



# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-2026

## 温室气体 产品碳足迹量化计量技术规范 煤制甲醇产品

Greenhouse gases -Metrological Technical Specification for Quantification of  
product carbon footprint - Coal-to-Methanol Products

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

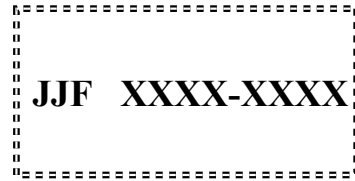
国家市场监督管理总局 发布

---

温室气体 产品碳足迹量化  
计量技术规范 煤制甲醇  
产品

Greenhouse gases -Metrological Technical  
Specification for Quantification of product  
carbon footprint - Coal-to-Methanol Products

---



归口单位：全国碳达峰碳中和计量技术委员会碳排放量  
计量分技术委员会  
主要起草单位：鄂尔多斯市检验检测中心  
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碳排放量计量分技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

# 目 录

引 言 .....	5
1 范围 .....	6
2 规范性引用文件 .....	6
3 术语 .....	6
4 计量对象 .....	6
4.1 计量范围 .....	6
4.2 计量参数 .....	7
5 计量要求 .....	8
5.1 初级数据计量要求 .....	8
5.2 次级数据计量要求 .....	8
5.3 碳足迹因子计量要求 .....	9
6 产品碳足迹量化方法 .....	9
6.1 煤制甲醇产品碳足迹核算 .....	9
6.2 原材料和能源获取阶段 .....	9
6.3 原材料和能源运输阶段 .....	10
6.4 煤制甲醇生产阶段 .....	10
7 计量结果表达 .....	12
7.1 一般要求 .....	12
7.2 报告要求 .....	12
附录 A 报告格式模板（资料性） .....	17
附录 B 不确定度评定方法及示例 .....	17

# 引 言

本规范编写以 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范，参考了 GB/T 24067-2024《温室气体 产品碳足迹量化要求与指南》和 GB/T 32151.10《碳排放核算与报告要求第 10 部分：化工生产企业》制定。

本规范为首次发布。

# 温室气体 产品碳足迹量化计量技术规范 煤制甲醇产品

## 1 范围

本规范适用于煤制甲醇产品碳足迹量化的计量。

## 2 规范性引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF 2309 重点排放单位碳计量审查规范

JJF 2369 碳排放计量技术规范 第1部分：发电企业

GB/T 338 工业用甲醇

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹量化要求与指南

GB/T 31428 煤化工术语

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32151.10 碳排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业

凡是注日期的引用文件，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。

## 3 术语

GB/T 24067、GB/T 32150、GB 31428 界定的及下列术语和定义适用于本规范。

### 3.1 煤制甲醇产品 coal to methanol

以煤为原料，采用煤气化技术合成的符合 GB/T 338 规定的甲醇。

### 3.2 产品碳足迹 carbon footprint of a product;CFP

产品系统中的温室气体排放量和温室气体清除量之和。

注：本规范所述产品碳足迹指从原材料开采到产品产出过程的产品部分碳足迹，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一环境影响类型进行生命周期评价。

[来源：GB/T 24067，3.1.2，有修改]

### 3.3 声明单位 declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

注：本规范以“1t 煤制甲醇”作为声明单位。

[来源：GB/T 24067，3.3.8，有修改]

## 4 计量对象

### 4.1 计量范围

煤制甲醇产品碳足迹量化运用生命周期评价方法，其生命周期系统边界为“从摇篮到大门”，包括原材料和能源获取阶段、原材料和能源运输阶段和煤制甲醇生产阶段。根据煤制甲醇产品碳足迹量化系统边界确定计量范围，煤制甲醇产品碳足迹系统边界见图1。

煤制甲醇产品碳足迹量化过程取舍准则遵循 GB/T 24067 和煤制甲醇产品碳足迹量化与要求相关国家标准规则执行，可舍弃产品碳足迹影响小于1%的环节，但舍弃环节总的影响不超过产品碳足迹总量的5%。

