



模拟重建工作组 月总结汇报

组长：何佳银 顾问：赵静
组员：李星宇 叶轩昂 沈君宇
向海波 杨 桓 张 磊

2026年7月29日

CONTENTS

目录

01 铅板的影响

02 能量重建进展

03 伽马源的预期观测能谱

04 其他方面

05 工作计划



铅板的影响

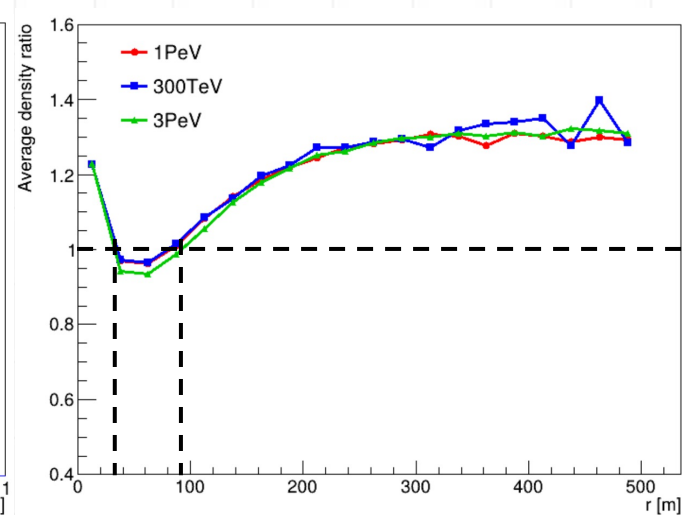
