
【复旦大学周磊教授团队】表面波驱动下片上超构表面构建太赫兹复杂矢量光场

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36735.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

【复旦大学周磊教授团队】表面波驱动下片上超构表面构建太赫兹复杂矢量光场

。复旦大学超构材料光场调控团队提出了用于设计超紧凑片上光学器件的通用方法，得到了复合超构表面的设计参数，完成了原型器件的设计，为实现高度集成的片上太赫兹器件提供了新的思路。

随着信息和通信技术的快速发展，特别是在5G、6G网络、人工智能和万物互联的背景下，开发高带宽、高速度、低功耗和小型化片上光学调控器件变得尤为重要。然而，传统光学器件通常存在体积大、效率低、调控能力受限等问题。超构表面作为一种新型光学器件，由一系列超薄的亚波长人工原子按照特定排列方式组成，实现了奇异反射/折射、平面棱镜、全息成像、表面波激发等奇异效应。特别是，人们最近提出了将片上表面波作为激励源，利用超构表面高效将表面波解耦实现自由空间的波前调控，为片上光学应用打开了新思路。然而以往工作主要实现了对相位的控制，如何实现对相位、振幅和偏振的联合调控达到更加灵活的光场调控目标，仍然面临着巨大的挑战。

复旦大学周磊教授领衔的超构材料光场调控团队提出了一种用于设计超紧凑片上光学器件的通用方法，它们能够在表面波（SW）激励下高效生成预先设计的复杂波前矢量光束（VOFs），并在太赫兹（THz）频段进行了实验验证。

