



欧盟委员会

气候行动总司

非交易部门气候战略、治理和排放理事会 C

治理和成就分享单位 C.2

指导性文件

《监测和报告条例》—不确定度评估指南

《监测和报告条例》指导性文件 4

2021 年 10 月 7 日更新版

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。¹

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。

本指导性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。本文件由气候变化委员会成员国代表于 2021 年 9 月 28 日截止日期前以书面程序一致通过。

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.

¹ 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

版本记录

| 日期 | 版本状态 | 备注 |
|-------------|---------------|---|
| 2012年7月16日 | 已发布 | 气候变化委员会于2012年9月28日批准 |
| 2017年11月27日 | 再发行版本 | 主要变化：澄清（非）相关、标准/扩展的不确定度、分布类型等 |
| 2021年10月7日 | 气候变化委员会批准的更新版 | 从《监测和报告条例 2012》变为《监测和报告条例 2018》，包括 2020 年的修订版本，即：供欧盟排放交易体系第四阶段使用的修订； 澄清 CO _{2a} 路径的最大允许使用误差要求和 CO _{2b} 路径的保守调整因子 纳入相关常见问题解答 |

目录

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | 简介 | 4 |
| 1.1 | 关于本文件 | 4 |
| 1.2 | 如何使用本文件 | 4 |
| 1.3 | 何处找到更多信息 | 5 |
| 2 | 不确定度评估的相关性 | 8 |
| 2.1 | 何为不确定度? | 8 |
| 2.2 | 《监测和报告条例》中的不确定度 | 10 |
| 2.3 | 本文件概述 | 12 |
| 3 | 基于计算法的不确定度 | 13 |
| 3.1 | 活动数据 | 13 |
| 3.1.1 | 由操作员自行控制的测量系统 | 15 |
| 3.1.2 | 不受操作员自行控制的测量系统 | 26 |
| 3.2 | 计算因子 | 29 |
| 4 | 基于测量的方法的不确定度 | 30 |
| 5 | 回退法的不确定度 | 31 |
| 6 | 附录 I: 首字母缩略词与法律 | 32 |
| 6.1 | 所用首字母缩略词 | 32 |
| 6.2 | 立法文本 | 33 |
| 7 | 附录 II: 最常用测量仪器保守测量的不确定度 | 34 |
| 8 | 附录 III: 源流的完全不确定度评估 | 41 |
| 8.1 | 简介 | 41 |
| 8.2 | 误差传播规律 | 43 |
| 8.2.1 | 非相关输入量: | 43 |
| 8.2.2 | 相关输入量: | 45 |
| 8.3 | 案例研究 | 46 |
| 8.4 | 整个设施的不确定度(回退法) | 49 |
| 8.5 | 不确定度评估“工具” | 50 |
| 9 | 常见问题解答 | 51 |
| 9.1 | 根据第 59(3)(A)条和第 60 条的测量仪器质量保证与不确定度评估有何关系? | 51 |
| 9.2 | 供应商数据: 如果供应商没有提供足够的信息来证明符合所需等级, 则该怎么办? | 51 |
| 9.3 | 来自多个供应商的数据: 每次供应商变更时, 是否都必须变更监测计划? 如何证明获得所需的不确定度? | 52 |
| 9.4 | 第 28(1)条 B)项要求至少每年将校准结果与相关不确定度阈值进行比较。如何实现符合性? 与测量仪器的所有者是谁是否相关? | 53 |

1 简介

1.1 关于本文件

本文件是委员会服务部门就欧盟排放交易体系《监测和报告条例》具体主题提供的一系列指导性文件的一部分。虽然指导性文件 1 提供了欧盟排放交易体系下设施排放的监测与报告概述，指导性文件 2 为航空器操作员提供了类似的指导，但本文件（指导性文件 4）更详细地说明了设施不确定度评估的要求。本文件以非立法语言形式说明要求，其编写旨在支持《监测和报告条例》及指导性文件 1。然而，应始终牢记的是，该条例的要求为首要要求。

本文件说明了条例中的相关设施要求。考虑了欧盟排放交易体系合规论坛下设立的监测和报告任务组以及气候变化委员会第三工作组下设立的成员国专家非正式技术工作组所提供的宝贵意见。

1.2 如何使用本文件

如果本文件中给出的条款编号没有进一步的说明，

则始终指《监测和报告条例》的最新版本。²

关于所用的首字母缩略词、对立法文本的引用以及其他重要文件的链接，

请参见附录 1。

本文件仅指自 2021 年起的排放（生物质相关主题除外，该主题仅从 2022 年起全面适用）。当与《监测和报告条例 2012》相比要求发生变化时，指示符号“New!”

New!

（如此处页边空白处所示）所指处为与《监测和报告条例 2012》相比发生变动的要求。

此符号表示对操作员和主管当局的重要提示。



当《监测和报告条例》的一般要求发生重大简化时，使用该标志。

Simplified!

当提出最佳实践时，使用灯泡符号。



小型设施符号用于引导读者至适用于低排放设施的主题。



工具符号表示：其他文件、模板或电子工具可从其他来源（包括仍在开发中的来源）获得。



书本符号代表周围文本中所讨论主题的示例。



² 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/eli/reg/2018/2066>

1.3 何处查找更多信息

欧盟委员会根据《监测和报告条例》和《认证与核证法规》提供的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：



http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring_en#tab-0-1

提供以下文件：³

- 作为下文指导性文件引言的“快速指南”。针对以下群体提供单独文件：
 - 固定设施操作员；
 - 航空器操作员；
 - 主管当局；
 - 审核员；
 - 国家认证机构。
- 指导性文件 1：“监测和报告条例—设施一般指南”。本文件概述了与固定设施相关的《监测和报告条例》的原则和监测方法。
- 指导性文件 2：“监测和报告条例—航空器操作员一般指南”。本文件概述了与航空领域相关的《监测和报告条例》的原则和监测方法。其还包括航空领域生物质处理指南，是航空器操作员的独立指导性文件。
- 指导性文件 3：“欧盟排放交易体系中的生物质问题”：本文件讨论了生物质可持续性标准的应用，以及《监测和报告条例》第 38 条和第 39 条的要求。本文件适用于设施操作员，也可以为航空器操作员提供有用的背景信息。
- 指导性文件 4（本文件）：“不确定度评估指南”。本设施文件提供了与所用测量设备相关的不确定度评估信息，从而帮助操作员确定其是否符合特定等级要求。
 - 指导性文件 4a：“不确定度评估示例”。本文件包含进一步的指南，并提供了进行不确定度评估以及如何证明符合等级要求的示例。
 - 培训材料和不确定度评估工具（见下文）
- 指导性文件 5：“取样和分析指南”（仅适用于设施）。本文件涉及未经认证的实验室使用标准、取样计划的制定以及与欧盟排放交易体系中排放监测有关的各种其他相关问题。
 - 指导性文件 5a：“取样计划示例”。本文件提供了固定设施的取样计划示例。
- 指导性文件 6：“数据流活动和控制系统”。本文件讨论了描述欧盟排放交易体系中监测用数据流活动的可能性、作为控制系统一部分的风险评估以及控制活动示例。既与设施有关，也与航空器操作员有关。
 - 指导性文件 6a：“风险评估和控制活动—示例”。本文件提供了风险评估的进一步指南和示例。
- 指导性文件 7：“烟气排放连续监测系统（CEMS）”。对于固定设施，本文件提供了基

³ 在现阶段，这份清单并不详尽。以后可能会添加更多文件。

于测量法的应用信息，其中温室气体排放量直接在烟囱中测量，从而帮助操作员确定必须使用哪种类型的设备，以及操作员是否能够符合特定等级的要求。

- 指导性文件 8：“欧盟排放交易体系检查”。本文件为主管部门开展检查提供指南。其主要侧重于对固定设施的现场访问检查。

欧盟委员会还提供以下电子模板：⁴

- 模板 1：固定设施排放监测计划
- 模板 2：航空器操作员排放监测计划
- 模板 3：航空器操作员吨-公里数据监测计划
- 模板 4：固定设施年度排放报告
- 模板 5：航空器操作员年度排放报告
- 模板 6：航空器操作员吨-公里数据报告
- 模板 7：固定设施改进报告
- 模板 8：航空器操作员改进报告

此外，操作员还可用以下工具：

- 不合理成本确定工具；
- 不确定度评估工具；
- 分析频率工具；
- 操作员风险评估工具。

以下《监测和报告条例》**培训材料**可供操作员使用：

- 监测和报告指南路线图
- 不确定度评估
- 不合理成本
- 取样计划
- 数据间隙
- 循环测试



除了这些专用于《监测和报告条例》的文件外，还可在同一地址获得一套单独的《认证与核证法规》指导性文件。

所有欧盟立法可参见 EUR-Lex: <http://eur-lex.europa.eu/>

此外，最重要的立法列于本文件附录中。

⁴ 在现阶段，这份清单并不详尽。以后可能会添加更多模板。



成员国的主管当局也可在其网站上提供有用指南。设施操作员应特别检查主管当局是否举办了研讨会、提供了常见问题解答、帮助台等。

2 不确定度评估的相关性

2.1 何为不确定度？

【本节与指导性文件 1（设施一般指南）的第 4.7 节相同。将其列入此处是为了完整起见，并使其能够作为一份独立文件阅读。】

当有人想问关于任何排放交易体系的监测、报告和核查制度质量的基本问题时，可能会问：“数据质量如何？”或者更确切地说，“我们能相信产生排放数据的测量吗？”在确定测量的质量时，国际标准指的是“不确定度”的量。需要对该概念进行解释。

存在不同术语，其经常以“不确定度”的类似方式使用。然而，此等术语并非同义词，而是有其自身含义：

- **准确性：**指数量测量值与真实值之间的接近程度。如果测量准确，则测量结果的平均值接近“真实”值（例如，可能是认证标准物质的标称值）。⁵如果测量不准确，则有时可能是由于系统误差所致。通常可通过校准和调整仪器来克服。

- **精确性：**描述在相同条件下，对同一被测数量测量结果的接近程度，即对同一事物进行多次测量。通常被量化为平均值周围值的标准差。其反映了这样一个事实，即：所有测量都包含随机误差，该误差可以减小，但不能完全消除。

- **不确定度⁶：**该术语描述了真实值在指定置信水平下的预期范围。这是一个将精确性和假定准确性相结合的总体概念。如图 1 所示，测量可能准确但不精确，反之亦然。理想的情况是测量精确且准确。

当实验室评估和优化其方法时，通常会关注准确性和精密性的区别，因为这可以识别误差和错误。可表明误差的各种原因，例如：需要维护或校准仪器，或需要更好地培训工作人员。然而，测量结果的最终用户（对于排放交易体系，为操作员和主管当局）只是想知道区间有多大（测量平均值±不确定度），在该区间内可能会找到真实值。

在欧盟排放交易体系中，针对年度排放报告中的排放，只给出一个值。在登记册的核实排放表中只输入一个值。

⁵ 也为标准材料，例如：千克原器的副本，其消除了由于生产过程而产生的不确定度。通常此等不确定度与其使用后期的不确定度相比而言很小。

⁶ 《监测和报告条例》在第 3(6)条中定义：“不确定度”是指与某个量的测定结果相关的参数，该参数表征可合理归因于该特定量的值的离散度，包括系统因子和随机因子的影响。该参数以百分比表示，并且描述了在考虑到值分布的任何不对称性的情况下平均值周围的置信区间（包括推断值的 95%）。

操作员不能放弃“ $N \pm x\%$ ”余量，而只能放弃精确值 N 。因此，很明显，尽可能地量化和减少不确定度“ x ”符合每个人的利益。这就是为什么监测计划必须得到主管当局的批准，以及为什么操作员必须证明符合与允许不确定度有关的特定等级。



指导性文件 1 的第 6 章中给出了有关等级定义的更多详细信息。指导性文件 1 第 5.3 节讨论了作为支持文件（第 12(1)条）添加到监测计划中的不确定性评估。

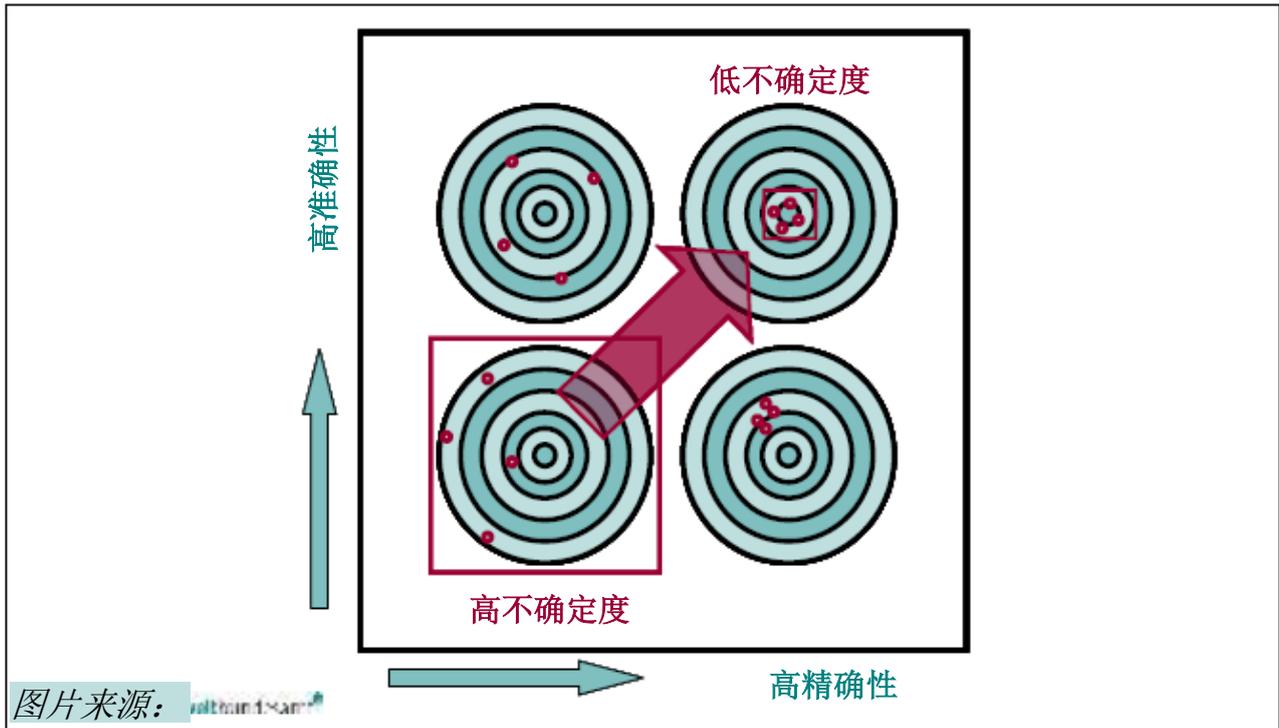


图1： 准确度、精确度和不确定度概念的说明。靶心表示假定的真实值，“射击点”表示测量结果。

2.2 《监测和报告条例》中的不确定度

在阅读《监测和报告条例》时，“不确定度”一词在多个场景出现。最重要的部分包括：

- 第 12(1)条要求设施操作员提交一份支持监测计划的文件，其中应包含下列信息：

Simplified!