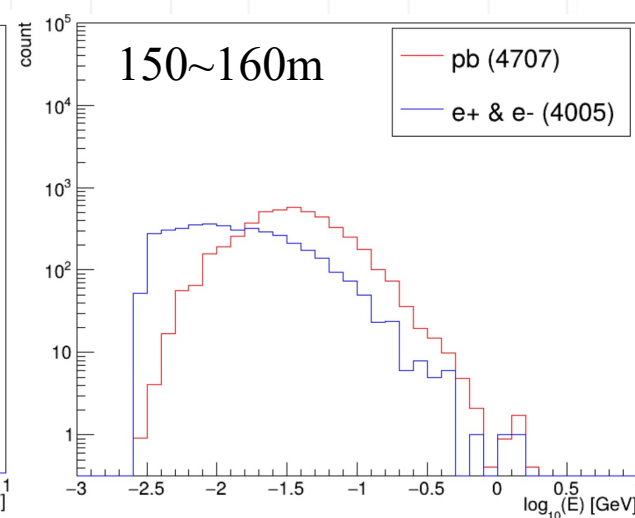
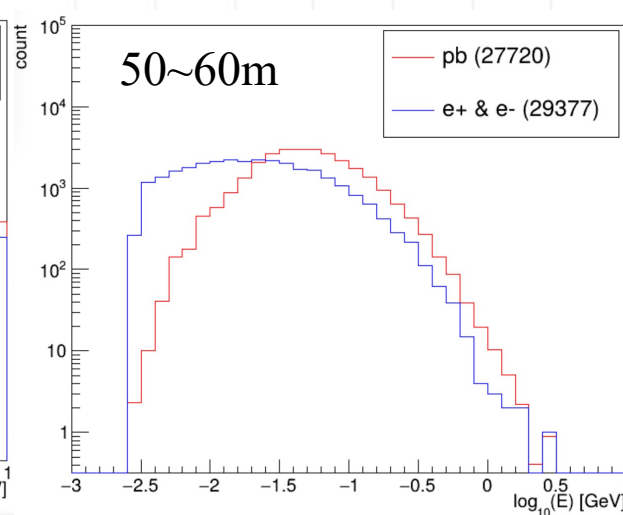
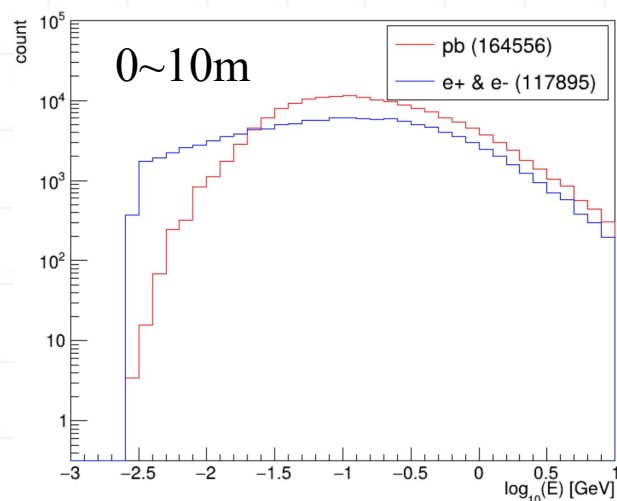
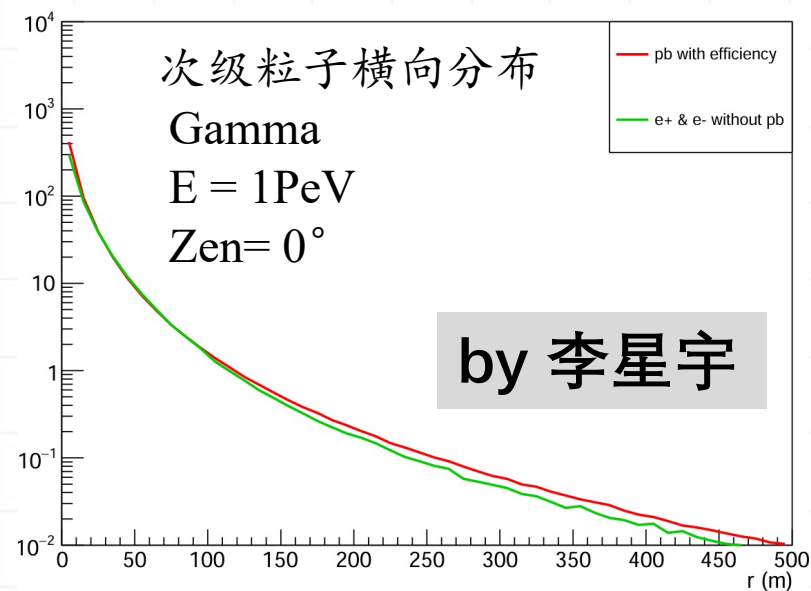


