

# 温室气体 产品碳足迹量化计量技术规范 煤制甲醇产品

## 测量不确定度评定报告

(范例)

煤制甲醇产品碳足迹由系统边界内原材料和能源获取、运输和煤制甲醇生产阶段碳足迹相加得到，计算数学模型为《温室气体 产品碳足迹量化计量技术规范 煤制甲醇产品》中规定的煤制甲醇产品碳足迹计算公式。下面以某煤制甲醇生产企业为例进行煤制甲醇产品碳足迹测量不确定度评定。

### 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 $\pm 0.5\%$ ，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 2656700.65 tCO<sub>2e</sub>，其标准不确定度 $u(E_{\text{获取}})$ 为 9298.45 tCO<sub>2e</sub>。

### 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。

### 3 煤制甲醇生产阶段温室气体排放量标准不确定度评定

#### 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。

### 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±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：

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

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 3386.63tCO<sub>2</sub>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 5559.81tCO<sub>2</sub>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 5559.81tCO<sub>2</sub>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：

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

### 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 148645.18tCO<sub>2</sub>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 429.58tCO<sub>2</sub>e。

### 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。

### 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 0.04tCO<sub>2</sub>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：

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

## 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：

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

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：

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

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

---