

中欧碳市场政策对话与合作项目

师资培训强化阶段（第三天）：
不确定度评估



项目由欧盟资助



项目执行方：



欧中ETS项目网站下载资料合规声明

以下内容的编制仅限用于支持本项目项下开展的培训与研究活动，且仅用于信息传递及参考目的，未经内容提供方事先书面许可，不得以任何形式、通过任何手段，全部或部分复制、分发或用于商业目的。对于因使用该内容所含信息而导致的任何损失或损害，内容提供方不承担任何责任。

测量不确定度的相关性是什么？

- **所有测量均存在关联的不确定度：**
 - 不确定度用于量化对测量准确度/精确度的存疑程度；
 - 不确定度通常以标准差或置信区间表示（用以指示测量的可靠性）；
 - **但不确定度并不代表测量误差。**
- 一般货物供应常依赖适用性测量/不确定度控制，以确保数量准确且规格无误：
 - 确保所接收物料/燃料计量与结算公平
 - 确保货物适用预期使用（例如，在测量部件的必要厚度时，可能需要使用微压计而非普通尺具）
- 即便原子质量也以不同小数位/有效数字表示（常见于同一元素周期表中），反映其测定值的不确定度差异
 - 即便微小差异（例如，碳原子量12.01与12.011的微小差异），若在大量级计算中会倍增，从而产生显著偏差。
- **理解测量不确定度对排放交易体系（ETS）至关重要，可确保：**