有铅板情况下的次级粒子横向分布由无铅板情况下卷积铅板效率得到。

距离芯位30米以内和90米以外，加装铅板后的探测更高。

无铅板可探测e+和e-能谱

有铅板可探测的gamma、e+和e-能谱





铅板的影响



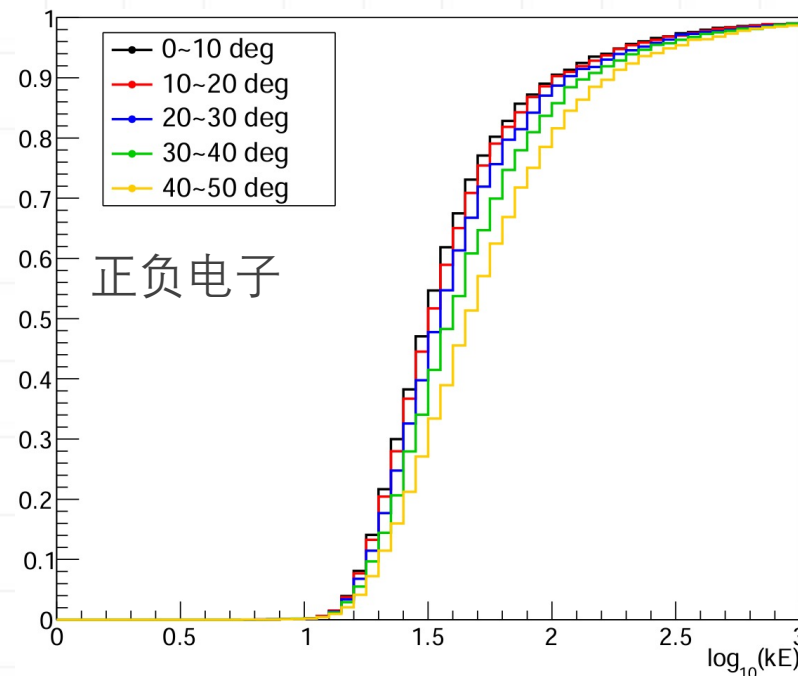
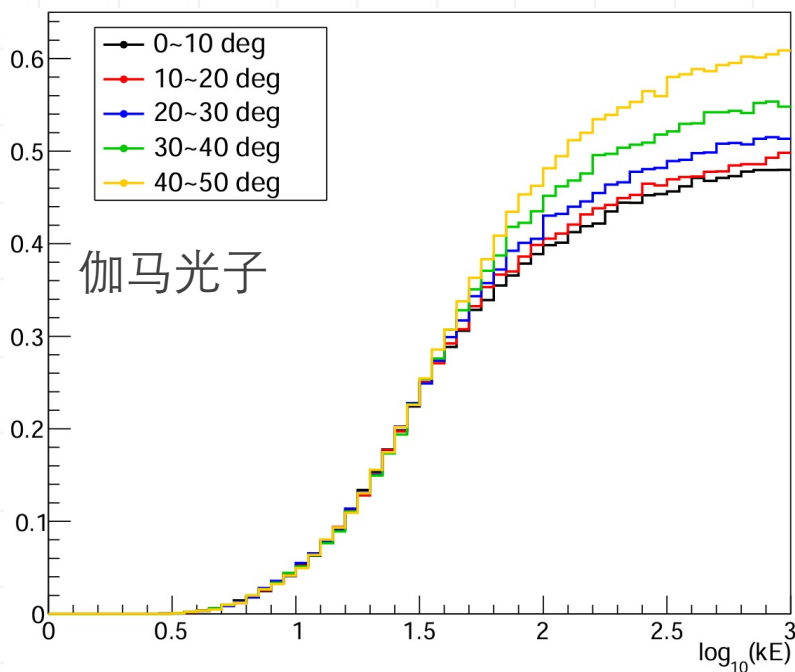
5mm厚度的铅板效率模拟

