
超构表面光子偏振钟

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/33473.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！

导读

众所周知，在经典和量子光学领域，准确且迅速地表征复杂结构光的偏振态具有极其重要的潜在应用。传统偏振态检测方法通常依赖一系列级联的光学元件，其最终的检测系统体积庞大且检测过程复杂，这与当前光子器件小型化和集成化的发展趋势相悖。尽管超构表面偏振计的问世在一定程度上解决了上述问题，但大多数此类检测设备仍局限于识别位于标准庞加莱球上标量光束的偏振态。对于高阶庞加莱球上矢量光束的精确检测，目前仍面临巨大的挑战。

日常生活中，人们可以通过时钟准确而快速地获取时间。那么，对于决定光与物质相互作用的光子偏振态（即电场矢量的振动），是否也可以同样利用一种简便且直观的方式获取？

近日，湖南大学段辉高教授、胡跃强教授课题组联合湖南师范大学景辉教授课题组和同济大学程鑫彬教授课题组提出了超构表面光子偏振钟的通用光子偏振态检测理念，成功地解答了这一问题。该超构器件能够单摄、快速、精确地检测任意高阶庞加莱球上矢量光束的偏振态，其设计类比为时钟，用四个指针可视化地显示光子偏振态。该器件克服了当代超构表面偏振计的一系列局限，开启了集成化及可视化偏振检测新范式。相关成果以Metasurface Higher-Order Poincaré Sphere Polarization Detection Clock为题发表于Light: Science Applications期刊。

论文共同第一作者为湖南师范大学杨辉副教授和同济大学欧凯博士，共同通讯作者为湖南大学胡跃强教授和段辉高教授。其他具有突出贡献的作者还包括湖南师范大学景辉教授和同济大学程鑫彬教授等，该工作得到了国家自然科学基金、湖南省科技创新领军人才项目、湖南省自然科学基金等项目的支持。

传统的偏振系统测定任意高阶庞加莱球上矢量光束需要级联一系列的光学元件，且需要复杂的测试和数据处理过程，才可以获得矢量光束表征所需的四个参数 $(m, n, 2\psi, 2\chi)$ ，其中 m, n, ψ, χ 分别表示矢量光束的自旋、轨道角动量、偏振角和椭圆度，如图1所示。

