**湖南省地方计量技术规范**

**《高精度气体层流流量计校准规范》**

**编制说明**

**《高精度气体层流流量计校准规范》起草组**

**2024年09月**

湖南省地方计量技术规范

《高精度气体层流流量计》

编制说明

**一、任务来源**

根据《湖南省市场监督管理局关于下达2023年度湖南省地方计量技术规范项目计划的通知》（湘市监计量函〔2023〕27号）的要求，由湖南省计量检测研究院牵头负责，承担“高精度气体层流流量计”的编制工作。

1. 采纳国际建议说明

编写组通过查询OIML网站公布的文件，未发现有关的国际建议，特此说明。

1. 制定的必要性

随着航天科技、医学研究的不断发展，高精尖领域对微小气体流量测量的精度要求越来越高，高精度气体层流流量计（如0.2级、0.5级）使用越来越广泛，其量值溯源难题也越来越突出。

气体层流流量传感器是指利用层流条件下，流速与流体经过传感器产生的差压成正比的流体力学原理而制成的流量测量装置。气体层流流量计是微小气体流量测量的一种非常重要的仪器，因具有无可动部件、量程比宽、测量准确度高、响应速度快等特点，被广泛应用在半导体加工、汽车电子、化工制药和医疗等行业中。

目前，国内针对气体层流流量传感器的溯源依据是国家计量检定规程JJG 736-2012《气体层流流量传感器》，可用钟罩式、临界文丘里喷嘴及标准表法气体流量标准装置进行检定，但仅适用于1.0级及以下等级的层流流量传感器。其主要原因是常用气体流量标准装置普遍为0.2级、0.5级，要对高精度气体层流流量计进行检定或校准，标准装置的扩展不确定度（k =2）或最大允许误差应不超过被检传感器最大允许误差的1/3，否则，无法进行有效量值溯源。我院对高精度气体层流流量计的校准方法进行研究，制定了一套可操作性强，具备较好兼容性、标准化的校准方法，进而形成湖南省地方校准规范。该规范的出台，将规范我省层流流量传感器的校准，形成省内一致意见，填补我省没有气体层流流量传感器校准规范的空白，建立层流流量计量溯源体系。

1. 主要技术依据及原则

本规范以JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1004–2004 流量计量名词术语及定义、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性文件，以JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》规定的规则进行编写。本着科学合理，便于操作的原则，根据现有的国家计量技术规范、国标、企业标准和专家意见、建议，以现有的生产技术、校准技术为前提，本着提高生产水平，鼓励进步，完善高精度气体层流流量计的溯源体系。

目前高精度气体层流流量计尚无相应校准规范，且此类标准由于测量精度高（0.5级及以上），所以该类设备的校准对标准设备的确却度和稳定性有极高的要求，本规范中对于用pVTt法气体流量标准装置组合流量调节装置做了详细的说明，除了需要对溯源的标准器提出要求，也要对校准方法作出要求，在此基础上，结合实际，本规范引用了下列文件：

JJG 736-2012气体层流流量传感器

五、制定的进度情况

从接受起草任务、组成起草组到完成《高精度气体层流流量计校准规范》（送审稿），大致分三个阶段：

1. **接收起草任务及组成起草组阶段**

2023年1月至6月，组成起草组，进行调研工作；查阅相关研究资料，调研高精度层流流量计使用客户、安装情况、标准文件、法律法规等相关内容。

**2、校准方案论证阶段**

2023年7月至2024年04月，调研、试验，整理试验数据，确定校准方法。

在项目实施进程中对研究方案和内容进一步验证后发现，以pVTt法装置做标准并选用音速喷嘴组设定流量有不可控成分，经项目组研究讨论后决定更改技术路线，采用活塞法气体流量原级标准对高精度气体层流流量计的量值溯源。然而在双向活塞校准装置研制过程中，采用的直线电机须同时具备驱动柱塞往复移动和位置测量功能，市面上的成品难以满足条件且造价太高，故重新调整校准方法。

在项目组反复研讨后，最终决定使用现有的pVTt法气体流量装置做为主标准器，结合自主研发的流量调节装置校准高精度气体层流流量计。并对该阶段的具体工作进行了部署：1、调整优化项目组；2、根据工作目标及进度安排，责任到人实施该项目。

起草组召开了方案论证会。在原项目任务书的基础上，确定了规范起草的如下要求：

1）规范的适用范围；

2）被校气体层流流量计的计量特性；

3）主要校准项目和校准方法；

4）测量标准及其他设备的技术要求；

5）不确定度评定示例。

**3、校准规范编制实施阶段**

1）2024年5月至6月，根据校准规范技术方案完成主要校准项目试验验证及校准方法研究，起草组讨论并小范围征求意见。

2）2024年7月至8月，完成《高精度气体层流流量计校准规范》初稿内审形成征求意见稿，完成意见征求并根据反馈意见完成送审稿；

3）2024年10月，完成《高精度气体层流流量计校准规范》（送审稿）预审。

六、规范起草的要点及说明

规范原计划校准对象为准确度等级为0.5级及以上的高精度气体层流流量计，在实际编制中发现，该校准方法同时适用于0.5级以下气体流量计的校准。因此本规范在编制过程中扩大了校准范围。

1.适用范围

本规范主要适用于准确度等级为0.5级及以上的高精度气体层流流量计的校准；也适用于0.5级以下气体流量计的校准。

2.概述

气体层流流量计是一种基于差压测量的流量测量装置，是微小气体流量测量的一种非常重要的仪器。随着航天科技、医学研究的不断发展，高精尖领域对微小气体流量测量的精度要求越来越高，高精度气体层流流量计（如0.2级、0.5级）使用越来越广泛。

3.计量特性：

1） 准确度等级和最大允许误差

2） 重复性

4.校准用测量标准

根据目前校准用测量标准的能力及溯源现状，对校准用测量标准做出如下规定：

表1校准用测量标准设备

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 仪器设备及名称 | 用途及说明 |
| 1 | p.V.T.t法气体流量标准装置 | 用于对被校高精度气体层流流量计量值溯源的原级标准，装置的不确定度U =0.05%（k=2） |
| 2 | 流量调节装置 | 用于精确稳定控制校准过程中的流量大小，由大小不同的流量调节阀组合而成 |

5.校准项目

根据制定的计量特性要求，选取如下校准项目：

表2 校准项目

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准方法条款 |
| 1 | 示值误差 | 7.2 |
| 2 | 重复性 | 7.2 |

6.校准方法

根据选定的校准项目分别编制对应的校准方法，详见《高精度气体层流流量计》（征求意见稿）相关条款。

七、征求意见情况

2024年8月向23个单位有关专家发出征求意见稿，其中3个单位给出意见或建议，20个单位无意见或建议。共收到意见或建议7条，采纳或部分采纳5条，不采纳2 条。

编写组对合理的意见或建议予以采纳并遵照专家意见进行了认真修改，对不采纳的条款均做出了相应说明。

八、验证情况和结果

为验证本《高精度气体层流流量计校准规范》中所规定校准项目以及校准方法正确性和可行性，起草组选择几种类型的气体层流流量计作为实验对象，验证了全部校准项目，并编制了实验报告。验证实验结果表明：规范规定的校准项目和技术要求合理，校准方法正确、可操作。

九、参考资料

JJF 1059.1-2012测量不确定度评定与表示

JJG 736-2012 气体层流流量传感器

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1004-2004 流量计量名词术语及定义

本规范调研、制订及征求意见的过程中，得到了相关领导和专家的支持和帮助，在此表示衷心的感谢！