



稻城高海拔宇宙观测站“拉索”再传捷报 捕获蟹状星云隐秘的细节 精确测量了高能天文学“标准烛光”的亮度



位于甘孜州稻城县的高海拔宇宙线观测站(7月6日摄)。新华社发

华西都市报-封面新闻
记者 杨晨 实习生 刘彦君

1054年,宋朝人抬头仰望,观天事测吉凶时,在金牛座的天关星附近发现了一重大“天象”,并将肉眼所观察到的星体取名为“客星”。而后,这次“天象”被科学家判定为一次超级明亮的超新星爆发。

古人记录的,正是距离地球6500光年的蟹状星云前身恒星初始爆炸时的情景。这是现代天文学中第一个被认证具有清晰历史观测记录的超新星遗迹。

967年后的2021年,中国科学家们利用自主修建的、以宇宙线观测研究为核心的国家重大科技基础设施——高海拔宇宙线观测站(LHAASO,中文简称“拉索”),对蟹状星云有了新的发现。相关结果于北京时间7月9日在国际知名学术期刊《科学》上发表。

宋朝人记录下 蟹状星云的“诞生”

在介绍此次发现成果前,拉索项目首席科学家曹臻从蟹状星云的“诞生”,以及对其的研究内容作了说明。

1054年,金牛座的天关星附近突现“客星”,宋朝的“天文中心”司天监观察并记录到了这一重大“天象”。

据记载,这颗星出现的时候带着呈四角的光辉,红白色。不光是晚上,白天也能看到它,持续了23天。

经过观测、推算和研究,科学家们判定,1054年观测到的是超新星爆发,“诞生”了蟹状星云。曹臻说,正是有了宋朝司天监的准确记录,为后续的研究和测定省去了不少复杂的计算。

如今,这个星云还在以大约1500公里/秒的速度扩展。“相当于每一秒就扩展一个北京到上海的距离,可以想象多快多大。但因为离我们太远,所以能观察到的变化并不明显。”曹臻说。

在不断探索中,科学家们了解到

位于甘孜州稻城县的国家重大科技基础设施——高海拔宇宙线观测站,日前精确测量了高能天文学“标准烛光”的亮度,覆盖3.5个量级的能量范围,为超高能伽马光源测定了新标准。该研究由中国科学院高能物理研究所牵头的国际合作组完成,结果于北京时间9日由国际知名学术期刊《科学》上发表。

蟹状星云的更多“秘密”:中心有一颗在20公里范围内、以每秒钟30圈快速旋转的脉冲星。高速旋转的超强磁场将脉冲星表面磁层中的大量正负电子持续不断地吹向四周,形成一股速度近乎光速的强劲星风。星风中的电子与外部介质碰撞后会被进一步加速至更高能量,才产生了我们看到的星云。

同时,蟹状星云是为数极少的在射电、红外、光学、紫外、X射线和伽马射线波段都有辐射的天体。历史上对其光谱已经进行了大量的观测研究,是非常明亮且稳定的高能辐射源,因此在多个波段它被作为“标准烛光”,即测量其他天体辐射强度的标尺,并且它还是北半球地区目前唯一一个“标准烛光”。

曹臻介绍,“标准烛光”的作用就是辅助天文观测,判断天体能量强度的同时,也能帮助定准位置。“用望远镜观测新的星体时,会出现器械状态造成的误差等原因,我们可以借助于这个‘标准烛光’,去比对其和研究星体的位置,从而在后续观察中可以更好定位。”他说。

拉索观察到 加速效率超出理论极限

过去30年,国际上各种探测器对蟹状星云在7个波段的辐射能量都进行了测量。这次利用拉索,曹臻和团队对其高能端3.5个高能级进行了测量,不但确认了此范围内其他实验30年的观测结果,还实现了前所未有的超高能区(0.3-1.1拍电子伏)的精确测量,为该能区“标准烛光”设定了亮度标准。

除了精准测量了高能天文学“标准烛光”的亮度,这次观测还记录到能量达1.1拍电子伏(拍=千万亿)的伽马光子,由此确定在大约仅为太阳系1/10大小的(约5000倍日地距离)星云核心区内存在能力超强的电子加速器。

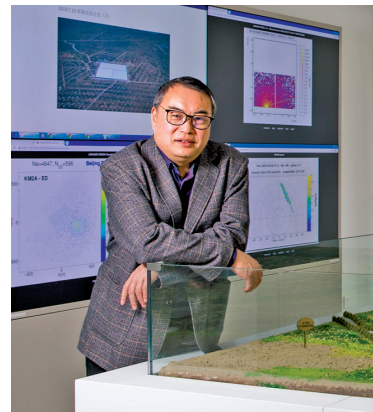
“此次测到1.1拍电子伏(拍=千万亿)光子,提供了2.3拍电子伏(拍=千万亿)电子加速器存在的直接观测证据,这比人类在地球上建造的最大的电子加速器产生的电子束的能量高2万倍左右。”曹臻说,越高能电子越容易在磁场中损失能量,蟹状星云内的粒子加速机制必须具有惊人效率才能克服这些电子的能量损失。

据拉索的测量结果推算,其加速效率竟超出理论极限的15%,比超新星爆发产生的爆震波的加速效率高约1000倍,挑战了高能天体物理中电子加速的“标准模型”。“甚至会对我们熟悉的电学等基本理论带来‘挑战’和冲击。”曹臻说。

知道一下

拉索是以宇宙线观测研究为核心的国家重大科技基础设施,位于甘孜州稻城县海拔4410米的海子山,占地面积约1.3平方公里,是由5195个电磁粒子探测器和1188个缪子探测器组成的一平方公里地面簇射粒子阵列、78000平方米水切伦科夫探测器阵列以及18台广角切伦科夫望远镜交错排布组成的复合阵列。拉索采用这四种探测技术,可以全方位、多变量、立体地测量宇宙线或伽马射线在大气层中的反应,并重建它们的基本信息。

对话



高海拔宇宙线观测站项目首席科学家、中科院高能物理研究所研究员曹臻。新华社发

拉索首席科学家曹臻: 拉索的潜力很大 现呈现的只是“冰山一角”

记者:2个月内发布了两次重大发现,您对这样的效率是否满意?

曹臻:非常满意,完全超出我们的预判。拉索的潜力非常大,现在呈现的只是“冰山一角”。待拉索全阵列正式运行后,会有更多更重要的科学发现。

记者:后期拉索还会有其他研究吗?

曹臻:拉索是一个非常综合性的探测装置,它一共有四种探测器,从不同角度对于宇宙线的现象进行立体观测。凡是和宇宙线现象相关联的,都可以在这个平台上开展,除了研究基础物理内容以外,还可以扩展到大气、气象等。

记者:目前拉索的建设进度如何?

曹臻:探测器的安装已全部结束,目前进入最后的调试阶段,大概7月底能达到观测条件。今年是拉索项目工程结尾的关键一年,计划在年底以前完成验收。

华西都市报-封面新闻
记者 杨晨 实习生 刘彦君