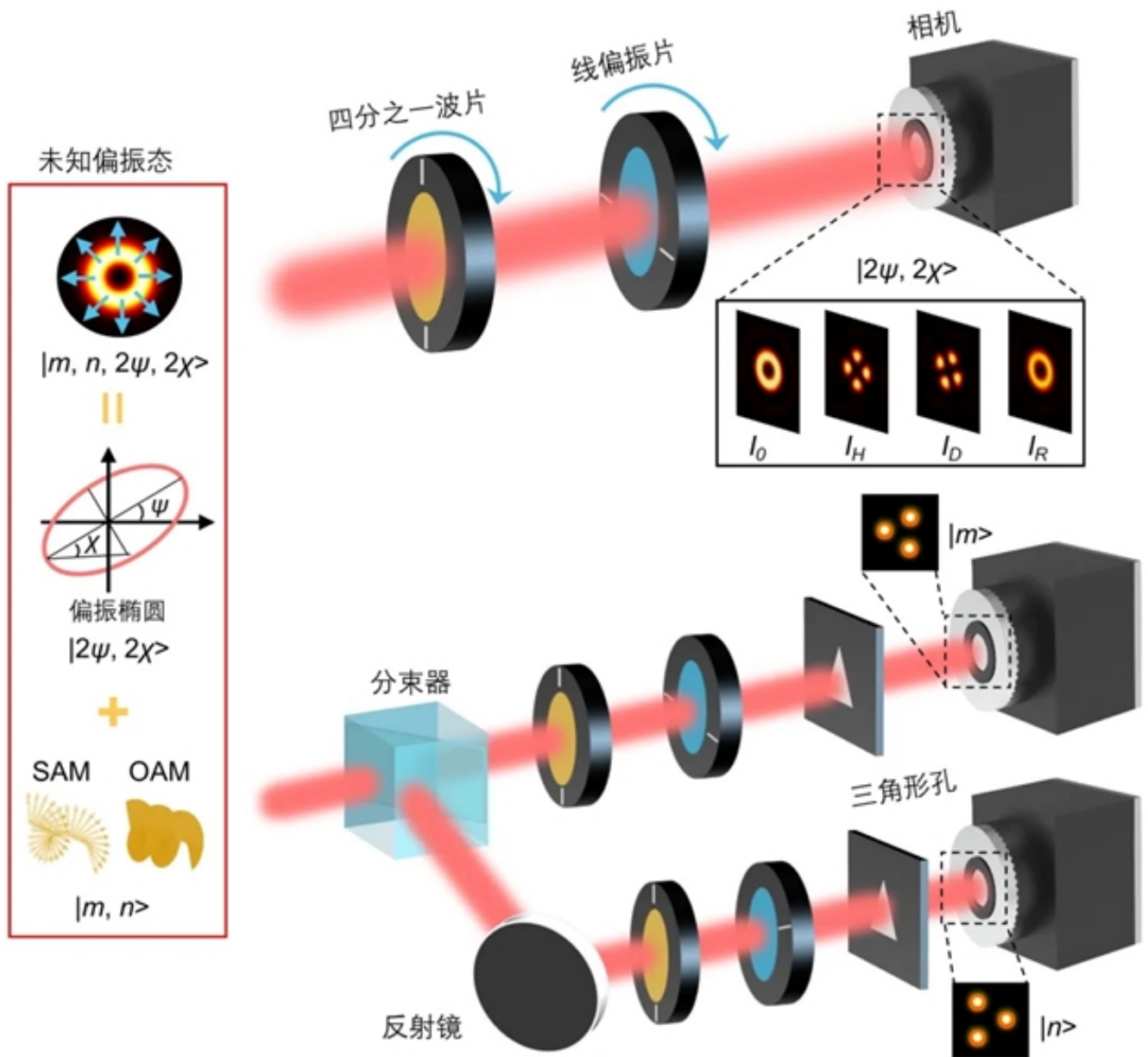


图1. 传统偏振检测系统实现矢量光束测定的示意图。

基于单原子超构表面，研究团队展示了能够单摄、快速、精确地测定任意高阶庞加莱球上矢量光束偏振态的偏振钟器件，如图2所示。其基本机制依赖于将矢量光束的光学奇点和斯托克斯参数转换为可视化的能量图案，通过解析该图案，从而提取完全确定光子偏振态的所有参数。超构表面偏振钟巧妙地用四个指针可视化光子偏振态（由四个参数表示），其方式与传统时钟通过三个指针显示时间相类似。

