

2026 年度陕西省技术发明奖公示信息

项目名称		空天单/双基雷达目标与环境特性电磁耦合关键技术		
提名者		陕西省知识产权局		
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，并按照要求对该项目的基本情况进行了公示，公示期间无异议。 本项目面向空天单/双基地雷达隐身目标探测重大需求，针对“多尺度目标算不快、单站成像看不清、复杂电磁态势建不准”三类关键瓶颈，发明了复杂多尺度目标宽带电磁耦合快速求解、单/双基地散射中心幅相联合建模与高分辨成像、大规模复杂环境与目标电磁态势测算与多源融合构建等关键技术，形成了空天平台一目标一环境一体化电磁建模、计算与感知技术体系。相关成果已支撑国内首部基于静止轨道同步卫星辐射源的无源雷达研制，并在航天、航空、兵器等单位得到应用，为隐身目标探测、装备电磁特性分析及目标与环境电磁态势感知提供了重要技术支撑，取得了显著的军事、社会 and 经济效益。 根据《陕西省科学技术厅关于 2026 年度省科学技术奖提名工作的通知》，参照陕西省技术发明奖评定条件和评定标准，提名该项目参评陕西省技术发明奖二等奖。				
主要完成人情况				
排名	姓名	技术职称	工作单位	完成单位
1	王兴	教授	西安电子科技大学	西安电子科技大学
2	赵勋旺	教授	西安电子科技大学	西安电子科技大学
3	岳秀清	高级工程师	中国人民解放军 32802 部队	中国人民解放军 32802 部队
4	黄帅	高级工程师	中国电子科技集团有限公司 电子科学研究院	中国电子科技集团有限公司电子科学研 究院
5	吕政良	高级工程师	中国电子科技集团有限公司 电子科学研究院	中国电子科技集团有限公司电子科学研 究院
6	林中朝	研究员	西安电子科技大学	西安电子科技大学
主要完成单位				
排名	单位名称			
1	西安电子科技大学			
2	中国人民解放军 32802 部队			
3	中国电子科技集团有限公司电子科学研究院			
主要知识产权和标准规范等目录				

序号	知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
1	发明专利	基于测算融合的大规模城市电磁环境分析方法	中国	CN2024114620588	2025. 9. 26	ZL202411462058.8	西安电子科技大学	王兴, 张永儒, 刘春恒, 龚皓轩, 刘英, 赵延安	有效
2	发明专利	基于 CBFM 与 CAT 的周期结构宽带 RCS 获取方法	中国	CN116299281B	2025. 7. 29	ZL202310184296.6	西安电子科技大学	王兴, 任佳琦, 王婉怡, 刘春恒, 隗文俊, 刘英, 徐宙	有效
3	发明专利	基于 ACA 和改进的 AWE 的电大尺寸目标宽带 RCS 获取方法	中国	CN119026363B	2025. 11. 11	ZL202411157636.7	西安电子科技大学	王兴, 魏禹桐, 徐宙, 陶九威, 刘春恒, 刘英	有效
4	发明专利	一种雷达目标单站 RCS 快速扫角方法	中国	CN116430342B	2025. 10. 17	ZL202310340158.2	西安电子科技大学	赵勋旺; 穆泽鑫; 侯鹏; 林中朝; 张玉	有效
5	发明专利	基于时间反演技术的雷达远场目标定位方法	中国	CN113311403B	2023. 6. 30	ZL202110568891.0	西安电子科技大学	赵勋旺; 柳灿; 张玉; 林中朝	有效
6	发明专利	一种基于里德堡原子接收机的外辐射源雷达	中国	CN119335495B	2025. 5. 27	ZL202411447454.3	中国人民解放军 32802 部队	魏斌斌; 江海峰; 臧晴; 刘阳; 侯进永; 刘春恒; 韩兴斌; 岳秀清; 黄天耀; 康晟毓; 马晓静	有效
7	论文	A Wideband L-Probe Fed Conformal Antenna Array Using Metasurface	中国	2021 年第 2 卷, 1175 – 1183 页	2021. 11. 1	IEEE Open Journal of Antennas and Propagation	中国电子科技集团有限公司 电子科学研究院	S. Huang; C. F. Zhou; J. X. Sun; S. S. Y uan; H. Li; X. M. Ding	有效

8	实用新型	一种显示设备的调姿装置	中国	CN222992605U	2025. 6. 17	ZL202420064234.1	中国电子科技集团有限公司电子科学研究院	赵欣, 李文志, 马榆斌, 吕政良, 郑翊, 朱翔羽, 王得水	有效
9	发明专利	基于迭代多层快速多极子的舰船模型电磁散射仿真方法	中国	CN112329308B	2022. 9. 6	ZL202011237722.0	西安电子科技大学	林中朝; 冯庚; 张玉; 赵勋旺; 王楠	有效
10	软件著作权	电磁空间频谱分析软件 V1.0	中国		2021. 07. 07		西安电子科技大学		有效

