LHAASO重磅：银河系粒子加速能力超乎想象

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/13921.html

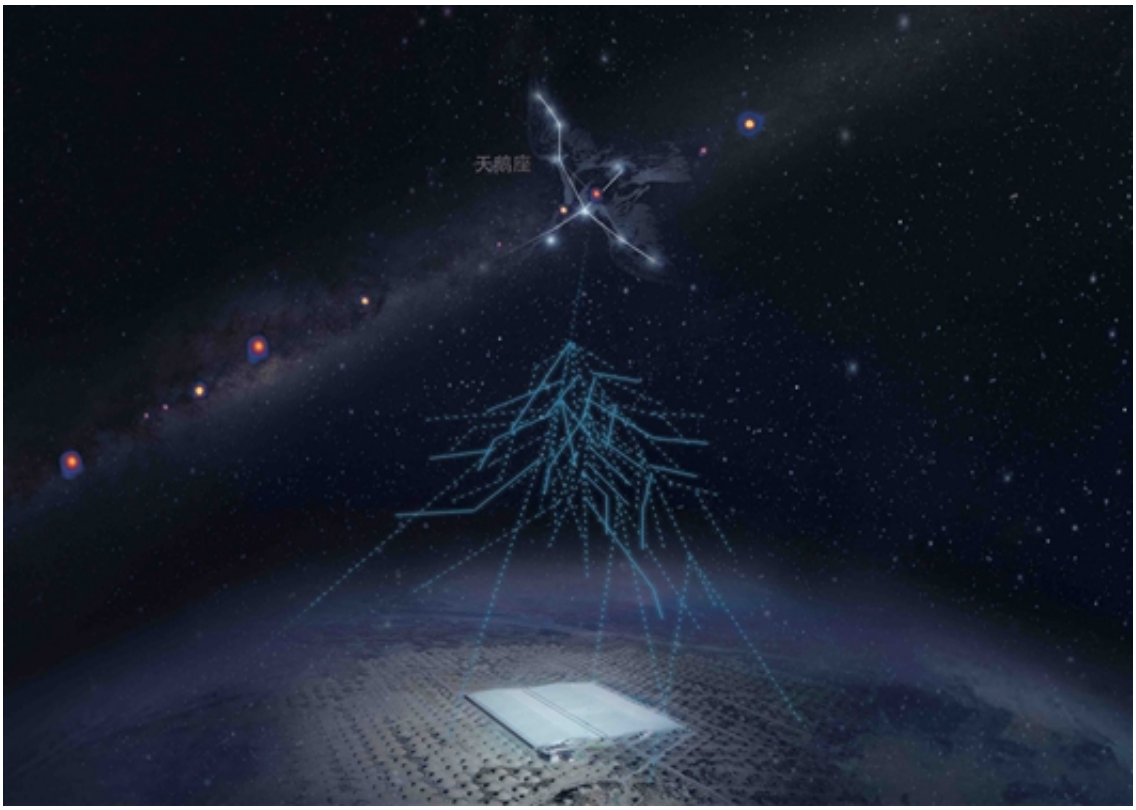
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

LHAASO重磅：银河系粒子加速能力超乎想象。2020年4月初的一天，像往常一样，中国科学院高能物理所副研究员王玲玉坐到电脑前，打开高海拔宇宙线观测站（LHAASO）采集到的数据。

很快，一个异常信号进入了她的视线。反复检查几次后，她决定把情况报告给她的同事、研究员陈松战，她调整好呼吸，以尽可能平静的语气说：LHAASO好像看到了一个超高能伽马光子。

什么！陈松战心头一震。跟王玲玉一起查看了几遍后，他们决定通过邮件把情况报告给LHAASO的首席科学家曹臻。邮件文尾写着：真假还需要进一步判断！！！！！！

三个月后，事实证明，王玲玉的直觉没有错，这的确是LHAASO看到的第一个来自银河系的超高能伽马光子，能量达到1.4PeV（千万亿电子伏），这意味着光的源头是一个超高能量的宇宙线加速器。之后，类似事例越来越多，也有越来越多证据表明，与理论物理学家的判断不同，银河系内普遍存在能够将粒子能量加速超过1
PeV的宇宙线加速器。5月17日，该成果发表于《自然》杂志。



