



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

指导文件

《监测与报告条例--烟气排放连续监测系统(CEMS)》

监测与报告条例（MRR）第7号指导文件

2021年10月7日新版

本文件是委员会服务部为支持欧盟碳排放交易体系（EU ETS）实施《监测与报告条例》（以下简称“MRR”或“M&R条例”）出台的一系列文件中的一份。新版MRR条例将于EU ETS第四阶段实施，即2018年12月19日欧盟委员会实施条例(EU) 2018/2066¹的现行版本。

本指导文件仅代表发布时委员会服务部的观点，不具有法律约束力。

文件参考了气候变化委员会（CCC）第三工作小组MRVA（监测与报告、核查与认证）非正式技术小组的会议讨论，以及成员国收到的各方利益相关者与专家的来信建议。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。

所有指导文件与模板可从下方委员会官网下载：

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

¹ 最新版为2020年12月14日的委员会实施条例 (EU)2020/2085，根据欧洲议会和理事会第2003/87/EC号指令修正了委员会实施条例 (EU) 2018/2066 有关温室气体排放监测与报告的内容；整合版 MRR 参见：<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018R2066-20210101>。注：MRR最新修订内容将于2022年1月1日生效（见Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden一节。“MRR更新内容”），这些内容并未出现在2021年整合版当中。

历史版本

日期	版本状态	备注
2013年11月21日	已出版	2013年11月13日由CCC通过
2017年11月27日	重版	参考MRVA的系列指导材料进行了一些小改动; 删除了对TR 15983标准的引用并将内容并入了EN 14181标准
2021年10月7日	经气候变化委员会 (CCC) 认可的最新版 本	从MRR2012版进阶到MRR2018版, 包括了2020年的修订, 即在EU ETS第四阶段实施的修订版 增加了对层级偏差的小说明以及对生物质可持续性的证明 增加了两个常见问题 (来自AER使用手册, 更新后公式与MRR附件8一致)

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	更多信息查询.....	5
2	《监测与报告条例》下的烟气排放连续监测系统.....	8
2.1	测量法.....	8
2.2	烟气排放连续监测系统（CEMS）常规要求.....	9
2.3	N ₂ O排放.....	11
2.4	转移/固有CO ₂ 、N ₂ O和CCS.....	12
3	质量保证等级（QAL）.....	14
3.1	相关标准概述.....	14
3.2	如何证明符合层级要求.....	15
3.3	质量保证等级（QALs）概览.....	19
3.3.1	QAL1.....	19
3.3.2	QAL2.....	20
3.3.3	QAL3.....	22
3.3.4	年度监测检查(AST).....	23
4	排放计算确证.....	23
5	缺失数据.....	24
6	CEMS查验.....	25
6.1	检查数据流活动.....	26
6.2	控制活动的检查.....	26
6.3	程序检查.....	30
6.4	执行分析程序和数据核查作为实质性数据测试的一部分.....	30
6.5	CO ₂ 、N ₂ O和CCS转移.....	31
6.6	解决异常及不合规问题.....	32
7	附件.....	33
7.1	缩略词.....	33
7.2	立法文本.....	34
8	常见问题.....	35
8.1	当功能测试（QAL2和AST的一部分）的不确定性明显高于获批监测计划所述时，使用人应如何处理？.....	35
8.2	如果CEMS获取的年排放与第46条规定的验证计算结果相差非常大会会有什么后果？.....	36
8.3	基于测量法（CEMS）的温室气体（GHG）浓度和烟气流量等需要如何测定并在年排放报告中上报？.....	37
8.4	基于测量法（CEMS）的生物量分数需要如何测定并在年排放报告中上报？.....	39

1 简介

1.1 关于本文件

本文件旨在支持 M&R 和 A&V 条例，以非立法语言解释条例要求。虽然M&R第1号指导文件已经就EU ETS装置排放的监测与报告进行了概述，且A&V解释指导文件（EGD I）起到了同样的验证目的，但本文件（第7号指导文件）对烟气排放连续监测系统（CEMS）²的要求和对A&V解释指导文件目的的解释更为详细。在本指导文件的电子模板中有一些补充内容³。但请谨记本文件中的指导内容才是主要要求。

本文件是对装置要求相关法规的解释。以前几份指导文件与EU ETS前几个阶段的优秀实践为基础编写，并且参考了EU ETS合规论坛下设的监测与报告工作小组以及气候变化委员会（CCC）成员国建立的第三工作小组监测与报告、核查与认证非正式技术小组（TWG on MRVA）的宝贵意见。

1.2 如何使用本文件

如本文件中的文章序号无详细说明，则该文章指M&R条例。缩略词、立法文件参考及更多重要文件的链接，见第1.3节与附件。

本文件仅涉及从2021年开始的排放量。虽然大部分概念在2007版指导文件中使用过，但本文件并未与2007版做详细比较。

为使文件能够作为独立文件阅读，从1号指导文件第4.3.3节和第8节内容中提取出了本文第2章，以确保内容完整性。如果您已经读过1号指导文件的相关章节，可以直接从第3章开始继续阅读

² 在欧洲也常用自动测量系统（AMS）一词。但是AMS也可以指环境空气质量的连续监测系统，所以在本文件中将使用缩写“CEMS”，或者对于转移/固有CO₂和CCS，使用“CMS”。

³ 注意各成员国可以定义自己的模板，但需保证内容与委员会模板内容保持一致。

1.3 更多信息查询

委员会提供的所有MRR及AVR相关指导文件与模板都可从下方网址下载：



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

所提供文件如下⁴：

- “快速指南”为以下指导文件的简介。每位读者可按需求找到相应文件：
 - 固定装置使用者；
 - 航空装置使用者；
 - 主管部门；
 - 检验员；
 - 国家认证机构。
- 第1号指导文件（本文件）：《监测与报告条例—装置指南》
 - 根据 MRR 第 13 条中的典例简化监测计划。
- 第2号指导文件：《监测与报告条例—航空装置使用者指南》。此文件概述了航空部门相关的 MRR 原则和监测方法，以及生物质处理的指南，是航空装置使用者的特别指南文件。
- 第3号指导文件：《欧盟碳排放交易体系中的生物质问题》：此文件讨论了生物质可持续性标准的应用，以及 MRR 第 38 条和第 39 条的要求。本文件面向装置使用者，也可以作为航空装置使用者的备用信息。
- 第4号指导文件：《不确定性评估指南》。此装置指导文件包含了有关测量装置不确定性评估的信息，有助于使用者确定其是否能达到特定的等级要求。
 - 第4a号指导文件：《不确定性评估典例》。此文件包含有关不确定性评估的更多指导和案例，并列出了证明符合层级要求的方法。
- 第5号指导文件：《采样与分析指南》（仅适用于装置）。此文件涉及非认证实验室使用标准、取样计划的制定以及与欧盟碳排放交易体系中排放监测有关的其他各种相关问题。
 - 第5a号指导文件：《采样计划典例》。此文件包含固定装置取样计划的典型案例。
- 第6号指导文件：《数据流活动与控制系统》。此文件讨论了在欧盟碳排放交易体系中通过描述数据流活动来监测的可能性、作为控制系统一部分的风险评估以及控制活动的一些案例。

⁴ 此列表仅包含本指导文件编写时的文件。后续可能会有增加。

- 第6a号指导文件：《风险评估与控制活动 – 案例》。此文件包含有关风险评估的更多指导与案例。
- 第7号指导文件：《烟气排放连续监测系统(CEMS)》。此文件包含在烟囱内直接测量温室气体情况下应用测量法的有关信息，有助于使用者选择设备，确定其能否满足特定等级要求。
- 第8号指导文件：《欧盟碳排放交易体系审查》：本文件受众为相关主管部门，文件概述了主管部门审查在加强欧盟碳排放交易体系监测、报告、核查与认证方面所起的作用。

委员会还提供了以下**电子模板**：

- 模板1：固定装置排放监测计划
- 模板2：航空装置使用者排放监测计划
- 模板3：航空装置使用者吨-公里数据监测计划
- 模板4：固定装置年度排放报告
- 模板5：航空装置使用者年度排放报告
- 模板6：航空装置使用者吨-公里数据报告
- 模板7：固定装置改进报告
- 模板8：航空装置使用者改进报告

更多**工具**可供各使用者选择：

- 不合理成本确定工具；
- 不确定性评估工具；
- 频率分析工具；
- 使用者风险评估工具。

以下**MRR培训资料**也可供使用者参考：

- M&R指导文件路线图
- 不确定性评估
- 不合理成本
- 示例计划
- 数据差异
- 循环试验

除了 MRR 有关文件, 还有一系列**与AVR有关的指导文件**可在同一地址下载。此外, 委员会还就欧盟碳排放交易体系范围提供了指导, 在确定是否应将装置或装置中的一部分纳入体系时, 应当遵循这些指导。



