
微梳自由空间太比特相干通信开启6G新纪元

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/35171.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！

微梳自由空间太比特相干通信开启6G新纪元。

ISSN 2662-8643(online)

CN 22-1427 / 04

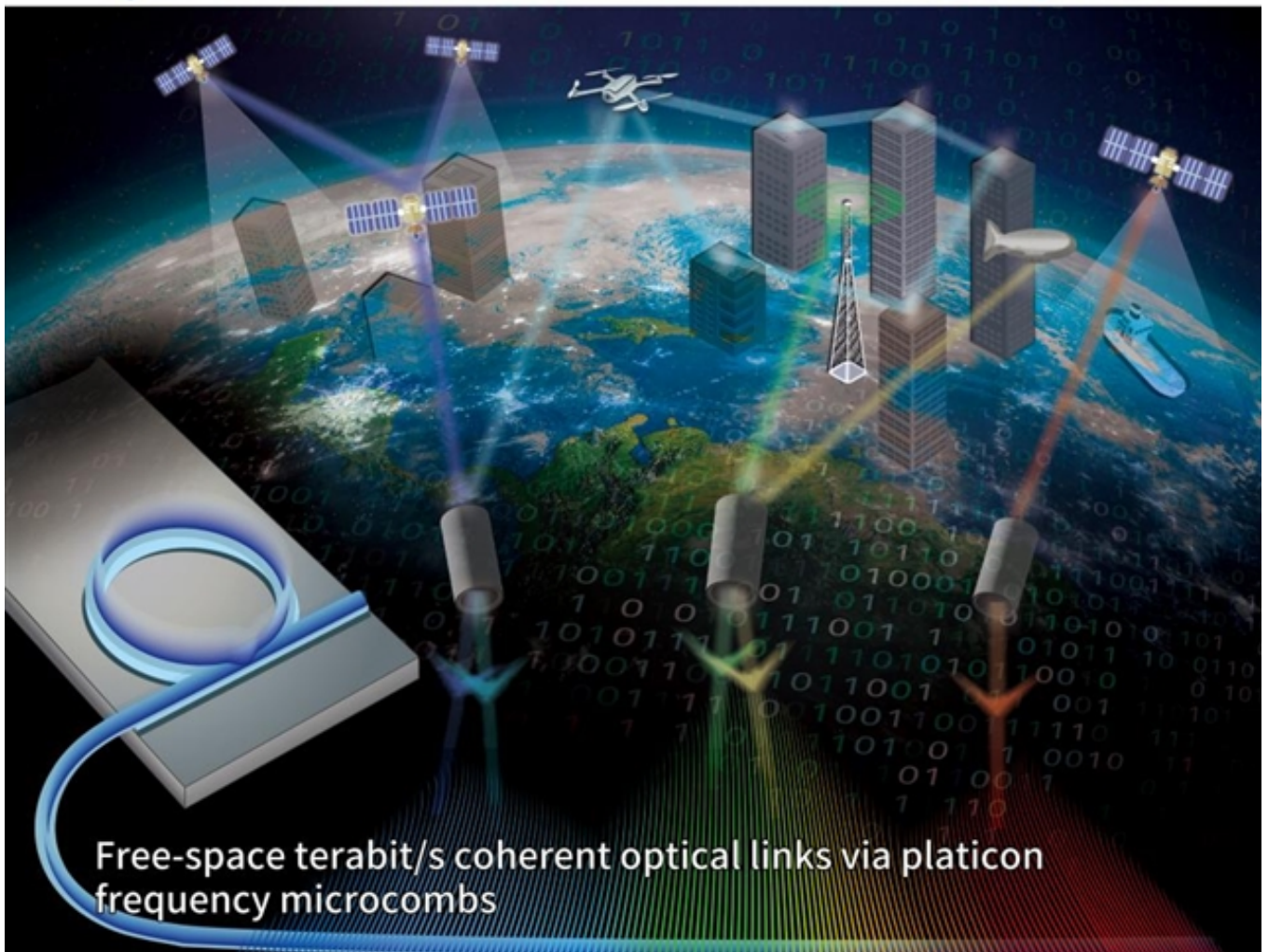
ISSN 2097-1710(print)

eLight



May 2025 · Volume 5 · Issue 19

elight.springeropen.com



ISSN 2097-1710



 **Light** | Publishing Group

SPRINGER NATURE

导读

自2005年获得诺贝尔物理学奖以来，光学频率梳已成为信息系统中的核心技术。光学频率梳由一系列均匀间隔并具有稳定相位关系的频率分量组成，广泛应用于高精度时间频率科学、超稳微波生成、天文光谱学、光通信等领域。近年来，半导体微纳加工技术的进步促进了集成频率梳的快速发展，推动了新的物理探索和工程解决方案。集成光梳如今已广泛应用于光计算、光子微波、激光雷达、量子光学、太赫兹光子学等多个前沿领域。

