



中国科学院上海光学精密机械研究所
Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences

首页

机构概况

组织机构

科研成果

人才队伍

研究生教育

国际交流

2023年1月25日 星期三



新闻动态 > 科研动态

超强激光科学卓越创新简报

(第二百四十四期)

2022年1月20日

上海光机所在量子涡旋散射及涡旋量子态操控方面取得新进展

近期，中国科学院上海光学精密机械研究所强场激光物理国家重点实验室在量子涡旋散射的角动量特性及高能粒子量子态操控的研究中取得新进展。研究团队从理论上解决了高能粒子散射中的角动量守恒和转移问题，并在此基础上提出操控高能粒子量子态特性的新原理，相关成果发表在Phys. Rev. D和Phys. Rev. Research上。

众所周知，上世纪四五十年代建立的量子场论通常以平面波为基展开进行场量子化，该理论体系在过去半个多世纪中对高能粒子物理的描述取得了巨大的成功。然而，由于平面波粒子不携带内禀轨道角动量，该理论一直无法自洽解决粒子散射过程中的角动量问题。另一方面，近三十年来对涡旋光束和粒子束的研究一直都是前沿热点问题。然而，目前实验上产生、测量和操控涡旋束的所有方法都只能应用于低能粒子束，对高能粒子由于其量子特征波长远小于仪器的特征尺度而失效。因此，理论和实验上都需要新的方法以实现对高能涡旋粒子的产生和操控。

研究团队基于量子电动力学(QED)，以量子涡旋态(Bessel模式)为基函数进行场量子化，建立了完备的理论来描述高能粒子散射。由于涡旋态本身携带内禀轨道角动量，因此该理论可以自洽解决QED散射过程中的角动量守恒以及自旋轨道耦合等问题。研究结果发现涡旋散射的动量谱明显比平面波理论更宽，这是由于涡旋粒子放宽了散射过程的动量守恒条件；更重要的是理论第一次给出了QED散射的角动量谱。此外还提

出通过Beth-Heitler过程产生携带内禀轨道角动量的涡旋态高能正电子的方法，并进一步发展了基于散射过程操控高能粒子量子态特性的新原理。

相关工作得到了国家自然科学基金、中科院战略性先导科技专项(B类)和科技部国家重点研发计划等项目的支持。

[原文链接1](#)

[原文链接2](#)

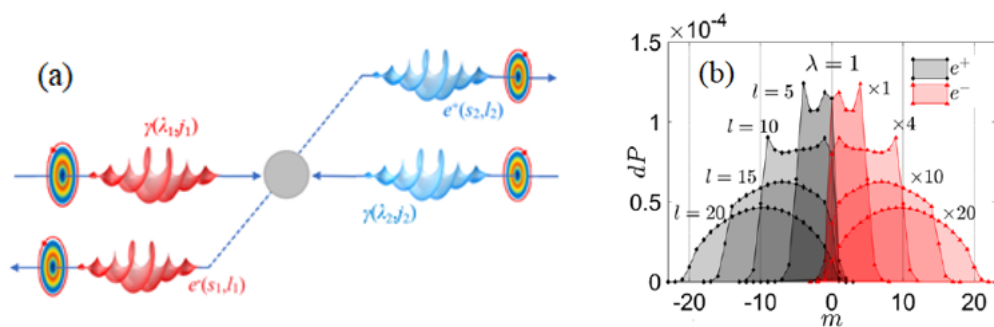


图1 (a)量子涡旋散射示意图. (b) Beth-Heitler过程产生的电子和正电子轨道角动量谱

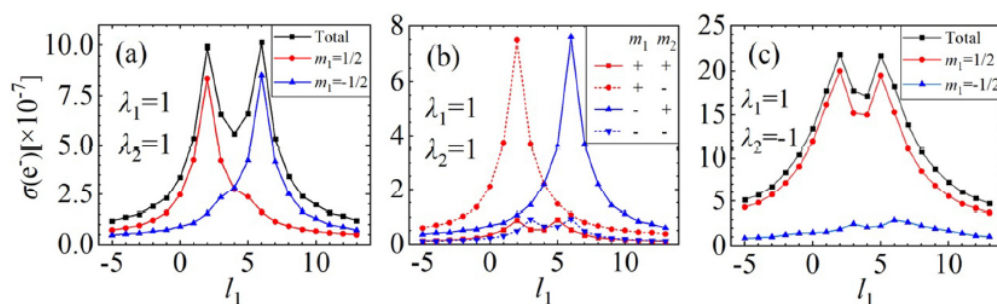


图2 Breit-Wheeler过程产生的电子在不同自旋下的轨道角动量谱. (a)、(b)和(c)分别对应不同的光子自旋极化



中国科学院
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

copyright © 2000-2023 中国科学院上海光学精密机械研究所 沪ICP备05015387号-1

主办：中国科学院上海光学精密机械研究所 上海市嘉定区清河路390号(201800)

转载本站信息，请注明信息来源和链接。



微信公众号



上光简讯