客观评价

1.应用单位评价

（1）中国人民解放军 32802 部队应用本项目技术并评价本项目“该项目成果中的卫星辐射源照射下目标电磁散射机理和典型目标电磁散射模型，为基于卫星非合作辐射源的无源探测能力预测提供了理论依据，产生了显著的军事效益。”

（2）中国人民解放军 63751 部队应用本项目技术并评价本项目“该任务时间紧、任务重，难度大，在任务执行过程中，为我部提供了强有力的技术支撑，为我部完成任务攻关做了积极贡献。我部对贵部严谨扎实的科研作风，表示衷心的感谢并致以崇高敬意”。

（3）航天一院应用本项目技术并评价本项目“有效提高了目标电磁特性分析效率，减少了重复性计算与试验工作量，为相关科研任务提供了较为可靠的数据支撑，软件运行稳定，计算结果能够满足相关科研和工程分析需求，具有良好的实用性和推广应用价值。”

（4）航天二院应用本项目技术并评价本项目“提高了飞行器载荷隐身性能分析与评估效率，仿真计算结果能够满足飞行器载荷隐身性能精确评估及相关科研工程分析需求，协助本单位完成飞行器隐身结构优化，具有良好的实用性。”

2.国内外学术评价

（1）IEEE Life Fellow 西班牙维戈大学 Fernando Obelleiro Basteiro 教授正面引用了代表性论文 2，高度认可申请人在高低频混合算法领域的研究工作，指出该算法在损失计算精度很小的条件下，实现内存占用与耗时的大幅缩减，为电大尺寸电磁问题的高效求解提供了有效技术途径。

（2）IEEE Fellow 中国科学院院士，东南大学崔铁军教授正面引用了代表性论文 2，充分肯定该算法的工程实用价值，评价该方法已实际应用于电大尺寸阵列电磁分析场景，为大型阵列天线仿真计算提供有力支撑。

（3）IEEE AP-S 主席，美国国家工程院院士周永祖对本项目研究方法给予高度评价，认为申请人所提方法与其团队新发展的算法具备相当的技术水平，可形成相互比照的技术方案。

（4）IEEE Fellow，AP-S 主席 Ahmed A. Kishk，充分认可申请人在渐进波形估计方向的研究成果，评价该方法能够高效完成天线响应的宽带预估，在天线电磁仿真方面取得良好应用效果。

项目简介

随着预警探测、空天一体化信息网络和新体制雷达技术快速发展，雷达探测平台由传统地基逐步向空基、天基拓展，探测体制也由单基地向双基地协同探测发展。预警机、无人机及卫星等空天平台具有作用距离远、覆盖范围广、机动性强等优势，为隐身目标远程探测和复杂电磁空间态势感知提供了重要技术手段。然而，在空天单双基地雷达探测条件下，目标散射特性同时受到入射—观测几何关系、目标电大尺度结构、材料特性以及复杂环境传播等多因素耦合影响，传统电磁分析方法面临计算规模大、重复计算代价高、散射机理难以精细表征以及大区域复杂环境难以准确建模等问题，制约了空天雷达目标特性分析、探测性能评估和复杂电磁空间态势构建能力。

本项目面向空天单双基地雷达隐身目标探测与复杂电磁空间态势感知需求，针对“复杂多尺度目标算不快、单双基地散射特征看不清、复杂电磁态势建不准”三类关键技术瓶颈，围绕复杂目标电磁散射、目标特征表征及复杂环境电磁传播与感知开展系统研究，突破了复杂多尺度目标宽带电磁耦合快速求解、单双基地散射中心幅相联合建模与高分辨成像、大规模复杂环境电磁态势测算与多源融合构建等关键技术，形成了面向空天单双基地雷达探测的“目标—环境一体化电磁建模、快速计算、特征表征与态势感知”技术体系。

一是针对电大尺度复杂目标全波分析计算量大、存储开销高以及宽频带重复求解效率低的问题，提出区域分解与高低频混合建模方法，构建区域辅助基函数和区域分解矩量法快速求解体系，并将宽带快速扫频技术引入复杂目标电磁特性分析，实现多尺度复杂目标单双基地散射特性的高精度、高效率计算。

二是针对单双基地条件下目标散射随入射角、观测角和频率变化显著，传统雷达散射截面难以揭示局部散射贡献和物理机理的问题，建立面向空天单双基地探测的散射中心幅度—相位联合建模方法，突破复杂目标散射中心提取、参数化表征和高分辨成像等关键技术，实现目标电磁散射特性由整体强度表征向局部散射机理表征拓展。

三是针对城市、山地及复杂装备环境中传播路径多样、散射与遮挡效应显著、单纯理论计算或有限实测均难以准确构建大范围电磁态势的问题，建立复杂地物电磁数据模型和大规模环境电磁传播快速计算方法，提出电磁计算数据与分布式实测数据融合构建技术，实现复杂场景电磁态势的快速重构和动态更新。

