
超表面非线性光子学研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/32954.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！

超表面非线性光子学研究取得进展。

非线性光学技术是全光信号处理、生物医学成像和量子信息等前沿领域的重要技术，受传统材料非线性光学效应弱、依赖强激光源和长相互作用距离等问题限制，难以满足集成化、低功耗纳米光子器件的发展需求。介电常数近零（ENZ）材料具有超快、超强的非线性光学效应，有望解决这一难题。基于准连续域束缚态（Q-BIC）的微纳结构通过高品质因子共振显著增强光与物质的相互作用，为调控非线性光学效应开辟了新途径。然而，Q-BIC体系存在的窄带宽特性及其对结构参数的极端敏感性，严重制约其实际应用。如何在微纳尺度下突破高品质因子与工作带宽之间的制约关系，实现高性能光子器件的设计与制备，已成为当前光子集成领域亟待解决的关键问题。

针对上述问题，中国科学院西安光学精密机械研究所研究团队首次提出了准导模（Q-GM）与ENZ模式强耦合的非局域超表面结构设计，通过引入周期扰动实现第一布里渊区折叠，构建出角度可调的高品质因子Q-GM，突破传统Q-BIC的波矢和波长限制。

该耦合机制具有如下优势：Q-GM与ENZ模式之间的强场重叠效应产生了260meV的能级反交叉分裂，显著增强

非线性光学效应；正入射条

件下，超表面的非线性折射率系数达到 $|n_2|=3.8 \times 10^{-13} \text{m}^2$

/W，比ENZ薄膜的非线性系数提升了3个数量级，有效降低片上非线性光子器件功耗；得益于Q-GM在宽波矢的高品质因子，实验测量超表面非线性系数随入射角的增加具有鲁棒性，实现了宽带可调的强非线性光学效应。研究成果为开发具有大角度、多波长调控的非线性光子器件提供了新的技术路线，在集成光子学、全光信号处理及生物传感成像等领域展现出应用潜力。

近日，相关研究成果以Enhanced the Tunable Nonlinearity of Epsilon-Near-Zero Nonlocal Metasurface by Quasi-Guided Mode为题，发表在《激光与光子学评论》（Laser Photonics Reviews）上。

[论文链接](#)

(a) 三维结构 (b) 测量与仿真的线性透射谱。

(a) 无ENZ薄膜的能带折叠 (b) 共振透射峰与结构参数的关系。

正入射时测量与仿真的 (a) 非线性折射率系数 (b) 非线性吸收系数。

斜入射的线性光学特性 (a) 不同入射角度下实验与仿真的线性透射谱；(b) 电场分布以及共振透射峰与入射角度的关系。

研究团队单位：西安光学精密机械研究所

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://www.iikx.com)转发