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（104Nm3）； |

计量边界内第*i*种燃料的排放因子按式（5）计算。

 （5）

式中：

|  |  |
| --- | --- |
|  | ——第*i*种燃料的单位热值含碳量，宜通过实测获得，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ）； |
|  | ——第*i*种燃料的碳氧化率，以%表示，宜采用附录B的推荐值； |
| 44/12 | ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。 |

## 7.2.2过程排放量

水泥生产企业过程排放量计算公式见式（6）~式（8）：

 （6）

式中：

 ——核算和报告年度内，原料碳酸盐分解产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO2）；

 ——生产的水泥熟料产量，单位为吨（t）；

 ——熟料中氧化钙（CaO）的含量，以%表示；

 ——熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化钙（CaO）的含量，以%表示；

 ——熟料中氧化镁（MgO）的含量，以%表示；

 ——熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化镁（MgO）的含量，以%表示；

——二氧化碳与氧化钙之间的相对分子质量换算；

——二氧化碳与氧化镁之间的相对分子质量换算；

 （7）

 （8）

式中：

——生料烧失量，以%表示；

 ——熟料中燃煤灰分掺入量换算因子，取值1.04；

 ——生料中不是以碳酸盐形式存在的氧化钙（CaO）的含量，以%表示；

 ——生料中不是以碳酸盐形式存在的氧化镁（MgO）的含量，以%表示。

## 7.2.3购入输出电力、热力产生的排放

购入电力产生的二氧化碳排放量按式（9）计算:

 （9）

式中：

*——*核算和报告年度内的购入电量，单位为兆瓦时（MWh）；

 *——*区域电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO2/ MWh）。

购入热力产生的二氧化碳排放量按式（10）计算:

 （10）

式中：

*——*核算和报告年度内的购入热量，单位为吉焦（GJ）；

 *——*区域热力的年平均二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO2/ GJ）。

输出电力产生的二氧化碳排放量按式（11）计算:

 （11）

式中：

*——*核算和报告年度内的输出的电量，单位为兆瓦时（MWh）；

*——*区域电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO2/ MWh）。

输出热力产生的二氧化碳排放量按式（12）计算:

 （12）

式中：

*——*核算和报告年度内的输出的热量，单位为吉焦（GJ）；

 *——*区域热力的年平均二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO2/ GJ）。

## 7.3基于测量的方法排放量计算

## 7.3.1烟道排放量

企业应根据下式计算年排放量，排放到大气中的CO2应当作为摩尔当量的CO2处理。

 （13）

其中：

*——*运行期间测量的烟气中排放浓度的小时平均值，单位为g /Nm3。

*——*每小时烟气流量，单位为Nm3/h。

## 7.3.2 无组织排放测量

企业用于进行无组织排放测量的监测系统需由可控释放计量标准进行周期性校准，企业温室气体无组织排放量为小时平均排放量与运行时间的乘积。

 （14）

式中：

*——*企业温室气体无组织排放量，单位为tCO2；

*——*运行期间无组织排放量监测结果的小时平均值，单位为g /h；

——企业年度运行时间，h。

## 7.3.3缺失数据处理方法

1）在计算每个参数的小时平均值时，应使用该小时内所有可用的数据点，包括浓度和烟气流量数据。如果CEMS的某个参数测量模块在部分小时中失控、超出范围或停止运行，如果至少80%的数据可用，则企业应根据该特定时间内的剩余数据点，按比例计算相关的小时平均值。

2）如果可获得的参数数据点不到80%的情况下:

a. 企业应确定代替缺失小时数据的保守值。

b. 如果不能为直接测量的参数，例如浓度，提供有效小时或更短参考周期的数据，企业应使用下式计算一个替代值（平均浓度和与该平均值相关的两倍标准偏差之和）。

 （15）

其中：

*——*特定参数浓度在整个报告期内的算术平均数，或能代表发生数据丢失期间工况的特定时期内的平均值。

*——*对整个报告期内特定参数浓度的标准偏差的最佳估计，或能代表发生数据丢失期间工况的特定时期内的标准偏差的最佳估计。

若因装置重大技术变更导致报告期内不适于确定替代值时，企业应与碳交易管理部门商定一个确定有代表性的平均值和标准偏差的时间区间，时间区间需在最近一年内选取。

c. 如果不能非浓度参数提供某小时的数据，企业应通过质量平衡模型或过程的能量平衡获得该参数的替代值。企业应在根据剩余测量参数和正常工作条件下的测量数据（与缺失数据相同时长）来验证替代值。

