

EAS 热中子探测技术研究的进展

刘茂元¹，马欣华²，崔树旺³，单增罗布²，陈天禄²，周荣⁴

1. 西藏大学

2. 中科院高能物理研究所

3. 河北师范大学

4. 四川大学

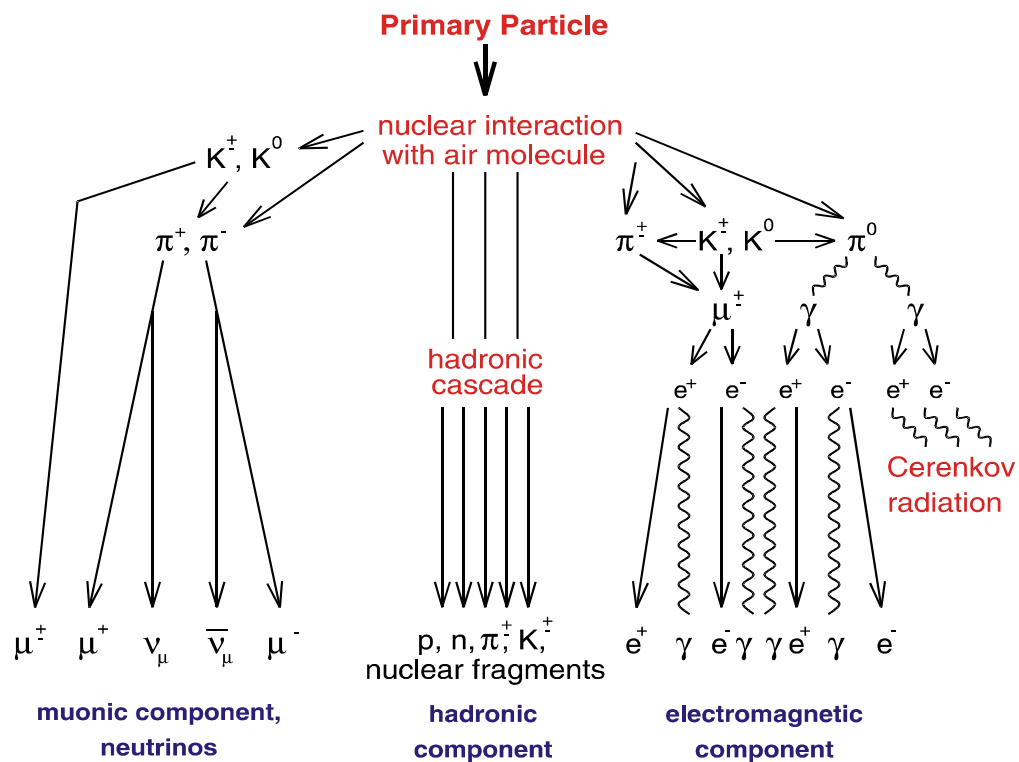
LHAASO 合作组会议，峨眉

2018年3月22日

内容

1. 介绍
2. 进展
3. 下一步的工作

1. 介绍



物理动机

强子是宇宙线簇射的“骨架”，对原初宇宙线成份十分敏感。

簇射中少量的强子与周围环境中的物质（土壤、建筑物、探测器材料、空气等）发生核反应产生大量 MeV 量级的蒸发中子，蒸发中子经过周围环境中的物质的慢化而产生热中子。

