



欧盟委员会

气候行动总局

C局 - 非贸易行业的气候战略、治理和排放

单元 C.2 - 治理和工作分享

## 指导性文件

### 《监测和报告条例》（MRR）不确定度评估指南—示例

#### 《监测和报告条例》指导性文件 4a

**2021年9月14日更新版**

#### 本文件状态：

本文件是欧盟委员会提供的一系列文件的一部分，旨在支持实施欧盟温室气体排放交易体系（EU ETS）的“监测和报告条例”（“MRR”或“M&R 条例”）。已编制新版《监测和报告条例》（即：现行版本的 2018 年 12 月 19 日委员会实施条例（EU）2018/2066），供欧盟排放交易体系第四阶段使用。<sup>1</sup>

本指南仅代表欧盟委员会在指南发布时的观点。不具有法律约束力。

本文件考虑了气候变化委员会（CCC）第三工作组下属的监测、报告、审核和认证（MRVA）非正式技术工作组会议上的讨论，以及从利益相关者和成员国专家处收到的书面意见。

所有指导性文件和模板可从欧盟委员会网站下载，网址如下：

[https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring\\_en#tab-0-1](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring_en#tab-0-1)。

---

<sup>1</sup>通过 2020 年 12 月 14 日的委员会实施条例（EU）2020/2085 更新，根据欧洲议会和理事会指令 2003/87/EC 修订和纠正关于温室气体排放监测和报告的实施条例（EU）2018/2066；合并的《监测和报告条例》可参见：

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018R2066-20210101>。

注：由于《监测和报告条例》的一些修订将于 2022 年 1 月 1 日开始生效（参见指导性文件 1 第 1.2 节“《监测和报告条例》中的新增内容”），因此此等修订未纳入 2021 年的合并版本中。完整修订可参见：[https://eur-lex.europa.eu/eli/reg\\_impl/2020/2085/oj](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2020/2085/oj)

## 版本记录

日期	版本状态	备注
2013年8月14日	已发布	-
2016年9月	供讨论	主要变更：第3章新增示例和第4章引用更多示例
2016年11月	供讨论的第二稿	
2017年1月	最终更新版	
2021年5月31日	供监测、报告、核查和认证技术工作组讨论	修订：从《监测和报告条例 2012》变为《监测和报告条例 2018》，包括 2020 年修订，即：供欧盟排放交易体系第四阶段使用的修订。
2021年9月14日	最终更新版	

# 1 引言

本文件通过提供示例对指导性文件 4“不确定度评估指南”进行了补充。有关欧盟排放交易体系中温室气体排放监测和报告背景下的不确定度评估的更多详细信息，请参阅本指导性文件。<sup>2</sup>

请注意，操作员不得试图复制本文件中的内容，但应始终以特定于设施的方式定义其监测方法，选择具有最低潜在不确定度和最高抗误差鲁棒性的最合适监测方式。

## 2 低排放设施

本章根据《监测和报告条例》（“MRR”，见脚注**错误!未定义标签**）第 47 条说明了“低排放设施”的不确定度评估示例。

### 2.1 要求

《监测和报告条例》第 47(3)条规定，低排放设施（即：年排放量<25000 吨二氧化碳）无需向主管当局提交每个源流或排放源的证据，证明其符合所需的不确定度阈值。但是，这并不能免除确定低排放设施是否符合所要求的等级的责任。此外，《认证及审核条例》第 19(1)条要求审核员确认用于计算不确定度水平的信息的有效性。

根据第 60(1)条，所有操作员都必须“*确保定期（包括使用前）校准、调整 and 检查所有相关测量设备，并根据本条例的要求和识别出的风险按照可追溯国际测量标准（如适用）的测量标准进行检查。*”为此，《监测和报告条例》第 59(3)条要求操作员建立并维护测量设备质量保证的书面程序。因此，在每个设施处，都应提供测量仪器性能的相关信息，包括所获得结果的准确性和可靠性。请注意，对于受国家法制计量控制的仪器，通常无需过多工作即可充分满足第 60 条的要求（例如，通过官方校准实现可追溯国际标准的检查）。

