

2026 年度陕西省技术发明奖公示信息

项目名称			电磁涡旋新体制雷达探测与成像技术	
提名者			中共陕西省委军民融合发展委员会办公室	
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。 该项目面向空间监视、精确制导、要地防护及复杂环境目标精细探测等重大需求，围绕电磁波波前这一新的可控自由度，系统开展电磁涡旋新体制雷达探测与成像技术攻关。项目针对涡旋波束发散与能量空洞、前视成像横向分辨受限、多维回波信息耦合以及旋转/微动目标精细感知困难等瓶颈，形成三项相互衔接的技术发明：提出均匀能量辐射涡旋体制与空时联合调制方法，提升有效模态能量利用和波束调控能力；建立电磁涡旋前视三维成像模式与超分辨处理方法，实现大视场快速三维高分辨成像；建立旋转多普勒检测与微动参数估计方法，实现目标运动、姿态、位置及微动特征的多维感知。项目形成系列授权发明专利，在 IEEE TAES 等期刊发表系列成果，并在导引头、成像引信、SAR、防空反导与无人机目标探测等场景开展应用验证，相关专利实现技术转让。项目技术体系完整、自主知识产权清晰，具有较强工程适用性和推广价值，对提升我国新体制雷达三维成像、复杂目标探测识别和抗干扰能力具有重要作用。 根据《陕西省科学技术厅关于开展 2026 年度陕西省科学技术提名工作的通知》，参照技术发明奖评定条件和评定标准，提名该项目参评陕西省科学技术二等奖。				
主要完成人情况				
排名	姓名	技术职称	工作单位	完成单位
1	马晖	教授	西安电子科技大学	西安电子科技大学
2	梁佳	副教授	空军工程大学	中国人民解放军空军工程大学
3	罗迎	教授	空军工程大学	中国人民解放军空军工程大学
4	李升远	副高级-高工	西安空间无线电技术研究所	西安空间无线电技术研究所
5	王雪	高级-研究员	西安电子科技大学	西安电子科技大学
6	彭文灿	副高级-高工	西安空间无线电技术研究所	西安空间无线电技术研究所

主要完成单位									
排名	单位名称								
1	西安电子科技大学								
2	中国人民解放军空军工程大学								
3	西安空间无线电技术研究所								
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	专利权	基于波形分集的聚束型涡旋电磁波生成方法	中国	ZL201810342855.0	2020-10-13	4028166	西安电子科技大学	刘宏伟;马 晖;戴奉周	有效
2	专利权	基于波形分集的多模态复用涡旋电磁波生成方法	中国	ZL201810342868.8	2021-05-14	4420177	西安电子科技大学	刘宏伟;马 晖;戴奉周	有效
3	专利权	基于电磁涡旋波的合成孔径雷达三维成像方法	中国	ZL201910655007.X	2023-03-14	5768738	西安电子科技大学	马 晖;吕 坤;刘宏伟	有效
4	专利权	一种基于涡旋电磁波的旋转目标空间角估计方法	中国	ZL202210177804.3	2024-07-19	7212066	西安电子科技大学	马 晖;刘宏伟;张贤康;吕 坤	有效
5	专利权	一种 1-L 比特数字编码超材料天线单元	中国	ZL202011298035.X	2022-07-15	5311216	西安电子科技大学	马 晖;王国强;高思哲;陈 渤;刘宏伟	有效
6	专利权	联合整数阶与分数阶模态的涡旋电磁波雷达三维成像方法	中国	ZL202210768431.7	2025-07-04	8047832	中国人民解放军空军工程大学	梁 佳;罗 迎;张 群;王 聃;倪嘉成;李开明;齐子森;袁 航;黄 虎	有效
7	专利权	一种基于双站模式的涡旋电磁波雷达三维成像方法	中国	ZL202210362314.0	2025-07-04	8049056	中国人民解放军空军工程大学	梁 佳;张 群;罗 迎;王 聃;倪嘉成;	有效

								李开明; 齐子森; 王志浩	
8	专利权	一种基于涡旋电磁波的快速超分辨成像方法	中国	ZL202111170131.0	2023-09-26	6364101	中国人民解放军空军工程大学	梁 佳; 张 群; 罗 迎; 齐子森; 李开明; 王 聃; 倪嘉成; 袁 航	有效
9	专利权	一种基于涡旋电磁波雷达的人体目标步态精细识别方法	中国	ZL202110470972.7	2021-04-29	6186413	中国人民解放军空军工程大学	罗 迎; 袁 航; 梁 佳; 张 聪; 张 群; 李开明; 李宏伟; 陈怡君	有效
10	专利权	一种基于卫星多径效应的无源雷达成像方法	中国	ZL202310506796.7	2025-09-09	8237240	西安电子科技大学	马 晖 周生华 周 翊 刘宏伟	有效
客观评价									
项目围绕电磁涡旋新体制的基础机理、系统设计、成像处理和运动目标感知形成了较为完整的研究成果。相关论文发表于 IEEE TAES 等国内外期刊，授权多项发明专利。成果先后获得国家自然科学基金及多项国家级科研任务支持，围绕多模态实孔径超分辨成像、涡旋成像制导、抗无源干扰、轨道角动量波前调制成像等方向开展系统验证，其中相关课题在同类项目验收中取得良好评价。两项相关发明专利已完成技术转让；相关技术已在多个用户单位开展系统应用和验证。上述论文、专利、项目验收和应用材料表明，本成果具有较好的原创性、系统性和工程应用价值。									
项目简介									

