
科研团队造出全新拓扑光子“高速路”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41038.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！

科研团队造出全新拓扑光子“高速路”。近日，东南大学毫米波全国重点实验室电磁超材料团队教授崔晓晗、南京大学副教授张若洋联合香港科技大学教授陈子亭团队，提出并实现了一种新型拓扑光子波导——无绝缘体拓扑光子多通道高速公路。该研究针对传统拓扑光子波导中拓扑保护与空间利用率难以兼顾的问题，提供了一种新的解决思路。相关成果发表于国际顶级期刊Nature。

随着光通信和光子计算不断发展，如何在有限面积内容纳更多通道并减少反射和串扰，成为集成光子学的重要问题。拓扑光波导虽然能够帮助光绕过缺陷和急弯，却需要较宽的光子绝缘体区域提供拓扑保护和光场约束，这些区域不参与传输，限制了器件的空间利用率。

可以把传统拓扑波导想象成一条被宽厚隔离带包围的专用道路——车辆行驶稳定，但真正用于通行的路面只占一小部分。此次研究构建的光子高速路则更像多车道紧密排列的高速公路——每个通道既传输自身信号，也是邻近通道的护栏，因此无需额外设置大面积隔离层。

其背后物理基础是团队设计的四种特殊光子晶体——光子谷半准金属。它的两个能谷自由度一个表现为无带隙的狄拉克准金属，而另一个则表现为拓扑绝缘体，因此可同时扮演波导和拓扑光子绝缘层的双重角色。将四种谷半准金属按照特定顺序排列后，可以形成四条空间上并行的单向通道。不同通道相互协同，在保证每个区域拓扑单向传输的同时实现了100%的空间利用率。

团队在微波频段搭建实验平台，验证了四个单向导波通道，并展示了电磁波通过60°、90°和120°急弯时仍能沿预定通道单向传播，反向散射和通道串扰得到有效抑制。与传统拓扑波导中光主要集中在狭窄界面附近不同，新结构中的波可以分布在整個通道内。因此，通过改变通道的宽度和形状，还可以使场分布发生展宽、压缩或横向移动，为在紧凑空间内同时实现信号传输和波场形貌调控提供了新的可能。

据悉，这项成果在基础研究上突破了拓扑光传输依赖材料边界或界面的传统框架，开辟了利用整个区域并行且单向鲁棒导光的新路径；在应用层面，有望为高密度光子芯片提供新方案，减少无效空间、提高通道密度和信息承载能力。据团队介绍，该技术未来可拓展至通信光、太赫兹等多个实用频段。不过要真正落地应用，还需要解决材料损耗、器件耦合、与光芯片功能元件集成等工程难题。（来源：中国科学报 陈彬）

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41586-026-10817-9>

作者：崔晓晗等 来源：《自然》

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](https://www.iikx.com)转发