暗物质卫星“悟空”获得高精度高能质子宇宙线能谱

利用暗物质粒子探测卫星“悟空”（DAMPE）采集到的数据，DAMPE团队获得了40 GeV-100TeV高能质子宇宙射线能谱，该结果是目前国际上对10 TeV以上高能质子最精确的观测结果。相关成果于9月27日在《Science Advances》杂志在线发表。我校黄光顺教授、张云龙副研究员带领的科研团队在科学数据分析工作中作出了重要贡献。

质子是宇宙线中丰度最高的成分，观测宇宙线质子，有利于研究银河系中宇宙射线的起源与加速机制。本次DAMPE合作组基于30个月的观测数据，发表了从40 GeV至100 TeV的宇宙线质子能谱，是目前国际上10 - 100 TeV能段统计误差和系统误差最低的能谱测量结果，该结果的能量上限比丁肇中先生领导的阿尔法磁谱仪（AMS-02）实验高出近50倍，比日本科学家领衔的CALET实验最新结果高出10倍。该结果确认了之前PAMELA、AMS02实验发现的质子能谱于几百GeV处的能谱变硬的现象，并以4.7σ的置信程度观测到了13.6 TeV处能谱变软的迹象，这一新的结构很可能是由近邻个别宇宙线源留下的印记，其能量加速的上限即对应于拐折能量。“悟空”号的结果对揭示高能宇宙线的起源以及加速机制具有十分重要的意义。

“悟空”暗物质卫星成功发射于2015年12月17日，其载荷核心分系统BGO量能器由我校核探测与核电子学国家重点实验室研制，为目前世界上观测能段范围最宽、能量分辨率最优、粒子鉴别能力最强的探测器，在此次高能宇宙线质子能谱测量工作中发挥了关键作用。我校黄光顺教授是DAMPE卫星工程科学应用系统副总师，张云龙副研究员是宇宙线分析组的召集人，带领团队率先开发了DAMPE科学数据分析软件，发展了丰富的BGO量能器在轨性能标定、数据分析方法，完成了高精度能量重建工作，是暗物质粒子探测卫星国际合作组中独立的数据分析小组之一，为科学数据分析作出了重要贡献。



图1. “悟空”号探测的40 GeV-100 TeV能段宇宙线质子能谱（红点）。图取自DAMPE collaboration (2019 Sci. Adv.)。