



当前位置: 首页 > 刘运全教授和龚旗煌院士等在《物理评论快报》报道双指针阿秒钟的研究新进展

刘运全教授和龚旗煌院士等在《物理评论快报》报道双指针阿秒钟的研究新进展

原子分子内电子运动的时间尺度约在阿秒(10-18s)量级,追踪和测量原子或分子中电子的运动是物理学家的一个重要目标之一。超快激光技术的出现,使得探索原子分子内电子的超快动力学行为成为可能。基于圆偏振激光的阿秒钟(attoclock)技术是实现超快激光作用下原子的电子动力学测量的一种重要的研究手段。利用圆偏光旋转的光矢量将不同时刻电离的电子偏转到不同角度,通过角度-时间的对应关系实现阿秒时间分辨。传统的研究方案是采用少周期单色圆偏振激光脉冲,通过光电子动量谱研究电子隧穿信息。但由于使用少周期脉冲,获得的光电子动量谱通常不含有电子干涉效应,不能获取隧穿电子波包信息。

北京大学物理学院、人工微结构和介观物理国家重点实验室“极端光学创新研究团队”刘运全教授和龚旗煌院士等,针对双色同向旋圆偏光构建的阿秒钟的工作方式展开深入研究,并取得系列进展。他们首先利用双色($\omega + 2\omega$)同向旋圆偏光可构建双指针阿秒钟[M. Han et al., Phys. Rev. Lett. 119, 073201],其中弱的基频光 ω 做“时针”,强的二倍频 2ω 为阿秒钟的“分针”,打破了圆对称性,这种相互作用构型类似于空间旋转的时域双缝干涉仪(图1a),可从电子干涉谱上可提取阿秒时间尺度电子动力学信息。

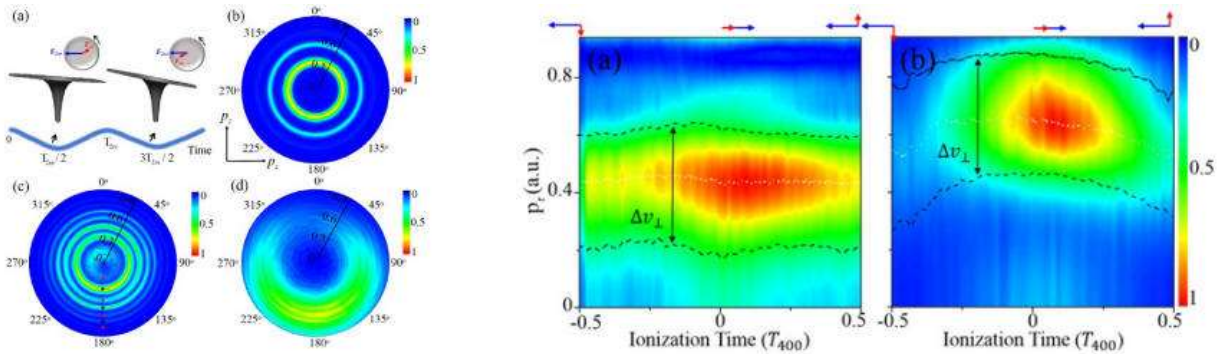


图2. 实验提取的时间分辨的电子波包动量分布。800nm光场强度分别为(a)0.0045a.u.和 (b) 0.02a.u., 400nm电场强度固定为0.04a.u.。

近期,他们实验上通过测量双色同向旋圆偏光中(400nm+800nm)激光强度依赖的电子动量分布,给出了双指针阿秒钟在不同强度比下的统一描述。该工作利用先进的冷靶反冲离子电子动量成像谱仪(COLTRIMS),获得了高动量分辨单色400nm圆偏振激光(图1b)以及不同强度比同向旋转双色圆偏振强激光场中的光电子的干涉图案(图1c和1d)。通过与理论模拟[强场近似(SFA)和数值求解含时薛定谔方程(TDSE)],揭示了时针(800nm)对旋转的库仑势的影响以及进而引发的对电子波包幅度和相位的调制。通过改变两束光的强度比,双指针阿秒钟技术实现了“缝宽”可变的空间旋转的时域双缝干涉,基于电子的干涉谱可提取出阿秒时间分辨隧穿电子波包的振幅和相位信息(图2)。双指针阿秒钟(attosecond-clock)技术对于实现圆偏光中非绝热效应的阿秒测量,以及自旋极化动力学的阿秒控制有重要应用。该研究工作发表在近期《物理评论快报》上[“Universal Description of Attoclock with Two-color Corotating Circular Fields”, Phys. Rev. Lett. 122, 013201(2019)].

研究论文第一作者是葛佩佩同学,研究工作得到了国家自然科学基金委、科技部、人工微结构和介观物理国家重点实验室、量子物质科学协同创新中心和极端光学协同创新中心等的支持。