附件：

2020年自治区科技奖励申报公示

**项目名称：自补偿式微压和高压精准测量关键技术**

**项目申报单位：新疆维吾尔自治区计量测试研究院、新疆大学，中国计量科学研究院、特变电工股份有限公司**

**提名单位意见：对照自治区科技进步奖授奖条件，提名建议该项目为自治区科技进步奖二等奖。**

**一、项目简介：**

主要技术内容：压力和温度计量为能源、环境、医学、航天科技提供精准数据，对国家能源战略、节能减排具有重要意义。本项目针对传统液体压力计操作过程繁琐、工作中受环境影响较大等检测技术的瓶颈，引进激光干涉测量新技术，提出了基于图像识别的数字化测量微压分析方法，采用激光干涉技术，基于实时测量空气密度的方法，实现了微小压力测量，采用自动加载压力和自动平衡设计方法，实现了高压液体压力测量及检测自动化；建立了标准装置测量不确定度评定的数学模型，解决超高压测量中的高度差关键技术，突破了制约我国传统液体压力计检测技术的瓶颈，实现了电测液体压力计的关键技术开发与应用。

**项目输出成果：**

1.规范14项：国家计量检定规程4项，地方计量技术规范10项

2.专利21项：发明专利授权1项，实用新型专利授权10项，软件著作权10件；

3.论文36篇：其中SCI收录2篇，中文核心期刊6篇；

4.专著2部：中国质检出版社出版

1. **推广应用情况**

使用该项目中的4项国家计量检定规程《JJG 926-2015 记录式压力表、压力真空表和真空表检定规程 》、《JJG 860-2015 压力传感器(静态)检定规程 》、《JJG 1173-2019 电子式井下压力计检定规程 》、《JJG 540-2019 工作用液体压力计检定规程 》以及10项地方规范为全国及我区压力计量技术的发展提供了一定的技术支撑，规范了企业生产销售行为，维护了广大生产经营企业和消费者合法利益。研究成果以标准、专利、学术论文、专著、软件等形式进行了推广应用，有效指导了压力计量器具的质量控制、安全生产、数据准确等，项目成果2013年1月应用以来，在新疆、天津、贵州、等多家单位进行了推广应用，2013年至2018年累计利润12000.0万元，减少了因测量不准确所造成的天然气交接损失共计1600万元，累计节约检测成本1400万元，节省工日1万个以上。该项目形成的液体压力计量检测技术为石油、石化、电力、医药行业提供了优质的质量体系建设，液体压力标准装置的建立和国家规范的制定，为广大企事业单位能够提供公平、公正优质的检测服务提供了技术支持和科学依据，值得广泛推广应用。

