
西藏AS γ 实验发现超高能宇宙线加速候选天体

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/12872.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！

近期，中日合作团队利用我国西藏羊八井AS γ 实验阵列，在国际上首次发现距地球2600光年的超新星遗迹SNR G106.3+2.7发射出超过100

TeV（100万亿电子伏特）的伽马射线。这些伽马射线可能是被SNR

G106.3+2.7中的激波加速到PeV的宇宙射线（主要成分为质子）与附近的分子云碰撞产生的。SNR G106.3+2.7因此成为银河系中一个候选的“拍电子伏特宇宙线加速器（PeVatron）”，为解开超高能宇宙射线的起源之谜打开了重要的窗口。相关观测结果以*Potential PeVatron supernova remnant G106.3+2.7 seen in the highest-energy gamma rays*为题，于北京时间3月2日零时在《自然-天文》（*Nature Astronomy*）上正式发表。

自1912年发现宇宙射线以来，超高能宇宙线的起源问题至今未解，是一个世纪之谜。学界将宇宙射线加速到PeV（比地球上人造加速器的最高能量高100倍）能量的天体源称为PeVatron，并被认为是应该存在于银河系中。然而，由于宇宙射线带电荷，它们在传播的过程中会受到银河系磁场的偏转，到达地球时的方向已不再指向源头，因此，无法通过宇宙线的方向来寻找PeVatron。但是，宇宙射线在其源头被加速后可能与附近的分子云发生碰撞，产生中性 π 介子，随后， π 介子衰变产生能量约为母体宇宙射线能量十分之一的伽马射线（这类伽马射线被称为是“强子起源”）。由于伽马射线不带电荷，沿直线传播，因此，观测到的伽马射线到达方向就是该天体源方向，借此可以寻找PeVatron。

判断一个天体源是否是宇宙线PeVatron，主要有3条判据：（1）该天体源发出的伽马射线能量超过100 TeV；（2）伽马射线发射区与分子云的位置一致；（3）能够排除超高能伽马射线产生于脉冲星及其风云高能电子的可能性，即排除“轻子起源”。此前，世界上还没有任何一个实验组找到同时满足以上3个条件的天体。美国VERITAS成像切伦科夫望远镜在TeV能区、美国费米伽马射线空间望远镜在GeV能区均已观测到来自SNR G106.3+2.7的伽马射线，但它们对100 TeV以上能区的伽马射线观测灵敏度不够；最近，美国HAWC实验在40 TeV-100 TeV能区观测到伽马射线，但其观测到的100 TeV伽马射线辐射区位置精度较低，不足以排除伽马射线的“轻子起源”（图1）。

西藏中日合作AS γ 实验位于海拔4300米的西藏羊八井，2014年，中日合作AS γ 实验团队在原有的宇宙线表面阵列的地下增设了创新型的地下缪子水切伦科夫探测器（4500平方米）（图2），用于探测宇宙线质子与地球大气作用产生的缪子。综合利用表面和地下探测器阵列的数据，可排除99.92%的宇宙线背景噪声，从而提高探测伽马射线的灵敏度。此次，中日合作团队通过有效时间2年的观测，测量到来自SNR G106.3+2.7方向的超过100 TeV的超高能伽马射线，发现这些伽马射线的空间分布与附近分子云的分布接近，而与这个区域内存在的脉冲星及其风云关联较弱（图1）。对这些观测结果的一个合理解释是：质子在SNR G106.3+2.7附近被激波加速到PeV能区，然

后与附近的分子云碰撞产生中性 π 介子，随后 π 介子衰变产生超高能伽马射线。G106.3+2.7成了银河系中一个PeVatron候选体，为解开超高能宇宙线起源的世纪之谜打开了一个宝贵的窗口。

西藏中日合作AS γ 实验始建于1989年，由中国科学院高能物理研究所、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。此次重要发现是中日合作双方30年来持之以恒、不断创新和不断努力的结果。研究工作得到中国国家自然科学基金委员会、科学技术部、中科院及日本文部省、学术振兴会（JSPS）等的支持，实验在西藏30年的建设与运行得到西藏自治区各级政府、西藏大学的帮助。作为西藏羊八井AS γ 实验的后续项目，我国正在四川稻城建设大面积高海拔宇宙线观测站LHAASO，其3/4阵列已建成并投入观测运行。和AS γ 实验相比，LHAASO的能量范围和灵敏度要高一个数量级以上，将把宇宙线物理和超高能伽马射线天文研究推进到一个新的高度。

[论文链接](#)

