

附件：公示内容

1. 项目名称

宽量程高精度正压漏孔校准技术研究

2. 候选单位（含排序）

- (1) 北京东方计量测试研究所
- (2) 哈尔滨工业大学
- (3) 兰州空间技术物理研究所
- (4) 东北大学

3. 候选人（含排序）

- (1) 卢耀文
- (2) 董云宁
- (3) 鄂 鹏
- (4) 张虎忠
- (5) 刘 坤
- (6) 夏 天
- (7) 余 荣
- (8) 闫 睿
- (9) 李田甜
- (10) 陈俊儒
- (11) 宋 琦
- (12) 康朋伟
- (13) 陈千睿

4. 项目简介（1200字以内）

(1) 研究背景及意义

正压泄漏检测广泛用于科学研究和工业生产中，检测结果的正确性直接影响产品和工程的质量，在航天重大工程中尤为重要。正压漏孔是一种向大气环境下提供稳定漏率的装置，一般有多种结构形式，常用于标定各类正压泄漏的检测结果。正压泄漏检测结果一方面取决于检漏设备本身的性能，另一方面取决于作为参

考标准的正压漏孔，对于实际检漏结果后者的影响更为重要。当前，国内外相关计量机构开展了正压漏孔校准技术研究，公开报道的正压漏孔校准范围为 $10^{-1}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}\sim 10^{-8}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。但随着我国空间技术、半导体及电力工业的快速发展，对器件提出长寿命高可靠的要求，根据工艺要求部分正压泄漏检测下限达到 $10^{-10}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 量级。因此，拓展当前正压漏孔的校准范围、减小校准结果的测量不确定度，是当前真空测量技术研究的重要方向，也是科研和工程应用急需解决的技术难题，具有重要的实用价值和学术价值。

本项目开展宽量程高精度正压漏孔校准技术研究，采用定容法和累积比较法耦合实现 $10^{-1}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}\sim 10^{-10}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 的校准范围，提出累积比较法将正压漏孔的校准下限由 $10^{-8}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 延伸至 $10^{-10}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ ，采用的校准过程缩短了校准时间。项目的研究成果解决了科研生产中长寿命高可靠器件/部件正压泄漏检测结果的量值溯源问题，延伸了真空测量领域中正压漏孔的校准下限，为拓宽应用领域提供了硬件平台和技术手段。

(2) 主要创新点

1) 采用定容法和累积比较法，将正压漏孔的校准范围由 $10^{-1}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}\sim 10^{-8}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 拓展至 $10^{-1}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}\sim 10^{-10}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。通过降低定容室漏放气、减小温度波动影响及微小压力测量系统设计，将定容法正压漏孔校准下限由当前的 $10^{-6}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 延伸至 $10^{-8}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。

2) 提出累积比较的校准方法，将正压漏孔的校准下限由 $10^{-8}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 延伸至 $10^{-10}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。在大幅缩短正压漏孔泄漏累积时间的同时，提高了累积室中的示漏气体分压力，解决了质谱计难以测量微小示漏气体分压力的瓶颈问题。

3) 提出采用标准气体流量计向真空条件下提供标准示漏气体的方法，解决了标准混合气体配制的关键难题。采用混合气体膨胀衰减压力结合分子流进样方法，保证了引入累积室中的示漏

气体流量稳定且在质谱计的测量范围内。

(3) 成果应用情况

该项目成果已成功应用于航天器的总装检漏、小卫星及微小卫星的漏率检测和液体火箭发动机的泄漏检测；航空发动机真空钎焊、真空等离子喷涂、真空电子束焊和真空热处理炉等工艺过程和设备的现场正压泄漏检测；电子行业行波管、开关管、导航陀螺仪和红外探测器组件等产品的漏率检测。为众多领域真空器件的寿命及可靠性评价、现场正压泄漏检测和量值溯源提供了有效手段，取得了显著的经济效益和社会效益。

(4) 知识产权情况

该项目具有多项自主知识产权，获授权发明专利 9 件，申请发明专利 1 件，发表论文 8 篇，行业标准 1 项。

(5) 社会经济效益

本项目突破多项技术瓶颈，形成完整的技术体系，解决了我国国防建设和工业生产中的真空计量检测基础技术问题。项目成果已经应用到航空航天、半导体、核能、新能源、电力等领域，为军用及民用的各类正压泄漏检测提供了有效手段，提升了产品的安全性和可靠性。

5. 相关证明材料

(1) 专利

序号	名称
1	基于比较法校准正压漏孔的分子流进样系统及控制方法
2	一种微小漏率正压漏孔校准的气体取样系统及方法
3	质谱仪用极杆及质谱仪
4	一种基于电离真空计的真空分压力的测量方法
5	用于制造柔性基底多层薄膜的卷绕镀膜系统
6	一种复合型微生物快速检测方法及其微芯片系统
7	空间碎片等离子体推进器
8	一种电容模拟器及模拟电容的方法

9	一种测试装置
10	一种下限为 10^{-10} Pam ³ /s 的正压漏孔校准系统与amp;方法

(2) 论文专著

序号	名称
1	一种下限为 10^{-10} Pam ³ /s 正压漏孔校准装置
2	定容法正压漏孔校准装置
3	一种 ($10^{-1} \sim 10^{-10}$) Pam ³ /s 标准气体流量计的设计
4	Vacuum control system for the Space Plasma Environment Research Facility
5	Design and construction of the Flux Core coils of the Space Plasma Environment Research Facility (SPERF)
6	A study of intrinsic amorphous silicon thin film deposited on flexible polymer substrates by magnetron sputtering
7	Transport Mechanism and Electrokinetic Flow Model of Bio-Molecules and Ions in Nanofluidic Channels Far from Equilibrium
8	生物纳流控芯片控制电极的设计与制备

(3) 标准

序号	类别	名称
1	团体标准	正压漏孔（累积比较法）校准规范