

拟提名 2026 年广西壮族自治区科学技术奖（自然科学奖）公示材料

一、项目名称：基于亚波长人工微结构的 THz 功能器件基础研究

二、提名者：桂林电子科技大学

三、提名等级：广西壮族自治区自然科学一等奖

四、项目简介：

太赫兹（Terahertz, THz）波位于微波与红外之间，兼具电子学与光子学特性，在物质识别、生物医学、安全检测、高分辨成像以及高速通信等领域具有重要应用价值，是国际电磁波科学与信息技术的重要研究前沿。随着 THz 科学与技术快速发展，对其振幅、相位、偏振及波前等基本特性进行有效调控的需求日益迫切。然而，天然材料在 THz 频段电磁响应较弱，传统微波和光学器件又难以直接移植，高性能 THz 功能器件长期匮乏。如何突破材料本征电磁响应限制，在亚波长尺度增强 THz 波与物质相互作用，并实现高效率、多自由度和动态可重构调控，是发展 THz 功能器件亟需解决的核心基础科学问题。

亚波长人工微结构通过人工设计材料组成、结构形状、尺寸及空间排布，可以产生天然材料所不具备的电磁响应，为 THz 功能器件研究提供了新的物理平台。本项目围绕“亚波长人工微结构与 THz 波相互作用及其功能调控机制”这一核心科学问题，系统开展了金属谐振器、全介质微结构及主动人工微结构的基础研究，形成了从金属到介质、从被动到主动的 THz 功能器件研究体系。主要科学发现如下：

（1）揭示了金属亚波长谐振器局域电磁响应及其功能调控机制。利用金属谐振器产生的强局域电磁场，发展了高灵敏 THz 传感方法；揭示平面手性金属微结构的圆偏振选择性响应机制，实现左右旋圆偏振通道独立全息编码；进一步发现不同金属谐振单元间近场耦合对非线性 THz 辐射的调控规律，实现振幅、泵浦手性选择及轨道角动量调控，拓展了金属人工微结构的功能维度。

（2）建立了低损耗、高效率、多自由度的全介质 THz 调控方法。针对金属微结构欧姆损耗和调控自由度受限问题，利用高阻硅低损耗介质微结构实现完整相位覆盖，研制了高效率、偏振无关的波束偏折、贝塞尔波束和涡旋波束等功能器件；进一步提出由多个介质超原子组成的“meta-molecule”，利用多单元干涉增加结构自由度，实现振幅、相位和偏振的完全控制，推动 THz 器件由单一波前调控向

多维电磁信息调控发展。

(3) 突破静态被动人工微结构功能加工后固定的限制, 发展了光、磁和相干场驱动的主动 THz 调控新机制。利用光激发载流子实现皮秒时间尺度的偏振切换和动态波束分裂; 通过磁场破坏时间反演对称性, 实现可调光子 Weyl 点及 Fermi 弧; 将连续谱束缚态与相干调控相结合, 实现覆盖整个 Poincaré 球的实时高效偏振控制, 拓展了主动可重构 THz 功能器件的物理途径。

项目 8 篇代表性论文发表在《Nature Physics》、《Nature Communications》、《Light: Science & Applications》、《Advanced Functional Materials》等国际期刊, 累计 SCI 他引 800 余次。第一完成人主持完成国家自然科学基金项目、重点基金项目, 入选广西杰出人才培养项目。团队成员中 2 人次获国家自然科学基金项目资助。相关研究深化了对亚波长人工微结构与 THz 波相互作用规律的认识, 为太赫兹科学技术的发展及其在工程应用中的拓展提供了重要理论基础。

五、代表性论文专著 (不超过 8 篇)

