

太阳爆发活动下的宇宙线日/月影调制研究项目介绍

一、 导师与团队基本信息	
导师姓名	李哲
所在院所名称	中国科学院高能物理研究所
职称/职务	副研究员
导师或课题组介绍网址:	https://people.ucas.ac.cn/~0055206
电子邮箱和联系电话	lizhe@ihep.ac.cn , 15600625127
一级学科	物理学, 计算机科学与技术
二级学科	粒子物理与原子核物理, 计算机技术
主要研究方向	太阳高能辐射、伽马天文、宇宙线物理
日常协助指导人	导师本人及课题组内博士后
二、 项目基本情况	
项目名称	太阳爆发活动下的宇宙线日/月影调制研究
项目科学意义	<p>银河宇宙线（GCR）是来自银河系的高能带电粒子流，主要由质子、氦核等重离子组成。当 GCR 在行星际空间传播并抵达地球时，由于太阳和月球的物理遮挡，会在近地观测中形成“日影”与“月影”。受太阳爆发活动（如日冕物质抛射 CME、高速冕洞流 CHH）的影响，日冕及行星际磁场的强度与空间结构会发生剧烈扰动，进而对高能带电粒子的传播路径产生显著调制，导致 LHAASO 实验观测到的日月影形态、偏移及深度发生变化。目前，LHAASO 实验凭借其卓越的灵敏度，成为全球唯一能实现天量级日月影动态观测的地面阵列。本项目旨在针对 2021 - 2024 年间指向地球的若干 CME 事件，系统分析爆发期及后续演化阶段的观测数据，探索太阳爆发活动对宇宙线日月影的影响特征。</p>
使用的实验方法、仪器设备、数据软件	<p>实验方法：利用 LHAASO 的 KM2A 子阵列观测宇宙线受太阳和月亮遮挡形成的阴影，分析其阴影的基本参数，包括偏移、扩展和缺失，通过统计在太阳爆发事件及之后的时间段内，与非爆发期内的观测结果对比，探索阴影的变化特征。</p> <p>仪器设备：高海拔宇宙线观测站</p> <p>数据软件：c/c++，python，root</p>

本科生研究任务	<p>通过查阅文献了解太阳的 CME 事件，搜集 2021-2024 年期间若干典型的 CME 事件，如 haloCME、ICME，利用课题组提供的分析程序，进行 LHAASO- KM2A 观测宇宙线数据分析，对这些时间段内的宇宙线日月影进行多参数特征提取，总结日月影随日冕、行星际磁场扰动的演化形式，探索其物理机制关联。</p>
大致时间安排	<p>5 月：文献调研，了解 LHAASO 实验，尤其是 KM2A 探测宇宙线的基本原理和优势，了解太阳爆发事件（主要是 CME）及其特点，对 CME 影响日球磁场进而影响宇宙线传播有初步认知，明确此次科创项目研究目标；</p> <p>6 月：学习 LHAASO-KM2A 实验的数据分析，掌握基本的日/月影分析方法，能够实现绘制显著性天图、天图拟合，绘制参数分布，包括能量依赖的参数分布；</p> <p>7 月：通过统计在太阳爆发事件及之后的时间段内，与非爆发期内的观测结果对比，探索阴影的潜在变化特征，重点开展以下研究：（1）多参数特征提取： 统计分析日影中心的角位置偏移、阴影赤道向/极向的畸变程度，以及阴影相对缺失度的亏损变化；（2）物理机制关联： 结合卫星观测的磁场强度（B）、太阳风速度（V）及行星际磁场（IMF）扇区结构，探索日影畸变与磁场扰动幅度的定量关系；（3）物理解释： 归纳CME对不同能量级宇宙线传播路径的偏转效应，评估近日空间局部磁场扰动对宇宙线阴影的调制，形成初步的物理解释理论。</p> <p>8月：进行总结报告。</p>
预期目标和成果形式	<p>预期目标：本项目旨在利用 LHAASO-KM2A 阵列的高统计量观测数据，捕捉 2021-2024 年太阳爆发活动（如 CME）期间宇宙线日/月影的动态变化。通过定量分析阴影的偏移、扩展及缺失度演化，探索高能带电粒子在扰动行星际磁场中的传播特性，并利用 LHAASO 的宽能谱优势揭示这些物理特征随粒子能量的变化规律。</p> <p>成果形式：项目最终将提交一份详细的研究报告或学术论文</p>
实践地点	<p>北京玉泉路园区</p>
三、 对学生的要求与保障措施	
拟接收人数	<p>1-2人</p>
专业知识要求	<p>有基本的物理学基础、编程能力即可</p>
工作时间要求	<p>暑期需全日制2-3周</p>
课题组支持条件	<p>开展本课题所需的软件、计算资源</p>