

2025 年度拟提名陕西省自然科学奖项目公示内容

一、项目名称

分形超材料电磁波调控机制与方法

二、提名者及提名意见

提名者：陕西省教育厅

提名意见：项目针对微波/射频超材料的非均一性等科学问题以及工程应用重大需求，将分形几何与超材料相结合提出了分形超材料思想，区别于国内外其他超材料研究，围绕它的理论方法、设计原理、奇异特性与工程应用等核心问题展开系统研究。项目在国家自然科学基金面上项目等 7 项课题资助下，发现了分形、螺旋超材料的小型化机制、强手征性与高解耦效率以及双零阶谐振、双传输零点、全向频扫奇异辐射等新物理现象，突破了传统器件、天线的带宽和功能限制，开发了系列宽频馈线、天线、新功能器件、透镜与幻觉隐身套。项目在天线领域顶级刊物 *IEEE Trans. Antennas Propag* (26 篇)、*Adv. Opt. Mater.* 等领域核心刊物发表 SCI 论文 132 篇，受到美国超材料/超表面发起人、院士和 60 位行业 Fellow 的正面评价。成果鉴定专家认为项目有‘重大创新、重大意义和重大效益，总体技术达国内同领域领先水平’。获陕西省高等学校科学技术特等奖，全国发明展览会技术发明金奖，中国青少年科技创新奖，全国百篇、行业学会、陕西省优秀博士、硕士学位论文奖 12 篇。成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省自然科学奖提名条件，特提名为陕西省自然科学奖。

三、项目简介

本项目属电子科学与技术前沿领域。针对微波/射频超材料的非均一性科学问题以及微波工程发展对射频器件的宽频带、小型化、宽波束扫描、电磁隐身重大需求，课题组将分形几何与超材料相结合，提出了紧凑型超材料的解决方案，区别于国内外其他超材料研究，将均一性整体提升 3 倍，围绕其理论方法、设计原理、奇异特性与工程应用等核心问题展开系统研究，研究由无源一维、二维、三维到有源可调，层层递进。提出了双并联支路复合左右手传输线理论与超散射幻觉隐身新思路，发现了分形、螺旋超表面的小型化机制、强手征性

与高解耦效率，创建了紧凑型三维复合各向异性零折射率超材料透镜天线。以工程应用发展需求为牵引，授权国家发明专利 8 项，多项技术在航天科工集团等多家单位应用，成果鉴定专家认为项目有‘重大创新、重大意义和重大效益’。研制的某雷达敌我识别天线系统已推广应用，宽带三维透镜天线系统获 23 届全国发明展览会技术发明金奖，成果还在 23 所、804 所等多家工业部门应用并受高度评价，效益显著。

在光学权威刊物天线领域顶级刊物 IEEE Trans. Antennas Propag、Adv. Opt. Mater.、Physical Review Applied、Physical Review B、Appl. Phys. Lett.、Optics Express、IEEE Microw. Magazine、IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.、IEEE Microw. Wireless Compon. Lett.等领域核心刊物发表 SCI 论文 132 篇，中科院一区/二区 41/45 篇。受国防科技图书出版基金资助出版中文专著 2 部，英文专著两章。3 篇论文荣登杂志封面，4 篇文章受 MaterialsViews China 报道，4 篇 ESI 高被引论文。课题成果获全国发明展览会技术发明金奖 1 项，中国青少年科技创新奖 1 项，全国“百篇”优秀博士论文提名奖 1 篇，中国电子学会、陕西省优秀博士论文奖 4 篇，优秀硕士论文奖 7 篇，培养博士/硕士生 50 余名，‘超表面设计与应用’团队入选陕西省高校创新团队。第一完成人担任美国和德国 3 份 SCI 源刊副主编，50 次担任 IEEE 等国际会议大会主席、TPC 共同主席、分会主席等职务，60 次做主旨/特邀报告，获国际无线电联盟青年科学家奖 6 项，当选 IET Fellow

四、客观评价

5 篇代表论文被 Physics Reports、Nature LSA、Nature Communication、Science Advance、Adv. Mater.、Adv. Opt. Mater.、ACS Photonics、IEEE TAP/MTT 等期刊广泛他引，包括美国 D. R. Smith (超材料创始人)、F. Capasso (超表面创始人)、J.F.Mao、T.J.Cui、J.Zhou、X.G. Luo (中国院士)、K.M.Luk (英国皇家工程院院士)、Y.S. Kivshar (俄罗斯光首席科学家)、Bozhevolnyi (欧洲科学院院士)、Tretyakov (芬兰院士)、Z.N. Chen/M. H. Hong (新加坡院士) 以及 D.H.Werner、D.Sievenpiper、R.W.Ziolkowski、G.V.Eleftheriades、W.Hong、

Q.Xue、Q.H.Liu、Z.X.Shen、H.T.Chen、F.Yang、R.H.Jin 等 42 位行业 Fellow。

五、代表性论文专著目录

（一）5 篇代表性论文

1. He-Xiu Xu, Guang-Ming Wang, Mei Qing Qi, Lianming Li, and Tie Jun Cui, “Three-dimensional super lens composed of fractal left-handed materials,” *Adv. Opt. Mater.*, vol. 1, no. 7, 495-502, 2013.