指导文件下载网址:

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

所有欧盟法律都可在EUR-Lex网站找到: <http://eur-lex.europa.eu/>

2 《监测与报告条例》下的连续排放监测系统

2.1 测量法

不同于算法，装置废气中的温室气体本身就是测量法的测量对象。但在装置有多个排放点（烟囱）或无组织排放⁵的情况下，要想测量绝非易事。当源流含有生物质时也可能会出现复杂情况。但另一方面，测量法的优点是能单独测量不同燃料和材料的排量（如在燃烧多种不同废料时）以及化学计量关系（这就是为什么N₂O的排放通常都选择测量法监测）。

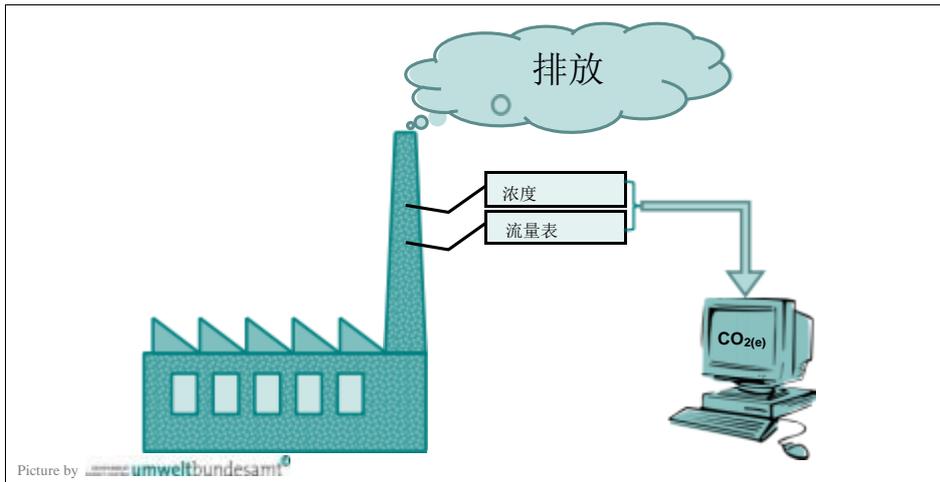


图1： 烟气排放连续监测系统（CEMS）示意图

采用烟气排放连续监测系统（CEMS）必需的两大要素：

- 测量温室气体浓度⁷以及
- 所测量气流的体积流量。

根据MRR条例第43条，首先要测量每小时的平均浓度和每小时的平均流量确定每小时⁸的排放量。其次将该上报年度所有的小时排放量加起来就是此排放点的总排放量。

⁵ 无组织排放指不通过排气筒的排放（例如开敞式熔炉）或者管道系统泄漏。

⁶ 根据MRR条例第3（40）条：“连续排放监测”指为确定某一量值进行一系列定期测量，可以直接在烟囱里测量或将测量设备放置在烟囱附近提取测量。从烟囱提取单个样本测量不能算作连续排放监测。

⁷ 这点可能需要更正，如再加上含水量。

⁸ 根据第44(1)条，使用者应在不增加费用的情况下，用不到一小时的时间完成测量。这也是考虑到由于MRR条例外的其他要求，许多测量系统会自动生产半小时的测量值。在这种情况下，则使用半小时的测量值。

在监测多个排放点（如同一发电厂的两个烟囱）的情况下，首先对每个点分别进行数据汇总，然后再将所有点的排放量相加得出总排放量⁹。

2.2 烟气排放连续监测系统（CEMS）常规要求

除了第2.1节中概述的有关测量法的内容外，还需考虑以下几点：

- CEMS与计算法地位相当，无需向主管部门证明使用最高级的CEMS比使用计算法更为精确。然而，低级CEMS的精确性或许无法与计算法划上等号。因此使用者必须向主管部门证明自己达到了CEMS所需的层级。测量法各层级定义见表1。
- 必须用计算法来证实测量法的排放数据。但是此计算无特定层级要求。由于硝酸生产中排放的N₂O具有非化学计量性质，所以不需要对这些排放进行确证计算。
- 排放到大气中的一氧化碳(CO)应作为CO₂的摩尔当量处理(第43(1)条)¹⁰。
- 在CO₂浓度非常高的气流中，浓度测量会有难度。但浓度测量对于在捕捉装置、运输管道和地面存储装置之间转移的CO₂排放测量至关重要。在这种情况下，可以通过确定气体中所有其他成分的浓度，并从总浓度中减去它们来间接确定CO₂浓度(见《排放监测与报告条例》附件8公式3)。
- 烟气流量可以通过直接测量来确定，也可以使用更容易测量的参数，用质量平衡¹¹来确定，如输入材料流量、输入气流、氧气浓度以及其他需要测量的气体。

⁹ 这里的“总量”是指CEMS确定的全部总排放量。并不排除有应用计算法计算到装置其他部分排放量的可能。

¹⁰ 这意味着CO的排放量同样需要测量。

¹¹ 第43(5)条允许在“考虑到所有重要参数的情况下，使用适当的质量平衡，所考虑输入侧参数，有关CO₂的排放，至少需包括输入气流与处理效率；在输出侧，至少包括产品输出和氧气(O₂)、二氧化硫(SO₂)和氮氧化物(NO_x)的浓度。”

- 使用者必须保证测量设备与使用环境相匹配，并定期进行维护和校准。不使用者需注意设备有可能会损坏。因此第45条中列举了如何保守替换缺失数据的方法。使用者必须在做监测计划¹²时就定好此类数据替换的规定。
- 使用者必须遵循EN 14181 (“固定源排放 – 自动监测系统质量保证”) 以保证质量。遵循这一标准需要做到以下几个动作：
 - 质量保证等级 1: 测试 CEMS是否符合特定要求。测试将用到EN 14956 (“空气质量。通过与不确定测量对比来评估测量程序的适用性”) 以及EN 15267-3 (“空气质量 – 自动监测系统认证– 第3部分：用于监测固定源排放的自动测量系统的性能标准和测试程序”) (→第3.3.1节)
 - 质量保证等级 2: CEM的校准与验证;(→第3.3.2节)
 - 质量保证等级 3: 使用期间的持续质量保证;(→第3.3.3节)
 - AST: 年度监测检查(→第3.3.4节)

按照此标准，质量保证等级2与AST由认证实验室执行，质量保证等级3由使用者执行。因此需要保证个人有能力执行测试。

此标准所说的质量保证不包括任何数据收集或处理系统（如IT系统）。针对这些系统使用者必须采用其他方法确保质量，参见MRR第59(3)和61条。

- 使用者还需遵循EN 15259 (“空气质量 – 固定源排放监测–测量部分、测量场所以及测量目标、计划与报告要求”)。
- 烟气流量测量标准参见EN ISO 16911-2 (“固定源排放 – 手动与自动确定管道中的速度和体积流量”)。
- 在测量法中用到的其他所有方法都应遵循EN标准。如果EN标准不适用，则遵循通用的ISO标准，或者委员会和国家颁布的标准。如果以上标准都不适用，则应遵循合适的标准草案、行业最佳实践指南或其他经科学证明的方法，尽可能降低取样与测量偏差。
使用者应考虑到连续监测系统的方方面面，包括设备的位置、校准、测量、质量保证以及质量管控。
- 使用者应确保实验室在使用烟气排放连续监测系统测量、校准和进行设备评估活动时，先依据EN ISO/IEC 17025 进行相关分析方法或校准活动的认证。如实验室不具备认证能力，使用者应确保其达到了第34(2) 和 (3) 条中的同等要求。

¹² 根据《监测报告与条例》附件1第1节第(4)(a)(ii) 点，监测计划必须：“确定是否可以计算每个参数的有效小时或更短的参考周期，以及根据第45条替换缺失数据。”

表1: CEMS 各层级定义 (详见《监测与报告条例》附件8第1节), 以年平均每小时排放量允许的最大偏差表示。

	层级 1	层级 2	层级 3	层级 4
CO ₂ 排放源	± 10%	± 7.5%	± 5%	± 2.5%
N ₂ O排放源	± 10%	± 7.5%	± 5%	N.A.
CO ₂ 转移	± 10%	± 7.5%	± 5%	± 2.5%
N ₂ O转移 新! <i>New!</i>	± 10%	± 7.5%	± 5%	N.A.

2012版《监测与报告条例》认为我们无法连续测量CO₂的生物质部分并得到可靠数据。因此2012版条例规定的默认方法是用算法确定生物质的排放量, 然后从测量到的总排放量中减去计算结果。然而2018版条例规定要更为灵活¹³。第43(4)条在允许算法的基础上, 还允许:

新内容!
New!