在以下章节中，详细阐述了与“小型设施”（即：根据《监测和报告条例》第 47 条规定的“低排放设施”）相关的不确定度评估示例。第 2.2 节介绍了示例设施。第 2.3 节包含不确定度评估示例。

---

<sup>2</sup> [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/monitoring/docs/gd4\\_guidance\\_uncertainty\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/monitoring/docs/gd4_guidance_uncertainty_en.pdf)

## 2.2 示例设施

本章所讨论的设施正用于生产砖块和铺路材料，每年平均排放 15000 吨二氧化碳。需要监测以下源流：

燃料/材料	类别	估计排放量（吨二氧化碳/年）	活动数据的最低监测要求
轻燃料油	商用标准燃料	6,500	等级 1（±7.5%）
黏土	陶瓷：方法 A	8,000	等级 1（±7.5%）
褐煤	其他固体燃料（造孔剂）	498	微量
柴油	其他气体和液体燃料（辅助动力装置）	2	微量

本示例中所述监测方法的选择基于其广泛使用。然而，此等方法仅为示例，在未检查是否存在更好的方法（更可靠、更准确等）之前，不应将其应用于实践。低排放设施的操作员必须采用高于等级 1 的等级，前提是无需额外工作即可实现该等级<sup>3</sup>。特别是，如果已经使用的测量仪器符合更高的等级，即实际上应用了更高的等级，则应用比等级 1 更高的等级不需要额外工作。

### 轻燃料油：

在本例中，燃料由卡车运送并储存在罐（储存容量<5%）中。在本例中，独立方之间存在明显商业交易。因此（在大多数类似情况下），用于交易的测量应受国家法制计量控制（参见指导性文件 4“不确定度”中的路径 CO-1 或 CT-1）。因此，可使用相关国家法律所允许的最大允许使用误差。

### **背景：**

为证明符合性，操作员必须证明未超过所需等级的不确定度阈值，例如，通过请求交易伙伴提供卡车上安装的体积流量测量仪器的官方校准证书/协议来证明。该证据能够让审核员确认用于确定实际满足等级的数据的有效性。

请注意，此种情况下不合规的可能性非常小，因可以假设：即使相关国家立法中规定的最宽松要求也会规定不确定度低于 7.5%。但仍然需要一份文件来确认该仪器受国家法制计量控制。

如果国家法制计量立法也允许为此目的使用具有较高不确定度的测量仪器，则需要进一步证明。此类证据可以是明确证明允许使用的精确等级的文件，例如：与供应商签订的合同安排，其证明只使用具有特定准确性等级的测量仪器。

<sup>3</sup> 第47(6)条：“通过对第26(1)条和第41(1)条的部分废除，低排放设施操作员可应用最低等级1，以确定所有源流的活动数据和计算因子，并通过基于测量的方法测定排放量，除非在操作员不做额外工作且无需提供证据证明采用更高等级在技术层面上不可行，或将产生不合理费用的情况下，可达到更高的精准度。”

## 黏土:

示例中的黏土由操作员直接从黏土坑中收集。因此，未发生商业交易，所使用的任何可用测量仪器不受国家法制计量控制。另外，操作员仍然使用卡车将黏土从坑中运输至设施处。此等卡车有可能在操作员所有的台秤上称重。