- 符合活动数据不确定度阈值的证据⁷（仅主要和次要源流需要）；⁸
- 符合计算因子所需的不确定度的证据（如适用）（仅主要和次要源流需要）；⁹
- 符合基于测量法的不确定度要求的证据（如适用）；
- 如果对设施的至少一部分采用了回退法，则应提交对设施总排放的不确定度评估，以确认是否符合第 22(c)条规定的不确定度阈值。

- 第 47(4)条规定，低排放设施的操作员无需向主管当局提交不确定度评估。第(5)款还规定，此等操作员无需在其不确定度评估中列入确定储量变化的不确定度。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，《认证与核证法规》第 19(1)条要求审核员确认用于计算不确定度的信息的有效性。

必须注意的是，根据第 3(6)条的要求，不确定度必须与 95%的置信水平相关（见第 9 页脚注 6）。

这意味着正确值有 95%的概率位于不确定度区间内。

假设不确定度的分散遵循正态分布，则标准不确定度将等于一个标准差，并且对应于正确值在该范围内的概率仅为 68%。

为了针对正态分布将概率增加至 95%，必须确定扩展不确定度，其计算为标准不确定度的两倍（ $k=2$ ，精确至 1.96 倍）。¹⁰



示例：煤耗不确定度

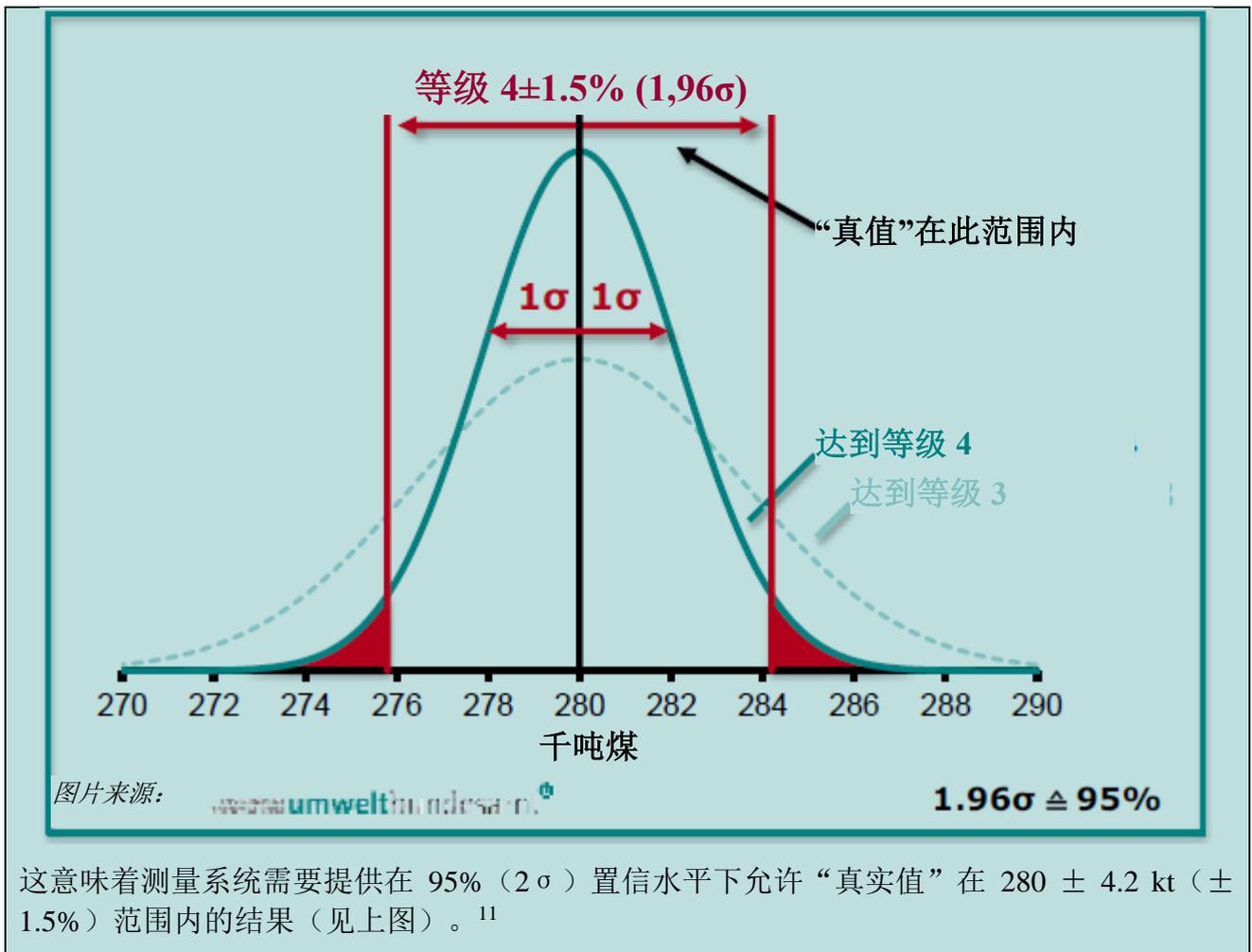
假设一个 C 类设施每年消耗 280.000 吨煤。对于此类设施，需要等级 4 来确定燃料量（不确定度： $\pm 1.5\%$ ）

⁷ 例如，此类证据可以是提供包含制造商规范或计算结果的文件。证据必须足以使主管当局批准相关的监测计划。

⁸ 《监测和报告条例 2018》阐明，对于最低限度源流，无此等要求。

⁹ 这仅适用于根据活动数据不确定度 1/3 法则确定分析取样频率的情况（第 35(2)条）。

¹⁰ 《关于不确定度评估的监测和记录培训活动》的培训材料附录 I 载有可能有用的进一步信息 (http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring/docs/uncertainty_assessment_training_material_en.pdf)



重要提示：需要进行不确定度评估，以确定符合哪一等级。监测计划必须始终反映实际应用的等级，而不是所需的最低等级。一般原则是，操作员应尽可能改进其监测系统。

本文件概述了不确定度的重要性以及在《监测和报告条例》中如何处理不确定度。

¹¹ 95%置信水平与 1.96 倍标准差相关。为简单起见，该值通常四舍五入为标准差的两倍。

2.3 本文件概述

图 2 应有助于确定本文件中有关章节，其包含评估所选设施监测方法不确定度的指南。

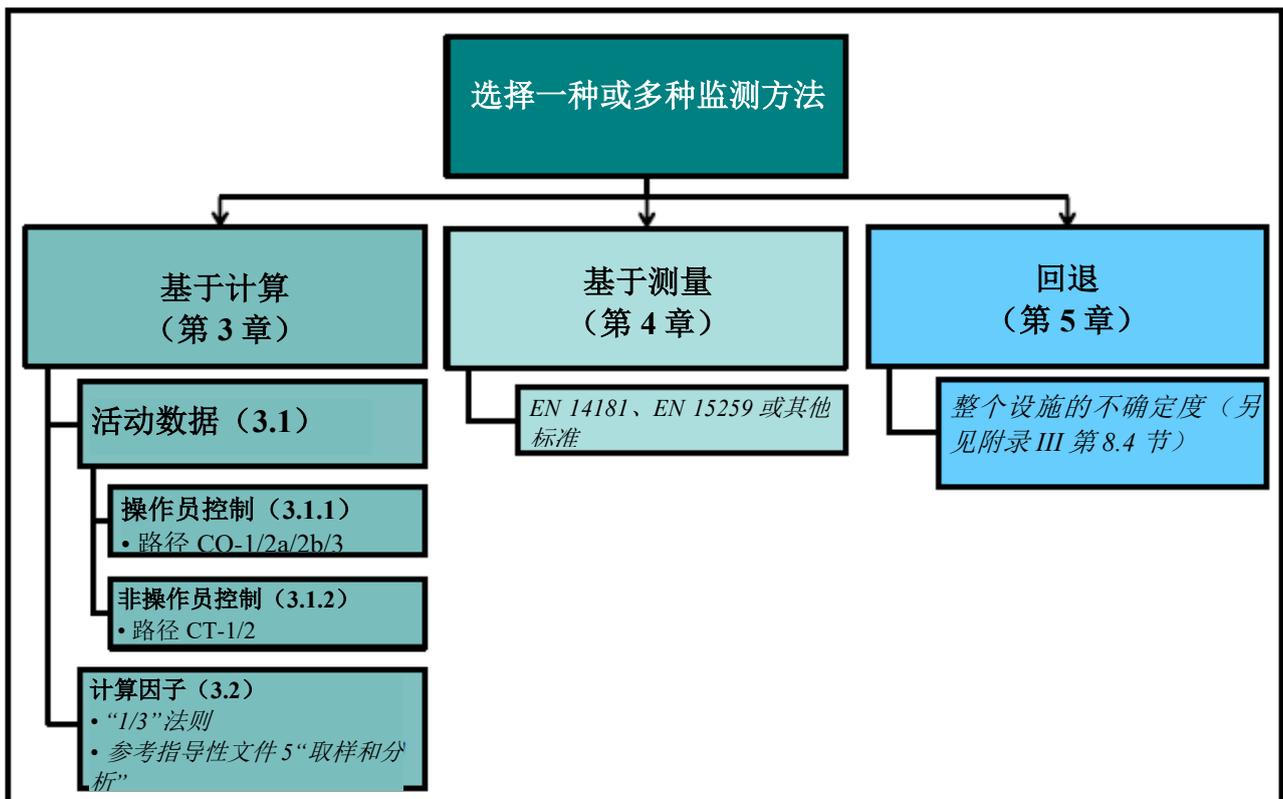


图 2： 本文件中有关不确定度测定的章节

本文件根据所采用的监测方法分为以下几章：

- 第 3 章讨论了基于计算的方法；
- 第 4 章讨论了基于测量的方法；
- 第 5 章介绍了回退法。

由于《监测和报告条例》下各种简化选项的可用性，通常有几种路径，操作员可以通过此等路径证明达到了与某些等级对应的不确定度水平，如图 2 所示。此等选项（或路径）在本文件中均有指定的代码。例如，如果采用基于计算的方法，并且通过操作员自身控制之外的测量系统监测源流的活动数据，则第 3 章及第 3.1 节和第 3.1.2 节（路径 CT-1、CT-2 或 CT-3）将特别为评估该活动数据的不确定度提供相关指导。

3 基于计算方法的不确定度

以下公式显示了与最常见情况（即：燃料燃烧）相关的排放计算，该计算使用符合第 24(1) 条的标准计算方法：



示例：基于计算的燃料燃烧监测

$$Em = AD \cdot NCV \cdot EF \cdot OF \cdot (1 - BF)$$

式中：

Em 排放量[吨二氧化碳]

AD 活动数据 (=燃料量) [t 或 Nm^3]

NCV 净热值[TJ/t 或 TJ/ Nm^3]

EF 排放因子[吨二氧化碳/TJ、吨二氧化碳/t 或吨二氧化碳/ Nm^3]

OF氧化因子[无量纲]

BF 生物质分数[无量纲]

对于每个参数，《监测和报告条例》定义了和技术可行且不会产生不合理成本的情况下应适用的等级。

此等参数可分为以下两种类型：

- **活动数据 (AD)**：这里的等级与报告期内燃烧燃料量的最小不确定度有关（为此，在第 3.1 节讨论不确定度）。
- **计算因子（净热值、排放因子、碳含量.....）**：这里的等级与《监测和报告条例》中规定的用于确定每个因子的特定方法有关，例如，使用默认值或进行分析（相应的不确定度问题在第 3.2 节中讨论）。

3.1 活动数据

请注意，此处针对通过基于计算的方法所监测的源流的活动数据所述的一切也适用于通过质量平衡法监测的源流输入或输出的材料。

源流活动数据的等级（参见指导性文件 1 第 4.5 节）使用用于测定报告期内燃料或材料数量的最大不确定度的阈值进行定义。必须通过向主管当局提交不确定度评估和监测计划来证明是否符合等级要求，但低排放设施除外。为了进行说明，表 1 示出了燃料燃烧的等级定义。

《监测和报告条例》附录 II 第 1 节列出了《监测和报告条例》的所有等级阈值。

表 1: 基于不确定度的活动数据的等级的典型定义, 以燃料燃烧为例。

| 等级编号 | 定义 |
|------|--|
| 1 | 使用小于± 7.5%的最大不确定度以确定报告期 ¹² 内的燃料量[t]或[Nm ³]。 |
| 2 | 使用小于± 5.0%的最大不确定度以确定报告期内的燃料量[t]或[Nm ³]。 |
| 3 | 使用小于± 2.5%的最大不确定度以确定报告期内的燃料量[t]或[Nm ³]。 |
| 4 | 使用小于± 1.5%的最大不确定度以确定报告期内的燃料量[t]或[Nm ³]。 |