- 对烟气连续采样, 并用放射性碳分析法测量样本。注意在MRR术语里, 此方法形式上也属于算法, 因为它并不依赖连续测量。因此它应遵循EN ISO 13833标准“固定源排放 – 确定生物质 (生物) 和化石衍生二氧化碳的比例 – 放射性碳取样和测定”;
- 采用“平衡法“, MRR术语中的一种估算方法 (基于ISO 18466 “固定源排放 – 使用平衡法测定烟气中CO₂的生物成分”);
- 委员会发布的其他估算法¹⁴。

2.3 N₂O排放

MRR附件4第16节的内容与某些化学生产过程中N₂O的排放监测有关, 这些过程可以在附件1《欧盟排放权交易机制》中找到 (硝酸、己二酸、乙二醛和乙醛酸的生产), 或者被单独列在了《指令》第24条 (己内酰胺的生产)。由“燃料燃烧“所产生的N₂O排放没有列入其中。N₂O排放通常使用测量法监测。

¹³ 更多测定生物量分数的方法参见第3号指导文件。请注意, 为了证明生物质的可持续性, 如适用, 可能最直接的方法就是通过算法对源流进行计算, 而且这一步是验证计算所必须的 (见第4章)。

¹⁴ 就此指南发表之时, 尚未有其他的方法发布。

除了第2.1节和第2.2节中列出的几点，以下几点也需要注意：

- 在附件 IV 第 16 节的 B.3 小节中给出了测量烟气流量的具体要求。如有需要，必须按照 B.4 小节要求测量氧气浓度。
- B.5 小节规定了在 N₂O 排放未减排的特定时期（例如减排系统发生故障时）以及在技术上不可行的情况下测算 N₂O 排放的要求。

计算 N₂O 排放中的 CO₂(e) 排量，应使用以下公式：

$$Em = Em(N_2O) \cdot GWP_{N_2O} \quad (1)$$

公式中

Em CO₂(e) 的排放量（吨）

$Em(N_2O)$ N₂O 排放量（吨）

GWP_{N_2O} MRR 附件 VI 第 3 节表 6 中列出的 N₂O 全球变暖潜能值。

2.4 转移/固有 CO₂、N₂O 和 CCS

如果没有监测到纯¹⁵C¹⁸O₂排放，而是监测到从装置中转移出来的CO₂，那只有当接收装置符合以下要求之一时，才能从装置排量里减去CO₂排量（第49(1)条）：

- 放置在符合2009/31/EC指令的存储地，用于运输和长期地质储存的捕集装置；
- 放置在符合2009/31/EC指令的存储地，用于长期地质储存的运输网；
- 符合2009/31/EC指令要求、用于长期地质储存的存储地；
- 使用 CO₂ 生产沉淀碳酸钙 (PCC) 的装置，所使用的CO₂是化学结合¹⁶的。

¹⁵ “固有CO₂”是燃料的一部分，只是气流的几种成分之一，但“转移CO₂”不同，通常来说它“大部分”由CO₂组成。

¹⁶ 只有在CO₂转移到另一装置的情况下，第49(1)(b)条才适用。不过，在有些情况下，CO₂会在同一装置内化学键合进 PCC。并且在这种情况下，结合后的CO₂可能不会被算入装置排放量。采用“质量平衡法”时可能会出现这种情况。如果 PCC 被视为“脱离质量平衡边界材料”，那么结合进去的CO₂就不会算进排放量中。质量平衡法的法律依据参见MRR第25条（“运用质量平衡法的排放计算”）。由于MRR附件4第10节中的最后一句已经删除，此条现在已经生效。删除的一句为“如果CO₂在工厂被使用或被转移到另一个工厂用于生产PCC（沉淀碳酸钙），则被使用的CO₂的量将被算作为由生产这批CO₂的装置排放出的。”

New!

新内容!

在其他所有情况下，从装置中转移出的 CO₂将被算作由生产装置排出。

PCC生产中的监测

对于PCC生产的监测, MRR明确要求必须使用算法¹⁷。具体指导参见MRR第1号指导文件第8.3.1节。



碳捕获与封存 (CCS) 监测

为在“CCS链”(即多个装置共同执行二氧化碳的捕获、运输和地质储存)的情况下保证计算的一致性, 接收装置必须先将 CO₂ 加到其排放中(见MRR附件4第21-23节), 然后才能再次减去转移到下一个装置或存储地点的量。因此, 监测CCS装置必须用质量平衡法的形式, 而其中进入或排出装置(即在转移点)的一些CO₂必须使用连续监测系统监测。

CEMS (→第2.1和2.2节)指定的规则对于这些连续测量系统(CMS)比照适用, 即只有需要改动的地方做了改动(省略了“排放”一词)。特别是有关CO₂“间接”测量¹⁸的条款对CMS同样适用。除非证明成本不合理或技术不可行, 否则必须使用最高层级(第4层级)。作为特殊规定, 必须使用ETS登记系统的唯一标识符, 在年度排放报告中清楚地标明转移和接收装置。

对于装置间接口处的监测, 使用者可以选择是由转移装置还是接收装置进行测量(第48(3)条)。如果两边都进行了监测且结果有偏差, 则应使用算数平均值。如果偏差值高于监测计划(MP)标准, 则应经主管部门批准后, 上报一个保守调整值。

转移N₂O监测

New!

2018版MRR中还列举了转移到另一装置中的N₂O的处理方法(第50条)。将N₂O从转移装置的排放中减去的前提是接收N₂O的装置必须遵循MRR监测并报告排放。接收装置必须把接收的N₂O当做自身产生的一样处理(即用CEMS监测并报告)。

如果N₂O没有在接收装置中被使用, 或者没有证据表明 N₂O 被相关减排设备破坏, 即N₂O是之后在装置外出售和排放的, 则此N₂O应被算作由产生装置排放

¹⁷ 通常是用质量平衡法, 因为必须确定结合的CO₂的量。

¹⁸ 即确定气体中所有其他成分的浓度并将它们从总浓度中减去(MRR附件8公式3)

3 质量保证等级 (QAL)

3.1 相关标准概述

依据MRR使用CEMS需达到以下标准：

- EN 14181 (“固定源排放 – 自动化测量系统质量保证”)：CEMS¹⁹质量保证标准
- EN 15259 (“固定源排放 – 测量部分、测量场所以及测量目标、计划与报告要求”)：此标准详述了如何在排放测试中获得准确可靠的结果，包括与采样位置相关的内容。

为保证这些标准的正确应用，还需遵循以下重要标准：

- EN ISO 14956 (“空气质量--通过与不确定测量对比来评估测量程序的适用性”)：此条请务必遵守，因为EN 14181引用了此条。此标准详述了EN 14181所要求的QAL 1程序。
- EN 15267-3 (“空气质量 – 自动监测系统认证– 第3部分：用于监测固定源排放的自动测量系统的性能标准和测试程序”)：同样，执行QAL 1程序必须遵循此标准。这里需要注意的是EN 15267-3 是对 EN ISO 14956 的应用，现在通常用于定义 CEMS 的测试程序以及确定测量中的不确定性。

测定烟气流量时，需遵循以下重要标准：

- EN ISO 16911 (“固定源排放 – 手动与自动确定管道中的速度和体积流量”)
 - 第1部分：手动参考法(EN ISO 16911- 1)
 - 第2部分：自动监测系统(EN ISO 16911-2)

EN ISO 16911-2 适用于 EN 14181、EN 15267-3、EN ISO 14956 和 EN 15259，为规范（即强制性）参考。

更多辅助标准（未在本指导文件中提及）：

- 二氧化碳：ISO 12039 (“固定源排放 - 一氧化碳、二氧化碳与氧气的测定 - 自动化方法”)
- 湿度，EN 14181标准下的外围测量：EN 14790标准 (“固定源排放- 管道中水蒸气的测定”)
- 一氧化二氮，附录 4第 16 节 B.2 节：EN ISO 21258 (“固定源排放 - 一氧化

¹⁹ 注意参考ISO 12039 (“固定源排放 -- 一氧化碳、二氧化碳与氧气的测定 -- 自动测量系统的性能特点和校准”)相关内容。

二氮质量(N₂O)浓度测定 - 参考方法：非色散红外法”)

- 二氧化氮，第43(5)条(a)点：EN 14792 (“固定源排放 - 氮氧化物 (NO_x) 质量浓度测定 - 参考方法：化学发光”)
- 氧气，附件4第16节B.4 小节，并根据 EN 14181 作为外围测量，以及第43(5)条 (a)点：EN 14789 (“固定源排放 - 氧(O₂) 体积浓度测定 - 参考方法 - 顺磁性”)
- 二氧化硫，第43(5)条 (a)点：EN 14791 (“固定源排放 - 二氧化硫质量浓度测定 - 参考方法”)

最新CEN标准下载网址：

https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:32:0:::FP_ORG_ID,FP_LANG_ID:6245,25&cs=188DC176A2CD0B647551520F9AF099B6D

3.2 如何证明符合层级要求

层级要求

与第3阶段相比，MRR现还对排放源进行了分类（第19（4）条）。

与用计算法测量的源流相似，当排放源每年排放化石CO₂少于5 000吨或者不到“全部监测总排放”的10%时，使用者可以将排放源归类为**次要排放源**，最高总排放量为每年 100 000 吨，以绝对值最高者为准。其他所有排放源归为**主要排放源**。

New!