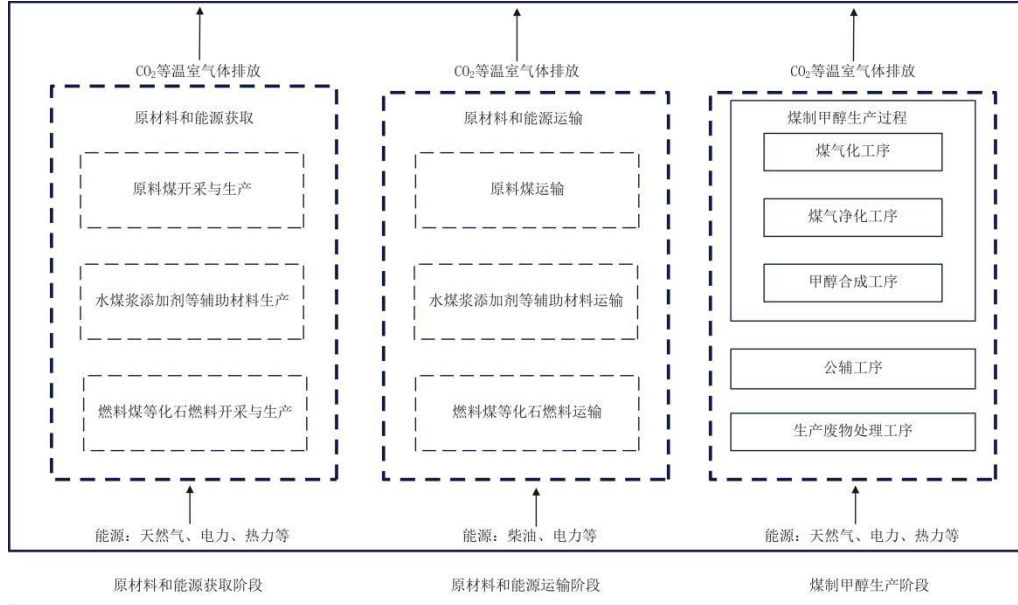


图1 煤制甲醇产品碳足迹系统边界图

4.2 计量参数

煤制甲醇产品碳足迹量化过程相关计量参数见表 1。

表 1 产品碳足迹量化过程计量参数

量化阶段	计量过程		计量参数
	过程名称	过程描述	
原材料和能源获取阶段	原材料和能源获取	煤制甲醇生产所需的原料煤、辅助材料，以及燃料煤、天然气、柴油等化石燃料的开采、加工过程	原料煤、辅助材料使用量以及化石燃料消耗量
原材料和能源运输阶段	原材料和能源运输	原材料、化石燃料通过运输工具运输至甲醇生产企业的过程	原料煤、辅助材料使用量、化石燃料消耗量、运输里程和运输方式
煤制甲醇生产阶段	化石燃料燃烧	使用煤、柴油、天然气等化石燃料燃烧为生产装置供热，车辆运输、火炬点火供能的过程	化石燃料消耗量、化石燃料低位发热量以及元素碳含量
	煤制甲醇生产过程	原料煤经气化、净化、合成等煤化工工艺生产甲醇的过程，包括动力、供电、生产废物处理等辅助生产过程	原料、辅助材料使用量、甲醇产量、其他含碳输出物的量、原料煤、其他含碳输出物的含碳量以及碳酸盐纯度或化学组分
	电力、热力使用	煤制甲醇生产使用电力和热力的过程	购入和输出的电量，购入和输出的蒸汽量、蒸汽温度、蒸汽压力，购入和输出的热水量、热水温度
	废弃物处置	煤制甲醇生产过程产生的废弃物处置过程	废弃物处置量

## 5 计量要求

### 5.1 初级数据计量要求

#### 5.1.1 初级数据收集要求

初级数据分为现场数据和非现场数据，报告主体应优先收集表 2 中质量等级高的现场数据。在收集现场数据不可行的情况下，宜使用经第三方评审的非现场数据的初级数据。

表 2 初级数据类型及数据质量等级

数据类型	描述	质量等级
现场数据	来自于产品系统边界内，通过直接测量获得的实测数据。	高
	来自于产品系统边界内，基于直接测量的计算获得的测算数据，计算方法应为基于自然基础科学（物理学、化学、生物学、电力系统基本公式和国家标准、行业标准或国际公约中给出的计算公式）获得。	
非现场数据	来自于其他与所研究的产品系统具有可比性的产品系统，并通过直接测量或基于直接测量的计算获得的数据。	较高

#### 5.1.2 初级数据获取要求

化石燃料消耗主要包括燃煤、燃油、燃气消耗。燃煤消耗量宜采用具有有效检定或校准证书的皮带秤或耐压式计量给煤机的入炉煤测量结果。不具备入炉煤测量条件的，根据每日或每批次入厂煤盘存测量数值统计，采用该数据测量仪器宜具有有效检定或校准证书。燃油、燃气消耗量，宜采用具有有效检定或校准证书的流量计连续测量结果，不具备连续测量条件的，通过盘存测量得到购销存台账中的消耗量数据，该数据测量仪器宜具有有效检定或校准证书。

原材料消耗量、甲醇产量、气化渣产量等生产过程活动数据宜采用具有有效检定或校准证书的皮带秤、汽车衡或流量计等测量仪器的测量结果。

电能消耗量宜采用具有有效检定或校准证书的电能表连续测量结果。热能消耗量宜采用具有有效检定或校准证书的热能表测量结果。

初级数据使用的测量仪器应按照相应计量技术规范进行检定或校准，检定或校准结果应满足 JJF2309 或对应计量技术规范技术指标的要求，以确保测量仪器的量值准确可靠，

### 5.2 次级数据计量要求

次级数据收集应按照优先级顺序依次使用统计数据、权威机构公布的数据库、文献数据、估算数据等数据，并注明数据来源。数据类型及质量等级见表 4。

表 4 次级数据类型及数据质量等级

数据类型	描述	质量等级
次级数据	企业以文件或电子媒介形式保留的各类生产统计数据	中
	与排放相关的企业财务票据和（或）供应商提供的结算凭证数据等。	
	商业数据库和免费数据库，数据质量要求满足 GB/T 24067，且经权威机构验证且具有可信度。	较低
	公开文献、行业发布年鉴、标准（国家标准、行业标准、地方标准等）	低

	推荐值、经主管部门发布的行业数据或其他具有代表性的数据等。	
	基于科学方法、模型或合理假设间接得出的估算结果	

### 5.3 碳足迹因子计量要求

碳足迹因子优先采用经溯源性核验的实测数据。无实测数据时，按照优先级顺序依次使用行政主管部门发布的官方数据、行业经验值、文献值，并注明数据来源。数据类型及质量等级见表5。

