极简计算光谱仪：颠覆传统设计范式，核心元件成本不足10元

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/28381.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！

极简计算光谱仪：颠覆传统设计范式，核心元件成本不足10元。光谱仪，作为物理、化学、生物、医学、材料、光电子等众多科学研究中关键的科研仪器，一直以来都是重要的基础研究工具。传统光谱仪采用精密而复杂的色散分光器件，其庞大的体积和高昂的制造成本已经无法满足现代科研和生产中对低成本、便捷和精确光谱分析的需求。光谱仪微型化是当前学术界和产业界研究的焦点之一。

近年来，基于光谱时空编码和数值重构的计算光谱测量技术引起了业界的广泛关注。然而，当前已报道的技术方案普遍依赖于光谱传感器复杂的架构设计以及先进材料技术和精密加工制造技术。此外，复杂而繁琐的光谱时空编码校准问题进一步阻碍了现有微型光谱仪研究的泛化应用。

近日，华中科技大学刘世元教授团队通过将时间部分相干衍射光强相干模式分解这一朴素的光学特性引入至光谱测量研究中，创造性提出并研制了一种部分相干衍射微型计算光谱仪，研究成果以Ultra-simplified diffraction-based computational spectrometer为题发表在Light: Science Applications，并被选为期刊封面论文，陈创创博士生为论文第一作者，刘世元教授和谷洪刚教授为论文通讯作者。

该光谱仪架构十分精简，核心元件仅需一个任意形状微孔作为衍射色散器件（图1），其制造成本不足10元。在光谱测量过程中，仅通过采集待测光谱入射微孔后的衍射信号，并对其进行相干衍射模式分解，即可精确重构出入射光谱信息。

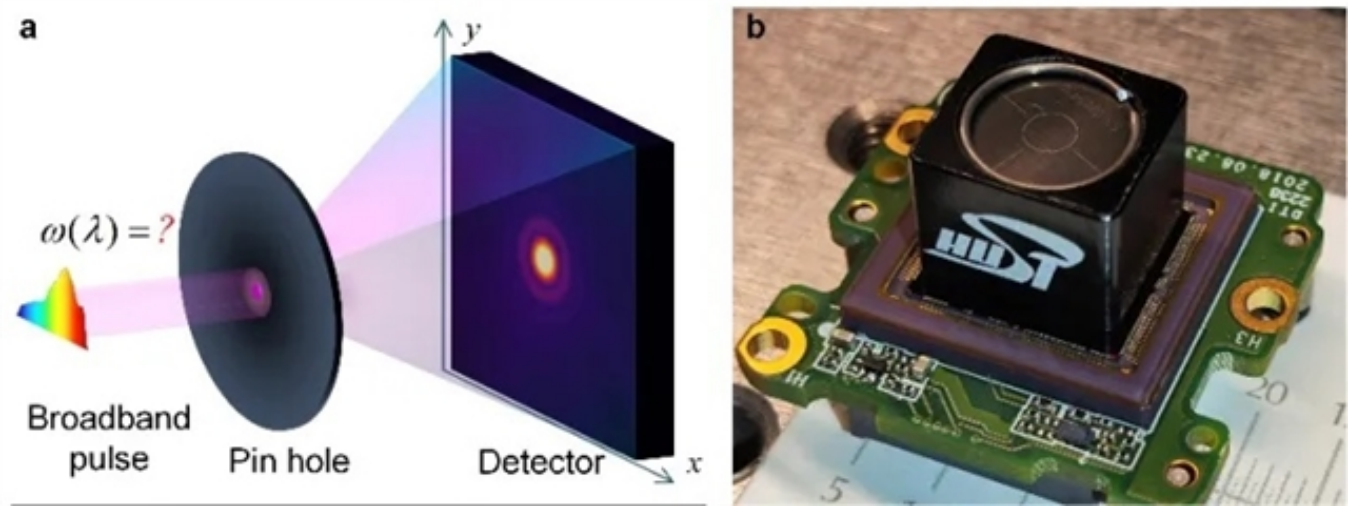


图1：部分相干衍射计算光谱仪

在重构光谱信息的过程中，核心问题是如何实现全光谱带宽下各光谱频段的时空编码建模。区别于现有报道技术中通常采用但复杂繁琐的逐波长扫描光谱时空编码方案，该研究工作创新性提出一种相干衍射信号光谱传输方程时空编码方法，只需采集一幅给定波长的单色相干衍射图像，就能完成全光谱带宽下所有波长通道的光谱时空编码。这一创新性光谱编码技术极大简化了光谱仪中的编码校准过程（图2），消除了因光谱编码校准带来的标定误差，显著提升了光谱测量精度。

