“悟空”号获得TeV以上能区迄今最精确的宇宙线轻核能谱并发现能谱新结构

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/13929.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！

人类赖以生存的地球时刻经受着来自外太空中高能粒子的轰击，这些粒子包括各种原子核、正负电子、高能伽马射线和中微子等，统称为宇宙线。宇宙线被认为起源于超新星爆炸的遗迹或黑洞吸积等极端天体，因而它们也是极端条件下天体环境和物理规律的信使。人类对宇宙线的观测和研究已长达一个世纪，而时至今日，关于宇宙线的起源、加速机制以及它们在宇宙空间中的传播及相互作用等基本问题尚未得到彻底的解答。宇宙线的数目随能量变化的关系为其能谱，蕴含丰富的关于宇宙线的物理信息。随着能量升高宇宙线粒子数目急剧减少，体现出随能量的负幂律函数依赖关系。精确测量宇宙线的能谱是研究宇宙线物理的重要任务。

“悟空”号是我国发射的第一颗用于空间高能粒子观测的卫星，间接探测暗物质粒子并探究宇宙线物理和高能伽马射线天文是其主要使命。“悟空”号覆盖能段宽、能量测量准、粒子鉴别强，在高能正负电子和核素宇宙线的观测方面位居国际前列。

质子和氦核是宇宙线中丰度很高的两种粒子，其数目占宇宙线的约99%。“悟空”探测器具有优异的电荷分辨本领，可对高能宇宙线质子和氦核进行有效鉴别，进而分别实现对质子和氦核能谱的精确测量。与同类型空间探测实验相比，悟空号具备领先的电荷分辨能力（图1）。

利用“悟空”号收集的前两年半的数据，合作组获得了从40 GeV到100 TeV能段的质子宇宙线精确能谱（DAMPE 2019, *Sci. Adv.*, 5, eaax3793），揭示出在宽能段范围内质子能谱明显偏离理论预期的幂律能谱的行为特征。特别是在能量约14 TeV处的能谱拐折结构系由“悟空”号首次以高置信度观测到，该能量可能对应于宇宙线源的加速上限。

近日，基于卫星前四年半的在轨观测数据，“悟空”号国际合作组获得了宇宙线氦核70 GeV至80 TeV能段的精确能谱测量结果，如图2右图所示（DAMPE 2021, *Phys. Rev. Lett*.）。与以往实验结果相比，“悟空”号的测量结果在TeV以上能段的精度显著提高。氦核能谱和质子能谱体现出较为类似的行为，预示着它们存在共同的起源。“悟空”号质子和氦核结果表明二者能谱拐折的位置近似正比于其电荷。这一新的拐折结构及其电荷依赖的特性预示着它们或来自邻近地球的某个宇宙线加速源，拐折能量对应于该源的加速上限。

2017年以来，“悟空”号相继在电子、质子和氦核宇宙线测量方面取得领先的成果，标志着我国的空间高能粒子探测研究已跻身世界前列。目前，“悟空”号已进入二次延寿运行阶段，探测器状态良好，仍在不断积累高质量观测数据。随着数据进一步的积累和分析的深入，“悟空”号有