表5 碳足迹因子数据类型及数据质量等级

数据类型	描述	质量等级
碳足迹因子	经仪器测量或采用质量平衡法计算获得的排放因子。	高
	国家温室气体排放因子数据库	较高
	国家标准、行业标准等技术文件中推荐的碳足迹因子。	
	国内机构发布碳足迹因子库数据（数据满足GB/T24067 规定的数据质量和特征要求，包括精度和完整性）	中
	国外机构发布碳足迹因子库数据（数据满足GB/T24067 规定的数据质量和特征要求，包括精确性和完整性）	较低
	来源于公开发表的报告、科技文献等资料和缺省值。	低

## 6 产品碳足迹量化方法

### 6.1 煤制甲醇产品碳足迹核算

煤制甲醇产品碳足迹的核算应包括原材料和能源获取阶段、原材料和能源运输阶段和煤制甲醇产品生产阶段涉及的所有单元过程，煤制甲醇产品碳足迹按式（1）计算：

$$CFP_{\text{甲醇}} = \frac{E_{\text{获取}} + E_{\text{运输}} + E_{\text{生产}}}{P_{\text{甲醇}}} \quad (1)$$

式中：

$CFP_{\text{甲醇}}$ ——煤制甲醇产品碳足迹，tCO<sub>2</sub>e/t；

$E_{\text{获取}}$ ——原材料和能源获取阶段的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；

$E_{\text{运输}}$ ——原材料和能源运输阶段的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e。

$E_{\text{生产}}$ ——煤制甲醇生产阶段温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e。

$P_{\text{甲醇}}$ ——甲醇产量，t。

### 6.2. 原材料和能源获取阶段

原材料和能源获取阶段温室气体排放量，按式（2）计算：

$$E_{\text{获取}} = \sum_{i=1}^n E_{\text{获取},i} = \sum_{i=1}^n M_i \times CFF_i \quad (2)$$

式中：

$E_{\text{获取},i}$  ——第*i*种原材料或能源获取产生的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；

$M_j$  ——第*j*种原材料或能源的消耗量，t、10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>，具体单位视原材料或能源材料种类而定；

$CFF_k$  ——第*i*种原材料或能源获取的碳足迹因子，tCO<sub>2</sub>e/t、tCO<sub>2</sub>e/10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>，具体单位视原材料或能源材料种类而定。

### 6.3 原材料和能源运输阶段

原材料和能源运输阶段产生的温室气体排放，按式（3）计算：

$$E_{\text{运输}} = \sum E_{\text{运输},j,k} = \sum_{j,k} (M_j \times D_{j,k} \times TFF_k) \quad (3)$$

式中：

- $E_{\text{运输},j,k}$  ——第*j*种原材料或能源第*k*种运输方式下产生的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；  
 $M_j$  ——第*j*种原材料或化石燃料的消耗量，t；  
 $D_{j,k}$  ——第*j*种原材料或能源第*k*种运输方式下的运输距离（指原材料、能源从获取运输至产品生产工厂的距离），km；  
 $TFF_k$  ——第*k*种运输方式的碳足迹因子，tCO<sub>2</sub>e/（t·km）。

### 6.4 煤制甲醇生产阶段

煤制甲醇生产阶段温室气体排放量，按式（4）计算：

$$E_{\text{生产阶段}} = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{净购入电}} + E_{\text{净购入热}} + E_{\text{废弃物处置}} \quad (4)$$

式中：

- $E_{\text{生产阶段}}$  ——煤制甲醇生产阶段温室气体排放总量，tCO<sub>2</sub>e；  
 $E_{\text{燃烧}}$  ——化石燃料燃烧温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；  
 $E_{\text{过程}}$  ——甲醇生产过程产生的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；  
 $E_{\text{电力}}$  ——净购入电力产生的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；  
 $E_{\text{热力}}$  ——净购入热力产生的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；  
 $E_{\text{废弃物处置}}$  ——废弃物处置产生的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e。

#### 6.4.1 化石燃料燃烧温室气体排放核算

化石燃料燃烧温室气体排放量按式（5）计算：

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n E_{\text{燃烧},i} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times C_{\text{ar},i} \times OF_i \times \frac{44}{12}) \quad (5)$$

式中：

- $E_{\text{燃烧},i}$  ——第*i*种燃料燃烧产生的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；  
 $AD_i$  ——第*i*种化石燃料消耗量，对于固体或液体燃料，单位为t；对于气体燃料，单位为10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>；  
 $C_{\text{ar},i}$  ——第*i*种化石燃料收到基元素碳含量，对于固体或液体燃料，单位为tC/t；对于气体燃料，单位为tC/10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>；  
 $OF_i$  ——第*i*种化石燃料碳氧化率，以%表示；  
 $44/12$  ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

#### 6.4.2 煤制甲醇生产过程温室气体排放核算

煤制甲醇生产过程温室气体排放量按GB/T32150.10的规定，采用物料平衡法按式（6）计算：

$$E_{\text{过程}} = E_{\text{原材料}} - E_{\text{甲醇}} - E_{\text{其他}} \quad (6)$$

式中：

$E_{\text{原材料}}$  ——原材料使用产生的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；

$E_{\text{甲醇}}$  ——甲醇产品隐含的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；

$E_{\text{其他}}$  ——其他含碳输出物隐含的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e。

#### 6.4.2.1 原材料使用产生的温室气体排放核算

原材料使用产生的温室气体排放量按式（7）计算：

$$E_{\text{原材料}} = \sum_{i=1}^n E_{\text{原材料},i} = \sum_{i=1}^n (AD_{\text{原材料},i} \times CC_{\text{原材料},i} \times \frac{44}{12}) \quad (7)$$

式中：

$E_{\text{原材料},i}$  ——第*i*种原材料使用产生的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；

