

中国发明协会发明创业奖创新奖提名书 (2025) 年度

一、项目基本情况

提名者	西华大学, 四川科特检测技术有限公司, 四川垚宜盛信息科技有限公司		
项目名称 完成人 (完成单位)	声呐检测及安全评价系统		
	1 王宇 西华大学 2 唐松 西华大学 3 杨海燕 西华大学 4 廖飞龙 四川科特检测技术有限公司 5 高原 四川科特检测技术有限公司 6 郝振文 四川垚宜盛信息科技有限公司		
	填写说明: 项目完成人 (完成单位) 不超过6人, 由系统自动生成。		
学科	农林养殖	医药卫生	国土资源
	环境水利	轻工纺织	化工
	材料冶金	机械与动力 <input checked="" type="checkbox"/>	电子信息组
	民营企业		
	填写说明: 请在所属学科后面打√		
提名意见	<p>二等</p> <p>该项目针对大直径盐穴储气库检测中的关键难题, 创新性地提出基于声波衰减特性分析及多传感数据融合的检测方法, 具有重要的科学价值和应用前景, 在理论创新、方法突破和工程实践层面均展现出显著优势, 符合发明协会创新奖的评选标准。项目聚焦大直径盐穴储气库复杂环境下的检测瓶颈, 首次系统构建了高温高压高盐环境下的声波远程场衰减模型, 揭示了声波在盐溶液与天然气双介质中的传播机理, 提出了不规则壁面特征信号强化方法, 填补了该领域理论空白。研究通过多物理场耦合分析 (声、光、热、力), 开发了多源异质数据智能融合算法, 实现了检测参数的协同优化, 显著提升了复杂环境下的测距精度与目标识别能力。其中, 声光互补检测策略和压缩感知技术的引入, 有效克服了传统声呐在气腔检测中的局限性, 体现了多学科交叉的创新性。该项目突破了远程场声呐检测优化、多传感数据融合、声光热等一体化检测三大关键技术, 所研制的声呐检测装备及安全评价系统可推广至其他地下储气库、深海探测等领域, 对保障国家能源储备安全具有重大意义。项目从理论建模、仿真分析到实验验证形成完整闭环, 研究内容覆盖声波传播机理、多物理场耦合仿真、探头硬件优化及实地测试, 逻辑严谨。实验平台设计科学, 数据降维与拖影效应消除等细节处理体现了技术的工程化潜力。综上, 该项目在理论创新、技术原创性和应用落地性上均达到国际先进水平, 建议授予发明协会创新奖二等奖, 以鼓励其推动行业技术进步的重要贡献。</p> <p>提名单位:</p>		
填写说明: 第三人称表述, 本提名书均以第三人称表述, 不超过600字。			

二、发明创新情况

(一) 知识产权情况

论文情况				
序号	论文题目	刊名	作者	影响因子
1	Attenuation Characteristics of Ultrasonic Waves From Sonar Logging Tools in Salt Cavern Gas Storage	Facta Universitatis Series: Mechanical Engineering	Haiyan Yang, Yu Wang, Senlin Liu, Qing Tu, Gang Chen	4.622
2	On the acoustic attenuation characteristics of sonar detection in the salt-cavern gas storage environment	Frontiers in Earth Science	Haiyan Yang, Yu Wang, Yao Dai, Junfu Zhang, Gang Chen	3.661
3	盐穴储气库声呐检测室内实验装置设计	第三届中国储气库科技创新与产业发展国际高峰论坛论文集	张紫珊, 王宇, 陈刚, 杨海燕	无
4	Influence of the length of the spacer group on the performance of the sulfate-based Gemini surfactants	International Journal of Clothing Science and Technology	Yu Wang , Gang Chen , Haiyan Yang, Sisi Li	1.2
5	地下盐穴储气库腔体探测仪器探究	2021IPPTC国际石油石化技术会议论文集	严浩, 王宇, 潘安琪, 陈羽新, 杨海燕	无
6	A special thread design for failure prevention of expandable casing	Alexandria Engineering Journal	Yu Wang , Gang Chen, Haiyan Yang , Jun Jing	5.6
7	Progress in the functional modification of graphene/graphene oxide: a review	RSC Advances	Wang Yu, Li Sisi, Yang Haiyan , Luo Jie	3.9
8	The Influence of the Performance Parameters of Bimeta Composite Pipe on the Forming Efficiency	Integrated Ferroelectrics	Yu Wang, Qiang Li, Honghu Yuan, Jinhong Ba, Sirong Ruane	0.836
9	INVESTIGATIONS OF MECHANICAL PROPERTIES OF API P110 STEEL CASING TUBES OPERATED IN DEEP-SEA SOUR CONDENSATE WELL CONDITIONS	POLISH MARITIME RESEARCH	Yao Zilin, Wang Yu, Yang Xuefeng, Gao Anping, Zhang Rong, Jia Yanjie	1.5
10	INFLUENCE OF FIT CLEARANCE ON THE STABILITY OF "THREE OIL FILM-ROTOR" STRUCTURE	International Journal of Simulation Modelling	Wang, Y; Yang, H. Y; Chen, G; Jia, YJ.	2.1
填写说明 只填写近五年发表的论文，不超过10篇； 至少有一篇中文论文； 未列入完成人的作者应对本奖项知情同意。				

