
科学家基于上海超强超短激光实验装置验证台式化 缪子源

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/33537.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！

科学家基于上海超强超短激光实验装置验证台式化缪子源。

近期，中国科学院上海光学精密机械研究所与中国工程物理研究院激光聚变研究中心、中国科学院近代物理研究所、中国科学院高能物理研究所、中国科学技术大学等合作，依托上海超强超短激光实验装置（SULF）开展合作实验，利用超快激光尾场加速产生的GeV量级高能电子束与转换靶作用，国际首次完成了台式化缪子源的实验验证。

缪子

是标准模

型中组成物质世界

的基本粒子之一，属于第二代轻子。

它的质量为电子的207

倍，被称为“胖电子”，在真空中静止

时的寿命约为2.2

微秒，衰变产生一个电子和两个中微子。缪子是基础物理和应用物理研究的热点，其稀有衰变是检验标准模型、寻找新物理的探针；其极强的穿透性可应用于大尺度客体的透射照相、跨介质通信与导航；基于缪子的磁共振可用于探测样品内部的微磁场以及研究材料特性；它还可以合成缪氢，用于催化聚变研究。目前，缪子主要来自宇宙射线或大型加速器，前者通量非常低，后者则受限于极其有限的装置数量和昂贵的运行成本。随着激光尾场加速技术的快速发展，利用超短脉冲激光已能将电子加速至10

GeV

量级，这使得利用这种高能量电子与靶相互作用产生缪子成为可能，为缪子提供了全新的产生技术途径。

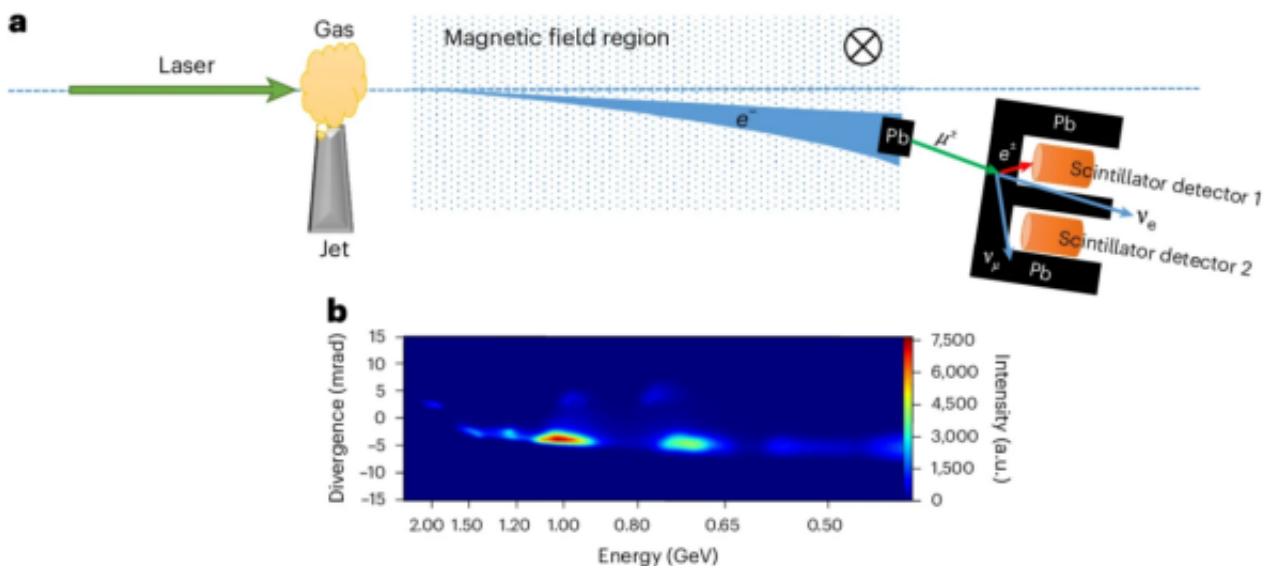
该团队利用SULF的重频拍瓦激光与气体靶相互作用产生了GeV量级高能电子束，进一步与铅

转换靶相互作用产生缪子。团队提出利用缪子较长寿命探测其衰变电子并多发次累计的新方法，提升了缪子统计量和测量信噪比。高能电子产生缪子机制主要包括Bethe-Heitler和Photo-/electro-production两类：前者缪子能量高、方向性好但截面低，后者发射近似4 立体角，截面高出3~4个数量级。厘清激光产生缪子的主导机制对其应用至关重要。团队通过多探测器测量缪子角分布，发现激光尾场加速电子与靶材作用生成的缪子特性更接近4 立体角发射，明确了当前激光产生的缪子主要源于含 介子衰变的Photo-/electro-production过程。

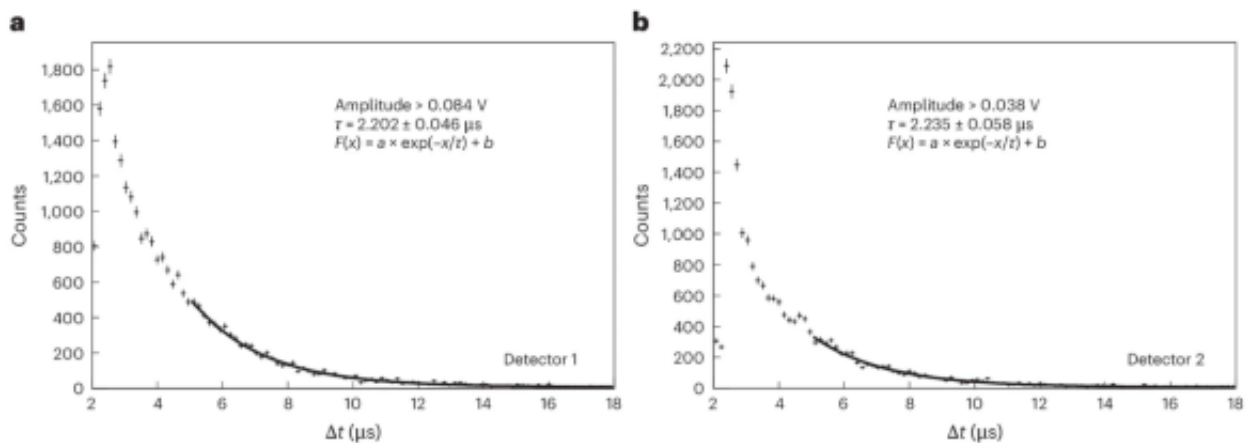
研究发现，缪子产生效率可达 $0.01 \mu/e^-$ ，单发激光缪子产额达 10^7 。进一步评估显示，当前激光技术有望实现产额达 10^3 /s的高极化缪子，满足缪子磁共振与核谱学研究需求，为小型激光实验室开展缪子科学研究打开新大门。

相关研究成果发表在《自然-物理》（Nature Physics）上。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、中国科学院相关项目等的支持。

论文链接



(a) 实验装置示意图；(b) 典型电子能谱



两组探测器的缪子寿命谱测量结果

研究团队单位：上海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