接下来，第41条规定了以下层次结构（见表2）：对B类及C类装置的主要排放源应用最高层级。对于A类装置，可应用第2层级（见附件8第2节）。如果使用者能证明存在不合理成本（→第1号指导文件第 4.6.1节：确定不合理成本的“工具”在委员会官网）或者证明此层级在技术上不可行，则可应用次一级层级（至少应是第1层级）。如果第1层级也不可行，则不得不应用后备方案。



表2: 测量法层级要求汇总表。注意本表仅为概览表。更多详细信息参见本节全部文本。

装置类别	排放源类别	层级要求	最低层级 (如层级在技术上不可行或存在不合理成本)	如果第1层级也不可行
C*类 (> 500kt)	主要	附件8最高层级	附件8最高层级减1 (至少第1层级)	后备方案
	次要	附件8最高层级	第1层级	
B*类 (50 < x ≤ 500kt)	主要	附件8最高层级	附件8最高层级减2 (至少第1层级)	
	次要	附件8最高层级	第1层级	
A类 (≤ 50kt)	主要	第2层级	第1层级	
	次要	第2层级	第1层级	
低排装置 (< 25kt)	主要	除非能轻易达到更高层级, 否则应用第1层级(N ₂ O不适用)		
	次要			

MRR层级要求下的不确定性测定与对比

计算 (平均每小时, kg/h) CO₂ 排放, 需使用 MRR 附件 8 中的公式 2:

$$GHG_{\text{平均每小时排放量}} = \frac{\sum_i GHG_{\text{每小时浓度}} [g / Nm^3] \cdot \text{烟气流量}_i [Nm^3 / h]}{\text{使用小时数} \cdot 1000} \quad (2)$$

浓度值应与烟气流量值一致并受相同条件影响, 如在标准条件下干燥烟气。

浓度测定的不确定性必须和烟气流量测定的不确定性结合起来看:

$$u_{\text{平均每小时排放量}} = \sqrt{u_{GHG \text{ 浓度}}^2 + u_{\text{烟气流量}}^2} \quad (3)$$

请注意根据MRR不确定性始终对应95%的置信区间。不确定性评估也必须对应执行, 即将组合标准不确定性乘以复盖因子2来获得拓展不确定性。²⁰

拓展不确定性与平均每小时的排放有关, 其不确定值需要和与MRR规定的排放源层级有关的不确定性作对比 (见MRR 附件8第1节及本文件第2.2节表1)

²⁰ 更多有关误差传播一般规则的信息, 请参见第4号指导文件第8.2节“不确定性评估”。其他指导文件材料请见第0节。

首先建议通过质量保证等级1的程序（见第3.3.1节）来测定浓度，并使用与浓度测定相关的不确定性来执行此计算。这种初步的不确定性评估可以在购买设备之前就完成。对有些CEMS来说，如果质量保证等级1的计算已有EN 15267-3认证，此类不确定性评估很容易完成。

如果CEMS用质量保证等级1获取的不确定性值已经无法满足MRR规定层级的不确定性阈值，使用者应该：

- 使用另一 CEMS，或者
- 证明其他CEMS也无法满足层级要求（即技术上不可行）或者会产生不合理成本²¹。

但是，由质量保证等级2程序（见第3.3.2节）获取的浓度测定，其不确定性与确定MRR所规定的相关输入参数有关。只有当CEMS用质量保证等级2获取的不确定性也无法满足MRR规定层级的不确定性阈值时，上述两点才必须强制执行。请注意，质量保证等级2并没有算入偏差导致的不确定性，因为质量保证等级1（见3.3.1节）和2（见3.3.3节）已经解决了这个问题。

EN 14181的应用

EN 14181以及此条中其他所有标准是应用于空气污染物（如NO_x ,SO₂ ,...）连续排放监测的。由于相同的物理测量原理和所需的质量保证也适用于连续监测CO₂和N₂O，所以MRR要求此条标准中的条款也必须遵守。但是，监测空气污染物的CEMS与温室气体的CEMS之间有一些重要的差异，会影响到质量保证等级1程序，以及本指导文件的其他部分。

监测空气污染物的CEMS与温室气体的CEMS之间的差异

主要差异在于：

- MRR 中没有规定与温室气体 (GHG) 排放相关的排放限额 (ELV)。在EN 14181标准中，排放限额对质量保证等级 (QALs) 有参考作用。因此，必须找到一个替代值才能用此标准来监测温室气体。根据第60条²²，可以用温室气体的年平均小时浓度代替ELV。

²¹ 确定成本是否合理，请至第1号指导文件第4.6.1节查找更多信息与不合理成本确定工具。这些都可在气候行动总司（DG CLIMA）官网查询到：http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring/documentation_en.htm

²² 根据第60(2)条：“对于连续排放测量系统，使用者应使用基于自动监测系统标准质量保证的质量保证标准(EN 14181)，包括由主管部门每年至少一次依据标准参考方法执行平行测量。

如果质量保证要求将排放限额（ELV）作为校准和性能检查的必要参数，则应使用温室气体的年平均小时浓度来代替ELV。如使用者发现有不符合质量保证要求的情况，包括需要重新校准，应立即向主管部门报告该情况并立即采取措施纠正，不得无故拖延”。

- 而对于空气污染物，证明合规性的重要参数是烟道气中特定空气污染物的浓度（例如，以 mg/Nm^3 为单位）。对于温室气体排放，MRR规定的重要参数则是排放（平均每小时）的质量流（如以 kg/h 为单位），即温室气体浓度乘以烟气流量（见上文公式（2））。

烟气流量测定

根据第43(5)条，使用者有以下两个选择来确定烟气流量：

- a) 通过合适的质量平衡法计算，将输入端所有重要参数考虑在内，包括 CO_2 排放以及在输入端至少要考虑到输入材料负载、输入气流和处理效率；在输出端至少要考虑到 O_2 、 SO_2 和 NO_x 浓度；
- b) 在代表性装置点使用连续流量测量来确定。

在 a)方法中，与烟气流量相关的不确定性必须通过误差传播来计算，至少要考虑列出的质量平衡的输入和输出参数。相关计算指导在第4号指导文件附件3中可以找到。

在b)方法中，与寻找烟气浓度分布的代表测点相似，评估烟气流量的代表测量点应遵循EN 15259中的条款。MRR列举了EN ISO 16911-2的作用，此标准尽可能地继承了EN 14181的结构。



在任何情况下，EN 14181和EN 14956标准规定的质量保证等级（QAL）程序都没有包括外围测量和计算，例如烟气流量、氧气和水分。只有第59和60条中的一般要求提到了与烟气流量测定有关的质量保证。尤其是第60(1)规定，所有测量用到的设备必须定期进行校准、调整与检查，包括在试用前，并检查其测量标准是否与国际测量标准（如有）一致。第59(3)(a)条要求有适当的程序执行此质量标准。然而在a)方法中，EN 14181标准下的QAL程序对某些参数，例如 NO_x 和 SO_2 ，仍旧适用。对于烟气流量，仍推荐遵循EN ISO 16911-2标准应用第59及60条。

3.3 质量保证等级（QALs）概览

表3为质量保证等级(QALs)概览及时间与责任信息

表3： QALs概览

	QAL1	QAL2	QAL3	AST
何时?	CEMS安装前	安装与校准	使用时	QAL2完成一年后
频次	一次	至少每五年*	连续 ²³	每年
何人?	使用者/生产商	认证实验室	使用者	认证实验室
相关标准	EN 14181, EN ISO 14956, EN 15267-3	EN 14181, EN 15259, (EN ISO 16911-2)	EN 14181	EN 14181, EN 15259

*更多信息参见第3.3.2节

3.3.1 QAL1

质量保证等级1 (QAL1) 程序是用于在安装前证明CEMS的潜在适用性的。涵盖此质量保证等级的标准并非EN 14181而是EN ISO 14956。CEMS必须达到EN ISO 14956标准要求。另外，EN 15267-3详述了EN 14181中 QAL1 要求的程序以及QAL3所需的输入数据。通过使用这些标准，可以证明CEMS结果的所有不确定性都在MRR要求的范围内。