人类首次在天鹅座区域发现能量超过千万亿电子伏特的伽马光子（中科院高能物理所供图）



LHAASO四分之三阵列（摄于2020年12月28日）（中科院高能物理所供图）

找到12个超高能宇宙线加速器

看到这些结果，我此生足矣

一般来说，0.1PeV都意味着进入了超高能物理领域。

物理学家费米计算过，以人类的加速器技术，要让质子对撞出0.1PeV能量的光，加速管道要绕地球四分之一圈（1万公里）。

要想在地球上造出这么大的加速器，几乎是不可能的。于是，实验物理学家把目光瞄准了广袤的宇宙。他们想知道，宇宙中是否存在能把粒子加速到0.1PeV的超高能加速器，如果存在，其加速机制又是什么。

LHAASO的平方公里阵列（KM2A）就是为搜寻这种超高能宇宙线加速器而设计的。



地面簇射粒子阵列KM2A（摄于2020年6月13日）（中科院高能物理所供图）

当王玲玉看到第一个超高能伽马光子信号时，LHAASO的平方公里阵列（KM2A）刚刚建好一半，设备还在调试之中。直到三个月后，他们才谨慎地排除误差的可能，确定此前看到的超高能伽马光子信号不是由统计误差或仪器故障等原因造成的。同时，他们又在LHAASO布置的望远镜上找到了同一时刻同样的光信号，印证了信号的真实性。随着第一个超高能伽马光子被确认，调试好的设备很快又发现了不少类似的超高能光子。

此次，他们通过《自然》杂志，公布了LHAASO发现的12个超高能伽马光的天体源。其中，第一个被发现的伽马光子能量高达1.4PeV，来自天鹅座区域。

这些发出超高能伽马光的天体源，被科学家们称为超高能宇宙线加速器，而超高能宇宙线加速器也是他们毕其一生梦寐以寻的。

《自然》杂志的匿名审稿人看到论文后惊呼，LHAASO的发现是真正的突破，标志着新时代的开始。

LHAASO科学顾问、ARGO-
YBJ意方发言人B.D’Ettorre所言，这一成果照亮的是广阔非热宇宙的壮丽河山。

得知LHAASO找到这么多超高能宇宙线加速器之后，国际著名天体物理学家、LHAASO合作组科学顾问F.Aharonian直言：看到这些结果，我此生足矣（I could die after seeing the results）！

把理论物理推离舒适区

再测出一两个来，我们就完蛋了

1989年，粒子天体物理学家发现了第一个能辐射出0.1TeV（万亿电子伏）光子的银河系天体，由此开启了甚高能伽马射线天文学。在这之后的20年里，他们探测到的光的能量逐渐接近0.1PeV，但一直没能突破这一极限。

由此，理论物理学家判断，0.1PeV处存在超高能量截断。换言之，他们认为，银河系里没有超高能宇宙线加速器。

可是，与理论物理学家相比，曹臻等实验物理学家更愿意相信，超高能光子不是不存在，而是人类探测能力有限。

这种光子的数量非常少，能量超过1 PeV的光子，平方公里探测器每年也只能从最亮的源收到1到2个，而且这1到2个光子还会被淹没在约几十万个宇宙线信号之中。曹臻说。

于是，他们想尽办法压低宇宙线信号，提高探测器的灵敏度。2019年，人类探测到了第一个能发出超高能光子的天体，但由于没有其他探测器看到能够与之印证的信号，这一发现对超高能截断理论的冲击力有限。

有了这样的前车之鉴，LHAASO在设计时就同时安排了阵列、望远镜，这样，可以提高LHAASO探测伽马光子的灵敏度，观测结果也可以相互印证，让原先对超高能量截断的判断彻底被推翻。



广角切伦科夫望远镜阵列（中科院高能物理所供图）

理论物理学家对超高能量截断点的判断，满足现有理论预期，所以大家很舒服。但LHAASO的结果拿出来，就不一样了，这个‘舒服’被破坏掉了。对于理论家来说，这是一个巨头痛的问题。曹臻说。

有理论物理学家曾经私下跟曹臻开玩笑说：你们再测出一个两个超高能量光子来，我们就要彻底完蛋了！

曹臻告诉《中国科学报》，大自然有极限，所以超高能量截断一定存在。那么超高能量截断究竟在哪里？我们说不清楚，超高能伽马光子还在不断进入LHAASO的视线，我们看到，光谱在PeV之后还在延伸。曹臻说。