**三、主要知识产权目录**

**（一）国家技术规范4项**

1、《JJG 926-2015 记录式压力表、压力真空表和真空表检定规程 》[S].卓华等

2、《JJG 860-2015 压力传感器(静态)检定规程 》[S].吕中平等

3、《JJG 1173-2019 电子式井下压力计检定规程 》[S].吕中平、卓华等

4、《JJG 540-2019 工作用液体压力计检定规程 》[S].卓华等

（二）论著2本

吕中平、李海兵、卓华等《压力计量器具建标指南》，中国质检出版社，刊号：978-7-5026-3761-3，2013/2/15

卓华等《压力计量器具建标指南》，中国质检出版社，78-7-5026-4620-2，2019/1/15

（三）**地方技术规范10项**

**地方技术规范10项**

1、《JJG (新) 14-2014 自给开路式压缩空气呼吸器检定规程》卓华、李海兵等

2、《JJF（新）01-2015 水泥混凝土抗渗（渗透）仪校准规范》卓华等

3、《JJF（新）02-2015 水泥细度负压筛析仪校准规范》卓华等

4、《JJF (新) 06-2017 数字温湿度计校准规范》卓华、李海兵、赵亿坤等

5、《JJF (新) 07-2017 温湿度变送器校准规范》卓华、李海兵、曹永峰、赵亿坤等

6、《JJF (新) 22-2018 无创血压计校准仪校准规范》李海兵、卓华等

7、《JJF (新) 23-2018 盐雾试验箱校准规范》李海兵、卓华、曹永峰等

8、《JJF（新）45-2019 石油产品饱和蒸汽压测定仪（雷德法）校准规范》卓华、许燕、倪晓辉、李海兵等

9、《JJF（新）46-2019 热电偶补偿导线校准规范》卓华、倪晓辉、许燕、赵亿坤等

10、《JJF（新）47-2019 机械式冰箱温度计校准规范》许燕、赵亿坤等

（四）发明专利1件，实用新型专利授权10项；软件著作权10件

**4.1授权发明专利**

1. 曹永锋、塔依尔·斯拉甫力、吕中平、卓华、李浩、仝立公、陈武卿、宋长亮、高晓枫、鲜青龙；使用自动控温型定点炉生成温坪的方法 [ P].中国专利： ZL 2011 1 0379840.X 2016/3/9