如果测量仪器在满足其使用规范的环境中使用，则操作员可以简化不确定度评估(参见指导性文件 4“不确定度”的路径 CO-2a/2b 中的步骤 1 至 4)。

### **背景:**

为采用拟定路径 CO-2a/2b，操作员必须证明：

1. 相关影响参数的操作条件可用
2. 满足相关影响参数的操作条件
3. 执行有质量保证的校准程序
4. 执行测量活动数据的进一步质量保证程序

请注意，轻燃料油（见上文）也需要遵守这四个步骤。遵守国家法制计量控制可确保满足这四个步骤。

此等步骤的应用在第 2.3 节的示例中进行证明。

假设该台秤的制造商规范包含有关适当操作条件的信息（满足步骤 1 的要求）。

为证明满足步骤 2 的要求，操作员可以准备一份简单的检查表，如第 2.3 节中所示的表格。

为了向审核员证明符合步骤 3 和步骤 4，操作员必须制定适当的测量设备质量保证程序，并确保定期（包括使用前）校准、调整和检查所有相关测量设备，并按照可追溯国际测量标准的测量标准进行检查（见上文第 58(3)条和第 59(1)条的要求）。请注意，任何设施都必须符合此等条款中的要求。<sup>4</sup>

尽管示例设施中的储存容量超过黏土年使用量的 5%，并且根据第 47(5)条，低排放设施的操作员仍然可以要求在不确定度评估中不考虑储量变化，但本示例假设操作员基于最佳实践，倾向于将储量变化包括在内。黏土消耗量如下计算：

$$Q = P - E + (S_{\text{开始}} - S_{\text{结束}})$$

指导性文件 4 第 8.3 节中的示例 7 表明如何计算与储量变化相关的不确定度。示例设施的操作员使用此方法，如第 2.3 节所示。

请注意，第 47(5)<sup>5</sup>条规定，低排放设施无需在不确定度评估中纳入与储量数据相关的不确定度。然而，在示例中纳入储量数据，以证明计算十分简单且相关不确定度对总体不确定度的影响十分微小。

为了测定二氧化碳排放量，活动数据和所有计算因子必须与物料流的相同状态相关，即，特别与相同的水分水平相关（针对黏土）。因此，必须考虑与水分含量测定相关的不确定度（关于产品的不相关不确定度，请参见指导性文件 4 第 8.2 节中的示例 3）。《监测和报告条例》中指的是附录 IV 第 12 节中的“干黏土”，“水分含量”不是《监测和报告条例》中的计算因子。因此，在测定活动数据的不确定度时，必须将其考虑在内（参见第 2.3 节中的计算）。为了测定水分含量以及排放因子，需进行实验室分析，因此需要制定取样计划。

<sup>4</sup>请注意，无论采用何种简化途径，都需要遵循此等步骤。

<sup>5</sup>第47(5)条：“应免除第28(2)条中关于在报告期开始和结束时低排放设施操作员确定储量数据的要求，其中储存设施至少能够容纳报告期内燃料或材料年消耗量的5%，以便将相关不确定度纳入不确定度评估中。”

### 褐煤:

该成孔剂是一种微量源流。因此，可采用一种估算方法来测定该源流的年排放量。由于该燃料/材料由设施操作员在市场上购买，因此可以根据发票来测定年度活动水平。由于示例成员国尚未公布褐煤的默认值，从而允许使用等级 2，通过将褐煤用量乘以《监测和报告条例》附录 VI 中提供的净热值和排放因子（等级 1）获得排放量。

### 柴油:

柴油也是一种微量源流。精确测量要求很高（由于柴油也用于移动机械，如：卡车装载机、叉车等，因此不能使用燃油单据来测定）。为了测定在辅助动力单元中使用的柴油，可以使用估算方法。该示例提出了一个通用公式：

$$\text{活动数据} = AOH \times CAP \times (3600 / 10^9) \times (1 / NCV)$$

$$\text{年排放量} = AD \times NCV \times EF$$

*AOH* ..... 年工作小时数

*CAP* ..... 辅助动力单元装机容量 (kW)

*AD* ..... 活动数据 (t)

*NCV* ..... 净热值 (TJ/t, 取自附录 VI 或国家清单, 如有)

*EF* ..... 排放因子 (t CO<sub>2</sub>/TJ, 取自附录 VI 或国家清单, 如有)