最近，美国加州大学洛杉矶分校等单位，首次在eLight（入选两期卓越计划）上发表题为Free-space terabit/s coherent optical links via platicon frequency microcombs的研究，利用芯片级Platicon光频率微梳实现了自由空间太比特级相干光通信。在160米的室内外混合链路中，该技术实现了高达8.21 Tbit/s的聚合数据传输速率，并在湍流条件下保持稳定。该成果为6G网络、空天地海一体化通信、卫星链路等大带宽需求提供了全新的解决方案。

背景：自由空间光通信的挑战与重要性

随着5G及未来6G网络的快速发展，通信带宽的需求呈指数级增长。传统射频（RF）频谱资源已接近饱和，自由空间光通信（FSO）凭借其高带宽、高安全性和低部署成本，成为突破最后一公里瓶颈的关键技术，并为构建空间信息高速公路提供了可能。然而，现有的FSO系统依赖多激光器阵列，存在体积大、功耗高、相位同步复杂等问题，且大气湍流和指向误差容易导致信号衰减。

。

集成微腔光频梳技术通过单一泵浦激光生成数百个相位锁定的光载波，为并行数据传输提供了理想的平台。然而，传统微梳在自由空间链路中的应用受到转换效率和功率均匀性问题的限制。此次研究提出的Platicon微梳，通过独特的频谱整形和高效能量转换，成功解决了这些难题，如图1

