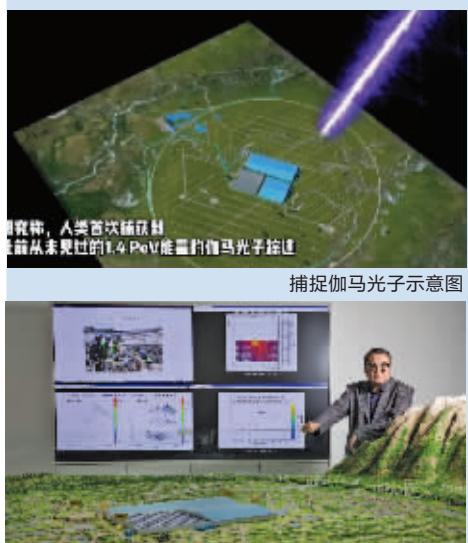




高海拔宇宙线观测站全景 新华社发



捕捉伽马光子示意图



中科院高能物理研究所研究员曹臻 新华社发

背景知识

高海拔宇宙线观测站(LHAASO) 位于四川·稻城·海子山

我国的高海拔宇宙线观测站(LHAASO)，是以宇宙线观测研究为核心的国家重大科技基础设施，位于四川省稻城县海拔4410米的海子山，占地面积约1.36平方公里。是当前国际上最灵敏的超高能伽马射线探测器。

它不仅具有1平方公里的超大有效探测面积，其配备的1188个缪子探测器还能够把混在10万个背景事件中的一个光子信号准确挑出。凭借着强劲的性能，LHAASO仅靠其在1/2规模阶段运行11个月收集到的数据，便一举在银河系内发现了12个超高能伽马射线源！

在这12个源当中，既包含了如蟹状星云、天鹅座恒星形成区等在伽马射线天文领域著名的天体，也有此前从未发现过的新源。最令人吃惊的是，前两者中最高的光子能量竟达到了1拍电子伏，大大刷新了人类探测到的光子最高能量的纪录。有趣的是，这个人类迄今所观测到的最高能量的光子来自大名鼎鼎的天鹅座“茧壳”，长期以来科学家们相信它是一个超高能宇宙线源，但一直没有找到确凿的证据。

这项里程碑式的新发现打开了超高能伽马射线天文观测的新窗口，使人类得以瞥见银河系中的汹涌暗流。LHAASO现在的科学发现只是超高能伽马天文的冰山一角，其全阵列预计于2021年建成并投入科学运行。我们有理由相信，在未来几年中，当LHAASO全部投入使用后，LHAASO将凭借其远超现有水平的灵敏度向高能宇宙线起源这一“世纪之谜”发起冲击，进一步刷新人类对银河系的传统认知。

据红星新闻

1400万亿电子伏特

超高能伽马天文学

解决宇宙线起源

天鹅座“来信” 有望破世纪之谜

我国宇宙线观测站发现迄今为止最高能量伽马光子

重磅发现

来自天鹅座的最高能量光子 将改变对银河系传统认知

中国科学院高能物理研究所17日公布，位于四川稻城县的国家重大科技基础设施“高海拔宇宙线观测站(LHAASO)”在银河系内发现大量超高能宇宙加速器，并记录到最高1400万亿电子伏特((1.4PeV))的伽马光子，这是人类观测到的最高能量光子，将改变人类对银河系的传统认知，开启“超高能伽马天文学”的时代。

宇宙线是来自宇宙空间的高能粒子流，其起源是一个前沿科学问题。以往观测尚未发现银河系内有将宇宙线加速到1PeV以上的天体。

相比之下，人类在地球上建造的最大加速器只能将粒子加速到0.01PeV。

中科院高能物理研究所研究员曹臻介绍，其团队此次发现能量超过1PeV的光子，来自天鹅座内非常活跃的恒星形成区，此外还发现12个稳定伽马射线源，辐射能量一直延伸到1PeV附近。

“这表明银河系内大量存在可将宇宙线加速到1PeV的‘拍电子伏特宇宙线加速器’(PeVatron)，它们都是超高能宇宙线源的候选者，这就向着解决宇宙线起源这一科学难题迈出了重要一步。”曹臻说。