$AD_{\text{原材料},i}$  ——第*i*种原材料投入量，t；

$CC_{\text{原材料},i}$  ——第*i*种原材料含碳量，tC/t。

#### 6.4.2.2 甲醇产品隐含的温室气体排放核算

甲醇隐含的温室气体排放量按式（8）计算：

$$E_{\text{甲醇}} = 0.375 \times AD_{\text{甲醇}} \quad (8)$$

式中：

0.375 ——甲醇的含碳量，tC/t；

$AD_{\text{甲醇}}$  ——甲醇产量，t。

#### 6.4.2.3 其他含碳输出物隐含的温室气体排放核算

其他含碳输出物隐含的温室气体排放量，按式（9）计算：

$$E_{\text{其他}} = \sum_{i=1}^n E_{\text{其他},i} = \sum_{i=1}^n (AD_{\text{其他},i} \times CC_{\text{其他},i} \times \frac{44}{12}) \quad (9)$$

式中：

$E_{\text{其他},i}$  ——第*i*种其他含碳输出物隐含的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；

$AD_{\text{其他},i}$  ——第*i*种其他含碳输出物输出量，t；

$CC_{\text{其他},i}$  ——第*i*种其他含碳输出物含碳量，tC/t。

#### 6.4.3 净购入电力产生的温室气体排放核算

煤制甲醇生产过程净购入电力产生的温室气体排放量按式（10）计算：

$$E_{\text{电力}} = AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} \quad (10)$$

式中：

$AD_{\text{电力}}$  ——净购入电力量，MW·h；

$EF_{\text{电力}}$  ——电力排放因子，tCO<sub>2</sub>/MW·h。

#### 6.4.4 净购入热力产生的温室气体排放核算

煤制甲醇生产过程净购入热力（包括蒸汽和热水）产生的温室气体排放量按式（11）计算：

$$E_{\text{热力}} = AD_{\text{热力}} \times EF_{\text{热力}} \quad (11)$$

式中：

$AD_{\text{热力}}$ ——净购入热力活动数据，蒸汽热力与热水热量之和，GJ；

$EF_{\text{热力}}$ ——热力排放因子，tCO<sub>2</sub>/GJ。

#### 6.4.5 废弃物处置产生的温室气体排放核算

煤制甲醇生产过程废弃物处置产生的温室气体排放量，按式（12）计算：

$$E_{\text{废弃物处置}} = \sum_{i=1}^n E_{\text{废弃物处置},i} = \sum_{i=1}^n AD_{\text{废弃物},i} \times EF_{\text{废弃物处置},i} \quad (12)$$

式中：

$E_{\text{废弃物处置},i}$  ——第*i*种废弃物处置产生的温室气体排放量，tCO<sub>2</sub>e；

$AD_{\text{废弃物}}$  ——第*i*种废弃物的处置量，t；

$EF_{\text{废弃物处置}}$  ——第*i*种废弃物处置的碳足迹因子，tCO<sub>2</sub>e/t。

## 7 计量结果表达

### 7.1 一般要求

煤制甲醇产品碳足迹量化计量结果应以报告形式体现，报告应包含生产企业和产品基本信息、产品碳足迹计量范围、产品碳足迹及不确定度等基本要素。

### 7.2 报告要求

煤制甲醇产品碳足迹量化计量报告应满足以下规定，报告格式宜参考附录 A：

- a) 基本信息应包括不限于生产者名称、地址、联系人（授权人）及联系电话以及产品名称、产品功能、产品介绍以及产品图片等信息；
- b) 产品碳足迹计量范围应包括声明单位、系统边界、取舍准则、时间范围等；
- c) 核算得到煤制甲醇产品碳足迹系统边界内各阶段产品碳足迹，并分别给出标准不确定度，不确定度评定方法参考附录 B。
- d) 最终明确煤制甲醇产品碳足迹，并给出合成不确定度，不确定度评定方法参考附录 B。

附录A

报告格式模板  
(资料性)

煤制甲醇产品碳足迹量化计量报告

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：\_\_\_\_\_

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A.1 基本信息

生产单位信息			
单位名称			
统一社会信用代码			
地址			
法定代表人		注册资金	
主营业务			
行政区划		联系人	
联系电话		E-mail	
产品信息			
产品名称			
产品功能			
产品介绍			
产品图片			

表A.2 产品碳足迹量化计量范围

声明单位	
系统边界	<input type="checkbox"/> 原材料和能源获取阶段 <input type="checkbox"/> 原材料和能源运输阶段 <input type="checkbox"/> 煤制甲醇生产阶段
取舍准则	
时间范围	

表A.3 生命周期排放清单说明

生命周期阶段	种类	碳足迹/(tCO <sub>2</sub> e/声明单位)	不确定度
原材料和能源获取阶段			
原材料和能源运输阶段			
煤制甲醇生产阶段			

表A.4 生命周期各阶段碳足迹及不确定度评价结果

生命周期阶段	碳足迹/ (tCO <sub>2</sub> e/声明单位)	不确定度
原材料和能源获取阶段		
原材料和能源运输阶段		
煤制甲醇生产阶段		
煤制甲醇产品碳足迹		

## 附录 B

## 不确定度评定方法及示例

企业应按照 JJF1059.1 要求，以甲醇产品碳足迹量化公式为模型，对煤制甲醇产品碳足迹进行不确定度评定。

## B.1 原材料和能源获取阶段温室气体排放量标准不确定度

原材料和能源获取引起的温室气体排放量的标准不确定度按式 (B.1) 计算：

$$u(E_{\text{获取}}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n [E_{\text{获取},i} \times u_{\text{rel}}(E_{\text{获取},i})]^2} \quad (\text{B.1})$$