请注意, 不确定度是指“所有不确定度来源, 包括仪器、校准的不确定度、与测量仪器实际使用方式相关的任何附加不确定度以及环境影响的不确定度”, 除非适用某些简化程序。如适用, 必须包括在报告期开始和结束时储量变化确定的影响(参见附录 III 第 8.3 节中的示例)。

此外, 必须注意的是, 根据第 3(6)条的要求, 不确定度与 95%置信水平相关(见第 9 页脚注 6 和第 2.2 节)。

原则上, 根据第 27(1)条确定活动数据有两种可能性:

- 基于对导致排放的过程的连续计量
- 基于单独运送的计量数量的合计, 并考虑相关储量变化。

《监测和报告条例》并不要求每名操作员不惜任何代价为设施配备测量仪器。这将与《监测和报告条例》关于成本效益的方法相矛盾。可以使用以下情况的仪器

- 在操作员自身控制下(参见第 3.1.1 节), 或
- 在其他方的控制下(特别是燃料供应商; 参见第 3.1.2 节)。在诸如燃料购买之类的商业交易的背景下, 通常情况是仅由贸易伙伴中的其中一方来完成计量。另一方可以假设与测量相关的不确定度相当低, 其中此类测量受计量法控制约束。或者, 可以在采购合同中包含仪器质量保证(包括维护和校准)要求。然而, 操作员必须寻求对适用于此类仪表的不确定度的确认, 以评估是否符合所需等级。

因此, 操作员可以选择使用自己的仪器或依赖于供应商使用的仪器。但是, 《监测和报告条例》略微优先考虑使用操作员自己的仪器: 如果操作者决定使用其他仪器, 尽管有自己的仪器可供使用, 则必须向主管当局提供证据, 证明供应商的仪器至少符合相同的等级、能够提供更可靠的结果并且比基于自己仪器的方法更不易遭受控制风险。该证据必须附有简化的不确定度评估。

¹² 报告期为日历年。



第 47(4)条¹³允许低排放设施的操作员通过使用可用的书面采购记录和估计储量来确定燃料或材料的数量，无需将自己的仪器与供应商的仪器进行质量比较。



在本文件中，讨论了评估不确定度的不同方法。应记住，此等选项中的多个应被视为对完整不确定度评估的简化。但是，不应将任何简化路径视为首选路径。通常情况下，始终允许操作员进行单独（完整）不确定度评估（参见本文件附录 III）。

3.1.1 由操作员自行控制的测量系统

3.1.1.1 概述



如果操作员使用基于其控制下的测量系统的计量结果，则必须确保满足相关等级的不确定度阈值。因此，有必要进行不确定度评估。尽管低排放设施的操作员可免于向主管当局提供不确定度评估，但出于自身目的，他们仍可能需要进行此类评估，例如，为了声明符合特定活动数据等级。

不确定度有几个来源，特别是由缺乏精确性（原则上，这是制造商所规定的仪表在适当环境中使用及仪表安装的某些条件（如流量计前后的直管长度）的不确定度）和缺乏准确性（例如，导致漂移的仪器老化或腐蚀引发的不确定度）引起的误差。因此，《监测和报告条例》要求不确定度评估考虑测量仪器的不确定度，以及校准和所有其他可能影响参数的影响。然而，在实践中，此等不确定度评估可能要求很高，并且有时可能超出操作员资源范围。对于有抱负的研究者来说，不确定度评估“永远不会结束”。我们总是可以发现更多的不确定度来源。因此，有必要采取务实的态度，并将重点放在造成不确定度的最相关参数上。《监测和报告条例》允许多项务实的简化。

图 3 显示了《监测和报告条例》规定的不确定度评估的不同方法，以证明符合《监测和报告条例》的等级要求。

¹³ 第 47(4)条：“作为对第 27 条的部分废除，低排放设施的操作员可以通过使用可用的、有文件记录的采购记录和估计的储量变化来确定燃料或材料的数量。操作员还应免于向主管当局提供第 28(2)条所述的不确定度评估结果。”

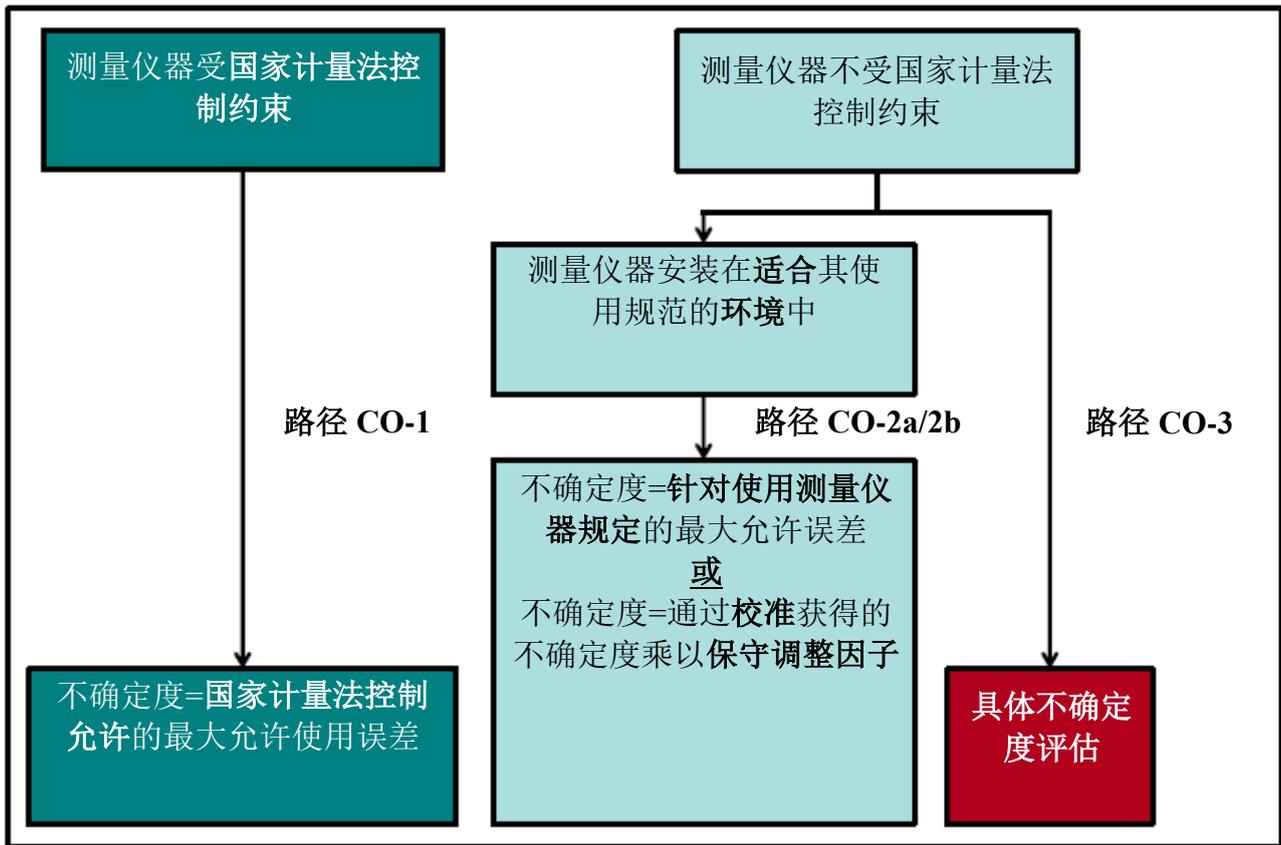


图3： 基于计算的方法的活动数据：确定所达到的不确定度的方法（“C”表示基于计算，“O”表示仪器在操作员自身控制下）

操作员可以简化不确定度评估，前提是

- 测量仪器¹⁴受计量法控制（**路径 CO1**）。在此等情况下，相关国家计量法文本中规定的最大允许使用误差可用作总体扩展不确定度。
- 测量仪器¹⁴不受国家计量法控制约束，但应安装在适合其使用规范的环境中。然后，操作员可假设，根据《监测和报告条例》附录 II 中活动数据等级定义的要求，整个报告期内的扩展不确定度等于：
 - 针对使用仪器规定的最大允许误差（**路径 CO-2a**），或
 - 在可用或更低的情况下，通过校准获得的扩展不确定度乘以保守调整因子，以考虑使用期间不确定度的影响（**路径 CO-2b**）。

如果此等简化不适用，或未表明符合要求的等级，则需要根据**路径 CO-3**和附录 III 进行特定不确定度评估。操作员无需使用任何简化方法。其可以始终使用**路径 CO-3**。

¹⁴ 请注意，为了简单起见，这里使用单数形式的“测量仪器”。在确定单个源流的活动数据时涉及更多仪器的情况下，该简化适用于所有仪器。可以通过误差传播确定与所得活动数据（单位符合要求）相关的不确定度（见附录 III）。

3.1.1.2 选择方法



寻找最简单方法的操作员应首先检查路径 CO-1 是否适用，即：测量仪器是否受国家计量法控制约束，以及是否至少满足所需等级要求¹⁵。如果国家计量法控制相关立法中规定的最大允许使用误差高于满足等级所需的不确定度，则操作员可使用另一种非简化方法，即：路径 CO-2a 或 CO-2b。只有当此等方法不能产生所需的结果时，操作员才必须根据路径 CO-3 和附录 III 进行特定不确定度评估。

无论选择哪种路径，结果必须为有力的证据，证明确定的不确定度满足所需等级要求。如果情况并非如此，则操作员必须采取必要措施，通过以下方式遵守《监测和报告条例》：

- 采取纠正措施，即：安装符合等级要求的测量系统，或
- 提供证据（证明达到所要求的等级在技术上不可行或将产生不合理的成本），并根据不确定度评估的结果使用下一较低的等级。

3.1.1.3 简化（“路径 CO-1”）

Simplified!

测量仪器受国家计量法控制（NLMC）管理

总体扩展不确定度=最大允许使用误差（国家计量法控制）

《监测和报告条例》允许的第一项简化在实践中最为直接：如果操作员向主管当局证明测量仪器受国家计量法控制（NLMC）管理，则计量控制立法允许的最大允许使用误差（MPES）可视为总体不确定度，无需提供进一步证据。¹⁶受国家计量法控制约束的最适当证据是仪器的官方验证证书。¹⁷



国家计量法控制通常适用于需要参考公认标准（可追溯性）的市场交易。在国家计量法控制范围内，通过评估大量测试获得的测量结果来评估各类测量仪器。

¹⁵ 对于基于计算的方法，《监测和报告条例》第 26 条根据设施类别和源流类别规定适用的等级。更多详细信息，请参见指导性文件 1。

¹⁶ 此等方法背后的理念是，控制并非由负责欧盟排放交易体系的主管当局实施，而是由负责计量控制问题的另一个机构实施。因此，避免了双重监管，减轻了行政负担。

¹⁷ 测量仪器指令（2014/32/EU）第 4(3)条规定：“计量法控制”是指出于公共利益、公共卫生、公共安全、公共秩序、环境保护、税收和关税征收、消费者保护和公平交易等原因，对用于计量器具应用领域的计量任务进行的控制

一般而言，受国家计量法控制约束的测量仪器更加可靠，因为必须对测量仪器进行评估，并且测量仪器由政府机构或委托的认证机构进行检查和校准（校准，参见路径 CO-2b）。

关于国家计量法控制下最大允许误差的背景信息

在计量法控制下，如果校准程序产生的扩展不确定度低于**验证中的最大允许误差（MPE）**，则认为校准有效。“验证中”一词在这里是一个计量术语，不得与欧盟排放交易体系下的核查混淆。

此外，需考虑：在常规使用下的设备暴露于可能对测量结果产生影响的测量条件下。这一点导致引入一个称为**最大允许使用误差**（使用中的MPE = MPES）的参数。该值代表了常规操作下装置不确定度的合理估计，该装置受到符合相关条例的常规计量法控制约束。该参数为可在常规操作期间应用的简化检查设置了阈值，因此必须将其视为需要归因于测量设备日常操作的不确定度。这意味着最大允许使用误差更适合用于确保公平的商品交换，公平的商品交换是计量法控制的最终目标。

对于一些测量仪器，“额定操作条件下”¹⁸的最大允许误差在**测量仪器指令（2014/32/EU）（MID）**或非自动称量仪器指令（2014/31/EU）（NAWI）中进行规定，该最大允许误差旨在为欧盟成员国创建一个测量仪器共同市场。最大允许使用误差受国家立法的约束。计量控制系统通常采用因子 2 将验证中得出的最大允许误差转换为最大允许使用误差（MPES）。需要指出的是，该因子不是从统计数据中推导出来的（与标准不确定度和扩展不确定度之间的差异不同），而是从测量仪器的法制计量学中的一般经验中得出的，此等测量仪器已经过成功的型式认证试验。¹⁹

有关更多背景信息，可以参见《监测和报告—不确定度评估培训活动》²⁰ 培训材料附录 I。

¹⁸ 测量仪器指令附录 I 定义：“额定工作条件是指构成仪器正常工作条件的被测变量和影响量的值。”因此，测量仪器指令中提供的最大允许误差的定义指的是最大允许使用误差（MPES）。但需要注意的是，测量仪器指令仅对上市和投入使用进行监管。本标准未规定在使用中进行的任何校准或维护。

¹⁹ 根据某些类型器具的具体经验，通常使用该因子的其他值，范围从 1.25（针对自动称量系统）到 2.5（针对交通速度测量装置）。

²⁰ https://ec.europa.eu/clima/sites/default/files/ets/monitoring/docs/uncertainty_assessment_training_material_en.pdf
https://ec.europa.eu/clima/sites/default/files/ets/monitoring/docs/uncertainty_assessment_en.pdf



欧盟委员会

气候行动总司

非交易部门气候战略、治理和排放理事会 C

治理和成就分享单位 C.2

3.1.1.4 简化 (“路径 CO-2a”)

Simplified!

