

科苑快讯

西藏 AS γ 实验首次发现 PeV 能量宇宙线源存在于银河系的证据

2021年4月2日,中国科学院高能物理研究所在京召开新闻发布会,宣布中日合作西藏 AS γ 实验观测到迄今为止最高能量的弥散伽马射线辐射,最高能量达 957 TeV,接近 1 PeV。这些超高能伽马射线弥漫分布在银盘上,这是国际上首次发现拍电子伏特宇宙线加速器(PeVatron)在银河系中存在的证据。在同一天,日方合作组和美国物理学会也分别召开了新闻发布会,宣布了该项重要科研成果。

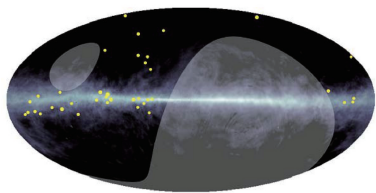


图1 西藏 AS γ 实验团队观测到的超高能弥散伽马射线事例在银道坐标系下的分布。这些超高能弥散伽马射线的能量在 400 TeV 到 1 PeV 之间,表现出向银盘(图中水平中线)集中分布的特点。灰色阴影区域是 AS γ 实验无法观测的区域。背景色轮廓显示了银河系坐标中氢原子的分布(来源: https://lambda.gsfc.nasa.gov/product/foreground/fg_hi4pi_get.cfm)

研究成果已于4月5日在美国《物理评论快报》正式发表,并推荐为高亮点论文:同时被采用为“编辑推荐”和“物理视角”。该“物理视角”由密歇根理工大学粒子物理教授、美墨合作高海拔切伦科夫天文台(HAWC)实验发言人 Petra Huentemeyer 撰写,并于4月5日与论文同时登载于《物理评论快报》网站首页。

科学家认为,超新星遗迹、恒星形成区和银河系中心的超大质量黑洞等是候选的 PeV 能量宇宙线源(PeVatrons)。但迄今为止并没有任何一个 PeVatrons 得到观测证实。但是高能宇宙线在传播过程中与星际介质碰撞可以产生能量约为宇宙线母粒子能量十分之一的高能伽马射线(被称为是宇宙线起源的伽马射线);高能伽马射线不带电,沿直线传播。这次 AS γ 实验在银盘上发现超高能弥散伽马射线,其能谱特征与 PeV 能量宇宙线和银河系分子云碰撞产生伽马射线的模型预言相符,就像是 PeVatron 在银河系内留下

的一串串足迹,是 PeVatron 存在于银河系的重要证据。

另外,2021年3月2日西藏 AS γ 实验发布了另一个相关的重要研究成果,首次发现超新星遗迹 SNR G106.3+2.7 方向存在超过 100 TeV(100 万亿电子伏特)的伽马射线。这些伽马射线的能量(大于 100 TeV)及空间分布特征表明 SNR G106.3+2.7 是目前为止在银河系中发现的最可能的 PeVatron 候选天体。相关观测结果以“Potential PeVatron supernova remnant G106.3+2.7 seen in the highest-energy gamma rays”为题在《自然天文》(*Nature Astronomy*)发表。

综合起来,AS γ 实验的这两项重要结果,分别从 PeVatron 的候选天体和超高能弥散伽马射线在银河系内的空间分布结果表明 PeV 宇宙线加速器在银河系内存在,是朝着解开高能宇宙线起源的世纪之谜迈出的重要一步。

西藏 AS γ 实验位于海拔 4300 米的西藏羊八井镇。AS γ 实验组由中科院高能物理研究所、中科院国家天文台等国内 12 个合作单位和日本东京大学宇宙线研究所等 16 个日方合作单位组成。正如中国科学院高能物理研究所所长王贻芳院士在新闻发布会上所说:“此次发现是中日合作双方 30 年持之以恒、不断创新、不断努力的结果。”

科学家下一步的工作是探测更多的 PeV 伽马射线源,并确认它们是从哪些天体发出的。Petra Huentemeyer 教授指出,要想发现高能宇宙线加速器之谜还需要更多的工作,但是,具有更高灵敏度的新型地面仪器的出现,正在开创伽马射线天体物理学的新纪元。如中国的高海拔宇宙线观测站(LHAASO),已于 2019 年开始运行,这将可能发现更多的粒子加速器候选者。

位于四川省稻城县海拔 4410 米的海子山的高海拔宇宙线观测站(LHAASO)项目,主体工程于 2017 年 11 月开始建设,2019 年 12 月底完成的 1/2 规模阵列已经成为国际上最灵敏的超高能伽马射线探测装置。LHAASO 具有更高的能量测量范围和灵敏度,有望发现产生 PeV 能量宇宙线的对应天体。