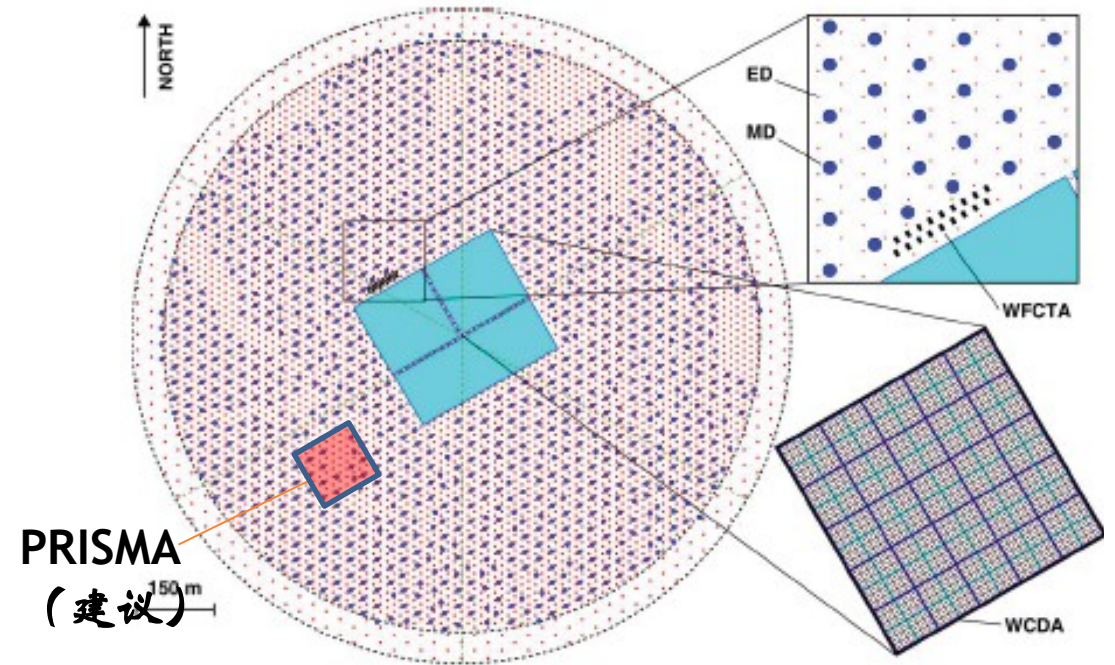
- 宇宙线簇射强子产生的**热中子数量比强子高 2-3 数量级**。这种放大效应使热中子探测器有很强的成份区分能力，对膝区探测来说是一个新的独特的技术手段，将显著加强 LHAASO 在膝区物理方面的研究能力。
- 这种热中子探测器阵列还可以用于其他宇宙线相关的物理研究，包括**地球物理，大气物理，太阳物理（比如 GLE、Forbush 下降效应）**。这种探测器在核探测方面也有广泛的用途。

LHAASO 子阵列:

- KM2A : e, μ
- WCDA: e, μ
- WFCTA: \checkmark /F
- WCDA++: γ family at core $\rightarrow \pi^0$

PRISMA: thermal neutrons $\rightarrow \pi^+ \pi^-$

- 使 LHAASO 实现宇宙线簇射全次级粒子混合探测,
- 使 LHAASO 对宇宙线簇射的“骨架”——强子进行全面深入有效的探测



2. 进展

1. 数据分析 PRISMA-YBJ
2. 正在运行 PRISMA-TU
3. 正在运行 PRISMA-16
4. 扩充至 PRISMA-LHAASO-64

2.1 数据分析 PRISMA-YBJ

- 2013.02-2017.02 运行, 4 年数据继续分析
观测到尼泊尔地震时期的 3 次事例率显著涨高, 文章
“Response of PRISMA-YBJ detectors to Nepal
Earthquakes” 投稿到 Pure and Applied
Geophysics

