

2026 年度拟提名陕西省技术发明奖项目公示内容

一、项目名称

海洋高端装备水下弱小目标多源信息融合感知与辨识技术

二、提名者及提名意见

提名者：吴云（空军工程大学，教授，航空宇航科学与技术，主责专家）

提名意见：

本人认真审阅了该项目提名材料，确认全部材料真实有效，相关内容符合陕西省技术发明奖的提名要求。

该项目针对海洋高端装备探测识别系统面临的“三难”问题：水下弱小目标类型差异和工况变化导致“模型表征难”、海洋环境复杂和传感器性能差导致“信号探测难”、目标特征微弱及样本缺乏导致“特征识别难”，创建了海洋环境与目标多物理场模型驱动的水下弱小目标声/电/流特征模型，发明了声/电/流高灵敏度感知材料与器件及一体化探测基阵设计方法，提出了声与非声复合数据驱动的多源信息融合探测与辨识技术，实现了对水下无人航行器等弱小目标的高精度感知与辨识。研究成果在相关企业实现了核心技术转化与产业应用，有力支撑了重要装备研制，整体技术居国际先进水平。

提名该项目为陕西省技术发明奖 一 等奖。

提名者：陈贵敏（西安交通大学，教授，机械工程）

提名意见：

本人认真审阅了该项目提名材料，确认全部材料真实有效，相关内容符合陕西省技术发明奖的提名要求。

该项目发明了水下声/电/流多物理场目标特性一体化高精度建模技术，提出了水下高性能声与非声探测传感器及阵列布局优化设计方法，构筑了水下声/电/流多物理场目标主被动联合检测及智能识别系统。项目系统复杂、技术难度大，取得了多项科技创新成果，实现了海洋高端装备水下弱小目标多物理场精确探测与识别核心技术自主可控，整体技术处于国际先进水平。研究成果为突破复杂海洋环境下弱小目标高精度探测与识别瓶颈问题奠定了重要技术基础，在诸多单位实现了核心技术转化与产业应用，具有重大的经济社会效益和广阔的应用前景。

提名该项目为陕西省技术发明奖 一 等奖。

三、项目简介

水下探测与识别技术是建设海洋国防、开发海洋资源和保护海洋环境的关键技术，其发展水平充分体现了我国海洋高端装备的先进性，在各种水下航行器角逐日趋激烈的海洋领域尤为重要。由于复杂海况和弱小目标特性使得单一水声探测方法存在精度低和抗干扰性差等问题，发展以声纳为主和非声为辅的水下多源信息融合感知与辨识技术迫在眉睫。该项目针对海洋高端装备探测识别系统中，弱小目标类型差异和工况变化导致“模型表征难”、海洋环境复杂和传感器性能差导致“信号探测难”、目标特征微弱及样本缺乏导致“特征识别难”的“三难”问题，开展“海洋高端装备水下弱小目标多源信息融合感知与辨识技术”研究，构建了海洋环境与目标多物理场模型驱动的弱小目标声/电/流物理场演变模型，有效提升了目标特性预测准确性；发明了声/电/流高灵敏度感知材料与器件及一体化探测基阵设计方法，大幅提高了探测基阵对微弱信号分辨能力；提出了数据驱动的声与非声多源信息融合探测与辨识技术，实现了对水下无人航行器等弱小目标的高精度探测与识别。该项目遵循“弱小目标特性建模-高灵敏传感器及阵列设计-多源信息融合探测识别”环环相扣的研究路线，形成“三位一体”的水下多源信息融合感知与辨识理论及关键技术，研究成果在诸多单位实现了技术转化与产业应用，有力支撑了多项型号装备和重点科研项目研制，整体技术居国际先进水平。

四、客观评价

项目成果在国内多家相关企业相关型号装备目标探测识别系统中得到了成功应用，有力支撑了海洋高端装备水下弱小目标项目的研制与批产。主要评价包括：“水下无人航行器弱小目标声电流多物理场高逼真度目标特性模型”相关研究成果已应用于两型水下防御系统装备中，具有积极的应用价值与广阔的推广应用前景。“弱小目标扰动水下电场畸变强度分布模型”已用于海洋高端装备水下弱小目标磁场特性模拟系统中，为水下多源信息融合目标探测与跟踪系统研制提供有力的技术支撑，具有重要的推广应用价值。“水下高性能流场传感器及基于贝叶斯概率统计模型的传感器优化阵列”在海洋高端装备水下弱小目标流场检测实验中进行了使用，实验中利用该设备监测了水下目标引起的水流流速和水压压力，实现了对运动小目标的有效探测识别，为水下装备进行海洋高端装备水下弱小目标精确感知提供了大力支撑。

五、应用情况和效益

1. 应用情况

项目成果成功应用于海洋高端装备水下弱小目标探测与识别，发明了“海洋高端装备水下弱小目标多源信息融合感知与辨识技术”，提出了多物理场目标特性建模、声与非声感知元件及阵列设计、弱小目标高精度智能检测的软硬件一体化新思路，突破了传统目标特性-感知材料与结构-系统探测性能相互独立