伽马光子：天顶角越大效率越高（有更长的反应距离转化成正负电子对）

正负电子：天顶角越大效率越低（韧致辐射能损失能量）

下一步计划：🟠 有无铅板情况下，不同天顶角下的gamma次级粒子的横向分布比较；

🟡 有无铅板对质子的次级粒子横向分布的影响；🟡 Geant4模拟中有无铅板的影响。



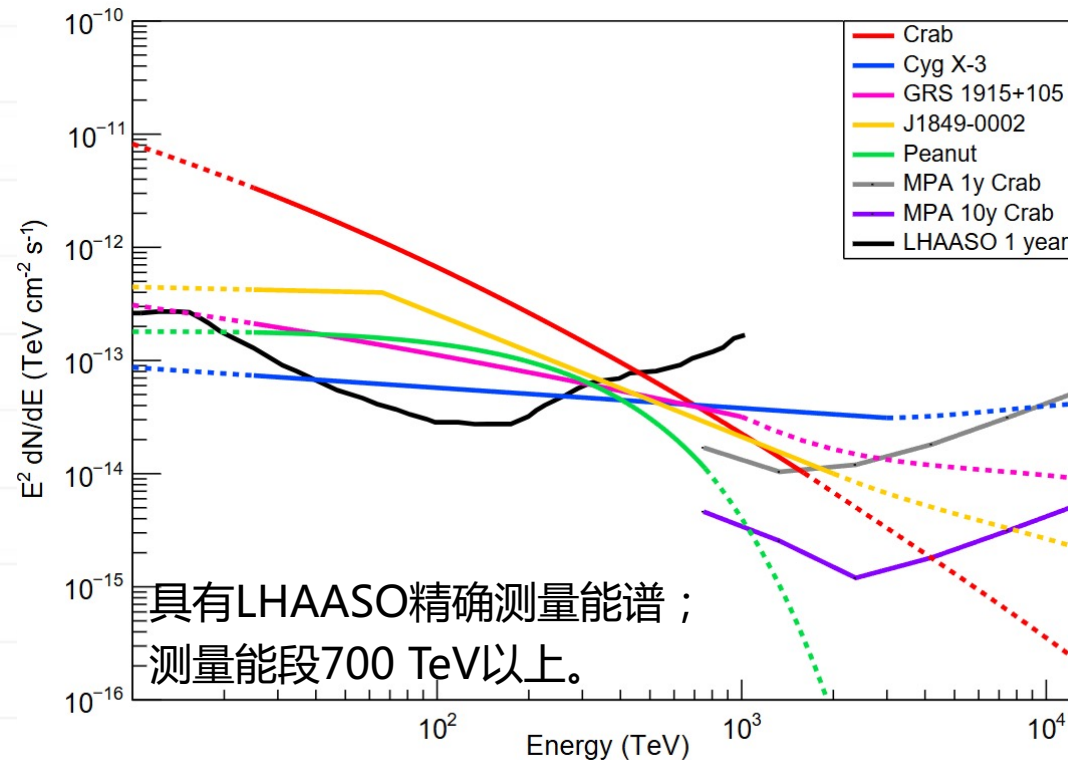
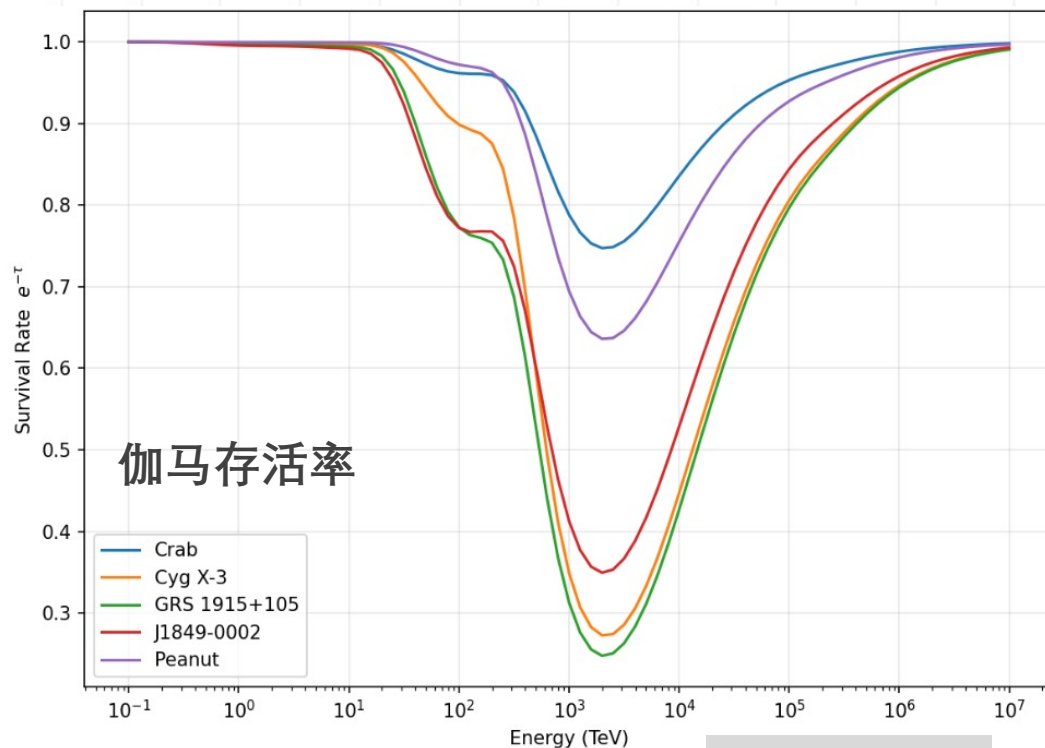


