# 基于LACT大气切伦科夫望远镜成像的伽马/强子

# 粒子鉴别项目简介

**一、导师及课题组介绍**

1. **导师介绍链接：**

https://people.ucas.ac.cn/~liujl

1. **课题组介绍**

位于四川稻城的国家大科学装置（ LHAASO实验）于2024年发表了第一期伽马源星表，得益于其强大的巡天能力，共搜索到90个源，更难得的是其中包括多达43个超高伽马射线源，开启了超高能伽马天文观测的新时代。为证认这些源中超高能伽马光子的起源，需要对源的结构和形态进行细致研究，然而LHAASO实验的角分辨约为0.25o，在这样的角分辨区域内通常包含2~3个源，因此无法对这些源进行明确区分和深入探索。在这样的背景下，作为LHAASO的强有力补充和升级，大型成像切伦科夫望远镜实验（LACT）有望解决这一难题。如图1所示，LACT实验包含32台口径6.4米的成像切伦科夫望远镜，超高能区的角分辨好于0.05o ，具备对伽马源的高精度测量能力。LACT与LHAASO联合，将实现超高能伽马源的高灵敏巡天与定点深度测量的强强联合观测，保持中国在超高能伽马天文领域的国际领先地位。

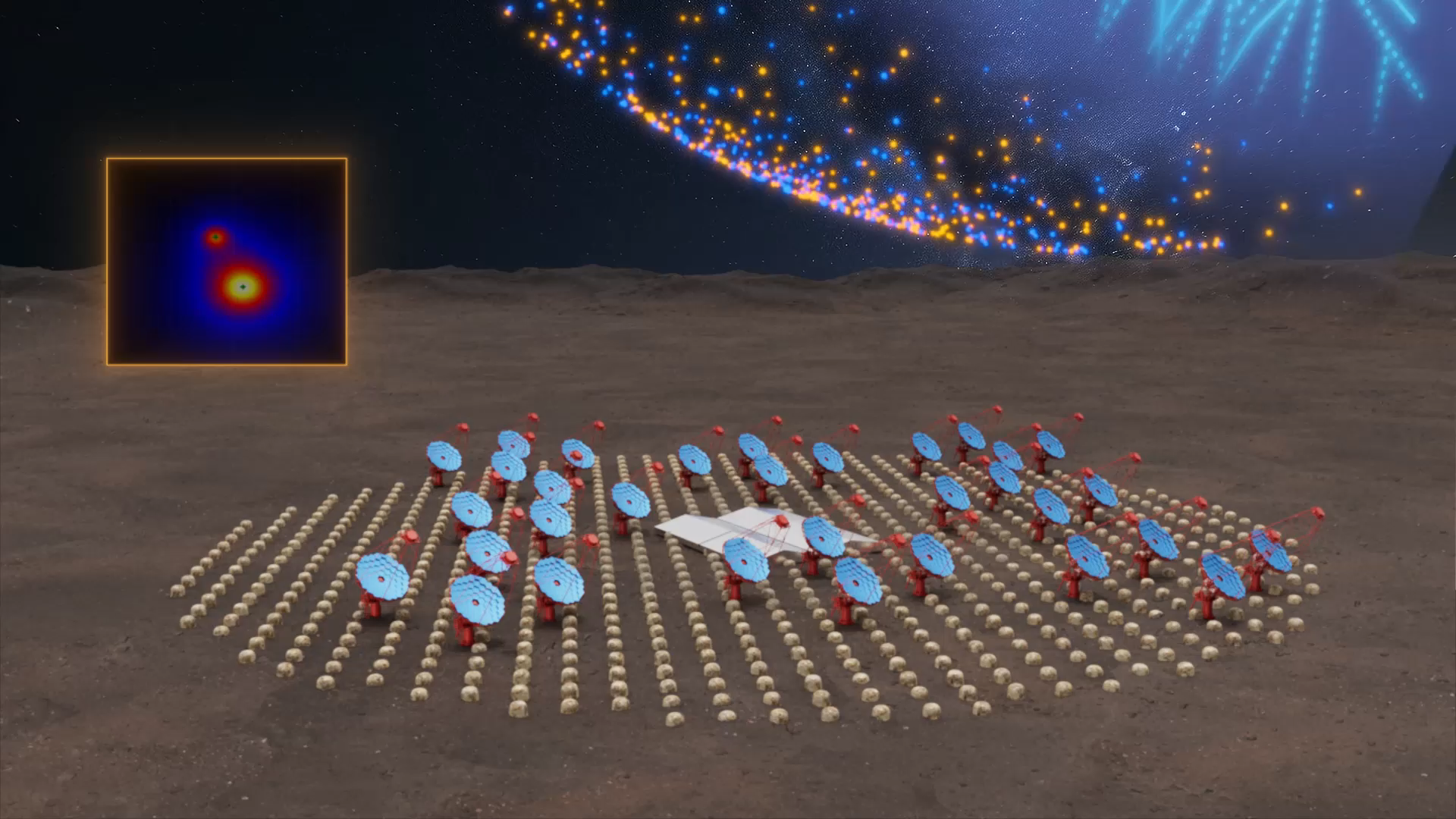
 

图1. 左：LACT在LHAASO站点的望远镜布局图；右：LHAASO观测站的LACT望远镜样机。

LACT实验由高能物理研究所主导，中国科学技术大学、南京大学、四川大学、西南交通大学、云南大学、云南天文台等多家单位参与项目建设和技术攻关，课题组现有60多名研究人员，包括LHAASO首席科学家曹臻院士等多位资深科学家、青年研究人员、博士后和研究生等。

**二、科创计划项目简介**

**1、项目简介**

由于宇宙线粒子流强比伽马射线流强高4~5 个量级，LACT望远镜所测量到的事例绝大部分为宇宙线粒子，所以如何去除数量巨大的宇宙线本底，提高信噪比就成为至关重要的核心问题。强子穿过大气层会形成强子簇射，在簇射发展过程中，有些次级粒子携带有较大的横动量，会形成次芯结构，使得强子在望远镜焦平面上所成的像比伽马光子的更宽、更不规则、信号涨落也更大，因而可以利用望远镜所记录到的像的不同来去除大量的宇宙线本底。