且未能形成“取长补短、优势互补”的困局，形成“三位一体”的应用基础理论与关键技术发明。项目提出了“强干扰下海洋高端装备水下弱小目标板块元声散射表示模型、弱小目标扰动水下电场畸变强度分布模型”等多物理场目标特性模型、发明了“超低噪声银/氯化银复合多孔电场传感器”感知元件和“声-电-流多物理场”一体化探测阵列、构建了“海洋高端装备水下弱小目标声-电-流多物理场智能探测系统”，已在国内多家相关企业得到成功应用。

2. 应用效益

（1）经济效益：依托相关科研成果和研究基础，新型水下压力和水声传感材料与器件及多物理场探测系统在诸多相关企业进行了批产和成功推广应用，获批了多项国家和省部级项目，具有重大的军事经济效益和广阔的推广应用前景。

（2）社会效益：该项目研发的技术成果服务于海洋水下探测领域，为海洋资源勘察、水下目标探测提供了基础理论方法和关键技术支撑。该项目新型材料技术的推广应用展示了其在传感器、高端装备、海洋装备等多个领域的重要价值，未来在相关领域的应用进行深入拓展，有望创造更大的经济价值和发展空间。

六、主要知识产权证明目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种水下多物理场复合探测系统及探测阵列优化方法	中国	ZL202110603191.0	2022-10-25	5536842	西安交通大学	胡桥;李怡昕;刘钰;杨倩;彭浩然
2	发明专利	一种水下目标探测辨识方法、系统、设备及可读存储介质	中国	ZL202110605511.6	2024-04-02	6860118	西安交通大学	胡桥;付同强;姜光宇;刘钰;杨倩;李怡昕;彭浩然;赵佳伟;李思虎
3	发明专利	基于水下主动电场的球型阵列空间探测定位装置及方法	中国	ZL202110897429.5	2022-12-09	5637061	西安交通大学	胡桥;姜光宇;彭浩然;付同强;刘钰;冯兴龙
4	发明专利	一种基于水下低频电场的探测装置及水下探测定位方法	中国	ZL201911410768.5	2021-03-12	4294905	西安交通大学	胡桥;孙帅帅;苏文斌;刘钰;丁明杰;尹盛林;张阳坤;田

								芮铭
5	发明专利	一种水下机器人多传感器融合数据处理方法	中国	ZL201910378337.9	2021-07-13	4547723	西安交通大学	胡桥;丁明杰;苏文斌;李俊;赵振轶;李庚;宋雪漪
6	发明专利	基于 EMD 和压缩感知的水声目标辐射噪声分类方法及系统	中国	ZL202010996846.0	2022-03-08	4978756	西安交通大学	胡桥;田芮铭;郑惠文;张阳坤;孙帅帅;苏文斌
7	发明专利	一种水中目标识别方法	中国	ZL202010514901.8	2022-05-20	5171530	西安交通大学	胡桥;付同强;郑惠文;刘钰
8	发明专利	基于神经网络的水下仿生侧线水压与水流场信息探测方法	中国	ZL201810123168.X	2021-05-28	4449003	西安交通大学	胡桥;李一青;王朝晖;刘钰;周文;郑腾飞;王斌
9	发明专利	一种水下航行器侧线探测传感器位置布局优化方	中国	ZL202110603204.4	2022-12-09	5636229	西安交通大学	胡桥;李怡昕;刘钰;杨倩;李思虎

		法和系统						
10	发明专利	一种基于水声目标敏感差异特征提取的水声目标辨识方法	中国	ZL202210545726.8	2024-03-29	6846963	西安交通大学	胡桥;付同强;郑惠文;李思虎;刘钰;赵佳伟

七、主要完成人情况（不超过 6 人）

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
胡桥	1	院长	教授	西安交通大学	西安交通大学	该完成人是项目总体负责人，制定了项目总体方案与具体实施计划，主持了该项目理论研究、技术开发和探测系统研制等工作；创新提出了水下声电流多物理场目标主被动联合新型检测理论模型及智能识别系统，开发了多物理场探测相关软件系统，为突破海洋高端装备水下弱小目标精确探测中的瓶颈问题奠定了基础。
苏文斌	2	无	教授	西安交通大学	西安交通大学	该完成人针对海洋环境复杂多样和航行工况多变导致对水下无人航行器弱小目标信息表征和还原准确建模困难等问题，建立了海洋高端装备水下弱小目标高精度模型。
严永科	3	无	教授	西安交通大学	西安交通大学	该完成人突破了大尺寸取向陶瓷元件的关键制备技术，成功开发出兼具高压电应变常数和低介电损耗的接收型压电陶瓷，并在此基础上研制了具有高灵敏度的新型人工晶粒定向压电陶瓷水听器，提高了定位精度、辨识准确度与水下探测范围，提高

