

《被动腔气溶胶光谱仪计量校准规范》 团体标准编制说明

一、项目背景

云降水物理学是现代人工影响天气的科学基础，随着人工影响天气行业的发展，机载云物理探测设备逐步发展成为研究云降水物理学的又一重要工具。机载探测设备，可为开展人工影响天气研究、实验和作业提供飞机区域大气气溶胶、云、水、成分等物理结构和参数，具有高精度、高时效、原位探测等优势，能够实时探测云内的微物理环境，并根据云内不同条件采用不同催化作业方式，同时也为地面实时指挥提供了科学依据，对推动人工影响天气科学指挥作业、精细化数值预报研究以及飞行安全等方面起着至关重要的作用。

人工影响天气作业指挥及作业的定量化效果检验及云物理科研需要高质量的机载探测数据。为提升探测数据的可靠性，需要定期对机载设备的测量精度进行校准，及时消除仪器损耗和使用累计产生的误差，使仪器处于最佳工作状态，在仪器故障维修后，需要在使用前进行标定校准，使其能够精准测量。

由于目前该设备暂无校准标准，校准方法及校准计量要求不同，造成机载探测数据质控标准不统一。机载探测数据质量，直接影响人工影响天气定量化效果评估和科研水平。因此亟需制定一套科学、可操作的校准方法，提高其探测数据的可靠性、一致

性，为人工影响天气飞机作业效果评估及科学研究、空地数据融合提供可靠有效的支撑。

二、规范编制过程

为了解决机载被动腔气溶胶光谱仪校准项目及计量方法无依据可循等问题，计量标准起草组结合多年来对该设备的校准经验，对校准流程进行了详细的梳理，对校准的主要步骤进行了确定，对校准环境及校准报告应包含的主要要素做出了详细的规定。并结合实际业务需求确定了该设备的计量性能关键指标。在此基础上，2024年5月标准起草小组起草了行业标准《被动腔气溶胶光谱仪计量校准规范》（起草组讨论稿），对该设备的校准技术提出了要求，以期望提高该类设备校准的规范性和及时性，从而保障人工影响天气的空中云物理过程的探测的高质量的开展，使飞机作业更好的服务我国社会经济发展。

根据讨论稿的相关条款的要求，对不同直径的粒子进行了进一步的实验，征求生产公司、设备使用单位的意见，根据反馈意见和实验数据，进一步修改形成校准规初稿。形成初稿后又开展了以下工作：

（一）2024年8月：召开第一次标准起草讨论会议，初步确定标准起草组成员，成立标准起草工作组，明确相关单位和负责人员的职责和任务分工；

（二）2024年9月：标准起草工作组积极开展调查研究，检索国家及其他省市相关计量技术规范，调研机载被动腔气溶胶光谱仪溯源需求情况，并进行分析总结，为标准草案的编制打下了

基础；

（三）2024年10月：试验、数据采集、分析，标准起草工作组专业技术人员编制标准草案，通过研讨会、电话会议等多种方式，对标准的主要内容进行了讨论，形成了《机载被动腔气溶胶光谱仪计量校准规范》初稿的修改稿；

（四）2025年3月：本标准起草牵头单位河北省人工影响天气中心向归口单位中国计量测试学会提出立项申请。

（五）2025年4月17日，中国计量测试学会在北京组织召开了《机载被动腔气溶胶光谱仪计量校准规范》团体标准立项会议，会议听取了标准起草组对《机载被动腔气溶胶光谱仪计量校准规范》团体标准的立项情况汇报，审查专家对有关问题进行了质疑和提出了相关建议意见。4月22日，中国计量测试学会向我单位提出团体标准立项专家意见意见。4月24日，中国计量测试学会以“量学发[2005]97号文”下发该项目立项通知。接到上述文件后团体标准起草组，对专家评审意见进行了逐条研究，对涉及到的问题，组织编写小组人员再次学习了标准编制的相关规范及文件，对进行了优化和更改。

三、规范起草的主要技术依据

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1005 标准物质通用术语与定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071-2000 国家计量校准规范编写规则

JJF 1343 标准物质的定值及均匀性、稳定性评估

GB/T 16418 颗粒系统术语

四、规范起草的要点和说明

(一) 遵守 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的起草规则。在内容表述上按 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》上保持一致。校准规范的具体内容包含前言、范围、引用文件、术语与定义、概述、计量性能要求、校准条件、校准方法、复校时间间隔、校准结果处理、附录等。

(二) 根据机载被动腔气溶胶光谱仪技术性能和参数制定校准过程的要求和校准方法，确定校准用标准装置及配套测量软件与系统，形成校准规范初稿。按照团体标准立项会专家评审意见对初稿进行了更改。

(三) 根据机载被动腔气溶胶光谱仪校准规范初稿进行校准试验，根据确定的示值误差计量特性要求，针对相应技术流进行校准方法的实验验证，通过试验确定被校准设备所要完成的校准项目，应配置的标准装置及配套测量仪器，研究各种校准项目的检定方法的可行性，分析各测量结果不确定度，形成《机载被动腔气溶胶光谱仪计量校准规范》意见稿。

(四) 本着经济合理的原则选择标准器和测量设备，规范附件给出了测量不确定度分析实例，一般来说，在选择标准器和配套设备时，只要不确定度不大于其被校设备基本误差的 1/3 即可。

(五) 校准条件

环境温湿度的要求主要是考虑到各个标准器以及被测设备的

最佳工作状况同时兼顾现场实际情况。

根据云微物理研究气溶胶颗粒物的谱分布特点，主要研究对象为 $0.8\ \mu\text{m}$ 以下颗粒物，在此范围内按照梯度对比的原则，选择了 $0.2\ \mu\text{m}$ 、 $0.4\ \mu\text{m}$ 、 $0.8\ \mu\text{m}$ 三种规格校准用标准粒子的粒径；参照设备厂家及激光散射类对标准物通用材料要求，选择了 PLS（聚苯乙烯微球）作为校准用标准粒子；对 PLS 微球国内外知名生产企业如：Thermo Fisher、Sigma-Aldrich、Duke Standards、鸿蒙海岸的产品各粒径的不确定进行了统计调研，取上述 4 家企业有关产品的扩展不确定度平均值作为本标准标准粒子的不确定度值。

（六）校准方法

本规确定了设备的校准方法，即峰值粒径误差及粒径测量的重复性校准方法，从而使从事校准的工作人员能够做到有的放矢。该条款对粒径的测量示值误差及重复性给出了计算公式。

（七）复校时间间隔

依据 JJF1139-2005《计量器具检定周期确定原则和方法》等检定规程对检定周期的规定以及日常工作对设备校准的需求，规定了机载的复校时间间隔最长不应超过半年。

（八）校准结果表达

参照 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》的要求，对按本规范的方法进行校准的结果进行了不确定度评定。

附录 A 部分规定了机载被动腔气溶胶光谱仪校准原始记录表样式。

附录 B 部分，对机载被动腔气溶胶光谱仪校准证书（内页）格式进行了规定。

附录 C 部分，本部分为测量结果的不确定度评定实例，从测量的数学模型、不确定度的来源分析、标准颗粒的标准不确定度 u 的评定等三部分进行举例分析。

五、与现行有关法律、法规和强制性标准的关系

本标准与现行有关法律、法规和强制性标准没有矛盾。

团体标准《被动腔气溶胶光谱仪计量校准规范》

项目起草工作组

2025 年 08 月 29 日