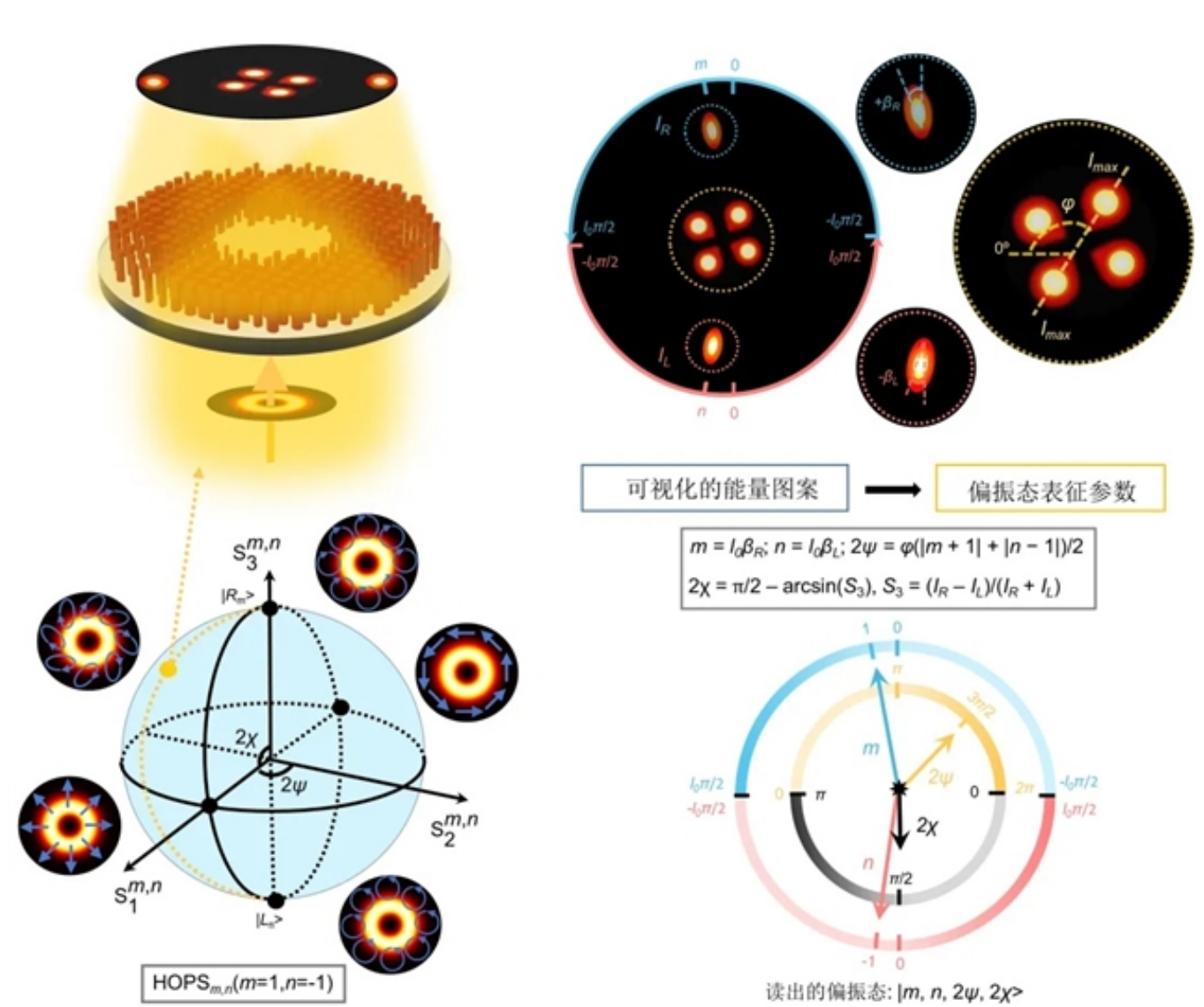


图2. 超构表面偏振钟原理示意图。

利用设计的超构表面光子偏振钟，研究团队在理论和实验上展示了0阶庞加莱球（即描述标量光束的庞加莱球）、1阶庞加莱球和2阶庞加莱球上光束偏振态的精确测定（见图3），其测量误差和现有的超构表面偏振检测器件相当。

