

公示材料

一、基本信息			
项目名称	中文	多维度应力磁声无损检测评估关键技术及应用	
	英文	Key Techniques and its Application of Multidimensional Stress Testing and Evaluation Using Magnetic and Acoustic Methods	
成果申报等级		<input checked="" type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖	<input type="checkbox"/> 是否同意调级
主要完成人		郑阳、谭继东、朱雨虹、张宗健、李素军、徐光明、高斌、李翔、吕炎、王平	
主要完成单位		中国特种设备检测研究院、电子科技大学、北京工业大学、南京航空航天大学、中特检验集团有限公司、中特检仪器（嘉兴）有限公司	
推荐单位(盖章)		中国特种设备检测研究院	
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：原国家质检总局科技计划项目：磁声多参数综合评价材料损伤与应力状态关键技术研究（2016QK195） 原国家质检总局科技计划项目：结构内部应力的超声测量方法研究（2017QK110）			
成果的主要项目起止时间		起始： 2016-7	完成：2020-12
组织验收/鉴定单位		市场监督管理总局	
成果登记号	G2019-279；G2021-194	成果登记时间	2019 年 5 月 27 日；2021 年 9 月 1 日

二、奖项简介（限 1 页）

高端装备与重大设施的关键部件在制造和使用过程中，常因挤压、冲击、承载等复杂受力，产生残余应力或应力集中，如焊接接头制造中会存在残余应力，长输油气管道、大型储罐、钢结构建筑等常因地基沉降引发应力集中，设备服役中产生的缺陷会造成局部应力集中，影响使用性能和寿命，甚至引发安全事故，造成重大经济损失。因此应力检测是产品质量控制、安全评估、风险防控的关键技术之一。尽管目前应力无损检测方法众多，如 X 射线衍射法、拉曼光谱法、中子衍射法等，但仍不能有效解决表层/内部、深度/切向等应力多维度测量问题，特别是工业现场需求的便捷、高效、无损测量方法。中国科学基金杂志刊文：在第 200 期双清论坛上，来自全国 28 个单位的近 50 位力学相关领域专家一致认为，包含应力测量在内的材料内部全场力学量测量表征是困扰力学家的世纪难题，也是制约燃气轮机、高速铁路、海洋装备、航空发动机、载人航天工程等重大工程中材料与结构研发及安全服役的共性“卡脖子”问题。项目团队针对上述重大难题和重大工程需求，在“十二五”到“十四五”十余年间持续攻关，研发了磁声组合式应力检测成套技术及仪器，形成创新成果如下：

（1）应力多维度测量方面，提出了基于磁巴克豪森法、超声临界折射纵波法、导波法、横纵波法等磁声组合式应力测量方法，有效解决了工程中重大装备关键部件制造质量控制与服役安全评估中迫切需求的表层、深度方向、切向等多维度应力便捷、高效、无损检测评估难题。

（2）应力稳定测量方面，针对现有技术在应力检测时测量稳定性差、抗干扰性弱、空间分辨率低的突出问题，提出了壳式磁巴克豪森传感器设计方法和最优频率饱和励磁方法，研制了系列高性能传感器，国际首次实现测量空间分辨力优于 100 μm ，重复测量误差 $\leq 0.9\%$ 。

（3）应力精准测量方面，标定精度直接决定应力测量精度，针对标定中存在的标定试样差异影响大、多次标定结果分散等关键难题，提出了基于贝叶斯学习原理的标定曲线制作法和分段标定法，建立了磁、声特征参数与应力值的精确关联关系，实现 40MPa 以上应力测量标定误差优于 $\pm 10\text{MPa}$ 。

（4）高端检测仪器研制方面，研制了自主知识产权的磁巴克豪森应力检测仪和临界折射纵波应力检测仪，关键指标国际先进，实现了进口替代；针对工业应用需求，提出并在国际上率先研制了磁巴克豪森效应与声弹性效应协同的磁声应力检测仪、导波与横纵波协同测量的多模超声应力检测仪。

成果形成新仪器设备 4 种、新检测技术 4 种、授权专利 12 项、软件著作权 4 项，发表 SCI/EI 检索高水平学术论文 17 篇，制定团体标准 3 项。成果应用解决了油气管网基础沉降应力畸变测评、压力容器制造残余应力测评、高铁部件应力测评等工程中众多领域应力检测难题。仅成果完成单位近三年即获得直接经济效益近 3000 万元。鉴定委员会认为成果具有原始创新性，总体达到国际先进水平，关键指标国际领先。