
重磅：LHAASO测定标准烛光超高能段亮度

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14579.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！

重磅：LHAASO测定标准烛光超高能段亮度。

7月9日凌晨，《科学》杂志发表了一篇来自高海拔宇宙线观测站（LHAASO）的研究成果。

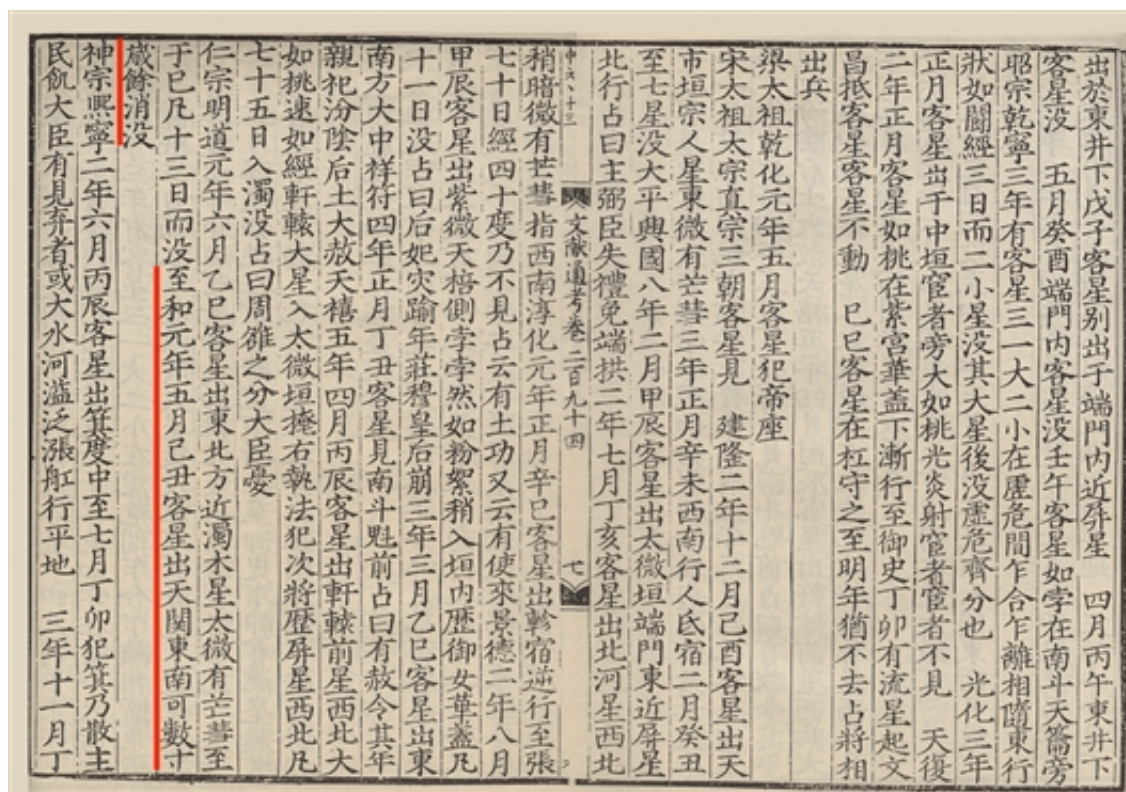
LHAASO的科研人员精确测量了高能天文学标准烛光——蟹状星云的亮度，在更广的能量范围内为超高能伽马光源测定了新标准。此次观测还记录到能量达1.1拍电子伏（拍=千万亿）的伽马光子，由此确定在大约仅为太阳系1/10大小的星云核心区内，存在能力超强的粒子加速器，直逼经典电动力学和理想磁流体力学理论所允许的加速极限。

这一成果意味着什么？《中国科学报》专访了LHAASO首席科学家、中国科学院高能物理研究所研究员曹臻。

千年前，宇宙抛出一把尺子

公元1054年，北宋，仁宗主政。7月4日这天，天空突然出现了异象——在太阳和月亮之外，出现了第三个明亮的天体，人们称其为客星。

客星亮了数年之后才慢慢消失。这段奇异的天文现象，被一些古籍记载了下来：至和元年五月己丑，客星出天关东南，可数寸，岁余消没。



古籍《文献通考》中关于1054年客星的记载（中科院高能物理所供图）

近千年前的古人没有想到，这次异象对人类天文史有着极其重要的意义。

他们看到的客星，实际上是一次超新星爆发。这次爆发后，产生了一片螃蟹形状的星云，距离地球约6500光年。蟹状星云成为现代天文学中第一个被证认的具有清晰历史观测记录的超新星遗迹。

蟹状星云的中心有一颗以每秒钟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，又被进一步加速至更高能量，最终产生了我们看到的星云。

更重要的是，蟹状星云成为人类探测天体辐射强度的尺子。这把尺子被科学家们称作标准烛光。

标准烛光一般是已经知道光度的天体。在宇宙学和星系天文学中，标准烛光可以帮助天文学家了解天体距离地球的距离。

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，因此它在伽马射线等多个波段被作为衡量其他天体亮度的参照标尺。曹臻说。