## 2.3 不确定度评估示例

以下示例详细说明了示例设施不确定度评估的可能情况。

### 轻燃料油：

应用于活动数据的等级：**等级 2 (± 5.0%)**，基于单据

符合等级要求的证据：请参见我们三家供应商提供的卡车上转子流量计的随附最新官方校准证书

### 黏土：

应用于活动数据的等级：**等级 2 (± 5.0%)**，获得的不确定度= 4.5%（参见以下计算）

符合等级要求的证据：使用路径 CO-2a/2b。

“步骤 1”：参见台秤操作手册中的制造商规范 (“MPES ± 4.0%”)；示例：见 (生) 黏土水分含量测定的取样计划；

考虑储量变化的误差传播：

- 储存容量：7000 t，
- 与年末储量估计相关的（扩展）不确定度：10%；
- 黏土年平均消耗量：125000 t，
- 制造商规范中规定的有效最大允许误差：4%<sup>6</sup>；
- 与测定水分含量相关的不确定度：2%

计算：

$$u_{\text{湿}} = \frac{\sqrt{2 \cdot (U_{\text{储量}})^2 + (U_{\text{黏土}})^2}}{\text{年消耗黏土}} = \frac{\sqrt{2 \cdot (7,000 \cdot 10\%)^2 + (125,000 \cdot 4\%)^2}}{125,000} = 4.08\%$$

$$u_{\text{干}} = \sqrt{u_{\text{湿}}^2 + u_{\text{水分}}^2} = \sqrt{4.08\%^2 + 2\%^2} = 4.5\%$$

符合“步骤 2”要求的证据：

台秤相关参数检查表：

制造商规范中列出的参数	制造商规定值	实际应用范围/条件	是否合规？
温度	-15 – 50 °C	-15 – 40 °C	是
测量范围	2-50 公吨	10-35 公吨	是

<sup>6</sup>请注意，在此等情况下，制造商规范明确指出，考虑到使用过程中的影响因子（老化、腐蚀、漂移等），该误差指的是“使用中”条件。该值可以作为MPES接受。

风速	< 20 m/s	< 15 m/s	是
校准间隔	每两年	每两年	是

符合“步骤 3 和 4”所要求的证据<sup>7</sup>：

请参见随附的卡车台秤 WB-XYZ123 的最新校准证书和第 2.4 节中的质量管理程序。

褐煤：

应用于活动数据的等级：等级 3 ( $\pm 2.5\%$ )，基于单据

证据<sup>8</sup>：见随附的褐煤供应贸易伙伴要求的最新官方校准证书

柴油：

应用于活动数据的等级：微量

方法：根据年工作小时数、辅助动力单元装机额定热输入、储量和柴油排放因子计算排放量。据保守估计，排放量通常在每年 1 至 5 吨二氧化碳的范围内。

<sup>7</sup>步骤3和步骤4要求对拟执行的测量设备提供质量保证（定期校准）。这需要根据第59(3)条a)项的规定，通过书面程序予以涵盖。如需进一步阅读，请参阅指导性文件4“不确定度”的第3.1.1.4节。

<sup>8</sup>注：如果此等证书不可用，仍可使用单据确定活动数据。但是，如果未证明符合某等级，这将是一种无等级法。其仅适用于微量源流。



## 2.4 示例设施的质量管理

测量设备的质量保证程序可定义如下：

### 程序示例（指导性文件 1 中程序的改编版本）：

1. 该设施通常在 12 月至次年 2 月之间关闭。测量设备（包括用于欧盟排放交易体系的测量设备）通常在该阶段进行校准。
  2. 负责人（运行与维护副经理）为监测计划表 7.b 中列出的所有排放交易体系仪器制定一份适当校准与维护间隔日历。警报设置为每年 11 月 30 日。
  3. 负责人（运行与维护副经理）根据日历检查在接下来的 4 周内需要进行哪些质量管理活动。在适当情况下，负责人在与工厂经理的会议上保留此任务所需的资源。
  4. 排放交易体系仪器的校准和维护跟踪记录于电子版 "Z:\ETS\_MRV\QM\calibr\_log.xls" 和硬拷贝：办公室 HS3/27，第 3 层，文件夹标识为 "QM 27-ETS -nnnn"。(nnnn=年份)。记录的信息包括：仪器识别号、仪器安装日期、上次校准、上次校准后的仪表读数、上次校准所用实验室、上次校准声明、下次校准截止日期。
  5. 对于在该特定年份应校准的所有测量仪器，负责人应遵循以下程序：
    - a. 负责人（运行与维护副经理）向外部专家（校准机构）发出指示。
    - b. 负责人确保质量管理任务在约定的日期执行。
    - c. 负责人保存上述质量管理活动的记录。
    - d. 负责人向工厂经理汇报所需的纠正措施。根据程序 QM 28-ETS 处理纠正措施。
- <程序结束>