监测报告吨数 = 实际排放吨数

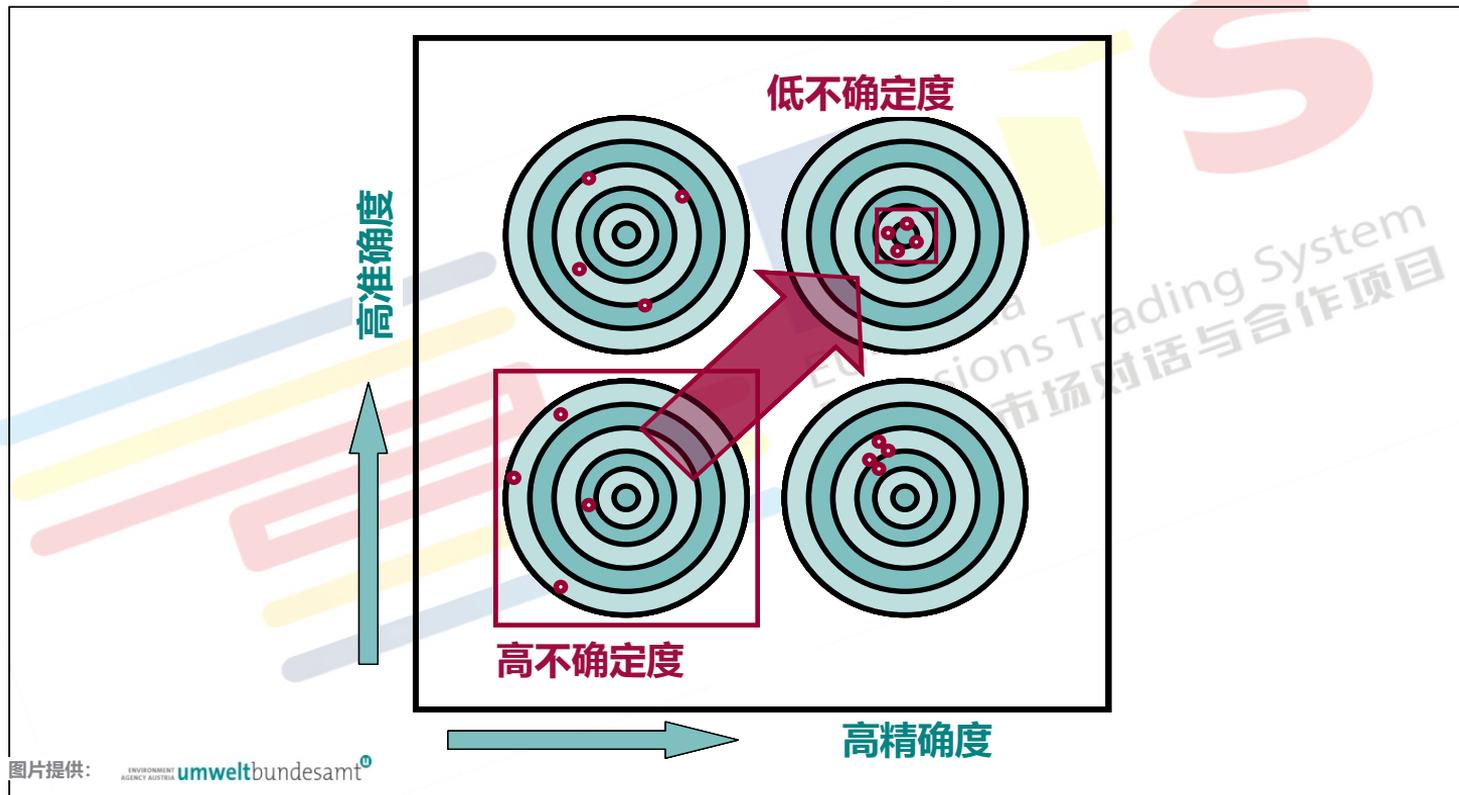
相关定义/理解

《监测与报告条例》（MRR）第3条第6款规定：“**不确定度**”指与量值测定结果相关的参数，用于表征可合理归因于特定量值的数值分散特性。该参数包含系统因素和随机因素的影响（以百分比表示），并描述一个围绕平均值的置信区间，该区间包含推断值的95%（考虑数值分布的任何不对称性）。

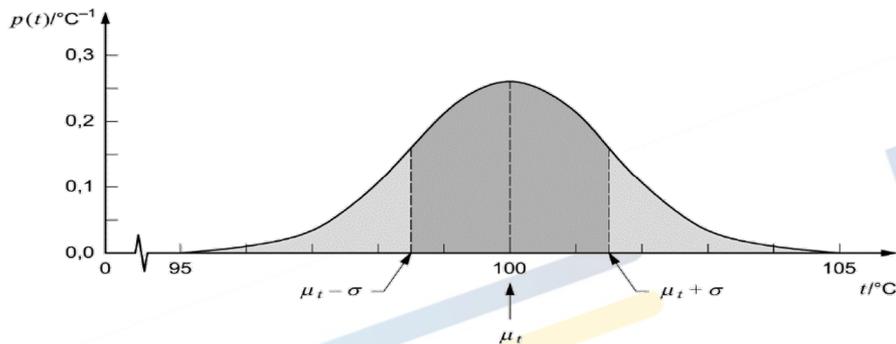
《监测与报告条例》第3条第16款规定：“**准确度**”指测量结果与特定量值的真值或参考值之间的接近程度。该参考值需使用通过国际公认且可追溯的校准材料和标准方法实证确定，同时考虑到随机因素和系统因素的影响；

精确度指在相同条件下对同一被测量值进行多次测量时，各测量结果之间的接近程度，通常以围绕平均值的数值标准差进行量化表示。

什么是测量不确定度?