测量仪器不受国家计量法控制约束，但应安装在适合其使用规范的环境中。

总体扩展不确定度=最大允许使用误差

《监测和报告条例》允许的第二项简化适用于不受国家计量法控制约束，但应安装在适合其使用规范环境中的测量仪器。

《监测和报告条例》允许操作员使用为仪器指定的“最大允许使用误差”²¹（MPES）作为总体不确定度，前提是测量仪器安装在适合其使用规范的环境中。如果没有最大允许使用误差的信息，或者操作员可以获得比默认值更好的值，则可以使用通过校准获得的不确定度乘以保守调整因子，以考虑当仪器“在使用中”时的较高不确定度。后一种方法反映了路径 CO-2b。

《监测和报告条例》未进一步规定最大允许使用误差的信息来源²²和适当的使用规范，从而提供一些灵活性。可以假设为最大允许使用误差的合适来源。



- 制造商规范，
- 计量法控制规范，
- 指导性文件，如欧盟委员会指南²³

如果测量仪器安装在适合其使用规范的环境中（包括满足以下步骤 1 至 4），则此处给出的不确定度仅可视为总体不确定度。如果是此等情况，则从这些来源获得的值可以被视为代表最大允许使用误差的值，无需对该不确定度值进行进一步校正。

在这种情况下，如果操作员证明符合以下四个步骤的所有要求，则可认为符合《监测和报告条例》要求：

²¹ 最大允许使用误差明显高于新仪器的最大允许误差。最大允许使用误差通常表示为新仪器最大允许误差的倍数。

²² 请注意，国家计量法控制下仪器的最大允许误差和最大允许使用误差基于经验，不能转换为工业测量。不受国家计量法控制约束的仪器使用相同的名称只是为了简单起见。

²³ 本指导性文件的附录 II 给出了常用测量仪器不确定度范围的保守值和附加条件。

步骤 1：相关影响参数的操作条件可用²⁴

该测量仪器的制造商规范包含操作条件，即：适用于其使用规范的环境说明、相关影响参数（例如：流量、温度、压力、介质等）和此等影响参数的最大允许偏差。或者，制造商可能已声明测量仪器符合国际标准（CEN 或 ISO 标准）或其他规范性文件（如国际法制计量组织的建议），此等标准或文件规定了相关影响参数的可接受操作条件。²⁵



在许多情况下，制造商规范不包含更多相关影响因子的信息，如：第 8.1 节“对不确定度的可能影响”中列出的影响因子。如果缺少该信息，则操作员应假设制造商规范中规定的不确定度仅对应于最大允许误差。为了转换为最大允许使用误差，应考虑附录 II 开头方框中的指南和公式（使用 $u_{\text{漂移}}$ 进一步扩展）。

步骤 2：满足相关影响参数的操作条件

操作员证明满足相关影响参数的操作条件。对于此证据，操作员应针对不同的测量仪器制定相关影响参数的检查表（例如，参见第 8.1 节，尤其是表 2 和表 3），并将每个参数的规定范围与使用范围进行比较。在提交全新或更新的监测计划时，应将该检查表作为不确定度评估的一部分提供给主管当局。

此步骤的结果应是以下评估：

- 测量仪器适当安装，
- 测量仪器适合于测量相关介质，
- 没有其他因子会对测量仪器的不确定度产生不利影响。

只有当完全为此等情况时，才能假定在适当的来源（见上文）中提供的最大允许使用误差适用，无需进一步校正。

²⁴ 带有“CE”标志的测量仪器符合要取自指令附录 I 中规定的基本要求。本附录要求制造商规定此等适当工作条件。如果制造商规范不包含有关相关影响参数的工作条件要求，则操作员必须进行单独的不确定度评估（路径 CO-3）。然而，在简单情况下，专家判断可能就足够了，特别是对于次要和最低限度的源流以及低排放设施。

²⁵ 包含国际法制计量组织（OIML）采用的技术规范的文件。 <http://www.oiml.org/>

步骤 3: 执行有质量保证的校准程序

第 60(1)条²⁶要求操作员通过校准确保测量设备所获得结果的质量。为此，操作员必须出示证据，证明定期校准（校准，参见路径 CO-2b）由根据 EN ISO/IEC 17025 认证的机构执行，适当时采用 CEN、ISO 国际标准或国家标准。或者，如果校准由未经认证的机构或制造商的校准机构进行，则操作员必须出示适用性证据（例如：校准证书），并证明校准是使用仪器制造商所推荐的程序进行的，且结果符合制造商规范。

步骤 4: 执行测量活动数据的进一步质量保证程序

根据第 59(3)条，要求操作员建立、记录、实施和维护各种书面程序，以确保有效的控制系统，包括与相关测量设备的质量保证和结果数据处理的有关程序。如果已建立²⁷经认证的质量或环境管理系统，如：EN ISO 9001、EN ISO 14001、欧盟生态管理审核计划（EMAS），以确保实施控制活动（校准、维护、监督和损失/故障管理等），则建议此等系统还应包括欧盟排放交易体系下计量活动数据的质量保证。

除非满足四个步骤的所有要求，否则不能假设从适当来源（见上文）获得的最大允许使用误差可用于不确定度，无进一步校正。但是，可通过将适当来源中提供的不确定度与导致不符合性的参数（例如，流量部分超出正常操作范围）相关的不确定度的保守估计相结合，利用误差传播（参见路径 CO-3 和附录 III），计算总体不确定度。

3.1.1.5 简化（“路径 CO-2b”）

Simplified!

测量仪器不受国家计量法控制约束，但应安装在适合其使用规范的环境中。

总体扩展不确定度

=

通过校准获得的扩展不确定度 x 保守调整因子

²⁶ 第 60(1)条规定：“就第 59(3)条(a)项而言，操作员或航空器操作员应确保定期（包括使用前）校准、调整和检查所有相关测量设备，并根据本条例的要求和识别出的风险按照可追溯至国际测量标准（如适用）的测量标准进行检查。如果测量系统的部件无法校准，则操作员或航空器操作员应在监测计划中确定此等部件，并提出替代控制活动。当发现设备不符合要求的性能时，操作员或航空器操作员应立即采取必要的纠正措施。”

²⁷ 为了其他目的，例如：质量控制或成本最小化，通常在设施中建立控制系统。在多个情况下，材料和能量流也与其他内部报告系统（如：财务控制）十分相关。

校准²⁸

执行定期校准是将计量学应用于测量设备的过程和确保使用中的测量仪器符合已知的国际测量标准的过程。通过使用校准材料或方法来实现校准，此等校准材料或方法确保了作为测量标准执行的“真值”的闭环可追溯性。

如有可能，应由经认证的实验室进行校准。适当的校准程序和间隔可参见制造商规范、经认证实验室提供的标准等。²⁹

示例：带静态启停测量功能的非水液体流量计的校准要求

对于校准，需要考虑以下方面：

- 流量计的安装符合制造商规范。
- 流量计以及整个校准系统的其余部分完全充满介质，并且没有气体。
- 流量计处于操作温度下。
- 应记录所有参数设置（在可用范围内）。
- 在测量之前和之后的零流量期间，没有检测到指示流量的信号。
- 校准条件（流量、温度、压力、液体类型等）在操作条件范围内。
- 流量稳定。
- 压力必须足够高，以避免气化或气穴³⁰。密度和粘度也会影响校准曲线。因此，最好在与（预期）正常操作期间相同的条件下进行校准，并使用相同（若可用）或类似的液体。
- 应在一系列测量之前而非测量系列期间进行调零。在调零时记录液体的条件（温度、压力）。如果零流量的输出信号低于制造商提供的零值范围，则不需要调零。



²⁸ 另请参见“EA 4/02 校准期间测量不确定度表示指南 <https://european-accreditation.org/publications/ea-4-02-m/>

²⁹ 另请参见“国际计量词汇”，<https://www.bipm.org/en/publications/guides> 注 1：校准可通过声明、校准函数、校准图、校准曲线或校准表来表示。在某些情况下，校准可能包括相关测量不确定度指示的加法或乘法校正。

注 2：校准不应与测量系统的调整（经常被错误地称为“自校准”）混淆，也不应与校准的【计量】验证混淆。

³⁰ 气穴是指液体中形成空穴，然后立即内爆。当液体受到压力的快速变化时，可能会发生这种情况，例如在涡轮机中。

每个校准程序的核心要素是通过应用可以确定校准函数和测量不确定度的程序，将测量结果与参考标准进行比较。校准结果为对校准函数、其线性度（如要求）和测量不确定度的可靠评估。通过校准获得的不确定度应尽可能与实际使用的测量仪器的操作范围有关。因此，校准程序应尽可能反映仪器安装位置（即实际应用位置）的操作条件。

在多个情况下，相关被测量并非直接测量，而是通过函数关系根据其他输入量计算，例如：体积流量（ f_v ）通过测量密度（ ρ ）和压差（ Δp ）等输入量和关系式 $f_v=f_v(\rho, \Delta p)$ 计算。然后，通过误差传播将与相关被测量关联的不确定度确定为合成标准不确定度³¹（见附录 III）。对于与测量结果相关的合成标准不确定度，长期漂移和操作条件也是必须考虑的不确定度重要影响因子（除与校准相关的不确定度外）。

将合成标准不确定度乘以包含因子，获取**测量的扩展不确定度**。对于数据的正态分布（高斯分布），该因子通常取 2（精确为 1.96）。³²因子 2 对应于覆盖正确值的概率为 95%（即 95% 的置信水平）。请注意，该包含因子仍是校准中测量不确定度表达的一部分。该包含因子并非保守调整因子（见下文）。

校准频率

根据测量仪器的类型和环境条件，测量的不确定度可能会随着时间的推移而增加（漂移）。为了量化和缓解漂移导致的不确定度增加，需要适当的时间间隔进行重新校准。

对于受国家计量法控制（路径 CO-1）管理的测量仪器，校准（重新校准）的频率由相关法律文本规定。

对于其他测量仪器，应根据制造商规范或其他适当来源提供的信息确定重新校准的时间间隔。由于可以量化已经发生的漂移的每次校准，因此先前校准的时间序列分析也可能有助于确定相关校准间隔。根据该信息，操作员应使用经主管当局批准的适当校准间隔。

³¹ 虽然“误差传播”的使用频率更高，但称之为“不确定度传播”更为合适。

³² 请注意，与参数相关的不确定度可能遵循除正态分布以外的另一种分布类型（例如：矩形、三角形、对数正态分布）。然而，在缺乏关于分布类型的具体信息的情况下，假设正态分布可能是证明符合《监测和报告条例》的最合适的方法。有关分布类型和不确定度相关影响的进一步指南，请参见《测量不确定度表示指南》（见第 28 页脚注 39），特别是第 4.4 节和第 6 章。

在任何情况下，操作员必须每年检查所使用的测量仪器是否仍符合要求的等级（根据第 28 条第一段(b)项）。

行业惯例

在工业环境中进行校准时，需要注意各种情况，包括

- 简化特定应用，导致其随后不满足根据法定标准的校准要求；
- 单点测试或短期检查，其设计可能用于检查零值和提供日常质量保证，但其不构成完全校准；
- 由于有利的临时检查（建议监测设备的正确操作）和所涉及的成本而推迟校准；
- 未能通过适当纠正来跟踪校准结果。

此外，当装置不容易接近以便进行校准时，例如，在设备的操作期间，不能拆卸该装置以进行检查或校准时，及在不对设备或与产品相关的供应安全造成重大破坏的情况下不能停止过程时，可能出现的问题。在生产过程的多次关闭之间可能存在较长周期，并且在这种情况下，根据较短的间隔进行定期校准可能不可行。

如果校准的可能性有限，则操作员必须寻求主管当局批准替代方法，并在提交的监测计划中附上技术可行性或不合理成本方面的任何相关证据。³³应考虑适用不同标准的第 32(1)条的层级³⁴。

保守调整因子

考虑到任何进一步随机和系统使用误差，通过校准获得的不确定度（扩展不确定度，见上文）将乘以**保守调整因子**。操作员应确定该保守调整因子，以根据经验并经主管当局批准将**校准条件下的不确定度转换为使用中不确定度**。

³³ 《监测和报告条例》第 60(1)条第 2 款要求：“如果测量系统的部件无法校准，则操作员或航空器操作员应在监测计划中确定此等部件，并提出替代控制活动。”

³⁴ 第 32(1)条：“操作员应确保通过应用基于相应欧洲标准的方法，进行任何分析、取样、校准和验证，以确定计算因子。如果此类标准不可用，则应采用适当的 ISO 标准或国家标准。如果不存在适用的已发布标准，则应使用适当的标准草案、行业最佳实践指南或其他经科学证明的方法，以限制取样和测量偏差。”

该因子应考虑第 8.1 节“对不确定度的可能影响”中所列的因子保守估计。³⁵所得结果可用作总体不确定度，无需进一步校正。

仅当根据第 28(2)条最后一小段在使用规范范围内使用测量仪器时，保守调整因子才适用。因此，必须满足路径 CO-2a（步骤 1 至步骤 4）所述的要求。如果不符合此等要求，则该简化路径不适用，需要进行路径 CO-3 和附录 III 中描述的特定不确定度评估。

3.1.1.6 完全不确定度评估（“路径 CO-3”）

完全不确定度评估（“路径 CO-3”）

操作员始终有权进行特定不确定度评估，例如，在操作员认为可提供更可靠的结果时。如果是此等情况，或者没有任何可能的简化路径（路径 CO-1 或 CO-2a/2b），则必须根据附录 III 进行不确定度评估。



需要注意：进行特定不确定度评估的义务并不一定意味着评估必须完全从新开始。

在多个情况下，一些先决条件可能适用于简化路径 CO-1 或 CO-2a/2b。在此等情况下，收集的不确定度通过误差传播可能是进一步计算的起点（参见附录 III，特别是第 8.2 节）。此等方法不仅为操作员提供了一种更实用、更少负担的方法来评估不确定度，且在大多数情况下还可提供更可靠的结果。



