
微型中微子探测器有望检验物理定律

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/34760.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！

微型中微子探测器有望检验物理定律。物理学家利用一种仅重几公斤的装置从核反应堆中捕获到了中微子，这种装置的重量比标准的中微子探测器小几个数量级。这项技术可以对已知的物理定律进行压力测试，并探测坍缩恒星中心产生的大量中微子。

他们终于做到了，而且得到了非常漂亮的结果。美国杜克大学的物理学家Kate Scholberg说。这项名为CONUS+的实验结果7月30日发表于《自然》。



瑞士莱布施塔特核电站是CONUS+中微子探测器所在地。

图片来源：KietzmannBjorn/Action Press/Shutterstock

?

中微子是不带电荷的基本粒子，通常不与其他物质相互作用，这使得它们极难被探测到。大多数中微子实验通过观测中微子与电子、质子或中子碰撞时产生的闪光来捕获这些难以捉摸的粒子。这种碰撞极其罕见，因此此类探测器通常重达数吨或数千吨，以提供足够多的靶物质来捕获足够数量的中微子。

Scholberg与合作者在2017年首次展示了这种微型探测器技术，用它捕获了美国橡树岭国家实验室加速器产生的中微子。该实验室产生的中微子能量略高于反应堆产生的中微子。因此，探测反应堆中微子更具挑战性。但较低能量的中微子也允许对物理学标准模型进行更精确的测试。

Scholberg的COHERENT探测器首次利用了一种称为相干散射的现象，即中微子与整个原子核发生散射，而不是与构成原子的粒子发生散射。

CONUS合作项目的负责人之一、德国马克斯·普朗克核物理研究所的物理学家Christian Buck表示，相干散射利用了物质粒子可以表现为波这一事实——粒子的能量越低，其波长越长。如果中微子的波长与原子核的直径相当，那么中微子会将原子核视为一个整体。中微子不与任何亚原子粒子相互作用，但确实会引起原子核反冲——在探测器中沉积少量能量。

相干散射发生的频率比其他探测器中所利用的相互作用高出100倍以上，在其他探测器中，中微子将原子核视为一堆较小的粒子，它们中间有空隙。这种更高的效率意味着探测器可以做得更小，却仍能在相同时间内探测到相似数量的粒子。

其缺点是，中微子在原子核上沉积的能量要少得多。Buck说，中微子诱导原子核产生的反冲，其程度堪比乒乓球撞击一艘船所产生的反冲——直到最近几年，测量这种微弱的反冲仍然极具挑战性。

CONUS探测器由4个纯锗模块组成，每个模块重1千克。它于2018年至2022年在德国一个核反应堆运行，之后该反应堆被关闭。该团队随后将探测器升级为CONUS+，转移到瑞士的莱布施塔特核电站。研究小组报告说，在新的地点，该团队在119天的运行中观测到了大约395次碰撞事件——这与粒子物理标准模型的预测相符。

在COHERENT团队2017年使用碘化铯探测器取得里程碑式的结果之后，Scholberg团队又使用氙探测器和锗探测器重复了这一壮举。另外，去年，两个最初设计用于搜寻暗物质的实验报告称观测到了来自太阳的低能中微子相干散射的迹象。

Scholberg说，标准模型对相干散射的速率及其如何随不同类型原子核变化做出了非常清晰的预测，因此使用尽可能多的探测材料来比较结果至关重要。如果该技术的灵敏度进一步提高，相干散射可能有助于推动太阳科学的前沿发展。

研究人员表示，相干散射可能不会完全取代任何现有的中微子探测技术。但它可以在低能量下探测到所有3种已知类型的中微子及其对应的反粒子，而其他一些技术只能捕获一种类型。这种能

力意味着它可以作为探测更高能量中微子的大型探测器的补充。（来源：中国科学报 李惠钰）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09322-2>

作者：Kate Scholberg 来源：《自然》

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](https://www.iikx.com)转发