
西藏ASgamma实验发现迄今最高能量宇宙伽玛射线

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/5822.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！

西藏ASgamma实验发现迄今最高能量宇宙伽玛射线。近日，中日合作西藏ASgamma实验团队利用我国西藏羊八井ASgamma实验阵列发现迄今为止最高能量的宇宙伽玛射线，这些宇宙伽玛射线来自蟹状星云方向，能量高达450 TeV(4.5×10^{14} 电子伏特)(见图1)，比此前国际上正式发表的75TeV的最高能量高出5倍以上。这标志着超高能伽玛射线天文观测进入到100 TeV以上的观测能段。相关观测结果以First Detection of Photons with Energy Beyond 100 TeV from an Astrophysical Source 为题，将于7月下旬作为亮点文章在《物理评论快报》上发表。

蟹状星云是位于金牛座的著名超新星遗迹(见图1)，1054年我国宋朝的天文学家详细记录了该超新星爆发现象，距离地球6500光年左右，其能量来源是位于其中的高速旋转的脉冲星，即蟹状星云脉冲星。蟹状星云在全电磁波段均具有较高的亮度，因此科学家从射电、光学、X射线直至伽玛射线的整个电磁波段对其进行了详细的观测和研究。但是，随着光子能量的增加，光子流强越来越低，观测也越来越困难。此前，国际上探测到的最高能量的伽玛射线为75TeV，是德国的HEGRA切伦科夫望远镜实验组观测到的。此次中日合作ASgamma实验团队发现了24个100 TeV以上的伽玛射线事例，超出宇宙线背景5.6倍标准偏差，其中能量最高的约为450 TeV(见图2)。

研究人员认为，这些100TeV以上的高能光子可能是更高能量的电子与周围宇宙微波背景辐射光子发生“逆康普顿散射”的结果，而超高能电子、正电子则在蟹状星云的脉冲星风云中产生。由此可以推断，“蟹状星云”是“银河系内天然的高能粒子加速器”，与目前世界上最大的人工电子加速器(加速电子最高能量0.2TeV)相比，“蟹状星云”的电子加速能力至少高了上万倍。

非光子成分的宇宙线是带电粒子，在银河系磁场中会发生偏转，因此它们的抵达方向并不代表其加速源头的真实位置。伽玛射线光子是电中性的，不受磁场偏转，能直指其产生的源头，而超高能量的伽玛射线又是由高能带电粒子产生的。因此，超高能伽玛射线观测是研究这些极端粒子加速过程及其发生的极端环境的独特途径，是探索极端宇宙的重要探针之一。了解伽玛光子所能达到的最高能量以及这些超高能光子能量的分布，研究产生超高能伽玛射线光子的各种可能天体，有助于揭示宇宙中极端天体的性质，以及其中的极端天体物理过程和规律。

西藏羊八井ASgamma实验位于海拔4300米的西藏羊八井，1990年一期阵列建成并开始运行，后来多次升级改造，在银河系宇宙线的探测研究方面取得一系列重大发现。2014年，合作组成员在现有65000平方米宇宙线表面探测阵列下面新增加有效面积4200平方米的地下缪子水切伦科夫探测器(见图4)，利用这种地下缪子水切伦科夫探测器的数据，能够剔除99.92%的宇宙线背景噪声(见图3)。合作组正是凭借地下水切伦科夫缪子探测器，使得西藏羊八井ASgamma实验成为100TeV以上能区国际上最灵敏的伽玛射线天文台，并因此测得本次100TeV伽玛射线，后续的运行还有望

发现更多的超高能伽玛射线源。

作为西藏羊八井ASgamma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，其部分设备已经建成并投入观测运行。和ASgamma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。此外，在空间探测方面，高能所正在牵头申请“探索极端宇宙”EXU国际合作大科学计划，其综合性能比现有的同类空间探测设备将有大幅度的提升，宇宙线物理和高能伽马射线天文也是该计划的主要科学目标。EXU和LHAASO以及国内外的其他空间和高山天文台相结合，将对宇宙极端天体和过程开展全天空、全时域、多波段和多信使的立体观测研究，预期实施之后将取得更多和更重大的成果。

西藏羊八井ASgamma实验由中国科学院高能物理研究所和日本东京大学宇宙线研究所共同主持。此次发现是中日合作双方共同努力的结果。该项目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)等机构的支持。实验在西藏30年的建设与运行得到了西藏自治区各级政府及西藏大学的大力支持。