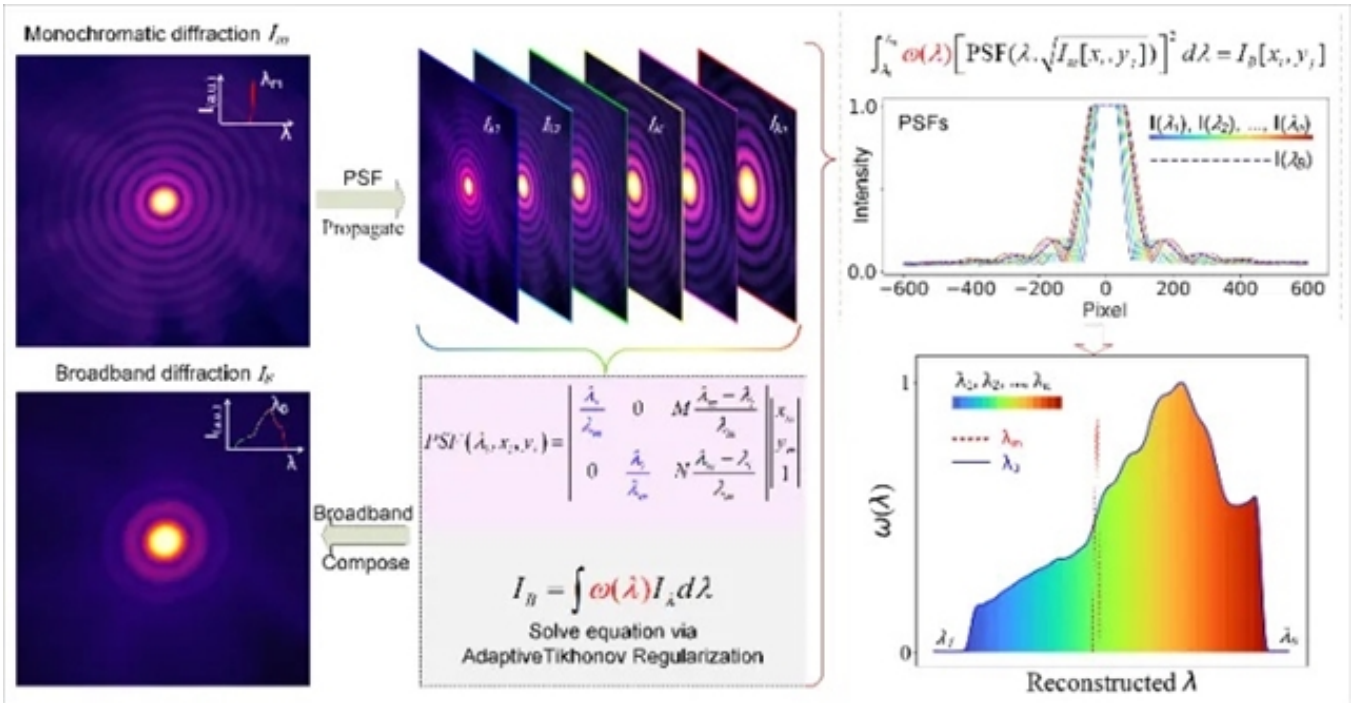


图2：部分相干衍射计算光谱仪工作原理

该研究工作采用约20 μm的微孔作为衍射器件开展光谱测量实验，实验结果验证了所述光谱仪出色的光谱测量性能：单发测量光谱带宽可达28% FWHM，双峰光谱测量分辨率优于3 nm，光谱峰峰测量精度优于1 nm。