示例：操作员使用受国家计量法控制约束的涡轮流量计来计算液体源流消耗量。由于《监测和报告条例》需要将体积流量转换为质量流量，因此操作员必须确定液体的密度。由于密度通过空气比重计定期测定，因此，如果以吨表示，则源流不进行简化，即：路径 CO-1 或路径 CO-2a/2b。但是，建议操作员使用相关国家计量法学文本中规定的不确定度，该不确定度与通过误差传播计算的总体不确定度中的体积测定有关（参见第 8.3 节，特别是示例 7）。

³⁵ 如果没有可用信息，则应考虑附录 II 开头方框中的指南和公式（ $u_{校准}$ 校准不确定度的进一步扩展）。

3.1.2 不受操作员自行控制的测量系统

3.1.2.1 概述

操作员可使用其自行控制范围之外的测量系统来确定活动数据，前提是该系统至少符合同样高的等级要求、提供更可靠的结果，并且与使用其自己的仪器相比，更不易遭受控制风险³⁶（如可行）。对于此等情况，活动数据可通过以下方式确定：



- 贸易伙伴开具的发票中提取的数量，或
- 使用来自测量系统的直接读数。

无论使用哪种方式，活动数据的等级都必须与操作员自行控制的系统相同（参见第 3.1.1 节）。唯一的区别是操作员如何证明这种符合性，以及可应用哪些简化。

对于提供了确定材料或燃料数量的原始数据的发票，《监测和报告条例》要求操作员证明贸易伙伴相对独立。原则上，这应被视为确保存在有效发票的保障措施。在多个情况下，这也将是国家计量法控制（第 3.1.1 节，路径 CO-1）是否适用的指标。

请注意，《监测和报告条例》允许存在“混合”可能性，即：仪器不受操作员控制（第 3.1.2 节），但由操作员读取监测读数。在这种情况下，仪器的所有者负责仪器的维护、校准和调整，并最终负责确定适用的不确定度值，但燃料或材料数量的数据可由操作员直接检查。这是天然气流量计经常遇到的情况。

图 4 显示了在测量系统不受操作员控制的情况下，《监测和报告条例》提供的符合等级要求的方法。

³⁶ 有关风险评估的指南，请参见指导性文件 6（数据流和控制活动）。

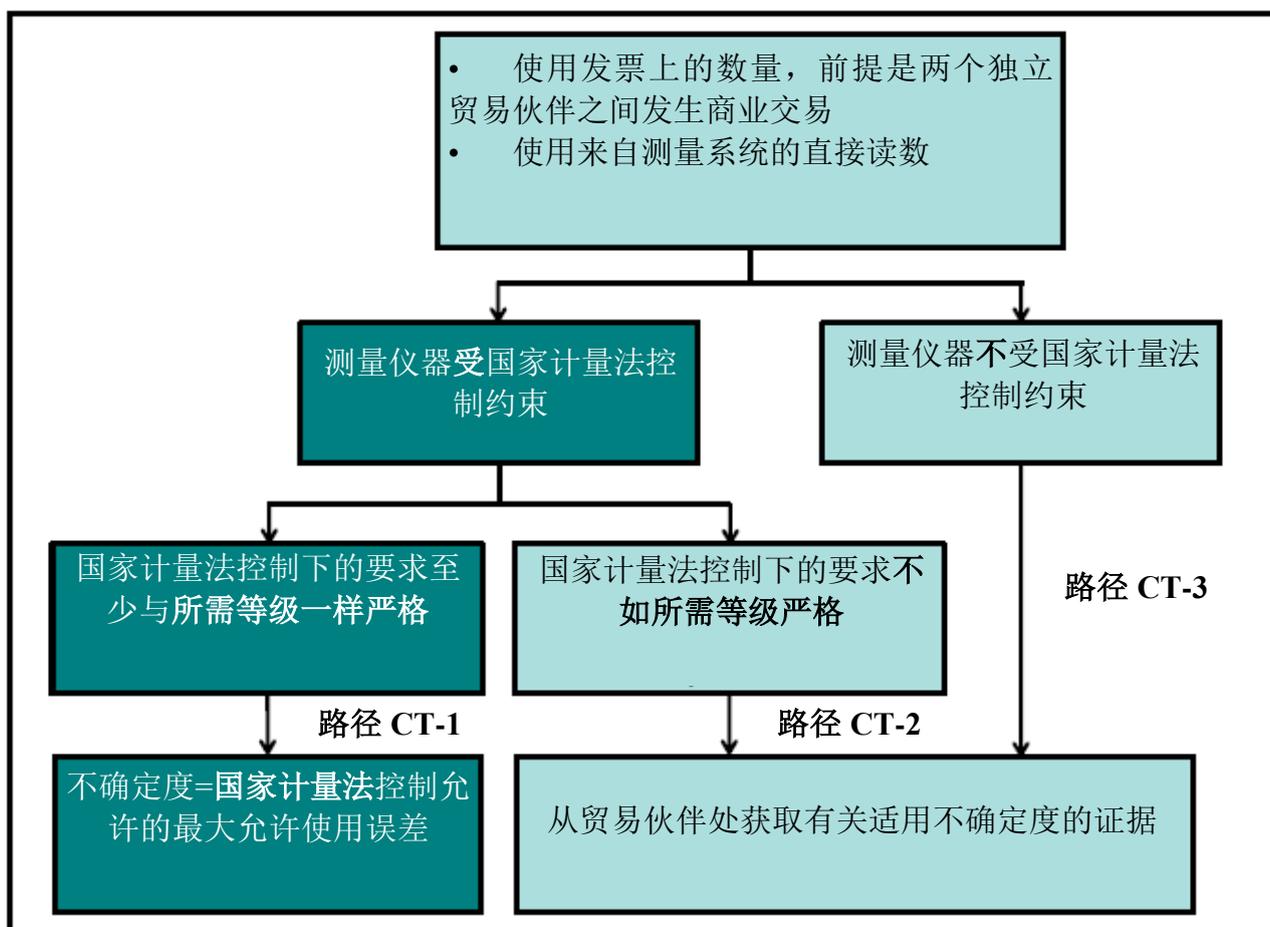


图4： 基于计算的方法的活动数据：确定所达到的不确定度的方法（“C”表示基于计算，“T”表示仪器在贸易伙伴控制下）

操作员可以简化不确定度评估：

- 如果测量仪器受计量法控制约束，则可使用相关国家计量法文本中规定的最大允许误差作为总体扩展不确定度，以评估是否符合第 26 条的等级要求（**路径 CT-1**）。
- 如果国家计量法控制下的适用要求不如第 26 条要求的等级不确定度阈值严格，则操作员可从贸易伙伴处获得有关实际适用的扩展不确定度的证据（**路径 CT-2**）。
- 如果测量仪器不受国家计量法控制约束，则操作员可从贸易伙伴处获得有关不确定度的证据（**路径 CT-3**）。

如第 3.1.1.2 节所述，操作员必须确保能够达到第 26 条规定的等级。如果不符合，则需要采取纠正措施，或者在可以提供不合理成本或技术不可行性证据的情况下，采用较低的等级（只要仍符合至少同样高的等级要求、提供更可靠的结果，并且与使用操作员自行控制下的仪器相比，更不易遭受控制风险）。

可能会出现无法从贸易伙伴（例如：燃料供应商）处获得足够证据的情况。对于此类情况，请参阅常见问题解答的第 3.2 节³⁷

³⁷ http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring/docs/faq_mmr_en.pdf

“关于欧盟排放交易体系中的监测和报告”可能会提供进一步的有用建议。

3.1.2.2 简化 (“路径 CT-1”)

Simplified!

贸易伙伴的测量仪器受国家计量法控制 (NLMC) 管理。

总体扩展不确定度=最大允许使用误差 (MPES)

该简化适用于第 3.1.1.3 节路径 CO-1 中给出的相同原因和相同条件。操作员必须仍然能够证明贸易伙伴的测量仪器至少符合操作员自行控制下的仪器的高等级要求、提供更可靠的结果、更不易遭受控制风险。

3.1.2.3 “路径 CT-2”

操作员应从负责测量系统的贸易伙伴处获得适用不确定度的证据。

如果国家计量法控制下的适用要求不如第 26 条的等级要求严格，则操作员必须从贸易伙伴处获得满足所需等级的证据。操作员必须能够证明贸易伙伴的测量仪器至少符合操作员自行控制下的仪器的高等级要求，提供更可靠的结果，更不易遭受控制风险。

这也可基于附录 III 中使用从贸易伙伴处获得的测量仪器信息解释的不确定度评估。另请参见路径 CO-3 (第 3.1.1.6 节) 下的信息。

3.1.2.4 “路径 CT-3”

操作员应从负责测量系统的贸易伙伴处获得适用不确定度的证据。

该路径与上述路径 CT-2 相似。在交易不受国家计量法控制约束的情况下，操作员必须从贸易伙伴处获得证据，证明其符合第 26 条规定的等级。操作员必须能够证明贸易伙伴的测量仪器至少符合操作员自行控制下的仪器的高等级要求、提供更可靠的结果、更不易遭受控制风险。

这也可基于附录 III 中使用从贸易伙伴处获得的测量仪器信息解释的不确定度评估。另请参见路径 CO-3 (第 3.1.1.6 节) 下的信息。

3.2 计算因子

与活动数据的等级相反，计算因子³⁸的等级并非基于满足的不确定度阈值，而是基于涉及默认值或从实验室分析得出的值的确定。然而，涉及实验室分析的确定与所需的分析频率相关（第 35 条），并且用于确定所需频率的一个选项以与分析频率相关的“不确定度”表示。第 35(2)条规定：

“如果没有最低频率或操作员证明具有下列情况之一，则主管当局可允许操作员使用不同于第 1 段所述频率的频率：

a) 根据历史数据，包括在当前报告期之前的报告期内各燃料或材料的分析值，各燃料或材料的分析值的任何变化不超过操作员在确定相关燃料或材料的活动数据时必须遵守的不确定度值的 1/3。”

New! 自 2021 年起，《监测和报告条例》中引入了类似的规定：如果经不确定度评估证明合理，则将排放因子和碳含量的间接分析与直接分析置于同等地位。附录 II 第 2.1 和 3.1 节规定，对于等级 3 的(b)项：

【操作员可使用】“..... 针对等级 2b 规定的经验关系式，其中操作员向主管当局证明经验关系式的不确定度不超过操作员在确定相关燃料或材料的活动数据时必须遵守的不确定度值的 1/3。”



应注意的是，这种情况下所需的不确定度评估不同，并且在本文件的范围内不考虑细节。相反，指导性文件 5“取样和分析指南”更具体地涵盖了该主题，特别是第 4.3 节（参见第 1.3 节）。

³⁸ 《监测和报告条例》第 3(7)条定义：'计算因子'指净热值、排放因子、初步排放因子、氧化因子、转换因子、碳含量或生物质分数

4 基于测量的方法的不确定度

对于包括监测一氧化氮在内的基于测量的方法，《监测和报告条例》附录 I 要求提供一份所有相关设备的清单，说明其测量频率、操作范围和不确定度。《监测和报告条例》未提及用于确定不确定度简化的任何情况，因为存在基于计算的方法。

但是，第 42 条要求所有测量应基于以下标准进行：

- 《固定源排放—自动测量系统的质量保证》（EN 14181）
- 《空气质量—固定源排放的测量—测量段和场地的要求以及测量目标、计划和报告的要求》（EN 15259）
- 《固定源排放—手动和自动确定管道中的速度和体积流量》（EN ISO 16911-2）
- 其他相应的 EN 标准。

例如，EN 14181 包含有关质量保证程序（QAL 2 和 3）的信息，以最大限度地降低不确定度并提供如何确定不确定度的指南。对于 QAL 1，可在 EN ISO 14956《空气质量 - 用测量不确定度比较法评估测量程序适用性》中找到指南。

第 42 条进一步规定：“如果没有此类标准，则方法应基于适当的 ISO 标准、欧盟委员会公布的标准或国家标准。如果不存在适用的已发布标准，则应使用适当的标准草案、行业最佳实践指南或其他经科学证明的方法，以限制取样和测量偏差。

操作员应考虑到连续测量系统的所有相关方面，包括设备的位置、校准、测量、质量保证和质量控制。”

如果适用的标准或指南不包含有关不确定度测定的信息，则可从附录 III 中获取不确定度测定的某些方面。

有关基于测量的方法的详细指南，包括不确定度评估方面，可参见烟气排放连续监测系统指导性文件 7。该指导性文件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



5 回退法的不确定度

操作员可对选定的源流或排放源采用回退法，即：不基于等级的监测方法，前提是满足以下所有条件：

- 对一个或多个主要源流或次要源流，采用基于计算的方法的等级 1 及对与相同源流有关的至少一个排放源采用基于测量的方法，在技术上不可行或会产生不合理成本；
- 操作员每年根据《ISO 测量不确定度表示指南》（JCGM 100:2008³⁹）或其他同等的国际公认标准评估和量化用于年度排放测定的所有参数的不确定度，并将结果纳入年度排放报告；
- 操作员向主管当局证明，通过采用此等回退监测方法，整个设施的温室气体年排放水平的总体不确定度阈值不超过
- 7.5%（A 类设施），
- 5.0%（B 类设施），
- 2.5%（C 类设施）。

评估不确定度的进一步指南可参见附录 III，尤其是第 8.4 节。

³⁹ (JCGM 100:2008) 《测量数据评估—测量不确定度表示指南 (GUM)》 <https://www.bipm.org/en/publications/guides>