						了海洋高端装备水下弱小目标识别与定位的准确度。
卫红波	4	无	助理教授	西安交通大学	西安交通大学	该完成人针对海洋高端装备水下弱小目标信息表征与还原建模难和目标辨识难等问题，构建了水下多物理场目标检测理论模型及智能识别系统，提升了海洋高端装备水下弱小目标检测准确率。
姜光宇	5	无	助理教授	西安交通大学	西安交通大学	该完成人发明了海洋环境与目标多物理场模型驱动的海洋高端装备水下弱小目标电流特性高精度建模技术。
付同强	6	无	助理教授	西安交通大学	西安交通大学	该完成人提升了强海洋环境噪声及航行噪声背景下探测系统对小样本海洋高端装备水下弱小目标的检测性能。

八、主要完成单位情况（不超过 3 个）

完成单位	排名	对本项目主要贡献（限 600 字）
西安交通大学	1	西安交通大学作为项目第一完成单位，提出了海洋高端装备水下弱小目标多物理场主被动联合新型检测理论模型及智能识别系统，开发了多物理场探测相关软件系统，为突破海洋高端装备水下弱小目标精确探测中的瓶颈问题奠定了基础。项目依托于陕西省智能机器人重点实验室、西安交通大学海洋技术与装备协同创新研究院，在国家级装备预研与基金重点项目、重点研发计划项目、基础研究项目等的支持下，有力支撑了本项目的顺利开展及推广应用。

九、完成人合作关系说明

项目完成人胡桥，苏文斌，严永科，卫红波，姜光宇，付同强围绕海洋高端装备水下弱小目标多源信息融合感知与辨识技术已进行了长期合作。胡桥是本项目负责人，苏文斌和严永科是本项目核心完成人，卫红波，姜光宇，付同强也是技术骨干，分别负责或者参与了本项目的课题研究工作。

在发明专利“基于水下主动电场的球型阵列空间探测定位装置及方法”（专利号：ZL 202110897429.5）中，胡桥、姜光宇、付同强围绕水下电场阵列布局优化方法开展联合攻关，在海洋高端装备探测阵列设计方面取得重要进展，共同形成了本项目探测阵列优化设计的核心知识产权，三人分别为该专利第 1、第 2、第 4 发明人；

在发明专利“一种水下目标探测辨识方法、系统、设备及可读存储介质”（专利号：ZL 202110605511.6）中，胡桥、付同强、姜光宇围绕水下弱小目标融合探测与识别开展合作研究，在多源信息融合感知与辨识方面取得重要进展，共同构建了本项目目标辨识方法体系的核心专利，三人分别为该专利第 1、第 2、第 3 发明人。

在发明专利“一种基于水声目标敏感差异特征提取的水声目标辨识方法”（专利号：ZL 202210545726.8）中，胡桥、付同强围绕水声目标敏感差异特征提取技术开展水下目标辨识方法研究，为本项目多源信息融合感知辨识技术提供理论支撑，二人分别为该专利第 1、第 2 发明人。

在发明专利“基于 EMD 和压缩感知的水声目标辐射噪声分类方法及系统”（专利号：ZL 202210545726.8）中，胡桥、苏文斌开展了水下声学目标辐射噪声特征相关技术研究，为本项目多物理场技术提供研究支撑，二人分别为该专利第 1、第 6 发明人。

在项目创新人才推进计划科技创新团队项目“海洋装备探测与隐身技术创新团队”项目（项目编号：2024RS-CXTD-18）中，胡桥、卫红波共同开展海洋装备探测技术研究，为本项目海洋装备探测提供技术支撑，二人分别为该项目第 1、第 9 成员。

在海洋机器人前沿译著《机器鱼-水下仿生机器鱼》(ISBN:978-7-03-079910-4) 中，胡桥、苏文斌和卫红波共同开展水下目标跟踪与避障技术研究，为本项目水下弱小目标复合探测体系提供理论支持，三人分别为该译著第 1、第 3、第 4 译者。

胡桥和严永科围绕水下无人航行器弱小目标多物理场目标探测相关科研项目开展了科研合作，进行新型人工晶粒取向压电陶瓷水声换能器的研究，联合培养了水下域专项博士研究生邱晨煜。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	合作研究	胡桥/1 姜光宇/5 付同强/6	2021.08	2022.12	基于水下主动电场的球型阵列空间探测定位装置及方法	发明专利授权证书
2	合作研究	胡桥/1 姜光宇/5 付同强/6	2021.05	2024.04	一种水下目标探测辨识方法、系统、设备及可读存储介质	发明专利授权证书
3	合作研究	胡桥/1 付同强/6	2020.09	2024.03	一种基于水声目标敏感差异特征提取的水声目标辨识方法	发明专利授权证书

4	合 作 研究	胡桥/1 苏文斌/2	2020.09	2022.03	基于 EMD 和 压缩感知的水 声目标辐射噪 声分类方法及 系统	发明专利 授权证书
5	合 作 研究	胡桥/1 卫红波/4	2022.10	2024.12	海洋装备探测 与隐身技术	项目合同主 要页
6	合 作 研究	胡桥/1 苏文斌/2 卫红波/4	2021.01	2024.10	水下目标跟踪 与避障技术	封面、内容 简介、目录 等
7	项目 合作 联合 培养 学生	胡桥 1/严 永科 3	2021.01	2022.12	新型人工晶粒 取向压电陶瓷 水声换能器的 研究	科研项目合 作联合培养 说明