据介绍，此次发现表明，年轻的大质量星团、超新星遗迹、脉冲星风云等，是银河系超高能宇宙线起源的最佳候选天体。同时，此次发现也要求科学家重新认识银河系高能粒子的产生、传播机制，探索极端天体现象及其相关的物理过程，并在极端条件下检验基本物理规律。

该观测站位于四川省稻城县海拔4410米的海子山，目前仍在建设中。这次报道的成果是基于已经建成的1/2规模探测装置在2020年内11个月的观测数据。研究成果17日在国际知名学术期刊《自然》上刊发。
据新华社



维护广角切伦科夫望远镜阵列 新华社发



焦点解读

1 宇宙线是什么？

宇宙中，无数神秘的粒子正以接近光的速度飞驰，这些神秘的粒子就是宇宙线——星际空间中的高能带电粒子。它于1912年由奥地利物理学家维克托·赫斯发现，后者也因此荣膺1936年的诺贝尔物理学奖。

在银河系中，宇宙线贡献了1/3的能量密度，是星际空间的重要组成部分，同时主导了星际化学和恒星形成等天体物理过程。因此，宇宙线的研究对于人类认识宇宙有重要意义。

宇宙线的能谱在拍电子伏(1拍=1千万亿)附近呈现一个拐折结构，

这表明银河系中存在着至少能把质子加速到拍电子伏的天体。对于目前的人类文明来说，拍电子伏是一个难以企及的能量，目前地球上最大的人造粒子加速器(即欧洲核子研究中心的LHC)能够加速粒子的极限能量仅为0.01拍电子伏左右。

这些宇宙线的起源天体相当于天然的粒子物理实验室，找到这些天体并研究它们的特性不仅是人类认识理解宇宙的一个重要里程碑，也可能成为突破当前基础物理学框架的关键一步。

2 世纪未解之谜？

高能宇宙线起源之所以是一个世纪未解之谜，主要有两个难点：

第一，宇宙中遍布磁场，而带电粒子在磁场中运动时会被磁场偏折运动方向。宇宙线从源到地球的传播过程中已经失去源的位置信息，科学家们无法通过宇宙线粒子的到达方向直接定位源的位置。

第二，把粒子加速到拍电子伏的条件相当苛刻，即使天体具有很强的加速能力，也只有很小一部分粒子能

成功达到如此之高的能量，因此产生的超高能光子的信号也非常弱。

有鉴于此，科学家们转而把目标变为探测这些宇宙线与星际介质相互作用产生的光子。由于光子的运动不会受磁场影响，探测到能量在0.1拍电子伏以上的光子(也称为超高能光子)的源便可定位拍电子伏粒子加速器。然而此前国际上主流探测器主要工作在0.1拍电子伏能量以下，难以有效确认拍电子伏宇宙线加速器。

3 什么是超高能伽马射线？

超高能(UHE:>1014电子伏特)伽马天文学是迄今人类观测宇宙的最后一个、也是最高能量的电磁辐射窗口，由于超高能伽马射线数量极少而被淹没在巨大宇宙线背景中，对超高能伽马射线的探测一直是人类面临的一大挑战。

超高能伽马射线来自于比它能量更高的粒子，故可以用来示踪这些高能粒子的起源、加速以及传播机制，也即可以用来发现并研究宇宙高能粒子加速器，是破解高能宇宙线起源这一“世纪之谜”的金钥匙。

然而探测超高能伽马射线非常困难，一个超高能伽马射线探测器必须同时具备下面五个条件：

大面积：超高能伽马射线非常稀少，一平方千米的面积上每

天只能接收到一两个，要捕捉它们需要在至少一平方千米的面积上布下“天罗地网”；

强大的伽马/背景区分能力：这些稀有的伽马事例混杂在成千上万倍的宇宙线背景中，探测器要具有火眼金睛，准确识别伽马事例和宇宙线背景事例，才能够大海捞针般从成千上万的背景中准确挑出稀有的伽马射线事例；

高海拔：探测超高能伽马射线要到海拔4000~5000米的雪域高原，这里空气稀薄，呼吸困难，却是探测超高能伽马射线的最佳场所；

大视场：一双火眼金睛只能看一部分天空，要有千万双眼睛盯住整个天空，不丢掉一个宝贵的事例；

全天候：这些火眼金睛不能眨，要日日夜夜风风雨雨中不眠不休，才能够捕捉到所有的事例。

据红星新闻