

《热膜剪应力测量系统校准规范》

团体标准编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

根据《中国计量测试学会关于公布 2025 年度第一批 18 项团体标准立项名单的通知》(量学发〔2025〕97 号)相关规定,以及中国计量测试学会团体标准制修订工作安排。

(二) 协作单位

本团体标准的牵头起草单位为北京振兴计量测试研究所,协作单位为厦门大学和中国计量测试学会。

(三) 主要工作过程

通过本标准的制定,可以规范热膜剪应力测量系统的计量特性、校准条件、校准项目、校准方法、校准结果的处理和校准周期等技术要求,能够引导热膜剪应力测量系统行业标准化测试,大力推进高性能热膜剪应力测量系统计量技术,对保证热膜剪应力测量系统量值溯源的完善性具有重要指导意义。

2025 年 3 月初,按照中国计量测试学会的工作安排,成立了《热膜剪应力测量系统校准规范》团体标准的编写工作小组,由北京振兴计量测试研究所张琦负责工作小组,主要编写人员为付政伟、王凌云、张琦、李炜鹏、江宇璇、张佳楠和赵玲玲;由

北京振兴计量测试研究所牵头负责标准化建设工作方案的拟定和组织实施、标准化工作统一领导，资源支持、协调及技术把关，标准引用的规范文件、专业术语的解释；厦门大学负责提供试验场所、负责术语和定义、测试平台设计以及数据处理定义、数据记录编写；中国计量测试学会负责团体标准的形式审查、规范校对及征求有关部门专家的意见。

二、编制情况

（一）编制原则

本规范在内容与格式上均符合 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求，文字通俗、简练；编写内容层次分明、正确、全面；校准方法和数据处理科学合理；校准条件和设备适当，并具有良好的可操作性。

（二）工作分工

本标准编制过程中，工作分工见表 1。

表 1 工作分工

序号	工作内容	参加人
1	调研、搜集国内外相关标准资料	付政伟、李炜鹏
2	规范起草	付政伟、王凌云、张琦、李炜鹏、江宇璇、张佳楠、赵玲玲
3	规范校对、提出修改意见	张琦、江宇璇、张佳楠
4	征求有关部门专家的意见，	付政伟、江宇璇、赵玲玲

	意见汇总	
5	标准化	付政伟、王凌云、张琦、李炜鹏、江宇璇、张佳楠、赵玲玲

(三) 调研阶段

2025年3月，成立了《热膜剪应力测量系统校准规范》团体标准的编写工作小组，由北京振兴计量测试研究所张琦负责工作小组，主要编写人员为付政伟、王凌云、张琦、李炜鹏、江宇璇、张佳楠和赵玲玲；由北京振兴计量测试研究所牵头负责标准化建设工作方案的拟定和组织实施、标准化工作统一领导，资源支持、协调及技术把关，标准引用的规范文件、专业术语的解释；厦门大学负责提供试验场所、负责术语和定义、测试平台设计以及数据处理定义、数据记录编写；中国计量测试学会负责团体标准的形式审查、规范校对及征求有关部门专家的意见。

编制组调研了热膜剪应力测量系统设计、生产及应用的主要单位，调研单位涵盖了航空、航天、高校等研究院所，如航天科工三院三部、三院301所、二九基地、厦门大学、西北工业大学、大连理工大学等单位，上述单位是我国专门从事剪应力测试技术研究及应用的专业研究所和高校，在剪应力测量系统等方向具有丰富的研究经验。编制组还调研了几个主要的计量技术机构，比如中国计量科学研究院、航空304所等，针对热膜剪应力测量系统校准量值溯源当前状态和方法，进行了认真交流和调研，确定当前还未有相关部门颁布过热膜剪应力测量系统相关标准。

该调研工作对标准的编写具有极大的推动作用，明确了标准的编写方向，同时也为该标准的编写奠定了技术基础。

(四) 立项阶段

2025年4月，完成了中国计量测试学会2025年度第一批团体标准项目立项申请，并获批立项。编制组在试验数据的基础上，编写了《热膜剪应力测量系统校准规范（标准草案）》和《热膜剪应力测量系统校准规范（编制说明）》。

(五) 初稿编制阶段

2025年6月，开始编写《热膜剪应力测量系统校准规范（初稿）》。在编写阶段，按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》进行编写，其中综合考虑热膜剪应力测量系统校准的条件和应用目的，确保过程的可操作性。针对热膜剪应力测量系统的校准方法，进行了大量的现场测试，并对热膜剪应力测量系统测试数据进行了整理和分析。编制组在试验数据的基础上，编写了《热膜剪应力测量系统校准规范（初稿）》和《热膜剪应力测量系统校准规范编制说明（初稿）》。

(六) 征求意见阶段

2025年7月，《热膜剪应力测量系统校准规范（初稿）》编制完成后，北京振兴计量测试研究所组织计量测试领域专家对标准初稿进行了两次评审，与厦门大学和中国计量测试学会共同研讨，编制组根据专家的意见对标准初稿进行了修改、完善和确认，最终形成了《热膜剪应力测量系统校准规范（征求意见稿）》。