在QAL1中，不确定性的总和是将所有单个性能特征的不确定性相加所得。所以需要将所有会影响到重要数值的（主要）不确定性来源（影响量）考虑在内，即案例中的温室气体浓度，然后通过误差传播的方式组合不确定性以得出总的的不确定性。

CEMS的性能特征信息只能从如制造规格和其他认证检查中获取，例如设备认证计划或其他国家认证计划下的认证体系。依据EN 15267-3标准检查过的设备型号可被视为自动符合QAL1要求（只要该标准测试确定设备类型对目标安装过程适用）。在这种情况下，可以直接适用CEMS证书附带的QAL1结果，无需重新计算。

²³ 请注意“连续”一词并非指QAL3一定要每隔几秒钟或者一秒钟就要认证一次。仅指QAL3的质量控制是持续的、与常规操作平行的，可每周或者每月认证一次，间隔时间取决于CEMS的型号。

如果某一CEMS型号没有这些数据，可以用相似型号的制造规格数据代替。

作为初步不确定性评估的一部分，QAL1得出的不确定性值，经烟气流量相关的不确定性值修正后，可能会与MRR规定的值做对比（见第3.2节）。

但请注意对比结果仅作为评估CEMS不确定性的一个指标，并不足以证明系统符合MRR规定（见第3.3.2节）。

3.3.2 QAL2

根据EN 14181标准，只有校准后的测量设备获取的测量结果才可以使用。因此QAL2测试必须在适合的CEMS系统上进行，即通过了QAL1测试、并且正确安装及校准后的设备。MRR要求安装设备必须遵循EN 15259标准。正确安装测量设备对获取浓度和烟气流量代表值至关重要。MRR第42(2)条规定，CEMS的所有测量、校准及相关设备评估应由认证实验室依据EN ISO/IEC 17025标准（关于分析方法和校准活动）或根据第34（2）和（3）条中的要求来完成。

QAL2的校准功能是建立在标准参考方法 (SRM)得出的一系列平行测量结果之上的。其包括了根据EN 14181标准第6.3节进行的至少15项有效测量。并且，在使用SRM工具确定合适的取样点时，也应遵循EN 15259标准。SRM应被放置到尽可能靠近CEMS的地方。对于平行流速测量，建议参考EN ISO 16911-1。

使用参考材料（如已知成分的气体 = “跨度气体”）测量还不足以达到校准功能。这是因为仅使用参考材料潜在的干扰烟气成分和取样点是否具有代表性无法被城阙评估。

校准中温室气体的浓度要尽可能与实际操作中的预期浓度相近，这一点非常重要。请注意，如QAL1所述，EN 14181标准指的是排放限额（ELV）。但是ELV与欧盟碳排放交易体系中的温室气体并无相关。MRR规定了在这种情况下应使用温室气体的年平均小时浓度来代替ELV。如果未减排期间的浓度与正常操作期间的浓度存在显著差异，那就与N₂O的排放测量有关。在这种情况下，如果单个仪器（CEMS）的量程和校准不足以覆盖要求的两种浓度，就需要使用不止一套CEMS。

变异性是CEMS获取的各项浓度值与SRM平行测量获取的各项浓度值之间差异的标准偏差（更多信息见EN 14181第6.6和6.7节）。根据EN 14181标准，如果CEMS满足以下条件，即通过变异性测试：

$$s_D \leq \sigma_0 \cdot k_v \quad (4)$$

公式中：

s_DCEMS获取的各项浓度值与SRM平行测量获取的各项浓度值之间差异的标准偏差

σ_0相关立法要求的不确定性值

k_v变异性测试值 (基于 χ^2 -测试， β 值为 50%，
用于 N 次配对测量)

但是，根据MRR规定，这在CEMS测量温室气体的情况下还是不够的，还需要将烟气流量的不确定性考虑在内。所以，上面算出的标准偏差除以测试值 k_v 只是“ $U_{\text{温室气体浓度}}$ ”的值²⁴（见第3.2节公式（3））。

因此，与SRM相比，CEMS获取的测量值变异性，经烟气流量相关不确定性修正后，得出的不确定性才能与MRR的规定值做对比。

依据EN 14181标准，每个CEMS系统应至少每5年检测一次QAL2程序，或者根据立法及主管部门要求执行更频繁的检测。

另外，在以下情况下也应执行QAL2程序检测：

- 工厂操作有任何大变动时 (如烟气减排系统或燃料更换)，或者
- CEMS有任何重大改变或修复会严重影响获取结果时。

校准功能的有效范围是从0到最高SRM值加上10%的扩展值。此外，主管部门在应用有效校准范围时可接受替代规定，如主管部门可以允许使用替代指标拓展有效校准范围（见第5章）。建议使用者咨询其主管部门寻求相关指导。

根据EN 14181标准，有效校准范围的有效性评估应每周执行一次。且如果发生了以下情况，需每6个月重新校准（QAL2）一次并上报：

²⁴ 请注意，目前的不确定性只是对应68%置信区间的标准不确定性。在与用覆盖因子2确定烟气流量相关的不确定性（见公式（3））组合后，将转化为拓展不确定性（对应95%的置信区间）。

- 在两次 AST 或 QAL2 测试间超过 5 周的时间内，CEMS 每周的测量值中有超过 5% 的值超出了有效校准范围，或者
- CEMS 每周的测量值中不止一周有超过 40% 的值超出了有效校准范围。

请注意在数据缺失期间或数据超出有效校准范围时，应按第 5 章的要求提供替代数据。

3.3.3 QAL3

在安装（QAL1）与校准（QAL2）完成后，QAL3 程序就是持续的质量控制过程，其目的在于证明 CEMS 的稳定性，证明其不会产生明显偏差。所以，控制的过程覆盖了所有使用时间，以保证系统在 MRR 规定的不确定性内持续正常运行。此过程还有一个作用，就是检验 QAL1 测定的偏差与准确值是否一直在控制范围内。这点可以通过计算零和跨度级别²⁵的标准偏差以及利用控制图（如休哈特控制图、CUSUM 等）来实现。更多关于控制图和标准偏差计算的细节，包括需要考虑到的各项影响参数，见 EN 14181 标准附件 C 第 7.2 节。

EN 14181 标准第 7.3 节中描述了标准偏差（ S_{AMS} ）该如何考虑零和跨度级别的偏移以进行定期计算的方法。结合与流量相关的不确定性（见第 3.2 节公式（2）），标准偏差计算结果能用以检验系统是否仍满足规定要求的不确定性。

根据 EN 14181 标准第 7.5 节，零级别和跨度级别的检测频次应取决于系统维护间隔。此间隔由 QAL1 程序确定，如在检测 EN 15267-3 等标准的 CEMS 性能测试期间。标准还规定了零和跨度级别之间允许的最大间隔时长。根据所用控制图的类型和选取频次的不同，需要定好采取纠正措施（如 CEMS 调整）时的决策规则，以便及时采取适当的纠正措施。

案例（见 EN 14181 标准附件 C.1 中的案例）：如采用的是休哈特控制图，采取纠正措施的限制为 S_{AMS} 在零和跨度测量参考值的两倍左右。采取纠正措施的决策规则可以是，如，当三个连续的数据点超过某一措施范围时或者当八个连续的数据点在中心线同一侧时等等。

²⁵ 在 EN 15267 标准第 3 部分，将跨度点定义为“用于校准、调试等目的的 AMS 输出量值（测量信号），其代表参考材料在测试范围的 70 % 和 90 % 之间产生的正确测量值”

建议在实施零和跨度检验时采用比系统维护间隔更高的频次。频次过低的话，CEMS失控的风险就越高，失控时间也越长。请注意，CEMS长时间失控更容易导致导致更大的数据差距，需要通过保守估计来弥补。

对于很多CEMS来说，QAL3测试都是设备自动进行的。有些CEMS还会在性能不满足要求时，自动纠正零点和参考点。在任何情况下，依照EN 14181标准执行QAL3程序都是工厂所有人的责任。在MRR中，工厂所有人对应的就是装置使用人。

3.3.4 年度监测检查(AST)

年度监测检查是每年对校准功能变异性与有效性的检验，其目的是证明监测设备：

- 运行正常且各项性能有效，**并且**
- 校准功能与变异性仍与之前测定的结果一样

AST程序与QAL2相似。除了检查校准功能之外，线性、干扰项与零&跨度偏差检查都是功能测试的一部分。AST校准功能有效性的检测必须包含CEMS与SRM之间至少五项平行测量。

