

中欧碳市场政策对话与合作项目

师资培训基础培训：监测方法

第2部分：排放源连续监测（CEMS）



2025年5月14日



项目由欧盟资助



项目执行方：

adelphi 


sustainable quality consult


WORLDWIDE FOREIGN TRADE

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。

概览

考虑因素：

- 按照碳市场及**CEMS**的要求进行排放测量的良好实践；
- 为保障所需数据质量所必须满足的要求；
- 按照欧盟碳市场的要求采用的相关方法。

欧盟碳市场关于采用连续排放监测系统的相关规定

- 根据欧盟《监测与报告条例》，除少数例外情况外，运营单位可以选择使用基于计算的方法或基于测量的方法（即连续排放监测系统）来确定其装置的排放量
- 基于计算的方法：排放量可以通过标准方法（将每种燃料或材料流的活动水平数据乘以相关的计算因素）或采用质量平衡方法来确定
- 基于测量的方法：在各相关排放点对烟气中相关温室气体的浓度进行连续监测，将测得的浓度乘以相应的烟气流量的体积测量值来确定排放量
- 在经主管机构批准后，某些装置可以同时使用基于计算的方法和基于测量的方法
- 无论采用何种方法，运营商都必须遵守欧盟碳市场《监测与报告条例》中规定的其他要求

通用要求

连续排放监测系统（**CEMS**）的应用需要满足以下适用于任何碳市场的条件：

- 使用适用性强、目的性强的测量仪器
- 操作应符合相关测量标准和具体规定
- 持续的质量保证（包括定期维护、校准等，依照相关标准执行）
- 监测设备故障时的处理程序
- 处理数据缺失的方法
- 适当的数据处理、记录与报告系统

CEMS在以下情况下可能特别适用或必要：

- 涉及大量不同燃料和材料，并且排放只经过一个或只有几个烟囱
- 燃料或材料的成分高度可变/非均质
- 环境立法要求在烟囱装置**CEMS**，或者**CEMS**已经在使用

欧盟碳市场的特定要求（1）

- 在某些情况下，强制要求采用连续排放监测系统，包括：
 - 硝酸生产中的一氧化二氮（ N_2O ）排放
 - 己二酸、己内酰胺、乙二醛和羟基乙酸等产品的生产过程中，减排处理后的一氧化二氮（ N_2O ）排放（对于短期的未减排排放，必须采用质量平衡的计算方法）；
 - 二氧化碳（ CO_2 ）转移至碳捕集与封存系统，或从一个装置转移至另一个装置。
- 在其他一些情况下，可以采用连续排放监测系统，但需符合以下条件：系统测量结果的不确定度必须控制在±2.5%至±10%的区间内，具体数值依监管层级而定。
 - 该不确定度标准需适用于每一个相关排放源，且应全面覆盖所测量的二氧化碳（ CO_2 ）总排放量
- 如果无法将排放源视为单一排放源进行测量，则必须单独进行测量
- 必须充分考虑设备的正确位置、校准、测量、质量保证（QA）和质量控制（QC）

欧盟碳市场的特定要求（2）

- 向大气排放的一氧化碳（CO）同样属于必报项目，需按照与二氧化碳（CO₂）等摩尔量的换算规则，将实测的一氧化碳排放量转换为等效二氧化碳量后，再进行上报。
- 来源于生物质的排放需要单独核算，并从总排放中扣除
- 烟气流量可以通过连续流量测量或计算所有重要输入参数的合适质量平衡来确定
- 为强化质量保证，必须对通过连续排放监测系统获取的排放数据与采用计算法（简单的数据核查）得出的数据进行交叉验证
- 《监测与报告条例》还规定了关于数据缺失的特定要求，例如，在连续测量设备失控、超出量程或停止运行等情况下的处理规定。

