

公示材料

一、基本信息			
项目名称	中文	基于柔性支撑结构的新型三维微小力测量装置研究	
	英文	Research on a new three-dimensional micro-force measuring device based on flexible supporting structure	
成果申报等级		<input type="checkbox"/> 一等奖 <input checked="" type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖	<input checked="" type="checkbox"/> 是否同意调级
主要完成人		徐立、郑培亮、王淑香、伍德常、黄振宇、鲁力维、李闯、张向	
主要完成单位		广东省计量科学研究院、广州航海学院、广东华兰海电测科技股份有限公司	
推荐单位(盖章)		广东省市场监督管理局	
奖项的主要项目来源		<input type="checkbox"/> 国家级 <input checked="" type="checkbox"/> 省部级 <input type="checkbox"/> 其他	
具体计划、基金的名称和编号：国家质检总局科技计划项目《基于柔性支撑结构的新型三维微小力测量装置研究》（2016QK028） 广东省科技计划项目《MEMS 技术在超微力检测中的应用及其多场耦合机理研究》（2014A040401044）			
成果的主要项目起止时间		起始： 2014-1	完成：2020-12
组织验收/鉴定单位		国家市场监督管理总局；广东省科技厅	
成果登记号	市场监管总局科技成果登记号 G-2021-092；粤科成登（2）字[2021]0069 号		成果登记时间 2021 年 3 月 25 日；2021 年 3 月

二、奖项简介

主要技术内容：针对科学研究和产业应用中空间任意方向微小力测不出、测不准以及设备复杂庞大、环境要求苛刻、适用性差的问题，系统研究了空间任意方向微小力量装置与方法和装置小型化、微型化技术。完成新型静电力复现装置与输出微小力间数学模型构建、三维微小力量装置研制、基于矩阵阵列宽量程高准确度测量装置集成应用、传感器小型化微型化技术开发与产业应用。解决了空间任意方向微小力无法测量和量值溯源以及装置小型化微型化问题，实现微小力量装置从实验室走向一般科学研究和产业应用的突破。

技术指标：（1）新型微小静电力复现技术。将距离测量和位置控制要求从微米量级扩展到毫米量级，极大简化装置结构、增强环境适应性，省去高准确度辅助设备。

（2） 三维微小力量测量装置。适用范围：空间任意方向微小力；测量范围： $(10\sim100)\ \mu\text{N}$ ；示值误差： $\leq 1.0\%\text{FS}$ ；示值重复性： $\leq 0.5\%\text{FS}$ 。

（3） 基于矩阵阵列的测力装置小型化微型化技术。实现称重模块体积较普通称重传感器减少 **60%**，最小称重模块质量 ≤ 0.1 千克。

创新点：（1）提出一种对距离测量和位置控制误差不敏感的新型微小静电力复现技术（获发明专利 ZL201510227806.9），并构建静电力复现装置与微小力输出间数学模型（获发明专利 ZL202210511711.X）。将微小力量测量系统中距离测量和位置控制装备允许误差从微米量级扩展到毫米量级，无需激光干涉仪等高精度辅助设备，极大简化微小力量装置结构和环境要求，实现了微小力量装置从实验室走向产业应用的突破。

（2） 基于柔性支撑结构和新型微小静电力复现技术完成三维微小力量测量装置与方法的研究（获实用新型专利 ZL201720524588.X），将目前微小力量的测量方向从竖直和水平方向扩展到空间任意方向，填补了国内外空间任意方向微小力无法直接测量的空白，解决了科研和产业应用中非竖直或水平方向微小力测不出、测不准的难题。

（3） 发明了矩阵阵列的宽量程高准确度测力装置集成方法，实现了恒定电压下微小力量的大量程测量（获发明专利 ZL202010226605.8），完全消除了变压器等辅助装置带来的测量误差，解决了测力装置集成化、小型化问题，为微小力量传感器的产业化应用、简化测力传感器结构以及微型测力传感器的设计制造提供了技术依据。

授权知识产权情况：获授权发明专利 4 项，实用新型专利 5 项，开发完全拥有自主知识产权的三维微小力量测量装置、卫星微推力测试平台、液滴脱离表面微小力量测试平台等多套装置，发表论文 5 篇。

应用推广及经济社会效益：（1）经济效益：技术助力广东华兰海电测科技股份有限公司等多家传感器生产企业实现微小力量传感器研发并量产，帮助企业实现产值提升；助力企业实现测力传感器微型化、轻量化以满足无人机等高端装备产业需求，帮助企业实现产品升级。经统计 2020-2022 年累计实现总收入 2216.28 万元，实现利润 208.3 万元，节约成本两百多万元。（2）社会效益：项目前期研究获中国仪器仪表学会科学技术二等奖 1 项，广东省测量控制与仪器仪表科学技术奖二等奖 1 项。开发三维微小力量测量装置、卫星微推力测试平台、液滴脱离表面微小力量测试平台等科学试验装置，为兰州大学参与的我国空间引力波探测计划卫星微推力测量、广州航海学院承担的国家自然科学基金等基础研究提供了强有力的技术支持。同时该技术对我国测力传感器产业技术创新和产品升级、满足我国高端装备制造的发展需求具有显著的促进与带动作用，产生显著社会效益。