
西安光机所等在光子力学理论研究方面取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/28649.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！

西安光机所等在光子力学理论研究方面取得进展

。近日，中国科学院西安光学精密机械研究所联合西班牙国家研究委员会和英国伦敦国王学院，在光子力学光力矩理论研究方面取得进展，预言了光梯度力矩和光旋度力矩的存在，并提出了横向光力矩的概念。相关研究成果发表于《自然-通讯》（Nature Communications）。

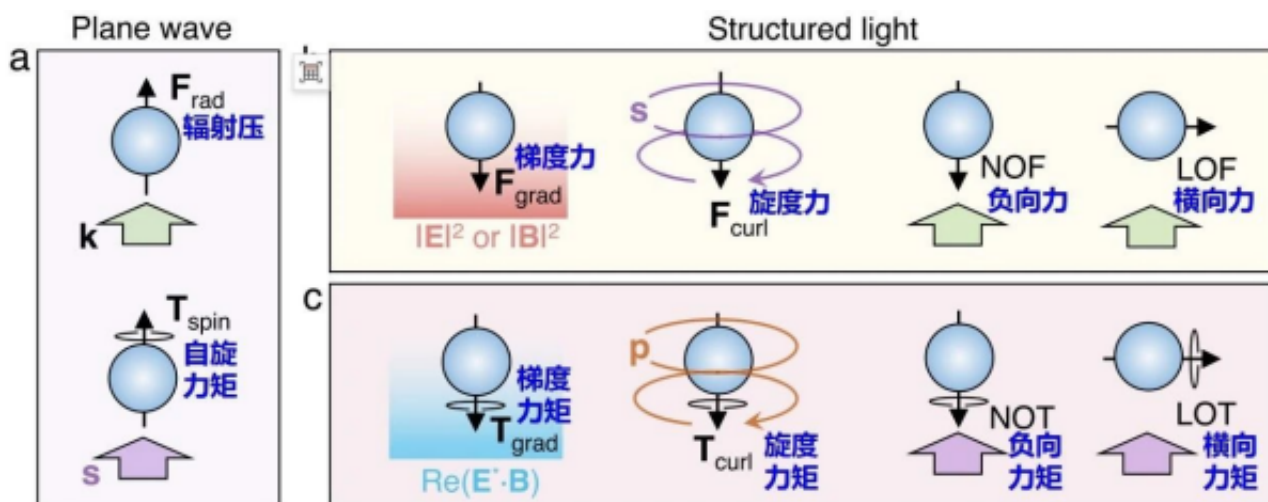
光力矩（OT）是光子力学/光学微操纵领域的基本概念，它和光力（OF）共同构成光驱动微观粒子动力学运动的两个基本因素，分别控制微小物体的自转（绕自身质心的旋转）和平动（质心运动）。由光力矩驱动的微纳机械转子是发展多物理场传感和精密测量等技术的重要工具，也是研究生物动力学、检验基础物理学理论（如真空摩擦和卡西米尔效应等）的关键技术手段。

人类对光力矩的认知可追溯至20世纪初物理学家波印廷（J. H. Poynting）的预言——圆偏振光可携带角动量并对物体施加力矩作用，该预言随后被著名的Beth实验验证。如今人们把这种圆偏振光的动力学属性称为自旋角动量（SAM）。长期以来，人们普遍认为作用于各向同性非手性粒子的光力矩只能由光场的自旋角动量产生。与之形成鲜明对比的是光力的种类多样性，包括光动量诱导的辐射压力、场强梯度产生的梯度力、自旋旋度导致的旋度力、虚动量力等。这些丰富的光力产生机制赋予了其灵活可调控性，并催生出负向光力（NOF）、横向光力（LOF）等极具物理内涵和应用前景的新概念。

针对光力矩产生机制是否能突破光自旋角动量限制的问题，该研究团队基于笛卡尔多极子展开法，建立了新的光力矩理论，给出了光力矩与入射光场物理量的关联及其分类框架。结果揭示了两类新的光力矩分量——光梯度力矩 T_{grad} 和光旋度力矩 T_{curl} ，它们分别通过光场的虚螺旋度梯度和动量旋度产生。由于这两类力矩在一般情况下均和光自旋角动量线性无关，因此可作用于与自旋角动量正交的方向。在此基础上，团队提出了横向光力矩（LOT）的概念，并展示了在LOT作用下使物体朝垂直于光自旋角动量的方向持续旋转可能性。

另一方面，该研究进一步揭示了光学轨道角动量（OAM）驱动微粒旋转的基本原理，发现OAM与旋度力矩发生耦合，从而影响微粒自转（即使微粒被捕获在偏离光轴的位置），最终借助拓扑增强的动量旋度，可实现与入射SAM和OAM方向均相反的光学负力矩（NOT）。该结果不仅为光学负力矩的起源提供了新机理，同时也修正了人们长期秉持的传统观点，即光学轨道角动量仅与离轴微粒的轨道旋转有关。

[论文链接](#)



光力矩和光力理论框架对比示意图

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](http://www.iikx.com)转发