望取得更多的重要成果，为最终揭开高能宇宙线的起源和加速之谜做出重要贡献。

论文链接

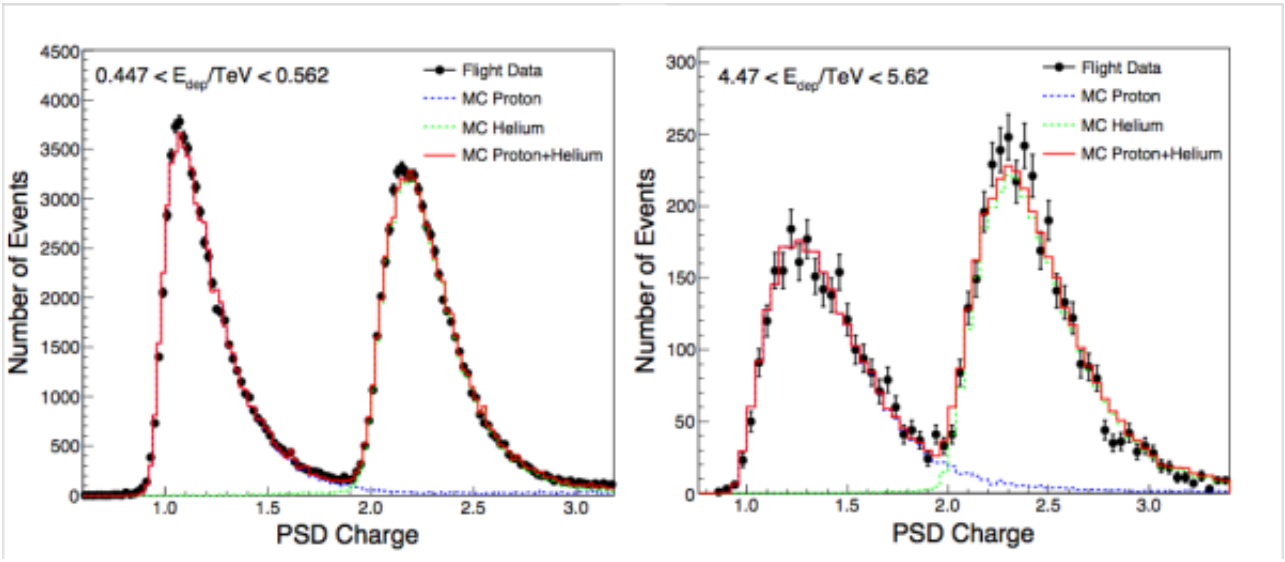


图1.“悟空”号电荷谱：500 GeV能段（左）和5 TeV能段（右）

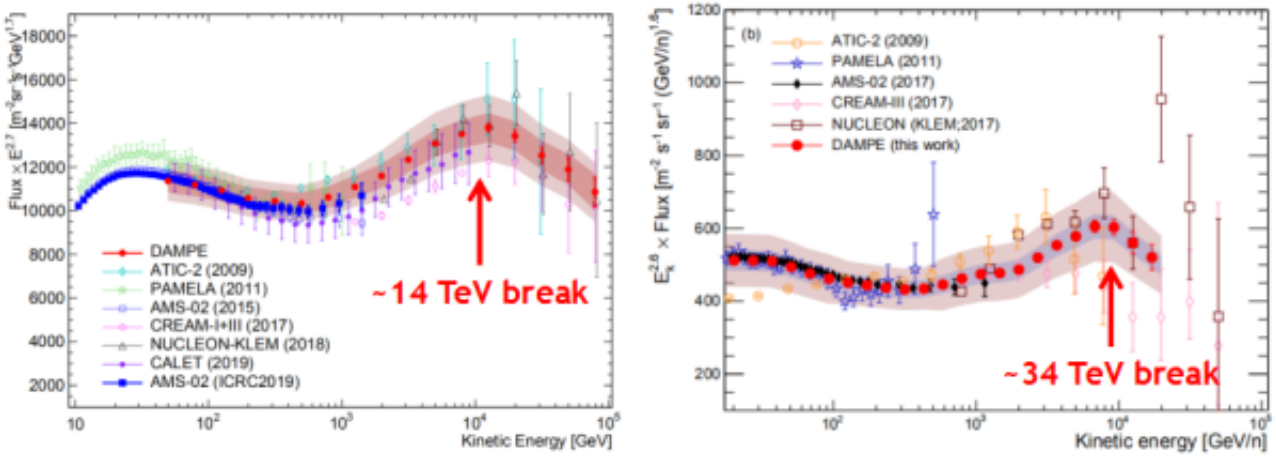


图2.“悟空”号测量得到的40 GeV-100 TeV能段质子宇宙线能谱（左图红点）和70 GeV-80 TeV能段氦核宇宙线能谱（右图红点）。图取自DAMPE collaboration（2019 *Sci. Adv.*,5, eaax3793；2021 *Phys. Rev. Lett.*, 126, 201102）
研究团队单位：紫金山天文台

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转发