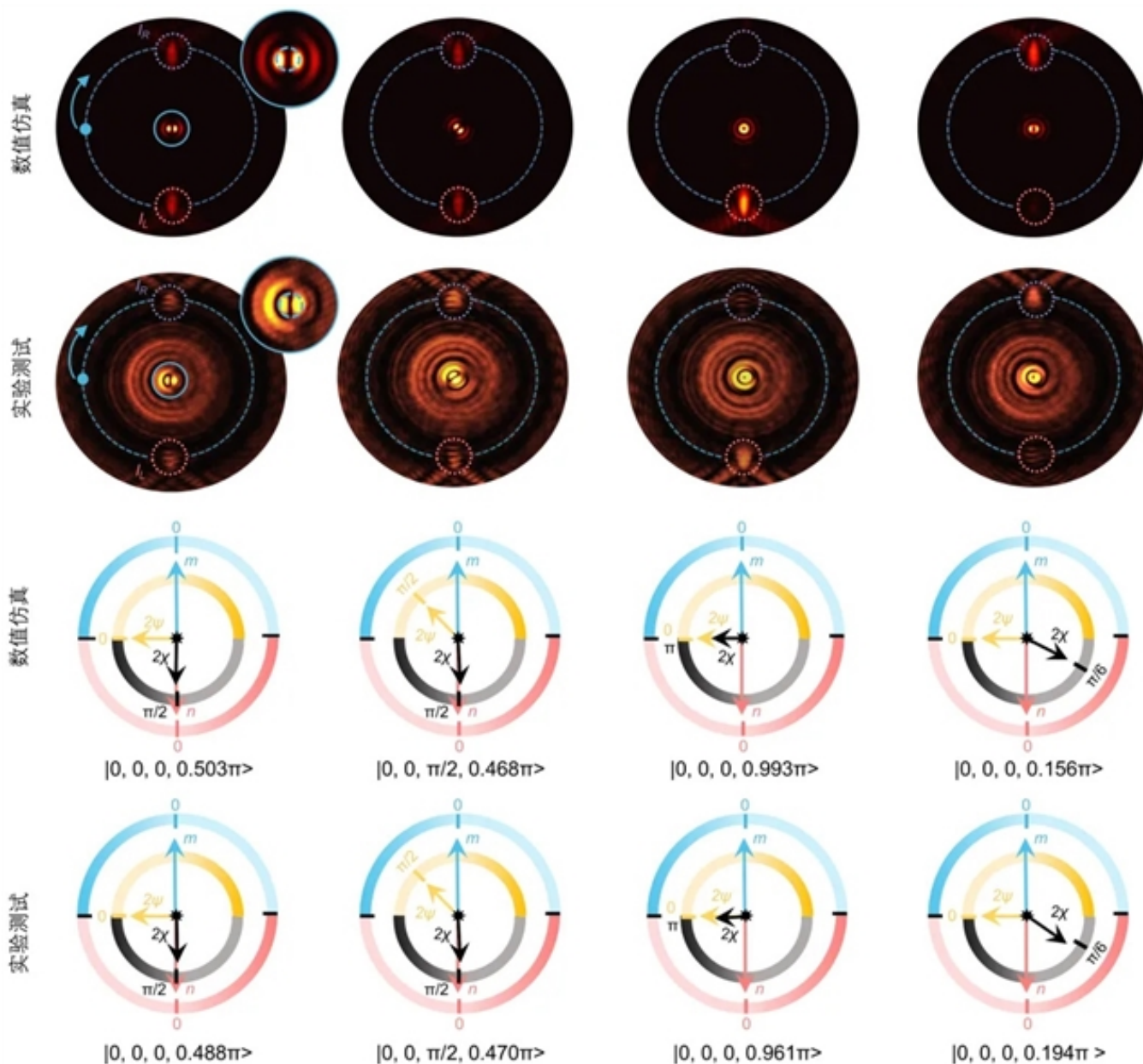


图3. 偏振钟实现0阶庞加莱球上光束偏振测定展示。

总结与展望

该工作基于超构表面提出了一种一般化的任意矢量光束偏振态检测策略，可以克服现有超构表面偏振检测方法的各​​种限制。众所周知，矢量光束的产生、检测与应用三个过程相互促进、相辅相成。要实现矢量光束的实际应用，首先要解决的关键问题就是矢量光束的产生和检测。矢量光束检测器件至关重要，它的出现可以极大促进矢量光束相关新原理、新机制、新器件和新应用的快速发展。该研究开启了集成化及可视化偏振检测新范式，在光通信、显示与加密、微粒操控、高维量子信息等领域具有广阔的应用前景。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01738-1>

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：段辉高等 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](https://www.iikx.com)转发