# **8 计量结果的表达**

计量报告格式见附录A。

企业温室气体排放量不确定度评估方法见附件C。

# **9 计量时间间隔**

建议间隔12个月或企业温室气体排放量数据存疑时开展。

# **附录A**

**报告格式模板**

1. 水泥生产企业温室气体排放监测计量报告

 证书编号 号 第 页/共 页

1.
2.
3. 被测主体：
4. 测量年度：

任务日期：

测量日期：

发布日期：

建议周期：

 批准人：

 证书专用章 核 验：

 计 量：

计量机构信息

1. 说明
2. 1. 本报告所依据的技术文件
3. 2. 本报告所引用的技术报告
4. 表A.1 监测计量单位信息

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 |  |
| 单位性质 |  |
| 统一社会信用代码 |  |
| 地址 |  |
| 行政区划 |  | 联系人 |  |
| 联系电话 |  | E-mail |  |

1. 表A.2 测算方法确认

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 生产系统 | 工艺过程 | 测算方法选择 |
| 1 | 主要生产系统 | 燃料燃烧排放 | □计算法 □测量法 □组合法  |
| 过程排放 | □计算法 □测量法 □组合法 |
| 购入电力和热力产生的排放 | □计算法 □测量法 □组合法 |
| 输出电力和热力扣除的排放 | □计算法 □测量法 □组合法 |
| 2 | 辅助生产系统 | 燃料燃烧排放 | □计算法 □测量法 □组合法 |
| 购入电力和热力产生的排放 | □计算法 □测量法 □组合法 |
| 3 | 附属生产系统 | 燃料燃烧排放 | □计算法 □测量法 □组合法 |
| 购入电力和热力产生的排放 | □计算法 □测量法 □组合法 |

1. 表A.3 源流和排放源清单

| 编号 | 生产系统 | 计算法填写 | 测量法填写 |
| --- | --- | --- | --- |
| 源流种类 | 源流类型 | 排放源 | 排放源类型 |
| 1 | 主要生产系统 |  | □主要源流 □次要源流 |  | 填写燃料燃烧/过程排放/电力和热力 |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |
| 6 | 辅助生产系统 |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |
| 9 | 附属生产系统 |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |

1. 表A.4 活动数据监测计量要求符合性判定

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 源流种类 | 监测参数 | 监测设备 | 监测频次 | 计量方法 | 不确定度 | 是否符合监测计量要求 |
| 1 |  |  |  |  |  |  | □是 □否 |
| 2 |  |  |  |  |  |  | □是 □否 |
| 3 |  |  |  |  |  |  | □是 □否 |
| 4 |  |  |  |  |  |  | □是 □否 |

1. 表A.5 计算因子监测计量要求符合性判定

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 计算因子 | 源流 | 源流类型 | 确定方法 | 是否符合确定方法要求 |
| 1 |  |  | □主要源流 □次要源流 | □实测 □缺省 | □是 □否 |
| 2 |  |  | □主要源流 □次要源流 | □实测 □缺省 | □是 □否 |
| 3 |  |  | □主要源流 □次要源流 | □实测 □缺省 | □是 □否 |
| 4 |  |  | □主要源流 □次要源流 | □实测 □缺省 | □是 □否 |

1. 表A.6 实测的方法监测计量要求符合性判定

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 排放源名称 | 排放源类型 | 参数 | 监测设备 | 监测频次 | 计量方法 | 计量频次 | 不确定度 | 是否符合监测计量要求 |
| 1 |  | □主要排放源□次要排放源 |  |  |  |  |  |  | □是 □否 |
| 2 |  | □主要排放源□次要排放源 |  |  |  |  |  |  | □是 □否 |
| 3 |  | □主要排放源□次要排放源 |  |  |  |  |  |  | □是 □否 |

1. 表A.7 温室气体排放量及不确定度
2. 表A.7.1 报告主体 年温室气体排放量汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工艺过程 | 1号计量单元 |  号计量单元 | 报告主体小计 |
| 燃料燃烧二氧化碳排放/tCO2e |  |  |  |
| 过程二氧化碳排放 /tCO2e |  |  |  |
| 购人电力产生的二氧化碳排放 /tCO2e |  |  |  |
| 购入热力产生的二氧化碳排放 /tCO2e |  |  |  |
| 输出电力产生的二氧化碳排放 /tCO2e |  |  |  |
| 输出热力产生的二氧化碳排放 /tCO2e |  |  |  |
| 企业温室气体排放总量 /tCO2e |  |  |  |

