

# 2025 年度拟提名陕西省技术发明奖项目公示内容

## 一、项目名称

海洋声学网络稳健组网技术及应用

## 二、提名者及提名意见

提名者：陕西省教育厅

提名意见：面向国家深远海军民融合发展的重大战略需求，西北工业大学项目团队在首批国家重点研发计划“海洋环境安全保障”重点专项、国家自然科学基金等国家级任务支持下，攻克了环境自适应海洋声学网络稳健组网关键技术，突破了“贫资源、高碰撞、弱连通、易入侵”环境条件下海洋声学网络多址接入、路由选择、安全认证的技术瓶颈，首次研制出环境自适应的海洋声学网络稳健组网装置，助推深远海军民科技信息化跨越式发展。该项目整体技术达到国际先进水平，部分指标达到国际领先水平，具有完全自主知识产权，成果已成功应用于水下无人潜航器集群组网、水下分布式地磁测量、深水钻井安全预警监测、海洋环境安全保障等领域。成果材料齐全、规范，符合陕西省技术发明奖提名条件。

提名该项目为陕西省技术发明奖二等奖。

## 三、项目简介

建设海洋强国，开发海洋、走向深蓝，推进大范围、立体化水下信息监/探测体系建设是国家重大战略需求。聚焦海洋声学通信组网高新技术发展，挑战动态复杂恶劣海洋环境下水声多跳网络高效可信组网技术难题，要发展 MAC 层、网络层组网新技术，要突破跨层组网技术瓶颈。

海洋声学通信网络组网，客观上受限于复杂海洋环境造成的时变空变声信道、海洋中声波的低传播速度、以及开放且隐蔽的水下环境等条件，存在着水声信道无冲突接入难、可靠声路径选择难、可信组网难等瓶颈问题。为此，该项目在首批国家重点研发计划“海洋环境安全保障”重点专项、国家自然科学基金等国家级任务支持下，攻克了环境自适应海洋声学网络稳健组网关键技术，突破了“贫资源、高碰撞、弱连通、易入侵”环境条件下海洋声学网络多址接入、路由选择、安全认证的技术瓶颈，形成了如下发明点。

发明了海洋声学网络探针侦听时反多址接入与关联矩阵模型的低时延无冲突链路调度技术。发明了海洋声学网络自适应稳健联合机会传输和基于信息价值环境学习的智能路由选择技术。发明了复杂信道多特征鲁棒表征的海洋声学网络物理层高效安全认证技术。发明了环境自适应海洋声学网络稳健组网装置。项目成果已成功应用于水下无人潜航器集群组网、水下分布式地磁测量、深水钻井安全预警监测、海洋环境安全保障等领域，受到了社会各界的广泛关注。

## 四、客观评价

对本项目海洋声学网络稳健组网技术及应用进行了科技查新，科技查新表明：项目的总体技术水平达到国际先进水平，其中海洋声学网络探针侦听时反多址接入、海洋声学网络稳健联合机会传输、复杂信道多特征鲁棒表征的海洋声学网络物理层高效安全认证技术等居国际领先水平。

项目中发明的关键技术应用于西安天和海防智能科技有限公司水下 UUV 集群组网通信中，实现了水下自主潜航器在移动过程中的可靠编队组网、可信接入以及高效协同，显著提升水下自主潜航器集群协同与作业能力，已在相关产品进行配套应用，并对企业产生了重要的经济效益。

项目成果在国内外学术界产生了广泛影响，在 IEEE SJ、IEEE TVT、电子学报、计算机学报等重要刊物上发表多篇论文，获国内外著名专家学者积极引用。

## 五、应用情况和效益

本项目成果已广泛应用于水下目标探测、海洋环境监测、深水钻井管线监测、水下无人潜航器集群编队以及大型复杂场景安全监测等领域，取得了显著的社会效益，并为相关企业单位创造了重要的经济效益。

本项目的研究成果正逐步从实验室阶段走向实际应用，项目成果已成功应用于水下无人潜航器集群组网、水下分布式地磁测量、深水钻井安全预警监测、海洋环境安全保障等领域，受到了社会各界的广泛关注，覆盖多个领域，有力促进了相关行业的全面进步与发展。