项目形成了从复杂目标电磁计算—单双基地散射特征表征—复杂环境电磁态势构建贯通的技术链条，实现了目标与环境由分离分析向一体化电磁耦合建模与感知转变。相关成果已支撑国内首部基于卫星辐射源的无源雷达研制，并应用于空天目标电磁特性分析、雷达探测性能评估、装备研制及复杂环境电磁态势构建等领域，在航天、航空、兵器等单位得到应用，为我国空天单双基地雷达复杂目标探测和电磁空间态势感知能力提升提供了重要技术支撑，取得了显著的军事、社会和经济效益。

应用情况和效益

项目成果已应用于中国人民解放军 32802 部队、航天一院、航天二院、中国兵器工业第 202 研究所、中国航空工业集团成飞、北方长龙新材料有限公司等部门单位，取得了重大的社会效益、军事效益和经济效益。

典型应用 1：主要技术发明 1、2 支撑中国人民解放军 32802 部队系统性完成卫星辐射源双站散射中心幅相模型的构建以及高分辨成像方法的研究，研制样机数字孪生系统，该成果直接支撑国内首部基于卫星辐射源的外辐射源雷达研制，并评为“2024 国防十大创新进展”，成为国防科技领域标志性突破，为典型目标电磁散射模型构建和无源探测能力预测提供关键技术依据，产生了显著的军事效益。

典型应用 2：依托主要技术发明 3 的核心技术成果，为中国人民解放军 63751 部队某电磁频谱管控重点科研创新任务提供关键算法与理论支撑。针对复杂战场条件下电磁信号交错叠加、传播环境多变、态势重建难度大等现实难题，采用复杂环境电磁态势构建技术，实现复杂条件下战场电磁态势的高精度、高保真构建复现，该技术有效支撑 63751 部队完成该重大科研任务全流程技术攻关，解决传统手段电磁态势刻画不准、场景适配性不足的突出问题，为电磁频谱管控方案推演、作战效能评估、指挥决策提供强有力的技术支撑。

典型应用 3：依托主要技术发明 3 的核心创新成果，成功获批西安市创新计划项目“电磁空间感知重大基础设施”项目，并获批教育部“十四五”重大科技基础设施培育项目，项目面向复杂场景电磁感知实际需求，攻克多源电磁数据融合、复杂地物环境传播修正等关键技术，相关技术成果落地应用于成飞机场环境电磁态势构建工作，还服务于十四运无线电安全保障任务，为赛事期间无线电频谱监测提供重要技术支撑，有效保障重大活动无线电秩序安全稳定，既体现了技术在国防领域的应用价值，也实现了军民双向技术转化，为电磁空间感知基础设施建设与民用重大活动电磁安全保障积累了宝贵实践经验。

完成人合作关系说明

第一完成人王兴教授、第二完成人赵勋旺教授和第六完成人林中朝研究员均来自西安电子科技大学，长期从事复杂目标电磁散射、计算电磁学及雷达目标特性分析研究，在本项目中围绕复杂目标快速计算、单双基地散射特性分析和宽带电磁建模等方向形成协同。其中，王兴教授在复杂多尺度目标宽带快速计算和复杂电磁环境测算融合方面形成多项发明专利；赵勋旺教授和林中朝研究员在雷达目标 RCS 快速扫角、目标定位及大型复杂目标电磁散射快速仿真等方面形成系列成果，为项目目标电磁特性快速分析提供了重要技术支撑。

第一完成人王兴教授与第三完成人岳秀清高级工程师通过“电磁耦合模型与求解”项目建立合作关系，围绕空天单双基地雷达目标探测及新体制外辐射源雷达等方向开展联合研究与技术交流。项目合作过程中，双方充分发挥西安电子科技大学在目标电磁特性计算与建模方面的优势以及中国人民解放军 32802 部队在雷达探测与工程应用方面的优势，形成了从理论方法研究到系统验证与应用的良好协作关系。

第一完成人王兴教授与第四完成人黄帅高级工程师、第五完成人吕政良高级工程师通过“大型系统级电磁应用软件集成与验证”项目开展合作，围绕空天平台电磁特性分析、天线与电磁系统建模以及装备工程应用等方向形成协同。合作过程中，西安电子科技大学侧重复杂目标与环境电磁建模、快速计算和特性分析，中国电子科技集团有限公司电子科学研究院侧重系统设计、装备研制及工程验证，双方优势互补，为本项目相关关键技术的形成和工程化应用提供了重要支撑。项目各完成人依托各自单位和专业优势，围绕“复杂目标电磁快速计算—单双基地散射特性分析—复杂环境电磁态势构建—雷达探测工程应用”形成优势互补、协同推进的合作关系，共同支撑了本项目关键技术研究、工程验证及推广应用。