在50TeV以下的低能区，可以采用目前地面望远镜实验常用的描述切伦科夫像的Hillas参数对事例进行筛选。经过我们的初步分析，发现利用Hillas参数筛选能够保留大部分伽马事例，同时排除99%以上的强子背景，约有2~2.5个量级的强子背景压低，如何进一步剔除剩下的约1~2个量级的强子背景，是我们亟需解决的关键课题。在 50TeV 以上的高能区，由于伽马射线能量极高，它穿过大气形成的电磁簇射中产生的切伦科夫光子数量巨大，此外随着粒子能量的增加，所成的像变得越来越大，有的超出了望远镜的视场，存在像记录不完整的情况，导致此时的伽马与强子在望远镜焦平面所形成的像的差别已远不如低能区那么明显，相同的Hillas参数筛选在排除质子的同时将大部分伽马光子也排除了，而这会极大的影响伽马射线探测有效面积和灵敏度。幸运的是我们的望远镜位于LHAASO阵列内，相同的高能光子或强子的入射事例被LACT望远镜测量的同时也会被LHAASO-KM2A阵列观测到，而在50TeV这个能区，LHAASO-KM2A阵列利用探测到的缪子对粒子鉴别的能力要远好于Hillas参数筛选。

综上所述，在LACT实验伽马/强子的鉴别中，我们应充分挖掘LACT望远镜设置和布局的先进性，以及与LHAASO联合观测的强大优势，凝练LACT测量到的Hillas参数以及KM2A测量到的缪子、电磁粒子等参量，利用神经网络、多变量分析等软件工具，优化组合这些变量，极大地提高LACT的伽马/强子鉴别能力。此外，得益于LACT的望远镜优化布局，测量到的每个伽马/强子事例都能触发多台望远镜，特别是几十TeV以上的能区，每个事例能触发数十台望远镜，因此同一个事例所成的像都会有很多歌，在成像分析中，我们应启用图像识别技术，将测量不好的像，包括信号极弱的、信号涨落较大的或测量不完整等等这一类的像去掉，只挑选成像质量好的像进入后续的伽马/强子鉴别，这一技术不仅有利于我们的伽马/强子鉴别，还能运用到实力重建中，极大地提高事例重建的精度。

1. **使用的实验方法、仪器设备、数据软件等**

（1）课题组已齐备的数据软件：LACT实验模拟、数据重建、事例显示等软件

（2）需使用的软件：神经网络、多变量分析和图像识别等软件

（3）数据分析需使用Linux系统，熟悉C++或Pythan等编程语言

1. **对学生专业知识背景等方面的要求**

欢迎对天文学感兴趣，喜欢钻研和探索的物理专业、有大学物理、高等数学等基础的计算机专业、编程能力强的数学专业等理工科学生申请该课题。

1. **项目预期目标、成果和收获**

（1）完成宇宙线和地面伽马天文的科研入门，为后续科学研究打下坚实基础，与LACT课题组的科学家们一起感受宇宙线研究领域的美好和奇妙

（2）基于多变量分析，给出LACT实验的伽马/强子鉴别方法和结果

（3）系统整理研究成果，撰写论文发表

**三、其他说明**

无