**基于机器学习的网格化温室气体微型空气站在线校准规范编写说明**

**一、任务来源**

2023年6月，《基于机器学习的网格化温室气体微型空气站在线校准规范》（原立项名称：基于大数据校准的温室气体微型空气站校准规范）项目通过国家市场监督管理总局审批，由中国计量科学研究院和郑州计量先进技术研究院单位负责制定编写，中国环境监测总站参与制定。

本规范的技术归口单位为全国碳达峰碳中和计量技术委员会。

**二、编制目的**

2020年9月22日，国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上向世界宣布了中国的碳达峰目标与碳中和愿景，即2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和。碳监测是实现碳达峰和碳中和的重要支撑。此外，在环境领域建立有效测量和溯源能力是《生态环境监测规划纲要（2020-2035）》中关于监测技术发展目标之一。为了监测大气污染物状况，一般采用传统的固定监测站点模式，优势是监测数据精确可靠。然而，部署固定监测站点需要高昂的建设成本和后期运行维护成本等，导致站点分布较为稀疏，难以实现密集化布点，观测数据空间分辨率低。因此，在传统固定监测站点的基础上，小型的微型空气站作为一种新的技术手段得到了广泛的应用。微型空气站具有成本低、便携、易于部署等优点。目前许多地区都大规模部署了微型空气站以达到网格化监测等目的。然而现阶段微型空气站监测数据准确度和精度较低，并且会受到多种环境因素的影响。因此，有必要对微型空气站监测数据进行校准。

传统的校准方式通常是在实验室环境中进行，例如使用标准气体等来测量仪器响应进行校准，这种传统的校准方式需要将微型空气站从现场卸下并运送到实验室内校准后再重新部署到监测站点，这种校准方式成本较高、仪器拆卸人工成本较大，厂家和用户很难保证开展定期校准工作，因此难以应用在大规模部署的网格化微型空气站校准中。近年来，随着人工智能的快速发展，大量研究应用机器学习算法校准微型空气站。基于机器学习算法开发校准模型用于表征微型空气站原始输出数据与对应参考测量值之间的关系，最终得到基于机器学习算法的微型空气站数据。

本规范主要针对基于机器学习的网格化温室气体微型空气站（微型空气站数量不少于20个）的在线校准，涉及的温室气体包括二氧化碳和甲烷，提升温室气体微型空气站数据质量，降低网格化温室气体微型空气站校准成本，为我国碳监测提供数据支持和补充。

**三、编制过程**

2023年6月，全国碳排放量计量分技术委员会收到国家市场监督管理总局正式下发的市监计量发〔2023〕56号文件，批准《基于机器学习的网格化温室气体微型空气站在线校准规范》（原立项名称：基于大数据校准的温室气体微型空气站校准规范）正式立项。

2023年7月，成立了以任歌（中国计量科学研究院）为项目负责人的规范编写小组，规范编写小组共有三个单位参加，包括中国计量科学研究院、郑州计量先进技术研究院和中国环境监测总站。

2023年9月，编写小组组织召开首次会议，会议就规范包含的内容、主要技术指标等问题进行了讨论，商定了规范起草的主要思路和起草原则，确定了各起草人员的具体分工。

2024年4月，编写小组组织召开第二次会议，对首次会议完成后的草稿进行了讨论，进一步明确了规范起草的主要思路和起草原则，确定将本规范的名称修改为《基于机器学习的网格化温室气体微型空气站在线校准规范》，同时对需要完成的实验内容进行了部署。

2024年12月，编写小组组织召开第三次会议，根据实验成果编制出规范征求意见稿草稿，并对规范逐条进行了讨论。

2025年5月，编写小组组织召开了第四次会议，对规范征求意见稿草稿、编制说明、实验报告和测量不确定度评定报告进行了讨论，形成正式规范征求意见稿。

**四、规范制定的技术依据**

本规范引用下列文件：

JJG 635—2011 一氧化碳、二氧化碳红外气体分析器

JJF 1001—2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1907—2021 环境空气在线监测气体分析仪校准规范

GB/T 10111—2008 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序

ISO 14061-1—2018 组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南（Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals）

**五、规范的主要内容说明**

规范由范围、引用文件、术语和定义、概述、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果表达、复校时间间隔等部分组成，主要内容说明如下所示：

1）范围：本规范适用于基于机器学习的网格化温室气体微型空气站（微型空气站数量不少于20个）的在线校准，涉及的温室气体包括二氧化碳（CO2）和甲烷（CH4）。

2）引用文件：包括编制本规范所引用的规范、规程、标准。

3）术语和定义：定义本规范所出现的专用术语，包括温室气体、微型空气站、高精度温室气体分析仪、机器学习、交叉验证。

4）概述：主要简述了基于机器学习的温室气体微型空气站用途和结构等。

5）计量特性：本规范给出了基于机器学习的温室气体微型空气站中小时浓度和日均浓度的示值误差和重复性的技术要求，并注明计量特性仅供参考不做合格性判定依据。

6）校准条件：规定了校准活动中环境条件的要求及校准用的计量器具及配套设备。

7）校准项目和校准方法：给出了基于机器学习的温室气体微型空气站的示值误差和重复性计算方法。

8）校准结果表达和复校时间间隔：依据JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编制。

**六、总结**

本规范的编制依据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》，以实际情况为出发点，技术说明较为科学、合理、可操作性强，能够保障测量结果的量值溯源，希望委员和专家们提出宝贵意见，使规范更加完善和适用。

规范编写小组