

1. 背景介绍

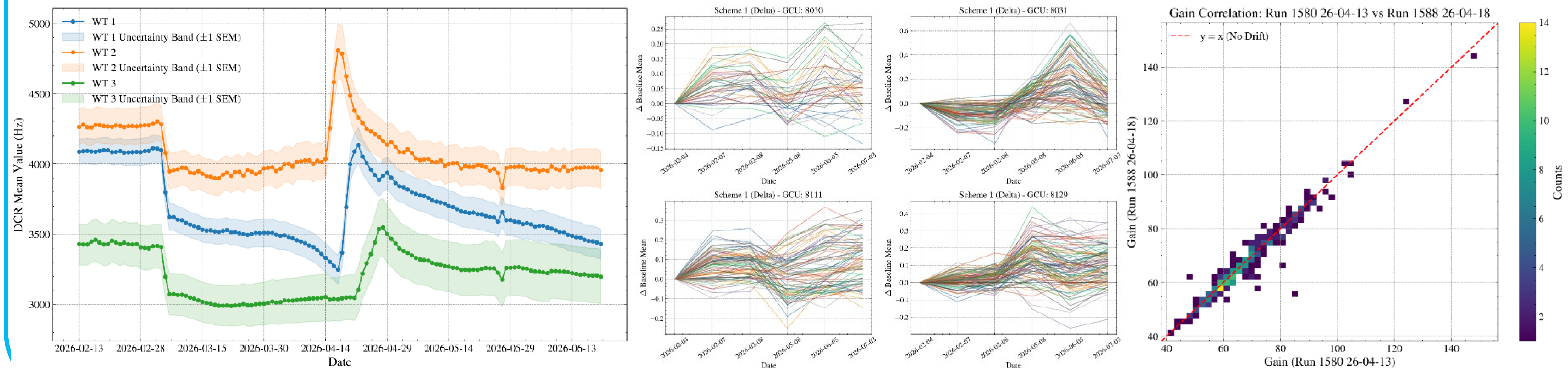
TAO (Taishan Antineutrino Observatory) 是江门中微子实验 (JUNO) 的卫星项目, 能精确测量反应堆中微子能谱。TAO探测器距离反应堆44米, 位于地平面以下9.6米, 宇宙线流强较高。中心探测器 (CD) 外围反符合探测器 (VETO) 负责屏蔽天然放射性并标记宇宙线缪子。作为确保中微子探测精度的关键屏障, VETO的性能与效率直接决定了中微子事例挑选的纯度。