**4.2实用新型专利**

1、卓华、李海兵、吕中平、仝立公等；基于补偿式微压计的压力测量系统 [P].中国专利： ZL 2013 2 0148910.5 2013/9/4

2、李海兵、卓华、吕中平、仝立公等；基于温度补偿的超声测距液体压力计 [P].中国专利： ZL 2014 2 0387869.1 2015/6/24

3、李海兵、卓华、吕中平、仝立公等；一种压力传感器校准系统 [P].中国专利： ZL 2016 2 0230461.2 2016/8/3

4、李海兵、卓华、吕中平、仝立公等；一种基于温度、高度差和转速的活塞专用综合测量系统 [P].中国专利：ZL 2017 2 0526018.4 2018/3/2

5、卓华、李海兵、曹永峰等；数据采集器装载装置 [P].中国专利： ZL 2019 2 0231187.4 2019/9/17

6、李海兵、卓华等；活塞压力计 [P].中国专利：ZL 2019 2 0236884.9 2019/9/17

7、卓华、李海兵、赵亿坤等；补偿式微压计支撑装置 [P].中国专利： ZL 2019 2 0231237.9 2019/9/17

8、李海兵、卓华等；一种计量检测工具箱 [P].中国专利：ZL 2017 2 0006288.2

9、宋长亮、卓华等；一种电子标签温度传感器 [P]. 中国专利：ZL 2013 2 0076366.8

10、卓华等；数字温度计自动检定系统[P]. 中国专利：ZL 2013 2 0186502.9

**4.3 软件著作权**

1、李海兵、卓华等；补偿式微压计检定系统 计算机软件著作权 登记号：V1.0 2013SR107760 2013/10/12

2、 卓华等；流量计算机数据处理软件V1.0 计算机软件著作权 登记号：2013SR092709 2013/8/30

3、李海兵、卓华等；压力变送器检定系统V1.0 计算机软件著作权 登记号：2017SR460404 2017/5/1

4、李海兵、卓华、仝立公等；精密压力表检定记录系统V2.0 计算机软件著作权 登记号：

 2017SR460416 2017/6/1

5、李海兵、卓华等；压力变送器校准记录系统V1.0 计算机软件著作权 登记号：2019SR0137804 2017/12/1

6、卓华、李海兵等；空盒压力计校准记录系统V1.0 计算机软件著作权 登记号：2019SR0854801 2018/6/1

7、卓华、李海兵等；精密数字式压力计自动检定操作软件V1.0 计算机软件著作权 登记号：

2019SR0970999 2018/6/1

8、卓华、李海兵等；数字压力计校准数据计算软件V1.0 计算机软件著作权 登记号： 2019SR0971258 2018/6/1

9、卓华、许燕、悦进、李海兵、田锋等；基于补偿式微压计空气密度采集系统 计算机软件著作权 登记号：V1.02020SR0801992 2020/7/21

10、卓华、田锋、悦进、许燕、倪晓辉、李海兵等；基于温度补偿的压力变送器检定系统 计算机软件著作权 登记号：2020SR0802043 2020/7/21

（五）论文36篇

1 李海兵,卓华 Excel在精密压力表数据处理中的应用 计量与测试技术2013年4月

2、卓华、仝立公 如何快速实现3095MA多参数变送器的校准 中国计量 2013年5月

3、李海兵,悦进,卓华, 一种校准活塞压力计的新方法 工业计量2013年5月

4、李海兵 、卓华 微压表检定中需注意的问题 工业计量 2013年5月

5、李海兵,悦进,卓华, 活塞式压力计专用砝码的探讨 计测技术 2013年8月

6、卓华 用活塞式压力计检定弹簧管式精密压力表应注意的问题 中国计量 2013年9月

7、李海兵,卓华 全自动压力控制器（静态）测量结果的不确定度分析 计量与测试技术 2013年9月

8、李海兵等 便携式全自动压力控制器的控制准确度分析 中国计量 2013年9月

9、李海兵,卓华 0.05级数字压力计示值误差测量准确度分析 计量与测试技术 2013年10月

10、卓华、李海兵 天然气现场流量计算机校准方法 计量技术CN 11-1988/TB 2013年10月

11、李海兵 基于C语言的补偿式微压计检定系统 工业计量 2014年5月

12、李海兵 、卓华、仝立功 传统补偿式微压计的技术改造 计量与测试技术 2014年4月

13、卓华、李海兵 基于补偿式微压计的压力测量系统 计量技术 2014年9月

14、李海兵,卓华等 新版精密压力表检定规程的讨论 计测技术 2014年9月增刊

15、 卓华等 HART协议和HART协议通讯设备在压力现场设备中的应用 计测技术 2014年9月

16、李海兵,卓华 自动标准压力发生器动态控制准确度分析 计测技术 2014年10月

17、李海兵,卓华等 标准补偿式微压计技术改造的验证方法\_ 上海计量测试 2015年2月

18、李海兵,卓华,赵亿坤,等 活塞有效面积测量方法的分析和比较 计测技术 2015年10月

19、李海兵 新版精密压力表检定规程的解读 计测技术2015年12月

20、李海兵,卓华 活塞式压力计和高度差测量的研究 自动化仪表 2016年2月

 21、李海兵, 卓华,吕中平等，A study on the distortion coefficient of piston 全国计量测试技术交流会会议论文 2016年9月

22、李海兵 液体压力计温度补偿的讨论 工业计量 2016年2月

23、李海兵,卓华,邓涛等 活塞压力形变系数的研究 计量技术B 2017年4月

24、李海兵,卓华,等 双活塞压力计准确度等级的确定 计测技术2017年4月

25、李海兵,卓华等 混凝土含气量测定仪校准方法的讨论 计测技术 2017年增刊

26、 李海兵 活塞式压力计检定过程中若干问题的讨论 计量技术B 2018年1月

27、 李海兵 基于高静压装置的差压变送器系统的研制 中国测试 2018年增刊

28、 卓华、李海兵等 基于温度、压力补偿的电子式井下压力计校准装置的研制 中国测试增刊 2018年9月

29、李海兵 电子井下压力计检定方法的发展及不确定度的评定 中国测试 2018年增刊

30、 卓华等 0.05级活塞式压力计有效面积测量结果的不确定度评定 中国测试增刊 2019年7月

基于温、压补偿的电子式井下压力计校准装置的研制 计量技术 2019年4月

31、卓华、李海兵等 活塞式压力计有效面积测量结果的不确定度评定 工业计量 2019年9月

32、 卓华、李海兵 压力变送器比对结果与分析评价 计量技术 2019年3月

33、 卓华、李海兵等 基于JJF1059.1的电子井下压力计标准器选择的验证 中国测试增刊 2019年7月

34、卓华等 水泥细度负压筛析仪测量结果不确定度评定 中国检验检测 2020年1月 34、

35、李海兵等 Electrical Properties and Aging Behavior of Na-doped Mn1.95Co0.21Ni0.84O4 NTC Ceramics Ceramics International 2020年 SCI源（IF=3.8）

36、赵亿坤等 Comparative Study on Radiation Properties of Blackbody Cavity Model Based on Monte Carlo Method International Journal of Thermophysics 2020年 SCI源 （IF=0.8）