6 附录 I: 首字母缩略词和立法

6.1 所用首字母缩略词

| | |
|--------------|--|
| EU ETS | 欧盟排放交易体系 |
| MRV..... | 监测、报告和核查 |
| MRR..... | 《监测和报告条例》（《M&R 条例》） |
| AVR | 《认证与核证法规》（《A&V 法规》） |
| MID | 测量仪器指令（2014/32/EU） |
| NAWI | 非自动称量仪器指令（2014/31/EU） |
| MP | 监测计划 |
| CA | 主管当局 |
| NLMC | 国家计量法控制 |
| CEMS | 烟气排放连续监测系统 |
| MPE | 最大允许误差（通常用于国家计量法控制的术语） |
| MPES | 最大允许使用误差（通常用于国家计量法控制的术语） |
| MS | 成员国 |
| GUM | 《ISO 测量不确定度表示指南》（JCGM 100:2008），下载网址： https://www.bipm.org/en/publications/guides |

6.2 立法文本

欧盟排放交易体系指令：2003 年 10 月 13 日欧洲议会和理事会指令 2003/87/EC，其建立共同体内温室气体排放配额交易计划并修订理事会指令 96/61/EC（经修订）。下载整合版本：

<http://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2003/87>

《M&R 条例》（《监测和报告条例》）：2018 年 12 月 19 日关于根据欧洲议会和理事会指令 2003/87/EC 监测和报告温室气体排放的欧盟委员会实施条例（EU）2066/2018，其修订欧盟委员会条例（EU）601/2012。下载地址：https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2018/2066/oj 最新修订版下载地址：https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2020/2085/oj

《A&V 法规》（《认证与核证法规》）：关于根据欧洲议会和理事会指令 2003/87/EC 进行数据验证和审核员认证的欧盟委员会实施条例（EU）2018/2067。下载整合版：https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2018/2067/2021-01-01

7 附录 II：最常用测量仪器的保守测量不确定度

针对将仪器投放市场和投入使用这一问题，下表概述了某些类别的常用测量仪器的保守测量不确定度（表示为对应于 95% 置信区间的扩展不确定度）。

关于如何处理本附录中规定的不确定度的说明：

下表不确定度值和附加条件，只有在测量仪器制造商或国际法制计量组织发布的规范性文件中未提供更具体的信息时，才应考虑。此外，仅当满足步骤 1 至 4（见第 1.1.1.1 节）时，才应考虑这些不确定度值。⁴⁰如果不是此等情况，则路径 CO-2a 不适用。对于适用于气体和液体的测量仪器，相关的国际法制计量组织文件为 R137 和 R117。对于固体测量仪器，合适的资料来源为 R76。

另请注意，建议对每台仪器进行一段时间的重新校准。这意味着每次校准后，应用简化路径 CO-2b（第 3.1.1.5 节）的要求可能适用，并且可以提供更可靠的结果。在应用下列标准值之前，应始终考虑此选项。

这意味着，本附录中提供的不确定度值涵盖了最相关的不确定度影响因子，但未涵盖测量仪器在使用过程中产生的所有不确定度影响因子。特别是，该值未考虑到使用过程中发生的任何漂移⁴¹，即，由于校准/维护间隔之间的老化或腐蚀而导致的测量不确定度的增加。

因此，总体不确定度仍需通过应用以下公式（关于该公式的背景和指南，请参见第 8.2 和 8.3 节；“工具”（第 8.5 节）也可以帮助进行计算）将漂移考虑在内：

$$U_{\text{总计 (使用中)}} = \sqrt{u_{\text{本附录中的值}}^2 + u_{\text{漂移}}^2}$$

式中， $u_{\text{本附录中的值}}$ 指本附录中提供的不确定度数值， $u_{\text{漂移}}$ 指由漂移引起的附加不确定度。应根据在校准/维护间隔期间观察到的类似仪器常见漂移的有力数据确定 $u_{\text{漂移}}$ 。如果无法获得此等值，则操作员应假设 $u_{\text{漂移}}$ 的保守值在 [5]%（无腐蚀性、低尘环境）和 [7.5]%（腐蚀性、高尘环境）之间。



⁴⁰ 包含国际法制计量组织（OIML）采用的技术规范的文件。 <http://www.oiml.org/>

⁴¹ 有关术语“漂移”的更多背景信息，请参见第 3.1.1.1 节和第 3.1.1.5 节。

转子流量计

介质：气体

相关标准：EN 12480:2015+A1:2006

0-20%测量范围的不确定度：3%

20-100%测量范围的不确定度：1.5%

条件：

- 每 10 年清洁、重新校准一次，必要时进行调整
- 卡特流量计油位年度检查
- 对污染气体应用过滤器
- 使用寿命 25 年

介质：液体

0-10%测量范围的不确定度：1%

10-100%测量范围的不确定度：0.5%

条件：

- 每 5 年清洁、重新校准一次，必要时进行调整（或当流量计中液体流过 3500 小时或达到流量计最大量程时，以较早者为准）
- 根据测量原理的制造商说明/一般说明进行年度维护
- 使用寿命 25 年

涡轮流量计

介质：气体

相关标准：EN 12261:2002 + A1:2006

0-20%测量范围的不确定度：3%

20-100%测量范围的不确定度：1.5%

条件：

- 每 5 年清洁、重新校准一次，必要时进行调整
- 年度目视检查
- 每三个月润滑一次轴承（不适用于永久润滑的轴承）
- 对污染气体应用过滤器
- 无脉动气流
- 使用寿命 25 年

| |
|--|
| - 过载时间不超过 30 分钟，过载范围不大于最大测量范围的 120% |
| <p>介质：液体</p> <p>10-100%测量范围的不确定度：0.5%</p> <p>条件：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 每 5 年清洁、重新校准一次，必要时进行调整 - 每三个月润滑一次轴承（不适用于永久润滑的轴承） - 对污液应用过滤器 - 使用寿命 25 年 - 过载时间不超过 30 分钟，过载范围不大于最大测量范围的 120% |

| |
|--|
| 波纹管流量计/膜式流量计 |
| <p>介质：气体</p> <p>相关标准：EN 1359:1998 + A1:2006</p> <p>0-20%测量范围的不确定度：7.5%</p> <p>20-100%测量范围的不确定度：4.5%</p> <p>条件：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 每 10 年清洁、重新校准一次，必要时进行调整 - 根据测量原理的制造商说明/一般说明进行年度维护 - 使用寿命 25 年 |

| |
|--|
| 孔板流量计 |
| <p>介质：气体和液体</p> <p>相关标准：EN ISO 5167</p> <p>20-100%测量范围的不确定度：3%</p> <p>条件：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 压力变送器的年度校准 - 每 5 年校准孔板流量计一次 - 孔板磨损、结垢年度检查 - 根据测量原理的制造商说明/一般说明进行年度维护 - 使用寿命 30 年 - 无腐蚀性气体和液体 |

如果制造商未另行说明，则孔板安装指南为：孔板前自由输入流长度最小为 50D，孔板后自由输入流长度最小为 25D；内壁表面光滑。

文丘里流量计

介质：气体和液体

相关标准：EN ISO 5167

气体：20-100%测量范围的不确定度：2%

液体：20-100%测量范围的不确定度：1.5%

条件：

- 压力变送器的年度校准
- 整台测量仪器每 5 年校准一次
- 年度目视检查
- 根据测量原理的制造商说明/一般说明进行年度维护
- 使用寿命 30 年
- 无腐蚀性气体和液体

超声波流量计

介质：气体和液体

相关标准：ISO 17089-1:2010

气体：1-100%测量范围的不确定度：2%

气体（夹合式）：1-100%测量范围的不确定度：4%

液体：1-100%最大测量范围的不确定度：3%

条件：

- 每 5 年清洁、重新校准一次，必要时进行调整
- 传感器与管壁接触的年度检查。如果接触不充分，则必须根据制造商规范更换传感器组件。
- 壁面腐蚀年度检查
- 传感器年度检查
- 根据测量原理的制造商说明/一般说明进行年度维护
- 使用寿命 15 年
- 无频率干扰
- 介质成分已知

如果制造商未另行说明，则超声波流量计的安装指南为：流量计前自由输入

流长度最小为 10D，流量计后自由输入流长度最小为 5D

涡街流量计

介质：气体

气体：10-100%测量范围的不确定度：2.5%

液体：10-100%测量范围的不确定度：2%

条件：

- 每 5 年清洁、重新校准一次，必要时进行调整
- 传感器年度检查
- 钝体年度检查
- 壁面腐蚀年度检查
- 根据测量原理的制造商说明/一般说明进行年度维护
- 使用寿命 10 年
- 装置无振动
- 避免压缩冲击

如果制造商未另行说明，则涡街流量计的安装指南为：流量计前自由输入流长度最小为 15D，流量计后自由输入流长度最小为 5D

科里奥利流量计

介质：气体和液体

气体：10-100%测量范围的不确定度：1.5%

液体：10-100%测量范围的不确定度：1%

条件：

- 每 3 年清洁、重新校准一次，必要时进行调整
- 无应力安装
- 每月调零点控制
- 腐蚀、磨损年度检查
- 传感器和变送器的年度检查
- 根据测量原理的制造商说明/一般说明进行年度维护
- 使用寿命 10 年

椭圆齿轮流量计

介质：液体

5-100%测量范围的不确定度：1%

条件：

- 粘性液体（油）：每 5 年清洁、重新校准一次，必要时进行调整
- 稀液：每 2 年清洁、重新校准一次，必要时进行调整
- 磨损年度检查
- 根据测量原理的制造商说明/一般说明进行年度维护
- 使用寿命 30 年



欧盟委员会

气候行动总司

非交易部门气候战略、治理和排放理事会 C

治理和成就分享单位 C.2

电子容积转换仪 (EVCI)

介质：气体

相关标准：EN 12405-1:2005+A1:2006

0.95 至 11 巴和-10 至 40°C 下的不确定度：1%

- 条件：每 4 年重新校准一次，必要时进行调整
- 更换电池（更换频率取决于制造商说明）
- 根据测量原理的制造商说明/一般说明进行年度维护
- 使用寿命 10 年

8 附录 III：源流的完全不确定度评估

8.1 简介

本附录概述了在没有适用简化的情况下评估不确定度的一般方法。欲了解更多详情，请参见《测量不确定度表示指南》。

原则上，不确定度评估应包括（第 28(2)条，通过类推，第 29 条也有要求）：

- 所用测量仪器的规定不确定度，
- 与校准相关的不确定度，
- 与实际使用测量仪器有关的任何附加不确定度，以及
- 适当包含因子的应用（例如，用于获取扩展⁴²不确定度的因子 2）

如果需要额外的测量，如：压力和温度测量，则还必须考虑此等测量的不确定度。如果无法应用制造商的不确定度信息，则操作员必须证实并证明与规范的偏差不会影响不确定度。如果不行，则操作员必须对不确定度进行保守和经证实的估计。对不确定度可能产生的影响包括：

- 偏离工作范围
- 负载或流量不同导致不确定度不同
- 大气条件（风、温度变化、湿度、腐蚀性物质）
- 操作条件（粘附性、密度和粘度变化、不规则流量、不均匀性）
- 安装条件（抬高、弯曲、振动、波浪）
- 将仪器用于其设计用途以外的其他介质
- 校准间隔
- 长期稳定性



一般应关注最重要的参数，如：**温度、压力（差）、流量、粘度等**，以适用者为准。必须考虑并评估对不确定度的显著影响。不确定度可以使用适当的误差传播公式进行计算。本附录中给出了计算特定不确定度的一些示例。

表 2 列出了可能与不确定度评估相关的各种影响参数。该列表并不完整，而在多个情况下，一些方面可以忽略，因为它们可能对结果的影响很小。然而，在对活动数据的不确定度进行风险评估时，可将其用作第一个起点，并有助于关注最相关的影响参数。表 3 列出了一些测量仪器的具体影响参数。

⁴² 见脚注 10。

表2: 活动数据测定的影响参数

| | 气体源流 | 液体源流 | 固体源流 |
|----------------|--|---|--|
| 与设备及其安装有关的影响参数 | 气流中的湍流 环境包壳温度的影响 长期特性（校准和维护频率） 可接受测量范围 电磁场 | 液流中的湍流，溶解气体起泡 环境温度 长期特性（校准和维护频率） 可接受测量范围 电磁场 存储容量和监测 相位变化 | 暴露于风和辐射中 环境温度 长期特性（校准和维护频率） 刻度位置 电磁场 储存容量/体积 输送带倾斜度 启动和停止特性 可接受测量范围 存储容量和监测 振动 |
| 与被测介质相关的影响参数 | 温度 压力 压缩因子 露点（仅适用于某些气体） 腐蚀性 | 温度 密度 粘度 沸点或熔点（仅适用于某些罕见情况） 腐蚀性 | 纯度/湿度 净重（如：包装）的可及性 介质处理 干燥影响 密度 流动特性（例如，与粒度相关） 粘附性 熔点（仅适用于某些罕见情况） |

表3: 测量仪器具体影响参数以及确认/缓解此等参数的方法

| 气体/液体的计量 | | |
|--------------|-------------------|----------------------|
| 测量仪器 | 影响参数 | 确认/缓解选项 |
| 涡轮流量计 | 间歇性流量、脉动 | 适当的操作参数，通过使用控制仪器避免脉动 |
| 波纹管流量计 | 正确检测温度和压力 | 使用电子容积转换仪（EVCI） |
| 孔板流量计、文丘里流量计 | 损坏、管道粗糙度、压差探测器稳定性 | 满足 EN ISO 5167 要求 |
| 超声波流量计 | 强噪声信号 | 减少噪声 |
| 涡街流量计 | 脉动 | 避免脉动 |
| 科里奥利流量计 | 应力、振动 | 内置补偿器 |
| 椭圆齿轮流量计 | 共振、污染 | 阻尼器、过滤器 |
| 固体的计量 | | |
| 测量仪器 | 影响参数 | 确认/缓解选项 |
| 传送带称量 | 粘附、滑动（皮带倾斜） | 使用水平皮带 |
| 轮式装载机秤 | 粘附 | 每次测量后调零 |

| | | |
|-------------|---------------------|---------|
| 货车地磅 | 称量的物体未完全在秤上（“满载吃水”） | 使用足够大的秤 |
| 料斗秤、汽车衡、吊车秤 | 风 | 使用防风场所 |