出道即C位

宇宙永远超出你的想象

此次发布的成果，是LHAASO建成的一半阵列，在最初运行的11个月里发现的，也是LHAASO公布的首批科学成果。

LHAASO由布置在1.3平方公里面积上的高能粒子探测器阵列组成。主体工程于2017年11月开始建设，到2020年1月，阵列建设完成了一半并逐步投入运行。

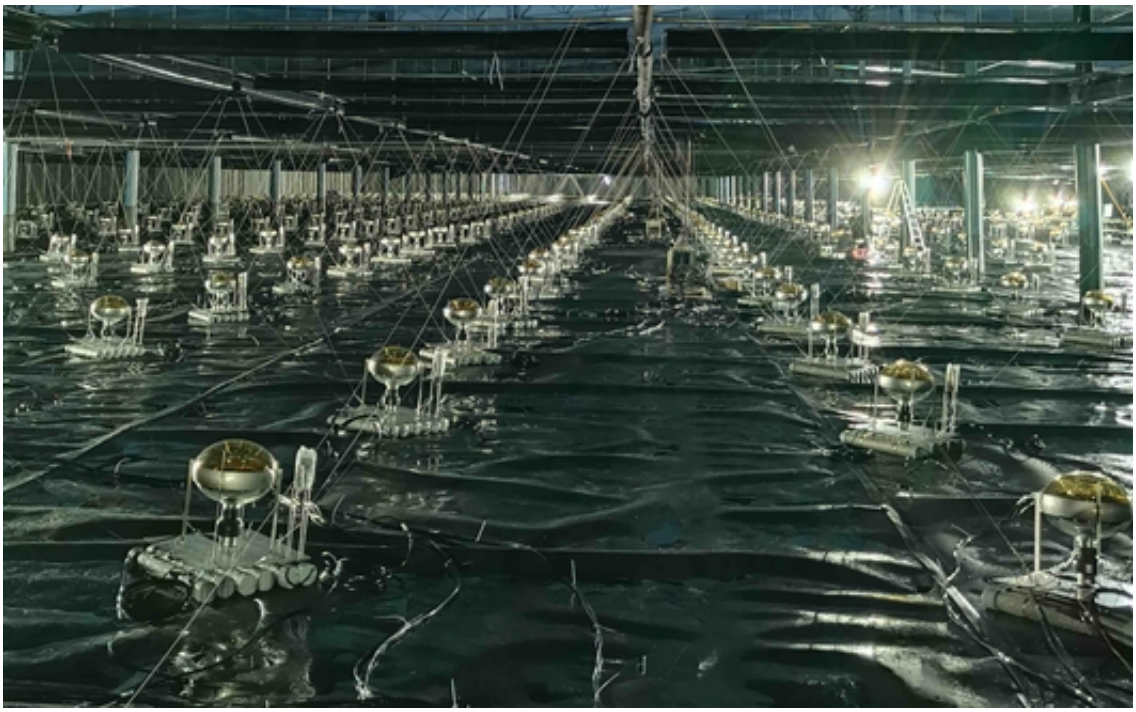
不到一年的观测已经展现出LHAASO强大的科学发现威力。每提及此，曹臻都难掩兴奋。

由于不少科学家坚信0.1PeV处存在超高能截断，最初曹臻等人提出LHAASO方案时，受到强烈质疑：你们花这么多钱建这个东西，没准将来就是啥也看不见。

不过，曹臻等人也有他们所坚信的：宇宙永远超出你的想象，只要探测灵敏度达到了，就一定会看到新现象！

在质疑声中，他们把LHAASO的主要能区瞄准在超高能。现在看来，这是非常成功的。这也是我们幸运的地方，老天爷确实有这么高能量的加速器。我们赢了！曹臻说，LHAASO成为了超高能物理领域灵敏度最高的探测器。

关于今后LHAASO的研究计划，曹臻介绍，2021年，LHAASO将完成全部工程建设。为了探索到更多超高能宇宙线加速器，并对它们的能谱开展全覆盖的测量，LHAASO建设了水切伦科夫探测器阵列（WCDA），使得LHAASO能够对超高能宇宙线加速器开展横跨十个能量量级的多波段研究，以探寻其发光机制以及背后的粒子加速机制。



WCDA水池内安装到位的部分探测器阵列（摄于2020年7月16日）（中科院高能物理所供图）

此外，由于目前还不能确定超高能伽马光子的产生机制，LHAASO团队正在努力开展多信使研究，通过探测光子出现时是否伴随着相应的超高能中微子，来判断超高能光子是否是由质子碰撞产生的。

银河里，宇宙线永不枯竭，科学家的探索永无止境。正如曹臻在LHAASO年鉴的前言中所写：这一切，才是LHAASO传奇的开始，是曙光，一缕划破高能伽马天空的曙光。（来源：中国科学报 倪思洁）

相关论文信息：http://doi.org/10.1038/s41586-021-03498-z

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：《自然》

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转发