。

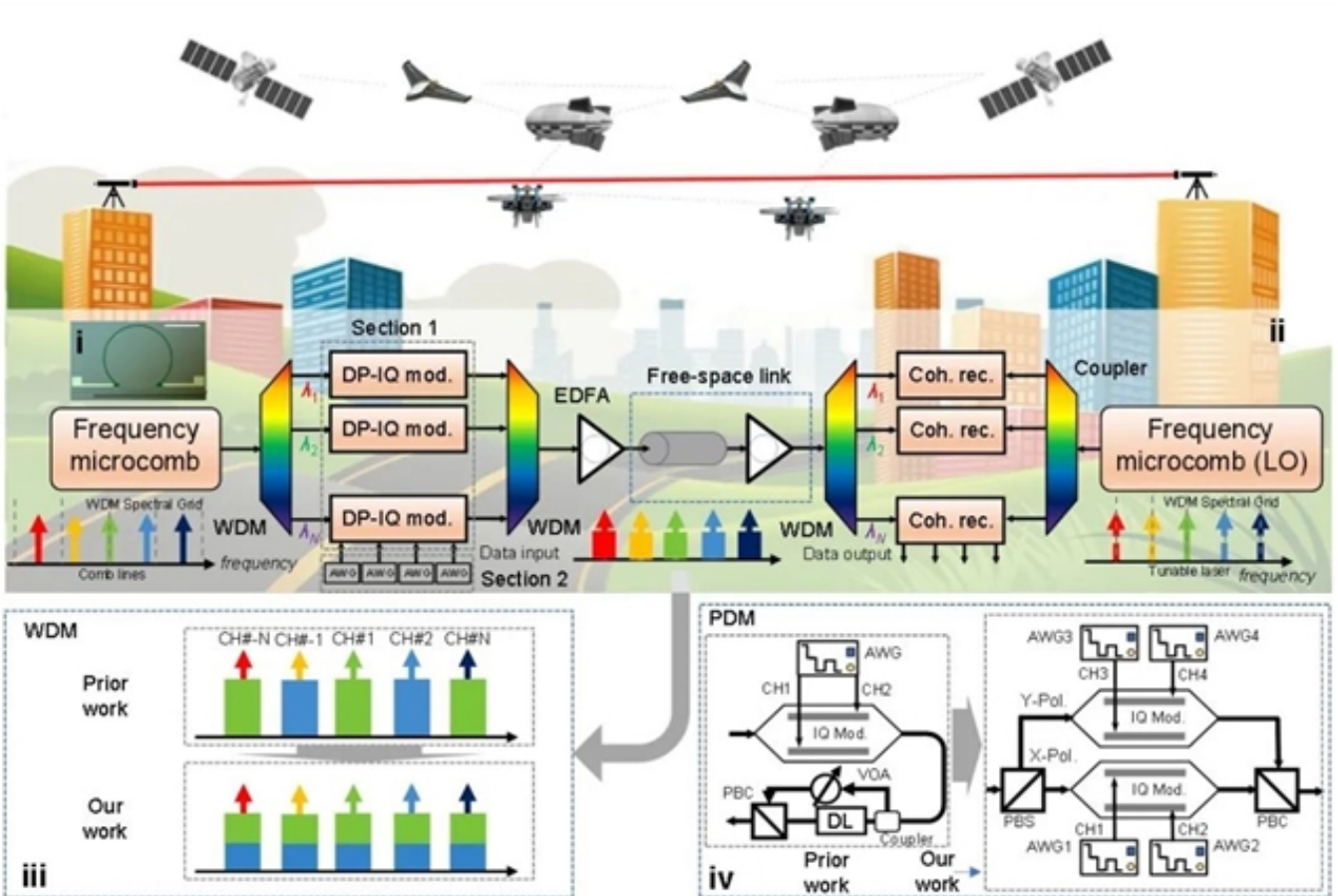


图1：基于Platicon微梳的自由空间太比特相干光通信

技术突破：Platicon微梳与太比特级传输

研究团队设计了一种基于氮化硅（Si₃N₄）微环谐振器的Platicon频率微梳。该微梳通过正色散微腔生成近似矩形的平坦频谱，覆盖12.5 THz的C/L波段，包含超过55个光载波，信道间隔为115 GHz，光载噪比（OCNR）高达50 dB，为高密度波分复用（WDM）和偏振复用（PDM）奠定了基础。

在实验中，团队采用16态正交幅度调制（16-QAM）技术，以每载波20 Gbaud的符号率驱动双偏振IQ调制器，通过160米的大气链路传输数据。结果表明，即便在湍流引起的对数正态强度闪烁和指向误差下，系统误码率（BER）依然低于前向纠错（FEC）阈值（ 4.5×10^{-3} ），且频谱效率达到了1.29 bit/s/Hz。