**四、主要完成人情况：**

|  |
| --- |
| 主要完成人情况 |
| 姓名 | 排名 | 行政职务 | 技术职称 | 工作单位 | 对本项目的主要学术贡献 |
| **卓华** | 1 | 副所长 | 高级工程师 | 新疆维吾尔自治区计量测试研究院 | 本项目的总负责人、主持人，全面主持本项目的构建、协调、组织实施、数据验证、技术总结、验收、成果评价及推广应用，1、参与编写“《JJG 926-2015 记录式压力表、压力真空表和真空表检定规程》、《JJG 1173-2019 电子式井下压力计检定规程》、《JJG 540-2019 工作用液体压力计检定规程》和9项地方规范2、参与编写著作《压力计量器具建标指南》2本 ；2、主要贡献点有发明专利授权1项，实用新型专利授权10项，软件著作权10件；论文21篇；4、提出了基于图像识别的数字化测量微压分析方法，采用激光干涉技术，基于实时测量空气密度的方法，实现了微小压力测量；建立了标准装置测量不确定度评定的数学模型，采用自动加载压力和自动平衡设计方法，实现了高压液体压力测量及检测自动化；提出了多种结构活塞高度差的测量方法，采用压力平衡的高度差测量技术，完成了自补偿微压与高压测量压力器具检定系统。推进压力量值溯源的准确性、一致性有突出贡献。 |
| **李海兵** | 2 | 博士 | 高级工程师 | 新疆维吾尔自治区计量测试研究院 | 项目主要完成人，全面参与本项目的构建、数据验证、技术总结、验收、成果评价及推广应用，1、编写《JJG (新) 14-2014 自给开路式压缩空气呼吸器检定规程》、《JJF (新) 22-2018 无创血压计校准仪校准规范》等6项地方规范2、参与编写著作《压力计量器具建标指南》2013版3主要贡献点有实用新型专利授权8项，软件著作权9件，论文30篇；4、提出了采用激光干涉技术，基于图像识别的数字化测量微压分析方法，实时测量空气密度的方法，实现了微小压力测量；5、提出了多种结构活塞高度差的测量方法，采用压力平衡的高度差测量技术，完成了自补偿微压与高压测量压力器具检定系统。为自补偿微压与高压精准测量创新做出了创造性贡献。 |
| **吕中平** | 3 | 院长 | 提高待遇工程师 | 新疆维吾尔自治区计量测试研究院 | 项目主要完成人，全面参与本项目的构建、数据验证、技术总结、验收、成果评价及推广应用，完成了国家技术规范《JJG 860-2015 压力传感器(静态)检定规程 》和《JJG 1173-2019 电子式井下压力计检定规程》的制定2、发明专利一项，论文1篇3、参与编著《压力计量器具建标指南》2013版4、主要贡献点有实用新型专利授权4项5、提出了基于图像识别的数字化测量微压分析方法，采用激光干涉技术，基于实时测量空气密度的方法，实现了微小压力测量的关键技术，积极推进压力量值溯源的准确性、一致性有突出贡献。 |
| **许燕** | 4 | 博士生导师 | 教授 | 新疆大学 | 项目主要完成人，参加本项目的协调、组织实施、数据验证、技术总结等工作，1、参与了基于温压补偿的补偿式微压计的制备1、提出了实时测量温度、湿度、大气压的方法优化了空气密度的测量方法，降低了实时环境对测量准确度的影响2、采用了负温度系数热敏电阻，解决了传统热电阻在室温附近灵敏度低、响应慢、测温精度和可靠性低的难题3、提出了基于包括温度修正、密度修正以及浮子浮力修正的测量不确定度数学模型4、主要研究成果包括：3项地方标准，2项软件著作权。 |
| **田锋** | 5 | 副院长 | 高级工程师 | 新疆维吾尔自治区计量测试研究院 | 项目主要完成人，参加本项目的协调、组织实施、数据验证、技术总结等工作，1、提出了采用自动加压和自动平衡设计方法应用于液体压力计关键技术2、提出了通过数字通讯进行数据采集和控制执行光栅读数。3、提出了基于活塞平衡的参考面选择方法，采用适宜活塞结构的活塞专用高度测量尺，解决了不同平面人为测量不准的难题。4、主要研究成果包括：2项软件著作权。 |
| **悦进** | 6 | / | 高级工程师 | 中国计量科学研究院 | 项目主要完成人，参加本项目的协调、组织实施、数据验证、技术总结等工作，1、提出了采用自动加压和自动平衡设计方法应用于液体压力计关键技术2、提出了采用激光干涉仪测量位移方法，以及复合单片机、工控机控制技术、单片机技术，解决了传统液体微压计标准器操作过程复杂的难题；3提出了基于活塞平衡的参考面选择方法，采用适宜活塞结构的活塞专用高度测量尺，解决了不同平面人为测量不准的难题。4、主要研究成果包括：论文2篇、2项软件著作权。 |
| **倪晓辉** | 7 | 总监 | 高级工程师 | 特变电工股份有限公司 | 项目主要完成人，参加本项目的协调、组织实施、技术总结等工作，1、参加了自补偿高压测量系统的研制，提出了采用自动加压设计方法应用于液体压力计关键技术。2、提出了液体压力计配置温度测量修正系统，实时修正空气密度，高压液体压力计才用恒温箱补偿温度，实时修正压力测量准确度。3提出了基于活塞平衡的参考面选择方法，采用适宜活塞结构的活塞专用高度测量尺，解决了不同平面人为测量不准的难题。4、主要研究成果包括：2项地方标准，1项软件著作权。 |
| **仝立公** | 8 | 所长 | 高级工程师 | 新疆维吾尔自治区计量测试研究院 | 项目主要完成人，参加本项目的协调、组织实施、技术总结等工作，1、参加了基于温湿压补偿式微压计和自补偿高压测量系统和的研制2、提出了基于图像识别的数字化测量微压分析方法，实时测量空气密度的方法，3、提出采用自动加载压力和自动平衡设计方法，实现了高压液体压力测量及检测自动化；完成了自补偿微压与高压测量压力器具检定系统。4、主要研究成果包括：4项实用新型专利，1项软件著作权，论文2 篇。推进压力量值溯源的准确性、一致性有突出贡献。 |
| **曹永锋** | 9 | / | 高级工程师 | 新疆维吾尔自治区计量测试研究院 | 项目主要完成人，1、参加了基于温湿压补偿式微压计和自补偿高压测量系统和的研制2、提出了基于图像识别的数字化测量微压分析方法，实时测量空气密度的方法，3、提出采用自动加载压力和自动平衡设计方法，实现了高压液体压力测量及检测自动化；完成了自补偿微压与高压测量压力器具检定系统。4、主要研究成果包括：2项地方规范、1项发明专利，1项实用新型专利。推进压力量值溯源的准确性、一致性有突出贡献。 |
| **赵亿坤** | 10 | 博士 | 高级工程师 | 新疆维吾尔自治区计量测试研究院 | 项目主要完成人，1、参加了基于温湿压补偿式微压计和自补偿高压测量系统和的研制2、提出了基于图像识别的数字化测量微压分析方法，实时测量空气密度的方法3、主要研究成果包括：1项发明专利，4项地方规范、1项实用新型专利。推进压力量值溯源的准确性、一致性有突出贡献。 |