欧盟碳市场的特定要求：测量标准

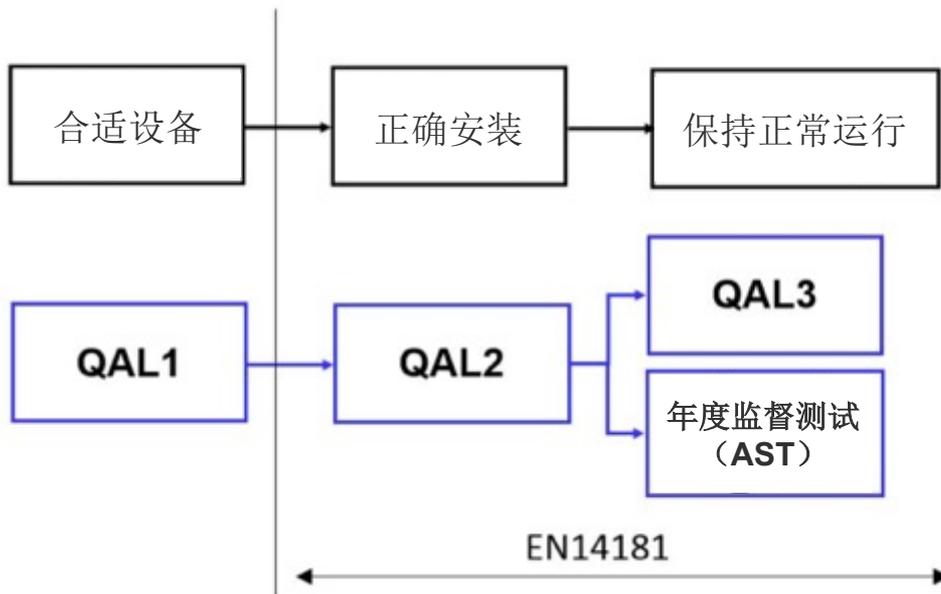
- 测量必须符合以下要求：
 - 符合**EN 14181**标准（自动化测量系统的质量保证）
 - 符合**EN 15259**标准（测量部分和站点的要求，以及测量目标、计划和报告）
 - 其他相关的**EN**标准，尤其是**EN ISO 16911-2**标准（管道中速度和流速的手动和自动确定）
- 在其他方面，如果适用的**EN**标准不可用，方法必须基于适当的**ISO**标准、欧洲委员会发布的标准或国家标准。如果没有合适的标准，则可以使用适当的草案标准、行业最佳实践或经过科学验证的方法（限制取样和测量偏差）

EN 14181标准（自动化测量系统的质量保证）

- **EN 14181 固定源排放——自动测量系统的质量保证**
 - 连续排放监测系统的质量保证
- **EN 14181定义了以下三种质量保证等级（QAL1、QAL2 和 QAL3）以及一个年度监督测试（AST）：**
 - **QAL1**质量保证程序旨在安装前精准评估连续排放监测系统仪器是否契合预期使用需求，例如，验证仪器能否满足规定的最大允许不确定度标准。
 - **QAL2**质量保证程序于连续排放监测系统完成安装后实施，旨在对设备开展校准工作。依据规范要求，需至少开展**15次**与标准参考方法（**SRM**）的比对测试，测试过程将覆盖多种运行工况。
 - **QAL3**质量保证程序贯穿于设备日常运行的全过程，旨在通过读取零点气体和跨度气体的数值对连续排放监测系统设备性能进行持续的监督，确保设备性能达标。
 - 年度标准测试旨在对连续排放监测系统设备的校准功能进行复核，以便确保设备运行状态良好，校准函数持续有效。年度标准测试每年需至少进行 **5次**与标准参考方法（**SRM**）的比对测试
- 标准参考方法：例如，**PD CEN/TS 17405:2020 固定源排放 二氧化碳体积浓度的测定 参考方法：红外光谱法**

EN14181标准总结

EN 14181简明指南



QAL2质量保证程序

- 何种情况下需要启动**QAL2**质量保证程序？
 - 何种情况下需要安装连续排放监测系统仪器？
 - 当工况发生重大变化，导致排放量发生变化的情况下
 - 当连续排放监测系统仪器发生故障需进行重大维修的情况下
 - 当连续排放监测系统仪器进行重大升级或改造的情况下
 - 当其他法规要求执行的情况下，例如，垃圾焚烧厂需每**3**年执行一次**QAL2**质量保证程序，而火电厂需每**5**年执行一次**QAL2**质量保证程序
- 如果改造不影响连续排放监测系统仪器校准功能，则无需重复进行**QAL2**质量保证程序。
- 在**QAL2**测试期间，必须使用标准参考方法进行测量；标准参考方法测量的作用不仅是验证连续排放监测系统是否提供可靠读数，还可以用于更新连续排放监测系统的校准函数

