
集成光子赋能6G通信与AI光互联取得新突破

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/38360.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！

集成光子赋能6G通信与AI光互联取得新突破

。近日，北京大学电子学院教授王兴军团队联合鹏城实验室余少华院士团队、上海科技大学陈佰乐副教授课题组、国家信息光电子创新中心肖希研究员团队等，在国际上首次提出了集成“光纤-无线融合通信”概念，率先实现了光纤与无线通信系统间的跨网络无缝融合，在光纤通信和无线通信均实现了大于400Gbps的信号传输。这意味着，从移动手机到AI数据中心，使用者无论采用有线还是无线通信方式，都能基于该系统实现实时、高速、可靠的通信互联。2月19日，相关研究论文发表于《自然》。

研究团队提出的集成光子驱动的全光超宽带电信互联系统。北京大学供图

“这一颠覆性的系统架构，如同一把‘万能钥匙’，真正实现了业界梦寐以求的‘一套系统，跨场景复用’，有望彻底重塑未来电信网络架构，为构建全光互联的智能世界铺平道路，带动整个产业生态的协同创新与突破发展。”论文通讯作者王兴军告诉《中国科学报》。

直面“万物互联”终极难题实现全光互联

在北京大学电子学院的实验室内，一场可能彻底重塑全球通信网络格局的技术革命正在此孕育成熟。两块指甲盖大小的芯片正展现着未来全光互联的关键突破——从支撑AI算力增长的光纤通信，到能实现零延迟体验的太赫兹无线通信，通过调整收发模块，系统就能灵活地在这两种模式之间切换，从“物理层”弥合了两大通信领域的鸿沟，彻底打破了传统硬件“功能固化”的技术局限。

王兴军表示，这一突破的背后，是AI技术和6G通信快速发展面临的紧迫挑战。随着AI技术的快速发展，更高密度、更高性能的算力成为未来人工智能领域竞争中的关键一环。如何实现算力芯片间及大规模数据中心内更高速的互联成为制约算力资源发展的重要瓶颈。与此同时，星地通讯、智能网联汽车等日益增长的泛在接入需求对以太赫兹（THz）通信为代表的下一代移动通信技术（6G）也提出了更高容量和更低时延的挑战。

更关键的是，光纤通信与无线通信在信号架构与硬件上存在天然的“带宽鸿沟”，如同两条设计标准迥异的“轨道”，使得它们难以在同一套基础设施上高效融合，导致网络效率低下、成本高企且部署复杂，严重阻碍了构建统一、灵活、低成本未来网络的步伐。

“要解决系统级的融合问题，必须从硬件和软件层面实现底层创新，打造能够同时支持高速光纤通信和高速无线通信的通用高性能平台，这是实现全光互联的核心。”王兴军强调。

以“光”为桥，铸就“融合”基石

“团队创新突破在于为通信系统打造了一颗强大的“融合之心”——以光作为系统传输媒介，让电信号“变身”为光信号进行处理，借助光子学的超大带宽特性突破频率限制。”论文共同通讯作者、北京大学电子学院研究员舒浩文介绍说。

研究团队基于先进的薄膜铌酸锂光子材料平台和改进型单行载流子光电探测器结构，在仅指甲盖大小的芯片上，一举实现超250吉赫兹的宽带平坦电-光-电转换链路。

团队研制的超宽带光电融合集成芯片从原理上规避了传统电学倍频链路中必然存在的带宽限制和噪声积累问题，在有线和无线频段均能提供超过100吉赫兹的平坦、可用信号带宽。“这如同构建了一条从光域到无线域畅通无阻的‘超级高速公路’，为未来超高速有线和无线通信提供了前所未有的硬件基石”。舒浩文表示。

仅有强大的硬件“躯干”还不足以保证在复杂现实环境中的稳定驰骋。信号在长距离、多场景的传输中会遭遇各种非线性损伤与干扰，传统算法对此往往束手无策。

为此，研究团队引入人工智能的“大脑”，开创性地提出并应用了一种基于神经网络的数字信号处理算法。这款AI赋能的先进均衡算法具备强大的学习与适应能力，能够智能地识别、建模并补偿信道中的各种复杂损伤，从根本上攻克了传统方法在复杂信道面前性能急剧下降的固有挑战。“这相当于为高速通信系统配备了一位时刻在线的‘AI导航员’，确保其在任何‘路况’下都能

选择最优路径，稳定可靠地抵达终点。”舒浩文解释道。

值得注意的是，研究团队提出的超宽带集成光子器件和AI均衡算法同时适用于有线和无线通信，能够作为通用功能单元来支持有线/无线双模式传输，相当于用一套设备打通了所有通信系统的“任督二脉”。

一套系统，全维优势

据介绍，基于自研的超宽带芯片与AI算法，研究团队成功搭建了全球首个“光纤-无线一体化融合系统”演示平台，实现了一系列震撼成果，在全光通信领域树立了“新标杆”。

在光纤通信场景下，研究团队实现了单通道256Gbaud的破世界纪录短距光互联速率；在无线通信领域，研究团队实现了单通道400Gbps的破世界纪录太赫兹通信速率。研究团队还模拟了未来6G高密度接入场景，成功完成了86路8K超高清视频的实时无线传输演示，传输带宽较当前5G标准提升了一个数量级。所有信道性能均一稳定，展现了系统无与伦比的多用户并发支持能力。

论文第一作者、北京大学与鹏城实验室联培博士生张云皓表示，“这不仅仅是两项通信技术的简单叠加，而是一场从底层硬件、智能算法到系统架构的全面范式革命。它标志着移动接入网与光纤骨干网真正的开始走向深度统一融合。”

“这项突破的意义远不止于创造速率纪录，其在能耗、成本、规模化部署等其他关键特性方面也表现出卓越的性能，在6G基站、无线数据中心等场景中展现出极具潜力的应用前景。”王兴军强调，“我们研发的所有关键技术和制备工艺均基于全国产集成光学工艺平台，无需传统微电子先进制程工艺，能够助力我国在半导体芯片领域实现换道超车。”

展望未来，王兴军表示，团队将继续着力提升系统集成度，探索实现完全单芯片集成的全功能微型化收发模组，为太赫兹雷达等应用提供一种前所未有的、紧凑且经济的太赫兹信号生成、调制与检测一体化方案。希望能将通信领域的突破，辐射至感知、测量、成像等众多产业，最终赋能一个真正智能、全光互联的未来世界。

相关论文信息：

<http://doi.org/10.1038/s41586-026-10172-9>.

作者：崔雪芹 来源：中国科学报

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