
拉索破解宇宙线“膝”形成之谜

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36698.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！

11月16日，高海拔宇宙线观测站（LHAASO，拉索）发布两项科学成果。中国科学院高能物理研究所等团队通过观测发现，黑洞吸积驱动的微类星体是银河系中强大的粒子加速器，能够将质子加速至拍电子伏（PeV）能段；宇宙线质子能谱“膝区”显现超出预期的高能组分，黑洞正是其最可能的候选源天体。此次发现不仅揭示了宇宙线起源的关键机制，也为理解黑洞系统的极端物理过程开辟了一条新途径。

黑洞是宇宙中最具吸引力的神秘天体之一，处于双星系统中的黑洞在吸积伴星物质时可产生相对论性喷流，形成“微类星体”。

拉索首次系统性地探测到来自SS 433、V4641 Sgr、GRS 1915+105、MAXI J1820+070与Cygnus X-1等五个微类星体的超高能伽马射线。其中，SS 433的超高能辐射与周围巨型原子云重合，强烈暗示来自于被黑洞加速的高能质子与物质的碰撞。

分析表明，该系统加速的质子能量超过1PeV，总功率高达约每秒1032焦耳。而来自V4641 Sgr的伽马射线能量达到0.8PeV，成为又一个“超级PeV粒子加速器”，即产生这些伽马射线的父辈粒子能量超过10PeV。这使得微类星体成为银河系内非常重要的一类PeV粒子加速器，这解决了困扰科学家多年的一个难题：银河系内公认的宇宙线源是超新星遗迹，但观测和理论都发现它们无法将宇宙线加速到“膝”及以上的高能量。

宇宙线能量分布图上有一个关键转折点，由于其形状酷似人的膝盖，被称为“膝”，大约在3PeV处，能量更高的宇宙线数量急剧减少。长期以来，测量“膝区”的宇宙线质子能谱被认为是“不可能完成”的任务。拉索巧妙利用其强大的地面观测装置，采用多参数测量技术成功筛选出大统计量的高纯度质子样本，从而精确测量其能谱，精度媲美卫星实验。这一突破性的测量揭示了完全超出预期的能谱结构，清晰展现出一个新的“高能组分”。

拉索的复合型探测器阵列设计，使科学家既能够通过超高能伽马射线探测宇宙射线的源天体，也能够对太阳系附近的宇宙线粒子进行精确测量，既从天体源端看到了PeV能量的加速能力，又从宇宙线端看到了这类源所贡献的能谱特征。

这是第一次在观测上将“膝”结构与具体类型的天体——黑洞喷流系统关联起来。质子能谱的复杂结构表明，PeV能段的宇宙线质子主要来自微类星体这类“新源”，它们具有明显高于超新星遗迹的加速极限，能够产生超过“膝”的高能宇宙线。两项成果相互印证，构建起一个完整的科学图景。这不仅为解决困扰学界近70年的“膝区成因”难题迈出关键一步，也为理解黑洞在宇宙线起源中的作用提供了重要的观测证据。

相关研究成果发布在National Science Review和Science Bulletin上。

拉索破解宇宙线“膝”形成之谜

研究团队单位：高能物理研究所

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](http://www.iikx.com)转发