伽马源的预期观测谱

伽马射线从源区传播到地球过程中会被CMB和星际辐射场吸收 -- 伽马存活率 $e^{-\tau}$

预期观测谱的简单估计 $F(E) = F_{obs}(E) \times \frac{e^{-\tau E}}{e^{-\tau_{ref}}}$

MPA运行一年可达5倍显著性探测水平；运行10年可以给出PeV能段高精度的能谱测量。



具有LHAASO精确测量能谱；
测量能段700 TeV以上。



基于NKG函数的能量重建

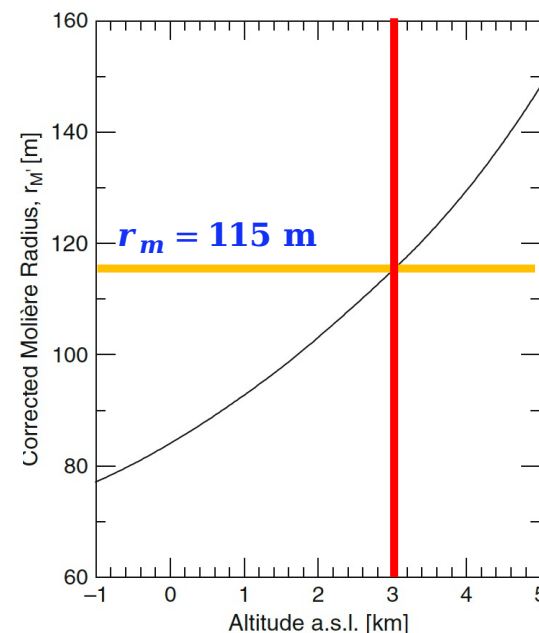
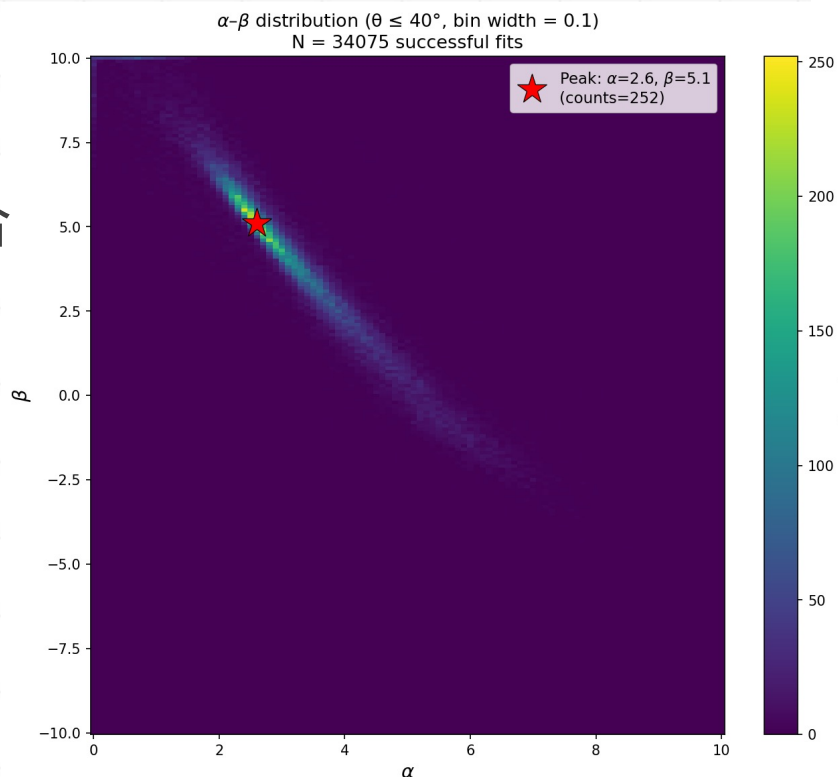
$$f(r) = \frac{\Gamma(\beta - s)}{\Gamma(s - \alpha + 2)\Gamma(\alpha + \beta - 2s - 2)} \frac{N_e}{2\pi r_m^2} \left(\frac{r}{r_m}\right)^{s-\alpha} \left(1 + \frac{r}{r_m}\right)^{s-\beta}$$