如上所述，程序本身是一份独立于监测计划的文件。但是，必须在监测计划中以标准化表格的形式纳入程序摘要（委员会监测计划模板第 K.22.b 节）。如下所示：

根据 12(2)条的项目	可能内容（示例）
程序标题	排放交易体系仪器质量管理
用于识别程序的可追溯和可验证参考	QM 27-ETS
负责实施本程序的岗位或部门及负责相关数据管理的岗位或部门（如不同）	质量管理办公室
程序简要说明	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 负责人为监测计划表 7.b 中列出的所有仪器制定一份适当校准与维护间隔日历。</li> <li>● 负责人检查需要哪些质量管理活动。在适当情况下，负责人在与工厂经理的会议上保留此任务所需的资源。</li> <li>● 负责人向外部专家（校准机构和/或制造商服务技术人员）发出指示。</li> <li>● 负责人确保质量管理任务在约定的日期执行。</li> <li>● 负责人保存上述质量管理活动的记录。</li> <li>● 负责人向工厂经理汇报所需的纠正措施（若有）。</li> <li>● 根据程序 QM 28-ETS（若相关）处理纠正措施。</li> </ul>
相关记录和信息的位置	<p>硬拷贝：办公室 HS3/27，第 3 层，文件夹标识为“QM 27-ETS nnnn”。(nnnn=年份)</p> <p>电子版：“Z:\ETS_MR\QM\calibr_log.pst”</p>
所用计算机系统名称（如适用）	MS Outlook 日历，也用于按时间顺序将文件作为附件进行储存
适用的欧洲标准或其他标准列表（如相关）	在仪器列表（文件 ETS-Instr-.xlsA1）中，列出适用标准。本文件可根据要求提供给审核员。

### 3 使用烟气排放连续监测系统（CEMS）研究催化裂化排放物

#### 3.1 背景信息

流化催化裂化在炼油厂中用于将高沸点烃转化为分子量较低但价值较高的产品。在该催化反应过程中，部分含碳原料在催化剂上形成碳沉积，导致催化剂失活。因此，必须在称为再生器的单独反应器中使用空气燃尽沉积的碳，从而让催化剂再生。由再生形成的烟气中的碳转化成的二氧化碳，要么已经在再生期间，或者在随后的后燃烧期间。

对于催化裂化装置再生产生的排放物的监测，附录 IV 第 2 节规定：“[..]通过对第 24 条和第 25 条的部分废除，应使用质量平衡并考虑输入空气和烟气的状态来监测催化裂化装置再生、其他催化剂再生和灵活焦化装置产生的排放物。烟气中的所有一氧化碳均应计为二氧化碳，并应用质量关系式： $t_{\text{二氧化碳}} = t_{\text{一氧化碳}} * 1,571$ 。输入空气和烟气的分析以及等级的选择应符合第 32 条至第 35 条的规定。具体计算方法由主管当局批准”。本条款阐明，测定催化裂化装置再生产生的排放量一般需要使用适当的分析标准和符合第 32 至 35 条规定的经认证的实验室。

满足此等标准的其中一种方法是：按照《监测和报告条例》第 40 条至第 46 条中规定的规则，应用烟气排放连续监测系统（CEMS）。必须注意的是，附录 IV 第 2 节中提到的质量平衡不是第 25 条中定义的“真实”质量平衡，而是第 43(5)(a)条中规定的烟气体积平衡。根据附录 IV 第 2 节，应使用天平并考虑再生所产生的烟气中的二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物和二氧化硫含量以及根据第 43(5)(a)条提供的空气量来监测对裂解和重整工艺中催化转化器再生导致的年排放量的测定。