不确定度图示 (两个示例)

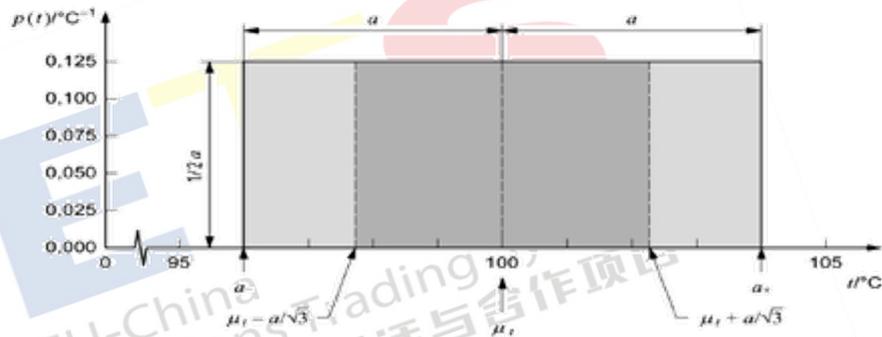


标准不确定度

u (标准差)

典型应用场景

- 校准报告
- 制造商规格
- 合成不确定度



标准不确定度

$$u = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

典型应用场景

- 最大允许误差
- 公差
- 参考标准值

欧盟碳排放交易体系《监测与报告条例》（MRR）要求进行不确定度分析

- 《监测与报告条例》第12条第1款要求：为支持监测计划，设施运营商需提交符合以下相关不确定度阈值的证明文件：
 - 活动数据不确定度阈值的合规证明
 - 计算因子不确定度要求的合规证明（如适用）
 - 测量法（连续排放监测系统）不确定度要求的合规证明（如适用）
 - 若采用备用方法，需提交对设施总排放量的不确定度评估

基于不确定度的活动数据层级定义提醒

以燃料燃烧场景为例：

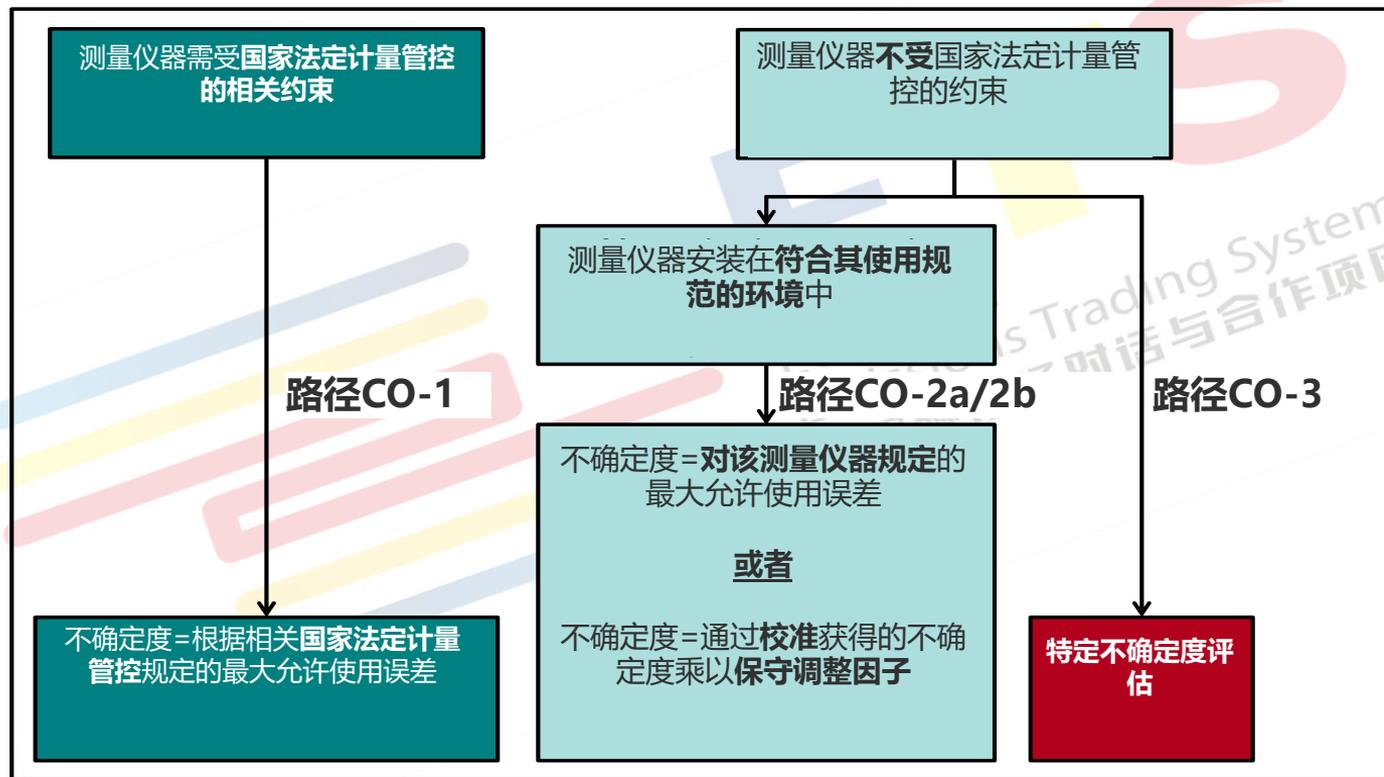
层级	定义
1	报告期内燃料消耗量（以【吨】或【标准立方米】计）的测定，需满足最大不确定度不超过为 $\pm 7.5\%$ 的要求。
2	报告期内燃料消耗量（以【吨】或【标准立方米】计）的测定，需满足最大不确定度不超过 $\pm 5.0\%$ 的要求。
3	报告期内燃料消耗量（以【吨】或【标准立方米】计）的测定，需满足最大不确定度不超过 $\pm 2.5\%$ 的要求。
4	报告期内燃料消耗量（以【吨】或【标准立方米】计）的测定，需满足最大不确定度不超过 $\pm 1.5\%$ 的要求。