Molière 半径 $r_m = 115$ m
需要确定的参数 α , β
利用天顶角小于40度的shower的拟合

$\alpha=2.6$, $\beta=5.1$

下一步计划：

确定利用距离芯位多远处的次级粒子密度
进行重建能量，给出能量分辨。



by 杨桓



增加宇宙线粒子簇射的模拟

软件类型	原初粒子	能段 (PeV)	能谱	天顶角 (deg)	方位角(deg)	磁场	事例数	用途
Corsika	gamma	0.1-30	-1.5	0-50	0	✓	10000	重建
Corsika	gamma	0.1-30	-1.5	0	0	✓	2000	g/p
Corsika	质子	0.1-30	-1.5	0	0	✓	5000	g/p
Aires	gamma	0.1-30	-1.5	0	0	✓	~360000	g/p

旧版本模拟程序的检查

by 李星宇
何佳银

Geant4 模拟中 Thinning 权重的遗漏 (g/p定的不准，需要更新；对灵敏度的影响)。

Geant4 模拟中 满足触发条件但是时间短于750ns窗口的输出遗漏 (可能对低能的重建有影响)。



其他方面



软件框架数据质量检查

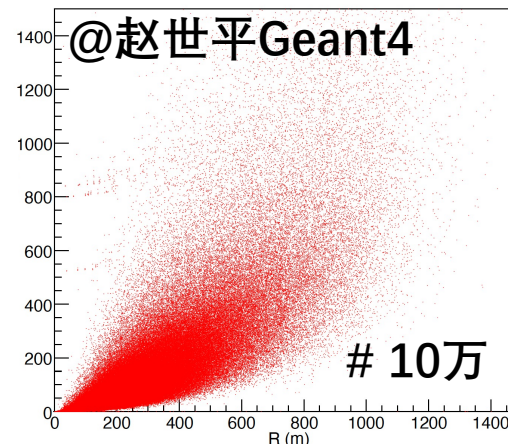
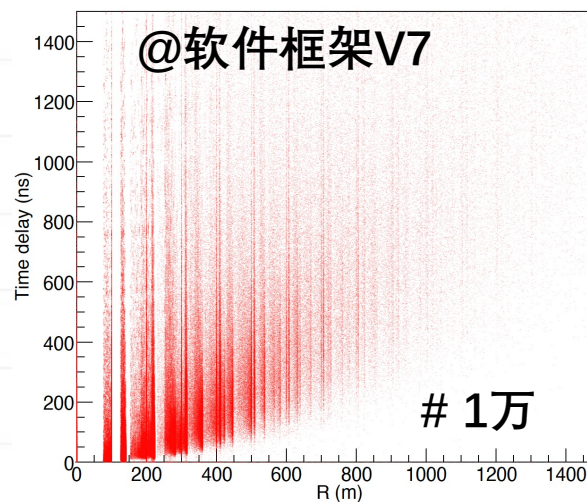
软件框架的阵列模拟部分已经可以跑通；
但是输出数据还需要理解。

ED探测器簇射平面时间-半径 检查：

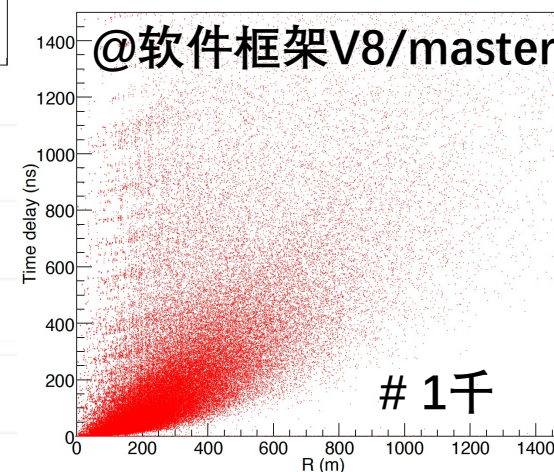
以最早到达时间为零点，归到簇射平面上
时间分布错误

→ 计时问题？还是触发逻辑？探测器位置？

时间错误 → 方向重建错误 (需要debug)