依托本项目建立海洋信息创新创业孵化平台，培养研究生双创思维，获得中国国际“互联网+”大学生创新大赛国家金奖、“挑战杯”秦创原中国大学生创业计划竞赛国家金奖。

## 六、主要知识产权证明目录

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	高数据包投递率与能量有效性的水声传感器网络传输方法	中国	ZL202010481041.2	2022.08.02	5354581	西北工业大学	赵瑞琴, 李宁, 申晓红
2	发明专利	基于主动时间反转的水声网络预约多址接入方法	中国	ZL201610332972.X	2019.05.10	3368629	西北工业大学	赵瑞琴, 王勇, 申晓红, 王海燕, 白卫岗, 张之琛
3	发明专利	一种基于时反谐振的水声网络结点认证方法	中国	ZL202111022616.5	2022.09.30	5486519	西北工业大学	赵瑞琴, 石婷, 穆罕默德, 哈里德, 申晓红
4	发明专利	一种水下无线多跳网络拓扑发现方法	中国	ZL201811193511.4	2019.08.09	3485027	西北工业大学	赵瑞琴, 刘媛, 申晓红
5	发明专利	基于双速率的水下无线多跳网络节点三维自定位方法	中国	ZL201210086938.0	2014.06.11	1416805	西北工业大学	赵瑞琴, 申晓红, 王海燕, 高婧洁, 李保军, 白卫岗, 李雪
6	发明专利	一种具有容错性的水下无线网络时间同步方法	中国	ZL201811074845.X	2020-11-06	4075371	西北工业大学	申晓红, 孙旋迪, 姚海洋, 王海燕

7	发明专利	一种基于时分多址的移动节点接入方法	中国	ZL201911057688.6	2021-07-06	4532034	西北工业大学	申晓红, 张黎明, 赵瑞琴, 梅毫迪, 张钦政
8	发明专利	一种水声传感器网络节点自定位方法	中国	ZL201811465762.3	2021-02-02	4231367	西北工业大学	何 轲, 张钦政, 赵瑞琴, 姚海洋
9	发明专利	一种基于矢量定向和测距的水声网络拓扑感知方法	中国	ZL202011273731.5	2023.07.04	6110948	西北工业大学	何轲, 夏远东, 申晓红, 董海涛, 王妍
10	发明专利	一种基于 Labview 平台的水声网络节点测距方法	中国	ZL202010594250.8	2021.06.15	4488951	西北工业大学	王海燕, 张裕昌, 梅毫迪, 申晓红, 马石磊, 陈创, 杨舸, 张钦政

## 七、主要完成人情况

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
赵瑞琴	1	无	副教授/ 博导	西北工业大学	西北工业大学	主持本项目的研究工作，创建了“贫资源、弱连通、高碰撞、易入侵”环境条件下海洋声学稳健组网技术体系，发明了时反多址接入与关联矩阵模型的低时延无冲突链路调度技术，提出了多特征鲁棒表征的海洋声学网络物理层高效安全认证方案，构建了海洋声学稳健组网系统，带领团队成员共同完成项目研究工作。
申晓红	2	工信部重点实验室 副主任	教授/博 导	西北工业大学	西北工业大学	研究了水声网络稳健传输和节点接入技术，发明了基于信息价值环境学习的智能路由选择技术，并完成了对应的主要工作，对本项目研究起到了重要的支撑作用。
何 轲	3	无	副教授	西北工业大学	西北工业大学	设计了海洋声学网络稳健组网硬件方案，并提出了一种水声传感器网络节点自定位方法，同时完成了项目在深水钻井平台海上试验验证工作。
董海涛	4	无	副教授	西北工业大学	西北工业大学	研究了水下信源定位技术，并且提出了一种基于矢量定向和测距的水声网络拓扑感知方法，参与了海洋声学稳健组网系统的构建及试验验证。

马石磊	5	无	无	西北工业大学	西北工业大学	研究了水声网络组网方法，提出了一种基于 Labview 平台的水声网络节点测距方法，海洋声学稳健组网系统研制工作。
-----	---	---	---	--------	--------	---

## 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）
西北工业大学	1	攻克了环境自适应海洋声学网络稳健组网关键技术，突破了“贫资源、高碰撞、弱连通、易入侵”环境条件下海洋声学网络多址接入、路由选择、安全认证的技术瓶颈，首次研制出环境自适应的海洋声学网络稳健组网装置，助推深远海军民科技信息化跨越式发展。

## 九、完成人合作关系说明

项目完成人赵瑞琴、申晓红、何轲、董海涛和马石磊隶属于西北工业大学航海学院海洋智能感知与网络研究团队，共同承担了该项目相关的国家重点研发计划、国家自然科学基金等项目，共同参与并完成了该项目的研究过程。