欧盟碳排放交易体系 (EU ETS) 对层级不确定度阈值合规性证明的要

求 (1)

- 欧盟碳排放交易体系运营商必须向主管部门提交不确定度评估报告，证明其满足监测计划中规定层级的不确定度阈值要求。
- 不确定度评估还需提交经核查方，作为核证支持文件。
- 根据《监测与报告条例》要求，评估需考虑测量仪器的规定不确定度、与校准相关的不确定度，以及仪器实际使用过程中产生的和环境影响带来的任何其他不确定度
- 然而，《监测与报告条例》也指出，不确定度评估可能无限延伸：可能始终存在更多的不确定度来源需要考量，甚至包括不确定度本身的不确定度。
- 需要秉持务实态度并聚焦最关键要素：《监测与报告条例》基于务实原则提出三种通用方法（参见下一页）。

欧盟碳排放交易体系 (EU ETS) 对层级不确定度阈值合规性证明的要求 (2)

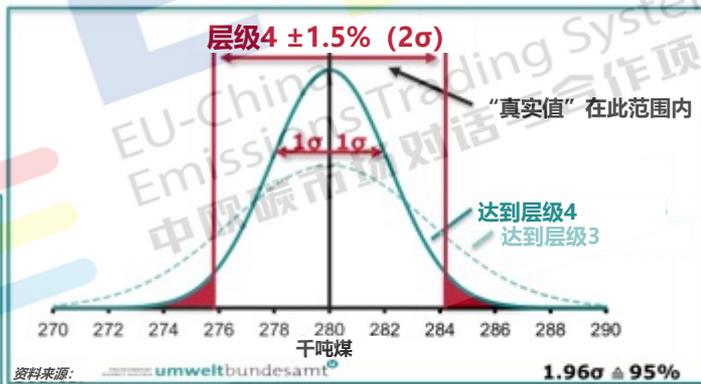


不确定度——含义

示例：某C类设施消耗**280千吨煤** consumes 280 kt coal

- 需根据**层级4**的要求进行燃料消耗量测定
(不确定度： $\pm 1.5\%$)

