西安光机所在轴平面光学捕获和成像方面取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/8541.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！

近日，中国科学院西安光学精密机械研究所瞬态光学与光子技术国家重点实验室研究员姚保利团队在轴平面光学捕获和成像方面取得新进展，相关研究成果于2月25日以*Simultaneous optical trapping and imaging in the axial plane: a review of current progress* 为题在线发表在物理类综述杂志*Reports on Progress in Physics*上。

自从Ashkin在1986年发现光学梯度力可以捕获微小粒子后，光学捕获技术被广泛应用于原子物理、胶体物理、生物医学等微观领域的研究。迄今为止，与此相关的工作已获得三次诺贝尔物理奖：1997年激光原子冷却技术、2001年玻色爱因斯坦凝聚以及2018年光镊技术。

尽管光学捕获技术取得了巨大成功，但它的发展仍然面临着许多科学技术问题挑战，例如如何捕获更小的粒子、如何增加操控范围等。虽然在焦平面区域的光学捕获已经取得了丰硕的成果，但在轴平面内的光学捕获和观测技术仍然是一个难题。其主要原因是光学捕获和成像通常共用一个高数值孔径的物镜，很短的工作距离限制了轴向观测深度。而在实际应用中，特别是涉及一些特殊光场（如贝塞尔光场和自弯曲光场等）与微粒相互作用的研究中，轴平面捕获和观测至关重要。这类光场具有无衍射特性，其横向模式可以传播几十到上百个波长而保持不变。这种传播不变性可以用于粒子的长距离输运以及分选。同时，自弯曲光场弯曲轨迹和自愈性使得绕开障碍物输运粒子成为可能。此类应用中，需要在大纵向范围内观察轴平面的动力学过程。因此，轴平面捕获和观测技术具有重要的科学意义。

姚保利团队经过多年的理论和技术研究，提出了一种轴平面光学捕获与成像技术。通过采用特殊设计的样品池和微结构棱镜，将轴平面内信息映射到横向平面观测，突破了传统光学捕获观测技术中操作和观测范围局限于焦平面的限制。提出特殊光场的虚拟源精确描述方法和基于轴平面傅里叶变换的轴平面GS算法，可以准确、快速地描述多种特殊光场，在产生特殊光场时，全息图的计算速度比传统方法可提高几十倍，高效地实现了特殊光场对粒子的轴平面光学捕获。基于此技术，团队首次实现了轴平面全息光镊，可对多目标粒子在三维空间进行任意操控，对特殊光场与粒子相互作用动力学过程进行实时观测。实验展示了贝塞尔光束、艾里光束、蛇形光束等特殊光场对粒子的光学输运过程。轴平面光学捕获和成像技术极大地提升了光学捕获在三维空间操控粒子的能力，在研究特殊光场与粒子相互作用方面具有巨大的潜力。

姚保利团队自2004年起，在光学微操纵和特殊光场与微粒相互作用方面开展了长期的理论和实验研究工作。团队自主研发出了具有特色的光镊微操作仪并产业化，已向国内高校和科研单位售出了十余台，并出口加拿大。近年来对全息光镊技术及特殊光场捕获微粒进行了深入研究。理论预言了径向偏振光束可以改善粒子的轴向捕捉效率；提出采用复源点球面波矢量势描述径向和角向偏振光束的新方法；理论发现紧聚焦柱矢量光场中存在横向学自旋角动量；利用4Pi聚焦系统实

现了复杂管状拓扑结构光场。研究成果先后在
PRL、*OL*、*PRA*、*OE*、*JOSAB*
等国际学术刊物上发表论文30余篇，得到了国外同行专家的认可和积极评价。

论文链接

轴平面全息光镊系统产生蛇形光束和捕获输运粒子结果

研究团队单位：西安光学精密机械研究所

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