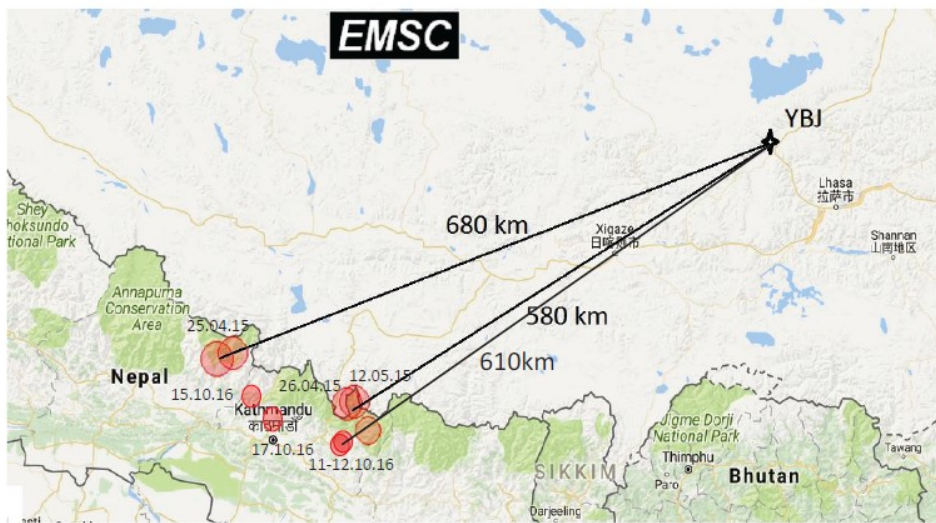
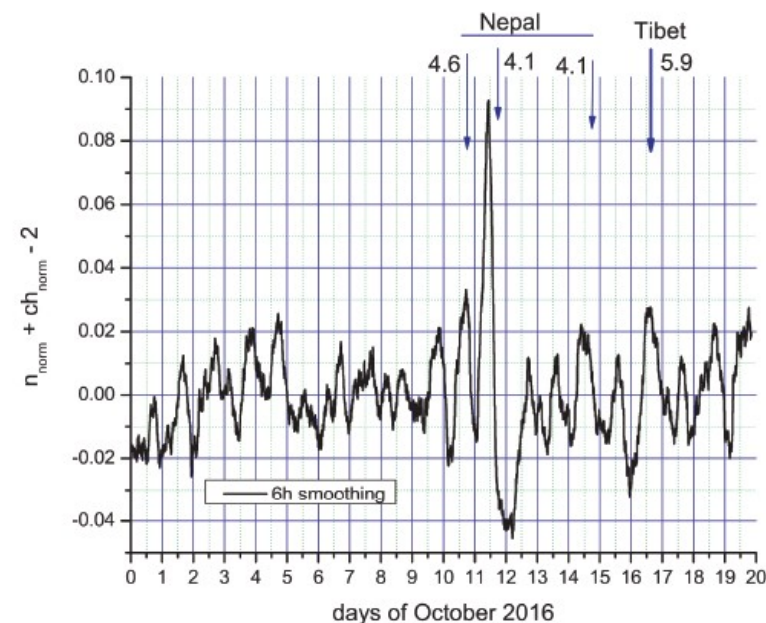
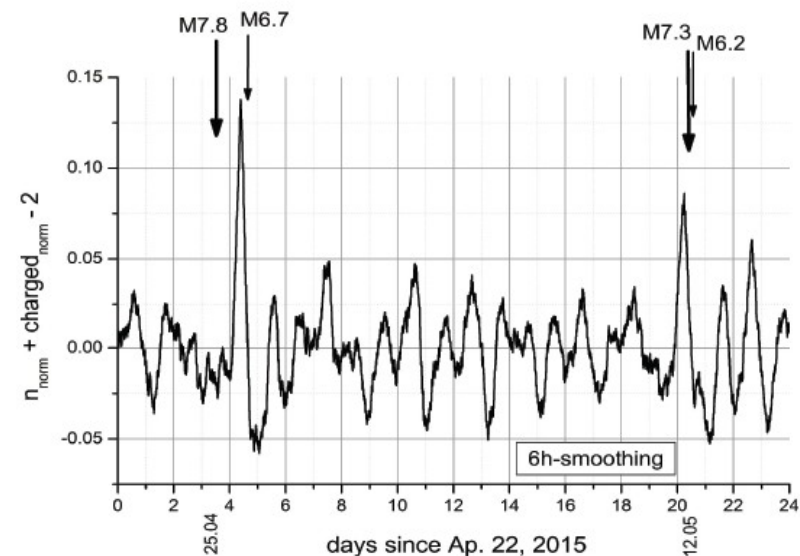


Figure 3: Maps of Nepal earthquakes localization in April-May 2015 and in October 2016 taken from EMSC site. Circles show the earthquakes, star shows Yangbajing.



2.2 正在运行 PRISMA-TU

PRISMA-YBJ 搬到西藏大学
新教学楼，改称 PRISMA-
TU，四个探测器分别放在
一层、二层、四层、楼外
地面，单粒子模式，继续
运行，目标太阳物理、地
球物理等



