

对宇宙线月亮阴影的模拟

Wednesday, 5 July 2017 15:40 (20 minutes)

月亮阴影是由于原初宇宙线在传播到地球过程中受到地球磁场的调制而形成的一种现象。检验探测器的指向对月亮阴影的研究不仅可以检验探测器的指向精度，估计探测器的角分辨，还可以讨论探测器在能量标定方面的能力。本工作利用蒙特卡洛模拟的方法仔细研究了原初宇宙线在地月空间的传播，对形成月亮阴影的不同因素进行了模拟和讨论。

月亮阴影是由于原初宇宙线在传播到地球过程中受到地球磁场的调制而形成的一种现象。检验探测器的指向对月亮阴影的研究不仅可以检验探测器的指向精度，估计探测器的角分辨，还可以讨论探测器在能量标定方面的能力。本工作利用蒙特卡洛模拟的方法仔细研究了原初宇宙线在地月空间的传播，对形成月亮阴影的不同因素进行了模拟和讨论。

1957年，Clark提出太阳和月亮可以遮挡高能宇宙线，从而形成阴影，而磁场会使这个“阴影”偏离它的视位置。可以把被月亮遮挡的宇宙线部分作为模拟的“负源”。假设将“负源”从月亮正推到地面探测器，击中效率太低，不利于模拟月影。故假设宇宙线已击中探测器，反追踪到月亮，这样大大提高击中效率。若击中月亮，则可作为月影事例。反追踪时，宇宙线粒子电荷和原方向的电荷相反。模拟月亮阴影分为如下几步：1、时间的抽取：模拟一段时间月影，首先在该时间范围内随机抽取一个时间作为模拟反推宇宙线的时间。2、计算月亮位置：因为月球的自转和公转，故在不同的时间下，月亮中心在地平坐标系中的位置是不同的。利用上述随机抽取的时间计算月亮的位置。3、粒子类型的抽取：质子、氦核、铁核。4、能量的抽取：低能宇宙线。(GeV量级)在一定的能量区间 $10 < n_{fit} < 50$ (角分辨为1.35) 随机抽取。5、宇宙线方向的抽取：为了让模拟宇宙线更有效击中月亮，故宇宙线初始方向在月亮方向附近区域抽取。天顶角在月亮中心正负10度范围内抽取，方位角在月亮中心正负20度范围内抽取。6、地磁场和高能粒子的偏转：(1)距地心2个地球半径以内的磁场：利用IGRF模拟计算磁场；(2)距地心2个地球半径以上的磁场：利用磁偶极子模型近似；7、从羊八井位置反推粒子是否到达月球。直到位矢的模等于地月之间的距离，模拟结束。看粒子是否击中月亮，粒子与月亮中心角距离小于月亮角半径，则击中月亮。若击中，则记录其信息，并作为模拟月影的负源。

宇宙线在地月之间的轨迹是一个弯曲的，这是由于带电粒子在磁场中发生偏转的原因。故模拟的月影中心也会发生偏移，而且偏移量和能量成反比。对模拟的月影进行平滑化并利用点扩展函数加上角分辨，可以真实地模拟出探测器观察到的月影。并且取月影中心两倍角分辨宽分别投影到ra和dec方向，之后进行高斯拟合，并将峰值重新确定为月影中心。月影中心在ra和dec方向都是朝负偏移。为了检验模拟的正确性，一、分别独立调用igrf、dipole、igrf12磁场模型，对一个粒子从地球到月球通过60步进行追踪，记录每一步的坐标和磁场。对比igrf、dipole、igrf12模型每一步的磁场，三种模型磁场随着远离地心呈下降趋势。igrf和igrf12模型总磁场在前5步几乎没有差别，dipole模型总磁场在前5步比上述两种模型总磁场的小，之后三种模型磁场接近，并趋向于0。记录三种模型磁场引起的偏转角积分，三种模型前5步都成缓慢上升趋势，之后成平直趋势，并且igrf和igrf12模型的偏转角积分比dipole模型的大。二、分别在不同的条件下进行月影的模拟：1、磁场模型改变；2、步长改变；3、大气高度改变。结果月影中心的在ra和dec方向也都是朝负偏移。

Primary author: 王岩瑾 (中国科学院高能物理研究所)

Co-authors: Dr ZHA, Min (IHEP); YU CHUNXU (NanKai Univ); ZHIGUO YAO (高能所)

Presenter: 王岩瑾 (中国科学院高能物理研究所)

Session Classification: 物理软件与数据处理 II

Track Classification: 数据处理软件与分析方法 II