

## 自然科学奖公示信息

### 一、项目名称

基于多维信息驱动的海上微弱目标检测理论与方法

### 二、提名者及提名意见

提名者：陕西省教育厅

提名意见：

我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料,确认全部材料真实有效。

该项目揭示了不同物理影响因素与雷达海洋回波数据多维信息之间的作用关系、构建了特性参数依赖的可实现近最优检测方法的数学结构、发现了奈曼皮尔逊准则和异常检测理论的混合数学表达,提出了雷达海洋回波数据多维信息感知方法、匹配多维信息的高分辨雷达海面微弱目标自适应检测方法、高维空间海面目标多域特征联合检测方法,形成了完备的海面雷达微弱目标检测理论体系,实现了多信息驱动的目标稳健检测。

根据《陕西省科学技术厅关于做好 2025 年度省科学技术奖提名工作的通知》,参照陕西省自然科学奖评定条件和评定标准,提名该项目参评陕西省自然科学奖一等奖。

### 三、项目简介

雷达对海目标探测是指通过雷达传感器对海面与海上低空目标进行有效检测与识别,应用场景包括对隐身船只的“反隐”场景、对小型无人机无人艇目标的“反无”场景以及对高价值微

弱目标的“反潜”场景等，在军事和民用领域均具有广泛的应用。

由于海洋环境复杂多变且物理干扰动态多样、海杂波回波瞬变且三非（幅度非高斯、空间非均匀、时间非平稳）特性明显，目标回波微弱且机动运动，这使得海杂波背景下的弱目标检测面临着模型匹配难、参数感知难、信号积累难得挑战。因此，对海目标探测的核心科学问题为海杂波多维多域特性稳健感知和目标有效检测问题，涉及复杂场景中动态变化海面的电磁回波表征、目标-杂波-干扰相互耦合的差异特征提取和最优检测器设计。解决该弱目标检测问题，需要突破信号积累、杂波与目标回波的样本非均衡、虚警可控的高维检测器设计等关键技术难题。低信杂噪比下对海目标检测是后续海面目标分类与识别的前提。本项目主要研究海杂波多域多维杂波图构建和信息高质量获取-表征-建模、基于多维海杂波精细化建模的杂波抑制方法、匹配海杂波多维特性的计算可实现检测器设计和高维特征空间海面目标多域特征联合检测方法设计问题。技术优势包括：提升小样本和异常样本情况下雷达海洋回波数据的多维信息感知精度、改善三非海杂波自适应抑制方法的性能和实际工程的计算可实现性和增强海尖峰抑制性能和海面低速微弱目标检测性能。因此，基于多维信息驱动的目标检测方法充分体现了海场景信号采样空间、表征空间与特征空间的有机融合，代表了当前与未来新型高效海上弱目标检测方法的一个重要发展方向。

#### 四、客观评价

本项目在信息与通信工程学科的雷达信号处理领域取得了一系列重要的科学发现和技术创新，其成果不仅丰富了雷达信号处理的理论体系，也为实际应用提供了有效的技术支持。多位国内外知名专家学者，包括中国科学院院士、中国工程院院士、IEEE Fellow、国家级人才等，均对本项目的研究成果给予了高度评价。

引用本项目成果的知名学者有：哈尔滨工业大学（深圳）计算机科学与技术学院党委书记叶允明和国家级青年人才李旭涛、云南大学唐梦皎教授，意大利那不勒斯 University of Napoli “Federico II” IEEE Fellow A. De Maio、电子科技大学 IEEE Senior Member 国家级青年人才崔国龙教授，北京理工大学 IEEE Senior Member 国家级人才胡程教授、海军航空大学国家级青年人才陈小龙教授，国家级人才关键教授，何友院士、美国莱特州立大学 IEEE Life Member S. Jared、华中科技大学，武汉国家光电实验室 IEEE Fellow、国家级高层次人才江涛教授、中科院波谱与原子分子物理国家重点实验室叶朝辉院士。

五、代表性论文专著目录

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷 页码 (xx 年 xx 卷 xx 页 )	发表 时间 (年 月 日 )	通讯 作者 (含 共 同 )	第一 作者 (含 共 同 )	国 内 作者	他引	来源	知 识 产 权 是 否 归 国 内 所 有
----	--------	----	----	--	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-----------	----	----	--------------------------------------

1	Shape Parameter Estimation of K-distributed sea clutter using Neural-Network and Multi-Sample-Percentile in Radar Industry	IEEE Transactions on Industrial Informatics	JIANG XUE, MEN G-LING SUN, JUN LIU, SHU-WEN XU, MEI - YAN PAN	2023 年 19 卷 760 2 - 761 2 页	2022 年 10 月 03 日	JIAN XUE	JIAN XUE	薛健, 孙孟玲, 刘军, 许述文, 潘美艳	9	SCIE	是
2	Optimum and near-optimum coherent CFAR detection of radar targets in compound-gaussian clutter with generalized inverse gaussian texture	IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems	SHU-WEN XU, ZHE-XIANG WANG, XIAO-HUI BAI, HAO ZHOU	2022 年 58 卷 169 2 - 170 6 页	2021 年 10 月 14 日	SHU-WEN XU	SHU-WEN XU	许述文, 王喆祥, 白晓惠, 周昊	28	SCIE	是
3	Shape-parameter-dependent coherent radar target detection in K-distributed clutter	IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems	PENG-LANG SHUI, MING LIU, SHU-WEN XU	2016 年 52 卷 451 - 465 页	2015 年 09 月 06 日	PENG-LANG SHUI	PENG-LANG SHUI	水鹏朗, 刘明, 许述文	34	SCIE	是
4	Tri-feature-based detection	IEEE Trans. on Aerospace and	PENG-LANG SHUI, DONGCH	2014 年 50 卷	2014 年	PENG-LANG	PENG-LANG	水鹏朗, 李东宸,	79	SCIE	是

