

LHAASO-WCDA 时间标定方法研究

Thursday, 6 July 2017 16:20 (20 minutes)

高海拔宇宙射线观测站实验 (LHAASO) 位于四川稻城, 核心科学目标是探索高能宇宙射线起源以及相关的宇宙演化、高能天体演化和暗物质的研究。水切伦科夫探测器实验 (WCDA) 作为 LHAASO 实验的重要组成部分之一, 主要物理目标是对 100GeV—30TeV 能量段的伽马源的寻找、能谱的测量及扩展源的研究。WCDA 实验总共有 3120 个光电倍增管 (PMT) 分别安装在 3 个水池的底部, 每个探测单元由 36 个 PMT 构成。利用 PMT 通道测量宇宙线次级粒子的到达时间可以重建出原初宇宙线的方向。由于探测器的响应不同、后级电子学差异和电缆长度不一致等因素使不同 PMT 通道之间记录的时间信息存在系统的差异, 如果 PMT 通道之间的时间差异不消除就会直接影响到方向的重建, 使角分辨变差甚至使重建的方向存在系统的指向误差。所以在重建之前, 一定要找出不同 PMT 通道之间的时间差异, 然后进行系统的修正使其一致。这种消除不同 PMT 通道之间差异的过程就称为时间标定。

为了能够准确重建出原初宇宙线的方向, WCDA 实验要求探测器单元之间的时间偏移量的精度要小于 0.2ns。除了通过硬件方法的时间刻度系统外, 也可以通过每个 PMT 通道记录到的大气簇射次级粒子的到达时间信息来标定各个探测器通道之间的时间偏差。在重建原初宇宙线方向时并不需要次级粒子击中探测器的绝对时间, 而是 PMT 通道之间精确的相对时间。为此我们发展了一种离线的时间定标的方法, 利用广延大气簇射 (EAS) 的前锋面本身来标定探测器时间测量的不一致性。文中将介绍具体的刻度方法。

通过借助 WCDA 的触发模式和硬件集群智能标定系统的思想, 我们应用模拟方法, 研究了重叠的 144 个探测器单元内的簇射事例。首先利用特征面法, 根据每个探测器接收到宇宙线次级粒子的最早到达时间、电荷、探测器的位置等信息重建出簇射事例的前锋面。如果一个通道存在系统的偏差, 可以通过拟合前锋面次级粒子的到达时间和 PMT 通道的读出时间之差, 从而得出该通道的时间偏差。此次得出的一组时间偏差可以作为刻度参数, 从而修正 PMT 通道的读出时间。然后再进行重建, 反复迭代。通过迭代的方法, 可以得出更精确的刻度参数, 从而改进重建的结果。当两次迭代之间的时间残差接近 0 ns 时停止迭代。最后文章中给出了结果, 从结果分析, 软件方面时间刻度精度可达 0.2ns 的要求。该方法可以应用于硬件标定系统的交叉标定检查, 确保 WCDA 在运行时性能稳定和可靠。

Primary author: Ms 刘, 金艳 (南开大学)

Co-authors: BO GAO (高能所); HUANG DEZHI; Dr WU, Hanrong (IHEP); Mr LI HUICAI, Huicai (高能所); Mr WENYING, Liao (NanKai); Dr ZHA, Min (IHEP); WANG XIAOJIE (高能所); Ms LI, Xiurong (lixiorong); YU CHUNXU (NanKai Univ); Prof. YAO, Zhiguo (高能所); Mr LIU, cheng (ihep); Dr 陈, 明君 (高能所); 王岩瑾

Presenter: Ms 刘, 金艳 (南开大学)

Session Classification: 物理软件与数据处理 IV

Track Classification: 数据处理软件与分析方法 II