式中：

- $u(E_{\text{获取}})$  —— 原材料或化石燃料获取产生的温室气体排放量标准不确定度，  
tCO<sub>2</sub>e。
- $u_{\text{rel}}(E_{\text{获取},i})$  —— 第*i*种原材料或化石燃料获取引起的温室气体排放量相对标准不  
确定度，%。

原材料和能源获取产生的温室气体排放量的相对不确定度按式 (B.2) 计算：

$$u_{\text{rel}}(E_{\text{获取}}) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(M_{\text{获取}}) + u_{\text{rel}}^2(CFF_{\text{获取}})} \quad (\text{B.2})$$

式中：

- $u_{\text{rel}}(M_{\text{获取}})$  —— 原材料或化石燃料的消耗量的相对标准不确定度，%；
- $u_{\text{rel}}(CFF_{\text{获取}})$  —— 原材料或化石燃料获取的碳足迹因子的相对标准不确定度，%。

其中原材料或化石燃料的消耗量的相对标准不确定度可参考 JJF2369 中燃料消耗量的不确定度评定方法进行评定；原材料或化石燃料获取的碳足迹因子引入的不确定度不进行评定。

## B.2 原材料和能源运输阶段温室气体排放量标准不确定度

原材料和能源运输产生的温室气体排放量的标准不确定度按式 (B.3) 计算：

$$u(E_{\text{运输}}) = \sqrt{\sum [E_{\text{运输},j,k} \times u_{\text{rel}}(E_{\text{运输},j,k})]^2} \quad (\text{B.3})$$

式中：

- $u(E_{\text{运输}})$  —— 原材料或化石燃料运输产生的温室气体排放量标准不确定度，  
tCO<sub>2</sub>e；
- $u_{\text{rel}}(E_{\text{运输},j,k})$  —— 第*j*种原材料或化石燃料第*k*种运输方式下运输产生的温室气体排放  
量相对标准不确定度，%。

原材料和能源获取产生的温室气体排放量的相对不确定度按式 (B.4) 计算：

$$u_{\text{rel}}(E_{\text{运输}}) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(M) + u_{\text{rel}}^2(D_k) + u_{\text{rel}}^2(TFF_k)} \quad (\text{B.4})$$

式中：

- $u_{\text{rel}}(M)$  ——原材料或化石燃料的消耗量的相对标准不确定度，%；  
 $u_{\text{rel}}(\text{Car})$  ——原材料或能源第 $k$ 种运输方式下的运输距离的相对标准不确定度，%；  
 $u_{\text{rel}}(\text{TFF}_k)$  ——第 $k$ 种运输方式的碳足迹因子的相对标准不确定度，%。

其中原材料或化石燃料的消耗量的相对标准不确定度可参考JJF2369中燃料消耗量的不确定度评定方法进行评定，运输距离、运输方式的碳足迹因子引入的不确定度不进行评定。

### B.3 煤制甲醇生产阶段温室气体排放量标准不确定度

煤制甲醇生产阶段温室气体排放量标准不确定度，按式（B.5）计算：

$$u(E_{\text{生产}}) = \sqrt{u^2(E_{\text{燃烧}}) + u^2(E_{\text{过程}}) + u^2(E_{\text{电力}}) + u^2(E_{\text{热力}}) + u^2(E_{\text{废弃物处置}})} \quad (\text{B.5})$$

式中：

- $u(E_{\text{生产}})$  ——煤制甲醇生产阶段温室气体排放量标准不确定度，tCO<sub>2</sub>e；  
 $u(E_{\text{燃烧}})$  ——燃料燃烧温室气体排放量的标准不确定度，tCO<sub>2</sub>e；  
 $u(E_{\text{过程}})$  ——煤制甲醇生产过程温室气体排放量的标准不确定度，tCO<sub>2</sub>e；  
 $u(E_{\text{电力}})$  ——净购入电力产生的温室气体排放量的标准不确定度，tCO<sub>2</sub>e；  
 $u(E_{\text{热力}})$  ——净购入热力产生的温室气体排放量的标准不确定度，tCO<sub>2</sub>e；  
 $u(E_{\text{废弃物处置}})$  ——废弃物处置产生的温室气体排放量的标准不确定度，tCO<sub>2</sub>e。

#### B.3.1 燃料燃烧温室气体排放量的不确定度评定方法

燃料燃烧温室气体排放量的标准不确定度按式（B.6）计算：

$$u(E_{\text{燃烧}}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n [E_{\text{燃烧},i} \times u_{\text{rel}}(E_{\text{燃烧},i})]^2} \quad (\text{B.6})$$

式中：

- $u_{\text{rel}}(E_{\text{燃烧},i})$  ——第 $i$ 种燃料燃烧温室气体排放量的相对标准不确定度，%。

燃料燃烧温室气体排放量的相对标准不确定度按式（B.7）计算：

$$u_{\text{rel}}(E_{\text{燃烧}}) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(FC) + u_{\text{rel}}^2(\text{Car}) + u_{\text{rel}}^2(OF)} \quad (\text{B.7})$$

式中：

- $u_{\text{rel}}(FC)$  ——燃料消耗量的相对标准不确定度，%；  
 $u_{\text{rel}}(\text{Car})$  ——燃料元素碳含量的相对标准不确定度，%；  
 $u_{\text{rel}}(OF)$  ——燃料碳氧化率的相对标准不确定度，%。