本项目面向防空反导、精确制导及复杂环境目标探测需求，针对传统涡旋波束发散、能量空洞、模态分集增益不足，以及涡旋回波多维参数耦合、前视成像横向分辨受限和复杂运动目标精细信息难获取等问题，系统开展电磁涡旋新体制雷达探测与成像研究，形成“波束生成与调控—二维/三维超分辨成像—旋转多普勒微动探测—制导引信一体化应用”的技术体系。一是提出空时联合调控的均匀能量辐射涡旋电磁波生成与多模态复用方法，通过波形分集实现波束聚合、能量空洞填补和模态资源优化，提升有效模态利用率与目标回波信息获取能力；二是建立电磁涡旋成像维度重构与超分辨处理方法，提出涡旋前视 SAR、分时多模态快速扫描等新型成像模式，融合稀疏重构、贝叶斯学习等方法，实现复杂场景二维、三维快速高分辨成像；三是利用不同涡旋模态波前分集及旋转多普勒效应，建立微动目标多维参数估计、旋转中心定位和多维时频分析方法，实现目标运动、姿态和位置等信息的精细感知。相关成果发表于 IEEE TAES 等期刊，形成系列发明专利，并在导引头、成像引信、SAR 等典型场景中开展系统验证，在多个用户单位得到应用。项目由西安电子科技大学与西安空间无线电技术研究所共同申报，依托相关科研平台和国家级科研任务持续开展技术研发与工程验证。

应用情况和效益

本成果已面向三维高分辨雷达前视成像、导引头、成像引信、SAR 及复杂运动目标探测等场景开展应用验证，并在多个用户单位得到应用。均匀能量辐射与多模态调控技术可改善传统涡旋波束能量空洞和发散问题；前视 SAR、分时多模态快扫和快速超分辨处理技术提升了大视场三维成像、横向高分辨和高速场景实时处理能力；旋转多普勒与微动参数估计技术增强了目标切向运动、姿态、位置及特征部件信息的精细获取能力。相关技术为对地、对海目标监视识别、末制导前视成像、攻击点选择以及高速弹目交会条件下的成像识别和抗无源干扰提供了技术支撑。部分方法能够在现有相控阵、数字阵等系统基础上进行兼容扩展，有利于降低新体制雷达工程改造成本。目前已有两项相关专利实现技术转让；成果的持续应用有助于提升我国新体制雷达自主创新和复杂环境精细感知能力，具有显著的国防和社会效益，并具备良好的推广应用与潜在经济价值。

完成人合作关系说明

本成果七位完成人围绕电磁涡旋新体制雷达探测与成像形成了分工明确、优势互补的协同合作关系。第一完成人负责总体学术思想、技术路线和三项科技创新的统筹，提出均匀能量辐射涡旋波束、成像维度重构及微动多维参数估计等核心思想，组织关键技术攻关与成果凝练；第二完成人重点负责相关方法的工程化推广、算法集成、系统实现及外场试验验证，推动成果在导引头、成像引信等场景中的应用；第三完成人重点负责第 2、3 项科技创新，围绕前视三维超分辨成像和旋转多普勒微动探测等方向，参与技术方案设计、理论模型构建、关键算法研究及性能分析，解决成像及微动参数估计中的多项关键技术问题，为相关技术方案完善和成果形成提供重要支撑；第四完成人长期参与涡旋波束调控、前视三维超分辨成像和旋转多普勒微动探测研究，在方案设计、理论分析、试验验证和技术完善方面提供重要学术支撑；第五完成人重点参与第 1 项科技创新，围绕电磁涡旋波束生成、模态特性及波束性能分析开展研究，参与涡旋波束辐射模型构建、模态特性分析及相关算法设计；第六完成人重点参与第 2 项科技创新，开展涡旋前视三维成像模型、稀疏重构及快速超分辨成像算法研究与验证。

各完成人围绕“总体设计—理论建模—算法研究—系统集成—试验验证—工程应用”全过程开展协同攻关，研究内容相互衔接、成果相互支撑，共同形成了“涡旋空时联合调控—前视三维超分辨成像—旋转多普勒微动探测—制导引信一体化应用”的完整技术体系。相关合作关系可由知识产权、共同承担科研任务、代表性论文，以及系统研制、试验验证和应用材料等予以证明。