**五、主要完成单位及创新推广贡献：**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 排名 | 完成单位 | 详细地址 | 主要贡献 |
| 1 | **新疆维吾尔自治区计量测试研究院** | 1. 新疆维吾尔自治区新市区河北东路188号检测基地
 | 1、新疆维吾尔自治区计量测试研究院作为本项目的主持单位1. 全面组织协调项目技术团队组建、项目立项及研究实施、项目成果验收及推广应用。完成了基于温压补偿的补偿式微压计、自动补偿式微压计、自补偿高压测量系统
2. 发布实施了《JJG 926-2015 记录式压力表、压力真空表和真空表检定规程》、《JJG 860-2015 压力传感器(静态)检定规程》《工作用液体压力计检定规程》、《电子式井下压力计》，做出了创造性贡献。
3. 4、①提出了基于图像识别的数字化测量微压分析方法，采用激光干涉技术，基于实时测量空气密度的方法，实现了微小压力测量；②建立了标准装置测量不确定度评定的数学模型，采用自动加载压力和自动平衡设计方法，实现了高压液体压力测量及检测自动化；③提出了多种结构活塞高度差的测量方法，采用压力平衡的高度差测量技术，完成了自补偿微压与高压测量压力器具检定系统。
4. 主要研究成果包括：授权发明专利1项，实用新型专利10项，软件著作权10项，编制地方标准10项。发表论文36篇。填补了10项计量设备无地方标准的空白，保证了新疆压力量值传递的准确、可靠性，培养检验检测机构和企业专业技术人员多名，为项目的完成提供重要的技术数据。
5. 本项目所形成的系统和装置在新疆、宁夏、贵州等计量部门得到广泛应用，准确地检测了各类微压、高压设备，为五十余家企事业单位提供了技术支持和服务，累计经济效益1.2亿元。
6. 本单位在该项目执行过程中投入的工作量占总工作量的60%。。
 |
| 2 | **新疆大学** | 新疆乌鲁木齐市延安路1230号 | 新疆大学作为第2主要完成单位1. 参加了基于温压补偿的补偿式微压计的制备
2. 提出了实时测量温度、湿度、大气压的方法优化了空气密度的测量方法，降低了实时环境对测量准确度的影响
3. 采用了负温度系数热敏电阻，解决了传统热电阻在室温附近灵敏度低、响应慢、测温精度和可靠性低的难题
4. 提出了基于包括温度修正、密度修正以及浮子浮力修正的测量不确定度数学模型