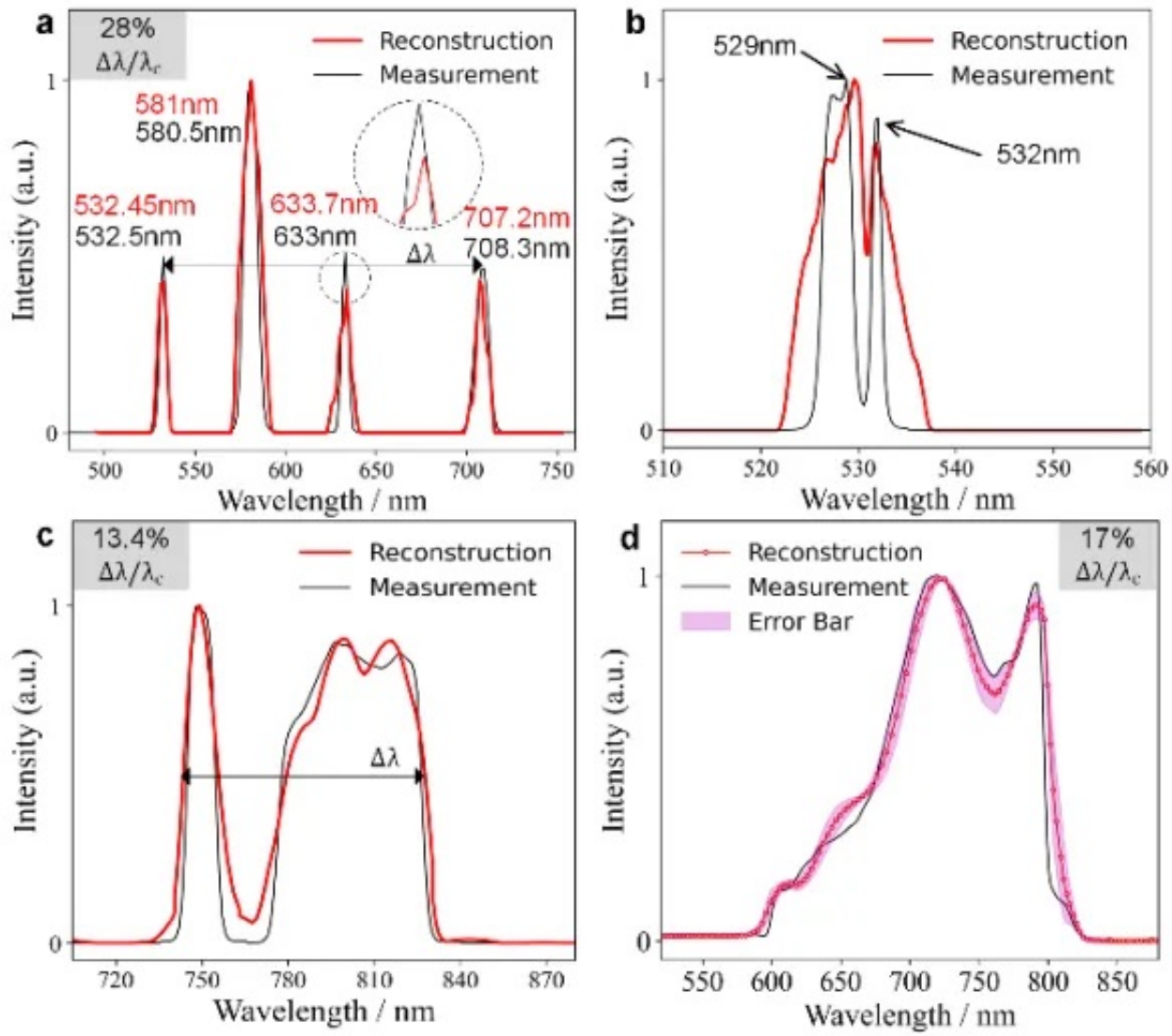


图3：光谱测量实验 a. 多个窄带宽光谱测量；b. 3 nm光谱双峰分辨率测量；c. 复杂特征光谱测量；d. 5次光谱重复测量一致性验证。

该研究工作所展示的部分相干衍射微型计算光谱仪，凭借其极简极低成本的架构设计和出色的光谱测量性能，为微型光谱仪研究与应用提供了更多创新解决方案。目前，刘世元教授团队已成功完成微型光谱仪的原型仪器开发，有望在光谱测量领域迅速实现科研成果的转化应用。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41377-023-01355-4

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等事宜，请与我们接洽。
作者：刘世元等 来源：《光：科学与应用》

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转发