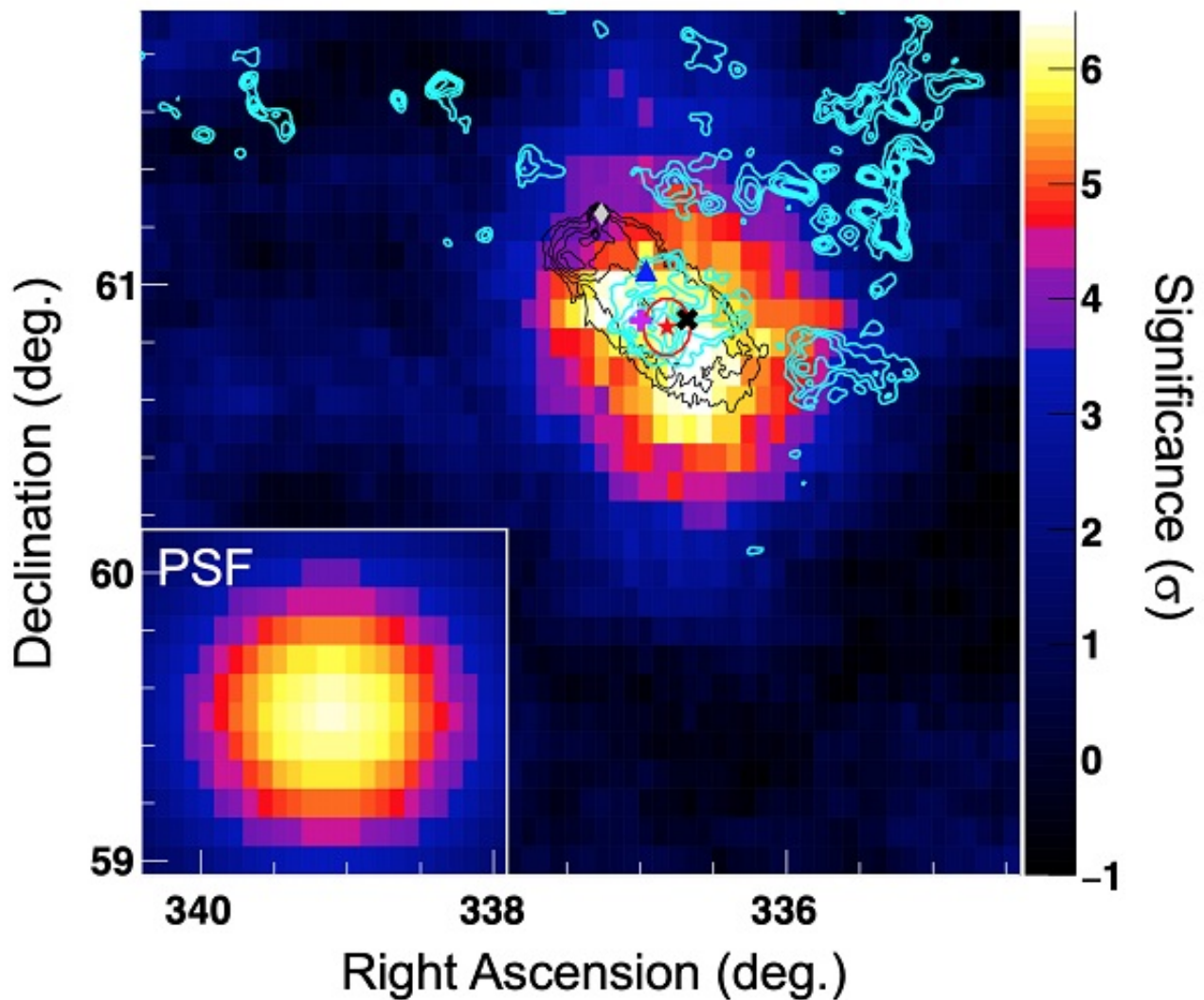


图1.西藏AS γ 实验观测到超新星遗迹（SNR）G106.3+2.7附近10 TeV以上的伽马辐射图像，伽马能量延续到100 TeV以上。图中，黑/青色轮廓分别代表了SNR壳层和附近分子云的位置，灰色菱形是脉冲星的位置，带有统计误差圆的红星、黑 $\times$ 、品红色十字和蓝色三角形分别表示西藏AS γ 实验、美国费米伽马射线空间望远镜组、美国VERITAS切伦科

夫望远镜组和美国HAWC实验组确定的伽马射线发射区的中心位置

图2.我国西藏AS γ 实验（左图：AS γ 表面阵列）。2014年，中日合作AS γ 实验团队在其表面阵列的地下增设了创新型的地下水切伦科夫缪子探测阵列4500平方米（右图），可排除99.92%的宇宙线背景噪声，从而提高探测伽马射线的灵敏度

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](https://www.iikx.com)转发