2025年8月至2025年10月，在形成《热膜剪应力测量系统校准规范（征求意见稿）》后，征求了11家单位专家意见，征求意见范围覆盖相关国防计量技术机构、有溯源需求的设计、研制生产单位和试验验证单位，共收到8家单位11位专家的26条修改意见。征求意见单位见表2。

表2 征求意见单位

序号	征求意见单位
1	中国计量科学研究院
2	中国空气动力研究与发展中心
3	中国航天空气动力技术研究院
4	西北工业大学
5	大连理工大学
6	北京长城计量测试研究所
7	北京电子工程总体研究所
8	北京机电工程研究所
9	北京空天技术研究所
10	北京动力机械研究所
11	北京机电工程总体设计部

2025年11月，编制组根据专家反馈的26条意见及北京振兴计量测试研究所所内专家若干条意见对标准征求意见稿再次进行了修改，最终形成的标准征求意见稿和编制说明征求意见

稿，待提交至中国计量测试学会。

三、主要技术内容

主要技术内容如下：

(1) 范围：规定了热膜剪应力测量系统的计量特性、校准条件、校准项目、校准方法、校准结果的处理和校准周期等技术要求。

(2) 规范性引用文件：列举了标准引用的规范或标准。

(3) 术语和定义：定义了热膜剪应力测量系统校准技术中涉及的各类名词。

(5) 技术指标：剪应力测量范围为 $1\text{Pa} \sim 100\text{Pa}$ 。

(6) 参数：示值相对误差、回程误差和稳定性。

(7) 性能要求：热膜剪应力测量系统的示值相对误差不大于 $5\%FS$ 、回程误差不大于 $5\%FS$ 和 60s 内稳定性不大于 $5\%FS$ 。

(8) 校准方法：详见《热膜剪应力测量系统校准规范》。

(9) 试验、检验规则、数据处理：详见《热膜剪应力测量系统校准规范》。

四、团体标准内容分析

(一) 主要试验（验证）的分析

热膜剪应力测量系统相较于传统的剪应力测量系统，因其热膜技术结构简单、运行可靠、对流场干扰小、可操作性强等优点，更加利于测量飞行器壁面的剪应力大小。精确测量壁面剪应力可监测飞行器周围流体的运动状态，防止流动分离引发的失速，对

于维护飞行器的飞行安全具有重要意义；对获取飞行器的粘性阻力、优化飞行器结构具有重要意义，减小壁面剪应力可降低运载工具能耗并提高其性能。

热膜剪应力测量系统校准规范团体标准建立将满足国防科技工业热膜剪应力测量系统校准的迫切需求，适应现代化国防系统设计、试验和生产的要求，确保国防科技工业热膜剪应力测量系统量值的准确可靠。由于没有专门的热膜剪应力测量系统校准规范团体标准，使得相关单位、用户与其他剪应力测量部门在使用一些指标、术语时产生歧义；同时由于没有相应的校准规范团体标准，也影响设备周期校准的正常进行，无法保证科研生产的进度。为了保证热膜剪应力校准系统的量值可靠，具备完整的溯源链，确保其测量数据的有效性、可靠性和准确性，需要对其进行试验系统综合参数的校准。

本标准针对热膜剪应力测量系统的校准方法及校准项目等进行了大量的现场测试，并对热膜剪应力测量系统的校准数据进行了整理和分析，验证结果表明本标准的计量特性、校准条件、校准项目、校准方法、校准结果的处理和校准周期均合理可靠。本标准所规定的校准项目合理、技术要求恰当、校准方法正确可行、可操作性强。

(二) 综述报告

国内外暂无针对热膜剪应力测量系统校准的团体标准。国内航天科技一院、航天科工二院、航天科工三院和航天科技十一院

等单位都对飞行器壁面剪应力测量有着大量的需求。在使用热膜测量剪应力时都需要用到热膜剪应力测量系统，测量系统的准确性、可靠性直接影响到试验数据的可信程度，关系到国防科技工业热膜剪应力测量系统量值的溯源性。伴随着科技水平快速发展，军工各单位对热膜剪应力测量系统的校准需求越来越迫切，目前尚无热膜剪应力测量系统校准规范团体标准，急需开展热膜剪应力测量系统校准规范团体标准建立工作。

五、采用国际标准的程度及水平的简要说明

暂无针对热膜剪应力测量系统校准的国际标准。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、贯彻学会团体标准的要求和措施建议

建议本标准作为推荐性标准。

建议采用本标准的单位，在充分理解标准要求的情况下，结合被测样品种类、型号/规格、工作环境类型开展热膜剪应力测量系统校准规范的标准宣贯，以达到更好的使用效果。

希望执行本标准的单位，根据标准实施情况，及时向光学工程学会和起草单位反馈意见，以便对标准进行下一步修改或更正。

八、其它应予说明的事项

无。