燃料消耗量、元素碳含量的不确定度评定方法可参考JJF2369，碳氧化率宜统一取缺省值，其所引入的不确定度不进行评定。

#### B.3.2 甲醇生产过程温室气体排放量的不确定度评定方法

甲醇生产过程温室气体排放量的标准不确定度按式（B.8）计算：

$$u(E_{\text{过程}}) = \sqrt{u^2(E_{\text{原材料}}) + u^2(E_{\text{甲醇}}) + u^2(E_{\text{其他}})} \quad (\text{B.8})$$

式中：

- $u(E_{\text{过程}})$  ——甲醇生产过程产生的温室气体排放量的不确定度，tCO<sub>2</sub>e；  
 $u(E_{\text{原材料}})$  ——原材料使用产生的温室气体排放量的不确定度，tCO<sub>2</sub>e；  
 $u(E_{\text{含碳产品}})$  ——甲醇产品隐含的温室气体排放量的不确定度，tCO<sub>2</sub>e；

$u(E_{\text{其他}})$  ——其他含碳输出物隐含的温室气体排放量的不确定度，tCO<sub>2</sub>e。

### B.3.2.1 原材料使用产生的温室气体排放量的不确定度评定方法

原材料使用产生的温室气体排放量的标准不确定度按式 (B.9) 计算：

$$u(E_{\text{原材料}}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n [E_{\text{原材料},i} \times u_{\text{rel}}(E_{\text{原材料},i})]^2} \quad (\text{B.9})$$

式中：

$u_{\text{rel}}(E_{\text{原材料},i})$  ——第*i*种原材料使用产生的温室气体排放量的相对标准不确定度，%。

原材料使用产生的温室气体排放量相对标准不确定度按式 (B.10) 计算：

$$u(E_{\text{原材料},i}) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(AD) + u_{\text{rel}}^2(CC)} \quad (\text{B.10})$$

式中：

$u_{\text{rel}}(AD)$  ——原材料投入量的相对标准不确定度，%；

$u_{\text{rel}}(CC)$  ——原材料含碳量的相对标准不确定度，%。

其中原料煤投入量的相对标准不确定度可参考 JJF2369 中燃料消耗量的不确定度评定方法进行评定；原材料含碳量的相对标准不确定度评定方法可参考 JJF2369 中附录 C。

### B.3.2.2 甲醇产品隐含的温室气体排放量不确定度评定方法

甲醇隐含的温室气体排放量标准不确定度即为甲醇产量的标准不确定度，甲醇产量的标准不确定度可参考 JJF2369 中燃料消耗量的不确定度评定方法进行评定。

### B.3.2.3 其他含碳输出物隐含的温室气体排放量不确定度评定方法

其他含碳输出物隐含的温室气体排放量标准不确定度按式 (B.11) 计算：

$$u(E_{\text{其他}}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n [E_{\text{其他},i} \times u_{\text{rel}}(E_{\text{其他},i})]^2} \quad (\text{B.11})$$

式中：

$u_{\text{rel}}(E_{\text{其他},i})$  ——第*i*种其他含碳输出物隐含的温室气体排放量相对标准不确定度，%。

其他含碳输出物隐含的温室气体排放量相对标准不确定度按式 (B.12) 计算：

$$u_{\text{rel}}(E_{\text{其他}}) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(AD_{\text{其他}}) + u_{\text{rel}}^2(CC_{\text{其他}})} \quad (\text{B.12})$$

式中：

$u_{\text{rel}}(AD_{\text{其他}})$  ——其他含碳输出物输出量的相对标准不确定度，%；

$u_{\text{rel}}(CC_{\text{其他}})$  ——其他含碳输出物含碳量的相对标准不确定度，%。

其中其他含碳输出物输出量的相对标准不确定度可参考 JJF2369 中燃料消耗量的不确定度评定方法进行评定；其他含碳输出物含碳量的相对标准不确定度评定方法可参考 JJF2369 中附录 C。

## B.4 净购入电力产生的温室气体排放量不确定度评定方法

净购入电力温室气体排放量的标准不确定度即为购入或输出电力活动数据的不确定度，可参考 JJF2369 中燃料消耗量的不确定度进行评定。

## B.5 净购入热力产生的温室气体排放量不确定度评定方法

净购入的热力温室气体排放量的标准不确定度即为购入或输出电力活动数据的不确定度，可参考JJF2369中燃料消耗量的不确定度进行评定。

## B.6 废弃物处置产生的温室气体排放量标准不确定度评定方法

煤制甲醇生产过程废弃物处置产生的温室气体排放量标准不确定按式 (B.13) 计算：

$$u(E_{\text{废弃物处置}}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n [E_{\text{废弃物处置},i} \times u_{\text{rel}}(E_{\text{废弃物处置},i})]^2} \quad (\text{B.13})$$

式中：

$u_{\text{rel}}(E_{\text{废弃物处置},i})$  ——第*i*种废弃物处置产生的温室气体排放量相对标准不确定度，%。

废弃物处置引起的温室气体排放量的相对不确定度按式 (B.14) 计算：

$$u_{\text{rel}}(E_{\text{废弃物处置}}) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(AD_{\text{废弃物}}) + u_{\text{rel}}^2(EF_{\text{废弃物处置}})} \quad (\text{B.14})$$