欧盟碳市场的进一步要求：实验室

- 从事连续排放监测系统测量、校准及相关设备评估的实验室必须符合以下要求：实验室必须具备**EN ISO/IEC 17025**：测试和校准实验室能力的一般要求认证资质（用于证明实验室在分析相关技术要求方面的能力）
- 在无法获取 **EN ISO/IEC 17025** 认证实验室服务（即技术上不可行或成本方面不合理）的特殊情况下，方可选用替代实验室。但所选替代实验室必须通过充分的验证，证明其能力与 **EN ISO/IEC 17025** 认证实验室相仿，具体标准如下：
 - 拥有相似水平的程序
 - 拥有 **EN ISO/IEC 9001** 质量管理体系认证，或其他质量管理体系认证
 - 如果没有获得质量管理体系认证，需提供证明材料，证明实验室能有效管理其人员、流程、文件和任务
 - 提供相关证据，证明实验室具备使用相关分析方法开展工作，并能稳定输出技术可靠、结果有效的成果的能力

年排放量的测定

- 年度排放量以单个排放源为核算单元，以自然年度作为完整报告周期进行测定。首先，将每小时的温室气体浓度与对应小时的烟气流量相乘，得到该小时的温室气体排放量；随后，将全年每小时的排放量数据进行汇总求和得出全年温室气体总排放量。
- 每小时值是该小时内所有测量结果的平均值（所有数据点必须被纳入平均计算中）
- 每个独立排放源的年排放量总和，即为该安装设施的总体年排放量，并据此进行报告。
- 如需从总排放量中扣除来源于生物质的二氧化碳（ CO_2 ），运营方可选择以下方式：
 - 基于计算的方法，例如采用符合《EN ISO 13833 生物质（生物）和化石衍生二氧化碳比率的测定- 放射性碳采样和测定》标准的方法
 - 基于标准的其他方法，例如采用《ISO 18466 使用平衡法测定烟气中二氧化碳（ CO_2 ）中的生物成分》中规定的质量平衡法
 - 使用欧盟委员会官方发布的估算方法

连续排放监测系统在欧盟碳市场中的应用现状

- 虽然运营方既可以采用基于计算的方法，也能够运用基于测量的方法来核算排放量，但在实际操作过程中，连续排放监测系统在欧盟碳市场中的应用比例仍处于较低水平
- 一些运营商在与二氧化碳（CO₂）以外的其他污染物相关的其他立法方面使用CEMS的经验非常丰富，但这往往只发生在需要浓度测量的情况下
- 代表性的流量测量以及额外的费用是特别关注的焦点
- 在某些情况下，流量测量与计算相比存在5-10%的系统性差异，凸显了通过核对计算/检查来识别问题的重要性，以便采取纠正措施
- 在欧盟碳市场框架下运营的主体中，绝大多数属于规模较小的运营商。这些运营商内部技术专业储备匮乏，基础设施建设薄弱，难以有效部署和运行连续排放监测系统
- 许多更大、资源更丰富的设施拥有多个排放点，并发现通过计算排放更经济高效

总结：连续排放监测系统排放测量质量的关键问题

- **CEMS**测量二氧化碳（CO₂）浓度通常相对简单，但要求符合质量标准的伴随烟气速度/流量的代表性测量往往更加困难。
 - 非均匀或变化的流量要求增加测量点或路径的数量（以满足EU ETS允许的测量不确定性要求）
- **EN 14181**和**EN 15259**对于确保**CEMS**所需质量至关重要，包括：
 - EN 14181的质量保证等级1（QAL1）确立了仪器的初始适用性（“适用性”），质量保证等级2（QAL2）和年度监测测试涉及到必要的定期校准，质量保证等级3（QAL3）涉及持续的质量控制。
- 由于数据处理不当，系统误差也可能渗入**CEMS**对**ETS**数据的确定，例如：
 - 省略启动/停机排放（**CEMS**可能不适用/校准），误差减少以补偿不确定性边界，省略无效或丢失数据的替代值，涉及流量测量数据的参考条件与相应二氧化碳（CO₂）浓度测量之间的差异。

对**CEMS**排放测量的信心在很大程度上取决于严格遵守适当的规范参考（标准）和负责任的数据处理

感谢您的关注！

如需更多信息或需要澄清请联系：

Robert Gemmill: rjgemmill@hotmail.com

Machtelt Oudenes: m.oudenes@sqconsult.com

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