1. 表A.7.2 报告主体 年温室气体排放量不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. 测算方法
 | 1. 工艺过程/排放类型
 | 1. 不确定度分量
 | 1. 不确定度数值
 | 1. 不确定度合成
 | 1. 最终不确定度
 |
| 1. 计算法
 | 1. 燃料燃烧
 | 1. 活动数据
 |  |  |  |
| 1. 含碳量
 |  |
| 1. 碳氧化率
 |  |
| 1. 过程
 | 1. 活动数据
 |  |  |
| 1. 含碳量
 |  |
| 1. ……
 |  |
| 1. 购入输出电力、热力
 | 1. 活动数据
 |  |  |
| 1. ……
 |  |
| 1. ……
 |  |
| 1. 实测法
 | 1. 烟道排放
 | 1. 流量
 |  |  |  |
| 1. 浓度
 |  |
| 1. 无组织排放
 | 1. 设备不确定度
 |  |  |

1. 表A.7.3 号计量单元化石燃料燃烧温室气体排放量汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 源流 | 活动数据 | 含碳量 | 碳氧化率 | 源流温室气体排放量 | 源流不确定度 |
| 数据 | 不确定度 | 数据 | 来源 | 不确定度 | 数据 | 来源 | 不确定度 |
| 填煤/天然气等 |  |  |  | □检测值 □推荐值 |  |  | □检测值 □推荐值 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 计量单元化石燃料燃烧温室气体排放量总计 |  |
| 计量单元化石燃料燃烧温室气体排放量不确定度 |  |

1. 表A.7.4 号计量单元生产过程中产生二氧化碳数据表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 碳酸盐种类 | 活动数据 | 碳酸盐成分 | 碳酸盐纯度 | 二氧化碳排放因子 |
| 数据 | 不确定度 | 数据 | 来源 | 不确定度 |
|  |  |  |  |  |  | □检测值 □推荐值 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 计量单元生产过程中产生二氧化碳排放总量 |  |
| 计量单元生产过程中产生二氧化碳排放总量不确定度 |  |

1. 表A.7.5 号计量单元购入和输出的电力产生的二氧化碳排放数据表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 购入量 | 输出量 | 二氧化碳排放因子 |
| 数据 | 不确定度 | 数据 | 不确定度 |
| 电力 |  |  |  |  |  |
| 蒸汽 |  |  |  |  |  |
| 热水 |  |  |  |  |  |

# 附录B

1. 相关参数推荐值

表B.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/104Nm3 | 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 | 104Nm3 | 389.31  | 15.3×10-3  | 99 |
| 液化石油气 | 104Nm3 | 50.179 | 17.2×10-3   | 98 |
| 液化天然气 | 104Nm3 | 44.2 | 17.2×10-3   | 98 |
| 其他煤气 | 104Nm3 | 52.27 | 12.2×10-3   | 99 |
| 注：数据取值来源为《中国能源统计年鉴》（2022）。 |

表B.2 常见碳酸盐排放因子推荐值

|  |  |
| --- | --- |
| 碳酸盐 | 排放因子 （t CO2/t碳酸盐） |
| CaCO3 | 0.440 |
| MgCO3 | 0.522 |
| Na2CO3 | 0.415 |
| BaCO3 | 0.223 |
| Li2CO3 | 0.596 |
| K2CO3 | 0.318 |
| SrCO3 | 0.298 |
| NaHCO3 | 0.524 |
| FeCO3 | 0.380 |
| CaMg(CO3)2 | 0.477 |
| MnCO3 | 0.383 |

表B.3 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 | 1.40 | 204.3 | 2793.8 |
| 0.009 | 43.79 | 2580.8 | 1.50 | 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B.4 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 |
| 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 |

# 附录C

不确定度评估方法及示例

水泥生产企业应按JJF 1059.1要求对温室气体排放量测算结果进行不确定度评估，企业应根据采用的温室气体测算方法选取对应的不确定度评估方法。

C.1基于计算的温室气体排放量不确定度评估方法

C.1.1 测量模型

温室气体排放总量按式（C.1）计算：

 （C.1）

*E* ——玻璃生产企业的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

*E*燃烧 ——燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

*E*过程 ——工业生产过程产生的各种温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

*E*购入电力——购入电力产生的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

*E*购入热力 ——购入热力产生的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

*E*输出电力 ——输出电力产生的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

*E*输出热力——输出热力产生的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

C.1.2 不确定度评估

由测量模型可知，基于计算的温室气体排放量计算不确定度主要由燃烧产生的CO2排放量计算、生产过程中产生的CO2排放量计算、购入和输出电力热力CO2排放量计算几部分引入。