D3, 第四层 the 4th floor



D4, 地面, ground



D2, 第二层, the 2nd floor



D1, 第一层, the 1st floor

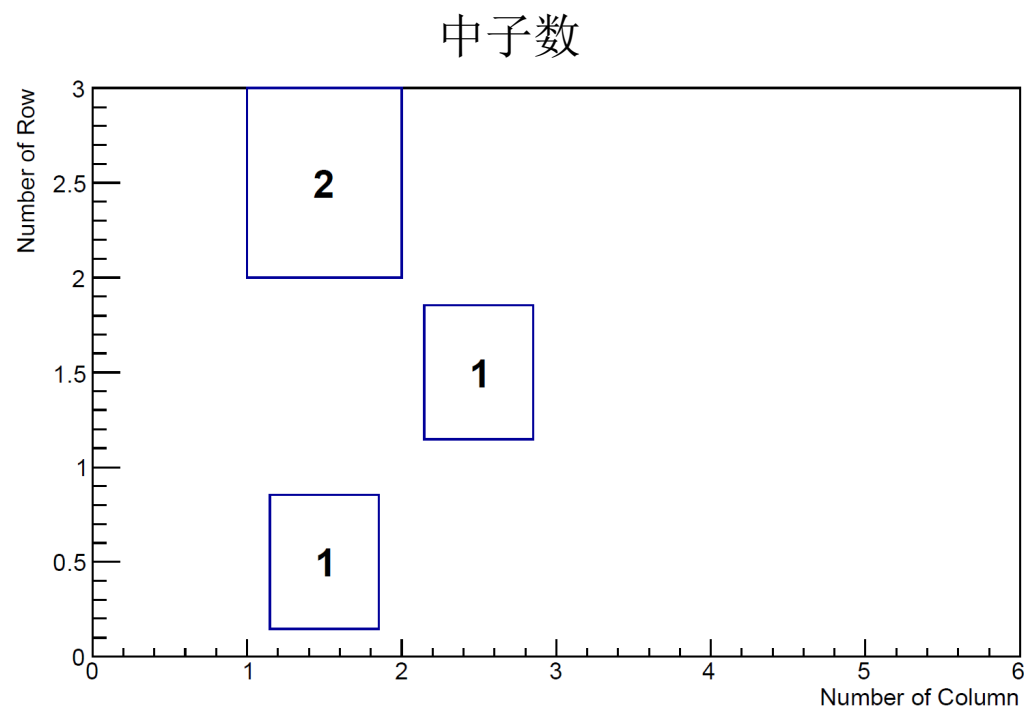