5、主要研究成果包括：2项地方标准，2项软件著作权。6.本单位在该项目执行过程中投入的工作量占总工作量的50% |
| 3 | **中国计量科学研究院** | 北京市北三环东路18号 | **中国计量科学研究院**作为第3主要完成单位1. 提出了采用自动加压和自动平衡设计方法应用于液体压力计关键技术。
2. 提出了采用激光干涉仪测量位移方法，以及复合单片机、工控机控制技术、单片机技术，解决了传统液体微压计标准器操作过程复杂的难题；3、提出了通过数字通讯进行数据采集和控制执行光栅读数。

4、提出了基于活塞平衡的参考面选择方法，采用适宜活塞结构的活塞专用高度测量尺，解决了不同平面人为测量不准的难题。5、主要研究成果包括：2项地方标准，2项软件著作权。6.本单位在该项目执行过程中投入的工作量占总工作量的50%。 |
| 4 | **特变电工股份有限公司** | 昌吉市北京南路189号 | **特变电工股份有限公司**第4主要完成单位，1. 参加了自补偿高压测量系统的研制，提出了采用自动加压设计方法应用于液体压力计关键技术。
2. 提出了液体压力计配置温度测量修正系统，实时修正空气密度，高压液体压力计才用恒温箱补偿温度，实时修正压力测量准确度。
3. 提出了基于活塞平衡的参考面选择方法，采用适宜活塞结构的活塞专用高度测量尺，解决了不同平面人为测量不准的难题。

4、主要研究成果包括：2项地方标准，1项软件著作权。5.本单位在该项目执行过程中投入的工作量占总工作量的40%。 |

**六、完成人合作关系说明：**

本项目所有完成人均为新疆维吾尔自治区计量测试研究院、新疆大学、中国计量科学研究院、特变电工股份有限公司各个单位的研究团队科技研究骨干。项目研究涉及力学、电学、物理、化学、数据统计分析、检验检测、风险分析等众多学科。

项目第一完成人新疆维吾尔自治区计量测试研究院作为项目主持单位、第一完成单位及提名书申报单位，负责项目总体协调、总体技术路线把控、全部研发工作及试验大数据分析工作，对项目中取得的全部创新点均作出了重要贡献；新疆大学负责对该项目的总体设计，负责对该项目的选题、理论计算、试验、和关键技术的突破和应用，发现研究与应用中存在的问题，负责对存在问题原因进行分析，提出解决问题的方法及意见；中国计量科学研究院负责对该项目的理论创新、研发、试验及应用推广工作，为项目多个理论、技术创新做出贡献，特变电工股份有限公司协助完成理论创新、设备现场组装、现场应用、产品评估，产品推广。