（C.2）

其中：

——CO2排放总量的标准不确定度；

——燃料燃烧排放量的标准不确定度；

——过程排放量的标准不确定度；

——购入电力排放量的标准不确定度；

——购入热力排放量的标准不确定度；

——输出电力排放量的标准不确定度；

——输出热力排放量的标准不确定度。

C.1.3 不确定度分量

以计量边界内某种类型化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放引入的不确定度分量为例。燃料燃烧产生的二氧化碳排放量按式C.3计算。

 （C.3）

式中：

——化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

AD ——化石燃料的活动数据, 对固体和液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万标立方米（104Nm3）；

CC——化石燃料的含碳量，对固体和液体燃料，单位为吨碳每吨（tC/t）；对气体燃料，单位为吨碳每万标立方米（tC/104Nm3）；

OF——核算和报告年度内化石燃料的碳氧化率；

——二氧化碳的全球变暖潜势，取值为1；

44/12——二氧化碳与碳的相对分子质量之比；

由式C.3可知，燃料燃烧产生的二氧化碳的不确定度分量主要来源于活动数据测量、化石燃料含碳量测量、化石燃料的碳氧化率测量三部分。

 （C.4）

其中：

——化石燃料的活动数据测量的标准不确定度；

——化石燃料的含碳量测量的标准不确定度，由采样过程和含碳量测量两部分引入，其中采样过程引入的相对不确定度按3.5%计算，含碳量测量引入的不确定度由仪器校准或检定证书以及测量重复性合成得到；

——化石燃料的碳氧化率测量的标准不确定度，由仪器校准证书和测量重复性两部分合成得到。

当燃料活动数据通过对直接输入或输出企业导致排放的燃料、材料进行连续测量（例如天然气流量计、皮带秤等）获取时，活动数据测量的不确定度由计量仪表的检定或校准证书得到。

当燃料活动数据基于对单独运送的数量进行测量并汇总获得时，需考虑相关的库存变化，例如汽车衡、轨道衡和煤堆变化测量等引入的不确定度。

 （C.5）

式中：

——第i批次燃料购买数量；

——第i批次燃料输出数量（例如输送到不包含在碳交易的设施中）；

——年初的库存；

——年末的库存；

由式（C.5）可知，由燃料活动数据测量引入的不确定度分量按下式计算。

 （C.6）

式中：

——第i批次燃料购买数量的不确定度；

——第i批次燃料输出数量的不确定度；

——年初燃料库存量的不确定度；

——年末燃料库存量的不确定度；

——分别为燃料购买和输出的批次。

如果用于衡量燃料库存的计量器具和用于测量各批次燃料购买与输出数量的计量器具均保持不变或具有相同的计量不确定度水平，则式（C.6）可作以下简化。

 （C.7）

式中：

——燃料购买量计量引入的不确定度；

——燃料输出量计量引入的不确定度；

——燃料库存量计量引入的不确定度。

C.2基于实测的温室气体不确定度评估方法

C.2.1 测量模型

实测法温室气体排放包含烟道排放和无组织排放两部分。

 （C.8）

式中：

——基于实测的企业温室气体排放量，tCO2e；

——烟道温室气体排放量，tCO2e；

——温室气体无组织排放量，tCO2e。

C.2.2 烟道温室气体排放

烟道温室气体排放量不确定度来源于流量测量的不确定度和二氧化碳浓度测量的不确定度。

C.2.2.1 测量模型

 （C.9）

式中：

——烟道温室气体排放量，tCO2e；

——烟道流量值，kg/m3；

——CO2浓度监测值，%。

C.2.2.2 不确定度评估

由测量模型可知，烟道碳排放量的不确定度由流量的测量和浓度的测量引入的不确定度合成得到，由式（C.10）计算。

 （C.10）

式中：

——烟道温室气体排放量的标准不确定度；

——烟道流量测量的标准不确定度，主要由CEMS流量监测仪器证书的不确定度得到；

——CO2浓度测量的标准不确定度，主要由CEMS浓度监测仪器证书的不确定度得到。

C.2.3 温室气体无组织排放

温室气体无组织排放测量不确定度主要来源于监测系统，其不确定度水平由可控释放计量标准装置的校准结果给出。

C.2.4 基于实测的温室气体排放不确定度

由测量模型可知，基于实测的企业温室气体排放量不确定度按下式计算。

 （C.11）

式中：

——基于实测的温室气体排放量的合成标准不确定度；

——温室气体无组织排放量的标准不确定度。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_