式中：

$u_{\text{rel}}(AD_{\text{废弃物}})$  ——废弃物处置量的相对标准不确定度，%；

$u_{\text{rel}}(EF_{\text{废弃物处置}})$  ——废弃物处置的碳足迹因子的相对标准不确定度，%。

其中废弃物处置量的相对标准不确定度可参考JJF 2369中燃料消耗量的不确定度评定方法进行评定；废弃物处理的碳足迹因子引入的不确定度不进行评定。

## B.7 温室气体排放总量标准不确定

煤制甲醇产品碳足迹计量边界内温室气体排放量标准不确定按式 (B.15) 计算：

$$u(E) = \sqrt{u^2(E_{\text{获取}}) + u^2(E_{\text{运输}}) + u^2(E_{\text{生产}})} \quad (\text{B.15})$$

式中：

$u(E)$  ——煤制甲醇产品碳足迹计量边界内温室气体排放量标准不确定度，tCO<sub>2</sub>e。

煤制甲醇产品碳足迹标准不确定按式 (B.16) 计算：

$$u(CFP) = CEP \times \sqrt{u_{\text{rel}}^2(E) + u_{\text{rel}}^2(P)} \quad (\text{B.16})$$

式中：

$u_{\text{rel}}(E)$  ——煤制甲醇产品碳足迹计量边界内温室气体排放量相对标准不确定度，tCO<sub>2</sub>e；

$u_{\text{rel}}(P)$  ——甲醇产量相对标准不确定度，%。

## B.8 煤制甲醇产品碳足迹不确定度评定示例

### B.8.1 原材料和能源获取阶段温室气体排放量标准不确定度评定

该企业原材料获取阶段主要温室气体排放为烟煤获取产生的温室气体排放，原材料或化石燃料获取的碳足迹因子引入的不确定度不进行评定，故烟煤消耗量引入的不确定度即为原材料和能源获取阶段温室气体排放量不确定度。

企业烟煤通过电子汽车衡计量，汽车衡的最大允许误差为±0.5%，则测量仪器引入的相对标准不确定度为：

$$u_{\text{rel,仪器}}(FC) = \frac{0.5\%}{\sqrt{3}} = 0.289\%$$

汽车衡重复性引入的不确定度采用 A 类不确定度评定方法，已知 6 次测量中皮带秤测量结果间的最大偏差不超过 0.5%，根据极差法可得：

$$u_{\text{rel,重复性}}(FC) = s_{\text{测量}} = \frac{0.5\%}{2.53} = 0.198\%$$

则烟煤消耗量引入的相对不确定度为：

$$u_{\text{rel}}(FC) = \sqrt{u_{\text{rel,仪器}}^2(FC) + u_{\text{rel,重复性}}^2(FC)} = 0.35\%$$

故原材料和能源获取阶段温室气体排放量相对不确定度 $u_{\text{rel}}(E_{\text{获取}})$ 为0.35%，原材料和能源获取阶段温室气体排放量为2656700.65tCO<sub>2</sub>e，其标准不确定度 $u(E_{\text{获取}})$ 为9298.45 tCO<sub>2</sub>e。

### B.8.2 原材料和能源运输阶段温室气体排放量标准不确定度评定

因原材料运输阶段温室气体排放量占比低于 1%，故原材料和能源运输阶段温室气体排放量标准不确定度不进行评定。

### B.8.3 煤制甲醇生产阶段温室气体排放量标准不确定度评定

#### B.8.3.1 燃料燃烧温室气体排放量的不确定度评定

企业采用烟煤、柴油、天然气燃烧为生产装置供热，车辆运输、火炬点火供能，燃煤、柴油和天然气燃烧产生的排放量分别为 702842.42 tCO<sub>2</sub>e、19.69 tCO<sub>2</sub>e 和 1050.41 tCO<sub>2</sub>e。因燃煤燃烧排放量不确定度较大，不考虑柴油和天然气燃烧排放量引入的不确定度，燃料燃烧排放量的不确定度只考虑燃煤燃烧排放量引入的不确定度。

燃煤的消耗量通过皮带秤进行称重，皮带秤的最大允许误差为±0.5%，采用 B 类不确定度评定方法，则其引入的相对标准不确定度为：

$$u_{\text{rel}}(FC_{\text{仪器}}) = \frac{0.5\%}{\sqrt{3}} = 0.289\%$$

皮带秤重复性引入的不确定度采用 A 类不确定度评定方法，已知 6 次测量中皮带秤测量结果间的最大偏差不超过 0.5%，根据极差法可得：

$$u_{\text{rel}}(FC_{\text{重复性}}) = s_{\text{测量}} = \frac{0.5\%}{2.53} = 0.198\%$$

则燃料消耗量引入的不确定度为：

$$u_{\text{rel}}(FC) = \sqrt{u_{\text{rel,仪器}}^2(FC) + u_{\text{rel,重复性}}^2(FC)} = 0.35\%$$

燃料煤的元素碳含量使用元素分析仪进行测量，元素分析仪的最大允许误差为±2.0%，则元素分析仪误差引入的相对不确定度为 0.12%。根据 JJF 2369 中附录 C，采样引入的相对标准不确定度采用 3.6%；对同一批次煤，进行 6 次重复测量元素碳含量，测量重复性引入的不确定度为 0.11%。由于采样引入的不确定度更大，因此不考虑测量重复性引入的不确定度，则有：

$$u_{\text{rel}}(C_{\text{ar}}) = \sqrt{u_{\text{rel,仪器}}^2(C_{\text{ar}}) + u_{\text{rel,采样}}^2(C_{\text{ar}})} = 3.60\%$$

该企业燃煤碳氧化率采用了缺省值，故其引入的不确定度为零。

综上所述，燃煤燃烧产生的温室气体排放量相对不确定度为：

$$u_{\text{rel}}(E_{\text{燃烧}}) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(FC) + u_{\text{rel}}^2(C_{\text{ar}})} = 3.67\%$$