对于烟气排放连续监测系统，温室气体的年排放量通过附录 VIII 中的等式（《监测和报告条例》第 3 节等式 1）进行计算：

$$\text{排放量}_{\text{年度}} [t] = \sum_i \text{温室气体浓度}_{\text{小时}i} [g / Nm^3] \cdot \text{烟气流}_i [Nm^3 / h] \cdot 10^{-6} [t / g]$$

式中：

温室气体浓度<sub>小时i</sub>：工作小时 i 期间测得的烟气流中温室气体的浓度

烟气流<sub>i</sub>..... 每小时 i 测得的烟气流

因此，对于每小时 i，焦炭排放量被确定为温室气体浓度<sub>小时i</sub>和烟气流<sub>i</sub>的乘积。由于在一年中针对每小时 i 通常使用相同的测量设备，因此与每小时计算的排放量相关的不确定度应视为相关（见指导性文件 4 第 8.2 节）。因而，年排放量的不确定度与每小时 i 排放量的不确定度相同。

在随后的过程中，假设一氧化碳完全转化为二氧化碳：

$$E_{\text{总焦炭}} = \text{温室气体}_{\text{浓度}} V_{\text{干烟气}}$$

$$\text{温室气体}_{\text{浓度}} = (a_{\text{CO}_2} + b_{\text{CO}}) \cdot \frac{44.01}{22.41 \cdot 1000}$$

$E_{\text{总焦炭}}$ ..... 燃尽焦炭产生的总二氧化碳排放量（吨，二氧化碳）

温室气体<sub>浓度</sub>..... 干烟气中的温室气体（二氧化碳）浓度（g/Nm<sup>3</sup>）

$V_{\text{干烟气}}$ ..... 干烟气年度计算体积（参加下文计算）（Nm<sup>3</sup>）

$a_{\text{二氧化碳}}$ ..... 干烟气中测得的二氧化碳含量（体积百分比）

$b$  一氧化碳..... 干烟气中测得的一氧化碳含量（体积百分比）

上式中所用的烟气体积流量通常未测量<sup>9</sup>，因此必须使用天平计算。在再生期间，通过空气供应将装有焦炭的催化剂进行再生，并且所有可燃成分转化为二氧化碳、一氧化碳、水、氮氧化物和二氧化硫。根据下式由所供应的空气量计算干烟气量，前提假设惰性气体含量恒定为 79.07%（体积百分比）：

$$V_{\text{干烟气}} = \frac{79.07}{100 - a_{\text{CO}_2} - b_{\text{CO}} - c_{\text{O}_2} - d_{\text{NO}_x} - e_{\text{SO}_2}} \cdot V_{\text{干空气}}$$

$V_{\text{干空气}}$ ..... 供应干空气的体积（Nm<sup>3</sup>）

$a$  二氧化碳..... 干烟气中测得的二氧化碳浓度（体积百分比）

$b$  一氧化碳..... 干烟气中测得的一氧化碳浓度（体积百分比）

$c$  氧气..... 干烟气中测得的氧气浓度（体积百分比）

$d$  氮氧化物..... 干烟气中测得的氮氧化物浓度（体积百分比）

$e$  二氧化硫..... 干烟气中测得的二氧化硫浓度（体积百分比）

所示平衡的先决条件是焦炭几乎不含任何氮化合物或氮化合物转化成氮氧化物（通常是此等情况）。

### 3.2 不确定度的测定

对于源流而言，《监测和报告条例》中规定的不确定度阈值通常指活动数据的测定。与此对应，裂解活动产生的排放量的不确定度阈值与年度总排放量有关。因此，必须评估  $E_{\text{总焦炭}}$  的不确定度，并与《监测和报告条例》附录 II 表 1 中列出的所需等级阈值进行比较。