请注意，根据EN 14181标准，AST必须由资深检测实验室实行。但是，MRR第42（2）条的规定要更为严格，所有的测量、校准及相关设备评估都必须由符合EN ISO/IEC 17025中相关分析方法或校准标准或者达到第34（2）和（3）条要求的认证实验室完成。

4 排放计算确证

第46条规定，使用者应通过计算相同排放源和源流的每种温室气体的年排放量来确证CEMS系统测定的排放²⁶。确证结果无需基于层级合规法。但是，在很多情况下，源流的默认值和测量也会出来。建议这时尽可能依据第24条和25条规定

²⁶第46条：“使用者应通过算相同排放源和源流的每种温室气体的年排放量来确证测量法测定的排放，硝酸生产产生的一氧化二氮（N₂O）排放和转移到运输网或储存点的温室气体除外。无需使用层级法。”

使用标准法或质量平衡法²⁷

第46条及第63(1)(c)条第3点都要求对CEMS获取结果与确证计算的对比结果进行内部审查和验证，并根据第59(3)(d)条完成书面程序。该程序的概述必须加入监测计划中。概述可以如下表所示：

第12(2)条规定项目	可放内容（举例）
程序标题	数据审查&验证
识别程序的可追溯和可验证参考	ETS_管理_CEMS_R&V
负责执行程序的岗位或部门和负责管理相关数据的岗位或部门（如不同）	HSEQ单位副组长
程序简介	<ul style="list-style-type: none"> • 负责人计算所有发票总和作为每年消耗的褐煤量。 • 每年消耗的褐煤量乘以 MRR 附件6 中规定的 NCV 和 EF，即可得出年排放量。 • 如果计算得出的年排放和CEMS得到的年排放偏差超过5%，负责人应每周或不到一周检查一次 CEMS，保证设备结果。 • 根据检查结果采取适当的纠正措施。
相关记录与信息位置	电子文件：“Z:\ETS_MRV\CEMS\corr_calc.xlsx”
使用的计算机系统名称（如适用）	标准office软件和普通网络驱动
采用的 EN标准或其他标准名单（如相关）	计算验证无适用标准，CEMS数据：EN 14181/15259/14956/15267-3

5 缺失数据

第45条中对于数据缺失的情况有几条规定。以下是该条列举的一些例子：

²⁷ 常见问题2（见第8.2节）中详述了如果CEMS结果与验证计算结果相差甚远的代表什么。

- 不能根据第44（1）条要求为一个或多个参数提供有效小时或更短的参考期²⁸时

- 不能为像浓度这样直接测量的参数提供有效小时或更短的参考期。在这种情况下，替代值必须计算为平均浓度和两倍标准偏差的总和。请注意，除非另一个参考期更适合并能反映具体情况，否则这两个参数需要覆盖整个报告期。例如，如果某测量N₂O的装置发现了浓度数据空缺期，同时减排装置也无法正常运行，那么替代值必须反映无减排期间的运行状态。
- 不能为除浓度以外的参数提供有效小时或更短的参考期，如烟气流。在这种情况下，必须通过合适的质量平衡模型或过程的能量平衡来获得该参数的替代值。在缺少烟气流参考期的情况下，必须考虑与第3.2节中的情况 a) 相关的方面。

使用者必须使用测量法仍能测量到的参数，并考虑与数据缺失期相同时间段内正常运行状态下的数据来验证结果。请注意，缺失的参考期越长，与质量或能量平衡替代品相关的不确定性评估要求就越高，必须证明其仍然符合 MRR 要求的等级。

对于以上两种情况，还必须根据第65条要求定制结束数据缺失期的程序。在特别工作小组（TF）的文章²⁹中有关于保守估计与结束数据缺失期的一般指导。

- 在CEMS部件连续五天无法正常运行的情况下，根据第45（1）条，使用者应立即上报主管部门，并按照第63条要求采取预备的更正或纠正措施，纠正程序见第59(3)(e)条。程序总结需加入监测计划中，并获得主管部门批准。

6 CEMS查验

认证与核查条例规定，过程分析相关活动应由检验员完成。这些活动包括检查监测计划的实施情况、进行实质性数据测试、检查具体监控以及报告事件，例如用于计算符合监测计划标准的不确定性信息的持续有效性。

²⁸ 根据第44（1）条，每小时或更短参考期应将这小时内或更短参考时间内能获取到的所有数据点计算在内。

²⁹ https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/monitoring/docs/cf_tf_monitoring_workingpaper_datagaps_en.pdf

在有关程序分析的关键指导说明(KGN II.3)中,有对这些特点活动的指导。无论使用的是算法还是测量法,这些活动都必须执行。风险分析对于两种算法都至关重要,但在测量法中,对控制活动、程序和数据合理性检查的检查重点和细节会有所不同。这章的重点就是介绍这些细节不同点,包括检验员在评估EN 14181标准应用情况时应该关注哪些方面。

6.1 检查数据流活动

检验员必须检查数据流活动、检查数据轨迹并跟踪数据流活动的顺序和交互,从而评估获批监测计划中的数据流是否与实际操作相符。还需要追溯初始源数据、检查初始源数据的存在性、一致性与有效性、追踪数据流的每一步流程并且评估负责数据流活动的人员。虽然在采用测算法的情况下,初始源数据和流程会有所不同,但数据流活动检查的基本要求同样适用。检验员必须按照KGN II.3第2.1节的要求执行同样的活动。

检验员在检查测量法数据流时需要考虑的细节包括:

- 烟囱/管道和连续测量系统的位置;
- 流程类型与变量(如CO₂或N₂O浓度是否保持在有效范围内³⁰、历史数据审查、抄表);
- 仪表读数如何传输到数据管理系统;
- 排放点示意图、采样点位置;
- 数据计算与聚合。

6.2 控制活动的检查

检验员在测试控制活动时,必须先分析相关固有风险与控制风险。KGN II.3第2.2节中有对不同控制活动及检验员必须对这些活动开展的查验的概述。验证是否符合EN 14181标准也是连续监测系统质量保证中的重要一环。检验员在检查控制活动时,必须将QALs与AST应用检查也包括在内。

QAL1

QAL1规则与范围见第3.3.1节。检验员可查验的项目如下:

³⁰ 在未减排期间, N₂O 浓度极易超出有效校准范围

- 通过评估监测系统制造商、服务商和使用人所写的报告，检验是否执行QAL1；
- 检验装置条件是否与QAL1评估时的条件匹配；
- 不确定性计算中是否考虑了相关的不确定性来源和成分；如氧气分析仪的不确定性（如相关）。
- 与浓度测定相关的不确定度，以及与流量测定、浓度测定相关的不确定度，是否符合获批监测计划中整体排放测量的不确定度要求。

如第3.3.1节中所说，有些CEMS可能已经按照EN 15267-3标准进行过测试，因此可被视为自动满足QAL1要求。在这种情况下，QAL1检测结果和CEMS证书可直接使用，无需重新计算，而检验员只需要检查证书上是否附有计算结果、证书涵盖范围是否正确以及不确定性是否与获批的监测计划要求一致。

QAL2

QAL1规则与范围见第3.3.2节。校准功能的变异性（原位推导）是QAL2的关键结果，它计算了浓度测量对整体不确定性的贡献，且证明了层级的合规性。因此，QAL2程序至关重要。但是，由于EN 14181标准规定QAL2只能由认证实验室完成，AVR就不要求检验员重复实验室工作了。不过，QAL2程序实施的准确性仍需检验的。

检验员可查验的项目如下：

- QAL2是否有按照本文件表3（第21页）中的时间表（每五年）执行一次或按照EN 14181标准中的其他要求（如QAL3）或者其他标准在更短间隔时间执行。
- CEMS安装过程是否遵循了EN 15259标准，以及EN ISO 16911-2标准是否应用于速度和体积流量计算。请注意，正确安装CEMS是执行QAL2的先决条件；
- 是否按要求通过了功能测试³¹；
- 测试与校准结果是否记录在案，以及使用者是否考虑到了必要的纠正与预防措施；
- 完成QAL2测试的实验室是否认证过。如果实验室已认证，检验员应检查其资质范围是否符合QAL2测试及欧盟碳排放交易体系（EU ETS）的要求；以及其证书在EU ETS报告期间是否仍适用且有效。如果实验室无认证或资质范围不符合要求，检验员应对照委员会发表的A&V FAQs进行检查；
- CEMS中是否编入正确的校准功能程序；
- 校准时是否有正确的温室气体年平均每小时浓度值作为排放限额的替代值。这点还关系到N₂O的排放测量，其浓度在为减排期间和正常运行期间相差甚远。（见脚注30）；
- 工厂运行是否有重大改变或者CEMS有重大更改或修复，这关系到当下QAL2评估的有效性；以及如有重大变化，是否有重新执行QAL2程序。