这意味着测量系统需要提供在**95% (2σ)** 置信水平下确保“真实值”在 **280 ± 4.2 千吨 ($\pm 1.5\%$)** 范围内的结果。



关于不确定度评估的补充信息

欧洲委员会出版物：

《欧盟碳排放交易体系（EU ETS）监测与报告条例（MRR）》第4号指导文件——不确定度评估指南：

https://climate.ec.europa.eu/document/download/873cfdb7-4039-4170-b3bb-49e1800ac320_en?filename=policy_ets_monitoring_gd4_guidance_uncertainty_en.pdf

不确定度评估监测与报告培训活动：

https://climate.ec.europa.eu/document/download/3fd6939a-c3df-478e-9c12-c28d60a47d9e_en?filename=uncertainty_assessment_en.pdf

不确定度评估工具

https://climate.ec.europa.eu/document/download/ce893b04-9ef1-4bb2-8df9-996fa5368a4d_en?filename=tool_uncertainty_en.xls

感谢您的关注!

如需进一步了解或有相关问题需要澄清, 请联系:

Robert Gemmill: rjgemmill@hotmail.com

Machtelt Oudenes: m.oudenes@sqconsult.com

Wolfgang Eichhammer: wolfgang.eichhammer@isi.fraunhofer.de

Sina Wartmann: sw@sinawartmann.org

欧盟碳排放交易体系层级结构（示例说明）

- **示例1：用于燃烧或工艺输入的固体燃料（如钢铁行业）**

- (i) 活动数据：

层级1：	测量不确定度在 $\pm 7.5\%$ 内
层级2：	测量不确定度在 $\pm 5\%$ 内
层级3：	测量不确定度在 $\pm 2.5\%$ 内
层级4：	测量不确定度在 $\pm 1.5\%$ 内

- (ii) 计算因子（如排放因子）：

层级1：	基础（通用）默认值
层级2：	采用更具体的默认值
层级3：	通过实际采样和分析设施所使用的固体确定因子

- **示例2：连续排放监测系统（CEMS）层级（二氧化碳排放源）**

层级1：	最大允许不确定度 $\pm 10\%$
层级2：	最大允许不确定度 $\pm 7.5\%$
层级3：	最大允许不确定度 $\pm 5\%$
层级4：	最大允许不确定度 $\pm 2.5\%$

【基于计算方法的进一步层级定义详见《监测与报告条例（MRR）》附件二；连续排放监测系统（CEMS）层级定义见《监测与报告条例》附件八】

《监测与报告条例》第35条（分析频次）——计算因子

- 通常要求运营商至少采用《监测与报告条例》附件七规定的最低层级
- 但如果最低频次要求不适用，或运营商能证明以下任一情况，主管部门可允许运营商采用不同频次：
 - (a) 基于历史数据（包括当前报告期前一报告期内相应燃料或材料的分析值），且该燃料或材料分析值的变动**不超过运营商在相关燃料或材料活动数据测定中需遵守的不确定度阈值的三分之一；**
 - (b) 采用规定频次将导致**不合理成本。**

欧盟碳排放交易体系《监测与报告条例 (MRR) 》第22条 (非基于层级的方法)

《监测与报告条例》第22条规定，在满足以下**所有**条件的情况下，允许对特定源流或排放源采用“非层级/备用”方法：

- (a) 对于一种或多种源流或排放源，应用至少层级1方法在技术上是不可行的，或者可能导致不合理成本。
- (b) **运营商每年根据国际标准化组织《测量不确定度表示指南》(JCGM 100:2008) 或其他等效国际认可标准，对年度排放测定中所涉及的全部参数的不确定度进行评估和量化，并将结果纳入年度排放报告；**
- (c) **运营商需证明整个设施排放测定的总体不确定度阈值符合以下要求：
A类设施：不超过 $\pm 7.5\%$ ；B类设施：不超过 $\pm 5\%$ ；C类设施：不超过 $\pm 2.5\%$ 。**

《测量不确定度表示指南》 (GUM)

《测量不确定度表示指南》 (JCGM 100:2008)