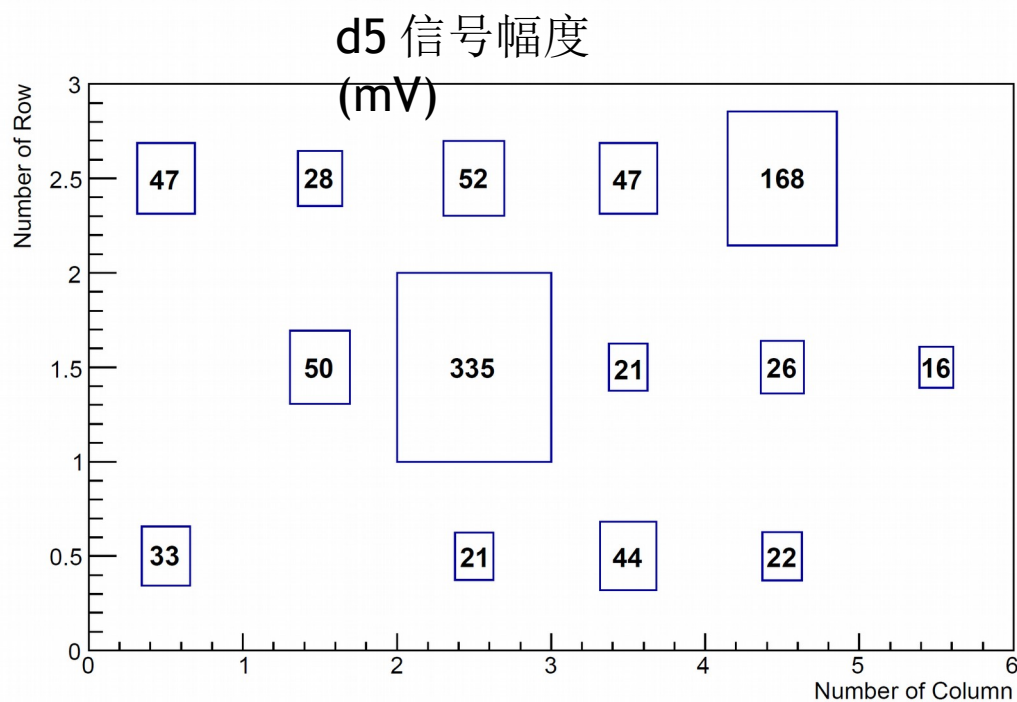
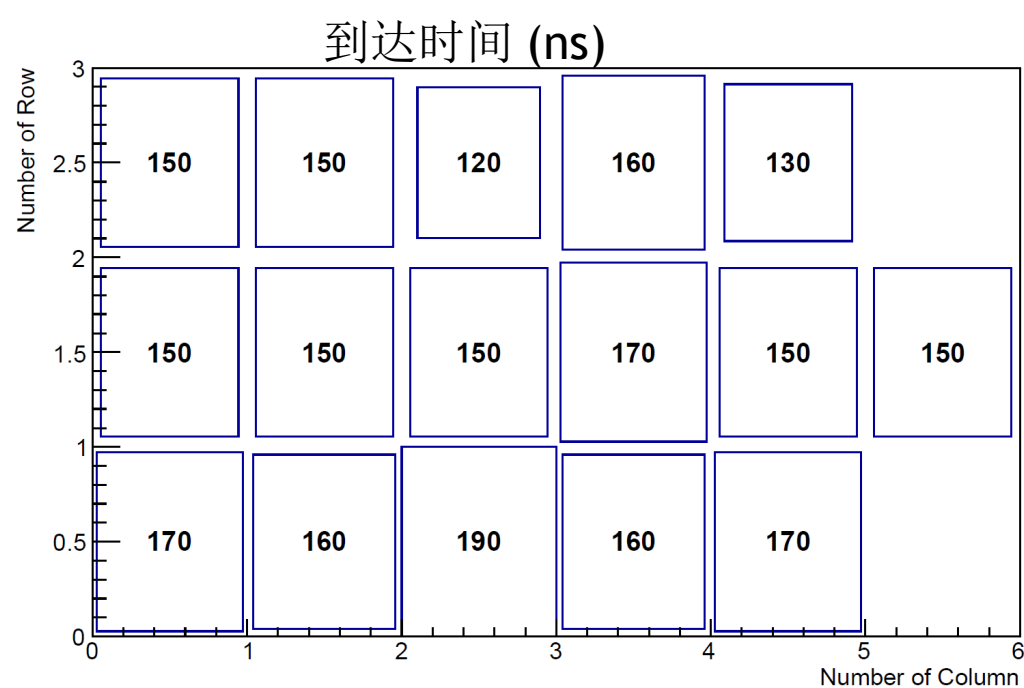
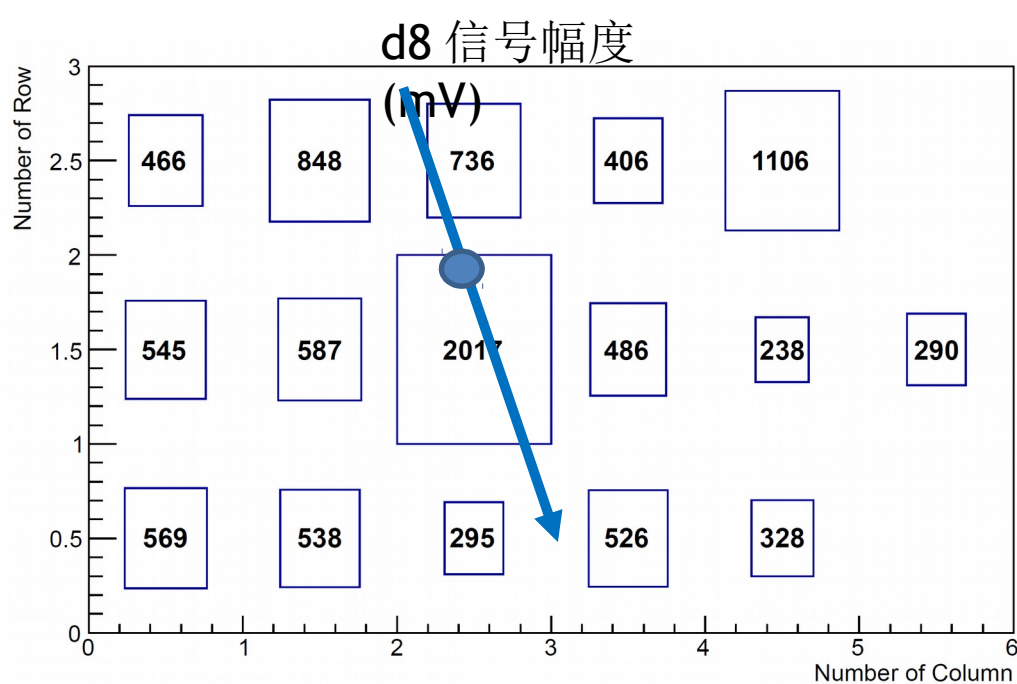
2.3 正在运行 PRISMA-16