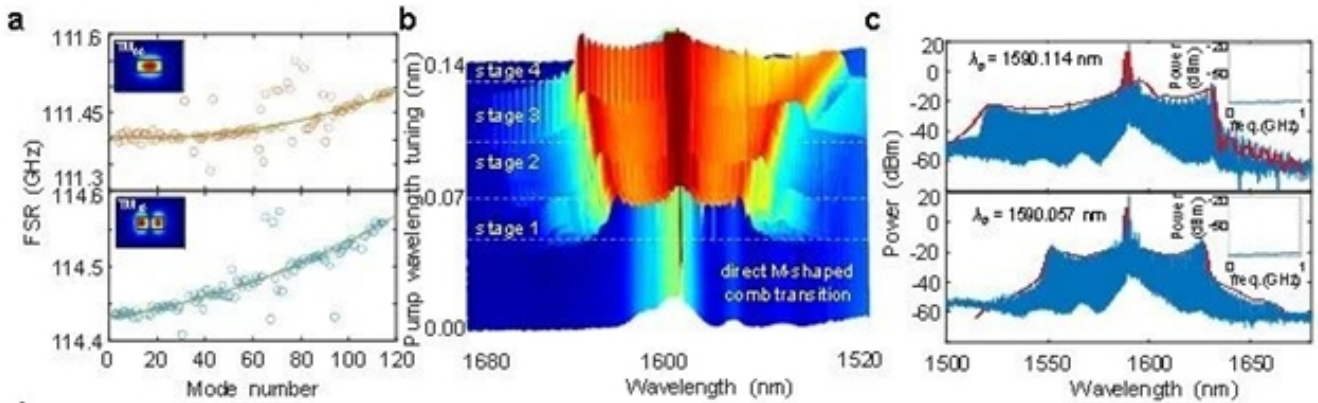


图2：高功率转换效率Platicon微梳。（a）氮化硅芯片色散表征。（b）Platicon微梳光谱动态图。（c）数值仿真与实验测试光谱图

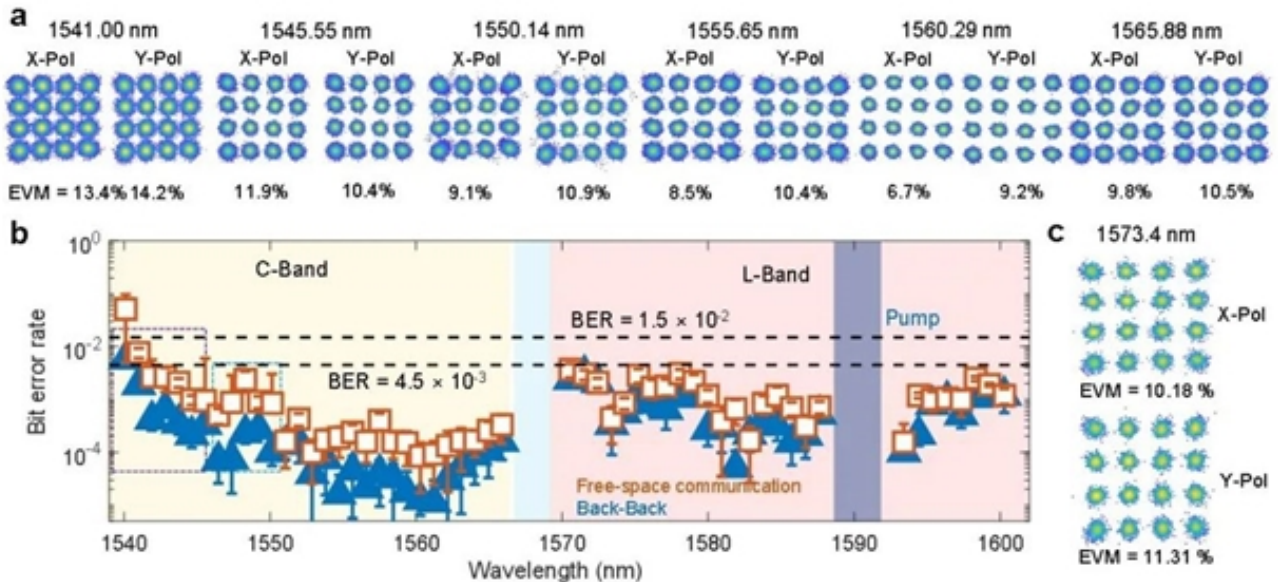


图3：波分复用偏振复用Platicon微梳自由空间相干光通信。（a）相干通信数据恢复星座图。（b）波分复用相干通信误码率分布图。（c）相干通信数据恢复星座图

创新亮点：湍流耐受性与主从相位恢复

为应对大气湍流，团队开发了主动光束稳定系统，将光束位置波动降低了10倍。同时，首次实现了基于微梳的主从载波相位恢复技术，通过监测载波相位波动，实时补偿湍流引起的相位噪声。

与商用激光阵列相比，Platicon微梳在相同误码率下仅产生额外0.5 dB的功率代价，并且芯片级集成大幅降低了系统复杂度。

应用前景：6G与空天地海一体化的关键支撑

1. 6G网络的高容量回传：Platicon微梳可替代传统基站的多激光器模块，为毫米波与光载无线（RoF）混合网络提供低成本、高密度的太比特级回传链路。

2. 卫星与地面高速互联：该技术适用于星间激光通信和低轨卫星对地传输，助力构建全球宽带覆盖的空天地海一体化网络。

3. 应急通信与无人机网络：在灾害救援或偏远地区，无需光纤部署即可实现千米级高速通信，支持无人机群的实时协同。

王文亭教授表示，随着科技不断进步，空间信息传输已成为现代通信和卫星技术的关键发展方向。近年来，光子芯片作为一种新兴技术，凭借其高效、低能耗、宽带宽等优势，正逐渐成为推动空间信息传输革命的核心动力，助力打造全球空间信息高速公路。下一步，团队将提升微梳的转换效率和载波功率，以支持更远距离（数十公里）的传输，并探索与人工智能驱动的信号处理算法结合，进一步优化频谱利用率。

结语

基于Platicon微梳的空间光通信技术的成功验证，标志着自由空间光通信向芯片化、高可靠性迈出了关键一步。随着6G标准化进程的加速，这一突破不仅为未来网络提供了全新的物理层架构，更可能重塑全球通信基础设施的格局。（来源：中国光学微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1186/s43593-025-00082-0>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：王文亭等 来源：eLight

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