by 沈君宇
何佳银

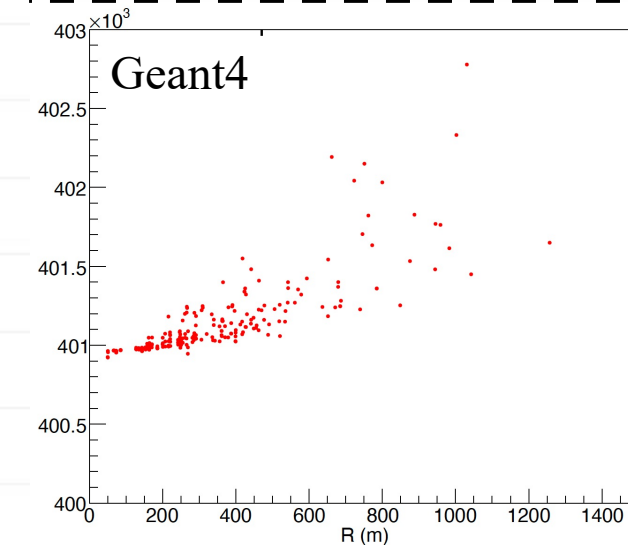
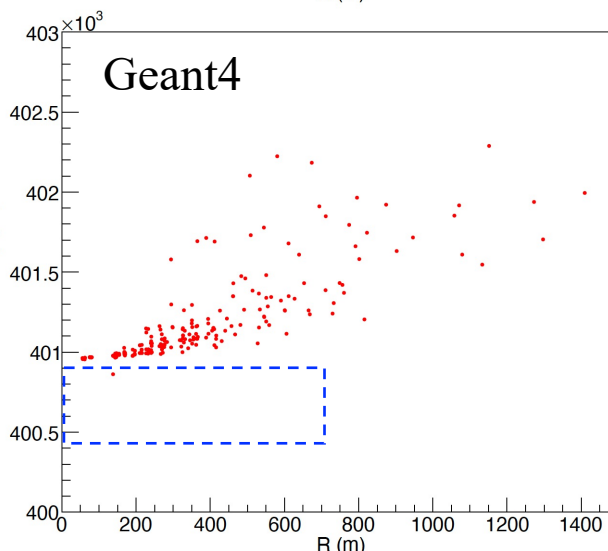
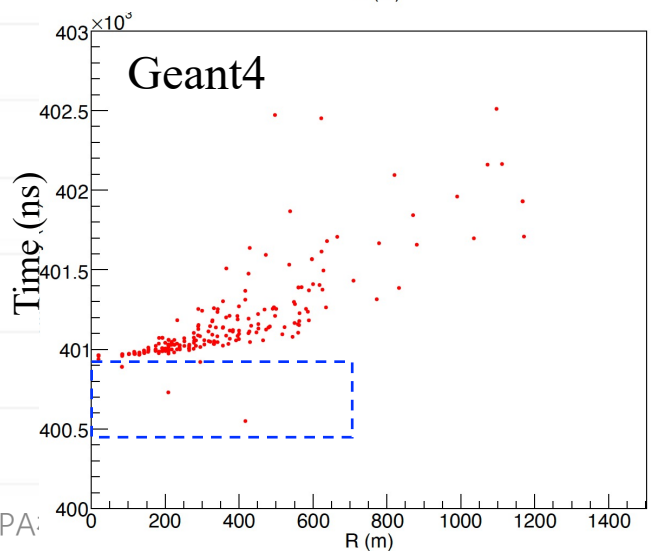
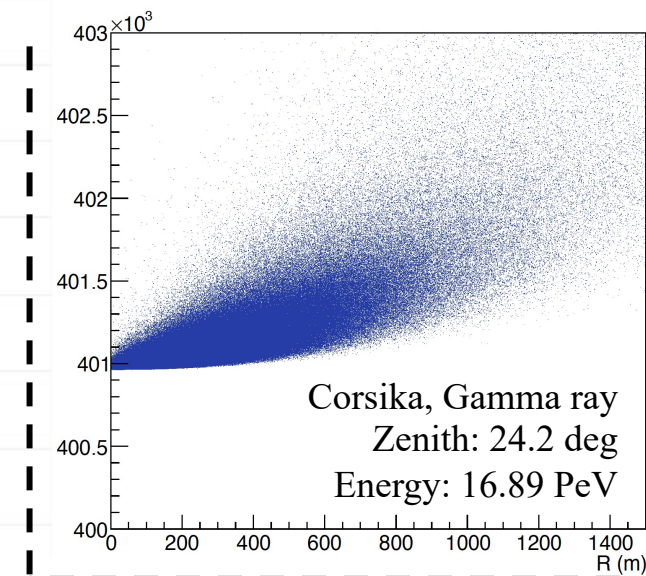
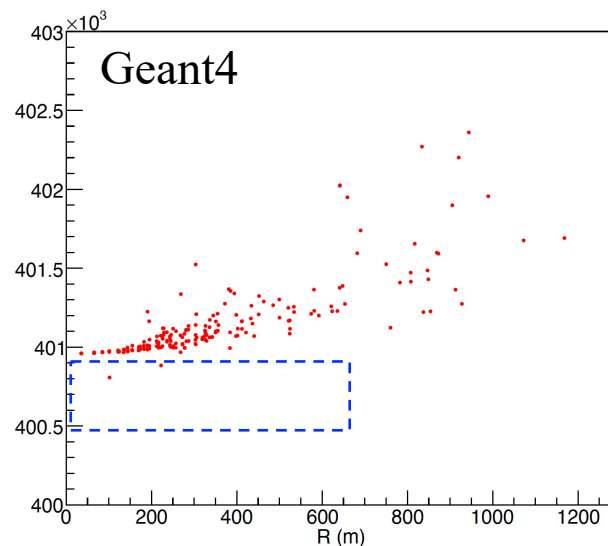
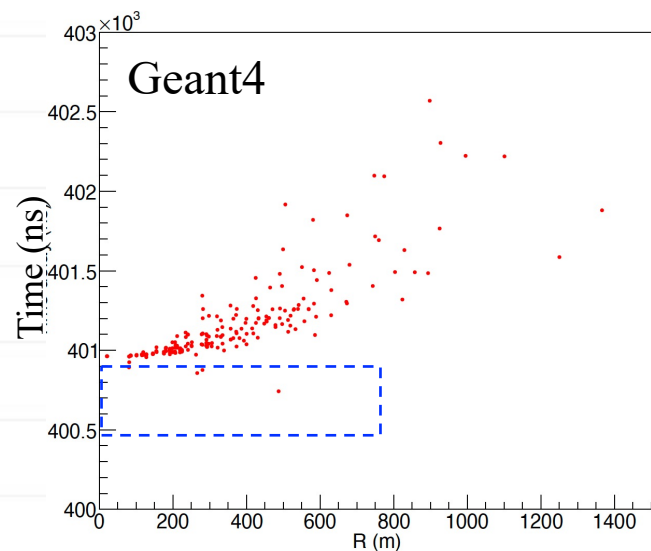




其他方面



单个簇射事例的检查 -- 簇射平面到达之前ED探测器已经被触发！





工作计划



■ 加装铅板对次级粒子探测的影响

- 不同天顶角(γ)
- 不同粒子种类 (质子)
- Geant4模拟的铅板设置

■ 伽马射线/宇宙线鉴别优化

■ 低能探测的优化

- 探测器间距
- 探测器面积

■ 铅板厚度(ED) 土壤层厚度(MD) 时间分辨需要多好

★ 协助解决软件框架的Geant4模拟问题

■ 宇宙线簇射前锋面拟合抛物面的参数和 $x_{\max}$ 的关系的研究

■ 能量重建工作的推进

感谢聆听

MPA模拟重建工作组 2026年7月29日