	of floating small targets in sea clutter	Electronic Systems	EN LI SHUWEN XU	2 期 141 6 -143 0 页	04 月 10 日	SH UI	SH UI	许 述 文			
5	Sea-surface floating small target detection by one-class classifier in time-frequency feature space	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing	SAI-NAN SHI , PENG-LAN SHUI	201 8 年 56 卷 639 5-641 1 页	201 8 年 6 月 6 日	PEN GLA NG SH UI	PEN GLA NG SH UI	水 鹏 朗 , 施 赛 楠	72	SCIE	是
6	海杂波背景下雷达目标自适应检测理论与方法	西安电子科技大学出版社	许述文, 水 鹏朗		202 3 年 01 月 01 日	许述 文	许述 文	许 述 文 , 水 鹏 朗		SCIE	是

## 六、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
许述文	1	全 国 重 点 实 验 室 副 主 任	教授	西 安 电 子 科 技 大 学	西 安 电 子 科 技 大 学	项目负责人，提出了雷达海洋回波数据多维信息感知方法、匹配多维信息的高分辨雷达海面微弱目标自适应检 测方法以及高维空间海面目标多域特征联合检测方法。是代表性论著 1、2、3、4、6 的主要学术思想提出者,对《重要科学发现》中所列第 1、2、3 项发现均做出了创造性贡献。
水鹏朗	2	无	教授	西 安 电 子 科 技 大 学	西 安 电 子 科 技 大 学	项目第二完成人，提出了匹配多维信息的高分辨雷达海面微弱目标自适应检测方法以及高维空间海面目标多域 特征联合检测方法。是代表性论著 3、4、5、6 的主要学术思想提出者，对《重要科学发现》中所列第 2、3 项发现均做出了创造性贡献。

薛健	3	院长助理	副教授	西安邮电大学	西安邮电大学	项目第三完成人，提出了雷达海洋回波数据多维信息感知方法。是代表性论著 1 的主要学术思想提出者，对《重要科学发现》中所列第 1 项发现做出了创造性贡献。
李东宸	4	副主任	高级工程师	中船智海创新研究院有限公司	西安电子科技大学	项目第四完成人，提出了高维空间海面目标多域特征联合检测方法。是代表性论著 4 的主要学术思想提出者，对《重要科学发现》中所列第 3 项发现做出了创造性贡献。

## 七、主要完成单位情况

### 1、西安电子科技大学：

本单位对重要科学发现中所列第 1、2、3 项发现均做出了创造性贡献：1、提出了雷达海洋回波数据多维信息感知方法；2、提出了匹配多维信息的高分辨雷达海面微弱目标自适应检测方法；3、提出了高维空间海面目标多域特征联合检测方法。

西安电子科技大学作为本项目第一完成单位，全面负责项目的总体规划、设计、实施与组织，为本项目提供了大力支持和充分保障，确保了项目的顺利进行。

### 2、西安邮电大学：

本单位对重要科学发现中所列第 1 项发现做出了创造性贡献：1、提出了雷达海洋回波数据多维信息感知方法。

西安邮电大学作为本项目第二完成单位，负责项目的实施与组织，为本项目提供了大力支持和充分保障，确保了项目的顺利进行。

## 八、完成人合作关系说明

(1) 本项目的四位完成人均一直保持着密切的合作关系，第一完成人和第二完成人均来自于西安电子科技大学雷达信号处理全国重点实验室，第三完成人和第四完成人毕业于西安电子科技大学雷达信号处理全国重点实验室，且第三完成人和第四完成人的博士生导师为第二完成人，属于同一课题组。

(2) 第一完成人许述文在硕士博士期间师从第二完成人水鹏朗，在雷达对海目标检测领域进行了长期的合作研究。共同申请并获资助了多项项目，包括部委计划重点项目“岛基对海微弱目标检测分类智能雷达演示与实验系统”等。

(3) 第一完成人许述文与第二完成人水鹏朗在雷达对海探测方面进行了长期的研究，为代表性论文 3、4 和专著 6 的共同作者。

(4) 第一完成人许述文与第三完成人薛健在雷达对海探测方面进行了长期的研究，为代表性论文 1 的共同作者，且第三完成人的硕士生导师为第一完成人。

(5) 第一完成人许述文与第四完成人李东宸在雷达对海特征检测方面进行了长期的研究，为代表性论文 4 的共同作者。