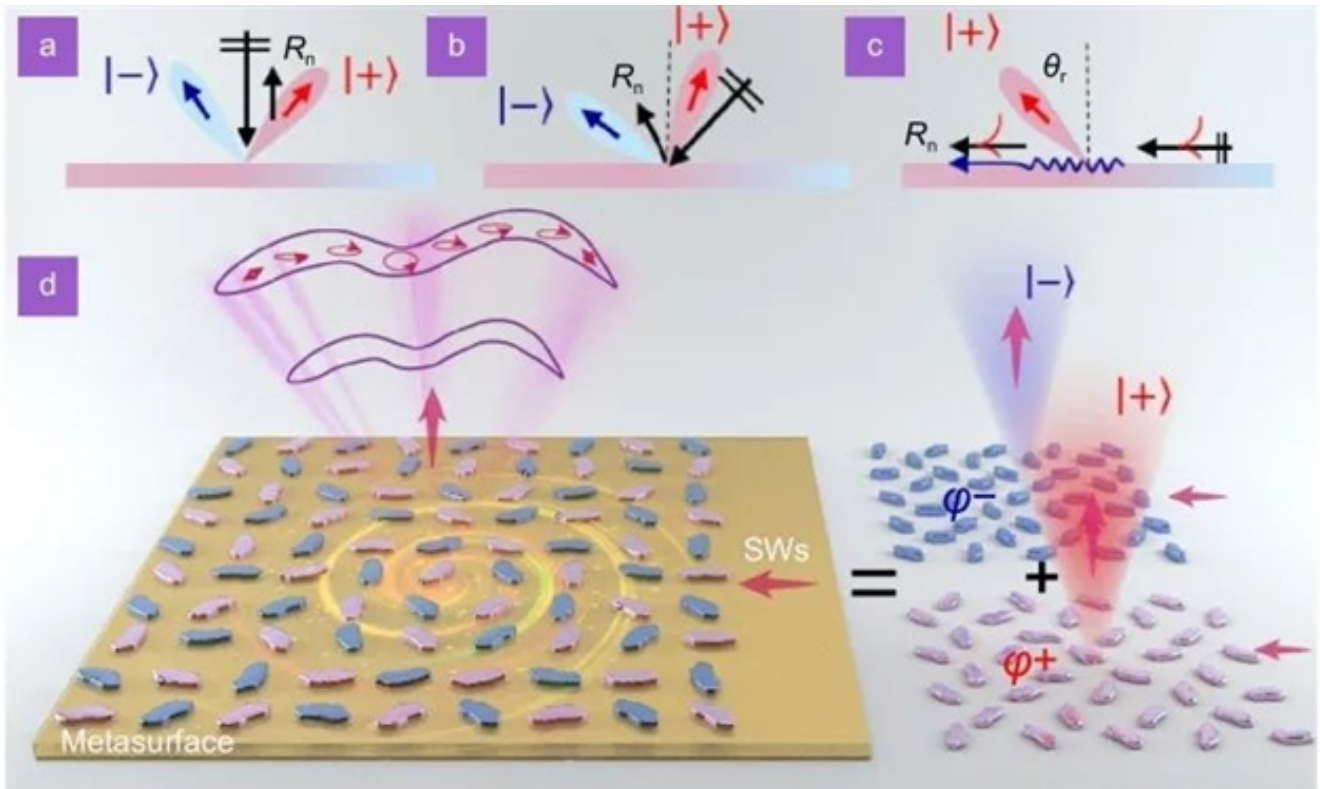


图1超构表面器件示意图

对于线性几何相位的反射式超构表面器件，当其受到线偏振光垂直方向照射时，散射场中将同时包含与自旋相关和无关的异常模式与正常模式（如图1a所示）。随着入射角度的增大，其中一种异常模式和正常模式被超构表面调控后反射角度均逐步增大。当入射波为片上表面波时，在自由空间中仅存活的模式为特定的圆偏振光，该模式的辐射角度和偏振状态均可以通过精确设计超构表面的相位梯度进行任意调控（图1b,c）。

在上述概念的基础上，研究人员进一步提出设计复合超构表面辐射复杂矢量光场的思想。将传统的单个人工原子拓展为 2×2 人工分子，其中内部不同的子单元（蓝色和紫色）具有独立的旋转角度及旋转方向，在表面波的照射下可以同时辐射出具有左旋（LCP）和右旋（RCP）分量，并且基于干涉效应调控局域的相位和偏振分量，并在宏观上构建特定波前及偏振分布的矢量光束（图1d）。