2. PMT稳定性

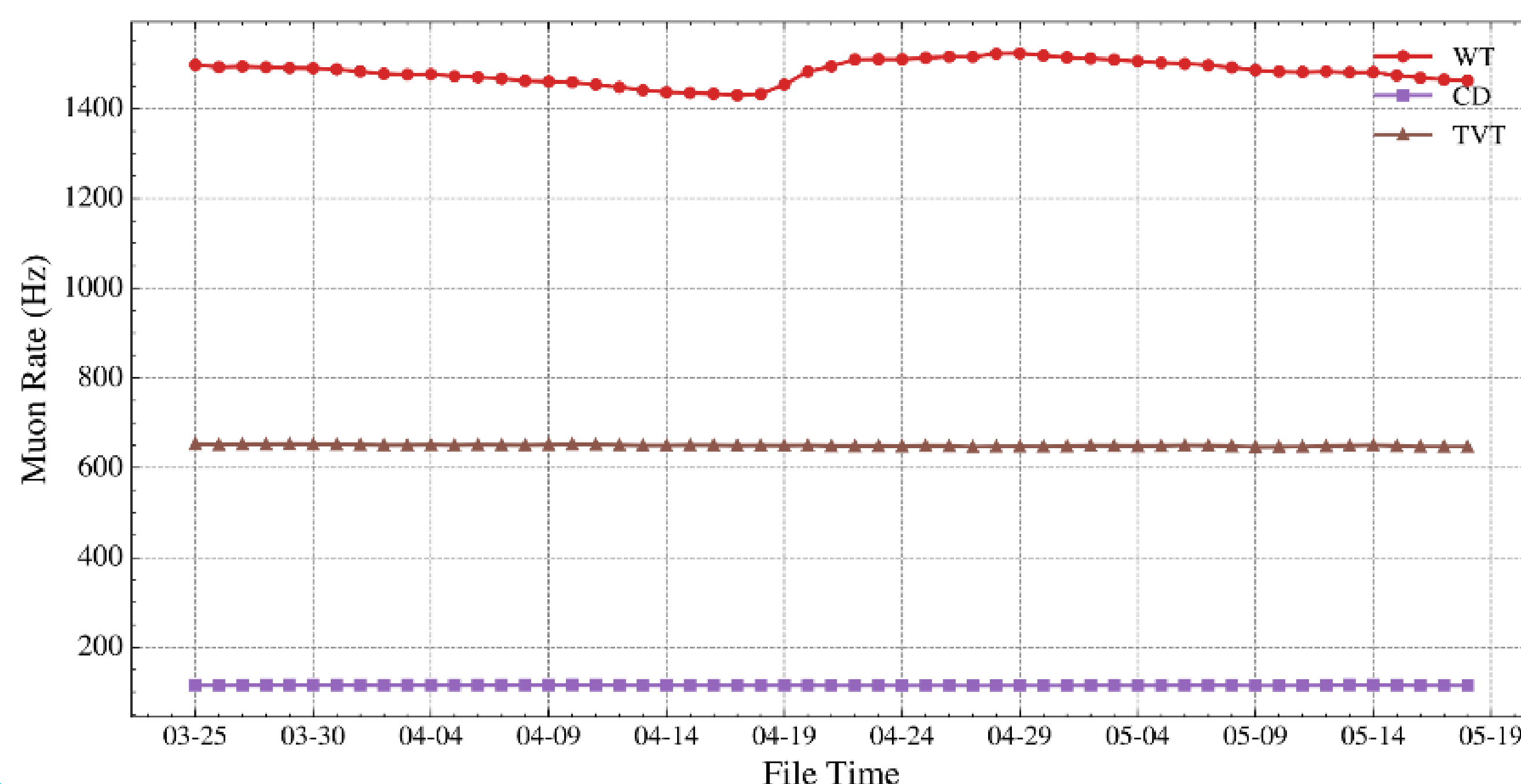
DCR (Dark Count Rate) 作为PMT的核心性能指标, 直接决定了探测器的物理本底水平与信噪比。正式物理取数以来, 我们对PMT的DCR进行了长周期监测。结果表明, DCR随时间的变化趋势平稳, 波动幅度均在设计预期的合理区间内, 验证了测试系统及周边物理环境具有优异的长期稳定性。

基线与增益直接决定了信号重建的精度与能量分辨率。长期监测表明, 当前系统基线运行平稳, 基线波动在1%以内; 增益无明显衰减趋势, 从不同日期增益的二维分布来看, 有很强的线性相关性, 稳定性良好, 两者的波动均在预期范围内。