蟹状星云（图片来源：NASA）

让尺子的刻度再长一点

既然是标尺，就需要知道它的刻度。在伽马射线波段，蟹状星云这把尺子的刻度，已经被不少平台标记过。

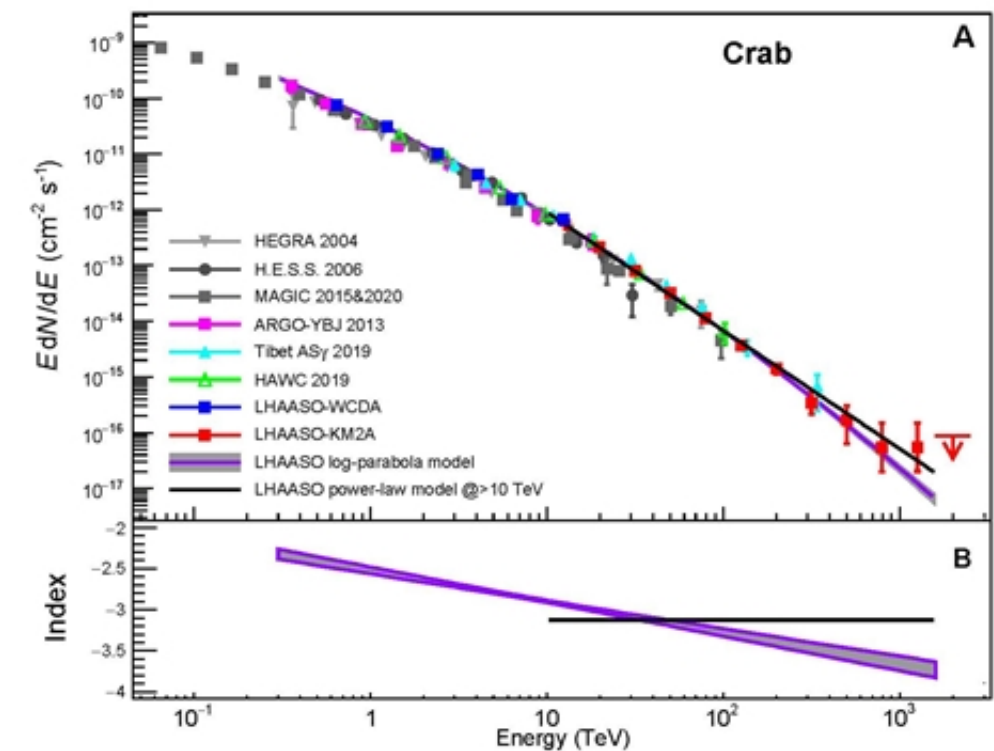
伽马射线是一种波长极短、能量很高的电磁波。德国的高能伽马射线天文学实验（HEGRA），法国和德国联合建造于纳米比亚的高能立体望远镜系统（H.E.S.S.），坐落于西班牙加那利（Canary）岛的大气伽马射线成像切伦科夫望远镜（MAGIC），美国的水切伦科夫伽马射线天文台（HAWC），我国西藏羊八井AS γ 实验阵列及在羊八井实验站开展的中意合作ARGO-YBJ实验，都曾测量过蟹状星云发出的伽马射线情况。

这些观测结果，使人们对蟹状星云在伽马射线波段的辐射有了认知。蟹状星云的伽马射线能量图谱上，从0.1万亿电子伏到300万亿电子伏的区域间，形成了一条优美而清晰的曲线。

然而，这把尺子在300万亿电子伏之后便没了刻度，原因是人类的探测能力有限，无法探测到蟹状星云在更高能量段的能谱。

这次，LHAASO的科学家们做了两件事——一是校验尺子的已知刻度，二是让尺子的刻度再长一点。

LHAASO测量了蟹状星云辐射的最高能量端能谱，覆盖了从0.5到1100万亿电子伏宽广的范围，不但确认了此范围内其他实验几十年的观测结果，还精确测量了前所未有的超高能区，即从300至1100万亿电子伏的能区，这为该能区标准烛光设定了亮度标准。曹臻说。



蟹状星云伽马射线能谱图（中科院高能物理所供图）

LHAASO是怎么做到的？

LHAASO之所以能取得这一成果，得益于它的探测技术。它位于四川省稻城县海拔4410米的海子山，由1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，其中，地面簇射粒子阵列包括了5195个电磁粒子探测器和1188个缪子探测器。

曹臻表示，这样的复合阵列，让LHAASO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。而它独特的多种探测手段相互交叉检验的能力，也确保了测量结果的准确性和可靠性。



2020年12月28日，LHAASO四分之三阵列（中科院高能物理所供图）

这次，LHAASO不仅测出了蟹状星云在更高能量波段的情况，还从理论上探讨了这种超高能伽马射线是怎么形成的。

此前，LHAASO的科学家通过探测落在地球上的伽马光子，发现了12个超高能伽马光源，成果于今年5月17日发表在《自然》杂志上。在这12个超高能伽马光源中，有两个光源能发射出拍电子伏的光子，其中一个来自蟹状星云，光子能量达到0.9拍电子伏。在这次观测的基础上，科研人员又收集了几个月的数据，又发现了一个1.1拍电子伏的伽马光子，它对应着一个提供了2.3拍电子伏的电子加速器，而这个加速器便位于蟹状星云。

2.3拍电子伏，比人类在地球上建造的最大的电子加速器能产生的电子束能量要高出两万倍左右。曹臻说。

他们推测，蟹状星云里的超高能粒子加速器的加速效率，比超新星爆发产生的爆震波的加速效率，还要高出约一千倍。这挑战了高能天体物理中电子加速的理论。曹臻说。

不过，对于超高能伽马射线实际是怎么产生的，曹臻表示，目前尚无定论。

对于未来的研究，曹臻充满信心。LHAASO处在边建设边运行的阶段，将于2021年7月全部建成。我们预计，全部建成后，LHAASO每年可以记录到1到2个来自蟹状星云的拍电子伏光子。未来几年内，更多关于拍电子伏粒子加速的奥秘将被揭开。曹臻说。（来源：中国科学报倪思洁）

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.abg5137>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：曹臻等 来源：《科学》

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