专利情况				
序号	专利名称	专利号	附件编号	法律状况
1	一种对称式盐穴腔体形状探测装置	ZL202322189318.6	1	授权
2	一种用于探测盐穴腔体形状的声呐工具	202111129749.2	2	公开
3	盐穴腔体形状探测装置及探测方法	202311024845.X.	3	授权
4	自密封式平稳展开结构以及盐穴腔体形状探测装置	202322189249.9	4	授权
5	一种声呐探测仪器的探头倾斜装置	202122332650.4	5	授权
6	一种走线结构以及盐穴腔体形状探测装置	202322189285.5	6	授权
7	一种地下安全式探测结构以及盐穴腔体形状探测装置	202322189259.2	7	授权
8	一种声呐探测仪器的介质参数标定结构	202122334684.7	8	授权
9	一种声呐探测仪器的快速连接电缆插座	202122345180.5	9	授权
10	滑块式角度调节结构及盐穴腔体形状探测装置	202322189305.9	10	授权
<p>填写说明：</p> <p>填写与项目相关的专利10个以内，按照重要程度排序；</p> <p>法律状态填写“公开”或“授权”两种；</p> <p>提供专利摘要页作为附件。</p>				

（二）项目简介

项目聚焦于天然气安全存储领域。随着天然气作为清洁高效低碳能源的需求激增，我国天然气消费量从2007年的705亿方增长至2023年的3945亿方，预计2030年将突破5000亿方，安全存储需求随之急剧增加。盐穴储气库凭借其高效、清洁、安全的特性，成为天然气储存的重要方式，对保障国内油气供应稳定、应对国际油气市场突变、维护国家能源和经济安全具有重大意义。实时掌握储气库体积变化是确保储气安全、保障国家能源战略顺利实施的关键。项目通过深入探究声波在大直径盐穴储气库中的检测特性，融合温度场、压力场等多物理场信息，结合声呐检测技术，开展多场数据融合研究，旨在实现大直径储气库不规则壁面目标特征的强化检测，提高检测精准性。

主要发明点如下：

- 1. 高温高压环境下声波衰减模型与距离特征强化策略：**项目首次针对大直径盐穴储气库中高温高压卤腔和气腔的复杂环境，结合远程场理论，系统地建立了超声波在该环境中的衰减方程。这一理论模型填补了该领域在复杂环境下的理论空白，为后续的声呐检测提供了坚实的理论基础。针对远距离信号衰减的难题，项目创新性地提出了距离特征强化策略，通过优化声波发射与接收参数，显著提升了在复杂环境下的检测精度和可靠性。该策略不仅考虑了声波在介质中的传播特性，还结合了盐穴储气库的实际结构特点，实现了对不规则壁面目标特征的有效强化检测。
- 2. 检测频率与距离的匹配方法及优化技术：**项目深入分析了换能器直径、频率及介质特性对检测精度的影响，创新性地提出了大直径盐穴储气库中检测频率与距离的匹配方法。该方法解决了传统单一频率检测在超出近场区后精度下降的技术瓶颈，通过动态调整检测频率，确保在远距离检测条件下仍能获得高精度结果。项目团队通过大量实验验证，确定了卤水与气腔两种环境中声呐检测时声波频率与检测距离的最优匹配关系，为复杂环境下的声呐检测提供了科学依据。这一创新不仅提升了盐穴储气库检测的可靠性和稳定性，还为相关行业提供了新的技术参考，具有重要的工程应用价值。
- 3. 多传感互补的检测方式与多源数据融合技术：**项目创新性地提出了多传感互补的检测方式，结合声呐检测时的低速扫描特征，将声呐技术与光、热、力等多物理场数据进行深度融合。通过集成声学、光学、热力学等多领域前沿技术，项目团队构建了以声呐检测为主、多源数据协同驱动的新型检测技术体系。该体系不仅提高了复杂环境下目标特征检测的精准性，还实现了对盐穴储气库内部结构的全方位、多维度监测。通过多源数据的协同分析，项目团队能够更准确地判断储气库的安全状况，为及时采取应对措施提供了有力支持。此外，该研究成果还为国产化大直径盐穴储气库测井仪的精准成像奠定了理论基础，推动了检测技术的自主创新与产业化应用。

截至目前，项目已发表相关SCI论文7篇，申请专利10项（附件1-10），其中9项已获授权。检测精度达到国际先进水平，声呐检测及其配套检测装置已成功应用于多个工程，产生了显著的经济效益，对推动我国能源安全领域的自主创新和科技进步具有重要意义。