QAL3

如第3.3.3节所述，QAL3建立与实施的程序保证了持续的质量控制。检验员可查验的项目如下：

- 程序全年正确实施并且是最新的；
- 包含EN 14181标准QAL3要求的所有信息；
- 以控制图表的形式记录；
- 保证结果被正确记录在案；
- 在发现偏移和/或精度失控的情况下，允许并在必要时采取适当措施（例如调整、维护、重新校准）。

³¹ 如果功能测试结果显示的不确定性高于获批监测计划中写的，有关如何处理的更多信息见第1个FAQ（第8.1节）。

年度监测检查（AST）

检验员应检查报告年的AST报告并对报告做评估。检验程序与QAL2相似。检查内容举例如下：

- 先前 AST 和 QAL2 测试的建议已被考虑在内；
- 是否在 CEMS 中编写了正确的校准功能；
- 在上一次AST中，最少进行了5次SRM平行测量，5个工作日内中每天进行一次；
- 按要求通过了功能测试；
- 完成AST测试的实验室是否认证过。如果实验室已认证，检验员应检查其资质范围是否符合AST测试及欧盟碳排放交易体系（EU ETS）的要求；以及其证书在EU ETS报告期间是否仍适用且有效。如果实验室无认证或资质范围不符合要求，检验员应对照A&V FAQs进行相应检查；

烟气流

根据MRR第42条规定，测量流量必须使用EN 14181、EN 15259及EN 16911标准下的方法。并且，MRR允许用计算替代烟气流测量。详细指导见第3.2节。

检验员可检查：

- 是否应用了标准，如EN 15259及EN ISO 16911-2，以及这些标准是否应用正确；
- 连续流量测量是否具有代表性（是否应用MRR第43(5)(b)条）；
- 是否（在MRR第43(5)(a)所述情况下）正确应用了质量平衡算法：如检查输入数据经公式计算是否得出了正确的排放数据，是否有将质量平衡的所有参数考虑在内，检查输入和输出数据是否可信以及检查测量值是否可信；
- 所有相关参数的不确定性计算是否都考虑了不确定性的相关来源和组成；（见MRR第43(5)条）；
- 计算不确定性用到的信息是否有验证过可信度，如通过校准报告、服务和维护报告、制造商的规格说明；
- 与流量测定相关的不确定性以及与浓度测定相关的不确定性是否满足获批监测计划中的总排放测量不确定性要求。

其他外围测量与计算

如第3.2节所述，外围测量与计算并未包含在QAL程序及EN 14956标准内。所以其对质量保证的要求更为一般，即检验员只需根据KGN II.3第2.2节的要求检查质量保证控制活动。

6.3 程序检查

使用者应建立与测量法相关的特定程序，包括：CEMS与验证计算对比的程序；结束数据缺失的程序；内部数据审查的程序以及纠正与纠正措施程序。根据KGN II.3第2.3节所述，检验员应检查这些程序是否：

- 存在，并且妥善记录并留存；
- 信息符合EN 14181、其他相关标准以及获批监测计划的要求；
- 全年正确执行与跟进；
- 有效地降低了固有风险和控制风险。

6.4 执行分析程序和数据核查作为实质性数据测试的一部分

实质性数据测试包括分析程序、数据验证以及评估监测方法的正确使用，用于探查错误描述与不符合规定项。至于数据测试要做到什么程度，这取决于检验员风险分析的结果以及检验员对数据流、控制活动与过程的评估结果。有关这些动作的具体信息见KGN II.3。一般来说，这些测试是由检验员在评估测量法使用情况和验证相关数据时一起完成的。

在AVR第16(2)(h)节中规定了一项针对测量法的特别检查。检验员必须用使用者验证计算的结果来检查各项测量值。（见第4节验证计算相关要求）。

检验员在进行分析程序、数据验证和测量法评估时，还需完成的CEMS特别检查如下：

- 检查应用了哪些标准，这些标准是否遵守；
- 检查测量是否具有代表性；
- 检查每小时数据的完整性以及数据不完整时的替代数据

- 如果计算流量，检查计算与底层测量；
- 检查流量与浓度测量的校准与维护文件；
- 如果数据有缺失，检查是否有使用正确的替代数据（见第5节）；
- 如果CEMS有任何部件连续五天无法正常运行，检查是否上报了主管部门。

6.5 CO₂、N₂O 和CCS转移

在第2.4节中有对转移/固有CO₂、N₂O 与CCS的要求以及CEMS监测规则。如被转移的CO₂是用于PCC生产的，则有关算法应用的一般检查由检验员执行。检查内容包括计算方法是否正确以及数据可信度及其他相关检查。AVR第17(3)条对涉及使用连续测量的转移CO₂和N₂O时检验员应进行的检查项有特别规定。

除按照一般要求检查监测计划的实施情况以及进行实质性数据测试外，检验员还应执行的检测项如下：

- 在转移装置与接受装置测量到的值是否有偏差，以及偏差是否能用监测系统不确定性来解释；
- 测量值的算数平均值是否有正确应用在转移装置与接受装置的排放报告中。
如转移装置与接受装置的测量值无法用监测系统不确定性来解释，检验员必须检查：
- 是否采取调整措施去调节测量值之间的差异
- 调整是否保守，不会造成转移装置中被转移CO₂或N₂O排放的误估计；
- 主管部门是否批注调整；
- 是否采取了新的QAL2程序、维护或其他纠正措施来防止相同情况发生。

6.6 解决异常及不合规问题

如果检验员发现测量结果异常或者不符合EN 14181或其他标准的规定，检验员需要将此报告给使用人，然后使用人必须采取纠正措施。如果需要主管部门批准，检验员应指导使用人联系主管部门。

如果在验证报告出来之前，问题还没有解决，检验员应评估问题是否会对排放数据材料产生影响。在任何情况下，异常问题必须在验证报告中体现。更多信息请见解释性指导文件(EGD I)第3.2.13和3.3节以及关键指导说明有关验证范围的部分(KGN II.1)和有关验证报告的部分(KGN II.6)。

如果检验员确定QAL/AST或者其他程序和控制活动有需要改进的地方，可以在验证报告中提出改进意见。

7 附件

7.1 缩略词

EU ETS.....欧盟碳排放交易体系

MRV.....监测、报告与核查

MRR.....监测与报告条例 (M&R 条例)

AVR认证与核查条例 (A&V 条例)

MP监测计划

Permit温室气体排放许可

CA主管部门

AER年度排放报告

QAL.....质量保证等级 (QAL1程序见EN 14956标准, QAL2、3及AST程序见EN 14181标准)

AST.....年度监测检查

AMS自动监测系统; 此术语在EN 14181标准中使用。在MRR条例中等同于术语“连续排放监测系统”

SAMSCEMS在QAL3中使用的标准偏差 (见EN 14181标准第7.3节)

CEMS烟气排放连续监测系统

SRM.....标准参考测量

MS成员国

GD指导文件

EGD解释性指导文件

KGN关键指导说明

TF特别工作组 (EU ETS 合规论坛M&R特别工作组)

CCS碳捕获和储存

PCC 沉淀碳酸钙

7.2 立法文本

欧盟排放权交易指令：欧洲议会和理事会第2003/87/EC号指令，2003年10月13日发布，经几次修订，建立了温室气体排放配额交易系统并修订了第96/61/EC号指令。合并版下载地址：

<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2003/87/2020-01-01>

M&R条例：欧盟委员会实施条例（EU）2018/2066，2018年12月19日依据欧洲议会和理事会第2003/87/EC号指令发布的关于温室气体排放监测和报告的执行条例并修订了委员会条例（EU）第601/2012号。下载地址：

https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2018/2066/oj

最新修订内容下载地址：

https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2020/2085/oj

A&V条例：欧盟委员会实施条例（EU）2018/2067，依据欧洲议会和理事会第2003/87/EC号指令发布的关于数据验证与检验员认证的执行条例。

合并版下载地址：

https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2018/2067/2021-01-01

8 常见问题

8.1 当功能测试（QAL2和AST的一部分）的不确定性明显高于获批监测计划所述时，使用人应如何处理？

获批监测计划中应包含QAL2程序得出的不确定性（更多指导见第3.2节和 3.3.2节）。在QAL2程序中，CEMS的测量值会与标准参考法得出的值对比得出一个不确定性值。