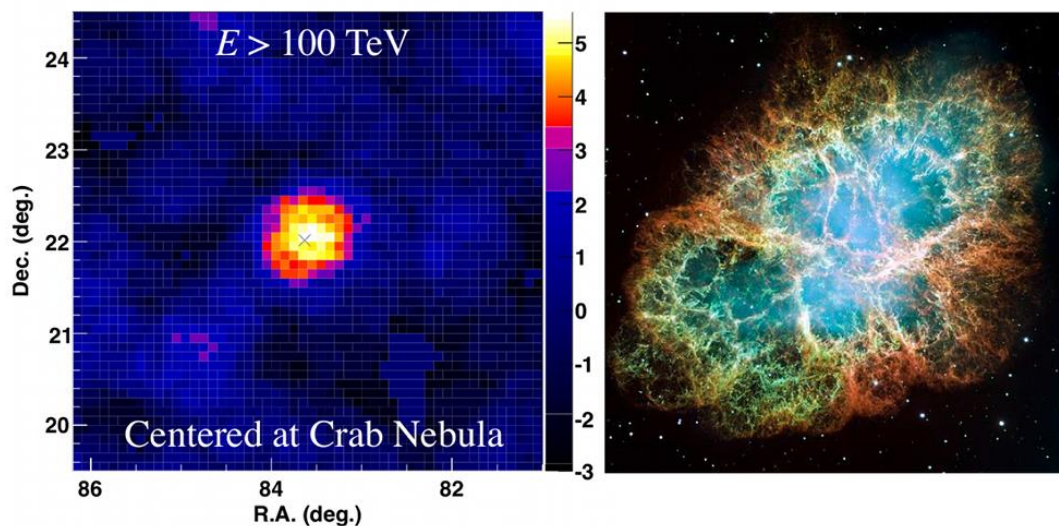


图1.左图：西藏ASgamma实验观测到蟹状星云方向100TeV以上的伽玛射线;右图：美国哈勃望远镜观测的蟹状星云图片(图片来自于NASA)。

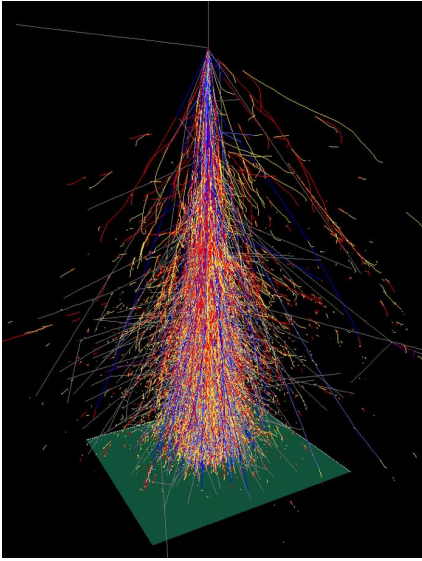


图2.左图：原初宇宙线进入地球大气后，与大气中的原子核发生相互作用产生空气簇射的示意图；右图：西藏ASgamma实验观测到的最高能量伽玛射线(450TeV)的空气簇射在探测器上产生的密度分布，其中，黑点表示点阵探测器的位置，带颜色的圆的面积表示在探测器上触发的粒子数目密度，圆的颜色从蓝到红表示粒子到达探测器的时间从快到慢(蓝色：快，红色：慢);箭头所指的前端表示空气簇射的中心，箭头的方向表示到来的空气簇射方向。

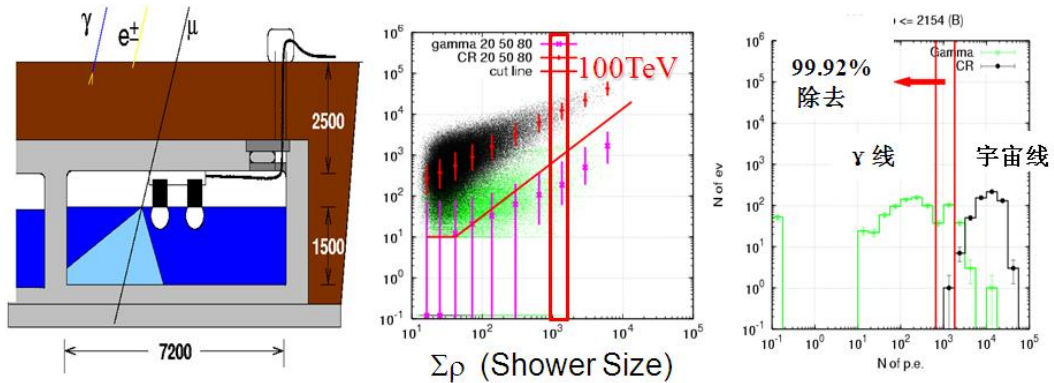


图3.左：西藏羊八井ASgamma实验组利用地下缪子探测器，能准确测量宇宙线空气簇射次级粒子中所含缪子数目，用于区分入射的高能宇宙线是质子、重原子核还是高能伽玛射线光子;中图和右图：由于伽玛光子产生的缪子数量远远少于质子和重原子核与空气作用所产生的缪子数量，因此可根据地下缪子探测器探测到的某个事例产生的缪子数量来甄别该事例是伽玛光子事例还是非伽玛光子事例;利用该创新性技术，羊八井ASgamma实验能排除99.92%的非伽玛光子宇宙线事例，从而显著降低它们对高能伽玛光子探测的影响，实现了在20TeV以上能区的国际最高的伽玛射线探测灵敏度。羊八井ASgamma实验探测到了来自蟹状星云方向的24个高度可靠的100 TeV以上的伽玛射线事例。

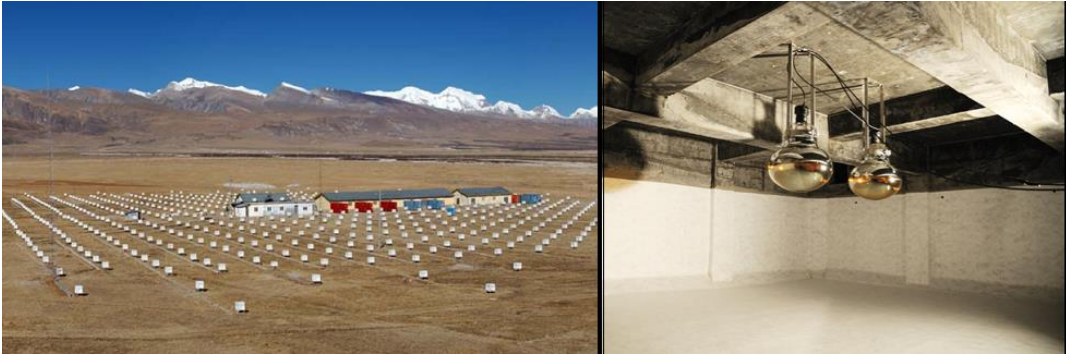


图4.我国西藏羊八井ASgamma实验(左图：ASgamma表面阵列;右图：地下水切伦科夫探测器)

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