

附件：公示内容

1. 项目名称

宽量程复合型现场真空校准技术研究

2. 候选单位（顺序代表排序）

- (1) 北京东方计量测试研究所
- (2) 东北大学
- (3) 哈尔滨工业大学（深圳）

3. 候选人（顺序代表排序）

- (1) 董云宁
- (2) 卢耀文
- (3) 刘 坤
- (4) 闫 睿
- (5) 赵 琳
- (6) 魏萌萌
- (7) 柏向春
- (8) 陈俊儒
- (9) 李 京
- (10) 王汐月

4. 项目简介

项目简介如下：

一、研究背景及意义

真空计量技术在航空航天、核物理、半导体、太阳能、电力电气、制冷等行业得到广泛应用，是保证量值传递正确、产品质量可靠、重大工程成功的重要技术基础。当前将真空仪器设备送往实验室校准存在以下问题：一是实验室环境和真空仪器实际使用环境存在差别，环境变化引起测量结果发生变化；二是送往实验室的周期长，并且运输过程导致仪器设备的性能发生变化；三是真空装备集成化高、系统性强且部分设备需要连续运行，真空测量仪器无法拆卸送往实验室校准，集成化设备无法独立在实验室工作。

本项目针对当前现场真空度和真空漏率校准的迫切问题，将多种真空校准方法耦合，采用特殊的结构设计和工艺处理，将实验室体积大、重量大的多套装置

的功能集成在一套便携式设备上,解决了现场真空度和真空漏率的校准及量值溯源需求。

二、主要创新点

1) 采用的集成化设计思路,首次将真空度和真空漏率校准功能耦合在便携式真空校准装置上,通过优化设计仅采用一套电容薄膜真空计作为参考标准,在一台便携式装置上实现了四种真空度的校准方法和真空漏率的校准。

2) 采用将模块化和功能复用的方法,将静态比较法、动态比较法、静态膨胀法和动态流量法耦合在一起,实现了($1\times 10^5\sim 1\times 10^{-6}$) Pa的现场真空度宽范围的校准;提出静态膨胀法用于期间核查和在线校准的方法,为现场校准提供可靠的数据。

3) 装置将动态比较法、累积比较法两种真空漏率校准方法集成在一起,实现了($5\times 10^{-6}\sim 1\times 10^{-16}$) $\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 的现场真空泄漏漏率校准范围;通过配制含微量示漏气体的标准混合气体并采用膨胀衰减压力的方法,为流导元件入口获得下限为 1×10^{-6} Pa的示漏气体,采用 $10^{-10}\text{m}^3/\text{s}$ 量级的分子流导元件进气,将标准气流量的下限延伸至 $1\times 10^{-16}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。

三、成果应用情况

宽量程复合型现场真空校准装置和校准技术已成功应用于航空发动机生产、航空材料工艺处理、核科学研究、武器装备生产、航天液体火箭发动机、航天器总装检漏和电真空器件生产等国防军工的领域生产研发过程的真空参数校准和工艺保障环节,还为地区性计量机构和高新技术企业提供技术研究和服务,解决了国防建设、工业生产及科学研究中现场真空度和真空漏率的量值溯源问题,为应用单位、上下游相关产业的技术升级、产品质量提升的经济效益增长提供计量保障。

四、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 10 件,发表论文 16 篇,行业标准 2 项,中国航天五院标准 1 项。

五、经济社会效益

本项目突破多项核心技术瓶颈,形成了完整的技术体系,解决了我国国防建设和工业生产中的现场真空计量检测的基础技术问题。项目在航天航空、高能物理、汽车制造、半导体、核能、新能源、制冷、电力等领域及先进元器件、先进材料、智能制造、通讯等行业实现应用与成果转化,近三年产生经济效益超 2 亿元,并为国防建设和工业生产解决现场真空校准技术难题,产生了良好的社会效益。

5. 相关证明材料:

知识产权列表如下:

1、已授权专利

序号	名称
1	真空计校准装置及校准方法
2	一种复合型比较法真空校准系统及方法

3	气体流量计系统及其使用方法
4	一种内部气流自调节型洁净室及气流调节方法
5	一种微型真空泵抽气性能测试装置及方法
6	一种含有泵前冷凝器的干式真空系统
7	一种溅射离子泵的磁路结构及溅射离子泵
8	一种用于制备固态电解质材料的多模块真空设备
9	一种具有复合膜层的烧结钕铁硼磁体及其制备方法
10	质谱仪用极杆及质谱仪

2、其他知识产权目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称
1	团体标准	超灵敏度检漏仪校准规范
2	中国航天五院标准	超高灵敏度检漏仪校准规范
3	团体标准	便携式真空计校准规范

3、代表性论文专著目录

序号	论文专著名称
1	复合型便携式真空计校准装置
2	便携式真空计校准装置
3	便携式真空漏孔校准装置
4	一种下限为 $1.3 \times 10^{-14} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 的真空漏孔校准装置
5	一种 $10^5 \sim 10^7 \text{ Pa}$ 现场真空计校准装置的设计
6	一种 $(10^5 \sim 10^8) \text{Pa}$ 真空计校准装置的设计
7	一种 $(10^{-5} - 10^{-16}) \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 标准气体流量计的设计
8	超灵敏度检漏仪校准技术进展
9	一种基于现场的便携式真空计校准装置
10	便携式真空计校准装置
11	一种下限为 $10^{-14} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 的真空漏孔校准装置
12	一种基于现场的便携式真空漏率校准装置
13	微型真空泵抽气性能集成自动测量方法的实践研究
14	高真空干泵螺旋级抽气性能的数值计算模型
15	A Numerical Insight into Elastomer Normally Closed Micro Valve Actuation with Cohesive Interfacial Cracking Modelling
16	Effect of Coating Thickness on the Atomic Oxygen Resistance of Siloxane Coatings Synthesized by Plasma Polymerization Deposition Technique