由于  $E_{\text{总焦炭}}$  取决于两个输入量，即： $V_{\text{干烟气}}$  和温室气体浓度，因此必须评估与这两个分量相关的不确定度：

$$V_{\text{干烟气}} = \frac{79.07}{100 - a_{\text{CO}_2} - b_{\text{CO}} - c_{\text{O}_2} - d_{\text{NO}_x} - e_{\text{SO}_2}} \cdot V_{\text{干空气}}$$

$$\text{温室气体浓度} = (a_{\text{CO}_2} + b_{\text{CO}}) \frac{44.01}{22.41 \cdot 1000}$$

#### 步骤 1: $V_{\text{干烟气}}$ 不确定度测定

为了测定干烟气的流量  $V_{\text{干烟气}}$ ，需要提供在标准条件下的干空气的体积流量（ $V_{\text{干空气}}$ ）以及烟气中的成分的组成，即：二氧化碳、一氧化碳、氧气、氮氧化物和二氧化硫的浓度。

<sup>9</sup>但是，如果进行测量，则第42(1)条要求采用基于EN ISO 16911-2（《固定源排放 - 手动和自动确定管道中的速度和体积流量》）的方法。

**步骤 1.1: 不确定度项 A (V<sub>干空气</sub>):**

未直接测量 V<sub>干空气</sub>。测量了在工作条件和潮湿状态下供应的air的体积流量。因此，为了将该参数转换为标准条件下干空气的体积流量，必须针对温度、压力和水蒸气含量对测量值进行校正。因此，与参数 V<sub>干空气</sub> 相关的不确定度按照空气流量、温度、压力和水蒸气含量的测量不确定度的不相关输入量的乘积使用以下等式进行计算，该等式计算乘积的单独不确定度（参见指导性文件 4 第 8.2.1 节中的示例 3）：

$$u_{V_{\text{干空气}}} = \sqrt{u_{V_{\text{实测空气}}}^2 + u_T^2 + u_p^2 + u_w^2}$$

将分别使用适当的标准确定每个参数，此等标准还涵盖了相关不确定度的确定。假设每个参数的相对不确定度如下：

参数	相对不确定度 u <sub>i</sub> (在 95% 置信水平下扩展)
V <sub>实测空气</sub>	± 2.0%
温度 T	± 0.5%
压力 p	± 0.5%
水蒸气含量 w	± 1.5%

在上述公式中使用此等数字获得与干燥空气相关的不确定度为± 2.6%。

**步骤 1.2: 不确定度项 B (烟气中组分浓度):**

在 B 项分母中的五个参数中，二氧化碳和一氧化碳通常显示出最高的浓度。与二氧化碳和一氧化碳相比，氮氧化物和二氧化硫的浓度始终非常低。因此，相关不确定度可忽略不计，可从不确定度评估中忽略，对结果无任何显著影响。必须注意的是，如果在一氧化碳燃烧之前之前进行测量，则也可以忽略氧气。但是，如果在一氧化碳燃烧之后进行测量，则不能忽略。

二氧化碳和一氧化碳的浓度在从烟囱排放时确定。烟气排放连续监测系统 (CEMS)<sup>10</sup> 的适用标准为 EN ISO 14181，该标准还涵盖了浓度相关测量不确定度的测得。

假设烟气排放连续监测系统获得的二氧化碳和一氧化碳浓度的不确定度如下：

参数 (x <sub>i</sub> , 测量范围上限)	相对不确定度 u <sub>i</sub> (在 95% 置信水平下扩展)	绝对不确定度 <sup>11</sup> U <sub>i</sub> (=x <sub>i</sub> *u <sub>i</sub> ) (在 95% 置信水平下扩展)
---------------------------------	--	---

<sup>10</sup>对于温室气体的烟气排放连续监测系统测量，指导性文件7提供关于在欧盟排放交易体系中应用EN ISO 14181的进一步指导。

<sup>11</sup>请注意，尽管数字以百分比形式给出，但这些数字被标记为绝对不确定度，因为它们表示与参数浓度相关的百分比。例如，使用表中的数字计算二氧化碳的浓度将为16% ± 0.48%，即：在95%置信水平下介于15.52%和16.48%之间。