则燃煤燃烧产生的温室气体排放量标准不确定度 $u(E_{\text{燃烧}})$ 为 25833.59tCO<sub>2</sub>e。

### B.8.3.2 煤制甲醇生产过程温室气体排放量的不确定度评定

该企业原料煤投入量通过皮带秤进行称重，皮带秤的最大允许误差为 $\pm 0.5\%$ ，则测量仪器引入的相对标准不确定度为 $0.289\%$ ，已知6次测量中皮带秤测量结果间的最大偏差不超过 $0.5\%$ ，根据极差法可得，测量重复性引入的不确定度为 $0.198\%$ ，则原料煤消耗量引入的相对不确定度为 $0.35\%$ 。

原料煤元素碳含量使用元素分析仪进行测量，与燃料煤元素碳含量测量方法一致，故原料煤元素碳含量引入的不确定度为 $3.6\%$ 。

原料煤使用产生的温室气体排放量相对标准不确定度为：

$$u_{\text{rel}}(E_{\text{原料煤}}) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(AD) + u_{\text{rel}}^2(C_{\text{ar}})} = 3.62\%$$

原料煤使用产生的温室气体排放量标准不确定度为：

$$u(E_{\text{原料煤}}) = E_{\text{原料煤}} \times u_{\text{rel}}(E_{\text{原料煤}}) = 98839.83 \text{ tCO}_2\text{e}$$

该企业甲醇产量采用汽车衡进行称重，则甲醇产量的相对标准不确定度为 $0.35\%$ 。甲醇中含碳量根据甲醇化学分子式来计算，故不考虑其引入的不确定度，则甲醇产品隐含的温室气体排放量的相对不确定度为 $0.35\%$ ，其标准不确定度为 $3386.63\text{tCO}_2\text{e}$ 。

该企业气化渣产量采用汽车衡称重，故气化渣产量引入的相对标准不确定度为 $0.35\%$ 。气化渣碳含量使用元素分析仪进行测量，与燃料煤元素碳含量测量方法一致，故气化渣碳含量测量引入的相对标准不确定度为 $3.60\%$ ，故气化渣隐含的温室气体排放量相对标准不确定度为 $3.62\%$ ，则气化渣隐含的温室气体排放量标准不确定度为 $5559.81\text{tCO}_2\text{e}$ 。因气化渣隐含的排放量不确定度较大，不考虑杂醇油隐含的温室气体排放量的不确定度，则其他含碳输出物隐含的温室气体排放量标准不确定度为 $5559.81\text{tCO}_2\text{e}$ 。

则煤制甲醇生产过程温室气体排放量的标准不确定度为：

$$u(E_{\text{过程}}) = \sqrt{u^2(E_{\text{原料煤}}) + u^2(E_{\text{甲醇产品}}) + u^2(E_{\text{其他}})} = 99053.99 \text{ tCO}_2\text{e}$$

### B.8.3.3 净购入电力产生的温室气体排放量不确定度评定方法

该煤化工生产企业采用电能表对购入电力进行计量，所使用的电能表的测量不确定度为 $0.289\%$ ，则其净购入电力产生的温室气体排放量引入的相对不确定度为 $0.289\%$ ，净购入电力产生的温室气体排放量为 $148645.18\text{tCO}_2\text{e}$ ，故净购入电力产生的温室气体排放量的标准不确定度为 $429.58\text{tCO}_2\text{e}$ 。

### B.8.3.4 净购入热力产生的温室气体排放量不确定度评定方法

该煤化工生产企业无购入热力，该部分不确定度为零。

### B.8.3.5 废弃物处置产生的温室气体排放量标准不确定度评定方法

废弃物处置产生的温室气体排放为 $0.04\text{tCO}_2\text{e}$ ，根据产品碳足迹取舍准则，可忽略废弃物处置产生的温室气体排放，故不考虑废弃物处置产生的温室气体排放引入的不确定度。

综合以上分析，煤制甲醇生产阶段温室气体排放量的不确定度为：

$$u(E_{\text{生产}}) = \sqrt{u^2(E_{\text{燃烧}}) + u^2(E_{\text{过程}}) + u^2(E_{\text{电力}})} = 102368.22\text{tCO}_2\text{e}$$

## B.8.4 煤制甲醇产品碳足迹标准不确定度评定

煤制甲醇系统边界内温室气体排放量标准不确定度为：

$$u(E) = \sqrt{u^2(E_{\text{获取}}) + u^2(E_{\text{生产}})} = 106734.02 \text{tCO}_2\text{e}$$

煤制甲醇系统边界内温室气体排放量为 5117082.79tCO<sub>2</sub>e，则煤制甲醇系统边界内温室气体排放量相对标准不确定度  $u_{\text{rel}}(E)$  为 2.09%。

甲醇产量相对标准不确定度为 0.35%，煤制甲醇产品碳足迹为 7.27t CO<sub>2</sub>e/t，故煤制甲醇产品碳足迹标准不确定为：

$$u(CFP) = CFP \times \sqrt{u_{\text{rel}}^2(E) + u_{\text{rel}}^2(P)} = 0.15 \text{tCO}_2\text{e/t}$$

取包含因子  $k=2$ ，则煤制甲醇产品碳足迹的扩展不确定度及相对扩展不确定度为：

$$U = 2u(CFP) = 0.30 \text{tCO}_2\text{e/t}$$

$$U_{\text{rel}} = 4.13\%$$