8.2 误差传播规律

在多个情况下，相关被测量并非直接测量，而是通过函数关系获取的其他输入量计算，例如：体积流量 (f_v) 通过测量密度 (ρ) 和压差 (Δp) 等输入量和关系式 $f_v=f_v(\rho, \Delta p)$ 计算。然后，通过误差传播将与相关被测量关联的不确定度确定为合成标准不确定度。

对于输入量，有必要区分：

- 非相关（独立）输入量，
- 相关（相互依赖）输入量。

如果操作员使用不同的测量仪器来确定部分源流的活动数据，则可以假设相关的不确定度非相关。⁴³



示例：通过考虑由单独的测量仪器测量的温度和压力，将气体流量测量值从 m^3 转换为 Nm^3 。此等参数通常可以视为非相关（参见第 8.2.1 节）。

示例：燃煤电厂的年耗煤量是通过使用同一皮带秤称量一年中交付的批次来确定的。由于实际操作过程中的漂移效应以及与皮带秤校准相关的不确定度，与称量结果相关的不确定度互为关联（参见第 8.2.2 节）。

然而，必须对每种情况仔细评估该假设，因为如果使用具有显著标准不确定度的相同测量仪器、物理测量标准或参考数据，则两个输入量之间可能存在显著相关性。



请注意，第 8.5 节中用于不确定度评估的“工具”可帮助计算本节中讨论的不确定度。

8.2.1 非相关输入量：

如果拟使用非相关输入量 X_1, \dots, X_n 来计算被测量 $Y=Y(X_1, \dots, X_n)$ ，则 Y 的不确定度可通过下式确定：

$$U_Y = \sqrt{\left(\frac{\partial Y}{\partial X_1} \cdot U_{X_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_2} \cdot U_{X_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_n} \cdot U_{X_n}\right)^2} \quad (1)$$

式中：

U_Y被测量 Y 的不确定度（绝对值）

U_{X_i} 输入量 X_i 的不确定度（绝对值）

⁴³ 输入量是否相关及相关程度如何（若相关）并不总是很容易判断。一种识别相关性的统计方法为计算协方差。更多指南可参见《测量不确定度表示指南》（见第 28 页脚注 39），尤其是第 5.1 节、第 5.2 节和第 F.1.2 节。

示例 1: 非相关输入量



$Y=Y(X_1, X_2)$ 由以下关系式定义:

$$Y = X_1 \cdot X_2$$

偏导数为:

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} = X_2 \quad \frac{\partial Y}{\partial X_2} = X_1$$

绝对不确定度由下式给出:

$$U_Y = \sqrt{(X_2 \cdot U_{X_1})^2 + (X_1 \cdot U_{X_2})^2}$$

式中:

U_Y被测量 Y 的绝对不确定度

U_{X_i}输入量 X_i 的绝对不确定度

相对不确定度由下式给出:

$$\frac{U_Y}{Y} = u_Y = \sqrt{\frac{(X_2 \cdot U_{X_1})^2 + (X_1 \cdot U_{X_2})^2}{X_1^2 \cdot X_2^2}} = \sqrt{\left(\frac{U_{X_1}}{X_1}\right)^2 + \left(\frac{U_{X_2}}{X_2}\right)^2} = \sqrt{u_{X_1}^2 + u_{X_2}^2}$$

式中:

u_Y被测量 Y 的相对不确定度

u_{X_i}输入量 X_i 的相对不确定度

因此, 被测量的相对不确定度的平方可以简单地确定为输入量的相对不确定度的平方和。

示例 2: 求和的独立不确定度

用于生产工艺蒸汽的蒸汽锅炉通过作为燃料的加热气体来进行操作。使用过的加热气体通过十根不同的管道供应至锅炉。根据 EN ISO 5167, 通过十个不同的标准孔板确定气体量。通过以下公式计算与蒸汽锅炉年加热气体消耗量测定相关的不确定度 (求和不确定度):

$$u_{\text{合计}} = \frac{\sqrt{(U_1)^2 + (U_2)^2 + \dots + (U_{10})^2}}{|x_1 + x_2 + \dots + x_{10}|}$$

式中:

$u_{\text{合计}}$与加热气体测定相关的总 (相对) 不确定度

U_i 单个标准孔板的不确定度 (绝对值)

x_i每年由不同孔板测量的加热气体量



示例 3：乘积的独立不确定度

具有多个锅炉的联合热电厂以天然气作为唯一燃料。年消耗量由中央转运站的测量系统确定（在分配到各个锅炉之前），该系统由涡轮流量计、单独的压力测量装置和单独的温度测量装置组成。涡轮流量计用于确定工作条件下的流量。

对于排放报告，天然气的标准体积相关。为了将操作 m^3 转换为标准 m^3 ，必须考虑压力和温度的测量。因此，通过以下公式计算与测定标准 m^3 天然气相关的不确定度（乘积的不确定度）：

$$u_{\text{合计}} = \sqrt{u_V^2 + u_T^2 + u_P^2}$$

式中：

$u_{\text{合计}}$ 与天然气测定相关的总（相对）不确定度

u_V 体积测量的（相对）不确定度

u_T 温度测量的（相对）不确定度

u_P 压力测量的（相对）不确定度

8.2.2 相关输入量：

如果拟使用相关输入量 X_1, \dots, X_n 来计算被测量 $Y=Y(X_1, \dots, X_n)$ ，则 Y 的不确定度可通过下式确定：

$$U_Y = \left(\left| \frac{\partial Y}{\partial X_1} \right| \cdot U_{X_1} \right) + \left(\left| \frac{\partial Y}{\partial X_2} \right| \cdot U_{X_2} \right) + \dots + \left(\left| \frac{\partial Y}{\partial X_n} \right| \cdot U_{X_n} \right) \quad (2)$$

式中：

U_Y 被测量 Y 的不确定度（绝对值）

U_{X_i} 输入量 X_i 的不确定度（绝对值）

示例 4：相关输入量

$Y=Y(X_1, X_2)$ 由以下关系式定义：

$$Y = X_1 \cdot X_2$$

如果上述示例针对相关输入量而计算，则相对不确定度为：⁴⁴

$$u_Y = u_{X_1} + u_{X_2}$$



⁴⁴ 请注意，这仅适用于所有输入估计值都与相关系数 1 相关的非常特殊的情况。如果系数不为 1，需考虑更复杂的协方差函数，这不在本文件的覆盖范围内。如需更多详情，请参阅《测量不确定度表示指南》（见脚注 39）。

因此，被测量的相对不确定度可以简单地确定为输入量的相对不确定度之和。

示例 5：求和的相关不确定度

发电厂是燃煤电厂。年耗煤量通过使用同一皮带秤称量一年中交付的批次来确定。由于实际操作过程中的漂移效应以及与皮带秤校准相关的不确定度，与称量结果相关的不确定度互为关联。

因此，通过以下公式计算与测定煤相关的不确定度（总和的不确定度）：

$$u_{\text{合计}} = \frac{U_1 + U_2 + \dots + U_n}{|x_1 + x_2 + \dots + x_n|}$$

式中：

$u_{\text{合计}}$ 与煤测定相关的总（相对）不确定度

U_i 皮带秤的不确定度（绝对值）($U_1 = U_2 = U_n$)

x_i 不同批次煤的数量

在此等情况下，与煤测定相关的（相对）不确定度等于皮带秤的（相对）不确定度。



示例 6：乘积的相关不确定度

在矿业领域，通过在燃烧过程前后在台秤上称量产物来确定烧失量。烧失量是燃烧过程前后相对于初始重量的质量差。与称量结果相关的不确定度互为关联，这是因为使用了相同的台秤。

因此，通过以下公式计算与烧失量测定相关的不确定度（乘积的不确定度）：

$$u_{\text{合计}} = u_1 + u_2$$

式中：

$u_{\text{合计}}$ 与烧失量测定相关的总（相对）不确定度

$u_{1,2}$ 加热前后质量测量的（相对）不确定度



8.3 案例研究⁴⁵



示例 7：储存燃料量的不确定度

汽油的总年消耗量根据罐车的总运送量计算。⁴⁶罐车上装有流量计，受国家计量法控制，最大允许误差为 0.5%。一辆卡车能够运送 25000 升汽油。在年度预测之后，操作员预计下一年平均需要 750000 升汽油。因此，预计每年会有 30 辆罐车进行运输。

该设施处柴油储罐容量为 40000 升。横截面为 8m²时，液位读数的扩展不确定度为总容量的 2.5%。

请注意，储罐能够容纳年使用量的 40000/750000 = 5.3%，因此在不确定度评估中必须予以考虑。⁴⁷

汽油年度数量 Q 按指导性文件 1 第 6.1.1 节中的公式(10)确定：

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

式中：

P 全年购入数量

E 输出量（例如，输送至设施部件或欧盟排放交易体系中未包含的其他设施部件的燃料）

$S_{\text{开始}}$ 年初汽油储罐存量

$S_{\text{结束}}$ 年末汽油储罐存量

由于全年购入汽油数量（ P ）不是由一次测量确定，而是由多次测量的总和确定，即 30 辆罐车的运送量， P 可写为：

$$P = P_1 + P_1 + \dots + P_{30}$$

式中：

P_i 一辆罐车的购入数量

现在，用于确定 Q 的所有输入量可以被认为不相关。⁴⁸假设无汽油输出（ $E=0$ ），因此，可根据第 8.2.1 节确定不确定度，作为求和的非相关不确定度：

$$u_Q = \frac{\sqrt{(U_{S,\text{begin}})^2 + (U_{S,\text{开始}})^2 + (U_{S,\text{结束}})^2 + \dots + (U_{P30})^2}}{|S_{\text{开始}} - S_{\text{结束}} + P_1 + \dots + P_{30}|}$$

⁴⁵ 请注意，《监测和报告—不确定度评估培训活动》培训材料附录 III 中的案例研究可能有用。培训材料可从以下网址下载：http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring/docs/uncertainty_assessment_training_material_en.pdf

⁴⁶ 请注意，第 3.3 节“关于欧盟排放交易体系中的监测和报告”常见问题解答（见第 25 页脚注 37）通过探索如何在监测计划中处理涉及来自许多不同供应商的测量仪器的不确定度评估，可能有益。

⁴⁷ 根据第 28(2)条，如果储存设施不能容纳所考虑的燃料或材料的年使用量的 5% 以上，则准予克减。在这种情况下，储量变化的不确定度可在不确定度评估中忽略。

⁴⁸ 储罐上的液位读数不能被视为在一个测量系列内，这是因为测量时间间隔很长（年初和年末）。然而，由于使用的仍然是同一测量仪器，因此可能存在某种相关性。按照非相关考虑是这个特定示例的假设。一般而言，如果确实可以排除相关性，则必须通过根据《测量不确定度表示指南》³⁹ 确定相关系数来进行评估。

u_Q 与 Q 相关的总（相对）扩展不确定度

$U_{S,P}$ 由一个储罐提供的料位读数或数量的（绝对）扩展不确定度

对于这两个读数，其与料位读数相关的不确定度相同。由于无法预测 $S_{\text{开始}}$ 和 $S_{\text{结束}}$ 之间的差，因此可以假定 $S_{\text{开始}} - S_{\text{结束}}$ 为零。如果进一步将所有 P_i 视为具有相等绝对不确定度的相等量，则等式简化为：

$$u_Q = \frac{\sqrt{2 \cdot (U_S)^2 + n \cdot (U_{P_i})^2}}{P}$$
$$u_Q = \frac{\sqrt{2 \cdot (40,000 \cdot 2.5\%)^2 + 30 \cdot (25,000 \cdot 0.5\%)^2}}{750,000} = 0.21\%$$

如上所述，这里假设所有卡车上的输入量、库存水平读数和仪表不相关。如果要计算“最坏情况”场景的不确定度，即测量相关，则总体扩展不确定度将为 0.57%：

$$u_Q = \frac{\sqrt{(2 \cdot 40,000 \cdot 2.5\%)^2 + (30 \cdot 25,000 \cdot 0.5\%)^2}}{750,000} = 0.57\%$$

由于与汽油消耗量相关的活动数据必须以吨表示，因此必须考虑燃料的密度。使用代表性样品测定容积密度的扩展不确定度约为 3%。使用第 8.2.1 节中的公式计算乘积的非相关不确定度，得出：

$$u_{Q(\text{吨})} = \sqrt{u_{Q(\text{体积})}^2 + u_{\text{密度}}^2} = \sqrt{0.21\%^2 + 3\%^2} = 3.007\%$$

尽管流量计量的不确定度相当低，但换算成吨表明，密度测定的不确定度对总体不确定度的影响最大。因此，未来的改进应该涉及具有较低的不确定度的密度的测定。



示例 8：部分转移至不属于欧盟排放交易体系的连接设施的源流的不确定度

当设施由欧盟排放交易体系部分覆盖且并非装置的所有部分都在该计划范围内时，可能必须从由国家计量控制约束（最大允许误差为 2%）下的主流量计测量的源流的量中减去由内分表（扩展不确定度为 5%）确定的非欧盟排放交易体系部分的数量测量值。

假设设施场地每年使用 500000 Nm³ 天然气。其中 100000 Nm³ 的天然气将被转移并出售给不属于欧盟排放交易体系的装设施。为测定欧盟排放交易体系设施的天然气消耗量，必须从设施场地的总天然气消耗量中减去连接设施的天然气消耗量。为评估欧盟排放交易体系天然气消耗量的扩展不确定度，进行以下计算：

$$u_{\text{源流}} = \frac{\sqrt{(2\% \cdot 500,000)^2 + (5\% \cdot 100,000)^2}}{|500,000 + (-100,000)|} = 2.8\%$$