2. He-Xiu Xu, Guang-Ming Wang, Mei-Qing Qi, Jian-Gang Liang, Jian-Qiang Gong, and Zhi-Ming Xu, “Triple-band polarization-insensitive wide-angle ultra-miniature metamaterial transmission line absorber”, *Physical Review B*, vol. 86, no. 20, 205104, 2012.

3. He-Xiu Xu, Guang-Ming Wang, Mei Qing Qi, Tong Cai, and Tie Jun Cui, Compact dual-band circular polarizer using twisted Hilbert-shaped chiral metamaterial, *Optics Express*, Vol. 21, No. 21, 24912-24921, 2013.

4. He-Xiu Xu, Guang-Ming Wang, Jian-Gang Liang, Mei Qing Qi and Xi Gao, “Compact circularly polarized antennas combining meta-surfaces and strong space-filling meta-resonators,” *IEEE Trans. Antennas Propag.*, Vol. 61, No. 7, 3442-3450, 2013.

5. Wen-Ling Chen, Guang-Ming Wang, and Chen-Xin Zhang, “Bandwidth enhancement of a microstrip-line-fed printed wide-slot antenna with a fractal-shaped slot,” *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 57, pp. 2176-2179, 2009.

（二）代表性专著

6. He-Xiu Xu*, Guang-Ming Wang, Tong Cai, Qing Peng and Ya-Qing Zhang, 《Metamaterials - Devices and Applications》的第8章《Compact metamaterials induced circuits and functional devices》, InTech出版社, ISBN 9789535130994, 167-216, 2017.04

7. 王光明, 许河秀, 梁建刚, 蔡通, 《紧凑型异向介质——机理、设计与应用》, 北京: 国防工业出版社, 2015.06.01, ISBN 978-7-118-10034-1

8. 王光明, 蔡通, 梁建刚, 许河秀, 《电磁超构表面的设计和应用》, 国防工业出版社, 北京, 2020.06, ISBN 978-7-118-11971-8

六、主要完成人情况

排名	姓名	技术职称	完成单位	对成果的贡献
1	许河秀	教授	中国人民解放军空军工程大学	统筹整个项目, 代表作 1-4,6-8、专著和专利学术思想的提出者和完成人, 对发现点 1-4 均有重要贡献。
2	王光明	教授	中国人民解放军空军工程大学	代表作 1-8、专著和和专利主要学术思想的提出者之一, 对发现点 1、 3、 4 做出重要贡献。
3	梁建刚	教授	中国人民解放军空军工程大学	代表作 2、4、7、8, 专著和发明专利主要工作的完成人之一, 对发现点 3、 4 做出贡献。
4	张晨新	教授	中国人民解放军空军工程大学	代表作 3、4 和发明专利主要工作的完成人之一, 对发现点 4 做出贡献。
5	彭 清	讲师	中国人民解放军空军工程大学	代表作 6 的完成人之一, 对发现点 4 做出贡献。

七、主要完成单位情况

1	中国人民解放军空军工程大学	统筹整个项目, 代表作1-8、专著和专利学术思想的提出者和完成人, 对发现点1-4均有重要贡献。
---	---------------	--

八、完成人合作关系说明

许河秀、王光明、梁建刚、张晨新与彭清率属于空军工程大学**重点实验室超材料课题组以及陕西省超表面设计与应用创新团队, 其中王光明教授为**重点实验室学科带头人, 许河秀教授为陕西省创新团队负责人, 一直存在天然合作关系, 具体合作方式和证明见如下完成人合作关系情况汇总表。

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	共同立项课题7项,共同合著专著、论文,共同知识产权与获奖	许河秀 王光明	2008年9月	2019年3月	合作3本专著、16个授权发明专利与50余篇合著核心论文	代表性论文1-4, 专著6-8
2	共同合著专著、论文,共同知识产权与获奖	许河秀 王光明 梁建刚	2008年9月	2019年3月	合作8篇核心论文	代表性论文2、4, 专著7、8
3	共同立项课题3项,共同合著论文,共同知识产权与获奖	王光明 张晨新	2008年9月	2019年3月	合作10篇核心论文	代表性论文5
4	共同合著专著、论文	许河秀、 王光明 与彭清	2008年9月	2019年3月	合作5篇核心论文	代表性论著6