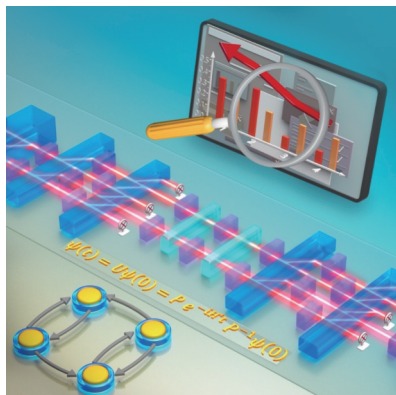


## PT 对称有向图量子游走及其在网络分析的应用

量子游走是经典游走在量子力学中的拓展。粒子可以同时沿着不同路径游走形成叠加和干涉。这些独特的量子性质在量子信息中具有多种应用，特别为网络分析提供了比一些经典算法更优越的方案，比如对图中顶点的中心度进行排序。与传统量子游走相比，有向图量子游走对应的哈密顿量是非幺正的，而且所有顶点的总概率不守恒，这是一个极大的挑战。

最近，南京大学马小松、祝世宁团队以光量子的路径态和偏振态编码，利用线性光学器件光子量子损耗精确构建非幺正演化算符，通过测量得到的光子统计结果计算图中顶点的中心度。在初步实验的三顶

点图模拟中，团队通过高质量的实验结果，得到了与经典页面排序算法(PageRank)一致的排序结果。在进一步的四顶点图模拟中，该团队



利用光子量子游走实现四节点中心度排序，超越谷歌 PageRank 算法中心度排序的准确性

打破了顶点间的中心度简并，超越了 PageRank 排序的准确性。量子游走信息处理能力会随着量子数量的增加而呈指数增长。该团队又以双光子态作为输入，完成了一个九顶点有向图的中心度排序，从而证实了这种基于量子游走的中心度算法可以推广至具有更高顶点的复杂图。

该工作通过实验原理性展示了量子游走在网络分析中的优势，将来如能结合高效率的量子光源与高集成度微纳光学芯片，有望实现更复杂网络的准确分析。

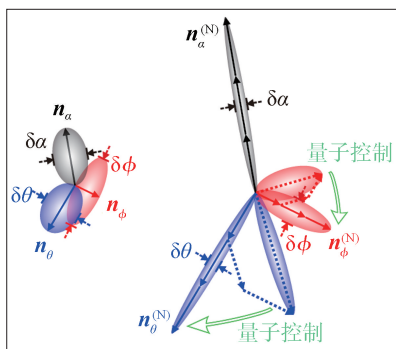
更多内容详见：*Phys. Rev. Lett.*, 2020, 125: 240501。

南京大学 马小松

## 多参数量子精密测量中鱼和熊掌的兼得

2300 多年前先贤孟子留下鱼与熊掌不可兼得的智慧，告诫后人同时把多个目标做到最优是行不通的。在多参数量子精密测量研究中，人们希望每个参数都实现最优测量，也面临着鱼与熊掌不可兼得的困境。令人兴奋的是，2021 年中国科学技术大学郭光灿院士团队李传锋、项国勇研究组的实验结果挑战了这一古老智慧，实现了所有参数同时最优测量，精度提高了 13.27 dB。

实际测量问题通常包含多个待测参数，由于每个参数的最优量子测量方案一般不兼容，参数之间存在精度制衡。为了演示参数之间的



量子控制使得三个参数的信息同时相干相长，达到海森伯精度极限

精度制衡可以消除，项国勇等人在测量包含三个待测参数的量子比特么正演化算符时，采用控制增强的次序测量技术，通过量子控制调控测量过程，使得每一份资源中三个

参数的信息都相干相长积累，三个参数的探针都变得更加尖锐灵敏，同时达到海森伯精度极限，精度比经典方法提高了 13.27 dB。

项国勇等人揭示了多个参数可以同时实现最优测量的物理本质是多个海森伯不确定性关系能够同时达到，这对量子精密测量和不确定性关系两个领域的交叉发展具有重要物理意义。此外，该工作测量的量子比特么正演化算符和三维磁场矢量测量、陀螺仪等众多实际问题有直接关系，具有重要潜在应用价值。

更多内容详见：*Science Advances*, 2021, 7 (1): eabd2986。

中国科学技术大学 侯志博