请注意，不必评估国家计量控制下主燃气表的不确定度。在能够确定与源流相关的扩展不确定度之前，必须对国家计量控制不保证的内分表的不确定度进行评估和确认。

8.4 整个设施的不确定度（回退法）

如果至少有部分设施排放通过回退法进行监测，则本节相关。

示例 9：采用回退法的总体不确定度

在第二个交易期，A 类设施完全燃烧天然气，年排放量为 35000 吨二氧化碳。由于该燃料是通过受国家计量法控制约束的商业交易获得，因此根据相关国家立法允许的最大允许误差，与活动数据相关的扩展不确定度可能为 2.0%。2.0% 也将是与总排放相关的不确定度，因为所用的所有计算因子都是默认值（为了简化而且不影响不确定度）。⁴⁹

由于欧盟排放交易体系的范围从 2013 年（第三个交易期）开始扩大，因此，额外的源流必须纳入温室气体许可证，需要对额外源流进行监测。操作员向主管当局证明至少应用等级 1（例如：安装测量系统）在技术上不可行，并建议使用回退法。操作员根据《测量不确定度表示指南》提供证据，证明该源流的不确定度评估得出的扩展不确定度（95% 置信水平）为 18%。该来源预计每年排放 12000 吨二氧化碳。

当对 A 类设施采用回退法时，操作员必须证明整个设施的排放扩展不确定度不超过 7.5%。在给出的示例中，操作员必须使用以下等式计算不确定度

$$Em_{\text{合计}} = Em_{NG} + Em_{FB}$$

式中：

$Em_{\text{合计}}$... 设施的总排放

Em_{NG} ... 天然气燃烧产生的排放（35000 吨二氧化碳）

Em_{FB} ... 通过回退法监测的源流排放（12000 吨二氧化碳）

由于总排放的（相对）不确定度可解释为求和的不确定度，因此总体不确定度计算如下：

$$u_{\text{合计}} = \frac{\sqrt{(2.0\% \cdot 35,000)^2 + (18\% \cdot 12,000)^2}}{|35,000 + 12,000|} = 4.8\%$$

与整个设施排放相关的扩展不确定度不超过 7.5%。因此，建议的回退法适用。



⁴⁹ 请注意，默认值（IPCC 值或国家库存值）也显示出与该值有关的不确定度。也必须考虑该不确定度，使用误差传播从乘积的独立不确定度计算源流的不确定度（见示例 3）。

8.5 不确定度评估“工具”



欧盟委员会在网站上发布了一个工具，以支持操作员进行不确定度评估，特别是评估误差传播定律（见第 8.2.1 和 8.2.2 节）。该工具涵盖以下方面：

- 求和的不确定度的计算；
- 乘积（乘法）的不确定度的计算；
- 不确定度分布类型（分布形状、覆盖范围等）；⁵⁰
- 相关或非相关输入量；
- 最终（扩展）不确定度的计算，以与要求的等级进行比较；
- 如果不知道答案，从预先填写的下拉列表中选择上述选项的指导。



该工具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

| a. Amount of fuel or material imported to/consumed within the installation | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|--------------------------------|---|----------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Name or brief description | Quantity per measurement [e.g. t or Mw] | Annual number of measurements | Annual quantity [e.g. t or Mw] | Uncertainty related to each measurement | Type of distribution | Standard or expanded uncertainty? | Value "in service"? | Conversion factor to "in service" | Correlated or uncorrelated? |
| Import 1 | 35 | 450 | 15 750 | 1.00% | normal | standard | not in service | 2.0 | uncorrelated |
| Import 2 | 33 | 300 | 9 900 | 1.50% | rectangular | | in service | | correlated |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| b. Amount of fuel or material exported from the installation | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|----------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Name or brief description | Quantity per delivery [e.g. t or Mw] | Annual number of deliveries | Annual quantity [e.g. t or Mw] | Uncertainty related to each measurement | Type of distribution | Standard or expanded uncertainty? | Value "in service"? | Conversion factor to "in service" | Correlated or uncorrelated? |
| Export 1 | 20 | 40 | 840 | 2.50% | unknown | standard | not in service | 2.0 | correlated |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| c. Storage capacity for the fuel or material in the installation | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|--|---------------------------------|---|----------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Name or brief description | Storage capacity [e.g. t or Mw] | | Storage capacity [e.g. t or Mw] | Uncertainty related to each measurement | Type of distribution | Standard or expanded uncertainty? | Value "in service"? | Conversion factor to "in service" | Correlated or uncorrelated? |
| Storage tank | 1 500 | | 1 500 | 5.00% | rectangular | | not in service | 2.0 | |

| d. Storage levels at the beginning and the end of the year | | | |
|--|----------------------------|--|----------------------------|
| Name or brief description | Stock level [e.g. t or Mw] | | Stock level [e.g. t or Mw] |
| Beginning of the year | | | |
| End of the year | | | |

| | | | |
|--|--------|--|------|
| e. Average annual quantity consumed [e.g. t or Mw] | 25 810 | Storage capacity (share of annual quantity): | 6.3% |
| f. Total uncertainty (k=1, 68%) | 0.50% | | |
| g. Total uncertainty (k=2, 95%) | 1.00% | | |

图 5： 欧盟委员会不确定度工具截图

⁵⁰ 在本文件中，假设不确定度呈正态分布，以解释原理。然而，在实践中，不确定度通常遵循矩形（或三角形）分布。该工具可帮助操作员找到适当的分布（另请参见第 1.3 节中列出的培训活动材料）。

9 常见问题解答

9.1 根据第 59(3)(a)条和第 60 条的测量仪器的质量保证与不确定度评估有何关系？

无论设施的大小或确定活动数据不确定度所采用的路径如何，所有操作员都必须遵守第 59(3)(a)条和第 60 条的要求。

第 59(3)(a)条要求制定测量设备质量保证的书面程序。第 60 条进一步规定必须采取的质量保证措施，以便使用测量仪器提供准确和可靠结果。请注意，对于受国家计量法控制约束的仪器，通常无需过多工作即可充分满足第 60 条的要求（例如，通过官方校准实现根据可追溯国际标准的检查）。

第 60 条考虑测量系统组件无法校准时出现偏差。在此等情况下，必须提出替代控制活动。因此，不确定度评估不能通过路径 CO/CT-1 或 CO-2a/2b 进行简化。而是，必须进行特定不确定度评估（路径 CO/CT-3）。进行特定不确定度评估的要求并不一定意味着评估必须完全从新开始。（另请参见第 3.1.1.6 节）。在此等情况下，从简化、路径 CO/CT-1 或 CO-2a/2b 收集的不确定度通过误差传播可能是进一步计算的起点。

更多信息，请参见欧盟委员会网站上发布的“不确定度评估示例”。

9.2 供应商数据：如果供应商没有提供足够的信息来证明符合所需等级，则该怎么办？

活动数据

根据第 29(1)条，只有在以下情况下，才可以使用不受操作员控制的测量系统：“让操作员能够遵守至少同样高的等级，提供更可靠的结果，并且不容易出现控制风险，操作员应能确定不受其控制的测量系统的活动数据。”如果可以提供证据，例如：根据官方校准协议获取的不确定度，可认为满足上述条件。如果无法从贸易伙伴处获得此类证据，可采取以下步骤：

1. 是否可以提供证据证明在最坏情况下，不确定度仍优于使用操作员自己的仪表的做法，并且至少满足等级 1？可以通过证明该测量仪器受国家计量法控制约束，甚至最不严格的要求也能满足某个等级的要求来获得此类证据（另请参见“不确定度评估示例”第 2.2 节中的背景信息）。

2. 如果是，则应使用最坏情况下满足的等级进行进一步评估。

- (a) 如果在最坏情况下满足的等级至少满足要求的等级，则无需进一步证据。

- (b) 如果在最坏情况下达到的等级低于要求的等级，则操作员必须证明使用自己的仪表来达到要求的等级会产生不合理的成本或在技术上不可行。

3. 如果否，则操作员不至少满足等级 1，并且实际上正在应用回退法。同样，在此等情况下，操作员必须证明使用自己的仪表来达到要求的等级会产生不合理的成本或在技术上不可行。

更多信息可参见第 3.1.2 节。

计算因子

在某些情况下，操作员可能希望使用由燃料或材料供应商提供的计算因子，如：净热值、排放因子、碳含量。由供应商进行取样和分析。但是，在这种情况下，操作员仍有责任证明是否符合第 32 条至第 35 条的要求。这可通过获取有关第三方采用的取样计划的信息和证据，以及证明代表性样品已由经认证的实验室采用适当标准进行分析的证据来证明。如果实验室未通过 EN ISO/IEC 17025 认证，则必须提供符合等效要求的证据。如果操作员希望使用供

应商数据作为计算因子，则可以采取以下步骤：

1.能否提供证据证明已制定适当的取样计划，并且分析由经认证的实验室或符合同等要求的实验室进行？

2.如果是，则应视为操作员满足为其提供该证据的所有相关计算因子的等级 3。

3.如果否，则认为从供应商处获得的分析值不符合等级 3。然后操作员可以选择：

(a) 根据第 32 条至第 35 条进行自我分析，或

(a) 使用可用的默认值。如果此源流所需的等级低于等级 3，例如，在 A 类设施情况下，则应使用默认值，而无需任何进一步操作。如果《监测和报告条例》要求对源流应用等级 3，则只有在操作员能够证明自己进行分析会产生不合理的成本或在技术上不可行的情况下，才可以使用默认值。

请注意，在考虑总体上不符合等级 3 的任何理由之前，必须评估采用等级 3 但分析频率较低（第 35 条和附录 VII）是否可能避免产生不合理的成本。

如果没有合适的默认值，并且操作员不能满足至少等级 1 的要求（表明需要采用回退法），则操作员必须再次证明使用自己的仪表（根据所需的等级）会产生不合理的成本或在技术上不可行。

操作员还必须根据第 65 条的具体要求，按照第 59(3)(f)条规定的外包流程控制所需的书面程序管理供应商数据的使用。

更多信息请参见指导性文件 5“取样和分析”。

9.3 来自多个供应商的数据：每次供应商变更时，是否都必须变更监测计划？如何证明获得所需的不确定度？

第 14 条和第 15 条规定了操作员应修改监测计划并寻求主管当局批准的情况。一般而言，不影响监测方法或不影响与报告相关的数据的准确性或可靠性的变更，不会导致对监测计划的修改。因此，在不对监测计划产生重大影响的情况下处理此类变更的最适当方式是，根据第 59(3)(f)条和第 65 条，就外包活动的控制要求制定适当的程序。

必须在监测计划中详细描述这些程序的摘要，以便主管当局能够理解程序的内容，并能够合理地假设操作员维护并实施了程序的完整文档。这使操作员能够在需要时灵活地修改程序，而无需更新监测计划，前提是程序的内容保持在监测计划中规定的描述范围内（有关程序的更多信息，请参见指导性文件 1 第 5.4 节）。

示例：

重质燃油由不同供应商的卡车运送。用于确定购入量的体积流量计均安装在卡车上，因此不在操作员自己的控制范围内。将建立一个程序，以跟踪所有涉及的测量仪器，确定该源流的活动数据。该程序的摘要可能包含以下要素：

- 责任岗位或部门：负责接收燃料输送的值班经理；
- 对于每次运送，至少应记录以下内容：
 - 卡车车牌；
 - 卡车公司的名称；
 - 体积流量计的识别号；
 - 运送量；

- 负责检查该卡车和/或体积流量计是否已在内部数据库中建立账户的人员；
- 负责每月检查一次所有供应商是否提供了流量计不确定度的证据（例如：最新（官方）校准证书）的人员。如果否，负责人将要求缺少证据的供应商提供此类证据；
- 相关信息储存位置。

请注意，该程序必须允许跟踪所有涉及的测量仪器，从而计算整个报告期内的不确定度，并证明符合要求的等级。如果不能做到这一点，则要求操作员提出替代监测方法或提供理由，例如：不合理成本。有关替代方案，请参见第 9.2 节。

尽管仍然需要适当的程序，但可以通过提供明确证明允许使用哪些准确性等级的文件（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）来实施证明符合等级要求的替代方案。

9.4 第 28(1)条 b)项要求至少每年将校准结果与相关不确定度阈值进行比较。如何实现符合性？测量仪器的所有者是谁是否相关？

第 28(1)条 b)项要求“*操作员必须确保每年至少一次，并且在每次校准测量仪器后，将乘以保守调整因子的校准结果与相关不确定度阈值进行比较。保守调整因子应基于该测量仪器或类似测量仪器先前校准的适当时间序列，以考虑使用中不确定度的影响。*”

第 3.1.1.5 节（路径 CO-2b）中描述了符合该要求的程序。根据测量仪器的类型和环境条件，测量的不确定度可能会随着时间的推移而增加（漂移）。为了量化和缓解漂移导致的不确定度增加，需要适当的时间间隔进行重新校准。由于对于已经发生的漂移的量化，因此先前校准的时间序列分析也可能有助于确定相关校准间隔。

考虑到任何进一步随机和系统使用误差，通过校准获得的扩展不确定度将乘以保守调整因子。操作员应根据经验确定该保守调整因子，并获得主管当局的批准。在缺乏任何信息或经验的情况下，建议使用协调因子 2 作为一种实用但适当的方法。

请注意，根据第 29(1)条，只有在“*使操作员能够遵守至少同样高的等级、给出更可靠的结果且不易遭受控制风险*”的情况下，才允许使用操作员自身控制之外的测量仪器。因此，贸易伙伴拥有的测量仪器也需要进行年度检查。然而，在这种情况下，此等商业交易在大多数情况下将受到国家计量法控制约束，并且校准（重新校准）的频率由相关法律文本或相关指南规定。

根据第 59(3)条和第 60 条的规定，主管当局必须批准该年度评估，作为书面程序的一部分。年度重新评估的结果仅需根据请求提交给主管当局（见第 67(2)条）。但是，为了《认证与核证法规》第 19(1)条⁵¹的目的，必须将结果提供给审核员。

⁵¹ 《认证与核证法规》第 19(1)条：“如果实施条例（EU）2018/2066 要求操作员证明符合活动数据和计算因子的不确定度阈值，则审核员应确认用于计算经批准监测计划中规定的不确定度水平的信息的有效性。”