
短寿命原子核质量精确测量揭示中子星性质

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23049.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！

短寿命原子核质量精确测量揭示中子星性质

中国科学院近代物理研究所原子核质量测量团队与合作者，基于兰州重离子加速器冷却储存环，利用国际首创的新型质谱术，精确测量了一批关键原子核的质量，研究了中子星表面的X射线暴，从新的角度约束了中子星的性质。5月1日，相关研究成果发表在《自然-物理》（Nature Physics）上。

中子星是人类已知的最致密的星体之一。X射线暴发生在中子星与伴星（通常是一颗红巨星）组成的双星系统中，是目前已知的最频繁的天体热核爆发过程，也是太空望远镜所能观察到的最亮的天文现象之一。中子星强大的引力将伴星中富含氢和氦的燃料吸积到中子星的表面。当这些燃料的温度和密度达到一定程度时，热核反应会被点燃，在10-100秒时间内释放出大量能量，形成X射线暴。X射线暴为剖析中子星性质提供了窗口。

快速质子俘获过程是驱动X射线暴的主要热核反应之一，涉及一系列远离稳定线的短寿命缺中子原子核。其中，锆-64具有重要作用，被科学家称为“等待点核”。精确测量锆-64附近原子核的质量，对探讨X射线暴和确定中子星性质颇为重要。

2011年，近代物理所首次测量了短寿命原子核砷-65的质量。它是锆-64的质子俘获产物，为研究快速质子俘获过程中锆-64等待点核问题提供了关键数据。若要彻底明确锆-64周围的核反应流，锆-64的双质子俘获产物硒-66及其他附近原子核的质量至关重要。然而，硒-66的产生截面比砷-65低一个量级，测量难度更大，多年来未能突破。

质量测量团队基于兰州重离子加速器冷却储存环研发了新一代等时性质谱术，将其命名为“磁刚度识别的等时性质谱术”。新型质谱术具有高精度、单离子灵敏、高效率、短测量时间、无背景污染等优点，是目前国际上最先进的短寿命、低产额原子核质量测量方法之一。

利用新型质谱术，研究团队精确测量了砷-64、砷-65、硒-66、硒-67、锆-63等原子核的质量，从而在实验上首次确定了等待点核锆-64相关的所有核反应能。其中，砷-64和硒-66的质量是首次测量，其他原子核的质量精度均得到提高。

通过探究新的原子核质量结果对X射线暴和中子星性质的影响，该团队发现新的结果使快速质子俘获过程发生了变化，X射线光度曲线峰值增加、尾部持续时间延长。研究发现，与目前天文观测数据最丰富的代号为GS 1826-24中子星的X射线暴对比，该中子星与地球之间的距离更远（需增加6.5%）、中子星表面引力红移系数需要降低4.8%。上述中子星表面引力红移系数的变化意味

着中子星密度比预想的低一些，而X射线暴后中子星外壳的温度比通常认为的更高。

中子星的性质研究是前沿课题，可通过天文观测、重离子碰撞等不同方式开展研究。本工作通过原子核质量测量得到更精确的X射线暴光度曲线，同时与天文观测比较，从新的角度约束了中子星的质量和半径的关系。

上述研究由近代物理所、先进能源科学与技术广东省实验室、北京大学、兰州大学、北京师范大学、东华理工大学等的科研人员，以及德国、美国的科研人员合作完成。研究工作得到国家重点研发计划、中科院战略性先导科技专项（B类）、中科院稳定支持基础研究领域青年团队计划、国家自然科学基金等的支持。

[论文链接](#)



基于兰州重离子加速器的原子核质量测量探测装置

研究团队单位：近代物理研究所

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](https://www.iikx.com)转发