2017年3月 PRISMA-16 在西藏大学新教学楼顶开始运行，发表了一篇文章 Bingbing Li, et al. EAS thermal neutron detection with the PRISMA-LHAASO-16 experiment , 2017 JINST 12 P12028

一个事例

2017/12/20
event 9623
Core
(14.8m, 6.4m)
Zen. 43.0°
Azi. -77.5°



解决的问题

为了提高热中子俘获效率，2017年11月PRISMA-16更换了新版闪烁体；

- 改进了FADC的模拟板，降低了噪音，使得探测器阈值降低到6mV，得到了更多的热中子；

存在的问题

- 中子数还是偏低，怀疑由于阵列建在大楼顶上，阵列下的物质只有约10cm厚的混凝土板。

正在开展数据分析和模拟工作。

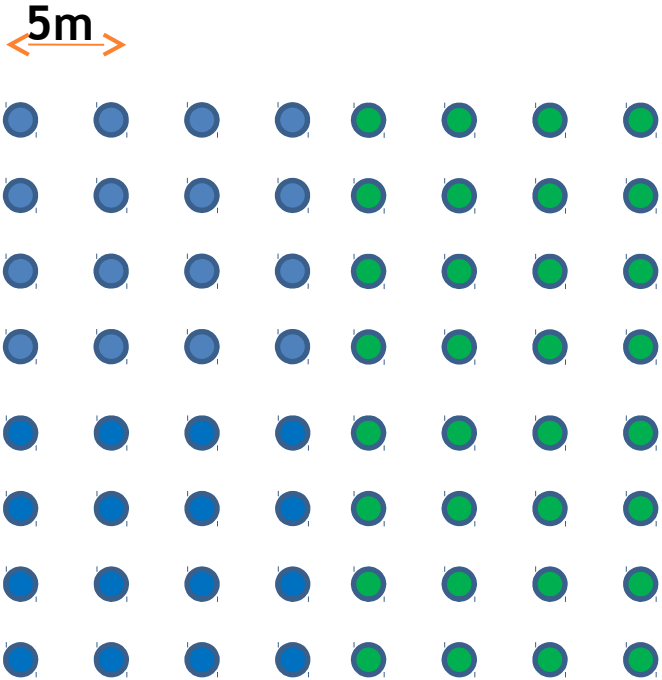
2.4 扩充至 PRISMA-LHAASO-64

- ◆ 西藏大学第二批投入经费 100 万元制作 34 台探测器；
- ◆ 高能所获得了中科院对外合作重点项目支持经费 100 万元制作 16 台探测器；
- ◆ 俄罗斯提供闪烁体；
- ◆ 四川大学研制 FADC ；
- ◆ 河北师范大学进行探测器组装、测试；
- ◆ 添加小白兔系统， DAQ 将融入 LHAASO 。

河北师范大学探测器装配现场



阵列规模扩大到 4 个 cluster 共 64 台探测器，条件具备时将安装到 LHAASO，做宇宙线混合观测，物理目标为轻成分膝区能谱，为未来将大规模中子探测阵列加入 LHAASO 打好基础。



3. 下一步工作

- PRISMA-LHAASO-64 : 完成新 34+16 台探测器的组装、测试, 条件允许时将阵列搬到 LHAASO 运行;
- 完成探测器束流和放射源绝对标定;
- 推进国产闪烁体研制, 提高性能, 降低成本;
- 推进模拟计算、数据分析、物理分析工作;
- 继续争取经费的支持 (今年已申请国家基金委重点项目)

谢谢!