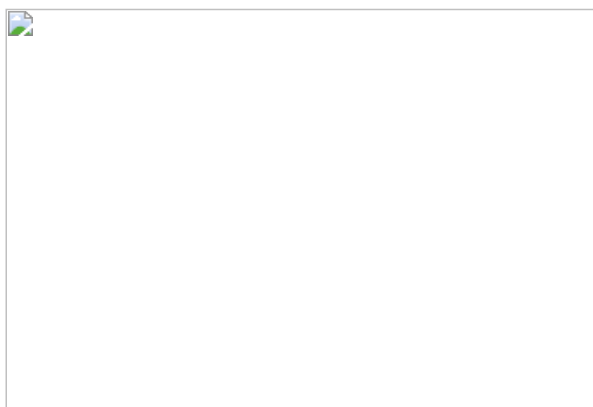


原子能院再次在国际天体物理顶级刊物发表重要研究成果

发表时间：2021-10-08 10:04:35

9月28日，原子能院核天体物理团队再次在国际天体物理顶级刊物《The Astrophysical Journal》发表重要实验成果——《用替代比率法测量的铁-59 (^{59}Fe) 的中子俘获截面及其在铁-60 (^{60}Fe) 合成中的影响》。该研究成果首次全面测量了 ^{60}Fe 的生成反应 $^{59}\text{Fe}(n, \gamma) ^{60}\text{Fe}$ 截面，并计算了 ^{60}Fe 在大质量恒星中的生成情况，为银河系中活跃的 ^{60}Fe 核合成研究提供关键核物理输入量，以研究大质量恒星核合成、早期太阳系形成以及太阳系附近超新星事件。该研究成果第一作者和通讯作者为颜胜权研究员，柳卫平研究员和M. Lugaro教授为共同通讯作者。此前，该团队曾在刊物上发表《用替代比率法测量的铅-95的中子俘获截面及其在慢中子俘获核合成中的影响》《 $^{13}\text{C}(\alpha, n)^{16}\text{O}$ 新反应率及其在AGB星慢中子俘获核合成中的影响》。

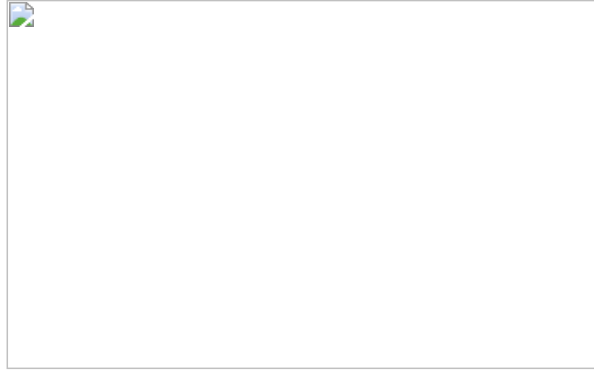


铁-59中子俘获截面

在元素领域中，科学家们长久以来致力于对 ^{60}Fe 的研究。 ^{60}Fe 的半衰期只有260万年，太阳系形成之初存在的 ^{60}Fe 早已消耗殆尽，因此地球上异常存在的 ^{60}Fe 引起了科学家们强烈的兴趣。科学家们曾在地球上的深海锰结核矿石、北极雪层、月壤和陨石颗粒中，都发现了丰度较高的 ^{60}Fe ，同时通过发射到太空中的射线望远镜，科学家也大量观测到了银河系银盘中大量源于 ^{60}Fe 衰变子体 ^{60}Co 发射的 γ 射线，从而确定 ^{60}Fe 的生成在我们太阳系周围，甚至于整个银河系中都十分活跃。据观测测算，银河系中存在的 ^{60}Fe 总量可达1-2个太阳质量。同时科学家们还判定，地球上发现的 ^{60}Fe 是源于太阳系附近约百万年间的超新星爆发。

来到地球或太阳系中的 ^{60}Fe ，就像是恒星爆发前派出的信使，或是其扔出的时光漂流瓶，人们可以通过分析 ^{60}Fe 的丰度、在雪层或者锰结核中的深度分布，解析恒星的质量和爆发时间，从而进一步解析大质量恒星的结构、重元素生成的环境等信息。

然而 ^{60}Fe 的产生却并不容易。在大质量恒星中， ^{60}Fe 主要通过 $^{59}\text{Fe}(\text{n}, \gamma)^{60}\text{Fe}$ 反应生成，但该反应的种子核 ^{59}Fe 半衰期仅为44.5天， ^{59}Fe 的衰变与中子俘获之间的竞争决定了 ^{60}Fe 能否生成以及生成量。此前虽已有大量工作研究了产生与摧毁 ^{60}Fe 的核衰变与核反应，但由于 ^{59}Fe 的半衰期较短，无法制靶对 $^{59}\text{Fe}(\text{n}, \gamma)^{60}\text{Fe}$ 反应截面进行直接测量，缺乏可靠的实验测量数据，这是研究 ^{60}Fe 生成的主要困难。



为了解决这项难题，原子能院核天体物理团队创新性地采用了 $(^{18}\text{O}, ^{16}\text{O})$ 双中子转移反应的替代比率法，首次全要素地间接测量 $^{59}\text{Fe}(\text{n}, \gamma)^{60}\text{Fe}$ 截面，得到了相较于以往研究更为全面可靠的截面。同时根据截面测量结果，本工作还计算了15倍、20倍太阳质量的大质量恒星在爆炸前 ^{60}Fe 的生成情况，为推进 ^{60}Fe 相关研究提供重要的数据支持。

该研究工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金、财政部稳定支持和中核集团领创项目等支持。（文/核物理所）