

西藏羊八井实验立功 高能宇宙线起源证据找到

◎本报记者 陆成宽

破解高能宇宙线起源之谜，科学家取得里程碑式突破！

4月2日，记者从中国科学院高能物理研究所召开的新闻发布会获悉，利用我国西藏羊八井的AS γ 实验阵列，中日两国研究人员观测到迄今为止最高能量的弥散伽马射线辐射，最高能量达957万亿电子伏特，接近1拍电子伏特（1000万亿电子伏特）。这些超高能伽马射线的方向并没有指向已知的低能段伽马射线源，而是弥漫分布在银盘上。

这是国际上首次发现拍电子伏特宇宙线加速器（“PeVatron”）在银河系中存在的证据。研究成果被美国物理学会评论为研究高能宇宙线起源“世纪之谜”的里程碑。

高能宇宙线从哪里来？这是一个世纪之谜，被美国国家研究委员会列为21世纪11个最前沿的科学问题之一。

所谓宇宙线，是指来自宇宙空间的高能粒子流，主要由质子和其他原子核组成。通常低于几个拍电子伏特能量的宇宙线被认为主要产生于银河系内，而能将宇宙线加速到拍电子伏特能级的天体，被称为拍电子伏特宇宙线加速器。

根据理论模型，超新星遗迹、恒星形成区和银河系中心的超大质量黑洞等都可能成为候选的拍电子伏特宇宙线加速器。

然而，迄今为止并没有任何一个拍电子伏特宇宙线加速器得到观测证实。

“主要是因为宇宙射线带电荷，它们在传播的过程中会受到银河系磁场的影响而发生偏转，到达地球时的方向已经不再指向源头了，无法通过宇宙线的方向来寻找这种天体源。”中科院高能所研究员黄晶说。

幸运的是，宇宙射线在其源头被加速后，可能与附近的分子云发生碰撞，产生中性 π 介子，随后 π 介子衰变产生能量约为母体宇宙射线能量十分之一的伽马射线。由于伽马射线不带电荷，沿直线传播，因此观测到的伽马射线到达方向就是该天体源方向，借此可以寻找拍电子伏特宇宙线加速器。

判断一个天体源是否为拍电子伏特宇宙线加速器，主要有三大依据。“该天体源发出的伽马射线能量是否超过100万亿电子伏特；伽马射线发射区与分子云的位置是否一致；能够排除超高能伽马射线产生于脉冲星及其风云高能电子的可能性。”黄晶说。

这次AS γ 实验在银盘上发现超高能弥散伽马射线，其能谱特征与拍电子伏特能级宇宙线和银河系分子云碰撞产生伽马射线的模型预言相符，就像是拍电子伏特宇



第01版：今日要闻

下一版

- ▶ 习近平致电祝贺阮春福当选越南国家主席
- ▶ 加强社会主义法治文化建设
- ▶ 西藏羊八井实验立功 高能宇宙线起源证据找到
- ▶ 百年征程 追忆峥嵘
- ▶ 学习历史是为了更好走向未来
- ▶ 新冠病毒基因组演化分析和谱系划分有重要进展
- ▶ 花山镇人的幸福生活
- ▶ 街景梦工厂为城市造梦



第01版：今日要闻

下一版

- ▶ 习近平致电祝贺阮春福当选越南国家主席
- ▶ 加强社会主义法治文化建设
- ▶ 西藏羊八井实验立功 高能宇宙线起源证据找到
- ▶ 百年征程 追忆峥嵘
- ▶ 学习历史是为了更好走向未来
- ▶ 新冠病毒基因组演化分析和谱系划分有重要进展
- ▶ 花山镇人的幸福生活
- ▶ 街景梦工厂为城市造梦

西藏羊八井实验立功 高能宇宙线起源证据找到

而发生偏转，到达地球时的方向已经不再指向源头了，无法通过宇宙线的方向来寻找这种天体源。”中科院高能所研究员黄晶说。

幸运的是，宇宙射线在其源头被加速后，可能与附近的分子云发生碰撞，产生中性π介子，随后π介子衰变产生能量约为母体宇宙射线能量十分之一的伽马射线。由于伽马射线不带电荷，沿直线传播，因此观测到的伽马射线到达方向就是该天体源方向，借此可以寻找拍电子伏特宇宙线加速器。

判断一个天体源是否为拍电子伏特宇宙线加速器，主要有三大依据。“该天体源发出的伽马射线能量是否超过100万亿电子伏特；伽马射线发射区与分子云的位置是否一致；能够排除超高能伽马射线产生于脉冲星及其风云高能电子的可能性。”黄晶说。

这次ASγ实验在银盘上发现超高能弥散伽马射线，其能谱特征与拍电子伏特能级宇宙线和银河系分子云碰撞产生伽马射线的模型预言相符，就像是拍电子伏特宇宙线加速器在银河系内留下的一串串“足迹”，是拍电子伏特宇宙线加速器存在于银河系的重要证据。

3月2日，ASγ实验发布了另一个相关的重要研究成果：首次发现超新星遗迹SNR G106.3+2.7方向存在超过100万亿电子伏特的伽马射线。这些伽马射线的能量及空间分布特征表明，SNR G106.3+2.7是目前为止在银河系中发现的最有可能的拍电子伏特宇宙线加速器候选天体。

黄晶表示，综合起来，ASγ实验的这两项重要结果，分别从拍电子伏特宇宙线加速器的候选天体和超高能弥散伽马射线在银河系内的空间分布结果表明，拍电子伏特宇宙线加速器在银河系内存在。这一发现，朝着解开高能宇宙线起源的世纪之谜迈出了重要一步。

2014年，ASγ实验团队在现有65000平方米宇宙线表面阵列下面，增设了有效面积3400平方米的创新型地下缪子水切伦科夫探测阵列，用于探测宇宙线与地球大气作用产生的缪子。在本项工作中，ASγ实验组综合利用地面和地下探测器阵列的数据，将100万亿电子伏特以上的宇宙线背景噪声压低到百万分之一，从而极大地提高了伽马射线探测的灵敏度。这是ASγ实验近年来取得系列重大发现的关键技术基础。

据介绍，西藏中日合作ASγ实验位于海拔4300米的西藏羊八井，始建于1989年，由中国科学院高能物理研究所、国家天文台等国内12个合作单位以及日本东京大学宇宙线研究所等16个日方合作单位参与。