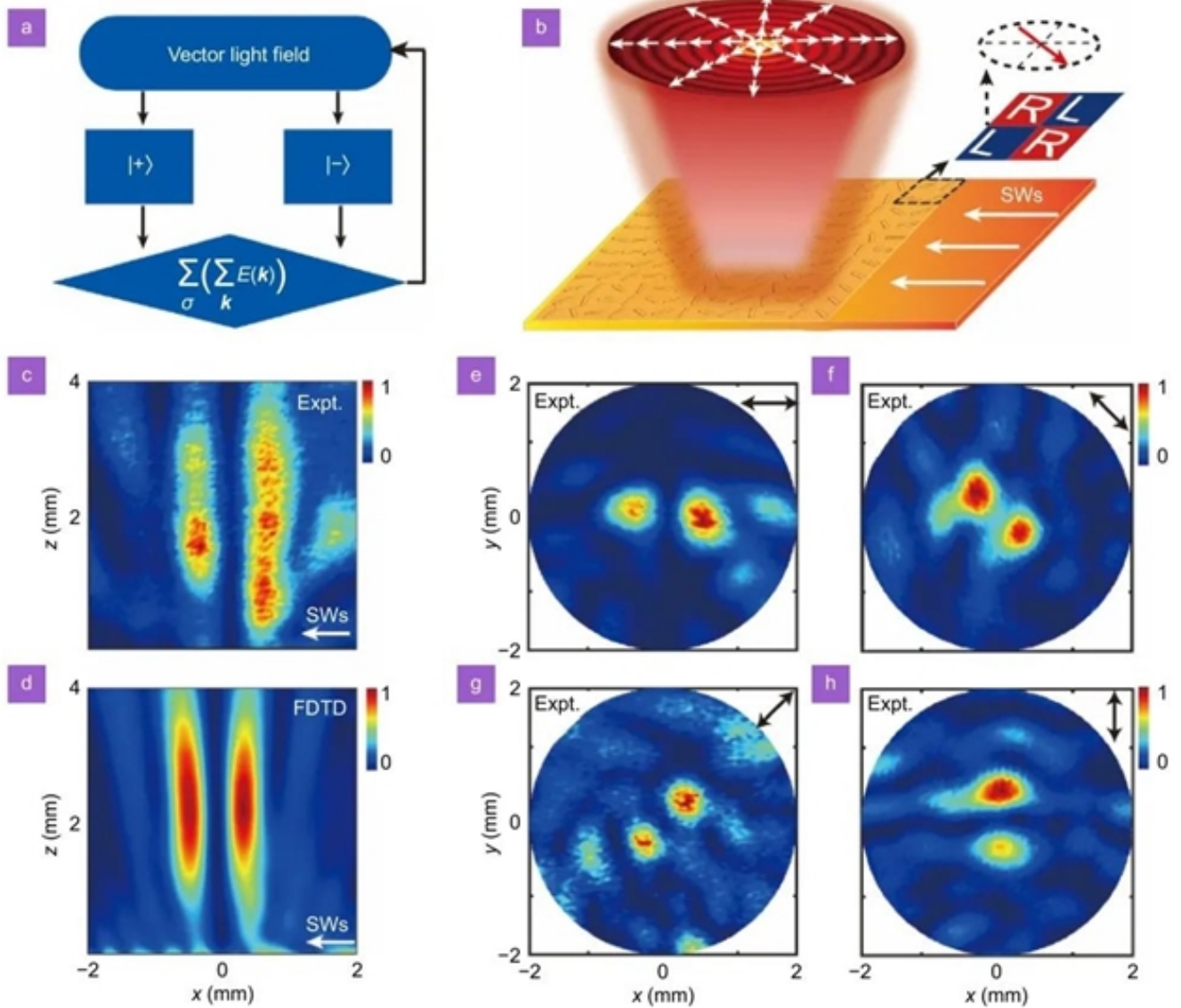


图2 径向极化的贝塞尔光场实验表征

为了实现这一概念，研究人员建立了一种通用的设计方法，将目标矢量光场分解为不同波矢和圆偏基矢的求和形式，通过目标总场与人工原子之间的映射关系，最终得到复合超构表面的设计参数，完成原型器件的设计（图2a）。例如，研究人员研发了一种在表面波激励下生成径向极化的贝塞尔波束的太赫兹器件，借助全波仿真和近场扫描展现出不同平面和偏振方向上的光场形貌，两者高度一致，验证了该器件的优异性能（图2b-g）。该研究为实现高度集成的片上太赫兹器件提供了新的思路，相关研究在生物传感、高速通信、激光雷达、增强和虚拟现实（AR/VR）等领域中具有广泛的应用前景。

该工作以Efficient generation of vectorial terahertz beams using surface-wave excited metasurfaces为题，作为封面文章发表在Opto-Electronic Science 2025年第1期。

该工作得到了国家自然科学基金（62192771、12374344、12221004）、国家重点研发计划（2022YFA1204700、2020YFA0710100）、上海市自然科学基金（23dz2260100）、中国博士后科学基金（2021TQ0077）的资助以及复旦大学纳米加工实验室在样品制作方面提供的技术支持。

研究团队简介

复旦大学超构材料光场调控团队是由周磊教授（长江学者/杰青/万人）领衔，孙树林教授、何琼教授、马少杰教授等多名骨干教师支撑的教学科研团队。依托复旦大学应用表面物理国家重点实验室、微纳光子结构教育部重点实验室、上海市超构表面光场调控重点实验室、上海市超精密光学制造工程技术研究中心等平台支持，长期从事超构材料、超构表面、纳米光子学等研究。研究团队在Nat. Mater.、Nano Lett.、Adv. Opt. Photon.、Light Sci. Appl.等杂志上发表SCI论文200余篇，被引用超过22000次，20余篇入选ESI高被引论文，荣获2019国家自然科学基金二等奖、2016上海市自然科学一等奖、2012中国光学重要成果奖等奖项。研究团队主持国家自然科学基金委创新研究群体项目、国家重点研发计划、国家自然科学基金委重点项目等科研项目，多次主办超构材料相关的国际会议，受邀在国际学术会议作大会/主题/邀请报告300余次。



来源：科学网

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发