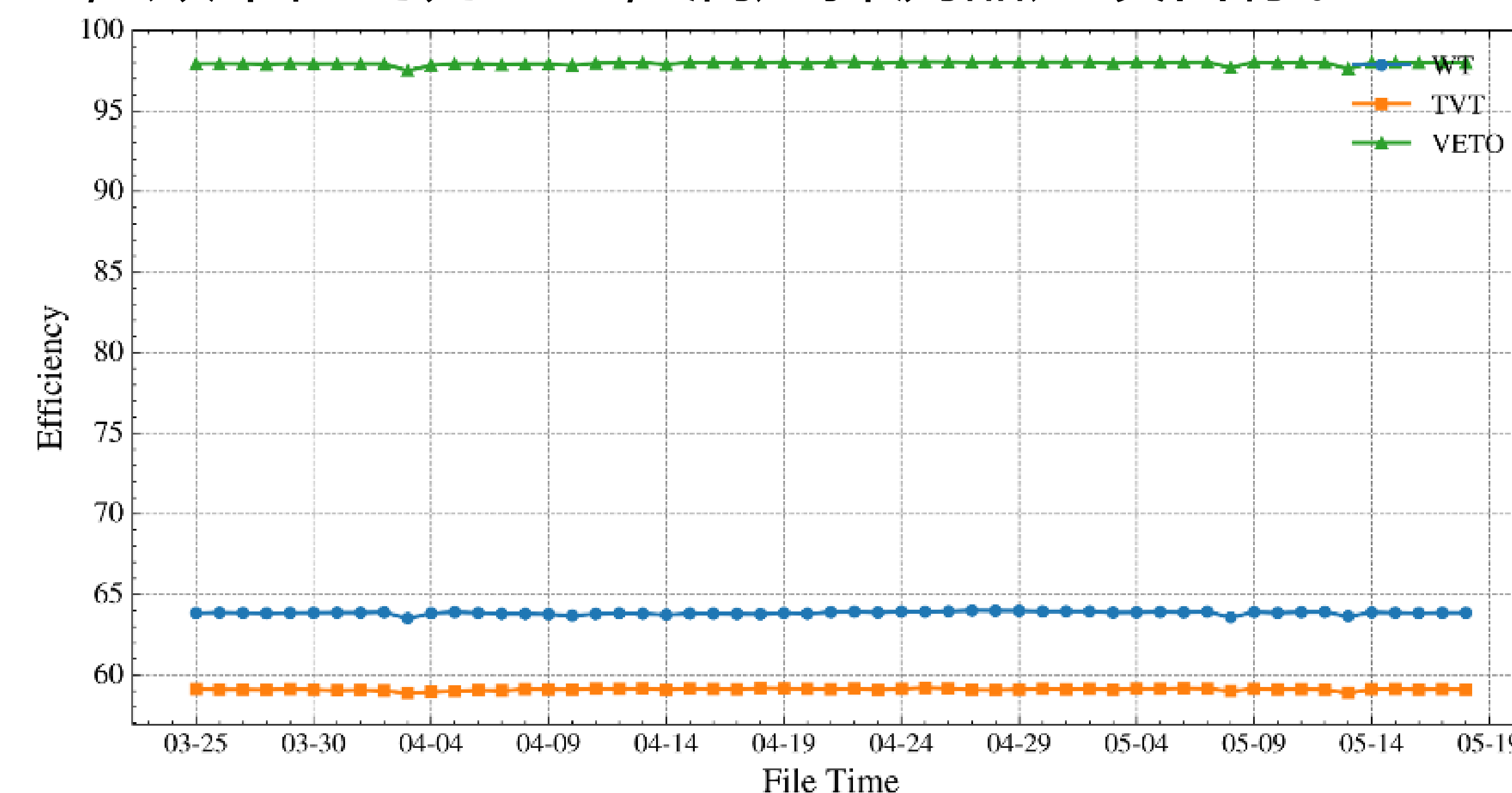
3. Muon rate 监测

Muon Rate 是宇宙线缪子本底的核心监测指标, 表征探测器对宇宙线的检测能力, 影响数据分析的本底扣除精度。我们对WT、TVT和CD三个探测器的 Muon Rate进行了长期监测。结果表明, 各探测器计数率随时间变化趋势整体平稳。



4. VETO efficiency 监测

以CD Muon为基准, 寻找WT和TVT探测到的Muon数量, 这两者的比值定义为VETO efficiency。VETO efficiency是宇宙线本底抑制的核心性能指标, 直接决定了探测器的本底排除能力与物理数据的纯净度。长期监测结果表明, VETO效率保持平稳状态, 效率值约为98%, 满足探测器建设目标。



5. 总结

- 硬件性能与系统稳定性: PMT暗噪声 (DCR)、基线 (波动 <1%) 及增益等关键指标长期保持平稳, 无明显衰减。
- 宇宙线本底监测 (Muon Rate): 三个子探测器 (WT, TVT, CD) 的 Muon rate 走势整体平稳, 为后续物理数据分析提供了高精度、可靠的本底扣除基准。
- VETO efficiency保持稳定: VETO efficiency长期稳定在98%附近, 有效保障了中微子事例挑选的纯净度。
- 第12届中国物理学会高能物理分会。
- 2026年7月17日, 中国广州。