1. Wang Qiu (王球), Plum Eric, Yang Quanlong (阳权龙) Zhang Xueqian (张学迁), Xu Quan (许全), Xu Yuehong (许悦红), Han Jianguang (韩家广), Zhang Weili (张伟力), Reflective chiral meta-holography: multiplexing holograms for circularly polarized waves, Light: Science & Applications 7, 25 (2018).
2. Liu Xingbo (刘星博), Wang Qiu (王球), Zhang Xueqian (张学迁), Li Hua (李花), Xu Quan (许全), Xu Yuehong (许悦红), Chen Xieyu (陈颢宇), Li Shaoxian (李绍限), Liu Meng (刘蒙), Tian Zhen (田震), Zhang Caihong (张彩虹), Zou Chongwen (邹崇文), Han Jianguang (韩家广), Zhang Weili (张伟力), Thermally Dependent Dynamic Meta-Holography Using a Vanadium Dioxide Integrated Metasurface, Advanced Optical Materials 7, 1900175 (2019).
3. Zhang Huifang (张慧芳), Zhang Xueqian (张学迁), Xu Quan (许全), Wang Qiu (王球), Xu Yuehong (许悦红), Wei Minggui (魏明贵), Li Yanfeng (栗岩锋), Gu Jianqiang (谷建强), Tian Zhen (田震), Ouyang Chunmei (欧阳春梅), Zhang, Xixiang (张西祥); Hu, Cong (胡聪), Han Jianguang (韩家广), Zhang Weili (张伟力), Polarization-independent all-silicon dielectric metasurfaces in the terahertz regime, Photonics Research 6, 24-29 (2018).

4. Wu Tong (吴桐), Zhang Xueqian (张学迁), Xu Quan (许全), Plum Eric, Chen Kaiji (陈凯吉), Xu Yuehong (许悦红), Lu Yongchang (路永昌), Zhang Huifang(张慧芳), Zhang Ziyang(张紫莹), Chen Xieyu(陈颢宇), Ren Guanhua (任冠华), Niu Li (牛力), Tian Zhen (田震), Han Jiaguang (韩家广), Zhang Weili (张伟力), Advanced Optical Materials 10, 2101223 (2022).
5. Wang Dongyang (王东阳), Yang Biao (杨镖), Gao Wenlong (高文龙), Jia Hongwei (贾宏伟), Yang Quanlong (阳权龙), Chen Xieyu (陈颢宇), Wei Mingui (魏明贵), Liu Changxu (刘昶旭) Navarro-Cia Miguel, Han Jiaguang (韩家广), Zhang Weili(张伟力), Zhang Shuang(张霜), Photonic Weyl points due to broken time-reversal symmetry in magnetized semiconductor, Nature Physics 15, 1150 (2019).
6. Kang Ming (康明), Zhang Ziyang (张紫莹), Wu Tong (吴桐), Zhang Xueqian (张学迁), Xu Quan (许全), Krasnok Alex, Han Jiaguang (韩家广), Alù Andrea, Coherent full polarization control based on bound states in the continuum, Nature Communications 13, 4536 (2022)
7. Wang Qingwei (王庆伟), Zhang Xueqian (张学迁), Xu Quan (许全), Feng Xi (冯汐), Lu Yongchang (路永昌), Niu Li (牛力), Chen Xieyu (陈颢宇), Plum Eric, Gu Jiangang (谷建强), Yang Quanlong (阳权龙), Fang Ming (方明), Huang Zhixiang (黄志祥), Zhang Shuang (张霜), Han Jiaguang (韩家广), Zhang Weili (张伟力), Nonlinear Terahertz Generation: Chiral and Achiral Meta-Atom Coupling, Advanced Functional Materials 33, 2300639 (2023).
8. Fan Junxing (凡俊兴), Li Zuolong (李祚龙), Xue Zhanqiang (薛占强), Xing Hongyang (邢宏阳), Lu Dan (鲁丹), Xu Guizhen (许桂珍), Gu Jianqiang (谷建强), Han Jiaguang (韩家广), Cong Longqing (丛龙庆), Hybrid bound states in the continuum in terahertz metasurfaces, Opto-Electronic Science 2, 230006 (2023).

六、主要完成人基本情况

序号	姓名	工作单位（完成单位）	职称	职务
1	韩家广	桂林电子科技大学	教授	

2	张学迁	天津大学	教授	
3	许全	天津大学	副教授	
4	丛龙庆	南方科技大学	副教授	
5	栗岩锋	天津大学	副教授	
6	许悦红	空天信息大学（筹）	副教授	