功能测试包括的一系列动作，也是QAL2程序和年度监测检查（AST）的一部分。AST其中一项重要测试就是检查QAL2测出的校准功能是否依旧有效。为完成测试，至少需要使用标准参考方法（SRM）执行5次平行测试，并且计算CEMS测量值与SRM相应值之间的标准偏差。为证明CEMS的最新不确定性值在报告期间符合MRR附件8要求，其测定应使用标准偏差以及温室气体浓度及烟气流量的偏差（误差传播）。测定结果还需与CEMS规定层级的不确定性阈值做比较。

如果最新不确定值超过了规定层级的阈值，可以选择维护并重新校准CEMS，或者使用者向主管部门申请使用较低层级（取决于层级要求，需要提供技术不可行或成本不合理的证据）。请注意这样做会导致暂时的层级偏差（见第23条），可能需要采取与应对数据缺失相似的措施对不确定性值进行保守更正³²。另外，如果获批的监测计划中没有应对此情况的程序，就会导致不合规的问题。

其他测试多数与测量结果和相关不确定性没有直接关系，而是有关更为一般的CEMS功能与质量控制措施以及数据，如CEMS的一致性与清洁度、资料记录等。

不过，零和跨度检查与线性检查确实给CEMS测量值提供了一些确证信息。但是不同于QAL2程序，这些检查项涉及了参考材料的使用，所以与设备的不确定性没有直接关系。

然而，功能测试或QAL3的类似测试（尤其是持续进行的零和跨度检查）期间的任何发现都可能表明CEMS的运行失常。如QAL3参考材料与CEMS的某些值偏差过高（例如综合不确定性值超过了阈值），则CEMS必须进行维护。

³²更多指导内容见特别工作小组M&R一文：https://ec.europa.eu/clima/sites/default/files/ets/monitoring/docs/cf_tf_monitoring_workingpaper_datagaps_en.pdf

这可能就会使CEMS发生重大改变³³，需要使用者重新进行QAL2，再基于新的QAL2结果重新校准并测定不确定性。如最终的不确定性无法满足监测计划中的层级要求，使用者必须采取纠正措施（如升级CEMS），或者证明该措施所需费用不合理。

8.2 如果CEMS获取的年排放与第46条规定的验证计算结果相差非常大会会有什么后果？

在这种情况下应使用CEMS获取的结果，前提是该结果获取方法符合获批监测计划所述。

根据MRR规定，CEMS的地位等同于所有计算法。且虽然是仅出于检查其可信度的目的，MRR规定了验证计算。所以，与交叉检查结果有差异一样，CEMS结果与验证计算结果之间的巨大差异可能会引起关注并指向后续行动。如果使用者没有在验证前解决这个问题，那么结果的差异首先就会影响到检验员的工作，使其无法进行更细致的数据测试与取样。还可能影响到的工作有：与员工深入对话、（对于任何时期的设备故障或未减少排放）记录与协议的精细检查以及更进一步的交叉检查（如生产数据、能源/物质消耗水平）。

³³ AMS或CEMS会严重影响到结果获取的重大改变或修复如下：

- 作为CEMS一部分的某一或几个AMS部件的修复或替换影响到AMS的校准功能时；
- AMS替换 (新AMS与被替换的AMS型号相同)；
- AMS替换 (新AMS与被替换的AMS型号不同)。

8.3 基于测量法（CEMS）的温室气体（GHG）浓度和烟气流量等需要如何测定并在年排放报告中上报？

GHG年排放量计算公式见MRR附件8第3节（公式1）：

$$GHG\ Em_{total}\ [t] = \sum_{i=1}^{HoursOp} GHG\ Conc_{hourly,\ i} \cdot V_{hourly,\ i} \cdot 10^{-6}\ t/g$$

在公式中：

$GHG\ Conc_{hourly,\ i}$ …… 烟气流量在运行*i*小时期间测量到的每小时GHG排放浓度，单位为 g/Nm^3

V_{hourly} …… *i*小时烟气体积，单位为 Nm^3 (即*i*小时或更短参考周期内的综合流量)

相应的总年度排放量报告模板在《年度排放报告》附件10，MRR第1(9)(b)条规定报告中“所测温室气体浓度与烟气流量用年平均每小时及年总值表现”。

因此模板需要输入这些值并用下述公式计算GHG年排放量：

$$GHG\ Em_{total}\ [t] = GHG\ Conc_{average}\ [g\ Nm^3] \cdot Flow_{average}\ [Nm^3/h] \cdot HoursOp[h] \cdot 10^{-6}\ t/g$$

在公式中：

$HoursOp\ [h]$ ……使用测算法的总小时数，包括按照第45（2）至（4）条规定进行数据替换的小时数

$GHG\ Conc_{average}$ …… GHG排放年平均每小时浓度，单位为 g/Nm^3

$Flow_{average}$ …… 年平均烟气流量，单位为 Nm^3/h

为使上述两个公式获得的结果一致，平均值必须按加权计算（每个小时的平均值对相应的小时烟气流量进行加权，得到全年的总平均值）。

下面的例子将有助于理解应如何测定并输入数据。

举例:

一个只排放N₂O且使用CEMS测量的装置。我们假设该装置在报告年只运行了4个小时，其每小时浓度与烟气流量值如下：

小时	N ₂ O浓度 [g/Nm ³]	体积[Nm ³]	N ₂ O 排放结果[g]
1	0,060	250 000	15 000
2	0,100	280 000	28 000
3	0,045	270 000	12 150
4	0,050	260 000	13 000
总数(=N ₂ O总排放)			68 150

年排放报告中的数据必须如下输入，公式见附件8第3节2b:

烟气流量[年平均每小时，单位kNm³/h]:

$$Flow_{average} [Nm^3] = \frac{\sum_{i=1}^{HoursOp} V_{hourlyj}}{HoursOp} = \frac{1\ 060\ 000 Nm^3}{4h} = 265\ 000\ Nm^3/h = 265\ kNm^3/h$$

年每小时浓度[g/Nm³]³⁴的测定必须使用附件8第3节公式2a。公式使用的年总排放值为附件8第3节公式1所得：

$$GHG\ Conc_{average} [g/Nm^3] = \frac{GHG\ Em_{total}}{\sum_{i=1}^{HoursOp} V_{hourlyj}} \cdot 10^{-6} g/t = \frac{68\ 150\ g}{1\ 060\ 000\ Nm^3} = 0,06429\ g/Nm^3$$

运行时长：4 小时

N₂O的年排放以吨数表示，使用附件8第3节公式2c算出的结果与上表相同：

$$GHG\ Em_{total} [t] = GHG\ Conc_{average} \cdot Flow_{average} \cdot HoursOp \cdot 10^{-6} t/g \\ = 0,06429\ g/Nm^3 \cdot 265\ 000\ Nm^3/h \cdot 4h \cdot 10^{-6} t/g = 0,06815\ t$$

³⁴ 注意当浓度与流量可在较短参考期获取时（半小时，分钟等等）为获得每小时平均值必须做加权

8.4 基于测量法（CEMS）的生物量分数需要如何测定并在年排放报告中上报？

根据MRR第43（4）条规定，生物质的排放测定可使用a)基于源流的计算法，b)符合标准的其他方法，如直接从烟气中测定，或者c)委员会发布的估算法。

如使用方法a)，对含生物质的源流测定生源排放公式如下：

$$Emissions_{bio} = FQ \cdot NCV \cdot EF_{pre} \cdot OF \cdot (1 - FF)$$

在公式中：

FQ 燃料量[t]

NCV 净热值 [TJ/t]

EF_{pre} 初步排放因子 [t CO₂/TJ]³⁵

OF 氧化因子

FF 化石分数

生物质源流层级规定同装置分类（A、B或C）层级与源流分类层级（主要、次要或次次要）的规定相同。注意对于独有的可持续生物质来说，其源流永远为次次要，因为不会有化石碳被排放。

根据MRR附件10第1(9)(a)节规定，使用者无需提供所有以上列出的系数而只需要提供与年化石二氧化碳及生物质利用产生的年二氧化碳排放相关的细节（包括系数）即可。因此，在年排放报告模板中必须加入生物量分数。此分数可以简单计算为“生物质利用产生的二氧化碳排放量（从上述公式可得）”与“二氧化碳总排放量（化石和生物二氧化碳排放总量）”的比率。并在第9.1 . a . ii节模板表格D中将比率输入生物量分数一栏。

请注意，除非所在主管部门特别要求，生物质利用产生的二氧化碳排放量的计算步骤无需在模板中体现。但是建议将计算步骤和参数加入每个排放源的备注一栏里。在任何情况下，这些数据都要在验证程序中对检验员公开，尤其是在使用b)或C)方法进行测定时。

在任何情况下，都不允许使用计算法对指定源流进行生物质排放测定，并把相关数据输入到表C中。因为这么做会造成排放重复计算，使用决不允许。

³⁵ 如生物碳不算作0，则初步排放因子就是排放因子。