二氧化碳：16%（体积百分比）	± 3.0%	± 0.48%（体积百分比）
一氧化碳：2%（体积百分比）	± 3.0%	± 0.06%（体积百分比）

不确定度使用以下等式确定，该等式计算总和的单独不确定度<sup>12</sup>

（参见指导性文件 4 第 8.2.1 节中的示例 2）：

$$u_{\text{温室气体浓度}} = \frac{\sqrt{U_{CO_2}^2 + U_{CO}^2}}{100 - a_{CO_2} - b_{CO}} = \frac{\sqrt{0.48\%^2 + 0.06\%^2}}{82\%} = 0.6\%$$

使用此等数字获得烟气组分浓度测量的不确定度为± 0.6%。

**步骤 1.3:  $V_{\text{干烟气}}$  的合成不确定度：**

再次使用公式所确定的  $V_{\text{干烟气}}$  的合成不确定度为 2.7%：

$$u_{V_{\text{干烟气}}} = \sqrt{u_{V_{\text{干空气}}}^2 + u_B^2} = \sqrt{2.6\%^2 + 0.6\%^2} = 2.7\%$$

**步骤 2: 不确定度项 C（温室气体浓度）：**

温室气体浓度的合成不确定度可使用以下公式计算（该公式用于计算总和的单独不确定度）  
（参见指导性文件 4 第 8.2.1 节中的示例 2）：

$$u_{\text{温室气体浓度}} = \frac{\sqrt{U_{CO_2}^2 + U_{CO}^2}}{a_{CO_2} + b_{CO}} = \frac{\sqrt{0.48\%^2 + 0.06\%^2}}{18\%} = 2.7\%$$

使用步骤 1.2 中表格中的数字获得与温室气体浓度相关的不确定度为± 2.7%。

**步骤 3:  $E_{\text{总焦炭}}$  的（合成）总不确定度：**

与  $E_{\text{总焦炭}}$  相关的不确定度作为乘积的单独不确定度如下计算：

$$u_{E_{\text{总焦炭}}} = \sqrt{u_{V_{\text{干烟气}}}^2 + u_{\text{温室气体浓度}}^2} = \sqrt{2.7\%^2 + 2.7\%^2} = 3.8\%$$

$E_{\text{总焦炭}}$  的总不确定度为± 3.8%。请注意，由于在每个步骤中使用了扩展不确定度，因此该总

<sup>12</sup>请注意，此公式在此处并不完全正确，因为参数位于分母中，这会导致计算偏导数时的不同结果。然而，所使用的公式更加简单，但仍能提供非常相似的结果。此外，假设与二氧化碳和一氧化碳浓度相关的不确定度互不相关。但是，如果使用相同设备（分析仪、取样系统等）或者同时进行测量，则此等假设可能无效，并且不确定度必须被视为相关，因此不确定度更高。

不确定度也对应于扩展不确定度，即《监测和报告条例》要求的 95%置信水平下的不确定度。必须将 3.8%这一值与《监测和报告条例》附录 II 表 1 中的等级阈值进行比较。

## 4 其他示例

更多案例研究可参见：

- 2016 年保存的不确定度培训材料附录 III。本培训材料可通过以下链接从气候行动总局网站下载：  
[https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/monitoring/docs/uncertainty\\_assessment\\_training\\_material\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/monitoring/docs/uncertainty_assessment_training_material_en.pdf)
- 2019 年保存的不确定度培训材料附录 II。本培训材料可通过以下链接从气候行动总局网站下载：  
[https://ec.europa.eu/clima/sites/default/files/ets/monitoring/docs/uncertainty\\_assessment\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/default/files/ets/monitoring/docs/uncertainty_assessment_en.pdf)
- 此外，操作员还可以使用“不确定度评估工具”，该工具可从气候行动总局网站下载：  
[https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring\\_en#tab-0-1](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring_en#tab-0-1)